




# PARCOURS D'ANALYSE ET DE CONCEPTION D'UN PROJET NUMÉRIQUE

---

**MAÎTRISER L'ANALYSE ET LA CONCEPTION DE PROJETS NUMÉRIQUES  
SOUTENABLES ET RÉSILIENTS**

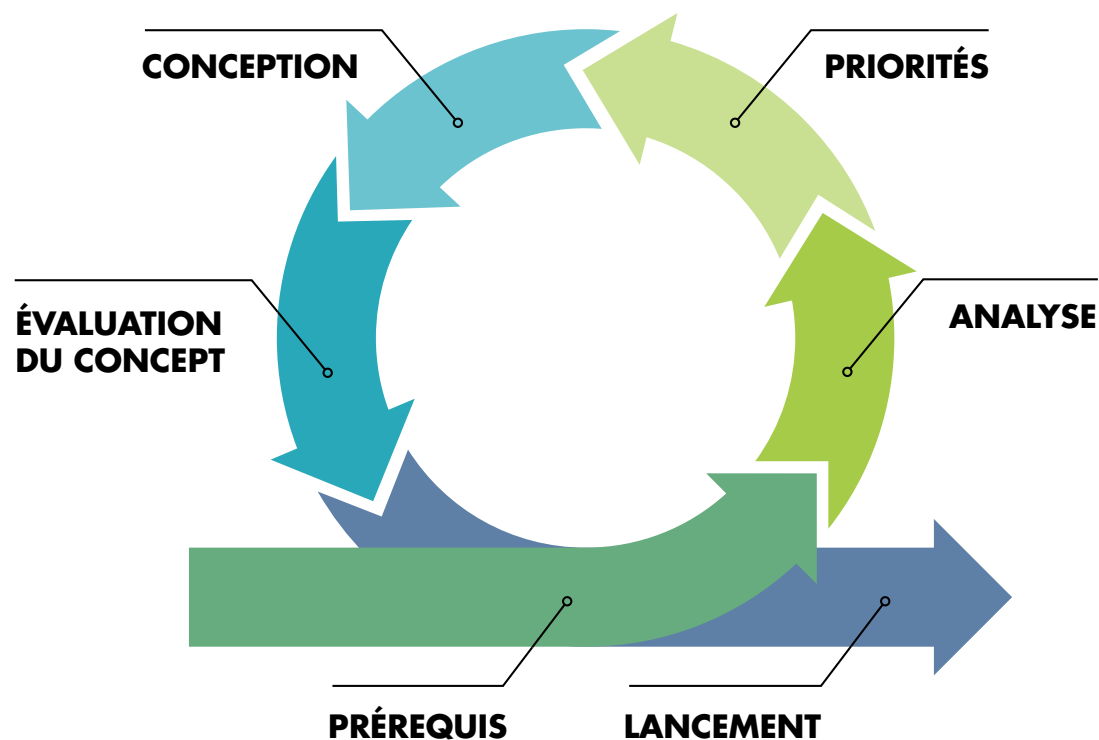
# S'ORIENTER ENTRE LES DOCUMENTS : MODE D'EMPLOI

NOM DU DOCUMENT	OBJECTIF DU DOCUMENT	POUR QUI ?
	<p><b>INITIATION À LA RESPONSABILITÉ SOCIÉTALE DES ENTREPRISES</b></p> <p>La présentation du Module 3A Initiation à la RSE s'adresse aux <b>étudiant-es</b> et aux <b>encadrant-es</b>. Il présente l'enjeu du module : prendre en main la <b>redirection écologique des projets numériques</b>. Sont détaillés les compétences développées, le planning global et les modalités d'évaluation.</p>	Pour les <b>étudiant-es</b> et les <b>encadrant-es</b>
	<p><b>PARCOURS DE CONCEPTION ET D'ANALYSE D'UN PROJET NUMÉRIQUE</b></p> <p>Le Parcours d'analyse et de conception d'un projet numérique est un <b>outil</b> pour guider l'analyse et la conception des projets numériques, sous le prisme de la <b>redirection écologique</b>. À travers 6 étapes clés de conception et d'analyse, il propose de grandes étapes aux étudiants, évaluées ; et les <b>encadrant-es entreprise</b> sont encouragés à en prendre connaissance.</p>	
	<p><b>GUIDE PRATIQUE DE L'ENCADREMENT</b></p> <p>Il se présente comme le <b>guide de référence pour accompagner les étudiants</b>. De la présentation des enjeux et problématiques globales du numérique, en passant par les perspectives qui se dessinent pour le futur, pour finir par des <b>outils concrets</b> pour concevoir les stages et projets étudiants, ce <b>guide pour encadrant-es</b> se veut simple d'usage et de prise en main.</p>	Pour les <b>encadrant-es</b>

# SOMMAIRE

• INTRODUCTION	4
• 6 ÉTAPES CLÉS POUR ANALYSER ET CONCEVOIR SES PROJETS	5
→ SECTION 1 : PRÉREQUIS	6
→ SECTION 2 : ANALYSE	16
→ SECTION 3 : PRIORITÉS	26
→ SECTION 4 : CONCEPTION	31
→ SECTION 5 : ÉVALUATION DES IMPACTS	34
→ SECTION 6 : LANCEMENT	37
• ÉQUIPE ET RÉFÉRENCES	39

## BOÎTE À OUTILS RSE : UN GUIDE COMPLET POUR LES FUTURS ARCHITECTES D'UN NOUVEAU NUMÉRIQUE



**Il est parfois complexe de se repérer dans la multitude de ressources concernant la redirection écologique des projets IT, c'est pourquoi nous avons créé ce guide.**

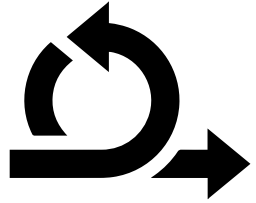
Vous l'avez déjà remarqué dans votre cursus, depuis une vingtaine d'années, le numérique a connu un **essor exponentiel** et a investi tous les domaines industriels et les vies quotidiennes des citoyens.

Le numérique est un outil sensationnel mais **son empreinte écologique due à sa matérialité et aux effets rebonds induits par son usage n'est plus soutenable.**

En plus de l'environnement, la société est menacée : la santé de travailleurs de l'ombre et des utilisateurs est parfois mise en danger. La surveillance de masse ou l'influence des opinions est potentialisée par des outils numériques.

Heureusement, des organismes en France et en Europe oeuvrent pour **orienter la trajectoire du numérique vers une réduction de cette empreinte et une redirection sociétale de ses services.** États, laboratoires de recherche, associations et entreprises oeuvrent pour repositionner le numérique au service des enjeux actuels.

L'enjeu de ce kit : **éviter les pièges cachés et aborder avec plus de lucidité un projet numérique, conscientiser son impact sociétal, être force de proposition pour le réorienter** : ce livret pédagogique a été conçu comme un prisme d'analyse pour vous permettre de porter un **nouveau regard** sur les missions qui vous attendent.



# **6 ÉTAPES CLÉS POUR ANALYSER ET CONCEVOIR SES PROJETS**

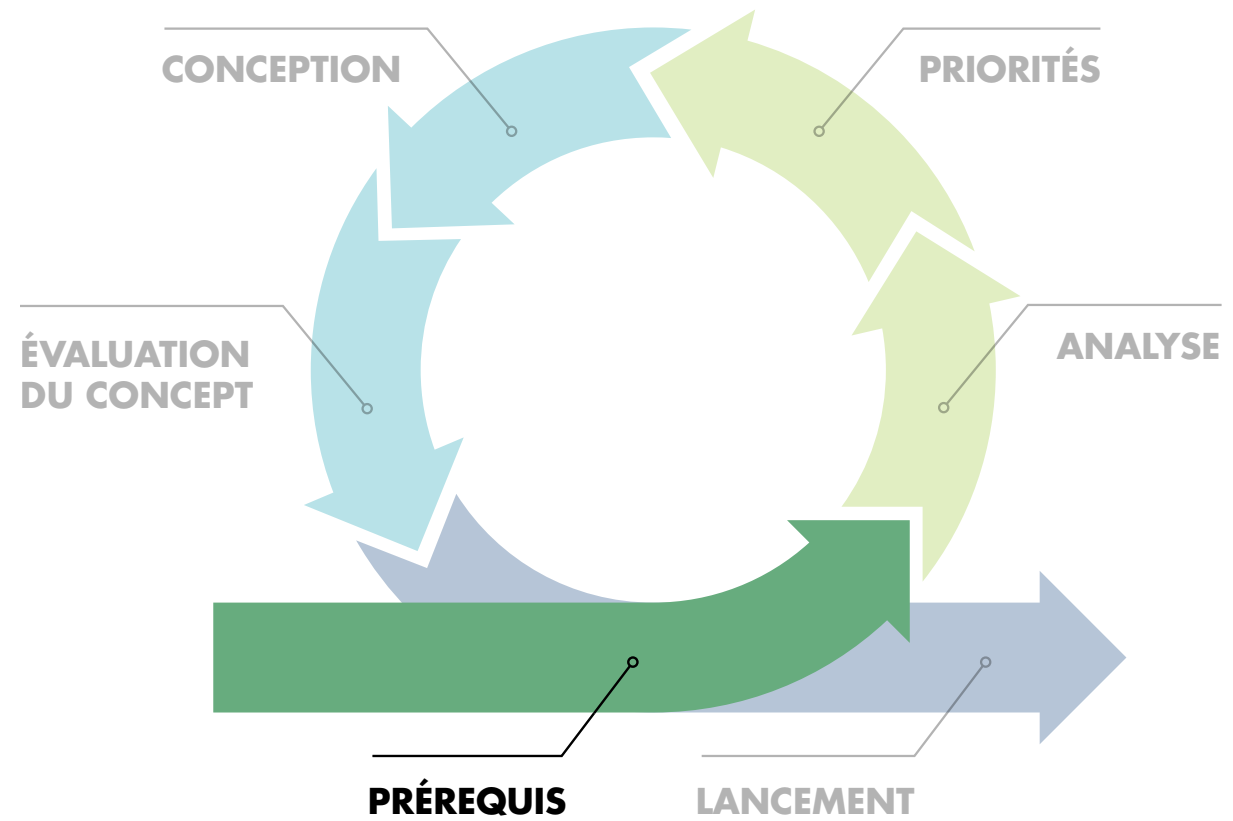
---

**UNE APPROCHE ITÉRATIVE POUR UNE CONCEPTION PLUS PERTINENTE  
DES PROJETS NUMÉRIQUES SOUTENABLES ET RÉSILIENTS**

## SECTION 1 : PRÉREQUIS

**En cette ère numérique en perpétuelle évolution, les ingénieurs se retrouvent au cœur d'une toile complexe d'innovations et de défis difficiles à appréhender.**

Comprendre les enjeux majeurs du numérique est toutefois devenu un **prérequis indispensable** pour mener à bien les projets technologiques du 21<sup>e</sup> siècle. Cette section explore l'importance cruciale de cette compréhension préalable, mettant en lumière les impacts souvent méconnus du numérique. Des conséquences écologiques des **terres rares** à la question des **travailleurs invisibilisés** dans les chaînes de production, en passant par l'**effet rebond** et la théorie du doughnut, ce chapitre offre un panorama des défis dont les ingénieurs doivent **prendre conscience**.



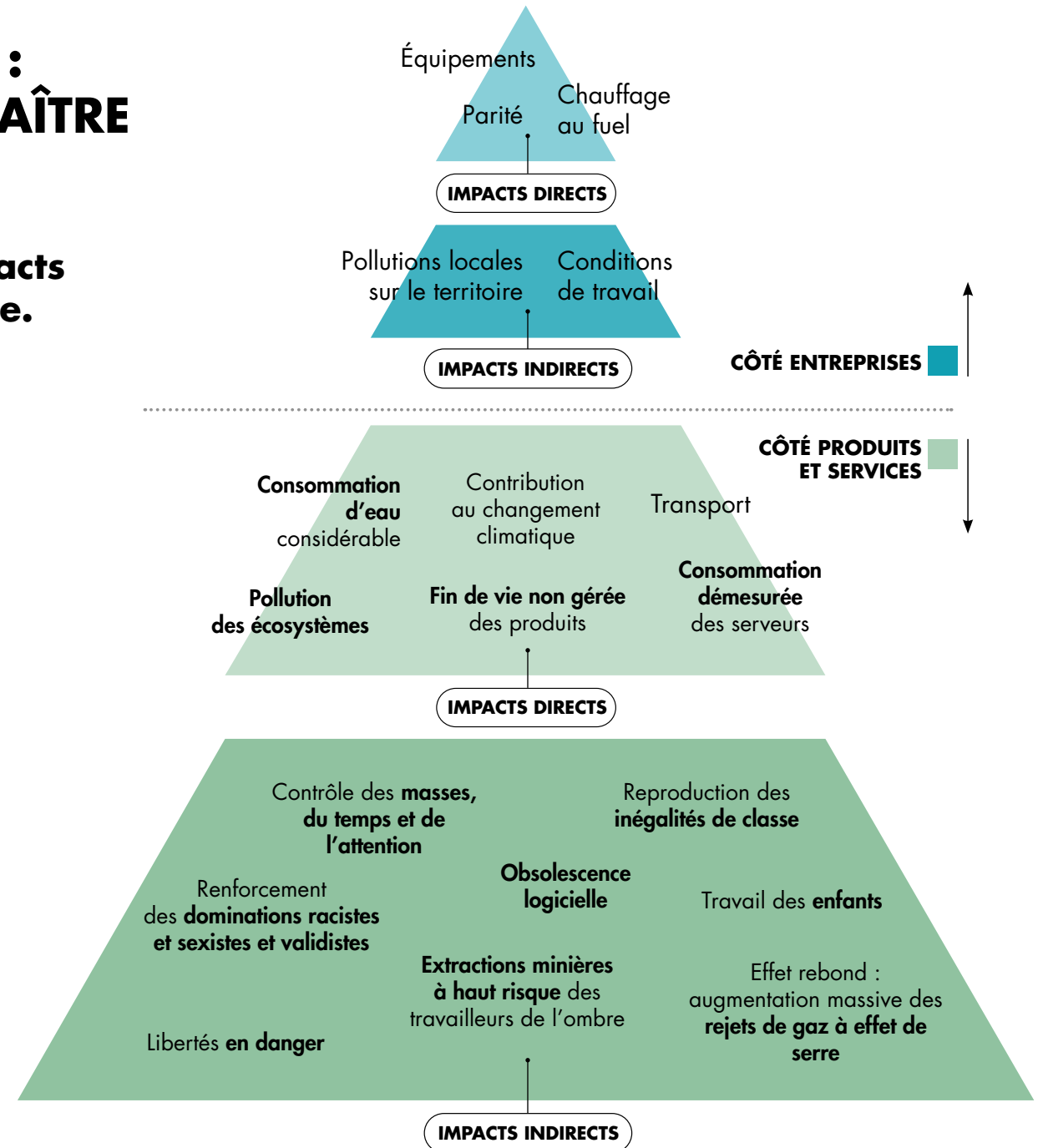
# IMPACTS CACHÉS DU NUMÉRIQUE : UNE RÉALITÉ URGENTE À RECONNAÎTRE

**Derrière chaque projet de produit ou service numérique se dissimulent de nombreux impacts qu'il faut aujourd'hui savoir regarder en face.**

Si les impacts les plus évidents au niveau des entreprises elles-mêmes sont à prendre en compte (choix des équipements, gestion des locaux et des équipes...), les impacts **directs et indirects** générés par les **produits et services** portés par les entreprises sont moins évidents à déceler et dépassent pourtant souvent l'impact de l'entreprise elle-même. Par exemple, un bureau d'étude logiciel peut émettre très peu de gaz à effet de serre de manière directe mais provoquer une multiplication des circulations de données dans le monde par son logiciel et ainsi accélérer le changement climatique.

Chaque choix dans le développement d'un produit ou service numérique a son importance et impactera positivement ou négativement l'environnement et la société en général : contribue-t-il à dégrader des écosystèmes, à demander toujours plus d'énergie et à surveiller les individus, ou permet-il la déconnexion, une **utilité incontestable aux citoyens et une préservation du vivant** ?

**Notre objectif** : Réinventer collectivement le numérique vers des finalités plus soutenables et équitables (préservation du vivant, à la démocratie, au bien-être social...), inciter à la sobriété choisie et faire bifurquer l'économie du numérique, ses modèles et ses comportements associés.

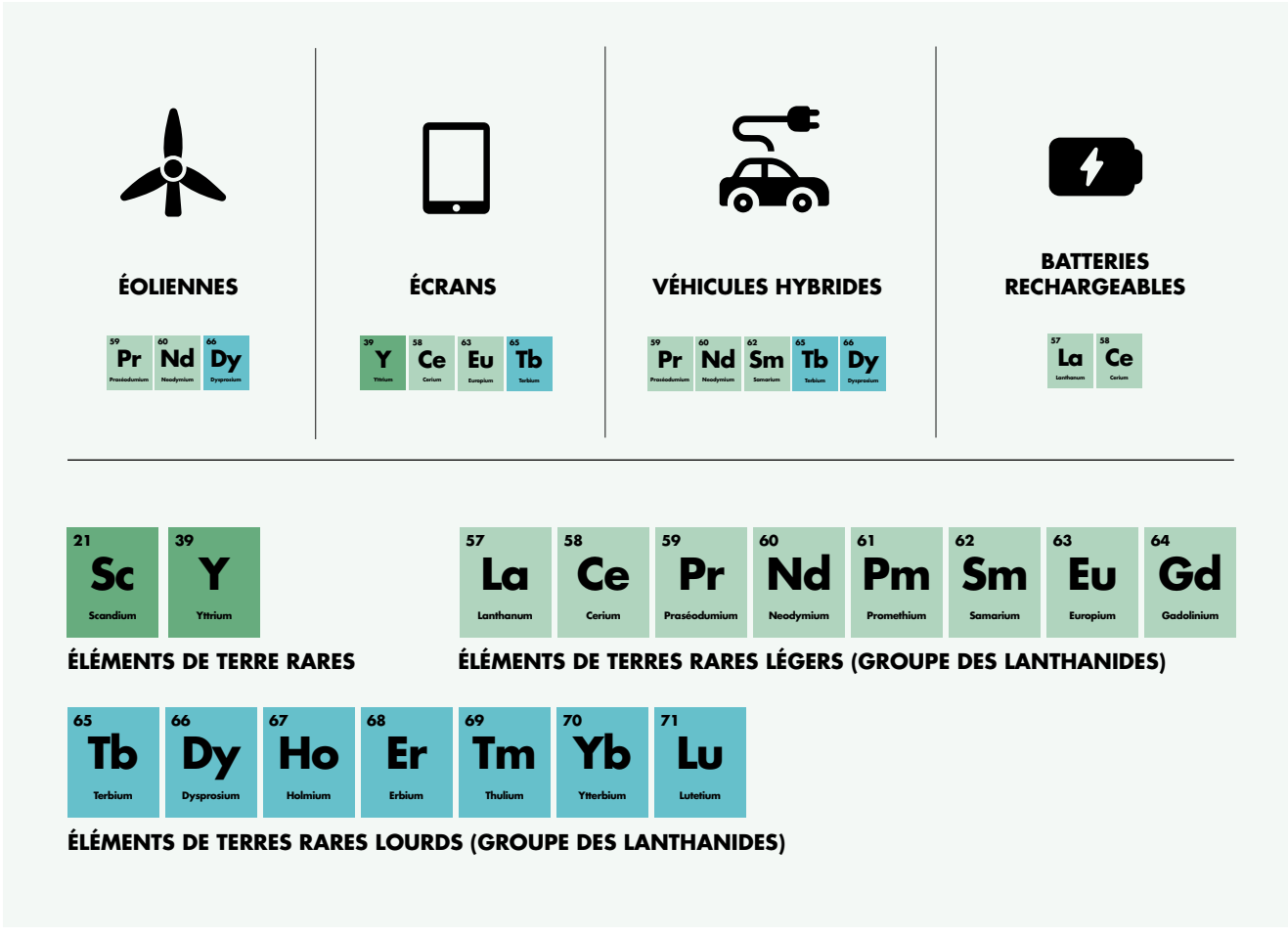


# COMPRENDRE LA MATÉRIALITÉ DU NUMÉRIQUE : LES TERRES RARES

## Les terres rares sont la base de la pyramide de la révolution numérique.

Elles regroupent **17 métaux**. Pour rappel, ce qui rend les terres “rares” n’est pas leur quantité, mais le **temps et l’énergie nécessaires** pour les extraire. Ces métaux sont incontournables dans l’électronique, mais aussi dans les batteries de voitures électriques et hybrides, les LED, les puces de smartphone, les écrans d’ordinateurs portables, les panneaux photovoltaïques, les éoliennes...

Lors de l’extraction et du raffinage des terres rares, des **éléments toxiques sont rejetés dans l’environnement** : des métaux lourds, de l’acide sulfurique, et de l’uranium. Par exemple, pour 1 tonne de terre rare extraite et traitée, **75 tonnes d’eau toxique** est rejetée dans la nature à Baotou. À cause de cet impact environnemental, de nombreux pays ont fermé leurs exploitations de terres rares. Aujourd’hui, c’est la **Chine** qui assure l’essentiel de la production mondiale (**97 %**) dont les deux tiers à **Baotou** – ce chiffre évolue depuis les minages sous-marins en eaux profondes, plus récents.



### QUELQUES CAS D'UTILISATION DES 17 TERRES RARES DANS DES OBJETS DE CONSOMMATION NUMÉRIQUES

Source : graphique modifié d'après un visuel de : China Water Risk report, «Rare Earths: Shades of Grey - Can China continue to fuel our clean and smart future? (June 2016)



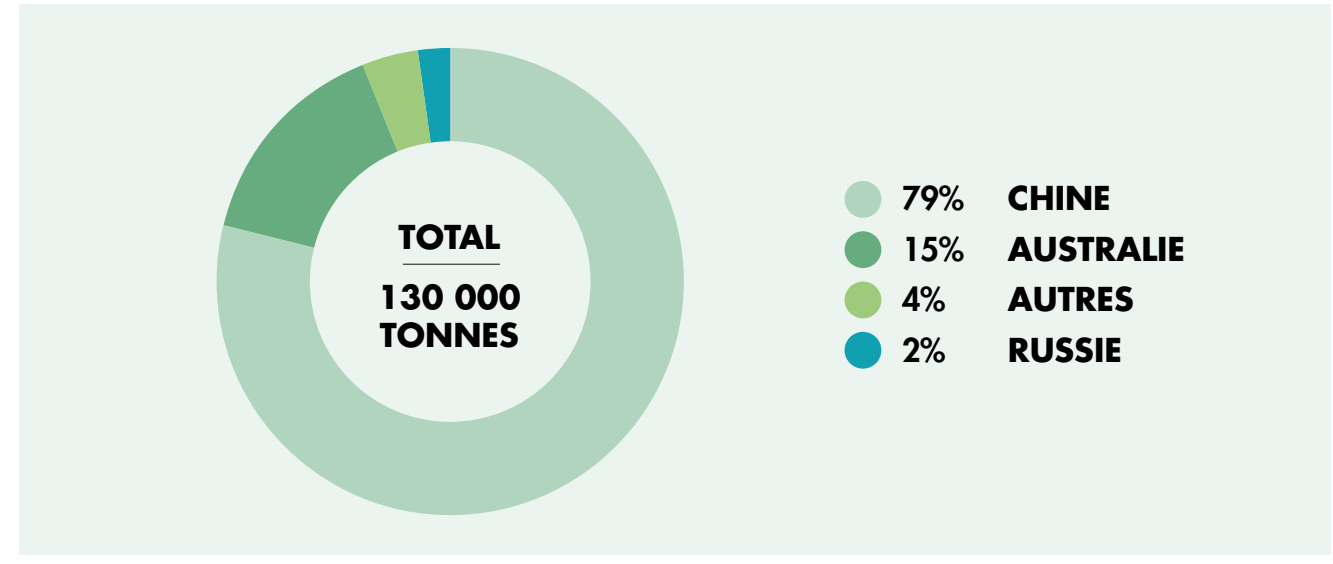
# COMPRENDRE LA MATÉRIALITÉ DU NUMÉRIQUE : LES TERRES RARES

## Les conséquences environnementales et sociales de l'extraction minière des terres rares sont indéniables.

En 1998, les Etats-Unis sont contraints de fermer la mine à ciel ouvert de Mountain Pass, en Californie, après que des **milliers de litres d'eau radioactive** aient été accidentellement déversés dans la nature. En Mongolie intérieure, la radioactivité mesurée dans les villages près de la mine de Baotou serait **32 fois supérieure à la normale** (contre 14 fois à Tchernobyl).

Proche de Baotou (Baogang) les **légumes ne poussent tout simplement plus**, les agriculteurs ont cessé de planter autre chose que du blé et du maïs. Certains ont essayé de **vendre les déchets du bassin** d'eaux toxiques (encore riches en terres rares) à 300 dollars la tonne, mais ils risquent une peine de 10 ans de prison.

Les répercussions dévastatrices de l'extraction minière des terres rares sont **claires et alarmantes**. Au delà de la détérioration des terres agricoles et des conséquences sociales, de forts enjeux géopolitiques et de souveraineté sont en jeu, et soulignent la nécessité impérieuse d'une réévaluation des pratiques minières et d'un questionnement de nos usages à l'échelle mondiale.



PRODUCTION DE TERRES RARES (2017) : UN ENJEU GÉOPOLITIQUE MAJEUR

### ACTIVITÉ 1

VISIONNEZ LA CONFÉRENCE «**QUEL EST LE VRAI VISAGE DE LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE ?**» DE GUILLAUME PITRON

REGARDER

Concentrez-vous sur un passage d'environ 5 minutes à la 37<sup>ème</sup> minute, détaillant entre autres les enjeux de l'extraction minière. Guillaume Pitron a notamment publié « La guerre des métaux rares – La face cachée de la transition énergétique et numérique » (éditions LLL).

### ACTIVITÉ 2

ET SI VOUS MOBILISIEZ VOS NOUVELLES CONNAISSANCES ?

Quels sont les **leviers de conception et d'usages** qui pourraient vous servir dans votre défi ? Votre projet pourrait-il à minima intégrer **une politique de soutenabilité**, comme l'écoconception, le recyclage, la réutilisation, ou l'économie de la fonctionnalité par exemple ?

# COMPRENDRE LES IMPACTS SOCIAUX : LES INVISIBILISÉS DU NUMÉRIQUE

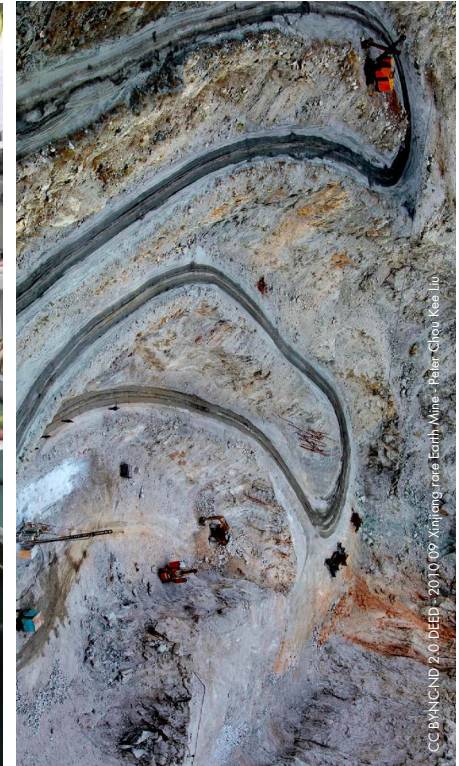
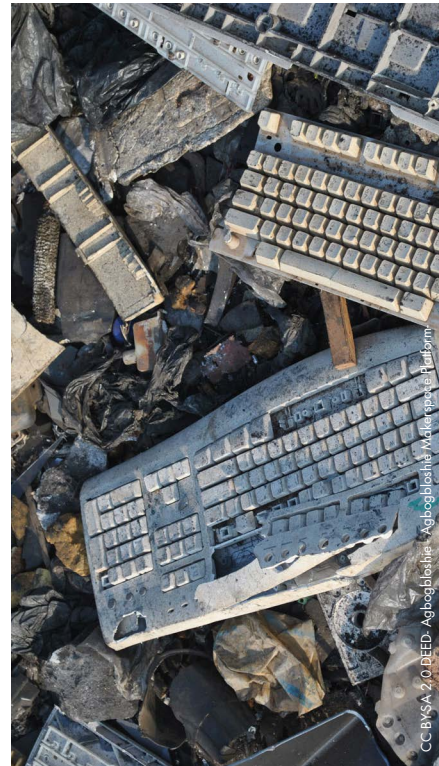
## En amont et aval de l'usage des produits et services se cachent de nombreux impacts sociaux.

**Le minage : entre maladies mortelles et salaires dérisoires**  
1/3 des 150 000 mineurs artisanaux (appelés «creuseurs») de la RDC sont des enfants, d'après Amnesty International. Dès l'âge de 4 ans, ils risquent de contracter des maladies de peau et une affection pulmonaire mortelle, pour un salaire entre 1 et 2\$ par jours.

**L'assemblage : salaires minimes et profits colossaux**  
Les salaires des ouvriers pour la fabrication d'un Apple iPhone 6+ représentent 11 dollars (18€ pour un 6S), soit 2% du prix de détail final, alors qu'Apple génère un revenu trimestriel de 42,4 milliards de dollars.

**Les déchets : un import disproportionné en Afrique**  
Au Ghana, le marché du recyclage est en perpétuelle évolution depuis 20 ans. Le continent africain produit 1.9M de tonnes de déchets électroniques par an, alors que le Ghana à lui seul en importe 41M de tonnes.

**Les travailleurs du clic : entre absurdité et précarité**  
Les «clickworkers» ou travailleurs du clic travaillent souvent sans aucun statut et pour une rémunération minuscule. Certains sont exposés à la modération de contenus très violents toute la journée.



**LES IMPACTS SOCIAUX SONT CONSIDÉRABLES À TOUTES LES ÉTAPES DU CYCLE DE VIE DES PRODUITS ET SERVICES NUMÉRIQUES, DU MINAGE, À L'ASSEMBLAGE, JUSQU'À LEUR FIN DE VIE.**

### ACTIVITÉ 3

VISIONNEZ LE DOCUMENTAIRE ARTE  
«DÉCHETS ÉLECTRONIQUES, UN TRÉSOR À RECYCLER»

REGARDER

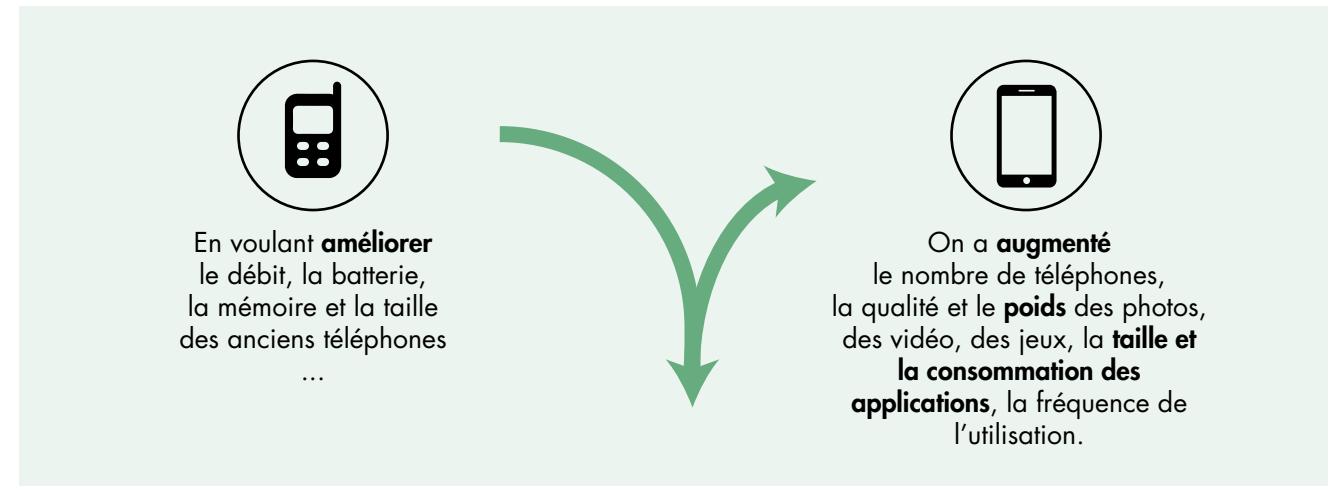
«Moins d'un appareil électronique sur cinq est recyclé correctement, entraînant le gaspillage de précieuses ressources. Comment enclencher un cercle vertueux, efficace et durable ? En réparant au lieu de jeter, clament les adeptes du recyclage. Et s'il n'est plus possible de donner une nouvelle vie à ces objets, leurs composants peuvent resservir.»

# COMPRENDRE COMMENT FONCTIONNE L'EFFET REBOND

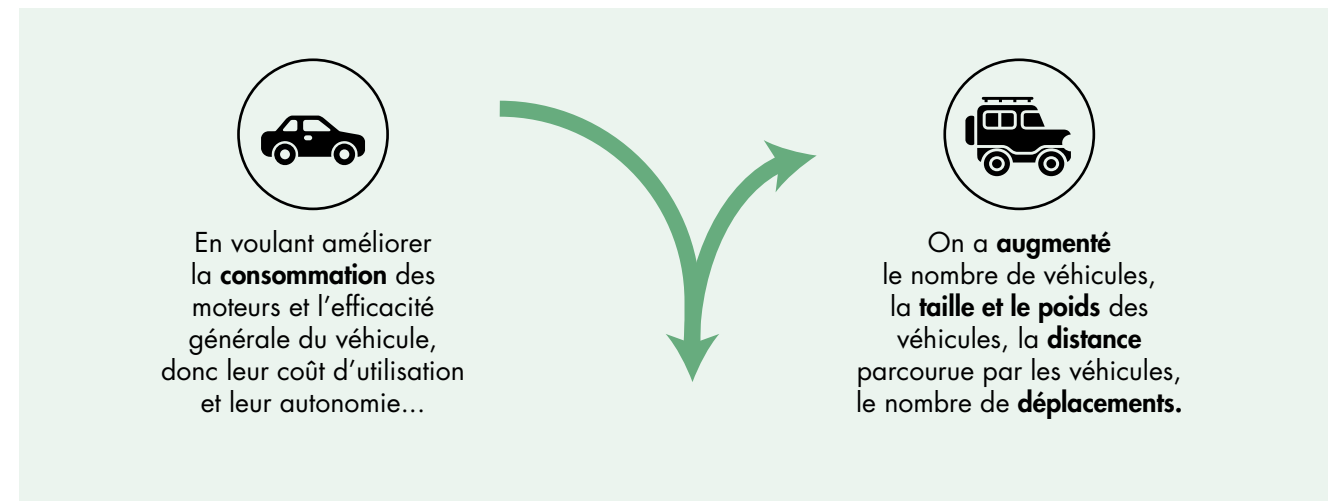
**L'effet rebond peut-être défini comme l'augmentation de la consommation, induite par la réduction des limites à l'utilisation d'une technologie.**

Connu depuis 1850, le **paradoxe de Jevons** énonce qu'à mesure que les améliorations technologiques **augmentent l'efficacité avec laquelle une ressource est employée**, la consommation totale de cette ressource peut **augmenter au lieu de diminuer**. En particulier, ce paradoxe implique que l'introduction de technologies plus efficaces en matière d'énergie peut, dans l'agrégat, **augmenter la consommation totale de l'énergie**. En voulant **améliorer** l'efficacité énergétique, on **augmente** ainsi notre consommation directement ou indirectement à mesure que les limites à l'utilisation de technologies diminuent.

Ces **limites** pouvant être monétaires, temporelles, sociales, physiques, liées à l'effort, au danger, à l'organisation. À l'origine, la définition de l'effet rebond est issue de l'**économie**. En effet, une meilleure efficacité dans le processus de production d'un produit diminue les coûts par unité produite, ce qui augmente la demande pour ce produit. Par ailleurs, l'augmentation de consommation ne se fait pas forcément avec le même type de marchandises : ainsi le gain de performance d'un appareil engendre une **réduction des dépenses**, qui peuvent être **réinvesties** dans l'achat d'un autre appareil.

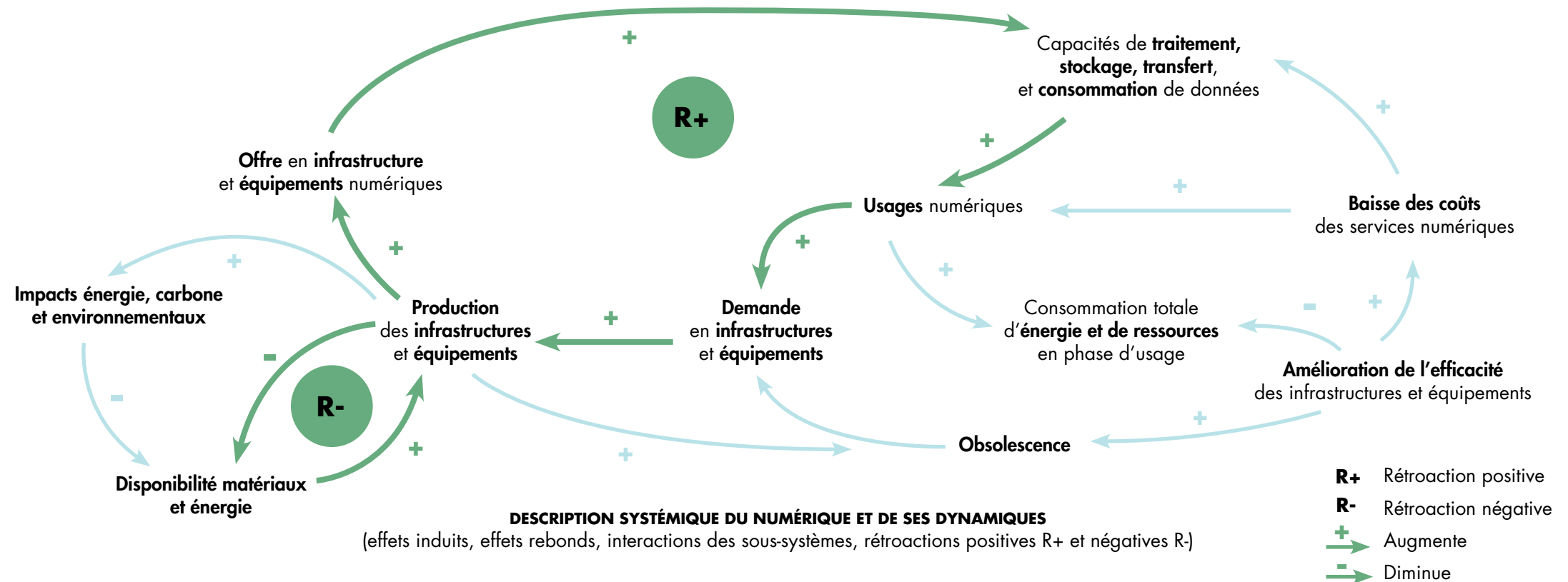


**ÉVOLUTION DU TÉLÉPHONE : L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE A ÉTÉ DÉPASSÉE PAR DES USAGES PLUS ÉNERGIVORES**



**ÉVOLUTION DU TRANSPORT ROUTIER : LA CONSOMMATION TOTALE A AUGMENTÉ**

# APPRÉHENDER LA DYNAMIQUE DE L'EFFET REBOND DANS LE NUMÉRIQUE



On peut appliquer le principe de l'effet rebond au numérique, et on découvre des dynamiques complexes si l'on analyse dans le détail les différentes boucles de rétroactions qui interagissent entre elles. Prenons l'exemple de la **grande boucle R+ de rétroaction positive** en haut du schéma : on peut constater qu'elle se **renforce de manière exponentielle**. Elle montre comment la consommation matérielle et la demande en infrastructures et équipements se renforcent elle-même, **augmentant** la production des infrastructures et équipements, augmentant l'offre sur ces 2 aspects, augmen-

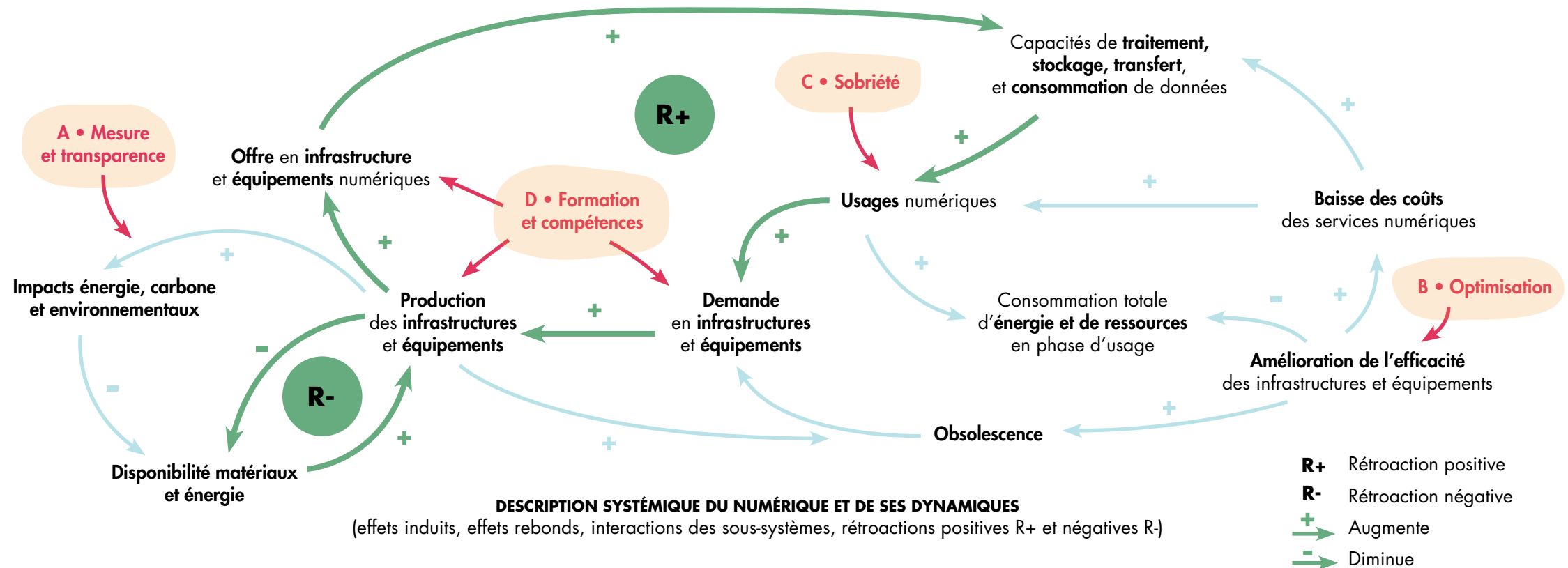
tant elle-même les capacités de traitement, stockage, transfert, et consommation de données, augmentant les usages numériques, et rebouclant sur davantage de demande en infrastructures et équipements. D'autres paramètres viennent **renforcer** chacun de ces aspects (baisse des coûts, amélioration de l'efficacité, obsolescence des équipements...) tout en se renforçant eux-mêmes entre eux. Les **impacts** énergétiques, carbone et environnementaux se renforcent également et la **disponibilité en matériaux et énergies diminue**.

## ACTIVITÉ 4 | COMPRENDRE L'EFFET REBOND EN VISION SYSTÉMIQUE

Commencez la lecture du schéma par la «**production des infrastructures et des équipements**» (sur la gauche du graphique) et comprenez les dynamiques du système, ce qui fait accélérer la consommation matérielle ou ce qui la diminue.



# APPRÉHENDER LA DYNAMIQUE DE L'EFFET REBOND DANS LE NUMÉRIQUE



On peut distinguer **4 grandes familles de leviers à mobiliser** dans la prise de décisions, pour lesquels doivent être identifiés leurs effets rebond éventuels et les mécanismes pour les endiguer :

**A • La mesure et la transparence** : sans mesure, pas de priorisation éclairée possible. Sans transparence, pas de mesure ni d'ordres de grandeurs fiables à disposition.

**B • L'optimisation** : un levier complémentaire qui n'est véritablement utile qu'à services rendus constants, à coupler donc avec des mécanismes pour éviter les effets rebonds.

**C • La réorganisation collective des usages vers la sobriété** : c'est la transformation en rupture des usages et des modèles économiques, sans laquelle les objectifs de décarbonation ne peuvent être atteints. Il s'agit d'imaginer comment utiliser le numérique pour favoriser cette sobriété (facilitation, pédagogie, incitation, contrainte...).

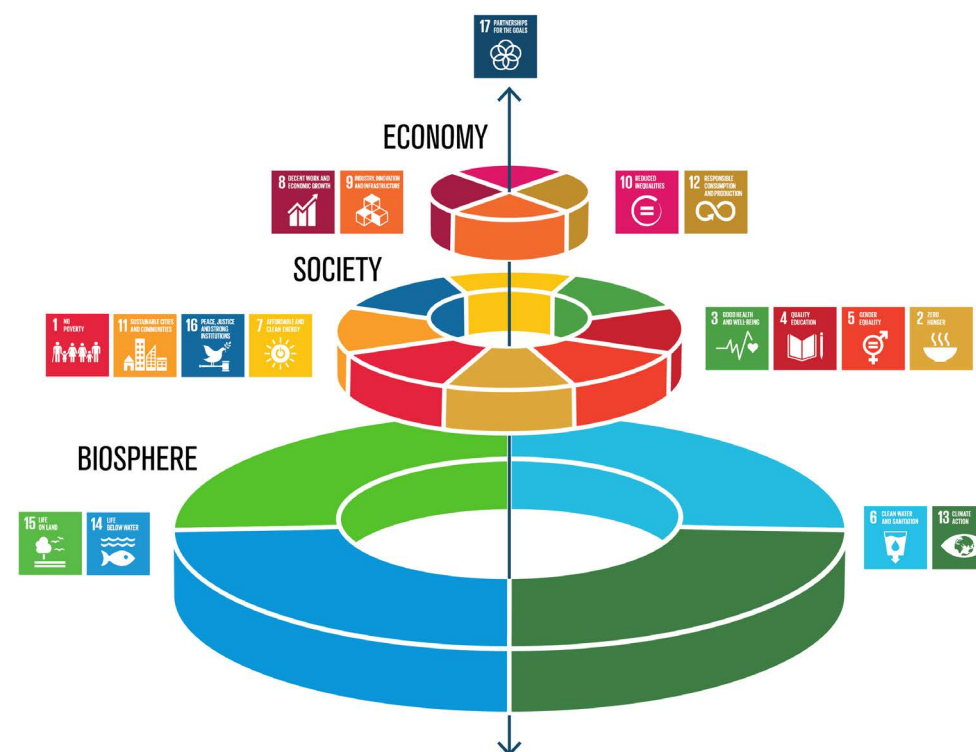
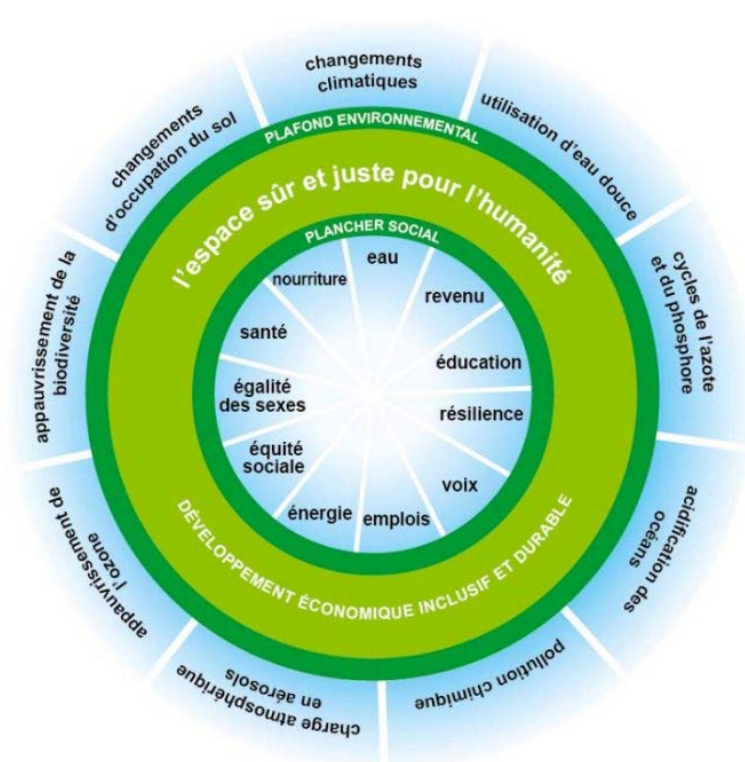
**D • La formation et les compétences** : pousser les acteurs (industriels, opérateurs, entreprises et institutions) à former leur écosystème à l'effet rebond.

## ACTIVITÉ 5

### COMMENT INTÉGRER LES 4 LEVIERS DANS VOTRE PROJET ?

Réfléchissez en début de projet à **comment utiliser les leviers A, B, et C pour contrer les effets rebonds de votre projet numérique**. Lisez [cette page](#) du Learning Lab et appuyez-vous sur [ce rapport](#) du Shift Project de 2023 sur le numérique (graphique ci-dessus créé à partir de celui de la page 12).

# COMPRENDRE LA THÉORIE DU DOUGHNUT EN 12 MINUTES



## LA THÉORIE DU DOUGHNUT, DE KATE RAWORTH

## LES 17 OBJECTIFS DE DÉVELOPPEMENT DURABLE, PRÉSENTÉS SOUS FORME IMBRIQUÉS

### ACTIVITÉ 6

VISIONNEZ CETTE VIDÉO  
SUR LE «DOUGHNUT» :

REGARDER

«Jean Merckaert explique pourquoi la **représentation du «doughnut» est souvent utilisée quand on parle des ODD**. Il décrit ce que serait un espace «juste et sûr pour l'Humanité» et montre l'ampleur du défi, qui invite notamment à réduire fortement les inégalités».

### ACTIVITÉ 7

VISIONNEZ LA VIDÉO (2 MIN)  
«A NEW TAKE ON THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS» :

REGARDER

**17 Objectifs de développement durable (ODD)** ont été fixés pour l'agenda 2030. Ils couvrent l'intégralité des enjeux de développement dans tous les pays tels que le climat, la biodiversité, l'énergie, l'eau, la pauvreté, l'égalité des genres, la prospérité économique ou encore la paix, l'agriculture, l'éducation, tel qu'on peut le voir dans le graphique ci-dessus.

# FONDER SON PROJET SUR DES QUALITÉS SOCIALES POSSIBLES DU NUMÉRIQUE

## INCLUSIF :

Un numérique qui permet à tou·te·s d'être acteurs et actrices de la société, qui favorise la diversité, plutôt que de reproduire les inégalités sociales et les discriminations.

## FRUGAL :

Un numérique économe en énergie et en matière, favorisant la transition écologique plutôt que l'accroissement des émissions et l'épuisement des ressources.

## INNOVANT :

Un numérique qui ouvre l'innovation, la libère de l'emprise des acteurs dominants, facilite l'innovation sociale, intègre mieux les parties prenantes et les impacts.

## CAPACITANT :

Un numérique qui renforce les capacités humaines, qui développe le pouvoir de créer et d'agir, plutôt que d'aliéner ou de soumettre.

## DÉMOCRATIQUE :

Un numérique au service des libertés fondamentales et de la démocratie, et qui construit une maîtrise collective des systèmes techniques et des plateformes.

## PROTECTEUR :

Un numérique qui défend les libertés, protège la vie privée, favorise la confiance et économise l'attention, plutôt que de créer de l'addiction et de l'infobésité.

## ÉQUITABLE :

Un numérique qui répartit la valeur économique au sein de la société, qui favorise les solidarités, plutôt que de favoriser la concentration de la valeur et la destruction des protections sociales.

## 7 QUALITÉS SOCIALES POSSIBLES DU NUMÉRIQUE

### ACTIVITÉ 8

### INTERROGEZ LA PLACE DES IMPACTS SOCIAUX POSITIFS POSSIBLES DANS VOTRE PROJET

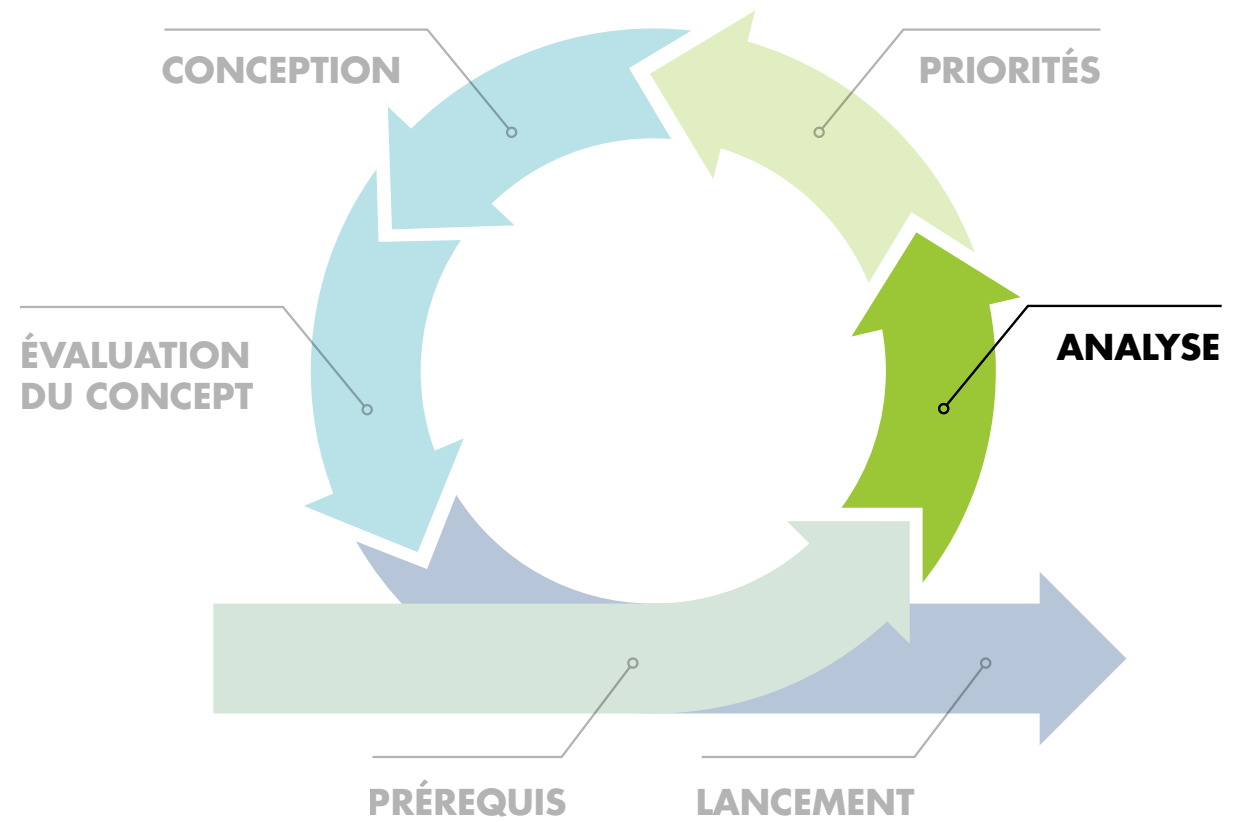
#### Découvrez les 7 qualités sociales possibles du numérique.

Choisissez parmi ces qualités celles que votre projet propose de soutenir. Ajoutez au moins une autre qualité qu'il ferait sens d'adresser dans votre projet, d'après vous.

## SECTION 2 : ANALYSE DES IMPACTS

**Cette section se focalise sur la nécessité de cartographier et d'analyser avec précision les impacts de tout projet numérique.**

En outre, il met en avant l'importance capitale d'intégrer les parties prenantes tout au long du processus de conception. L'analyse du cycle de vie pour évaluer les impacts socio-écologiques, la maîtrise de la consommation énergétique, l'utilisation de nouveaux modèles d'affaires, ainsi que la capacité à remettre en question et à prendre du recul régulièrement, sont autant de **compétences fondamentales** abordées dans cette section. Enfin, une **réflexion critique** est encouragée quant à l'omniprésence du numérique et à la pertinence d'adopter parfois des approches plus low-tech, posant ainsi la question essentielle de savoir si le numérique est **réellement la solution à tous les problèmes rencontrés**.





# INTÉGRER LES PARTIES PRENANTES DANS LE PROCESSUS

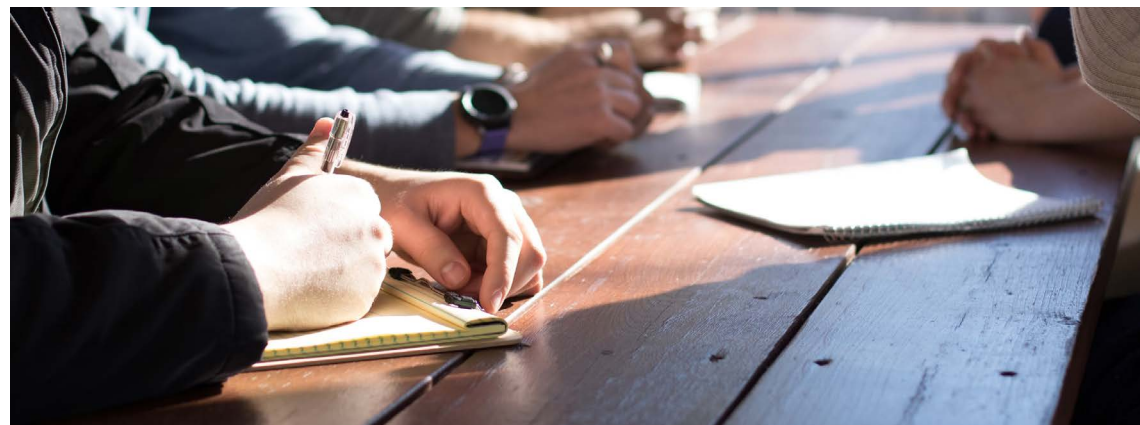
## Comment répondre à un défi sans informations précises sur les parties prenantes du projet, sur le territoire et ses acteurs ?

Rendez-vous idéalement sur le terrain ou, si cela n'est pas pertinent, contactez à distance les parties prenantes du projet (experts, utilisateurs potentiels, contributeurs, fournisseurs...) pour collecter des informations :

**Conduire (idéalement) 3 interviews d'acteur·ices impliqué·es** : 1 Expert·e interne à l'organisation ; 1 Parties prenantes (co-porteuses du projet et/ou usagères de la solution) ; 1 Expert·e scientifique et/ou territorial (sur place ou en visio)

**Photographier, Dessiner et/ou Noter chaque élément inspirant de votre entretien** (ex. usages quotidiens observés, pratiques inhabituelles, traces d'un comportement passé, dispositifs techniques, architecture, etc.).

**Complétez progressivement le croquis de la cartographie des acteurs humains et non-humains** (ressources, infrastructures, écosystèmes vivants, etc.), du territoire, concernés par le défi.



### Conseils pour préparer les interviews en amont :

- Clarifiez les objectifs de la visite ou de la visio, orienter votre attention : Pourquoi ce site en particulier a été choisi ? Qu'allez vous y apprendre d'après le porteur de projet ? Y-a-t il des zones d'ombres à clarifier ? Listez 2 ou 3 objectifs distincts pour la visite/visio, priorisez les.
- Renseignez-vous sur le projet - Listez les informations déjà acquises, focalisez-vous sur le reste - Pré-identifiez ce que vous pensez pouvoir apprendre - Identifiez les types d'entretiens à mener et les personnes pertinentes à interroger.
- Partagez-vous les tâches et rôles ("je me focaliserai sur la signalétique et le déplacement des personnes dans les espaces" ou "je serai attentif aux conversations, et engagerai le dialogue"). NB : l'un.e de vous peut se laisser guider, en observateur neutre, par la visite/visio, tandis que les autres prennent des notes, ou conduisent l'entretien.

# INTÉGRER LES PARTIES PRENANTES DANS LE PROCESSUS

## Voici quelques exemples de questions à poser en interview :

### Expert-e interne à l'organisation :

- Qui porte le projet en interne ? D'où est venue l'idée de ce défi ? Comment s'intègre-t-il dans la stratégie et le modèle de votre organisation ?
- Qu'advient-il de la solution qu'on vous apportera ? Si le défi suggère une piste de solution, pourquoi pensez-vous qu'elle est la plus prometteuse ?
- Y a-t-il des personnes dans votre structure à qui nous pourrions parler pour mieux comprendre la problématique, avoir une idée de ce qui a déjà été tenté sur ce sujet ?
- La viabilité économique de notre solution est-elle pour vous la priorité ? Sinon quelle est-elle ?

### Co-porteur-euses du projet / usagè-res de la solution :

- Quel est selon vous le problème majeur que vous rencontrez et qui le rend difficile ?
- Quels sont pour vous les enjeux majeurs ? Pourquoi selon vous les solutions actuelles ne permettent pas de répondre à ce problème ?
- Y a-t-il d'autres acteurs, intermédiaires, collaborateurs, qui vous semblent importants à intégrer dans la réflexion ? Avez-vous connaissance d'initiatives similaires ?

### Expert-e scientifique et/ou territorial :

- Quels sont les enjeux majeurs ici selon vous ? Pensez-vous que la piste formulée par ce défi soit la plus adaptée ?
- Quelles ressources pourriez-vous nous conseiller pour être sûr que ce que nous proposons ne génère pas d'effet rebond, soit le moins impactant possible pour l'environnement et respectueux des personnes que cela touche ou implique ?
- Quelles sont les contraintes techniques principales pour vous ? Ou se situe selon vous la dimension "facteur humain" ?
- Auriez-vous connaissance d'initiatives ayant tenté de répondre à un tel problème ? Quelles en sont selon vous leurs avantages, et leurs limites ?

### Recommandations générales pendant les interviews :

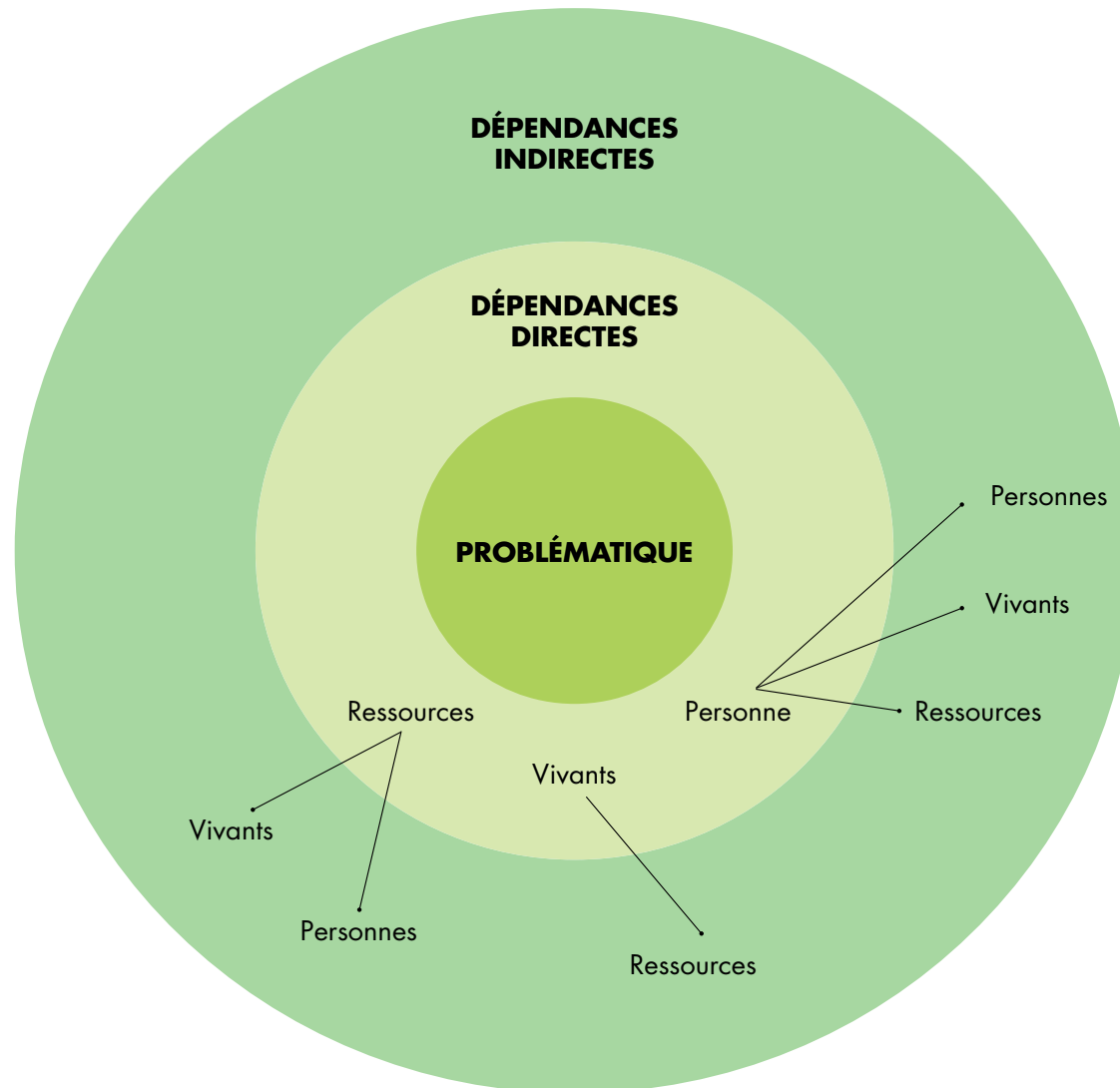
- **Posez des questions ouvertes** : Favorisez les questions ouvertes qui encouragent les réponses détaillées et réfléchies. Évitez les questions fermées qui se limitent à des réponses par oui ou non.
- **Écoutez activement** : Pendant l'interview, soyez attentif aux réponses de votre interlocuteur et posez des questions en fonction de ce qu'il dit. Cela peut vous conduire à des insights intéressants que vous n'auriez pas découverts autrement.
- **Soyez flexible** : Restez ouvert à l'imprévu et adaptez vos questions en fonction des réponses que vous recevez. Parfois, les meilleures informations émergent de discussions spontanées ou de tangentes inattendues.

#### ACTIVITÉ 2

#### PRENEZ EN COMPTE LES PARTIES PRENANTES

Complétez votre cartographie des impacts directs et indirects de votre projet, en **contactant les parties prenantes** (experts, utilisateurs potentiels, contributeurs, fournisseurs...) et en prenant en compte les conseils listés ici.

# CARTOGRAPHIER LES IMPACTS DIRECTS, INDIRECTS ET LES ENJEUX TECHNIQUES



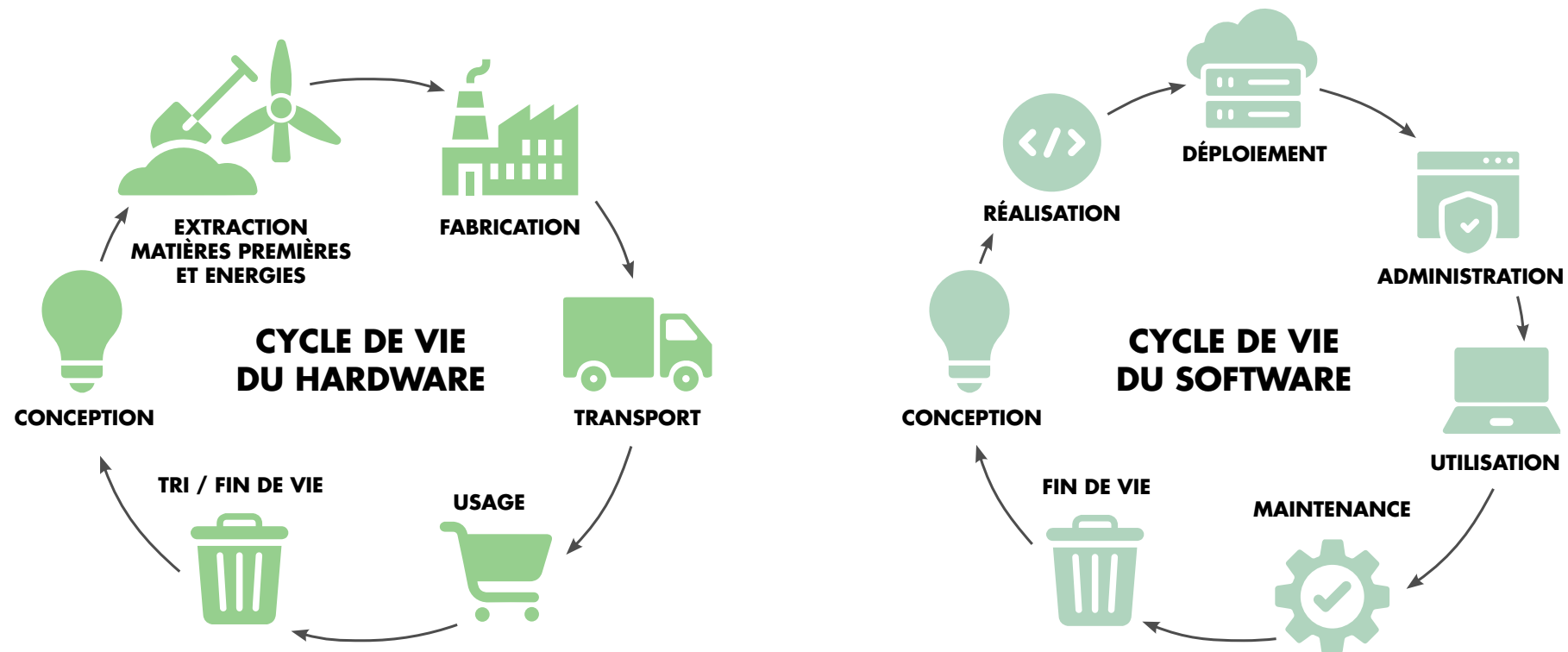
Avec **votre encadrant et votre équipe projet**, réfléchissez à ce qu'on ne voit pas au premier coup d'oeil. Pensez à toutes les **personnes** qui sont concernées, sur **toute la chaîne du projet**, incluant l'ensemble du vivant. Cartographiez les **problématiques**, techniques, sociales et environnementales de votre projet. Voici par exemple quelques aspects à cartographier :

- Compatibilité avec d'anciens systèmes à conserver
- Enjeux sécuritaires liés à l'hébergement d'une IA
- Changement de hardware impossible dans certains data centers
- Hébergement en local de données stratégiques
- Émissions de gaz à effet de serre à la production
- Émissions de gaz à effet de serre liés à la consommation électrique
- Impossibilité de recycler le matériel et le logiciel
- Maintenance quasiment impossible par un technicien non formé aux dernières évolutions
- Technologie très addictive
- Investissement financier possible très limité

## ACTIVITÉ 1 | CARTOGRAPHIEZ LA LISTE DES IMPACTS DE VOTRE PROJET

Dressez la cartographie la plus exhaustive possible des **impacts directs et indirects de votre projet**, d'abord par vous même, puis en la complétant en listant et en contactant les différentes **parties prenantes**.

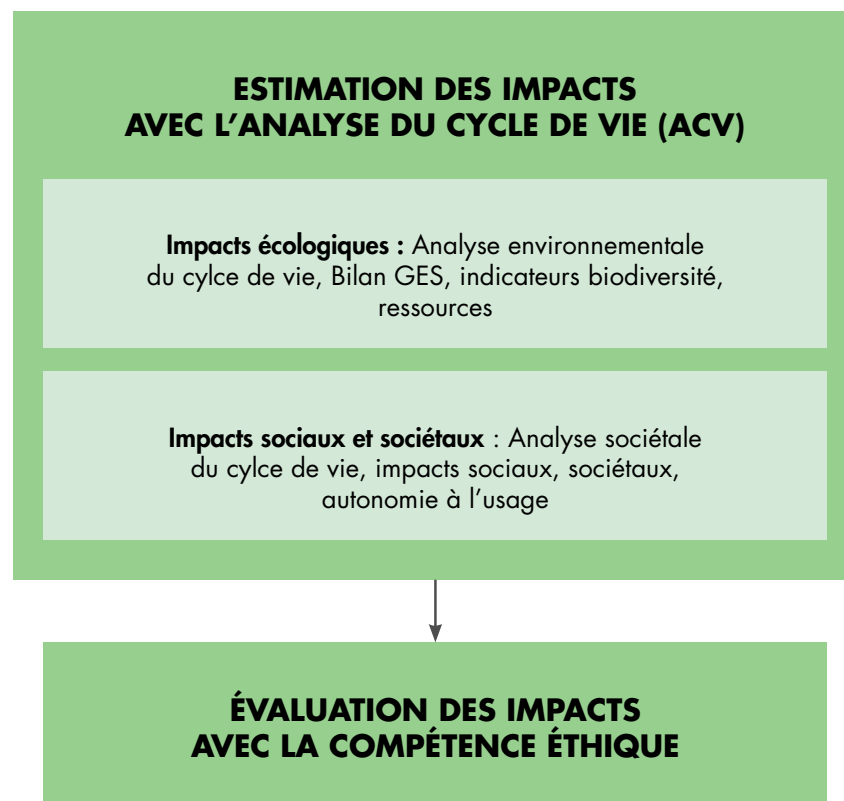
# ÉVALUER LES IMPACTS SOCIO-ÉCOLOGIQUES



## ACTIVITÉ 3 | REGARDEZ DE PLUS PRÈS LES DIFFÉRENTES PHASES DU CYCLE DE VIE

Complétez votre cartographie en évaluant les impacts de votre service numérique sur la société et l'environnement, pour chacune des **différentes phases du cycle de vie**, en tenant compte des impacts directs et indirects.

# ANALYSER LE CYCLE DE VIE POUR ÉVALUER LES IMPACTS



## ACTIVITÉ 4 | ÉVALUEZ LES IMPACTS SUR LA SOCIÉTÉ ET L'ENVIRONNEMENT DE MANIÈRE ITÉRATIVE

**Mesure** : Simulez, calculez et enquêtez pour alimenter des indicateurs précis, quantitatifs ou qualitatifs en fonction des données et des situations.

**Estimation** : évaluez les impacts sur la société et l'environnement à l'aide des données issues de la mesure précédente, de recherches sur les impacts en questions et de votre esprit critique.

**Itération** : une fois les première idées posées, des prototypes établis, réévaluez la situation

Source : <https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2022/06/Manifeste-Climat-sup-INSa-version-Web.pdf> P89

# ÉVALUER LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE DU NUMÉRIQUE

**Pour cartographier au mieux les impacts, estimez l'évaluation de la consommation énergétique des services numériques imaginés.**

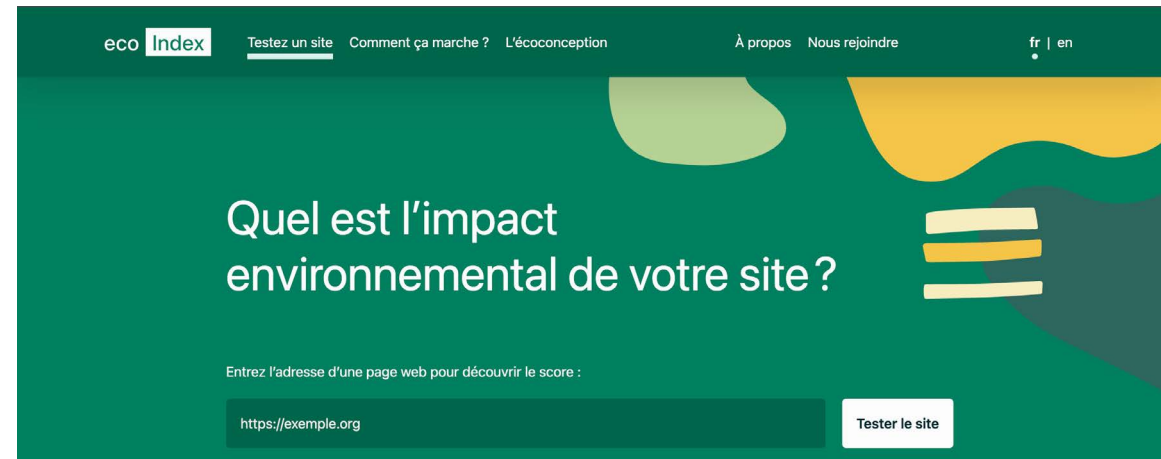
La consommation énergétique des services numériques peut avoir un impact significatif sur les ressources énergétiques et sur les émissions de gaz à effet de serre, contribuant ainsi au changement climatique. En évaluant dès le stade de la conception la consommation énergétique des services numériques, vous pouvez identifier les opportunités d'optimisation et de réduction de l'empreinte carbone.

En parallèle des apports de vos cours, d'autres initiatives accessibles en ligne peuvent venir en complément pour mesurer les impacts ou intégrer des pratiques d'éco-conception.

**WeNR, une mesure d'empreinte du SI :**  
<https://www.wenlight.org/>

**EcoIndex de GreenIT :**  
<https://www.ecoindex.fr/>

**Découvrez des guides de bonnes pratiques d'écoconception:**  
<https://institutnr.org/publications-inr>



LE SITE ECOINDEX POUR CALCULER L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DE SITES

## ACTIVITÉ 5 | ESTIMEZ LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE DE VOTRE SERVICE

Utilisez les enseignements de votre cours de 2A "Consommation énergétique du numérique", et si cela est pertinent, réalisez une estimation de la consommation énergétique du service proposé.

## ACTIVITÉ 6 | PRENEZ CONSCIENCE DES LIMITES DE VOTRE ESTIMATION DE LA CONSOMMATION

Avez-vous pu identifier un ordre de grandeur de toute la chaîne de consommation ? Avez-vous pu identifier de potentiels effets rebonds, même si il n'est pas possible de les calculer avec précision ? Si cela est pertinent, réalisez une estimation de la consommation énergétique du service proposé.

# UTILISER LES NOUVEAUX MODÈLES D’AFFAIRES

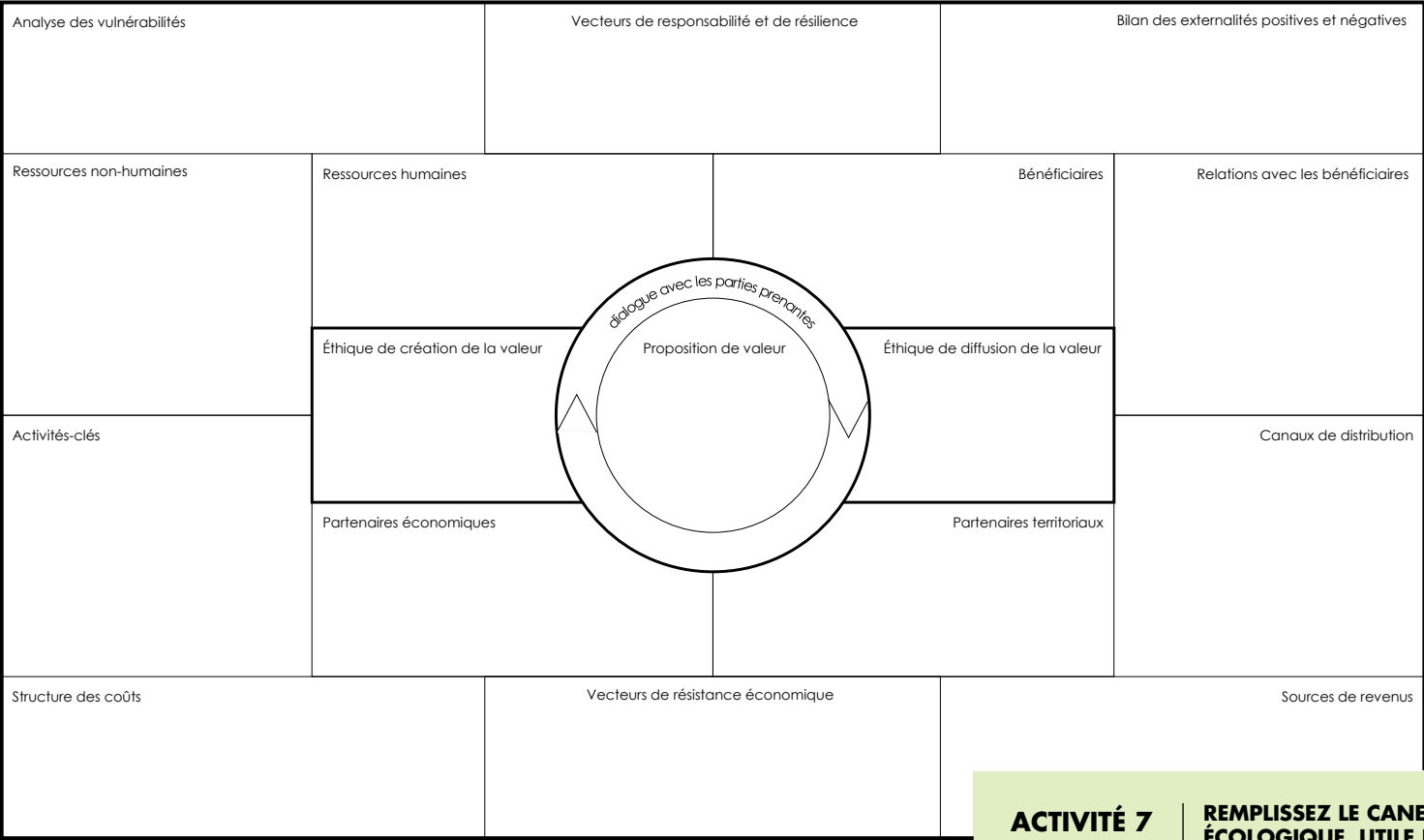


## Le Canevas de l'organisation Écologique, utile et résiliente

Nom du projet :

Réalisé par :

Date :  
Version :



www.duvertdanslesrouages.fr

### ACTIVITÉ 7

REMPLISSEZ LE CANEVAS DE L'ORGANISATION ÉCOLOGIQUE, UTILE ET RÉSILIENTE CI-CONTRE

VOIR LE PDF

Utilisez le canevas de l'organisation écologique, utile et résiliente pour cartographier votre projet. Retrouvez le pdf dans le lien et la [notice d'utilisation ici](#) et en page suivante.



# UTILISER LES NOUVEAUX MODÈLES D'AFFAIRES

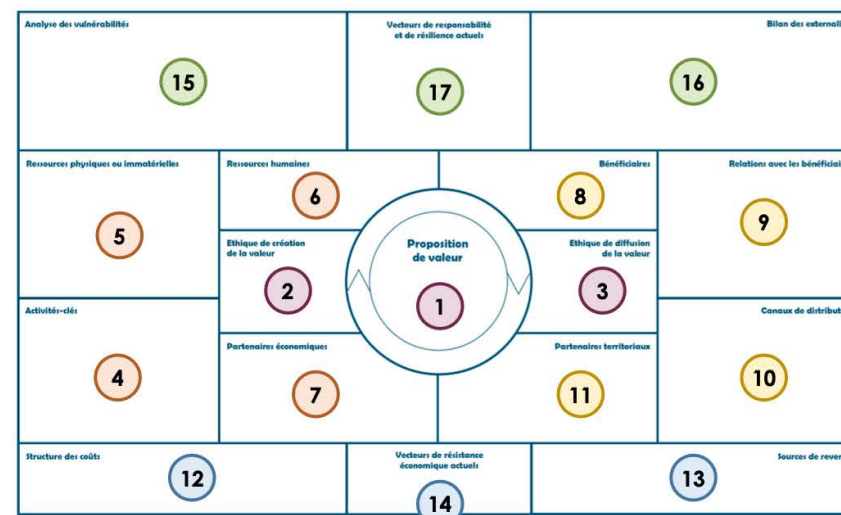
DO VERT  
DANS LES  
ROUAGES

## C.O.E.U.R

Le canevas de l'organisation  
écologique, utile et résiliente

### L'architecture de la valeur

- 4 Sur quelles activités principales vous appuyez-vous pour produire votre valeur ?
- 5 Quelles ressources naturelles ou énergétiques se cachent derrière vos activités-clés ?
- 6 Comment prenez-vous soin des femmes et des hommes qui produisent la valeur ?
- 7 Comment choisissez-vous les partenaires économiques sur lesquels vous vous appuyez ?



### Le coeur de la valeur

- 1 A quel besoin de la société répondez-vous et comment ?

- 2 Quelle est votre philosophie de production ?

- 3 Quelle est votre philosophie de vente ou de diffusion ?

- 8 A qui bénéficie votre proposition de valeur ?

- 9 Comment échangez-vous avec vos bénéficiaires ? Avez-vous une politique qualité ?

- 10 Comment votre proposition de valeur parvient-elle à ses bénéficiaires ? Transport ? Numérique ?

- 11 Qui sont les acteurs du territoire qui ont un intérêt direct ou indirect pour votre activité ?

### La diffusion de la valeur

### L'équation écologique

- 17 Quelles sont vos forces pour améliorer votre responsabilité et votre résilience ?

- 16 Quels sont vos impacts sociaux et environnementaux et comment améliorer la balance entre le positif et le négatif ?

- 15 Quels sont vos liens de dépendance directs et indirects vis-à-vis de ressources finies ou en tension ? Quels sont les conséquences des changements globaux sur votre activité ?

- 13 Comment sont structurés vos revenus en équilibre avec vos coûts ?

- 14 Avez-vous des ressources économiques pour consolider le modèle sur le temps long ?

- 12 Comment sont structurés les coûts liés à vos activités et ressources ?

### L'équation économique



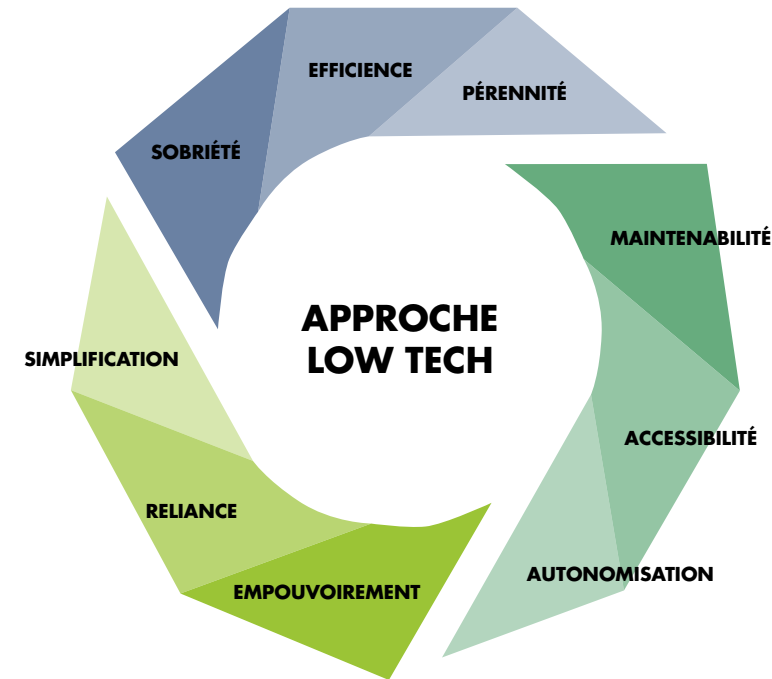
# QUESTIONNER LA PLACE DU NUMÉRIQUE DANS LA SOLUTION

## Et si les solutions numériques n'étaient pas la réponse à mon problème ?

Que ce soit dans la conception de nouveaux produits, la gestion des données ou la résolution de problèmes complexes, les outils numériques offrent souvent des solutions efficaces et innovantes. Cependant, il est important de ne pas perdre de vue que la réponse à un défi technique **ne se limite pas toujours à une solution numérique**.

Interrogez-vous sur la pertinence du numérique dans vos projets. Est-ce que la solution la plus adaptée est toujours numérique, ou existe-t-il des **alternatives low-tech** qui pourraient être tout aussi efficaces, voire plus durables et accessibles ?

Considérons par exemple le domaine de la santé. Les dispositifs médicaux et les applications de télémédecine peuvent améliorer l'accès aux soins de santé. Cependant, il est également essentiel de reconnaître le rôle des pratiques de médecine préventive et des approches globales et tenant compte de l'environnement du patient, qui ne dépendent **pas exclusivement de la technologie numérique**.



### ACTIVITÉ 8

#### PRENEZ DU RECUL SUR VOTRE PROJET ET SUR LE CHOIX DU NUMÉRIQUE

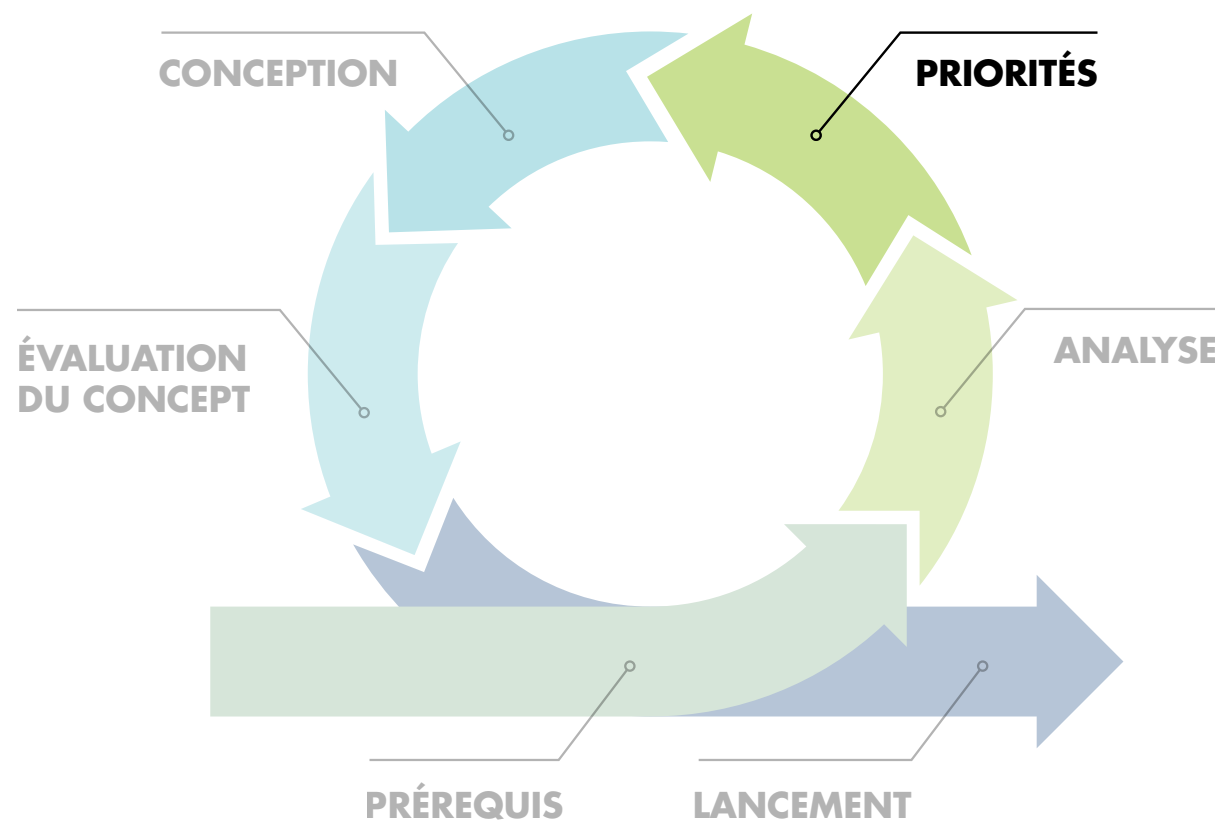
Engagez une réflexion critique sur la place du numérique dans votre projet, explorez des solutions **alternatives et complémentaires** qui pourraient répondre aux besoins spécifiques des utilisateurs tout en minimisant les impacts environnementaux et sociaux. L'approche low-tech, qui interroge l'utilité et privilégie des solutions simples, durables et accessibles, peut souvent offrir des avantages significatifs en termes de coût, d'empreinte écologique et d'inclusivité.

## SECTION 3 :

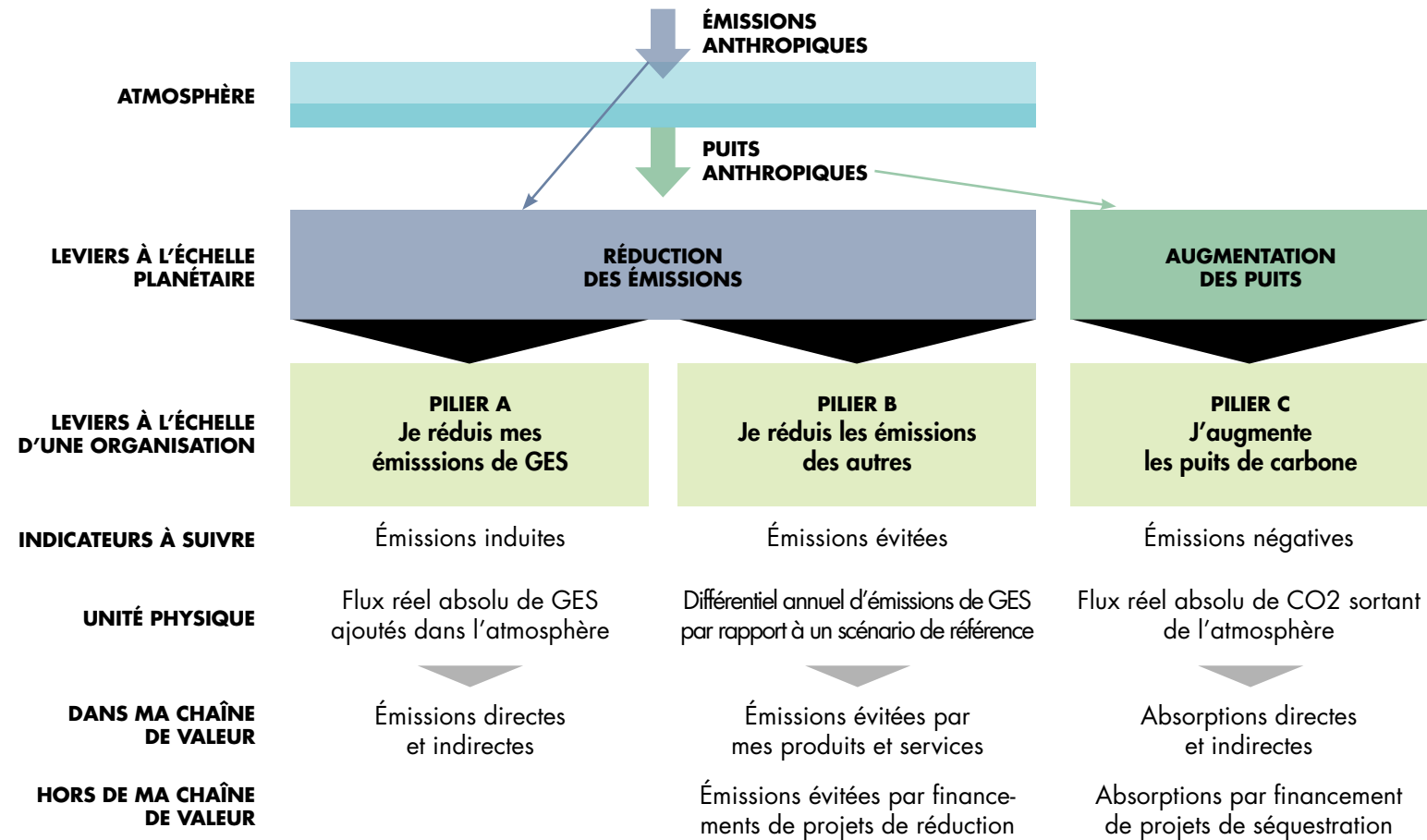
# ORDRE DES PRIORITÉS

**Il est impératif de comprendre l'ordre des priorités pour atteindre des objectifs ambitieux en terme d'impacts socio-écologiques.**

Cette section se penche sur l'importance de cette compréhension avec l'exemple de la '**net zero initiative**' et explore les méthodes permettant d'identifier les **actions prioritaires** à mettre en œuvre pour minimiser les impacts environnementaux. Alors que les défis du changement climatique exigent une **action urgente et coordonnée**, il est essentiel pour les ingénieurs de naviguer à travers un ensemble complexe de solutions potentielles afin de concentrer leurs efforts là où ils auront le plus grand impact. En analysant les priorités et en adoptant une approche stratégique, il est possible de concevoir des projets numériques soutenables et résilients.



# COMPRENDRE LE PRINCIPE DE LA NET ZERO INITIATIVE



## ACTIVITÉ 3

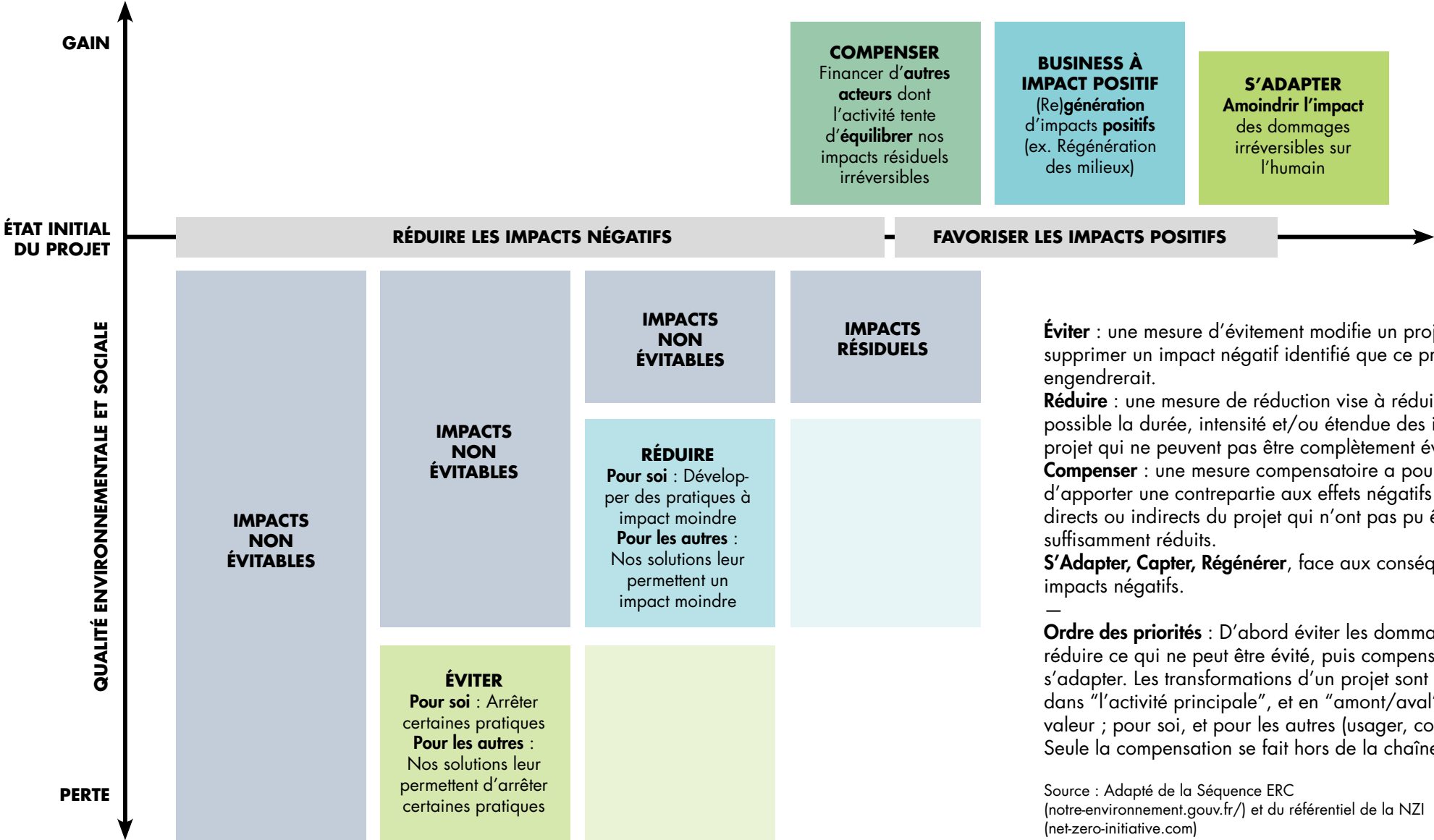
PRENEZ CONNAISSANCE DU PRINCIPE DE LA NZI :

[ACCÉDER À LA RESSOURCE](#)

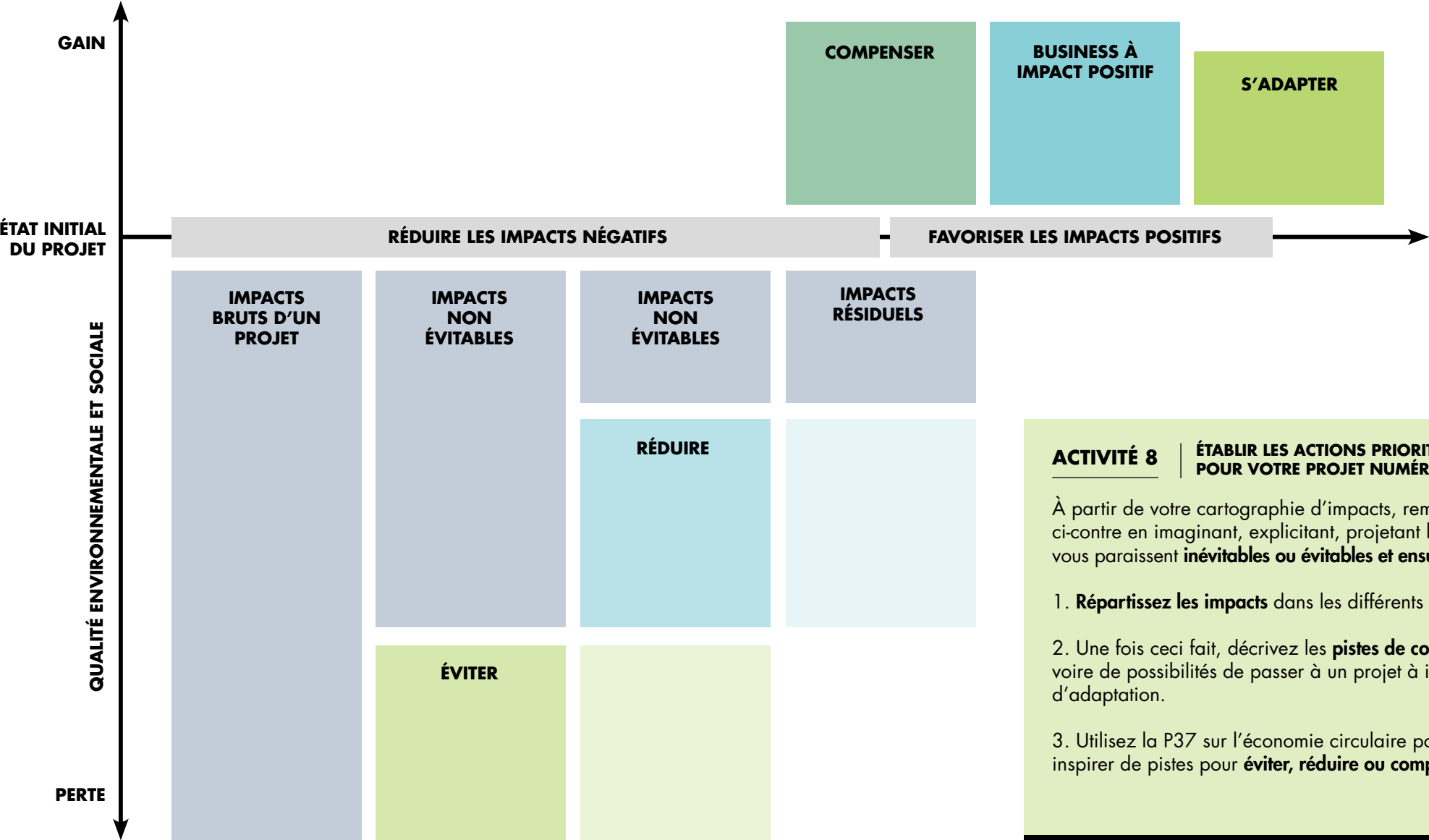
La NZI est une initiative développée par **Carbone 4**, cabinet de conseil spécialisé dans les stratégies bas-carbone et l'adaptation au changement climatique. Pour atténuer le changement climatique, la NZI propose **trois catégories d'actions possibles**.

**A** : Réduire l'empreinte directe et indirecte en suivant une trajectoire compatible 1,5°C. **B** : Aider les autres à réduire, grâce à la vente de produits et services décarbonés, et le financement de projets d'évitement hors de la chaîne de valeur. **C** : Retirer du carbone de l'atmosphère grâce à des puits dans et en-dehors de la chaîne de valeur.

# IDENTIFIER LES ACTIONS PRIORITAIRES POUR MINIMISER LES IMPACTS



# IDENTIFIER LES ACTIONS PRIORITAIRES POUR MINIMISER LES IMPACTS



# RE-PROBLÉMATISER ET PRENDRE DU RECUL RÉGULIÈREMENT

## ACTIVITÉ 6

ET SI C'ÉTAIT LE MOMENT DE PRENDRE  
UN PEU DE RECUL ?

Bravo, le premier tour d'horizon est terminé. Prenez maintenant un pas de recul sur les étapes du parcours que vous avez utilisées.

1. Est-ce que le projet fait du sens pour vous, pour le territoire, pour les usagers ? Que votre réponse soit positive ou négative, repassez par les outils mis à votre disposition et voyez si vous pouvez augmenter un degré de soutenabilité ou d'impacts positifs sociétaux au projet.

2. Serait-il intéressant de faire dévier, voire, si nécessaire, de renoncer à une partie du projet pour augmenter la cohérence de l'ensemble ?

3. Reformulez le "problème" et parfois "la solution" suggérée par le défi. La reformulation peut concerner autant les objectifs, la mise en oeuvre de la solution, les indicateurs à prendre en compte, les acteurs visés. Pour y parvenir, répondez à ces questions :

a. En quoi le projet identifie un **problème majeur** en ce qui concerne les enjeux environnementaux ou une solution efficace et soutenable ? Aidez-vous des étapes du parcours.

b. Quels sont les **risques** environnementaux et sociaux (ex. effet rebond, non-adhésion) à court et long terme, adressés par le défi / ou potentiellement causés par le défi ?

c. Est-ce que le projet est suffisamment **justifié, argumenté, sourcé** ? À quel point le défi est-il **caractérisé** (trop précis, trop flou) ? Le cas échéant, la solution suggérée par le défi est-elle la plus adaptée au problème posé ?

d. Avez-vous suffisamment d'**éléments de contexte** pour pouvoir le questionner ? Identifiez les limites de l'exercice.

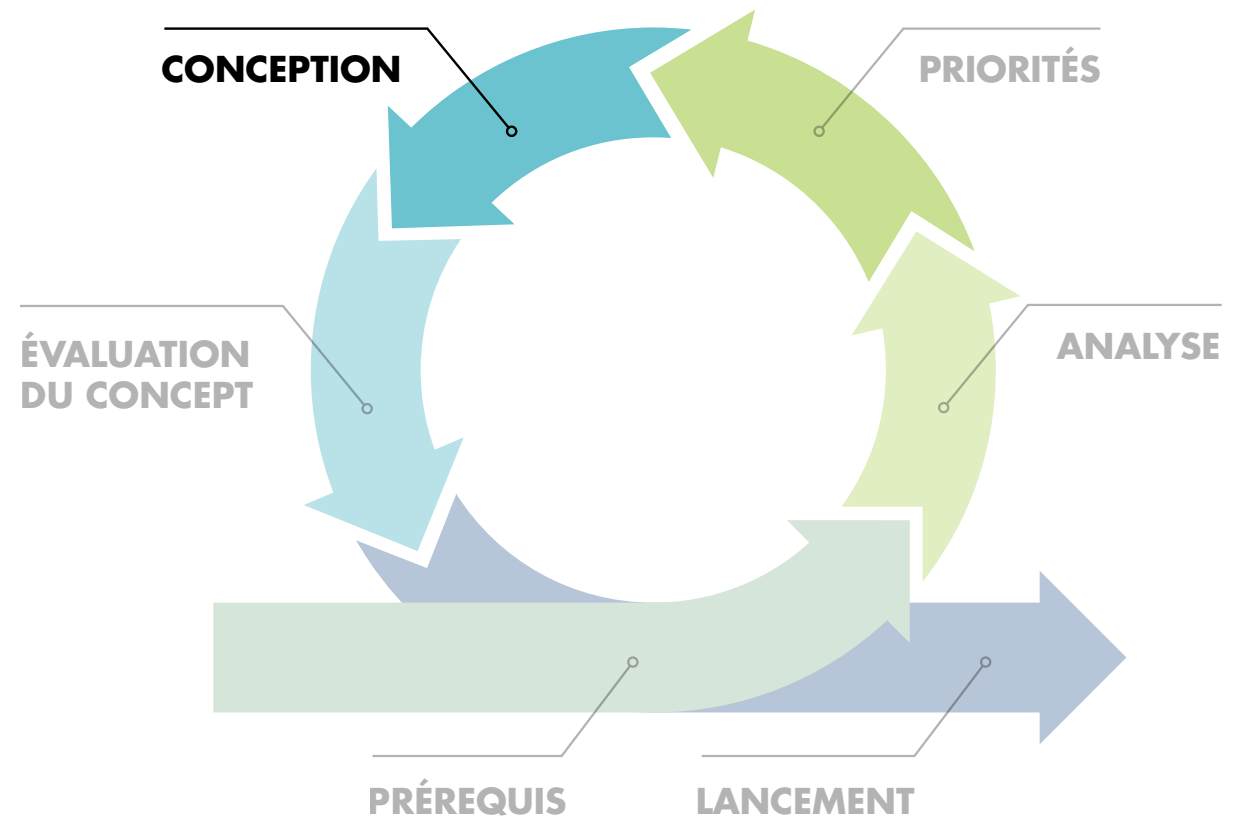
**Présentez une liste de 3 à 5 arguments à votre client pour expliquer le bien fondé de votre reformulation.** En quoi votre proposition permet d'augmenter la **soutenabilité du projet** sur le plan environnemental, social et économique dans un monde fluctuant ?

## SECTION 4 :

# CONCEPTION

**La conception de projets numériques soutenables et résilients s'inscrit dans une démarche d'économie circulaire et d'écoconception.**

En effet, concevoir des produits et des services numériques de manière à minimiser leur empreinte écologique tout au long de leur cycle de vie est devenu un impératif incontournable. Il est également proposé de détailler les phases d'utilisation d'un produit ou d'un service ainsi que les impacts environnementaux qui y sont associés. En adoptant une approche holistique et en intégrant des pratiques d'écoconception, les ingénieurs peuvent jouer un rôle essentiel dans la transition vers une économie plus circulaire et durable.



# COMPRENDRE L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE

## Concevoir avec la vision de l'écoconception s'inscrit dans l'économie circulaire.

L'économie circulaire est un nouveau modèle économique à **vision systémique**. Explorez les notions d'économie de l'usage ou de la fonctionnalité, de l'économie de la performance, et de l'écologie industrielle. Ces notions font partie de l'économie circulaire.

### Les 9 R de l'économie circulaire :

#### Offre

- Refuser (R0),
- La Réduction à la source (R1),

#### Comportements

- Réutilisation/revente (R2),
- Réparation (R3),
- Rénovation (R4),
- Reconditionnement (R5),
- Re-purpose (up-cycling) (R6)

#### Déchets

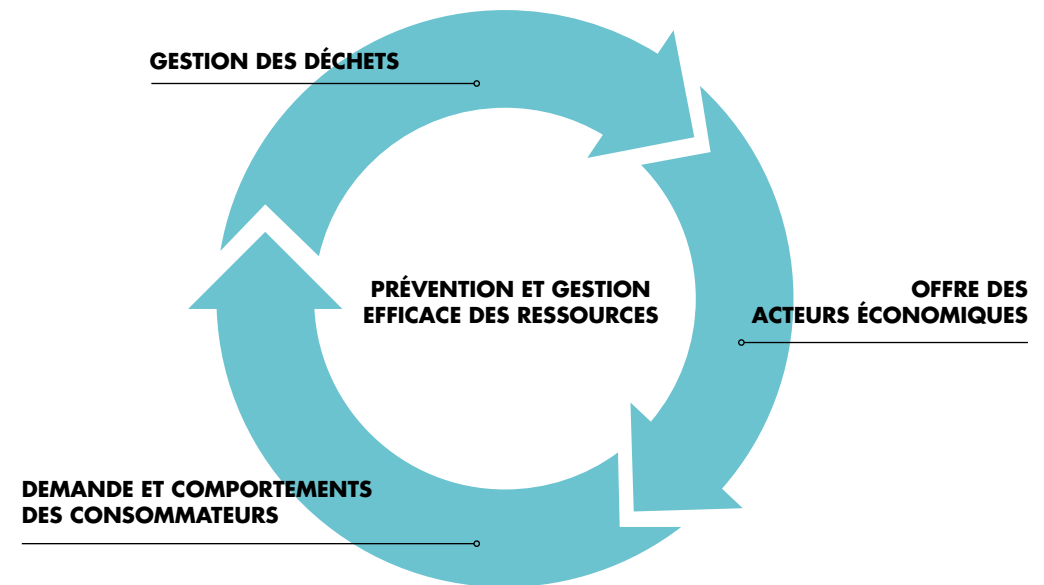
- Recyclage (R7),
- La valorisation énergétique (R8),
- Re-mining (R9)

### Quelques exemples possibles pour les services numériques :

**(R0) Refuser** la mode technologique, en luttant contre l'obsolescence programmée et en refusant de remplacer les équipements encore fonctionnels.

**(R1) Réduire** la consommation de données des services développés grâce à de l'éco-conception, du web sémantique, des technologies d'interopérabilité.

**(R2) Réutiliser** le matériel encore fonctionnel.



#### ACTIVITÉ 1

#### IDENTIFIEZ LES ACTIONS À METTRE EN OEUVRE DANS VOTRE PROJET

Décrire les étapes de « fabrication » concrètes du service numérique et identifier les plus impactantes pour l'environnement et la société, puis rechercher les actions les plus pertinentes à mettre en oeuvre parmi les **9 R de l'économie circulaire**.



# SE POSER LES BONNES QUESTIONS LORS DE LA CONCEPTION



## Référentiel général d'écoconception de services numériques

Version 1.0.1 | janvier 2023



INRC

L'**écoconception des services numériques**, comme expliqué dans le Référentiel général d'écoconception de services numériques, «n'est pas uniquement une recherche d'optimisation, d'efficacité ou de performance mais une **réflexion plus globale** sur l'usage des technologies. Il est important d'intégrer les impacts environnementaux du numérique dans la conception des services numériques en visant directement ou indirectement à allonger la durée des vies des équipements numériques, à réduire la consommation de ressources informatiques et énergétiques des terminaux, des réseaux et des centres de données.»

Le Référentiel aborde **8 grands domaines à prendre en compte** :

- La stratégie
- Le frontend
- Le backend
- Les spécifications
- Les contenus
- L'architecture
- L'UX et l'UI
- L'hébergement

### ACTIVITÉ 2

PRENEZ LE TEMPS DE VOUS POSER  
CES QUELQUES QUESTIONS :

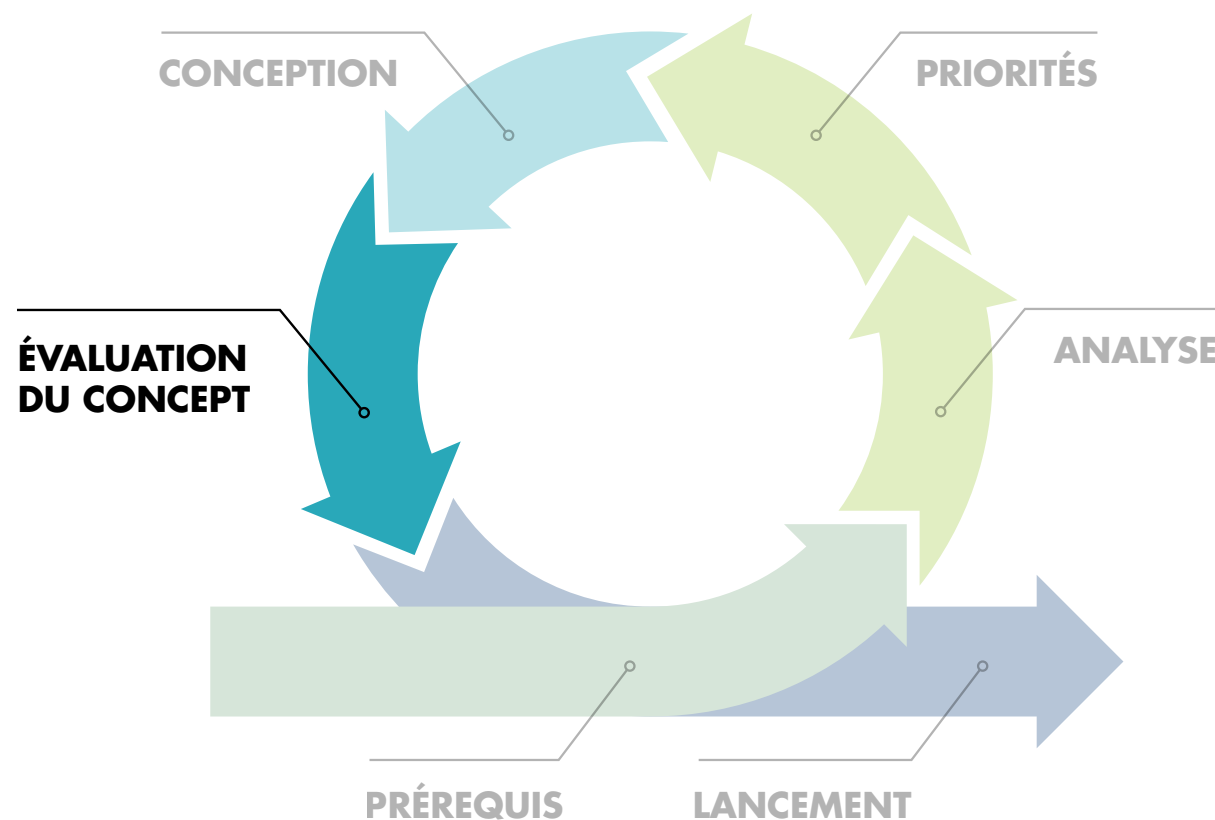
[ACCÉDER À LA RESSOURCE](#)

Servez-vous de la liste de questions du Référentiel général d'écoconception de services numériques pour concevoir ou réorienter votre projet.

## SECTION 5 : ÉVALUATION DU CONCEPT

**Évaluer son concept une fois la conception entamée est primordial pour concevoir des projets numériques soutenables et résilients.**

Cette section met en avant cette nécessité en proposant une approche centrée sur les **tests itératifs** pour affiner et valider la solution proposée. Tester régulièrement la technique de sa solution permet aux ingénieurs de détecter rapidement les éventuels défauts et d'apporter des améliorations continues tout au long du processus de développement. Cette phase d'évaluation offre une opportunité précieuse de **réévaluer les impacts environnementaux et sociaux** à partir des prototypes conçus, permettant ainsi d'effectuer des **calculs plus précis** et d'**adapter les choix** de conception en conséquence. Tester aussi la résilience de votre projet avec le Crash test 2050 pour soumettre votre solution aux aléas du futur !



# ÉVALUER LA FAISABILITÉ TECHNIQUE ET METTRE À JOUR LES IMPACTS SOCIAUX ET ENVIRONNEMENTAUX

## **Dans le processus de conception et de développement de projets, les tests techniques jouent un rôle crucial.**

Ils permettent d'évaluer la faisabilité technique de vos idées, de tester les fonctionnalités principales attendues et d'identifier les difficultés à résoudre dans une deuxième boucle d'analyse-conception. Il est important de comprendre que la perfection n'est pas l'objectif unique des tests techniques. Dans le numérique particulièrement, l'accent doit d'abord être mis sur la rapidité et l'itération.

Tester rapidement vos prototypes vous permet d'identifier à la fois les points forts et les problèmes potentiels dès les premières étapes du processus, et d'éviter de rencontrer des obstacles insurmontables une fois le développement trop avancé. En recommençant plusieurs fois et en adoptant une approche agile, vous avez l'opportunité d'ajuster et d'améliorer votre conception de manière progressive.

En impliquant les parties prenantes, vous pouvez aussi mieux comprendre leurs besoins et attentes, ce qui vous permettra d'adapter votre conception de manière à répondre efficacement au problème tout en tenant compte des autres conséquences potentielles telles que les délais, la compatibilité avec d'autres systèmes existants et la stratégie produit ou la responsabilité sociale de l'entreprise.

Maintenant que vous disposez d'un concept et d'un prototype concret, il est possible de mettre à jour de manière plus précise les impacts attendus de votre projet. C'est le moment d'évaluer les impacts réels de votre solution et de votre prototype sur l'environnement et la société.

Grâce à cette étape, il devient plus facile de procéder à des calculs précis, tels que la consommation énergétique, les émissions de gaz à effet de serre, ou encore d'évaluer les incidences de l'usage de votre solution sur les personnes et la société dans son ensemble.

En évaluant ces impacts dès les premières étapes du développement, vous êtes en mesure d'identifier les aspects à améliorer ou à ajuster pour réduire au maximum les impacts négatifs sur l'environnement et la société, tout en maximisant les bénéfices positifs.

Vous avez ainsi la possibilité de comparer les premiers impacts identifiés avec les impacts réels de votre solution ou prototype, et vous êtes en mesure de lancer une deuxième boucle d'analyse et de conception basée sur ces résultats. Cette étape de comparaison est nécessaire pour ajuster et améliorer votre projet en tenant compte des données réelles.

# CRASH TEST 2050 : TESTER LA RÉSILIENCE DE SON PROJET

## CARBONE ET CLIMAT

Et si la Chine et l'Inde ne stoppaient pas leurs émissions et qu'en 2050 il faisait +2,5°C en moyenne globale avec des pics à +15°C en été sur les continents, et plusieurs dizaines de jours de nuits tropicales par été, rendant le travail en extérieur lent et parfois impossible, et l'installation et le refroidissement de serveurs et datacenters locaux plus compliqués ou irréalisables ?

## BIODIVERSITÉ ET ALIMENTATION

Et si les sécheresses répétées avaient pour conséquence une baisse catastrophique des rendements agricoles sur de nombreuses régions et qu'à cause de l'extrême dépendance des territoires à l'importation seuls les états riches ou disposant de ressources énergétiques pourraient disposer d'alimentation en quantité suffisante ?

## ÉCONOMIE ET SANTÉ

Et si la France sortait de l'Europe à la suite de la prochaine élection, faisant s'effondrer l'Euro et flamber le prix des produits importés, rendant l'import-export impossible, notamment de puces et de semi-conducteurs ?  
Et si une invasion de moustiques porteurs de maladies tropicales déclenchait des épidémies dans la moitié sud de la France, du fait des températures appropriées à ces moustiques ?

## ÉTHIQUE

Et si une association soutenue par l'ONU intentait un procès à votre entreprise et des millions d'autres pour avoir fabriqué des technologies numériques aux impacts environnementaux et sociaux inadmissibles dans les pays du sud global ?

## EAU ET ÉNERGIE

Et si la disponibilité en eau potable chutait de 10 à 30% dans 10 ans à cause de l'irrégularité des pluies en hiver nécessaires au remplissage des nappes phréatiques, combinée à la température élevée qui assèche les cours d'eau en été ? Quelles conséquences entre particuliers, agriculteur·ices, et industriel·les ? Quelles conséquences sur les projets d'extraction de mines de Lithium (très consommatrice en eau et énergie) en France, ou sur le système industriel ?

## MOBILITÉ, RÉPARATION, PLASTIQUE

Et si une dictature verte rendait la voiture individuelle interdite sauf en campagne ? Et si venait la révolution du vélo cargo et autres véhicules ultralégers ? Ou... et si des milliers de "bus du dernier kilomètre" sans conducteurs permettaient de s'abstenir de voiture individuelle en campagne ?  
Et si une crise pérenne des terres rares déclenchait la révolution de la réparation : plus aucun dispositif numérique neuf n'est fabriqué ?

## ACTIVITÉ 3 | SOUMETTEZ VOTRE PROJET AUX ALÉAS DU FUTUR :

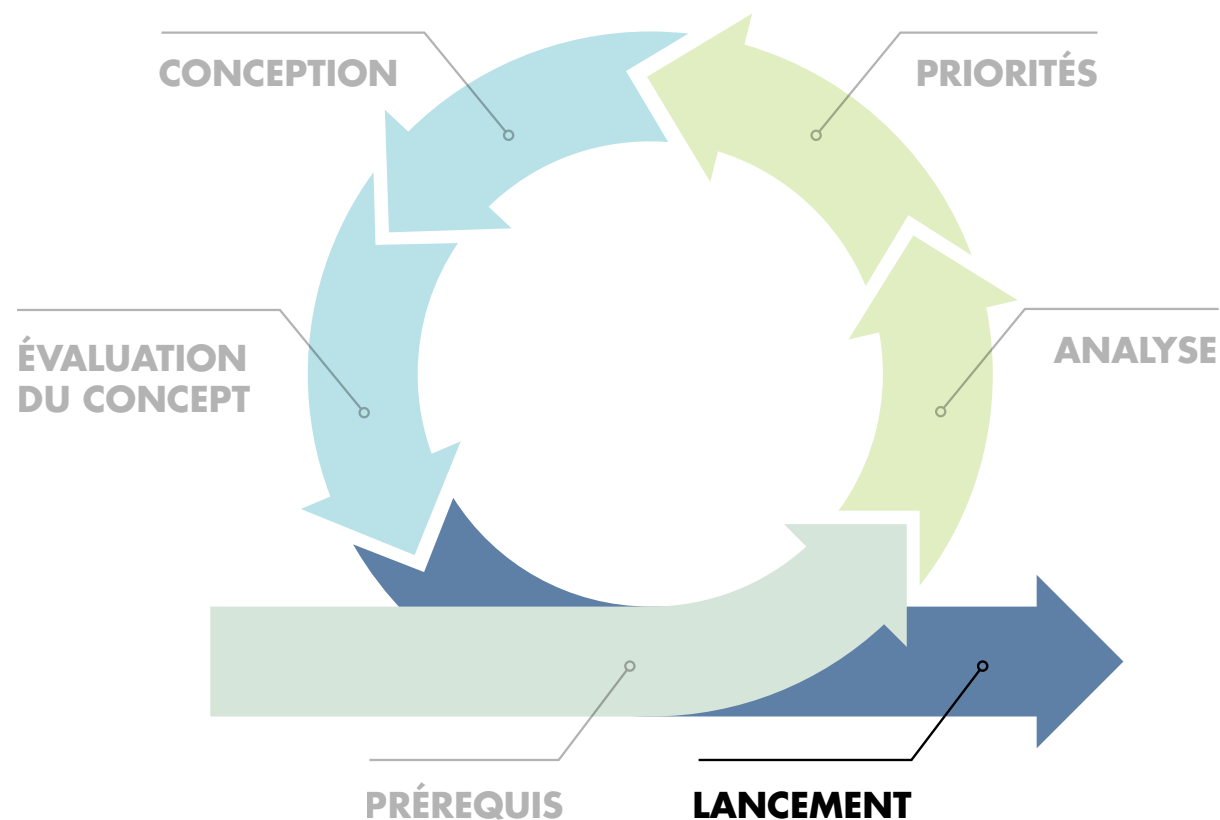
Votre projet pourrait être soumis à ces aléas du futur, mêlés aux spécificités du territoire dans lequel il s'implante. À vous de tester le projet et sa résilience au regard des connaissances prospectives à disposition aujourd'hui.

- 1- Faites comme si vous étiez déjà en 2050 pour imaginer les conséquences de ces aléas sur le projet et sur la société;
- 2- Sélectionnez dans la liste d'hypothèses spéculatives ci-contre un aléa qui impacterait votre projet, ou vous inspire le plus. Sinon inventez le vôtre.
- 3- À partir de cet aléa, écrivez un petit article de journal de 2050 de quelques lignes décrivant les impacts de votre solution pour les usager·es et les générations futures ou votre contribution au territoire dans 25 ans. Ces éléments vous permettront de définir les axes de votre solution à renforcer dans une nouvelle boucle d'analyse-conception.

## SECTION 6 : LANCEMENT

**Dans le cycle de développement des projets numériques, la phase de lancement représente l'aboutissement d'un processus itératif souvent jalonné de multiples tours de conception.**

Cette étape revêt une importance particulière, car elle marque le moment où **le projet prend vie** et est prêt à être déployé dans son environnement opérationnel. Cependant, il est fréquent de devoir **revisiter plusieurs fois les étapes** pour affiner et améliorer continuellement le projet avant le lancement de celui-ci. Être capable de justifier ses décisions et d'analyser de manière réfléchie les itérations précédentes est essentiel pour garantir le succès et la durabilité des projets numériques dans un environnement en constante évolution.



## DES PROCESSUS ITÉRATIFS ET CRITIQUES À INSCRIRE DANS VOTRE PARCOURS PRO POUR DES FUTURS SOUHAITABLES

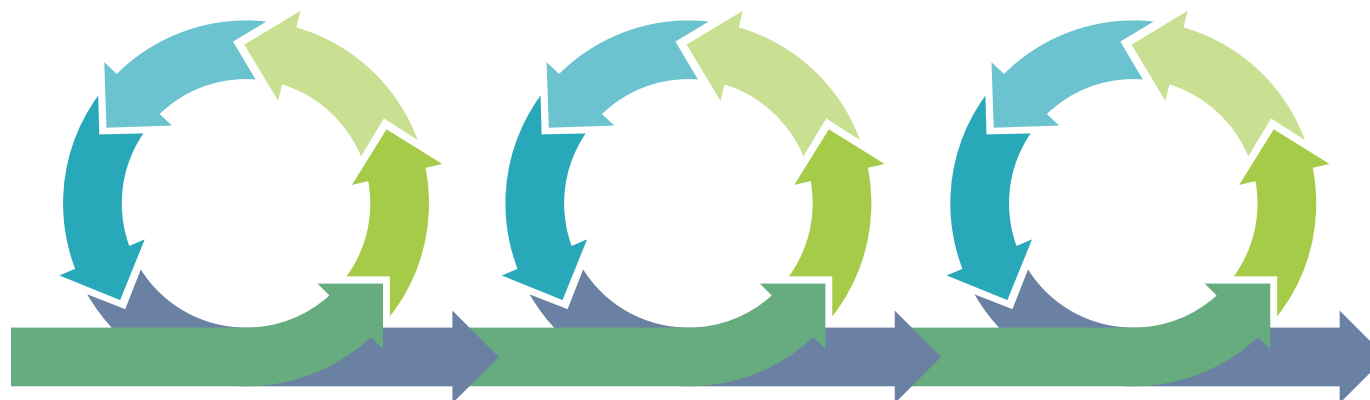
### Atteindre l'étape finale d'une première boucle de conception ne marque pas la fin du processus de réflexion et d'analyse.

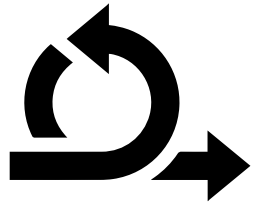
Au contraire, cette étape initiale marque souvent le début d'un cheminement continu de **réévaluation et d'itération**. Il est courant de devoir revisiter plusieurs fois toutes les étapes de la boucle, ou du moins certaines d'entre elles, afin de garantir une prise en compte adéquate de tous les aspects du projet.

La notion d'itération et de progression est fondamentale dans ce processus. La première boucle peut être **rapide et exploratoire**, permettant d'expérimenter rapidement diverses idées et concepts. Cependant, cela ne signifie pas que toutes les questions ont été résolues de manière satisfaisante.

La dernière boucle de conception vise à **répondre de manière optimale à la problématique dans sa globalité**, en prenant en compte tous les axes : technique, économique, environnemental, sociétal, etc. Cela exige une **analyse approfondie et une réflexion critique** sur chaque aspect du projet.

Il est important de **prendre position** et **argumenter les choix** pris tout au long du processus. La pertinence dans le choix, la sélection ou l'omission d'étapes et la capacité à **justifier ces décisions** sont essentielles. Le cycle des 6 étapes ne doit pas être suivi aveuglément, mais être **questionné et adapté en fonction des besoins**. Au-delà du module de formation, nous vous encourageons à prendre du recul par rapport au document, à **rechercher des ressources et des approches complémentaires**, et à trouver des moyens de les intégrer dans votre processus de conception et dans votre **futur parcours professionnel** !





# ÉQUIPE ET RÉFÉRENCES

---

**DES RESSOURCES RECONNUES ET UNE ÉQUIPE PÉDAGOGIQUE  
EXPERTE EN RSE ET REDIRECTION ÉCOLOGIQUE DES PROJETS**

# RÉFÉRENCES & CRÉDITS

## TERRES RARES

### IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX

<https://www.geo.fr/environnement/les-mots-verts/definition-terres-rares-s-candium-yttrium-et-lanthanides-124433>  
<https://edgy.app/rare-earth-elements-rees-coal-important>  
<https://www.youtube.com/watch?v=YMKJ7S7fKOk>  
<http://www.world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/uranium-resources/uranium-from-rare-earths-deposits.aspx>  
[https://www.wikiwand.com/fr/Terre\\_rare](https://www.wikiwand.com/fr/Terre_rare)  
<https://www.theguardian.com/environment/2012/aug/07/china-rare-earth-village-pollution>  
<https://www.world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/uranium-resources/uranium-from-rare-earths-deposits.aspx>

### IMPACTS SOCIAUX

<http://www.collective-evolution.com/2016/02/02/watch-7-year-old-children-mining-cobalt-for-apple-microsoft-samsung-products/>  
<http://www.dailymail.co.uk/news/article-4764208/Child-miners-aged-four-living-hell-Earth.html#ixzz5EKsMgi9n>  
[https://www.flickr.com/photos/julien\\_harneis/1873057946/in/photostream/](https://www.flickr.com/photos/julien_harneis/1873057946/in/photostream/)  
<http://www.facing-finance.org/en/database/cases/working-conditions-in-foxconn-factories-in-china/>  
[https://www.francetvinfo.fr/sante/environnement-et-sante/au-ghanades-milliers-de-personnes-vivent-sur-l-une-des-plus-grandes-decharges-au-monde\\_2543451.html](https://www.francetvinfo.fr/sante/environnement-et-sante/au-ghanades-milliers-de-personnes-vivent-sur-l-une-des-plus-grandes-decharges-au-monde_2543451.html)  
[https://www.francetvinfo.fr/monde/afrique/societe-africaine/la-decharge-de-dechets-electroniques-dagbogbloshie-veritable-defi-economique-et-environnemental-pour-le-ghana\\_3863287.html](https://www.francetvinfo.fr/monde/afrique/societe-africaine/la-decharge-de-dechets-electroniques-dagbogbloshie-veritable-defi-economique-et-environnemental-pour-le-ghana_3863287.html)

### MÉTHODOLOGIES

<https://www.imt.fr/formation/challenge-imt/>  
<https://fing.org/toutes-les-actions/innovation-facteur-4.html>  
<https://fing.org/wp-content/uploads/2020/02/cahier-d-enjeux-fing-questions-numeriques-reset.pdf>  
<https://www.carbone4.com/projet-nzi>

## MATÉRIALITÉ DU NUMÉRIQUE

[https://www.youtube.com/watch?v=W46uGYEX-GA&t=2602s&ab\\_channel=HECParis](https://www.youtube.com/watch?v=W46uGYEX-GA&t=2602s&ab_channel=HECParis)  
<https://www.arte.tv/fr/videos/107194-075-A/arte-regards/>

## ÉCOCONCEPTION, EFFETS REBONDS ET MESURES D'EMPREINTES DU NUMÉRIQUE

[https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2023/05/Note-danalyse\\_Planifier-la-decarbonation-du-systeme-numeriqueen-France\\_Mai2023.pdf](https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2023/05/Note-danalyse_Planifier-la-decarbonation-du-systeme-numeriqueen-France_Mai2023.pdf)  
<https://learninglab.gitlabpages.inria.fr/mooc-impacts-num/mooc-impacts-num-ressources/Partie2/FichesConcept/FC2.4.2-EffetsRebonds-MoocImpactNum.html>  
<https://github.com/cnumr/best-practices>  
<https://club.greenit.fr/doc/2022-05-19-ClubGreenIT-RGIT-checklist.v3.0.pdf.pdf>  
<https://www.wenrlight.org/>  
<https://www.ecoindex.fr/>

## ÉCONOMIE CIRCULAIRE ET NOUVEAUX MODÈLES D'AFFAIRE

<https://www.uved.fr/fiche/ressource/le-doughnut-entre-plancher-social-et-plafond-ecologique>  
<https://doughnuteconomics.org/about-doughnut-economics>  
[https://www.duvertdanslesrouages.fr/\\_files/ugd/a307aa\\_8043f22678284f7cb4d65b4a5eb18fe9.pdf](https://www.duvertdanslesrouages.fr/_files/ugd/a307aa_8043f22678284f7cb4d65b4a5eb18fe9.pdf)  
<https://expertises.ademe.fr/expertises/economie-circulaire>

## CRÉDITS

Le parcours d'analyse et de conception du module RSE et le Kit pédagogique de la Chaire INTEGRATE de Télécom SudParis (2023) réalisés par Anne Monnier et Damien Amichaud est basé sur le kit d'animation du Challenge convergence innovation durable & territoire (2022) de L'Institut Mines Telecom, et Le Laboratoire des déviations écologiques (Max Mollon, Thibaud Griessinger). Il a été revu et mis en forme par Damien Amichaud, Anne Monnier, Marine Lejeune, Mihai Mitrea et Noémie Nicolas (Dear Futures). Tous deux sont mis à disposition selon les termes de la Licence CC BY-NC-SA 4.0 Int.



# ÉQUIPE PÉDAGOGIQUE ET CONTACT



**MIHAI MITREA**

Maître de conférence  
Coordinateur global du module RSE  
Relations avec les étudiant-es

✉ [mihai.mitrea@telecom-sudparis.eu](mailto:mihai.mitrea@telecom-sudparis.eu)



**MARINE LEJEUNE**

Intervenante  
sur la démarche RSE des entreprises  
Membre du jury de soutenance

✉ [marine@lumiver.org](mailto:marine@lumiver.org)



**DAMIEN AMICHAUD**

Coordinateur avec les entreprises  
Membre du jury de soutenance  
Co-animateur de la chaire INTEGRATE

✉ [damien.amichaud@souffleurdetransitions.fr](mailto:damien.amichaud@souffleurdetransitions.fr)



**ANNE MONNIER**

Co-animatrice de la chaire INTEGRATE



**EMMANUEL MONFRINI**

Directeur des Formations

✉ [direction-formations@telecom-sudparis.eu](mailto:direction-formations@telecom-sudparis.eu)



**CÉCILE NARCE**

Directrice adjointe des formations



**ARTHUR JOVART**

Hybridation et virtualisation de contenus IA  
Direction des Formations



# PARCOURS D'ANALYSE ET DE CONCEPTION D'UN PROJET NUMÉRIQUE

MAÎTRISER L'ANALYSE ET LA CONCEPTION DE PROJETS NUMÉRIQUES  
SOUTENABLES ET RÉSILIENTS

