

DISPOSER D'UNE METHODOLOGIE D'EVALUATION DES TECHNOLOGIES

DEFINITION D'UNE APPROCHE D'EVALUATION DES TECHNOLOGIES
EXISTANTES ET EN DEVELOPPEMENT ET DE LEURS IMPACTS

GRUPE DE TRAVAIL « INNOVATION »

Executive summary

Le présent livrable intitulé « Définition d'une approche d'évaluation des technologies existantes et en développement et de leurs impacts » réalisé par le sous-groupe de travail n°1 : « Disposer d'une méthodologie d'évaluation des technologies » s'inscrit plus largement dans le cadre des travaux du groupe « Innovation ». Ce livrable rend compte du travail collectif mené par les dix entités représentées : Orange, Ericsson, Aginode, Sycabel, Direction Générale des Entreprises (DGE), Fédération Française des Télécoms (FFT), pôle de compétitivité Images et Réseaux (PIMR), pôle de compétitivité Systematic, Nokia & CEA.

Les résultats présentés dans ce rapport sont :

1. **Une cartographie non exhaustive des méthodologies d'évaluation des infrastructures numériques.** Chaque méthode est associée à une fiche descriptive. Nous avons volontairement choisi de ne pas inclure des méthodologies d'évaluation prescrites par la réglementation pour le domaine des infrastructures numériques (ex : DAS) afin d'éviter la redondance et d'encourager la progression des connaissances.
2. **Une synthèse de dix interviews d'experts** de méthodologies d'évaluation internes et externes au groupe de travail ainsi que les interviews de chaque expert. Leurs apports portent sur les pratiques des organisations, les méthodologies existantes, la pertinence et les limites de l'intention de ce travail.
3. Enfin, **trois démarches pour évaluer les impacts prospectifs et rétrospectifs** des terminaux, des réseaux et d'une technologie d'intelligence artificielle selon divers points de vue : environnemental, social / sociétal, éthique, économique, technique, règlementaire.

De ce rapport, nous pouvons extraire les méthodes les plus utilisées par les organisations participantes au groupe de travail :

- **Analyse du cycle de vie (ACV)** pour évaluer l'impact environnemental d'un produit tout au long de son cycle de vie.
- **Norme ITU-T L.1480** pour évaluer l'impact net de l'usage d'un service numérique sur les émissions de carbone.
- **Technology Readiness Level** pour évaluer la maturité d'une technologie.

Toutefois, en plus des méthodologies d'évaluation utilisées fréquemment par les industriels (ACV, norme ITU-T L.1480, TRL etc.), les entités recommandent un certain nombre de méthodologies peu utilisées mais tout aussi intéressantes :

- **Dimensions social/sociétal, économique, environnemental** : [Business model 360°](#) pour identifier des gisements de valeur sociale, sociétale, environnementale et économique, des méthodes de consultations publiques pour obtenir l'avis des citoyens et des parties prenantes (ex : hors bord)
- **Dimension éthique** : [Human Rights Impact Assessment \(HRIA\)](#) pour s'assurer que les technologies respectent les normes internationales en matière de droits de l'Homme.
- **Branche souveraineté** : une méthode pour évaluer la résilience de la chaîne d'approvisionnement.
- **Dimension social / sociétal** : [Product Social Impact Assessment \(PSIA\)](#), une méthode pour évaluer les impacts sociaux potentiels des produits et services développés avec et pour les industriels. Elle est régulièrement actualisée et un travail important a été fait pour favoriser son applicabilité.

Néanmoins, afin d'enrichir la cartographie et par conséquent, mettre à la disposition des lecteurs des démarches d'évaluation consolidées, il apparaît pertinent, dans un premier temps, de diffuser ce travail à l'ensemble des organisations du Comité Stratégique de Filière Infrastructures Numériques pour apports et ajouts éventuels. Dans un second temps, l'intégration d'experts des méthodologies d'évaluation serait également à envisager. Enfin, afin d'assurer une utilisation des méthodologies d'évaluation recommandées par le groupe de travail, une formation des adhérents pourrait être envisagée. La valorisation de ces méthodes, méconnues, aurait une incidence notable sur le développement des technologies.

Table des matières

Executive summary	1
1. Introduction	4
2. Démarches d'évaluation	5
2.1. Cartographie et fiches descriptives des méthodes.....	6
2.2. Synthèse des interviews	7
2.3. Démarches d'évaluation (terminaux, réseaux, IA)	8
2.4. Démarche d'évaluation des terminaux.....	9
2.5. Démarche d'évaluation des réseaux.....	10
2.6. Démarche d'évaluation des IA.....	11

1. Introduction

Le Comité Stratégique de Filière (CSF) « Infrastructure Numérique » est constitué d'un nombre important d'entreprises dont la chaîne de valeur s'étend des fabricants de câbles, en passant par les équipementiers et les installateurs jusqu'aux opérateurs télécoms. L'ensemble des signataires du contrat de filière se sont accordés sur une liste de quatre projets ambitieux :

1. Le développement de la 5G et des réseaux du futur au service de la réindustrialisation
2. La création d'un écosystème d'innovation dynamique
3. Le développement de l'industrie des territoires connectés
4. L'attractivité des emplois et le développement des compétences au sein de la filière
5. Le développement de l'offre française à l'international
6. La transition écologique dans le développement des nouveaux réseaux

Ces projets poursuivent un objectif commun : fédérer tout un écosystème numérique pour répondre aux besoins de connectivité des citoyens et contribuer au développement d'usages numériques dans les territoires, au service du grand public, des industries et des pouvoirs publics.

Le présent livrable intitulé « Définition d'une approche d'évaluation des technologies existantes et en développement et de leurs impacts » rend compte du travail collectif mené par les dix entités représentées : Orange, Ericsson, Aginode, Sycabel, Direction Générale des Entreprises (DGE), Fédération Française des Télécoms (FFT), Pôle de compétitivité Images et Réseaux (PIMR), pôle de compétitivité Systematic, Nokia, & CEA. Il s'agit d'un guide présentant des démarches d'évaluation des technologies d'infrastructures numériques actuelles et futures dans le but de mesurer leurs impacts environnementaux, sociaux / sociétaux, éthiques, économiques, sanitaires, techniques et réglementaires.

Dans le cadre de la rédaction de ce livrable, nous souhaitons porter à l'attention des lecteurs un certain nombre de points de vigilance :

1. Ce présent livrable n'a pas vocation à proposer une ou plusieurs démarches d'évaluation idéales. Le groupe de travail a conscience que chaque évaluateur¹ a ses propres contraintes, ses propres exigences, ses propres objectifs, ainsi, l'évaluateur est libre d'adapter les démarches à ses besoins.
2. L'arborescence des méthodologies d'évaluation des infrastructures numériques propose une liste non exhaustive des méthodes. Nous avons volontairement choisi de ne pas inclure des méthodologies d'évaluation maîtrisées par un public expert ou spécialisé dans les infrastructures numériques afin d'éviter la redondance et d'encourager la progression des connaissances.
3. Des entretiens n'ont pu être réalisés avec des experts pour chaque dimension de la cartographie, la représentativité dans les entretiens s'en trouve donc limitée. De plus, les informations sur lesquelles se basent notre travail sont issues de ces entretiens et d'informations publiquement accessibles sur le web mais il est probable que d'autres initiatives existent sans qu'elles soient librement accessibles. Enfin, aucun pôle de compétitivité et PME n'ont pu être interrogés.
4. L'expertise des membres étant, naturellement, restreinte, ce rapport propose des premières pistes de réflexion pour évaluer des technologies actuelles et futures selon divers points de

¹ Évaluateur : entité ou personne souhaitant évaluer une technologie selon nos recommandations.

vue : environnementaux, sociaux / sociétaux, éthiques, économiques, techniques et réglementaires.

2. Démarches d'évaluation

Dans la première partie de ce rapport, le lecteur prendra connaissance des points saillants extraits des interviews d'experts internes et externes au groupe de travail, d'une cartographie non-exhaustive des méthodes d'évaluation des technologies construites grâce aux informations partagées lors des échanges avec les experts ainsi que grâce à des recherches bibliographiques. Enfin, ces éléments ont permis au groupe de travail de définir trois démarches d'évaluation à destination des réseaux, des terminaux et des intelligences artificielles.

L'approche que nous adoptons dans ce présent livrable permet d'évaluer les impacts environnementaux, sanitaires, sociaux / sociétaux, éthiques, économiques, techniques et réglementaires de trois catégories de technologies d'infrastructures numériques :

1. Terminaux
2. Réseaux
3. L'Intelligence Artificielle (IA) appliquée aux datacenters, terminaux et réseaux

Les démarches d'évaluation présentées ci-après ont été construites grâce au travail effectués par les dix entités impliquées dans la rédaction de ce présent livrable.

Chacun des trois cas d'application présentés ci-après ont fait l'objet de premiers questionnements :

- Dans quelle catégorie s'inscrit la technologie à évaluer ?
- Quel.s impact.s évaluer ?

Au regard de ces premiers éléments de réponses, le choix d'appliquer une méthode plutôt qu'une autre, voire plusieurs méthodes appartient à l'évaluateur. Pour l'aider dans sa prise de décision, nous avons défini collectivement 4 principaux critères de sélection d'une méthode d'évaluation et 2 sous-critères :

- Description de la méthode : objectifs de la méthode, types de résultats obtenus, méthode multicritères, monocritère, public cible.
- Robustesse et confiance : reproductibilité, méthode normalisée, maturité d'une méthode, vérifiabilité.
- Facilité de mise en œuvre d'une méthode : coût, durée, expertise précise pour mettre en œuvre la méthode.
- Disponibilité des données,
- Méthode qualitative VS quantitative,
- Précision

Ainsi, en fonction des choix réalisés par l'évaluateur d'une technologie, une analyse moins rigoureuse des impacts d'une technologie permettra d'obtenir des ordres de grandeur. Une analyse approfondie permettra d'obtenir des résultats détaillés et précis à condition que les données soient fiables.

Le parti pris de ce rapport a été de mettre en exergue des démarches d'évaluation complètes afin de présenter l'ensemble des méthodes pouvant être appliquées à chaque catégorie de technologies d'infrastructures numériques, toutefois, dans certains cas, conduire une évaluation sur un aspect spécifique ou une combinaison d'évaluation sur des aspects spécifiques peuvent être nécessaires pour

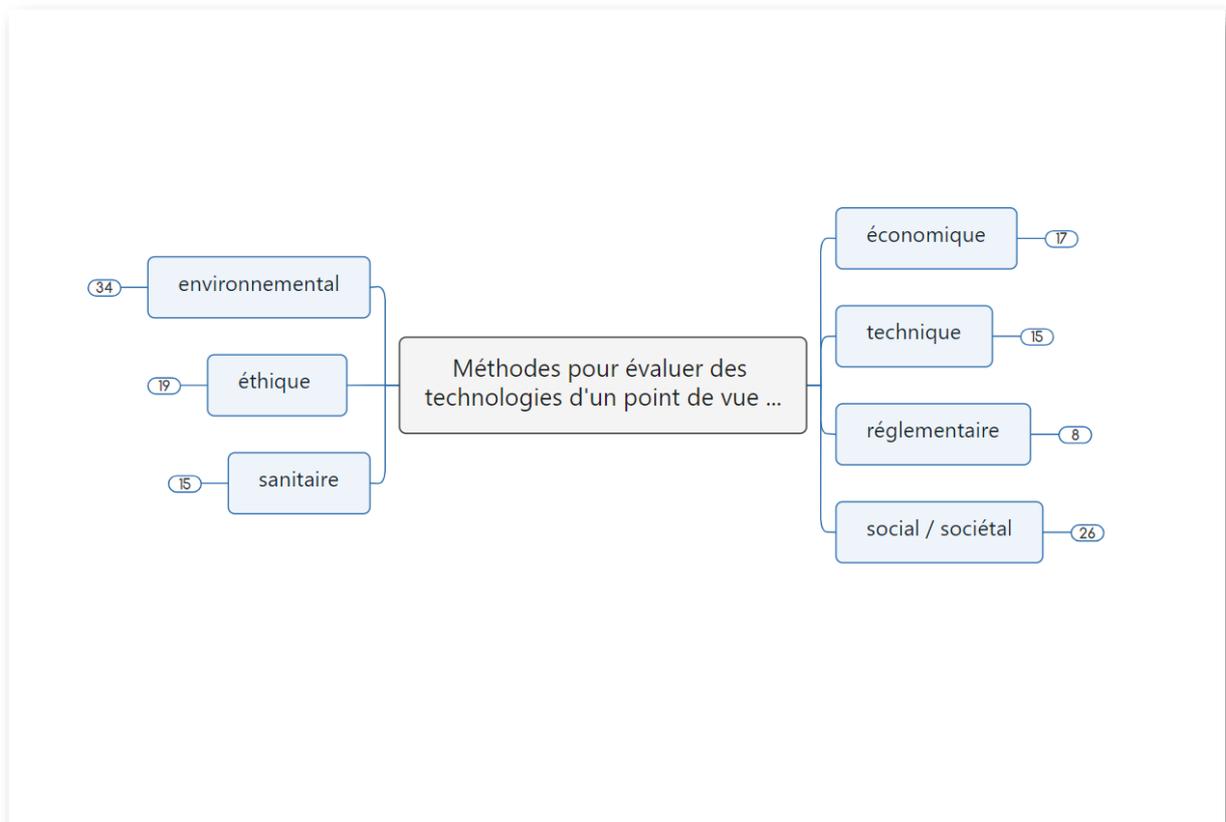
se concentrer sur des points précis requérant une attention particulière. Par ailleurs, une évaluation holistique pouvant représenter un investissement significatif (en termes de temps et/ou d'argent), des priorisations sur certains aspects d'évaluation spécifiques ou sur des méthodologies moins précises mais moins complexes à mettre en œuvre sont à considérer.

2.1. Cartographie et fiches descriptives des méthodes

Vous pouvez consulter la cartographie des méthodologies d'évaluation sur [le site du CSF « Infrastructures Numériques »](#).

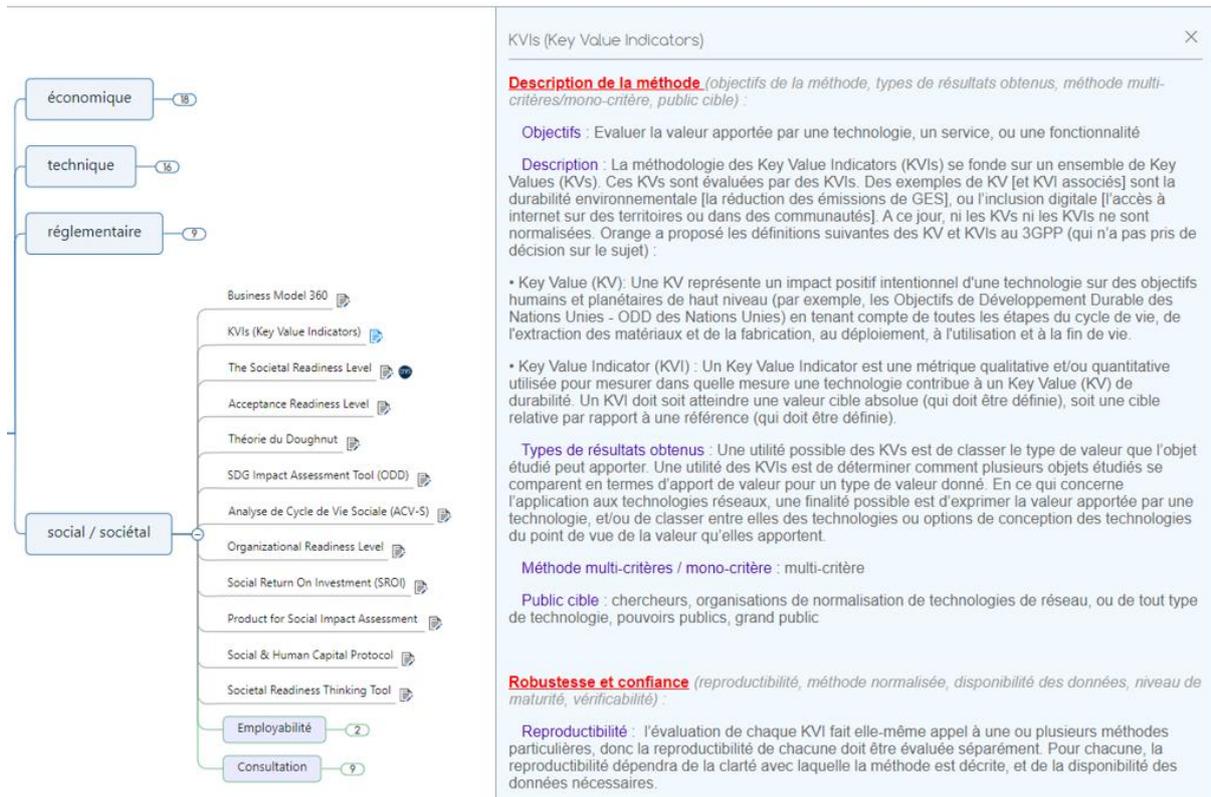
Une arborescence composée des méthodologies d'évaluation collectées par l'intermédiaire d'interviews et de recherches bibliographiques a été créée. Cette arborescence permet :

- De porter à la connaissance d'un public expert ou spécialisé dans les infrastructures numériques, des méthodologies d'évaluation méconnues,
- D'avoir une représentation des méthodologies existantes selon divers aspects.



Cette arborescence nous a permis de construire les démarches d'évaluation recommandées ci-après et constitue une base de réflexion pour la création de futures démarches d'évaluation.

Chaque méthodologie de cette cartographie est associée à une fiche descriptive où un certain nombre d'informations sont listées : objectifs, description, durée de mise en œuvre, méthodologie quantitative/qualitative, source, etc. À noter qu'une méthodologie se trouvera dans plusieurs dimensions dans le cas où celle-ci permet d'évaluer plusieurs aspects d'une technologie.



Les moyens et objectifs de chaque évaluation pouvant être différents, il est apparu pertinent de constituer cette boîte à outils et les fiches descriptives associées afin de permettre aux évaluateurs d'ajuster les démarches pour leur cas spécifique.

Point de vigilance : l'arborescence des méthodologies d'évaluation des infrastructures numériques proposée est une liste non exhaustive des méthodes. Nous avons volontairement choisi de ne pas inclure des méthodologies d'évaluation maîtrisées par un public expert ou spécialisé dans les infrastructures numériques afin d'éviter la redondance et d'encourager la progression des connaissances.

2.2. Synthèse des interviews

Points saillants issus des entretiens d'experts :

- **Confirmation de la pertinence d'une évaluation holistique.** De plus en plus de réflexions et d'initiatives dans ce sens mais pas encore abouties
- Nécessaire mais difficile question **des compromis et arbitrages** entre les dimensions et les différents impacts. Faut-il hiérarchiser ? Si oui, comment ? Qui est légitime ?
- Constat **d'évaluations non holistiques** (souvent unidimensionnelle) aujourd'hui. Aucun interlocuteur identifié positionné sur l'évaluation conjointe de l'ensemble des dimensions
- Antériorité souvent assez récente (- 5 ans) pour l'évaluation des aspects non économiques ou techniques
- **Besoin de simplification** de certaines méthodologies pour favoriser leur large utilisation. Concernant notamment l'ACV environnementale et les méthodes de calcul des émissions carbone évitées, par exemple pour identifier rapidement les ordres de grandeur.

- Besoin qui concerne parfois plus la **combinaison des méthodologies** et leur adaptation à une intention et un contexte spécifique qu'un besoin de développement méthodologique
- Besoins relatifs aux méthodologies d'évaluation futures sont assez variés
- **L'évaluation des impacts seule pourrait être limitante.** D'une approche techno-centrée, il faudrait peut-être évoluer vers une analyse des modèles d'affaires associés aux technologies
- **L'intégration des parties prenantes** dans l'évaluation est fortement recommandée

2.3. Démarches d'évaluation (terminaux, réseaux, IA)

Les démarches d'évaluation présentées ci-après ont été imaginées par les dix organisations à partir de la cartographie non-exhaustive des méthodologies d'évaluation. Dans le cadre de ce travail, des manques ont été relevés dans la cartographie. Toutefois, n'ayant pas connaissance de certaines méthodologies, un code couleur a été défini.

Tableau 1 : extrait de la démarche d'évaluation des terminaux

	Méthodes	Objectifs
Sanitaire	Exposition aux écrans	Evaluer l'impact de l'exposition aux écrans
	Débit d'Absorption Spécifique (DAS) : Norme NF EN 50360 Norme NF EN 50566	Mesurer les ondes électromagnétiques absorbées par le corps humain.
	Commission internationale de protection contre les rayonnements non ionisants (ICNIRP)	Limiter l'exposition aux champs électromagnétiques.
	SWOT	Identifier les forces, les faiblesses, les opportunités et les menaces d'un projet.

Les méthodes et objectifs notées **en rouge** correspondent aux informations manquantes, toutefois un besoin d'évaluation a été ressenti sur ces points pour évaluer l'impact d'une exposition aux écrans et identifier une ou plusieurs méthodes d'évaluation pour limiter l'exposition aux champs électromagnétiques.

Les méthodes notées **en bleue** sont visibles sur la cartographie des méthodes d'évaluation. Une fiche descriptive est associée à chaque méthode.

À noter : les trois catégories terminaux, réseaux et Intelligence Artificielle ont été sélectionnées à titre d'exemple.

2.4. Démarche d'évaluation des terminaux

La démarche proposée ci-dessous permet de réaliser une évaluation complète prospective (et/ou rétrospective) d'une technologie de terminal.

	Méthodes	Objectifs
Environnemental	Indice de réparabilité	Attribuer une note sur 10 qui indique si le produit est plus ou moins facile à réparer. Sensibiliser les consommateurs à la réparation du produit dès son achat.
	UIT L.1480	Evaluer l'impact net de l'usage d'un service numérique sur les émissions de carbone.
	ISO 14040 et ISO 14044	Quantifier l'impact environnemental d'un système sur l'ensemble de son cycle de vie.
	ACV de services numériques, de composants	Evaluer les impacts environnementaux d'un produit (au sens large), selon plusieurs critères et sur l'ensemble du cycle de vie.
Economique	Business model 360	Identifier des gisements de valeur sociale, sociétale, environnementale et économique
Technique	Technology Readiness Level (TRL)	Evaluer le niveau de maturité d'une technologie jusqu'à son intégration dans un système complet et son industrialisation.
	Key Performance Indicators (KPI) (débit, latence, etc.)	Evaluer l'efficacité d'une action.
Réglementaire	Analyse des risques	Evaluer la fréquence d'apparition des risques et l'impact de ceux-ci.
	Sécurité (recommandation UIT-T X.1214)	Evaluer la sécurité dans les réseaux de télécommunication / technologies de l'information et de la communication.
	Critères communs	Fournir la garantie que les produits de sécurité informatique ont été évalués de manière rigoureuse et reproductible.
Social / Sociétal	Hors-bord	Comprendre du point de vue des parties prenantes, ce qui représente un obstacle au progrès.
Ethique	Hors-bord	Comprendre du point de vue des parties prenantes, ce qui représente un obstacle au progrès.
	Human Rights Impact Assessment	S'assurer que les technologies respectent les normes internationales en matière de droits de l'Homme.
Sanitaire	Exposition aux écrans	Evaluer l'impact de l'exposition aux écrans
	Débit d'Absorption Spécifique (DAS) : normes NF EN 50360 et NF EN 50566	Mesurer les ondes électromagnétiques absorbées par le corps humain.
	Commission internationale de protection contre les rayonnements non ionisants (ICNIRP)	Limiter l'exposition aux champs électromagnétiques.
	SWOT	Identifier les forces, les faiblesses, les opportunités et les menaces d'un projet.

2.5. Démarche d'évaluation des réseaux

La démarche proposée ci-dessous permet de réaliser une évaluation complète prospective (et/ou rétrospective) d'une technologie de réseaux.

	Méthodes	Objectifs
Environnemental	UIT L.1480	Evaluer l'impact net de l'usage d'un service numérique sur les émissions de carbone.
	ISO 14040 et ISO 14044	Quantifier l'impact environnemental d'un système sur l'ensemble de son cycle de vie.
	ACV de services numériques, de composants	Evaluer les impacts environnementaux d'un produit (au sens large), selon plusieurs critères et sur l'ensemble du cycle de vie.
Economique	Business model 360	Identifier des gisements de valeur sociale, sociétale, environnementale et économique.
Technique	Technology Readiness Level (TRL)	Evaluer le niveau de maturité d'une technologie jusqu'à son intégration dans un système complet et son industrialisation.
	Key Performance Indicators (KPI) (débit, latence, etc.)	Evaluer l'efficacité d'une action.
Souveraineté	Résilience de la chaîne d'approvisionnement	Capacité d'une chaîne d'approvisionnement à s'adapter ou se transformer face aux changements.
Réglementaire	Analyse des risques	Evaluer la fréquence d'apparition des risques et l'impact de ceux-ci.
	Sécurité (recommandation UIT-T X.1214)	Evaluer la sécurité dans les réseaux de télécommunication / technologies de l'information et de la communication.
	Critères communs	Fournir la garantie que les produits de sécurité informatique ont été évalués de manière rigoureuse et reproductible.
Social / Sociétal	Hors-bord	Comprendre du point de vue des parties prenantes, ce qui représente un obstacle au progrès.
Ethique	Hors-bord	Comprendre du point de vue des parties prenantes, ce qui représente un obstacle au progrès.
	Human Rights Impact Assessment	S'assurer que les technologies respectent les normes internationales en matière de droits de l'Homme.
Sanitaire	Débit d'Absorption Spécifique (DAS) : norme NF EN 50360 et NF EN 50566	Mesurer les ondes électromagnétiques absorbées par le corps humain.
	Commission internationale de protection contre les rayonnements non ionisants (ICNIRP)	Limitier l'exposition aux champs électromagnétiques.
	SWOT	Identifier les forces, les faiblesses, les opportunités et les menaces d'un projet.

2.6. Démarche d'évaluation des IA

À noter : pour fonctionner une Intelligence Artificielle a besoin de datacenters, de réseaux spécifiques ainsi que de terminaux utilisateurs. Ainsi, pour évaluer les impacts d'une Intelligence Artificielle (IA), il est nécessaire de prendre compte les infrastructures numériques associées.

La démarche proposée ci-dessous permet de réaliser une évaluation complète prospective (et/ou rétrospective) de l'IA en tant que technologie transverses aux datacenters, réseaux et terminaux.

	Méthodes	Objectifs
Environnemental	ACV de services numériques, de composants	Evaluer les impacts environnementaux d'un produit (au sens large), selon plusieurs critères et sur l'ensemble du cycle de vie.
	EcoLogits Calculator	Suivre la consommation d'énergie et l'empreinte environnementale de l'utilisation de modèles d'IA génératifs
Economique	Business model 360	Identifier des gisements de valeur sociale, sociétale, environnementale et économique.
Technique	Ratio performance / complexité	
Réglementaire	Compatibilité avec l'IA Act (loi européenne)	
Social / Sociétal	Business model 360	Identifier des gisements de valeur sociale, sociétale, environnementale et économique
	Consultation publique	Obtenir des informations relatives : - aux opinions, attitudes et expériences, - aux attentes des participants vis-à-vis d'un sujet donné.
	Effets rebonds d'un passage à l'IA	Emissions induites par le changement de technologies pour intégrer de l'IA.
	Données d'entraînement transparentes	Rendre les données d'entraînement transparentes pour comprendre les biais.
Ethique	Human Rights Impact Assessment	S'assurer que les technologies respectent les normes internationales en matière de droits de l'Homme.
	Social Readiness Level (SRL)	Evaluer le degré d'adaptation sociétale d'un projet pour être intégré dans la société.
	Consultation publique	Obtenir des informations relatives : - aux opinions, attitudes et expériences, - aux attentes des participants vis-à-vis d'un sujet donné.
Souveraineté	Résilience de la chaîne d'approvisionnement	Capacité d'une chaîne d'approvisionnement à s'adapter ou se transformer face aux changements
	Dépendance à des outils non souverains	Limiter l'espionnage industriel