

L'ÉCO-CONCEPTION LOGICIELLE

POSITIONNEMENT DE CE COURS



TIC ET DÉVELOPPEMENT DURABLE

ECOCONCEPTION ET IOO

Quatrième partie :

- *écoconception & monde de l'Internet des objets (IdO)*

Ce support de cours trouve de nombreuses références issues du rapport « Le monde de l'Internet des objets Des dynamiques à maîtriser », FRANCE STRATÉGIE, 2022

IDO ET ECOPCONCEPTION

UNE TECHNOLOGIE DE RUPTURE

L'Internet des objets IdO

IoT en anglais pour « *Internet of Things* »

- Il désigne la mise en réseau, au moyen d'Internet, d'objets physiques
 - ✓ Ampoule électrique, panneau de signalisation, bracelet, brosse à dent, pacemaker, poupée, thermostat, pluviomètre, détecteur de CO2, caméra, vélo, vêtement, capteurs actionneurs sur une chaîne de production industrielle...
- Il crée une passerelle entre le monde physique et le monde virtuel
 - ✓ Mise en réseau numérique globale avec des impacts profonds sur tous les secteurs de l'activité humaine : habitat, transport, environnement de travail, usines, villes, agriculture, système de santé.
- C'est un élément clé de la transformation numérique
 - ✓ En 2021, la Conférence des Nations unies sur le commerce et le développement l'a distingué parmi les **onze technologies dites de rupture**.

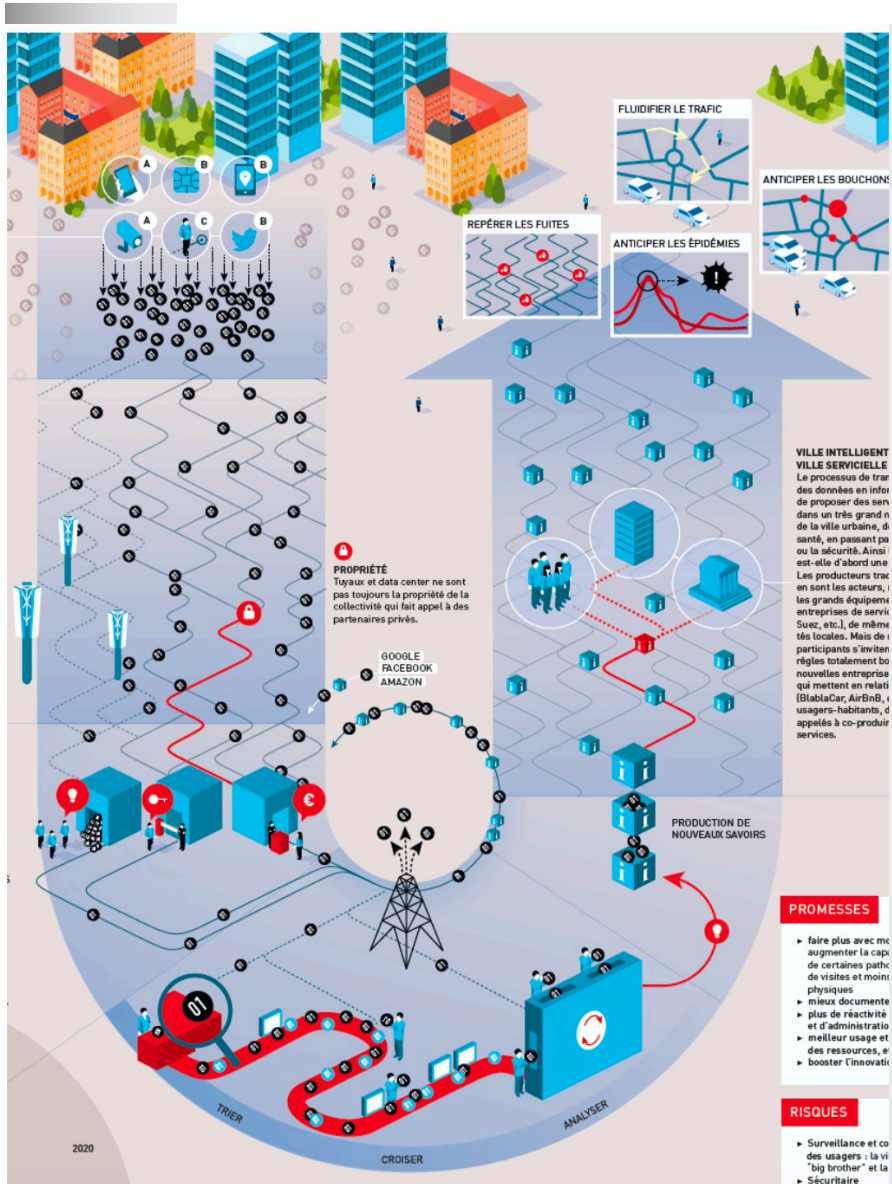
Les 10 autres étant : l'intelligence artificielle, le Big Data, la blockchain, la 5G, l'impression 3D, la robotique, les drones, l'édition génomique, les nanotechnologies et le photovoltaïque solaire.

IDO ET ECOPCONCEPTION TECHNOLOGIE DE RUPTURE

- Les solutions respectueuses du climat deviendront une exigence pour les nouveaux projets
- les solutions à base d'IdO peuvent constituer l'un des meilleurs outils pour contribuer à atténuer les effets du changement climatique
- L'IoT est là pour alimenter les modèles en données - des données diverses et en grand nombre
- Les données provenant des appareils IdO peuvent alors fournir des informations exploitables sur un secteur particulier de l'environnement, et étayer des hypothèses sur les moyens de résoudre des problèmes spécifiques
- l'IdO peut alors aider à créer des formes plus écologiques pour de nombreuses facettes de la vie moderne, de l'agriculture aux transports et au-delà.

IDO ET ECOPCONCEPTION

TECHNOLOGIE DE RUPTURE : EXEMPLE EN VILLE INTELLIGENTE



- Les données collectées par les réseaux IdO peuvent aider les communautés urbaines à résoudre les problèmes de durabilité. Les données collectées peuvent contribuer à optimiser l'utilisation des ressources dans les villes, à minimiser les déchets au sein des systèmes existants et à équilibrer les situations dans lesquelles les ressources sont surutilisées.
- le mouvement des villes intelligentes s'est principalement concentré sur le développement économique plutôt que sur la durabilité.
- Aujourd'hui, l'accent est mis sur la création de villes intelligentes plus vertes

=> Construire et planifier les projet dans un esprit d'écoconception

IDO ET ECOPCONCEPTION UNE TECHNOLOGIE DE RUPTURE

- Conséquence de la présence généralisée d'objets connectés dans tous les secteurs d'activité :
 - ✓ la massification d'objets communicants
 - ✓ l'intensification de l'utilisation des réseaux
 - ✓ la création de nouvelles infrastructures de stockage et de traitement pour exploiter les volumes particulièrement importants de données produites

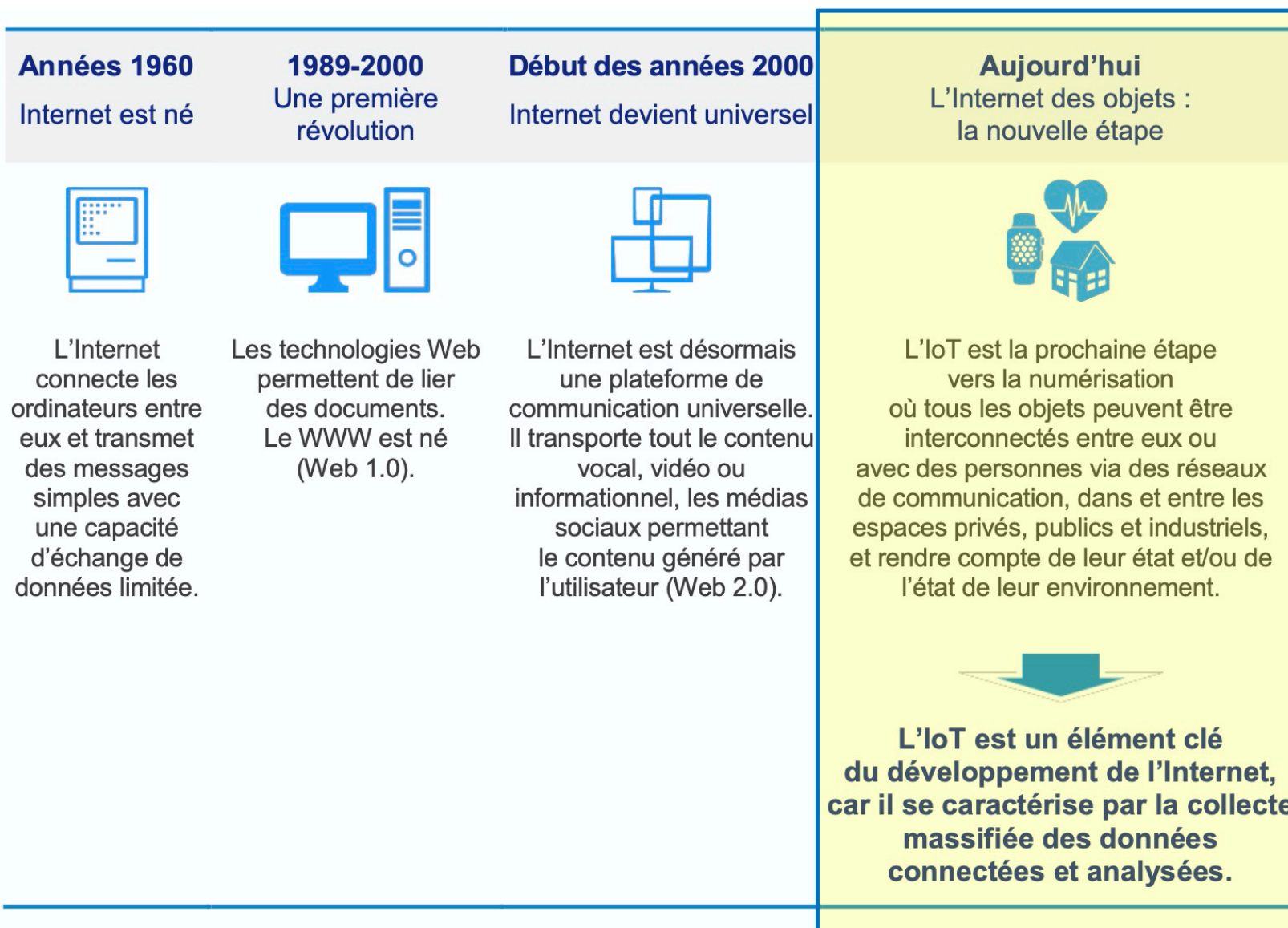
- Conséquence en matière environnementale
 - ✓ augmentation de la consommation énergétique
 - ✓ une empreinte environnementale accrue du numérique.



Imaginons un monde comptant 50 à 60 milliards d'appareils, dans quelle mesure les bénéfices environnementaux de l'IdO pourront-ils compenser voire dépasser les coûts liés à la production des objets, à leur consommation énergétique et au traitement des déchets qu'il occasionnera ?

IDO ET ECOPCONCEPTION

RAPPEL DE SITUATION TEMPORELLE : DATES CLÉS DE L'INTERNET



Source : France Stratégie - BCG et EY-Parthenon

IIOT ET ECODÉCONCEPTION

DÉFINITION : PAS DE DÉFINITION FAISANT RÉFÉRENCE MONDIALEMENT

- **Union internationale des télécommunications (UIT), 2012**

« L'Internet des objets est une infrastructure mondiale pour la société de l'information, qui permet de disposer de services évolués en interconnectant des objets (physiques ou virtuels) grâce aux technologies de l'information et de la communication interopérables existantes ou en évolution. »

- **Commission européenne, 2014**

« The Internet of Things enables objects sharing information with other objects/members in the network, recognizing events and changes so to react autonomously in an appropriate manner. The IoT therefore builds on communication between things (machines, buildings, cars, animals, etc.) that leads to action and value creation . »

- **OCDE, 2015 et 2018**

« L'Internet des objets comprend tous les appareils et objets dont l'état peut être modifié via l'Internet, avec ou sans la participation active des individus. Alors que les objets connectés peuvent nécessiter l'intervention de dispositifs considérés comme faisant partie de "l'Internet traditionnel", cette définition exclut les tablettes portables et les smartphones déjà pris en compte dans les mesures actuelles du haut débit de l'OCDE. »

- **Arcep, 2016**

« L'Internet des objets correspond à un ensemble d'objets connectés, et de technologies de réseaux qui se conjuguent en associant : des objets physiques qui possèdent des technologies embarquées de capteurs, d'intelligence et de connectivité, leur permettant de communiquer avec d'autres objets ; des réseaux de communications électroniques qui permettent de transporter les données issues des objets ; des applications de traitement des données qui apportent les outils pour le stockage, la corrélation et l'analyse de ces données. C'est d'ailleurs souvent dans ce cloud que se trouvent les processus décisionnels à même de rétroagir sur les objets physiques. »

- **European Union Agency for Network and Information Security (ENISA), 2017**

« A cyber-physical ecosystem of interconnected sensors and actuators, which enable intelligent decision making . »

- **Inria, 2021**

« l'IoT représente un ensemble de technologies de portée générale, qui : jettent des ponts entre le monde numérique et le monde physique ; comblent l'écart entre les technologies Internet et des systèmes embarqués de plus en plus variés (...) l'IoT comme un équivalent de l'Internet du Tout (Internet of Everything, terminologie Cisco/W3C), de l'Internet physique (Physical Web, Google), de l'informatique physique (Physical Computing, Arduino), de la communication entre machines (Machine-to-Machine, M2M), des systèmes cyberphysiques (Cyber-Physical Systems, théorie des asservissements) ou du World-Sized Web. »

Source : *Le monde de l'Internet des objets Des dynamiques à maîtriser*, FRANCE STRATÉGIE, 2022

IIoD ET ECOPCONCEPTION

DÉFINITION ADOPTÉE DANS CE COURS

Un consensus...

Ne considérer dans l'IoD que les composants qui n'étaient pas déjà constituants d'Internet.

« L'internet des objets est un ensemble d'objets connectés et de technologies de réseaux qui, à l'exclusion des stations de travail, des tablettes, des téléphones portables et des smartphones, se conjuguent en associant :

- ✓ *des objets physiques qui possèdent des capteurs connectés, éventuellement dotés de capacités de calcul et qui sont en mesure d'interagir avec leur environnement ;*
- ✓ *des réseaux de communication numériques filaires ou non filaires qui permettent de communiquer les données issues de ces objets ;*
- ✓ *des espaces de stockage distants pour les données recueillies ;*
- ✓ *des applications de traitement des données qui engagent des processus décisionnels à même de rétroagir sur des objets physiques inanimés ou vivants.*

IDO ET ECODONCEPTION ***PRINCIPAUX CONSTATS***

- **L'IdO a déjà et va avoir un impact croissant sur la société, les citoyens et les entreprises. (...)**
 - **L'IdO accroît les surfaces de vulnérabilité et présente des risques renouvelés en matière de cybersécurité. (...)**
 - **Les développements de l'IdO se jouent largement hors de nos frontières et impliquent des technologies de maturité inégale. (...)**
 - **L'IdO se fonde sur un cadre de régulation déjà riche, avec de nombreuses dispositions au niveau européen et national, mais fragmenté et générateur de complexité. (...)**
- **L'IdO va constituer une composante importante de l'impact environnemental du numérique.** La massification des usages et des infrastructures (réseaux, *edge*, cloud, équipements) conduit à une augmentation significative de la consommation énergétique et de l'empreinte carbone – hausse à mettre en regard des bénéfices potentiels sur la maîtrise des autres dépenses énergétiques et des engagements de l'accord de Paris. Importance d'établir des recommandations pour réduire cet impact en tenant compte de l'ensemble des dimensions de l'IdO, du choix des réseaux au recyclage des équipements.

IDD ET ECOPCONCEPTION

QUELQUES CHIFFRES CLÉS... VUE ECONOMIQUE

- Le stock du nombre d'objets connectés va plus que doubler de 2020 à 2030 [2]

Monde : 20 milliards d'IoD (2020)
=> environ 45 milliards (2030)

- Ce marché devrait être multiplié par plus de dix d'ici 2025 [3,4]

Monde : 130 milliards \$ (2018)
=> 1 500 milliards \$ (2025)

France : Marché évalué à 45 milliards \$ (2025)

[2] Ademe et Arcep (2022), Évaluation de l'impact environnemental du numérique en France et analyse prospective, janvier. Ademe : Agence de la transition écologique. Arcep : Autorité de régulation des communications électroniques, des postes et de la distribution de la presse.

[3] AIE (2019), Total Energy Model for Connected Devices, IEA 4E EDNA, programme de coopération technique de l'Agence internationale de l'énergie, juin.

[4] CNUCED (2021), Technology and Innovation Report 2021, op. cit.

IIOT ET ECOPCONCEPTION QUELQUES CHIFFRES CLÉS... VUE ENVIRONNEMENTALE

■ En France, (Ademe et Arcep, 2022)

- ✓ Nombre estimé d'objets connectés installés de 244 millions en 2021.
- ✓ Moyenne de consommation d'un IoD 30 kWh/an,
- ✓ Consommation électrique des objets connectés = environ 7,2 TWh/an,
- ✓ soit 15 % de la consommation des biens et services numériques.

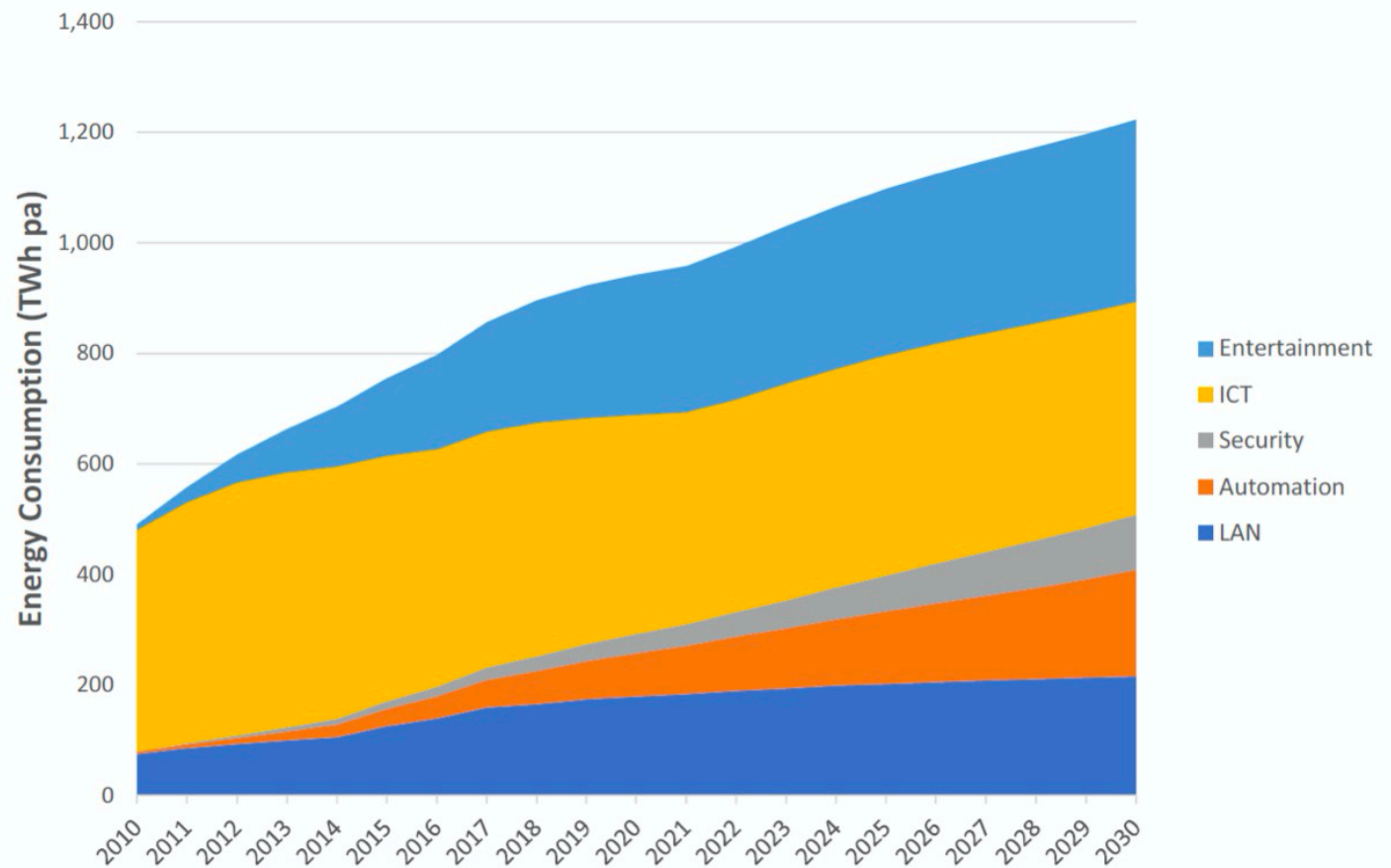
■ Empreinte carbone des IdO en France

- ✓ Estimée en 2022 à près de 460 000 t éq. CO2
327 000 Aller-Retour Réunion-Paris pour une personne
- ✓ A l'horizon 2040, elle pourrait s'élever à plus de 6 Mt éq. CO2
Soit 13 fois plus qu'en 2022.

IDD ET ECOPCONCEPTION

QUELQUES CHIFFRES CLÉS... VUE ENVIRONNEMENTALE

Graphique 29 – Évolution de la consommation énergétique mondiale des objets et terminaux connectés, par catégorie d'usage









Source : AIE (2021), Total Energy Model 2.0 for Connected Devices, op. cit., p. 24

IDO ET ECOCONCEPTION








RECOMMANDATIONS STRATÉGIQUES (RAPPORT FRANCE STRATÉGIE)

Soutenir le développement d'un IdO sobre et responsable

-  Mieux organiser les filières de recyclage pour qu'elles s'adaptent aux objets connectés, depuis les filières de tri jusqu'au recyclage, cf. révision de la directive européenne sur les DEEE (déchets des équipements électroniques et électriques).
-  Inclure les dispositifs IdO dans le référentiel général d'écoconception des services numériques, prévu au titre de la loi REEN du 15 novembre 2021.
-  Intégrer dans la gestion du spectre radioélectrique des dispositifs d'incitation à des choix d'implémentation frugaux (énergétique, données, ressources, algorithmes).
-  Mettre à disposition des acheteurs publics et des prescripteurs, en particulier auprès des collectivités, des outils d'aide à la décision (bonnes pratiques, simulateurs indépendants) pour mesurer l'efficacité et les bénéfices environnementaux du déploiement d'une solution IdO (coûts/bénéfices, proportionnalité, finalité, transparence, etc.).
-  Intégrer dans les certifications ou labels existants à l'attention du grand public des mentions spécifiques relatives aux objets connectés permettant de s'informer sur l'impact de leurs usages.
-  Intégrer explicitement les objets connectés grand public dans la liste des produits concernés par l'indice de réparabilité prévu au titre de l'article 16 de la loi n° 2020-105 relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire.

IDO ET ECOPCONCEPTION

RECOMMANDATIONS PRATIQUES

-  Privilégiez des IdO fonctionnant sur **batterie rechargeables**.
-  Vérifiez la durée de vie théorique avant remplacement des batteries.
-  Vérifiez que les batteries sont recyclables.
-  Privilégier une **alimentation par énergies renouvelables** par exemple via panneau solaire (éclairage extérieur, arrosage, etc...).
-  Vérifiez que les composants sont ROHS (Restriction of Hazardous Substances). pas de composants dangereux et respect de la législation en vigueur.
-  Suivre de près les évolutions applicatives par une veille technologique. Certains capteurs solaires peuvent d'être rechargés par la lumière ambiante à l'intérieur de la maison durant le jour.
-  Éviter l'utilisation d'un écran en permanence lorsque cela est possible.