



MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION
NATIONALE,
DE LA JEUNESSE
ET DES SPORTS

*Liberté
Égalité
Fraternité*



N°16

Mars 2022

Cette lettre ÉduNum interroge la notion d'**empreinte environnementale et sociétale** du **numérique** à travers les disciplines et enseignements, en croisant les regards didactiques et en l'illustrant par des pistes d'exploitation pédagogiques. Elle s'adresse à tous les enseignants.

Table des matières

REPÈRES	2
Textes de référence	2
PRATIQUES PÉDAGOGIQUES	3
L'empreinte environnementale et sociétale du numérique dans le monde de l'art et des musées d'arts	3
L'accessibilité numérique, partager les thématiques en lien avec la durabilité	4
L'immersion numérique, repenser les expositions temporaires	4
Une créativité artistique, critique et engagée	5
Trois expositions	5
Trois grandes thématiques	5
RETOURS D'USAGES	8
Projets pédagogiques nationaux et européens	8
POUR ALLER PLUS LOIN	10
Le MOOC Impact Num	10
Le concept pluriel d'obsolescence	10

Textes de référence



L'article [L. 312-9 du Code de l'éducation](#) souligne la formation à « l'utilisation responsable des outils et des ressources numériques [...] dispensée dans les écoles et les établissements d'enseignement, [comportant] une éducation aux droits et aux devoirs liés à l'usage de l'internet et des réseaux [...] ainsi qu'aux règles applicables aux traitements de données à caractère personnel. Elle contribue au développement de l'esprit critique, à la lutte contre la diffusion des contenus haineux en ligne et à l'apprentissage de la citoyenneté numérique [...]. Cette formation comporte également **une sensibilisation à l'impact environnemental des outils numériques ainsi qu'un volet relatif à la sobriété numérique** ».

Cette dimension s'inscrit dans le cadre de la [Loi du 15 novembre 2021 visant à réduire l'empreinte environnementale du numérique en France](#). Elle vise 5 objectifs : prise de conscience de l'impact environnemental, allongement de la durée de vie des produits, usages écologiquement vertueux, réduction du coût énergétique, stratégie numérique responsable.

Une [étude conjointe](#) (janvier 2022) à l'**Agence de la transition écologique** (« ADEME ») et à l'**Arcep** évalue également l'impact environnemental du numérique en France selon 12 indicateurs : épuisement des ressources abiotiques (fossiles, minérales et métaux) , acidification, écotoxicité, empreinte carbone, radiations ionisantes, émissions de particules fines, création d'ozone, matières premières, production de déchets, consommation d'énergie primaire, consommation d'énergie finale.

En complément, le **Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives** (CEA) consacre de son côté un [dossier à la criticité des matières premières](#) et un second sur l'[économie circulaire](#) desdites matières (cf. *Le concept pluriel d'obsolescence*).



On pourra consulter à ce stade le récent cadre européen des compétences de durabilité, [GreenComp](#), synthétisé dans un [long billet](#) d'Éduveille. Ce cadre vise à identifier un ensemble de compétences en matière de **durabilité** à intégrer dans les programmes d'éducation afin d'aider les apprenants à développer des connaissances, des compétences et des attitudes qui favorisent les moyens de penser, de planifier et d'agir avec empathie, responsabilité et attention pour la planète et pour la santé publique (voir aussi le [n°3 des Cahiers des soutenabilités](#), France Stratégie).



Compétences numériques



Dans le champ éducatif le [Cadre de référence des compétences numériques](#) (CRCN) consacre sa 14^e compétence « Protéger la santé, le bien-être et l'environnement » à la problématique au sein du domaine 4 intitulé « Protection et sécurité ». Le [programme de l'enseignement de sciences numériques et technologie \(SNT\)](#) de la classe de seconde générale et technologique s'intéresse aussi aux « impacts majeurs sur les pratiques humaines ». Le [MOOC FUN dédié à cet enseignement](#) intègre à cet égard des *thématiques complémentaires* : *N+1 Numérique et environnement*. On pourra étudier à ce niveau les matériaux entrant dans la composition du *smartphone* (infographies dans [Les défis du CEA, n°244](#) et sur le [site de l'Ademe](#)) et aux enjeux géopolitiques sous-jacents décrits, entre autres, par [Guillaume Pitron](#).



PRATIQUES PÉDAGOGIQUES

L'empreinte environnementale et sociétale du numérique dans le monde de l'art et des musées d'arts



Le monde de l'art n'échappe pas à la quête d'écoresponsabilité et l'impératif de durabilité. Les institutions culturelles ont pour préoccupation croissante de réduire leur empreinte carbone comme en témoigne l'objet du débat organisé dans le forum du **Centre Pompidou** en novembre 2018, [Quelle transition écologique pour la culture ?](#) Une réflexion incontournable s'engage sur la question de l'écoconception des services numériques. Le pôle numérique de l'**école des Beaux-Arts de Paris** a programmé une série de cours pour les étudiants de 1^{re} année dont l'objectif est de promouvoir la



[recherche et les pratiques émergentes en matière d'art et de design](#) qui traitent des impacts sociaux et environnementaux des technologies numériques.

L'accessibilité numérique, partager les thématiques en lien avec la durabilité

La prise de conscience écologique a investi le champ des expositions permanentes et temporaires par le biais de thématiques transversales. Les artistes sont sensibilisés à la question de la durabilité en réalisant des œuvres qui s'inscrivent aussi dans une démarche respectueuse de la planète.

L'exposition [Sublime. Les tremblements du monde](#) au **Centre Pompidou Metz** interroge la position du spectateur contemporain, l'amène à prendre conscience de sa responsabilité face aux dérèglements du monde et évoque une relation renouvelée à la nature. Le [dossier pédagogique disponible en ligne](#) permet de se saisir de ces questions en classe avec les élèves. L'exposition *Paysans designers, l'agriculture en mouvement* au **musée des Arts décoratifs et du design de Bordeaux** rappelle le rôle pionnier des *designers* pour inventer de nouvelles réciprocités entre l'homme et la nature, repenser l'organisation sociale de notre quotidien, notamment ce qu'appelle le *design* de l'agriculture. Le [plan interactif de l'exposition avec des capsules vidéo et des images permet un parcours thématique et virtuel](#). Les œuvres accessibles grâce au numérique déploient leur potentiel pédagogique en matière d'écologie.

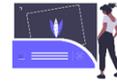
L'immersion numérique, repenser les expositions temporaires

La récente exposition *Expérience. Goya* au Palais des Beaux-Arts de Lille ([parcours audio](#)) remet en question le concept même d'exposition temporaire, principale source d'émission de carbone des musées : le transport des œuvres, leur emballage et la scénographie sont les principales sources. Les conservateurs proposent une programmation et un accrochage plus responsables qui tiennent compte de la problématique écologique. Pour identifier les sources d'économie, les conservateurs ont fait le choix d'organiser une exposition modeste, peu gourmande en œuvres et en transport, à partir des collections permanentes et de contextualiser [Les Jeunes ou Jeune femme lisant une lettre](#) (fig.1) et [Les Vieilles ou Le Temps](#). Le déploiement d'un numérique raisonné à l'intérieur du musée participe de ce souci d'une exigence écologique. Le visiteur peut accéder avant l'entrée à une « bulle immersive » où les images numériques préparent à la dimension « expérientielle » de l'exposition.



Figure 1 : Les Jeunes ou Jeune femme lisant une lettre - Wikipédia

Une créativité artistique, critique et engagée



Les mobiles, tablettes et autres outils numériques sont autant d'interfaces interconnectées qui permettent de *médiatiser* la réalité. De nombreux artistes se sont saisis de ces enjeux en se questionnant sur nos usages afin de tenter de faire advenir des voix alternatives plus respectueuses de l'environnement. Leurs créations témoignent non seulement d'une appropriation artistique du numérique, mais aussi de dimensions critiques et d'engagements.

Trois expositions

- Dans l'exposition virtuelle *Post Growth* au 3bis le collectif **Disnovation.org** et les artistes **Baruch Gottlieb**, **Clémence Seurat**, **Julien Maudet** et **Pauline Briand** interrogent les « nouvelles technologies » comme un champ expérimental donnant la possibilité d'établir une nouvelle « éco-politique » sociétale.
- Produite par CHRONIQUES lors de la biennale des Imaginaires Numériques et imaginée par SECONDE NATURE et ZINC, avec le soutien de la Ville d'Aix-en-Provence, *Avons-nous le temps pour l'éternité ?* pose la question de notre action immédiate face aux mutations écologiques par l'intermédiaire des technologies.
- **Barthélemy Antoine-Lœff** dans son installation *Tipping Point* crée et maintient artificiellement un glacier (hommage à Okjökull, fig.2) en devenir. Cette tentative de reconstituer avec les « nouvelles technologies » ce que la nature a façonné durant des milliers d'années est une critique envers une technologie qui se veut omnisciente.

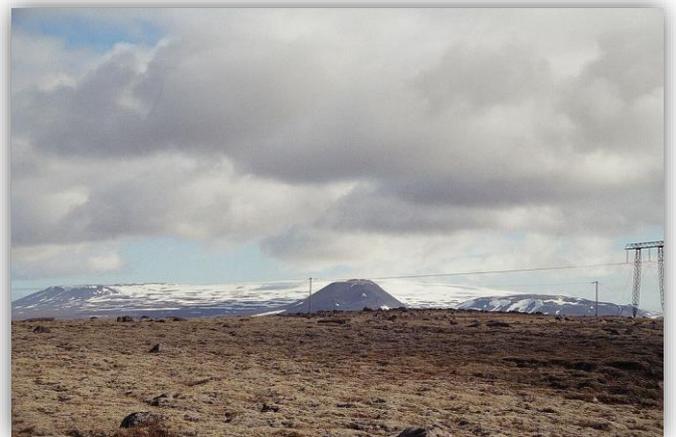


Figure 2 : L'Okjökull couvert de neige en 2005 avant sa « disparition » en 2018 (Reykholt - CC BY-SA 4.0 - Wikipédia)

Trois grandes thématiques

La non-neutralité numérique

Toutes les données que nous produisons et échangeons numériquement reposent sur des infrastructures très matérielles, des centres de données (*data centers*). Ces infrastructures ou réseaux de machines stockent nos données. Pour qu'Internet fonctionne en continu, il y a nécessité de dupliquer ces lieux de stockage afin de pallier d'éventuelles pannes. Cette démultiplication structurelle en fait l'une des plus grandes infrastructures jamais construites par l'homme.

Un travail de [référencement des pratiques plastiques](#) interrogeant la **matérialité du numérique** a été effectué par l'**académie de Nancy-Metz** en lien avec des questionnements s'appuyant sur les programmes d'arts plastiques : comment matérialiser les données numériques dans une production artistique et plastique ? Dans quelles mesures peuvent-elles être des matériaux de l'œuvre ? La séquence pédagogique [Pixel et module architectural](#) aborde ce champ de problématiques en fin de cycle 4.

Ces infrastructures supportant Internet sont très énergivores : des apports électriques importants, un refroidissement, un réseau planétaire de câblage sous la terre et sous la mer (fig.3). Tout ce système s'organise afin de se rendre invisible, donnant l'illusion d'un virtuel impalpable, évanescent. Dans le domaine artistique, de nombreux auteurs ce sont saisis de cet enjeu en tentant de représenter la non-neutralité du numérique. Le collectif **Disnovation.org** et l'artiste **Baruch Gottlieb** développe le concept d'« [esclave énergétique](#) » pour caractériser l'énergie nécessaire afin de faire fonctionner notre modèle sociétal numérisé.

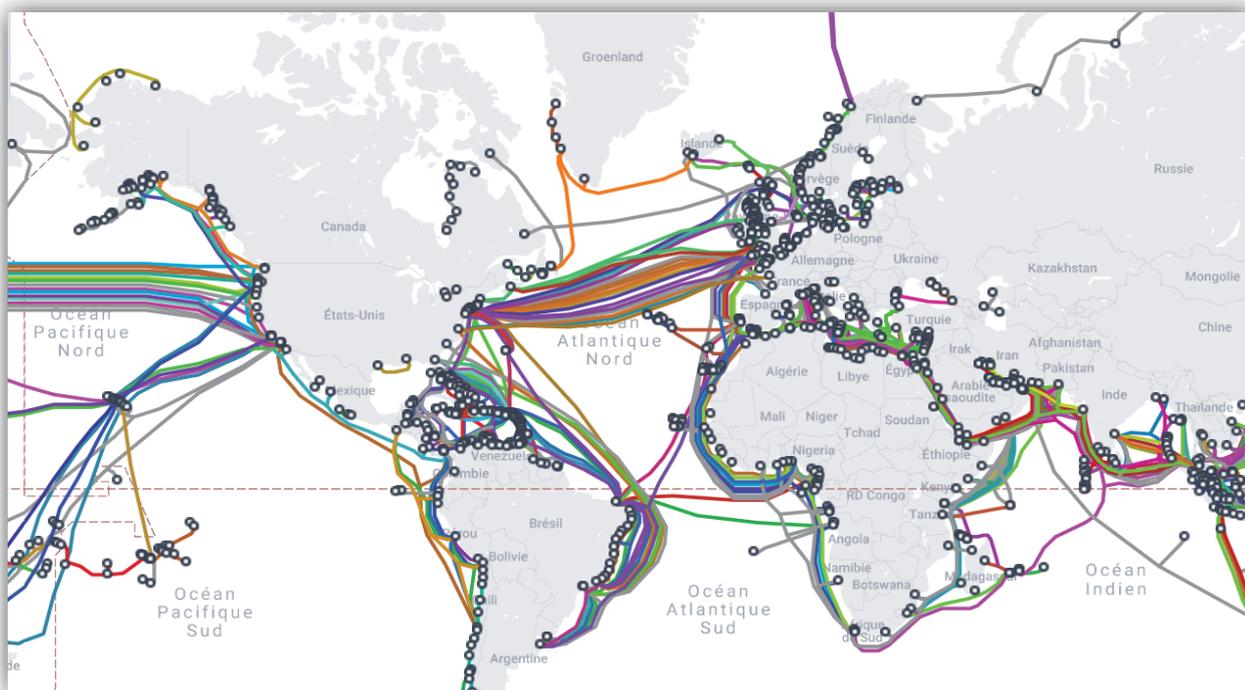


Figure 3 : matérialité câblière (TeleGeography, CC BY-NC-SA 3.0)

A contrario, comment les technosciences peuvent être sollicitées au service de la régulation environnementale ? Ainsi, l'artiste chinoise **Kuang-Yi Ku** dans son œuvre [Millennium Ginseng Project](#), en collaboration avec des scientifiques, a conçu plusieurs espèces de ginseng tentant de contrer l'épuisement des ressources naturelles dans la production de ginseng face à une demande désormais exponentielle. Il s'agit donc pour l'artiste de

produire un nouveau remède qui mélangerait technologie et médecine traditionnelle chinoise.

Dans l'avant-propos de la revue en ligne **Plastik #9** (septembre 2020) consacrée à *Art et écologie : des croisements fertiles ?*, **Agnès Foiret** étaye les interrelations entre art et écologie dans la création artistique multimédia contemporaine.

Une *illustration pédagogique* du questionnement des enjeux écologiques à travers l'art est proposée par l'**académie de Nantes** : détournements plastiques à la manière, entre autres, du *collage* de **Sophia Weisstub** à partir de l'œuvre d'**Hokusai** (fig.4), de la vague (« wave ») aux déchets (« waste »).



Figure 4 : The Great Wave off Kanagawa
Katsushika Hokusai - Wikipédia

L'approche éco-consciente des arts numériques

Des artistes du numérique engagés convoquant plusieurs médias tentent par les dispositifs qui en découlent de questionner le rapport entre les technologies et la nature. Dans une reconnexion du numérique et de la nature, en résonance avec leurs souhaits de faire émerger de nouvelles fictions, ils entreprennent de rendre plus explicites, voire palpables, des interactions entre deux mondes, l'un numérique, l'autre naturel, d'inventer notre avenir proche. La *data* et la robotique sont les constituants des œuvres de **David Bowen**. La nature y est convoquée de façon directe comme dans l'installation *Tele-present wind* où quarante-deux machines bougeant sur un axe auquel sont fixées de longues plantes séchées reconstituent un champ se situant à plusieurs milliers de kilomètres.

L'obsolescence

La question de l'obsolescence technologique comme facteur majeur d'aggravation écologique prend une place accrue dans certaines pratiques artistiques, dont la dimension critique peut se retrouver dans le dispositif même et les matériaux sollicités. Dans *Larsen C*, **Barthélemy Antoine-Lœff** utilise un écran d'ordinateur qui devient le support d'une sculpture en papier calque représentant une barrière de glace à échelle réduite. L'écran d'ordinateur ne remplit plus sa fonction et se retrouve inutilisable. Par ce dispositif, une tension se noue entre l'obsolescence numérique et son incidence destructrice sur l'environnement.

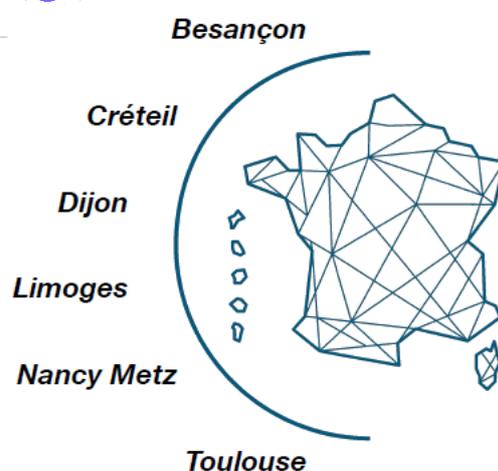
Une prise de conscience doit être opérée dans le sens d'une transition vers un monde moins technologique. Ainsi, réfléchir à nos usages du numérique (suréquipement, durée de vie de notre appareillage numérique, numérique modeste) afin de tendre vers un **sevrage numérique** peut permettre d'éviter l'épuisement de nos ressources naturelles à plus ou moins court terme.

Dans *Techniques & Culture 67* (2017) **Jean-Paul Fourmentraux** interroge l'art comme un antidote possible à cette idéologie du progrès : [Disnovation - Archéologie de quelques dispositifs médiactivistes low-tech](#).

RETOURS D'USAGES

Projets pédagogiques nationaux et européens

Les **travaux académiques mutualisés** (TraAM) menés en 2020-2021 en [technologie](#) ont permis de construire des séquences pédagogiques autour du développement durable et des **ODD** (objectifs du développement durable) : sensibilisation aux impacts des gestes digitaux quotidiens, quantification de l'empreinte environnementale de la matérialité numérique, prise de conscience des enjeux sociétaux.



Des séquences innovantes contribuent à la mise en œuvre de pédagogies actives, à travers l'**engagement** des élèves dans la vie de l'établissement et l'éducation citoyenne. La plus-value apportée par les **interfaces numériques** s'illustre par le recours à l'**écriture collaborative** et l'utilisation d'un **agent conversationnel** pour guider les recherches des élèves et leur apporter des informations pertinentes.



TraAM2021

Parmi les **16 scénarios** recensés, on relève des modalités de travail variées et ludiques afin de

favoriser l'implication des élèves. En effet, il leur est notamment proposé de participer à un jeu d'évasion pédagogique ou encore d'incarner le rôle d'ambassadeur de la sobriété numérique. L'ensemble des productions est référencé dans [Édubase](#).

En [langues](#), un projet **eTwinning** franco-italien sur le thème de l'**Agenda 2030** et ses 17 objectifs fixés par les Nations Unies (ODD) a pour but de sensibiliser les élèves aux enjeux du numérique au niveau environnemental et en relation avec la vie privée de tout citoyen.

Les **travaux académiques mutualisés** (TraAM) menés en 2020-2021 en **EMI** (éducation aux médias et à l'information) s'intéressent pour partie à l'économie des affects « jouant » sur le

triptyque information - attention - circulation. La question attentionnelle, centrale, est abordée dans un [dossier du Cénum](#) (janvier 2022)¹ : les technologies numériques, *pharmaka* au sens stieglérien, constituent, entre autres, des *hypomnemata*² féconds au sein d'une économie de la contribution et des outils d'inclusion (voir par exemple [L'accessibilité numérique, et si nous agissions ?](#)) ; mais elles prennent aussi la forme d'interfaces « persuasives » opérant « à un niveau infraconscient, à l'insu des individus, qui se voient ainsi souvent réduits à un ensemble de réactions réflexes et privés de leurs capacités réflexives » (Cénum).

Plusieurs scénarios s'intéressent à cette problématique tentaculaire : les [sollicitations numériques](#) (impact des notifications, ac. de Besançon), [émouvoir pour informer, émotion vs information](#) (web affectif, ac. de Grenoble), [et vous, êtes-vous nomophobe ?](#) (nomophobie, ac. de Strasbourg), [les pratiques addictives](#) (cyberdépendance, ac. de Paris).

Réseau Canopé propose dans cette perspective le dossier « [course à l'attention](#) » pour accompagner la *websérie Dopamine* (évoquée dans l'avant-dernière séquence) et traiter le sujet de la captation de l'attention à

travers plusieurs axes : « les mécanismes d'une économie de l'attention, [...] les coulisses du design persuasif, et le plaisir - ou effet chamallow - procuré par les nombreuses interactions et sollicitations numériques ». Concernant le **1^{er} degré**, un [guide de médiation](#) (atelier Canopé de Lyon, 2021) aborde justement la gestion des écrans, les impacts écologiques du numérique et l'estime de soi à l'ère d'*Instagram : Internet et la planète, Ma précieuse attention, Selfiestime*. Les différentes parties de chaque infographie téléchargeable (par exemple, fig. 5) bénéficient d'un appareillage pédagogique précis, à savoir les notions abordées et des ressources complémentaires comme l'ouvrage [Situer le numérique](#) de **Gauthier Roussilhe** (présenté sur [Veille éducation numérique](#)) ou l'[analyse critique](#) de **Pierre Trouvé** sur les moteurs de recherche dits écoresponsables (cf. [scénarios pédagogiques TraAM EMI](#) autour de *Lilo* et *Écosia*, ac. de Toulouse).



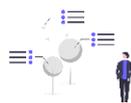
Figure 5 : *Ma précieuse attention, 2*, Réseau Canopé

¹ Votre attention, s'il vous plaît ! Quels leviers face à l'économie de l'attention ? Le Conseil national du numérique publie son cinquième dossier | CNNum | Traducteur et éclairer des transformations numériques. [En ligne]. [Consulté le 27 janvier 2022]. Disponible à l'adresse : <https://cnumerique.fr/votre-attention-sil-vous-plait-quels-leviers-face-leconomie-de-lattention>

² <https://arsindustrialis.org/hypomn%C3%A9mata>

POUR ALLER PLUS LOIN

Le MOOC Impact Num



L'objectif de ce [cours en ligne](#) ouvert à tous en autonomie est de « se questionner sur les impacts environnementaux du numérique, apprendre à mesurer, décrypter et agir, pour trouver sa place de citoyen dans un monde numérique ».



Le MOOC auto-rythmé est structuré en 4 parties et sous-parties : une activité d'éveil, une vidéo pédagogique, des activités formatives et formatives, des ressources complémentaires, des quiz, des fiches concept plus théoriques, un forum de discussion. Les ressources peuvent être aussi consultées sur ce [portail externe](#). Selon les auteurs, les chiffres dans le domaine des impacts environnementaux du numérique « doivent être pris comme des ordres de grandeur » et sont des sujets controversés comme la consommation énergétique des [technologies de chaînes de blocs](#) (*blockchain*) et les [jetons non fongibles](#) (*NFT*).

Le concept pluriel d'obsolescence



Claudia Déméné et **Anne Marchand** dressent en ligne une typologie des obsolescences (fig. 6)

CATÉGORIES		DÉFINITIONS
Obsolescence relative (fin de vie prématurée)	Psychologique	Mise au rebut d'un équipement pour diverses raisons, telles que l'esthétique, la mode, un besoin de changement lié au statut social, un changement de situation familiale (ex. naissance d'un enfant) ou professionnelle (ex. télétravail)
	Technologique	Mise au rebut d'un produit électronique en raison de ses performances technologiques (ex. lenteur d'utilisation, faible autonomie d'énergie, qualité graphique)
	Économique	Mise au rebut d'un appareil électronique à cause de son coût élevé d'utilisation, d'entretien et/ou de réparation
	Écologique	Mise au rebut d'un bien à caractère électronique pour des motifs écologiques (ex. consommation importante d'énergie et de produits satellites, tels que l'eau et les produits chimiques comme les détergents)
Obsolescence absolue (fin de vie technique)		Mise au rebut d'un équipement électronique qui a atteint sa fin de vie technique (ex. appareil photo jetable, cartouche d'encre).

Figure 6 : Proposition d'une typologie adaptée au contexte d'élimination des produits électroniques
Les ateliers de l'éthique / The Ethics Forum Volume 10, Numéro 1, Hiver 2015, p. 4-32, CC BY-NC-ND 2.5

De cette analyse critique il appert qu'il faut relativiser la responsabilité de la tant décriée

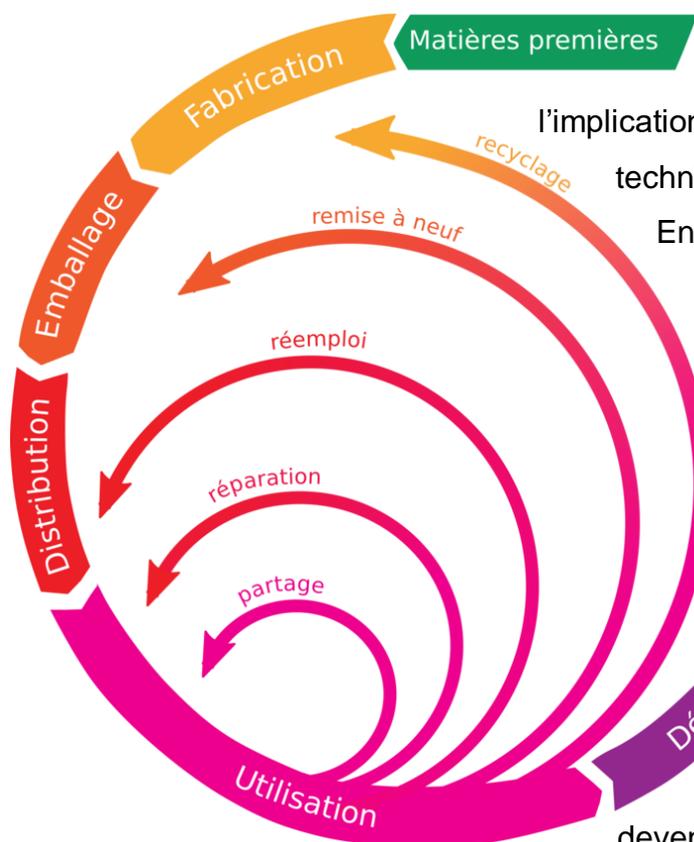


Figure 7 : Cycle de vie d'un produit faisant apparaître l'économie circulaire (Wikipédia - G. Mannaerts - CC BY-SA 4.0)

« obsolescence programmée » incombant aux fabricants et « reconnaître davantage

l'implication de l'utilisateur dans la diminution de la durée de vie technique et prématurée des équipements électroniques ».

En philosophie, **Jeanne Guien** souligne dans sa [thèse](#)

la diversité conceptuelle qui ne se limite pas à cette seule expression : durabilité, cycle de vie, jetabilité, etc.

L'obsolète, selon l'auteure, partage l'existence ambiguë du déchet, « entre rejet et intégration », le déchet devenant un objet obscène (« en dehors

de la scène »). L'ambivalence du déchet se perçoit à titre d'exemple, indique la

philosophe sur [France Culture](#), dans les comportements syllogomaniaques. Le déchet

est un fait social, un ex-bien, soumis, avant de devenir *res nullius*, au droit et à la coutume. Stigmatisé et

« invisibilisé » il peut être réhabilité tant au niveau de sa fonction mémorielle que de son utilité matérielle (fig.7). Ce

dernier point est abordé en lycée : économie-droit pour le baccalauréat professionnel, [module 2](#) et spécialité de management en 1^{re} STMG, [Le cas Phénix. Une seconde vie des produits](#)

(éduscol, [CRCOM](#)). L'« impératif de sobriété numérique » analysé par le philosophe **Fabrice Flipo** est un enjeu essentiel questionnant les usages, sujet abordé dans le Cahier de Veille de la Fondation Mines-Télécom « [Numérique : enjeux industriels et impératifs écologiques](#) ».

**Lettre ÉduNum proposée par la direction du numérique pour l'éducation
Bureau de l'accompagnement des usages et de l'expérience utilisateur (DNE-TN3)**

 [Contact courriel](#)

Vous recevez cette lettre car vous êtes abonné à la lettre thématique

Souhaitez-vous continuer à recevoir la lettre ÉduNum thématique ?

[Abonnement / Désabonnement](#)

À tout moment, vous disposez d'un droit d'accès, de modification, de rectification et de suppression des données qui vous concernent (art. 34 de la loi Informatique et Libertés du 6 janvier 1978). Pour consulter nos mentions légales, [cliquez ici](#).