

Et si notre approche de l'écoconception des services numériques était erronée ?*

STÉPHAN PECCINI

stephan-pro@peccini.fr

Version 1.0 du 25 juin 2024

TABLE DES MATIÈRES

1. PRÉAMBULE	2
1.1. Qu'est-ce que l'écoconception ?	2
1.2. Pourquoi écoconcevoir un service numérique ?	2
1.3. Et les autres impacts ?	3
2. QUELLE EST NOTRE VISION ET POURQUOI EST-ELLE ERRONÉE ?	5
1 ^{er} niveau : l'écoconception ne concerne pas que les équipes de développement	5
1. Où se trouvent les gisements de gains potentiels ?	6
2 ^e niveau : l'écoconception n'est pas que de la technique	6
3 ^e niveau : elle ne doit pas être traitée qu'au niveau du service numérique	8
1. Comment faire cela ?	8
2. Pourquoi prioriser le traitement des applicatifs et les exigences ?	10
3. LA DÉMARCHE	11
3.1. Quelles sont les étapes de la montée en maturité ?	12
Étape 0 : apprendre et se structurer	12
Étape 1 : commencer par les bases simples	13
Étape 2 : sélectionner 2 ou 3 projets pilotes simples à mettre en œuvre	13
Étape 3 : déployer à tous les projets en fonction de la roadmap globale	13
Étape 4 : cartographier les services applicatifs et identifier les alternatives	14
Étape 5 : mesurer les impacts carbone et établir le budget associé	14
Étape 6 : utiliser la démarche et arbitrer selon le budget carbone	14
4. CONCLUSION	15
LISTE DE FIGURES	15
BIBLIOGRAPHIE	15
ANNEXE A. LICENCE DU DOCUMENT	16

*. Cet article a été rédigé avec GNU T_EX_{MACS} [1].

1. PRÉAMBULE

Avec l'évolution globale des émissions de gaz à effet de serre (GES) et l'explosion du numérique, il devient essentiel de restreindre l'impact des services numériques.

Remarque. On se limitera dans ce document aux GES pour simplification, mais il est important de se rappeler que dans les impacts environnementaux, il y en a bien d'autres qui doivent être pris en compte dans la réflexion.

Remarque. Ce document est soumis à licence CC BY-NC-SA 4.0, Creative Common - Attribution - Utilisation non commerciale - Partage dans les mêmes conditions 4.0 International, décrite dans l'annexe A.

Ce document se trouve à cette adresse :

https://conseil.peccini.fr/Documents/Ecoconception_vision_erronee/Ecoconception_vision_erronee.pdf
et son fichier source ici :

https://conseil.peccini.fr/Documents/Ecoconception_vision_erronee/Ecoconception_vision_erronee.tm

1.1. Qu'est-ce que l'écoconception ?

L'écoconception est une démarche qui vise à réduire les impacts environnementaux des produits tout au long de leur cycle de vie. (source)

Cette démarche s'applique à tous les types de produits (une voiture, un ballon de football...) sans distinction et s'applique donc aussi aux services numériques.

1.2. Pourquoi écoconcevoir un service numérique ?

Le numérique est un acteur majeur dont l'impact en gaz à effet de serre (GES) est à ce jour en 2024 (estimation selon une projection de 2020) de 6 % de l'ensemble des GES émis par l'humanité.

Avec l'explosion du numérique, comme en témoigne le graphique des données ci-dessous, il devient primordial de limiter cet impact au minimum possible. (Source du graphique)

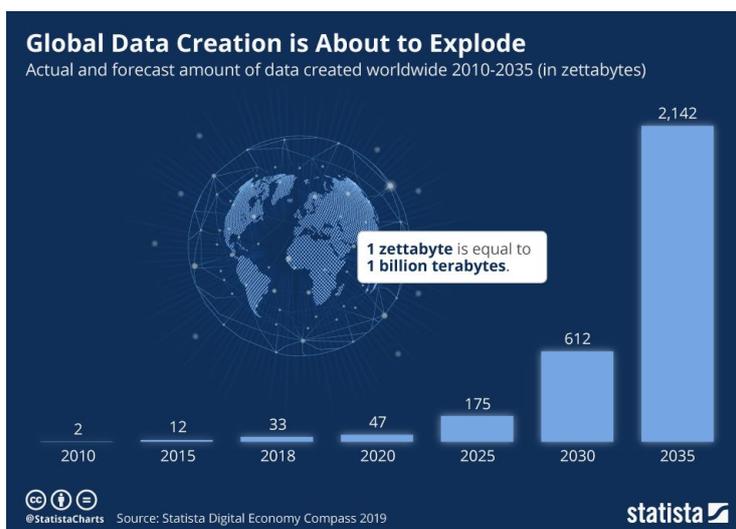


Figure 1. Explosion de la création des données par année

De même, les ressources étant finies et le recyclage incapable de répondre au besoin (pour les terres rares nécessaires à nos terminaux, [le recyclage ne répond qu'à 1 % du besoin en ressources](#)), ne pas écoconcevoir va accélérer la survenue du manque de matières premières et donc des tensions pour les allouer. Comment cela se décidera-t-il ? Démocratiquement ? Par le marché seul ? En mode « Mad Max » ?

À titre d'exemple, le cuivre est déjà sous tension et le deviendra encore plus. Une [hausse de 600 % de la demande en cuivre est prévue pour 2030](#) (tous secteurs confondus) alors que les réseaux du numérique, par exemple, en sont de gros consommateurs ; il suffit de combiner ces informations avec la croissance des données pour comprendre que des tensions arriveront rapidement, uniquement sur la base de la finitude des ressources. Si on rajoute la géopolitique à l'équation, le résultat sera encore plus avéré.

Un autre lien pour mieux identifier les [risques autour du cuivre](#) avec un appel à la sobriété de la part de MAXENCE CORDIEZ.

On peut aussi se référer à cet article sur l'intelligence artificielle, représentative des impacts sur l'électricité et l'eau : [IA vertueuse, est-ce possible ?](#)

Et pour creuser plus loin, [cet article de CLOTILDE MAURY](#) permet de comprendre l'impact des mines, qui sont indispensables à notre vie moderne et en particulier au numérique. Et comprendre aussi que la croissance continue ne fait qu'augmenter l'ouverture de nouvelles mines. Polluantes. Et de préférence chez les autres.

1.3. Et les autres impacts ?

L'écoconception ne répond qu'à la problématique des impacts environnementaux dans le cadre de la création de services numériques plus responsables.

Mais le numérique en a d'autres : accessibilité des contenus, fracture numérique, éthique, captation de l'attention...

Tous ces impacts doivent être pris en compte dans la création de services numériques. On parle alors de conception responsable de service numérique.

Avertissement. Le mot responsable est un abus de langage ; le numérique ne sera jamais responsable, tout comme la conception ; en utilisant ce terme, il faut comprendre « plus responsable que ne l'est le concept actuellement ».

Remarque. Cet article, pour rappel, ne concerne que l'impact environnemental, traité au travers des seuls gaz à effet de serre ; il s'agit bien d'une simplification pour faciliter la lecture. Seule une démarche de sobriété et de dénumérisation permet de baisser l'influence du numérique sur tous les types d'impact. Par exemple, la compensation en plantant des arbres ou en captant le CO2 n'a aucun effet sur les autres impacts et ne doit donc être considérée uniquement comme une action ultime, lorsque toutes les autres actions de réduction ont été réalisées. Il est donc primordial d'avoir en tête tous les autres impacts environnementaux du numérique pour intégrer l'écoconception et ne pas tomber dans la vision tunnel du carbone. ([Source de l'image](#))

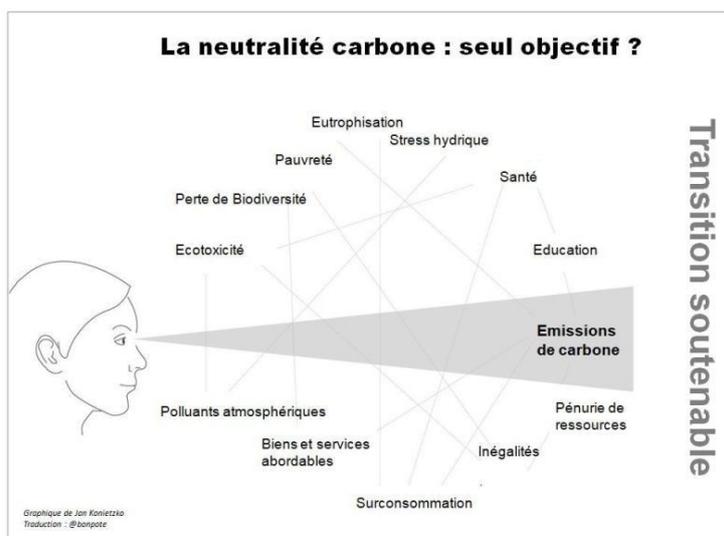


Figure 2. Le tunnel carbone invisibilise les autres impacts

On peut aussi se référer à cette autre vision des limites planétaires pour lesquelles le numérique participe activement au dépassement de certaines. (Source de l'image)

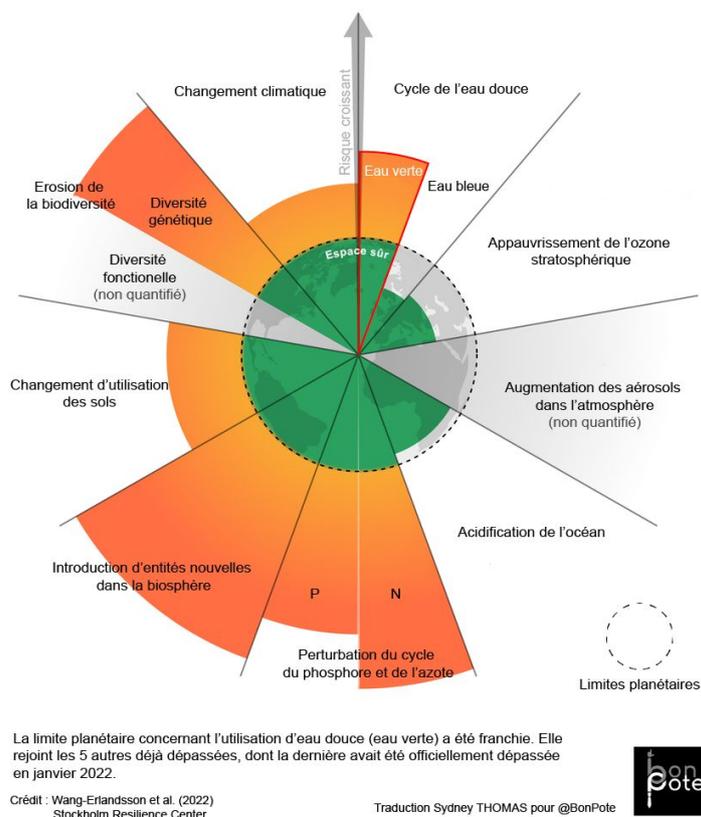


Figure 3. Les limites planétaires et les dépassements

2. QUELLE EST NOTRE VISION ET POURQUOI EST-ELLE ERRONÉE ?

Actuellement, l'écoconception est fortement associée au développement logiciel (au sens large du terme), c'est-à-dire aux équipes responsables de réaliser le service selon les exigences qui leur sont fournies.

De nombreuses entreprises ne forment ainsi que leurs équipes de développement. Et elles pensent, en toute sincérité, que leur Système d'Informations va s'améliorer d'un point de vue responsable.

Oui, il va s'améliorer, mais va-t-il s'améliorer le plus possible ? Et la réponse est : non, et de loin ! Et à plusieurs niveaux.

1^{er} niveau : l'écoconception ne concerne pas que les équipes de développement

Pour s'en convaincre, imaginons une équipe de développement qui a réussi à gagner 30 % d'impact avec la nouvelle version d'un applicatif de type backend. C'est important, gratifiant pour tout le monde et un excellent début dans l'amélioration continue.

Les achats sont en train de renouveler le contrat avec l'hébergeur et en ont trouvé un en Pologne qui est bien moins cher que l'actuel en France, le réseau public alimentant chacun des deux. L'applicatif est donc migré dans le nouveau datacenter ; comme le rapport entre les émissions de GES par kWh consommé du réseau public entre la Pologne et la France est d'environ 15 (800 g de CO₂eq par kWh consommé en Pologne contre 50 en France), l'impact du service est lui aussi multiplié par 15. Une catastrophe, tous les impacts étant égaux par ailleurs.

Même si cet exemple est caricatural, on peut trouver de nombreux cas où l'environnement de l'organisation va influencer négativement sur les émissions.

À quoi servirait l'écoconception d'un service à usage interne sur smartphone permettant d'éviter l'obsolescence des terminaux, si les achats ont négocié un contrat de changement des smartphones tous les 2 ou 3 ans, car cela fait plaisir aux personnes d'en avoir un nouveau régulièrement.

Il en sera de même si certaines exigences ne sont pas optimisées par rapport au besoin réel de l'utilisateur ou utilisatrice.

Prenons le cas d'un service de reporting pour des dizaines de milliers de personnes dans une organisation, avec un tableau de bord de 50 indicateurs mis à jour toutes les 10 minutes ; toutefois, en fonction des populations, seulement 4 ou 5 indicateurs sont essentiels, les autres n'étant nécessaires que rarement. (C'est une légère adaptation d'un

cas réel).

Le codage aura beau être optimisé, dix fois trop de rafraîchissements sont demandés par l'exigence ; l'impact en utilisation est alors approximativement 10 fois supérieur à celui ou à celle qu'il devrait être en réalité sur la partie service de données.

1. Où se trouvent les gisements de gains potentiels ?

On peut se référer à cette étude, certes un peu datée, mais sans impact sur le fond de la réflexion : [Écoconception d'un service numérique](#), pour voir que les gains se trouvent principalement en phase de conception, puis dans l'hébergement et ensuite le développement ; en ordre de grandeur respectivement : 60 %, 25 % et 15 %.

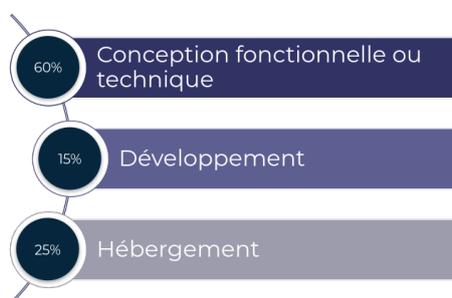


Figure 4. Gisements des gains potentiels dans la création d'un service numérique

Avertissement. Attention, ne prenons pas les chiffres pour autre chose qu'ils ne sont : des ordres de grandeur.

2^e niveau : l'écoconception n'est pas que de la technique

Votre service numérique vient d'être écoconçu et vous testez sa conformité avec le Référentiel Général d'Écoconception des Services Numériques (RGESN). Satisfait d'avoir une très bonne conformité, vous en parlez autour de vous.

Mais que fait votre service ? Il s'agit donc d'une interface web de génération de vidéo de petits chatons, car les petits chatons, c'est mignon.

N'aurions-nous pas oublié quelque chose ? Où se trouve l'utilité du service ?

De manière plus générale, il est important de s'assurer de l'utilité de tout ou partie du service et donc de revenir dans le gisement des 60 % d'impacts qui sont gérables au moment de la conception.

Tous les référentiels d'écoconception (dont le RGESN) ou de conception responsable mentionnent dans leur partie stratégique que les exigences doivent répondre à une utilité.

Tout le monde connaît aussi la [règle des 3U](#) : Utile, Utilisable, Utilisé.

Mais comment évaluer l'utilité d'une fonctionnalité ou d'une exigence dans un service numérique ? Aucun référentiel ne donne d'indication précise pour y arriver et pourtant ils préconisent de la contrôler.

L'utilité est une notion qui est et restera subjective tant qu'il n'y aura pas eu de réflexion globale et démocratique pour décider de ce qui était acceptable pour la Planète et les Êtres vivants dessus. Je ne pense pas que les vidéos de petits chatons soient utiles alors que d'autres personnes penseront le contraire, par exemple pour leur bien-être. Qui a raison ?

Malgré l'absence de cette vision collective, une organisation doit tout de même travailler à son échelle sur le sujet de l'utilité, système par système, exigence par exigence, par rapport à son métier et sa prospérité dans un monde dont les limites planétaires sont pour la plupart dépassées.

De même concevoir un service numérique qui est utile en phase d'utilisation, mais qui fait perdre la motivation des équipes de développement parce qu'une exigence technique serait de [développer en C pour limiter au maximum l'impact environnemental](#) génère un risque très fort de maintien des compétences pour la maintenance et donc de pérennité dudit service.

À quoi sert de développer et donc d'émettre des GES en fabrication du service, si par la suite le service doit être abandonné ou mal maintenu ?

Peut-on juger de l'utilité d'un service numérique à l'aune seule de l'impact qu'il aura ? Est-ce qu'un ou une photographe doit avoir les mêmes contraintes de qualité pour ses images sur son site que celles qui servent en tant que simples illustrations pour un autre métier ?

Pour évaluer l'utilité d'une exigence, il est nécessaire de confronter sa valeur ajoutée avec ses impacts, sur tout le cycle de vie du service numérique, sur les aspects techniques et humains tout en assurant la pérennité du service.

On s'assure ainsi que l'on répond bien aux 3P : Planet / People / Prosperity pour assurer un développement le plus durable. Il est possible aussi de s'aider des Objectifs de Développement Durable de l'ONU pour faciliter cette recherche de l'utilité.

On va voir au chapitre suivant que l'on dispose d'autres outils pour évaluer cette utilité, tous ces outils pouvant se regrouper en un Principe d'Évaluation de l'Utilité (PEU) : par exemple, la méthode Infogreen Factory issue du Greensoft Model en est un (schéma ci-dessous) et s'applique à chacune des exigences.

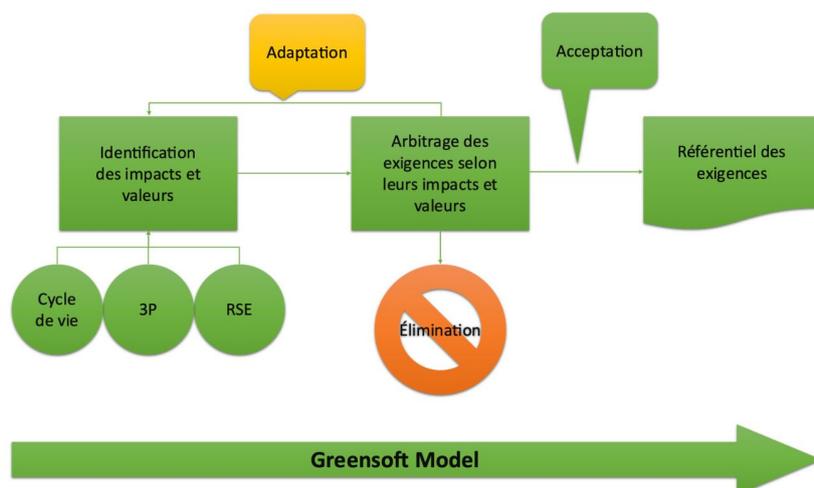


Figure 5. Exemple d'évaluation de l'utilité avec le Greensoft Model

3^e niveau : elle ne doit pas être traitée qu'au niveau du service numérique

Faire de l'écoconception sans avoir une vision globale dans l'organisation positionne au même niveau l'ensemble des services numériques sans tenir compte de la criticité des fonctions métier qu'ils portent.

Dans un monde où le manque de ressources essentielles est fortement probable dans un avenir proche aussi bien par leur finitude que par la géopolitique, il est nécessaire de préserver la pérennité des fonctions vitales d'une organisation en limitant les risques induits par le numérique.

1. Comment faire cela ?

L'*ataraxie numérique* conceptualisée par STÉPHANE CROZAT est un outil essentiel pour y arriver. Le principe est relativement simple et dans cet article, il est adapté à une organisation, alors que la vision du concept est globale et couvre des besoins essentiels à l'humanité ; ce principe consiste à se questionner sur la criticité d'un processus métier et l'essentialité du numérique pour fournir ledit processus. Plus un processus est vital pour une organisation et plus les risques liés au numérique le portant mettent en danger sa résilience, et plus il faut engager une démarche de lowtechnisation (processus pour diminuer le caractère high tech et aller vers des solutions peu ou pas technologiques) pour remplacer tout ou partie du numérique.

On peut aller un peu plus loin dans cette réflexion de l'ataraxie numérique que Stéphane veuille bien me pardonner d'être un peu moins radical, et se dire que d'autres options peuvent exister : baisser le caractère essentiel du numérique pour en diminuer les risques induits, mettre en place des solutions qui permettront en cas de problème de long terme (épuisement des ressources) de gagner du temps pour revoir le processus métier

en surdimensionnant l'infrastructure par de la sur redondance, du stockage de moyens de secours...

Il est donc important de prioriser la répartition des systèmes applicatifs par rapport aux risques induits par le numérique.

La réflexion autour des priorités peut se faire sur une matrice 3x3 avec 3 niveaux de criticité des systèmes applicatifs (vital, classique, confort) et 3 niveaux d'essentialité du numérique (existential, important, confort) :

Niveau de nécessité du numérique :

- **Existentiel** : en cas de problème sur le numérique, le service ne peut plus être rendu d'aucune façon en l'état à cet instant
- **Important** : le service est dégradé en étant rendu différemment ; transaction téléphonique au lieu d'un formulaire numérique
- **Confort** : le service reste très faiblement dégradé même en cas de problème du numérique

Niveau de criticité du service (au sens métier du terme) :

- **Vital** : pour une organisation, sa pérennité est engagée en cas de non-disponibilité
- **Classique** : l'organisation est en difficulté, mais peut s'organiser pour pallier le problème
- **Confort** : des solutions palliatives simples sont mises en place sans impact visible sur l'organisation

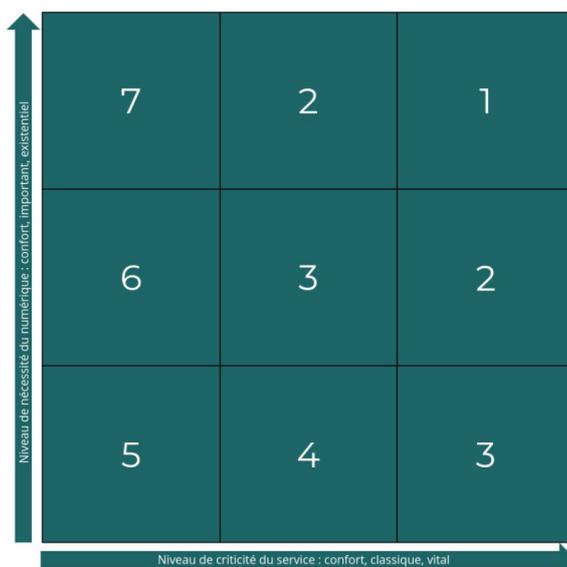


Figure 6. Matrice d'évaluation des risques du numérique sur le métier

Pour les services de type confort, la priorité est inversée par rapport aux services classiques ou vitaux, car il serait contre-productif d'avoir des services de confort impliquant

un budget carbone élevé, car le numérique serait important, voire essentiel.

Le risque s'évalue selon la disponibilité qui s'établit par rapport à :

- une panne structurelle de masse (tempête solaire, cyberattaque de moyens centraux, black-out temporaire d'électricité, de ressources...) et de longue durée ;
- à un manque définitif de ressources comme l'allocation de ressources à d'autres domaines que le numérique : électricité, eau ou l'incapacité à fournir des ressources numériques à l'ensemble des besoins [finitude physique] et dont la durée est non définie.

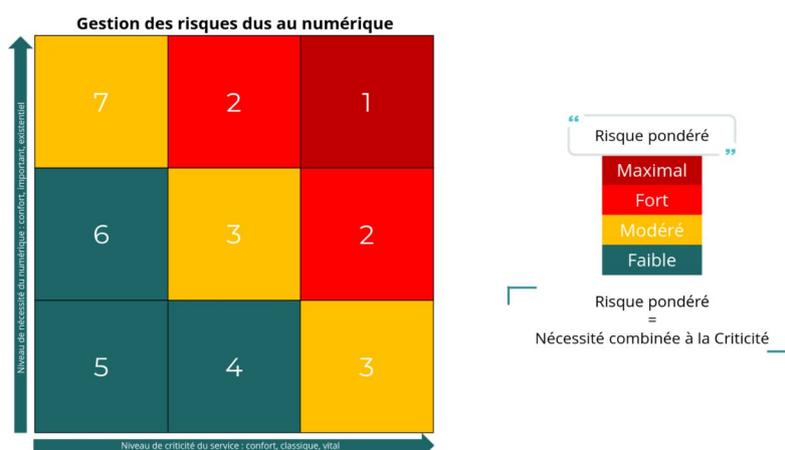


Figure 7. Évaluation des risques pondérés

Lors d'une évolution majeure d'un applicatif ou lors de la création, chacune des exigences est détaillée dans le même style de matrice pour apporter une priorisation de traitement au sein du projet. Cela permet de prioriser le traitement de chacune d'entre elles et d'évaluer les risques induits par le numérique.

2. Pourquoi prioriser le traitement des applicatifs et les exigences ?

Parce qu'il manque encore un outil pour faire de l'écoconception : le budget carbone ! Le budget carbone doit être pris comme un budget GES ; il s'agit d'un abus de langage. De même, il faudrait parler d'un budget multicritères pour ne pas se limiter aux seuls GES. Ce budget doit prendre en compte tous les impacts sur tout le cycle de vie du matériel et du logiciel.

L'écoconception, en effet, doit s'outiller d'indicateurs calculables les plus à même de suivre l'objectif de baisse des émissions de GES et de les quantifier au travers d'un budget.

Il ne viendrait à l'idée d'aucune direction de ne pas se fixer un budget financier pour gérer le Système d'Informations (SI) de l'organisation et le répartir entre les différents systèmes. Pourquoi n'en serait-il pas de même pour les émissions de GES qui sont un outil essentiel au pilotage dans une démarche de Responsabilité Sociétale d'Entreprise ou d'Organisation volontariste ?

Ainsi avec le budget carbone pour le numérique, les priorisations établies avec le principe de l'ataraxie et les choix réalisés (lowtechnisation, sur redondance...), sur redondance...), il devient aisé de l'attribuer pour répondre à la résilience de l'organisation, vue selon le prisme du numérique.

Grâce à la priorisation, les services les plus critiques pour l'organisation sont considérés initialement et défalquent le budget global de l'organisation de leur propre budget, amenant les moins prioritaires à potentiellement ne plus avoir de budget carbone. Et donc de réfléchir à l'utilité et à la révision de la place du numérique dans l'organisation.

3. LA DÉMARCHE

Pour une organisation, la démarche complète à mettre en place est donc la suivante ; on part du principe que le budget carbone existe et qu'il est déjà réparti par système.

1. Définition d'un budget carbone pour l'ensemble du SI et par SI applicatif
2. Distribution des SI applicatifs dans la matrice 3x3 en fonction des deux critères qui sont vus de manière macroscopique pour chacun des SI applicatifs
3. Pour les priorités 1 et 2 :
 - réflexion d'entreprise de remplacement du numérique par des solutions low-tech (formulaire papier plutôt qu'électronique, commande par téléphone plutôt que par e-commerce, suppression de bornes d'accueil par des personnes...),
 - et si ce n'est pas possible, selon la gestion des risques d'entreprise, les indisponibilités maximales acceptables, unitaire et cumulée, sont définies
4. Pour les autres priorités, l'application du Principe d'Évaluation de l'Utilité combinée au budget carbone restant permet de minimiser les impacts
5. Pour chaque SI applicatif, distribution de ses fonctions dans la matrice 3x3
6. Pour chaque fonction, en partant de la priorité maximale vers la priorité minimale :
 - application du PEU en tenant compte de l'indisponibilité maximale acceptable et de la solution low-tech si elle existe
 - calcul pour chacune des fonctions du budget carbone qui vient se défalquer du budget carbone du SI applicatif

- arbitrer si nécessaire au sein du service selon la possibilité de rester ou non dans le budget alloué

7. Arbitrer si nécessaire selon les résultats des budgets carbone par systèmes applicatifs ou en cas de manque de budget global et reboucler en 1

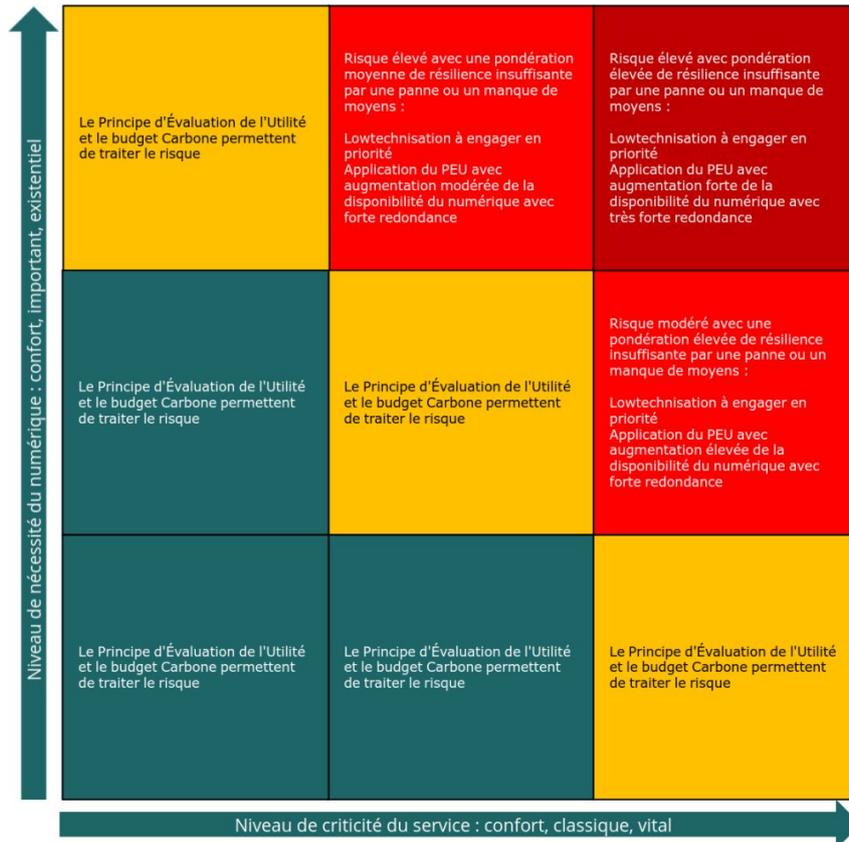


Figure 8. Actions à mener en fonction du niveau de risque

3.1. Quelles sont les étapes de la montée en maturité ?

Il est bien évident qu'une organisation qui déploie l'écoconception pour la première fois va devoir y aller progressivement et monter en maturité. Il est en effet illusoire de vouloir mettre la barre au plus haut et démarrer avec un budget carbone et toute la démarche.

Celles qui ont déjà entamé la démarche se positionneront en fonction de leur avancée du sujet.

Étape 0 : apprendre et se structurer

Il est important de commencer par sensibiliser au sujet du numérique responsable l'ensemble des parties prenantes, de former l'ensemble des équipes et de créer une équipe de référence numérique responsable qui accompagnera les projets, réalisera la veille, capitalisera sur les acquis.

Étape 1 : commencer par les bases simples

Il s'agit ici de définir deux éléments importants :

- le référentiel des bonnes pratiques de l'organisation ;
- l'outillage d'évaluation ou de mesure compatible avec le contexte technique et sécurité de l'organisation.

Cette étape se fait avec les spécialistes de l'entreprise comme des architectes d'entreprise, fonctionnels..., des experts frontend, backend, des référents et référentes agiles, sécurité, hébergement...

Étape 2 : sélectionner 2 ou 3 projets pilotes simples à mettre en œuvre

Pour assurer la réussite, il est important que ces projets soient menés par des équipes convaincues du sujet, ayant si possible déjà entamé une approche locale. L'efficacité de la démarche sera la meilleure si les projets sont des évolutions majeures.

Pour ces projets pilotes, la démarche se base sur les axes suivants avec les référents NR en support :

- adapter au contexte de chaque projet le référentiel des bonnes pratiques de l'organisation ainsi que l'outillage
- auditer la version en cours au regard du référentiel adapté
- évaluer l'impact de la version en cours avec l'outillage adapté
- définir un plan d'action à partir de l'audit et de l'évaluation
- intégrer les bonnes pratiques dans les exigences non fonctionnelles du projet
- intégrer les principes d'évaluation de l'utilité aux exigences pour commencer à arbitrer
- réaliser le projet
- capitaliser sur l'intégration de cette étape de l'écoconception

Étape 3 : déployer à tous les projets en fonction de la roadmap globale

Toujours dans une optique de progressivité, la capitalisation faite sur les projets pilotes se déploie sur l'ensemble des projets avec le support des référents NR qui assurent aussi un suivi de l'amélioration continue à la fois des projets et des référentiels.

La feuille de route globale pourra et devra être amendée en termes de priorisation en fonction de la cible visée et du travail dans les étapes suivantes.

Étape 4 : cartographier les services applicatifs et identifier les alternatives

Cette étape se fait en parallèle de la 3.

L'ensemble des services répertoriés de l'organisation sont répartis dans la matrice 3x3.

Pour les priorités 1 et 2, les spécialistes métiers et techniques s'engagent dans une lowtechnisation ou déterminent les solutions minimales répondant à la pérennité de l'organisation par la gestion des risques moyen/long terme du numérique.

Étape 5 : mesurer les impacts carbone et établir le budget associé

À partir de la situation actuelle, chacun des services applicatifs est évalué (bien évidemment selon des règles identiques) avec éventuellement la projection tenant compte du travail accompli en étape précédente.

Cela donne le premier budget par service et global. Il est important de réfléchir aussi à la baisse progressive de ce budget.

Étape 6 : utiliser la démarche et arbitrer selon le budget carbone

Le budget carbone est défini. Sa diminution aussi. Les services sont répartis selon leur risque. Au fur et à mesure que la feuille de route des services se déroule, les arbitrages commencent à se faire et le budget s'équilibre en fonction des besoins effectifs.

4. CONCLUSION

L'application de la démarche et la montée en maturité doivent se faire progressivement, sans brûler les paliers.

Il est toutefois essentiel de se créer une feuille de route complète intégrant l'ensemble du dispositif afin de ne pas se tromper dans les choix des projets pilotes ou l'allocation des ressources selon un futur budget à définir ou une priorisation à venir.

Toutes les étapes sont importantes pour arriver au meilleur résultat possible ; la capitalisation et donc l'amélioration continue menée par l'équipe de référence numérique responsable sont aussi un facteur clé du dispositif. L'étape 0 est ainsi fondamentale et la réussite résidera dans sa bonne mise en place.

Cet article n'a abordé la notion de risque que sous l'angle des ressources. Avec une grande justesse, CLOTILDE MAURY m'a fait remarquer qu'avec l'intensification des falsifications permises et très fortement simplifiées par l'IA, beaucoup de personnes auront de moins en moins confiance dans le numérique et souhaiteront se tourner vers d'avantage d'humain dans les services ; les réhumaniser deviendra assurément un avantage concurrentiel en plus d'en assurer la pérennité. Les deux axes convergent et se renforcent pour aller vers un numérique beaucoup plus responsable.

Un remerciement tout particulier à STÉPHANE CROZAT pour les échanges que nous avons initiés autour de ces concepts, échanges qui continueront pour mieux approfondir la réflexion.

LISTE DE FIGURES

Explosion de la création des données par année	2
Le tunnel carbone invisibilise les autres impacts	4
Les limites planétaires et les dépassements	4
Gisements des gains potentiels dans la création d'un service numérique	6
Exemple d'évaluation de l'utilité avec le Greensoft Model	8
Matrice d'évaluation des risques du numérique sur le métier	9
Évaluation des risques pondérés	10
Actions à mener en fonction du niveau de risque	12

BIBLIOGRAPHIE

- [1] J. van der Hoeven et al. GNU TeXmacs. <https://www.texmacs.org>, 1998.

ANNEXE A. LICENCE DU DOCUMENT

La licence d'utilisation de ce document est : CC BY-NC-SA 4.0, Creative Common - Attribution - Utilisation non commerciale - Partage dans les mêmes conditions 4.0 International.

Vous trouverez la licence complète sur le site de [Creative Commons](#). La suite de cette annexe vous rappelle les termes principaux de la licence. Veuillez vous référer à la licence sur le site pour en connaître tout le contenu.

Vous êtes autorisé à :

1. **Partager** — copier, distribuer et communiquer le matériel par tous moyens et sous tous formats
2. **Adapter** — remixer, transformer et créer à partir du matériel
3. L'Offrant ne peut retirer les autorisations concédées par la licence tant que vous appliquez les termes de cette licence.

Selon les conditions suivantes :

1. **Attribution** — Vous devez créditer l'Œuvre, intégrer un lien vers la licence et indiquer si des modifications ont été effectuées à l'Œuvre. Vous devez indiquer ces informations par tous les moyens raisonnables, sans toutefois suggérer que l'Offrant vous soutient ou soutient la façon dont vous avez utilisé son Œuvre.
2. **Pas d'Utilisation Commerciale** — Vous n'êtes pas autorisé à faire un usage commercial de cette Œuvre, tout ou partie du matériel la composant.
3. **Partage dans les Mêmes Conditions** — Dans le cas où vous effectuez un remix, que vous transformez, ou créez à partir du matériel composant l'Œuvre originale, vous devez diffuser l'Œuvre modifiée dans les mêmes conditions, c'est à dire avec la même licence avec laquelle l'Œuvre originale a été diffusée.
4. **Pas de restrictions complémentaires** — Vous n'êtes pas autorisé à appliquer des conditions légales ou des mesures techniques qui restreindraient légalement autrui à utiliser l'Œuvre dans les conditions décrites par la licence.