



# Référentiel de connaissances pour un numérique éco-responsable

GDS CNRS EcoInfo<sup>1</sup>

---

EcoInfo est un groupement de services (GDS) du CNRS, qui regroupe des ingénieurs, chercheurs, étudiants des secteurs de la recherche et de l'enseignement supérieur en France, déterminés à agir pour réduire les impacts négatifs environnementaux et sociétaux du numérique. La formation autour des impacts environnementaux du numérique est l'une des thématiques de travail d'EcoInfo. Un référentiel indiquant les connaissances que pourraient contenir ce type de formation nous a rapidement paru manquer. Nous avons donc commencé à construire une telle ressource. Nous présentons dans cet article les principes et l'organisation de ce référentiel, afin que la lectrice ou le lecteur puisse s'en faire une idée. La version courante du référentiel est accessible librement sur HAL [1].

## Présentation du référentiel

### *Objectif*

L'objectif était de définir un référentiel commun pour les enseignements sur le numérique responsable (impacts du numérique et comment les limiter), à destination de formations en informatique ou d'autres filières incluant des cours d'informatique. Nous cherchions à répondre à la question suivante :

---

1. Contributeurices et contributeurs : Pierre Boulet, Sylvain Bouveret, Aurélie Bugeau, Emmanuelle Frenoux, Julien Lefevre, Anne-Laure Ligozat, Kevin Marquet, Philippe Marquet, Olivier Michel, et Olivier Ridoux; coordination par Anne-Laure Ligozat ([anne-laure.ligozat@limsi.fr](mailto:anne-laure.ligozat@limsi.fr)) et Kevin Marquet ([kevin.marquet@insa-lyon.fr](mailto:kevin.marquet@insa-lyon.fr)).

Quelles connaissances devrait apporter une formation en informatique à des étudiantes et étudiants pour leur permettre d'apporter des réponses aux enjeux environnementaux et sociétaux dans leur vie professionnelle et citoyenne ?

Le référentiel est donc focalisé sur les impacts du numérique, mais certains aspects plus généraux (enjeux environnementaux, contexte économique...) sont néanmoins abordés car nécessaires à la compréhension des aspects informatiques.

### ***Nécessité de développer ces enseignements***

Le manifeste étudiant pour un enseignement supérieur durable de 2015<sup>2</sup>, le manifeste étudiant pour un réveil écologique<sup>3</sup> ou les Consultations nationales étudiantes<sup>4</sup> du Réseau des étudiants français pour le développement durable (REFEDD) montrent que les étudiantes et étudiants sont en attente forte d'enseignements prenant en compte les enjeux environnementaux. Or, selon le rapport du *Shift Project* sur l'enseignement supérieur pour le climat de 2018<sup>5</sup>, « *l'offre est largement insuffisante, avec seulement 11 % des formations qui abordent actuellement les enjeux climat-énergie de manière obligatoire.* » Nous pensons que les ressources pédagogiques concernant les enjeux du numérique spécifiquement sont actuellement trop peu nombreuses, et espérons aider à les développer avec ce référentiel.

### ***Liens avec des référentiels de compétences***

Nous avons choisi d'aborder le problème par l'angle des connaissances, c'est-à-dire des savoirs indispensables dans les formations en informatique, car il nous semble que la difficulté à mettre en œuvre un programme sur cette thématique est un point potentiellement bloquant. Nous considérons, en outre, que les compétences attendues dans les formations visées dépendent des objectifs de ces formations. Nous donnons néanmoins dans le référentiel des exemples de compétences pouvant être associées à certains thèmes, ainsi que des liens vers des guides de compétences existants.

## **Contenu du référentiel**

Aborder la dimension écologique du numérique nécessite de brosser un panorama thématique très large. Nous avons choisi, pour structurer ce référentiel, de partir du contexte environnemental, sociétal et économique avant de détailler les impacts du numérique ; puis, nous donnons des pistes pour mesurer et réduire ces impacts.

---

2. <http://refedd.org/wp-content/uploads/2016/03/Manifeste-%C3%A9tudiant-REFEDD.pdf>

3. <https://pour-un-reveil-ecologique.org/fr>

4. <https://refedd.org/cne/>

5. <https://theshiftproject.org/article/nouveau-rapport-mobiliser-superieur-climat/>

La structure du référentiel est donc la suivante :

### (1) **Contexte**

Dans cette partie, sont décrites les connaissances de base à avoir pour appréhender le rôle du numérique vis-à-vis de l'écosystème. La présentation va du plus général (enjeux écologiques) au plus particulier (secteur du numérique). Ces connaissances peuvent être plus ou moins approfondies et faire l'objet d'éventuels TD/TP en fonction de la formation et de la spécialité du public visé. Il appartient à chacun ou chacune de s'approprier ces thématiques en fonction de ses objectifs.

— **Nécessité d'un développement soutenable** : parler des enjeux écologiques de nos sociétés nécessite de définir, dans les grandes lignes, ce que sont leurs impacts environnementaux, et la façon dont ils ont été traités avec une perspective historique.

— **Enjeux environnementaux** : pour réaliser la nécessité d'aller vers un développement humain soutenable écologiquement, il faut comprendre un minimum de notions autour de l'écologie, et de ce qu'on appelle *environnement*.

— **Prise de conscience de ces impacts** : la prise de conscience des impacts environnementaux est ancienne et différentes notions et principes ont été introduits pour la conceptualiser.

— **Ressources** : les infrastructures numériques sont fabriquées à l'aide de matériaux – ou *ressources primaires* – et alimentées en énergie. Il est donc important d'avoir une compréhension minimale de ces notions pour appréhender les enjeux environnementaux du numérique.

— **Les ressources primaires** : les ressources primaires utilisées pour bâtir les infrastructures numériques sont très diverses mais les notions importantes à connaître les concernent toutes.

— **L'énergie** : il faut de l'énergie pour fabriquer et faire fonctionner les infrastructures numériques. Il est donc nécessaire d'avoir un minimum de connaissances sur sa production pour appréhender les aspects écologiques de ces infrastructures.

— **Le système économique et productif mondial** : le déploiement et la maintenance des infrastructures numériques se fait dans un système économique et productif mondialisé très complexe. Appréhender les aspects écologiques du numérique et comment les améliorer ne peut se faire qu'en comprenant ce système globalement.

— **Le secteur numérique** : avant d'en aborder les impacts environnementaux, il est utile de connaître la situation du secteur du numérique aujourd'hui.

— **Évolution du secteur du numérique** : qu'est-ce qu'un appareil numérique? Comment ces appareils ont-ils évolué depuis les années

1950 ?

- **Infrastructure numérique** : le numérique repose aujourd’hui sur une infrastructure matérielle que l’on peut décomposer en trois parties : centres de calcul, réseaux, terminaux.
- **Usages** : l’infrastructure numérique permet une variété d’usages au travers de différents mécanismes (communiquer, (s’)informer, calculer, produire des données).

### (2) Comprendre : les impacts environnementaux du numérique

Il s’agit ici de présenter les différents types d’impacts environnementaux du numérique : quels sont les ressources ou phénomènes sur lesquels le numérique a un impact direct, et quels sont les effets systémiques du numérique, c’est-à-dire en quoi l’utilisation du numérique peut-elle avoir des effets sur les autres secteurs de la société ?

- **Impacts directs** : la fabrication, le transport et l’alimentation d’appareils sont des sources de consommation de ressources et de pollutions diverses. Ces impacts dits *directs* sont dûs à l’existence physique de ces appareils.
- **Effets socio-environnementaux indirects** : le numérique a un impact sur l’environnement autrement que par les pollutions liées à la fabrication et la consommation électrique des appareils : les usages numériques transforment les secteurs et ces transformations ont des effets positifs et négatifs du point de vue écologique.
- **Autres types d’impacts (sociaux, géopolitiques...)** : les impacts écologiques sont souvent indissociables de certains autres impacts, par exemple géopolitiques.
- **Évolution des impacts du numérique** : au-delà de l’impact du numérique à un moment donné, il est nécessaire de comprendre la dynamique d’évolution du secteur dans un contexte où une diminution drastique des impacts écologiques est préconisée par le GIEC.

### (3) Agir : mesurer les impacts

Il s’agit ici de montrer comment mesurer les impacts du numérique, à différents niveaux (service numérique, établissement...), avec différents critères (émissions de gaz à effet de serre et autres...).

- **Méthodologies (analyse de cycle de vie, bilan carbone)** : comme pour n’importe quel domaine, de nombreuses méthodologies peuvent être utilisées pour mesurer, au moyen de divers indicateurs, l’impact environnemental d’un appareil ou un service numérique ; chacune ayant son contexte d’application, ses avantages et ses limites.
- **Outils et indicateurs de mesure de consommation électrique** : à partir de mesures de consommation, il est possible d’établir un diagnostic.

#### (4) Agir : vers un numérique éco-responsable

Dans cette partie sont présentés plusieurs aspects d'un numérique éco-responsable : dans un premier temps, comment appliquer des critères environnementaux au numérique (*Green IT*) et dans un deuxième temps, comment le numérique peut contribuer au développement durable (*IT for Green*).

— **Des services numériques moins impactants** : dans cette section, nous présentons des méthodes et outils permettant de mettre en place un numérique plus respectueux de l'environnement, de diverses façons (analyse de l'impact, optimisation de solutions, méthodes d'implémentation). Nous abordons également le cadrage de ces bonnes pratiques par diverses normes et labels.

— **Normes et labels liés au numérique** : il existe très peu de dispositifs contraignants à l'heure actuelle sur l'éco-conception mais la réglementation tend à s'étoffer.

— **Le numérique au service de l'écologie** : le numérique peut être mis au service de l'écologie, par exemple en simulant le réchauffement planétaire pour le comprendre. Cette partie discute des principes, forces et faiblesses de l'*IT for Green*.

— **Des outils pour une meilleure compréhension du monde** : une meilleure compréhension du monde relève de la démarche scientifique classique avec des hypothèses, de la modélisation, des simulations, qui amènent à des prédictions puis d'éventuelles prises de décision.

— **Des outils pour moins se déplacer** : nous donnons une place particulière aux outils numériques permettant de moins se déplacer, étant donné le poids des transports dans les impacts environnementaux

— **Des outils pour mieux contrôler les ressources** : le plus souvent, les espoirs placés dans le numérique, concernant une réduction des impacts environnementaux, sont liés à un meilleur contrôle des ressources permis par certains traitements automatiques. Un exemple basique est de n'allumer les lumières que quand quelqu'un passe.

— **Des outils pour mieux partager** : il existe toute une partie de l'économie numérique visant à accroître la collaboration et le partage entre les personnes. L'espoir des uns est que cette frange de l'économie, permette par effet de bord, de favoriser les dispositifs de la transition écologique. La crainte des autres est qu'aucun dispositif numérique ne soit à la hauteur des enjeux environnementaux.

— **Bénéfices socio-environnementaux des dispositifs numériques** (éléments de réflexion) : malgré le potentiel souvent mis en avant du numérique pour aller vers un monde soutenable, les effets sont peu ou pas visibles, ce qui donne matière à réflexion.

— **Pourquoi et comment les organisations peuvent-elles intégrer les impacts du numérique ?** A priori, les « organisations » sont incluses dans leur diversité (orga-diversité, Graham & Gibson) : entreprises, associations, collectivités, etc., même si certains points abordés dans le référentiel détaillé pourront être spécifiques à certains types d'organisations.

#### (5) **Quelques acteurs du numérique responsable**

De nombreux acteurs s'intéressent aujourd'hui aux impacts du numérique ou aux domaines connexes. Ils ont différents points de vue, différentes méthodes, différents types de discours et plusieurs façon de travailler.

— **Développement durable, transitions, énergie...** : des acteurs ne travaillant pas forcément que sur le domaine numérique.

— **Numérique responsable** : plusieurs organismes travaillent spécifiquement sur le numérique.

— **Acteurs étudiants et/ou ingénieurs** : les réseaux étudiants et ingénieurs ont également pris connaissance des enjeux.

Pour chaque partie du référentiel, une introduction replace le contexte, quelques notions sont détaillées, et quelques pointeurs non exhaustifs sont donnés pour creuser le domaine. Le site web d'EcoInfo<sup>6</sup> pourra également fournir de nombreuses informations, en particulier dans la page « ressources » et la page listant les formations abordant les aspects environnementaux du numérique<sup>7</sup>.

## Conclusion

Ce référentiel n'est qu'une proposition de structuration pour aborder ce large champ d'études, que chacun ou chacune peut adapter selon ses souhaits. Nous espérons qu'il sera utile à la communauté. N'hésitez pas à nous communiquer toute remarque ou suggestion pour son amélioration.

## Références

[1] P. Boulet, S. Bouveret, A. Bugeau, E. Frenoux, J. Lefevre, A.-L. Ligozat, K. Marquet, Ph. Marquet, O. Michel, et O. Ridoux. Référentiel de connaissances pour un numérique éco-responsable, EcoInfo, 20 pages, septembre 2020, <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02954188>.

---

6. <https://ecoinfo.cnrs.fr>

7. <https://ecoinfo.cnrs.fr/formations-abordant-les-aspects-environnementaux-du-numerique>