

Nombre de participant·e·s maximal pour l'atelier	15	Nombre de sessions de 45mn que vous pouvez réaliser	2
Matériel nécessaire (vidéo-projection, grande salle, autre ...)	Rien de particulier, sinon une salle suffisamment grande pour que les différents groupes de discussion ne se gênent pas mutuellement. Une salle de TD standard devrait être très suffisante.		

Activité débranchée sur l'analyse de cycle de vie

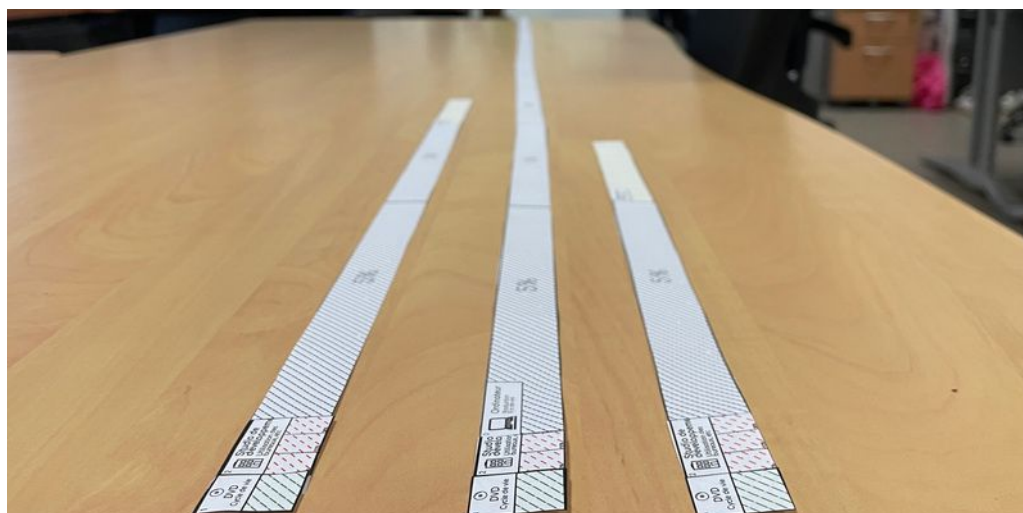
Nom des auteurs

Jacques Combaz (Univ. Grenoble Alpes, CNRS, Grenoble INP, VERIMAG, F-38000 Grenoble, France)

Baptiste de Goër (Univ. Grenoble Alpes, Inria, CNRS, Grenoble INP, LIG, F-38000 Grenoble, France et Univ. Grenoble Alpes, CNRS, Grenoble INP, VERIMAG, F-38000 Grenoble, France)

RÉSUMÉ Les chiffres disponibles sur les enjeux environnementaux liés au numérique sont difficilement appropriables, ce qui pose des difficultés pour les aborder en classe. Ces chiffres ont généralement été produits à l'aide d'une méthode appelée analyse de cycle de vie (ACV), considérée comme rigoureuse. Toutefois, toute production d'indicateurs environnementaux chiffrés incorpore nécessairement des éléments subjectifs, si bien qu'une ACV peut aboutir à différents résultats. L'activité présentée ici explore ces enjeux épistémiques de l'ACV, par le débat autour d'un exemple simple. Elle vise à montrer qu'une ACV n'est pas à proprement parler une « mesure », qu'elle repose sur des conventions et incorpore des conceptions spécifiques de responsabilité.

MOTS-CLÉS • Science informatique - Sciences de la soutenabilité - Analyse de cycle de vie - Impacts environnementaux - Didactique



Résultats rendus par plusieurs groupes lors de l'activité débranchée sur l'analyse de cycle de vie, côte à côte.

1. Déroulement de l'atelier

L'atelier présente une activité débranchée dans laquelle les participant·es doivent réaliser l'analyse de cycle de vie fictive d'un jeu vidéo, en découpant et collant des cartes représentant les émissions de gaz à effet de serre pour différents postes : boîte de DVD, studio de développement du jeu, ordinateur et électricité utilisée pour jouer. Initialement prévue pour durer 1h30, un format réduit de 45 minutes est proposé ici. Il nous semble suffisant pour permettre aux participant·es d'en évaluer l'intérêt et la faisabilité.

Le déroulé de l'atelier est le suivant :

- Présentation de l'activité et de l'objectif de l'atelier (5 min).
- Travail en sous-groupes de 4 à 5 personnes à partir des cartes pollution et des fiches de consignes de l'activité (20 min).
- Discussion générale sur les premières propositions de découpage des cartes pollution et présentation d'un corrigé (20 min).

2. Description de la ressource / activité / projet présenté dans l'atelier

2.1. Motivations

Informatique et durabilité dans l'enseignement

La sensibilisation sur le sujet des impacts environnementaux du numérique est une préoccupation croissante des institutions. Cette thématique apparaît aujourd'hui dans divers programmes scolaires et référentiels de compétences, via les « éducations à » mais également dans les programmes d'informatique. Le traitement de ces sujets en classe est aussi le souhait d'enseignant·es préoccupé·es par les problématiques environnementales contemporaines. Quels sont les besoins exprimés par les enseignant·es qui souhaitent construire des séquences pédagogiques sur les impacts environnementaux du numérique ? Nous avons effectué des entretiens auprès d'enseignant·es de Numérique et Sciences Informatiques (NSI) en lycée général et technologique en France. Il ressort de ces échanges qu'une des difficultés, outre le manque de données, est qu'elles sont difficilement explicables et/ou peu fiables, comme l'illustre le témoignage suivant :

« La plupart des chiffres qu'on trouve comme ça, on ne sait pas ce qu'ils sont, d'où ils viennent et on ne peut pas les expliquer. Donc, à partir de ce moment-là, j'ai du mal à dire à mes élèves : «Voilà comment ça se passe l'écologie en informatique, voilà des chiffres, mais je ne sais pas d'où ils viennent et je ne sais pas ce qu'ils veulent dire.». [...] Je dois pouvoir leur fournir une source fiable, sinon je ne vaud pas mieux qu'un média complotiste. »

L'analyse de cycle de vie (ACV) et ses limites

L'ACV est une méthode d'évaluation environnementale quantitative et multicritères du cycle de vie d'un bien (par exemple un ordinateur) ou d'un service (par exemple un site de e-com-

merce). Dans la terminologie ACV, les processus humains (la technosphère), typiquement les chaînes de production des biens, conduisent à des modifications de l'environnement (l'écosphère) qualifiées d'impacts environnementaux. Quantifier ces impacts se fait en deux étapes. L'inventaire de cycle de vie (ICV) aboutit à la liste des flux dits élémentaires. Ces derniers, qui correspondent à des émissions de polluants ou à des prélèvements de ressources, sont ensuite convertis en indicateurs. Par exemple les émissions de gaz à effet de serre (dioxyde de carbone, méthane, etc.) sont traduites en grammes équivalent CO₂ pour l'indicateur de changement climatique.

L'ACV, et la quantification environnementale en général, ne peut pas reposer intégralement sur des éléments « objectifs » (Hofstetter et al., 2000). Le passage aux indicateurs environnementaux se heurte notamment à des problèmes de commensuration des flux élémentaires. Par exemple, le méthane a un pouvoir réchauffant beaucoup plus élevé que le dioxyde de carbone à court terme, mais il est moins persistant dans l'atmosphère. C'est généralement l'horizon de 100 ans qui est retenu pour produire un équivalent CO₂. Une autre source de subjectivité, et sur laquelle se concentre notre activité, est qu'il n'existe pas une unique façon de réaliser un ICV, en particulier deux perspectives très différentes peuvent être adoptées (Hauschild et al., 2017).

L'ACV attributionnelle (ACV-A), la plus courante, s'intéresse à la part des impacts environnementaux de la technosphère qui est due au bien ou au service étudié. Cependant dans la plupart des cas cette séparation est artificielle, car il existe de nombreuses interdépendances dans la production et la consommation : les infrastructures routières servent différents usages, la crème et le fromage sont coproduits à partir du lait, etc. Dans ce cas l'ACV-A a recours à l'allocation pour partitionner les impacts des processus communs à plusieurs produits. Différentes conventions existent pour ce faire, basées sur des considérations physiques ou économiques.

L'ACV conséquentielle (ACV-C), rarement utilisée en pratique, étudie les changements. Par exemple, quelles sont les conséquences environnementales d'une augmentation de la demande en crème d'une tonne ? Il s'agit donc de quantifier les impacts dus à la modification (une tonne supplémentaire de crème) d'une situation de référence (la production annuelle de crème). Dans une ACV-C, les locaux de l'usine qui répondrait à cette demande supplémentaire ne sont pas pris en compte, puisqu'ils existent déjà, mais les nouveaux investissements permis par les profits générés par le supplément de crème vendu doivent l'être. D'autre part il faut aussi intégrer l'effet de la demande additionnelle en crème sur les coproduits, ici le fromage.

Pour approfondir le sujet, une présentation plus complète et pédagogique de l'ACV est disponible sur la plateforme France Université Numérique (FUN), au sein du MOOC nommé *Impacts environnementaux du numérique*¹. À l'heure de la rédaction de cet article, une version mise à jour de ce MOOC est en développement, et devrait être disponible d'ici la fin de l'année 2026.

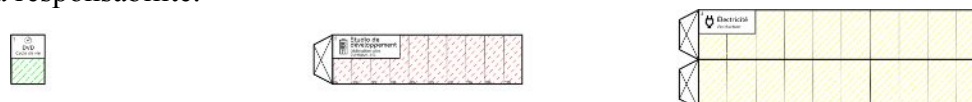
1 Disponible sur <https://www.fun-mooc.fr/fr/cours/impacts-environnementaux-du-numerique/>

2.2. Présentation de l'activité

Généralités

Les participant·es travaillent en groupe et ont comme objectif de déterminer la quantité d'émissions de gaz à effet de serre qu'il serait « juste » d'associer à un service numérique, le cycle de vie d'un jeu vidéo étant pris comme exemple dans l'activité. Il est représenté par quatre postes d'émissions : la boîte de DVD, le studio de développement du jeu, la fabrication de l'ordinateur, et enfin l'électricité utilisée par l'ordinateur pour jouer. À partir d'indications fournies sur une fiche, les participant·es débattent des logiques de calcul, sachant que différentes propositions sont valables. Une fois qu'ils ou elles sont accords sur les modes de calcul, les participant·es découpent et assemblent les cartes fournies représentant les émissions de chaque poste.

La mise en commun en fin d'atelier permet aux groupes de comparer leurs résultats et défendre leurs choix, et à l'enseignant·e de commenter ces propositions et de présenter une forme de corrigé : un éventail de réponses et d'approches possibles (notamment attributionnelles et conséquentielles), et leurs implications en particulier en ce qui concerne la conception de la responsabilité.



5%	5%
5%	5%
5%	5%
5%	5%
5%	5%
5%	5%
5%	5%
5%	5%
5%	5%
5%	5%

Cartes à découper représentant les émissions de GES des 4 postes d'émissions de l'activité



Exemple de résultat attendu à l'issue d'un travail de groupe

Objectifs et méthode pédagogiques

L'activité se concentre sur les enjeux méthodologiques de la réalisation d'un ICV à partir d'un exemple simple mais réaliste. Elle cherche à montrer que l'ACV n'est pas un outil de « mesure »² puisqu'il existe plusieurs façons légitimes d'établir des liens entre des activités et des pollutions, avec des résultats forts différents. Elle initie les participant·es à la prudence par rapport aux chiffres d'impacts environnementaux disponibles dans l'espace public, à se questionner sur leur signification et sur leur contexte de production. En échangeant autour de questions de justice et de responsabilité, les participant·es sont aussi incité·es à comprendre que des éléments subjectifs, des valeurs, sont intégrés dans les outils de quantification environnementale, et que ces outils ont une dimension politique. Cette sensibilisation aux enjeux de la quantification environnementale relève d'une forme d'éducation épistémique (Chinn et al., 2014) qui peut s'intégrer dans une éducation plus large au politique (Barthes, 2022).

L'activité mobilise une pédagogie du débat au sujet des méthodes de calcul, qui doit faire émerger une diversité de points de vue dans la construction du résultat. Une des difficultés est de choisir, parmi les indications fournies, celles qui doivent être prises en compte. Une autre est de réussir à se mettre d'accord au sein du groupe. Les postes d'émissions sont abordés par ordre croissant de difficulté. L'enseignant·e facilite le débat et aide chaque groupe à aboutir à une proposition cohérente.

Retour d'expérience et points d'attention

Suite à divers tests de l'activité, avons constaté qu'il n'est pas toujours aisé de faire en sorte que les débats soient de qualité. Dans certains groupes, les participant·es peuvent ne pas arriver à s'entendre, ou à l'inverse converger trop vite parce qu'un·e participant·e impose sa vision. Les désaccords sont un bon signe, tant que les points de vue mutuels sont exprimés et respectés. L'enseignant·e est là pour encourager les questionnements et faciliter le dialogue. Le débat peut aboutir à une, plusieurs, ou aucune proposition en cas de profond désaccord, auquel cas il est important que les participant·es arrivent à identifier la cause du désaccord.

De plus, comme plusieurs réponses sont acceptables, et que toutes les données ne doivent pas être prises en compte, le contrat didactique habituel est rompu, ce qui peut déstabiliser certain·es participant·es. Il peut être utile d'indiquer que cette situation est normale.

3. Expérimentations réalisées ou envisagées

Cette activité a été mise en place auprès d'un public de chercheurs et chercheuses, d'étudiant·es ingénieur·es, et d'étudiant·es en formation initiale pour l'enseignement de l'informatique.

4. Liens avec la recherche (si pertinent)

RAS

2 Comme le rappelle le rapport du CESIAe « Affichage environnemental : Recommandations pour un dispositif global d'affichage environnemental producteur de sens, fédérateur, et apte à accélérer la transition écologique. » de novembre 2023.

5. Liens vers les ressources et point de contact

- Lien vers les ressources de l'activité (fiche d'instructions, carte de pollution, et corrigé pour l'enseignant):

<https://gricad-gitlab.univ-grenoble-alpes.fr/combazj/activite-debranchee-acv>

- Contact :

Baptiste de Goër (baptiste.de-goer-de-herve@univ-grenoble-alpes.fr),

Jacques Combaz (jacques.combaz@univ-grenoble-alpes.fr)

6. Références

Barthes, A. (2022). *Quels curricula d'éducation au politique dans les questions environnementales et de développement ? Éducation et socialisation*, Les Cahiers du CERFEE (63)

Chinn, C. A., Rinehart, R. W., Buckland, L. A. (2014). *Epistemic cognition and evaluating information: Applying the AIR model of epistemic cognition. Processing inaccurate information: Theoretical and applied perspectives from cognitive science and the educational sciences*, 425-453.

Hauschild, M., Rosenbaum, R.K., Olsen, S.I. (2017). *Life cycle assessment*, Springer International Publishing, Cham, Switzerland, 1 edn.

Hofstetter, P., Baumgartner, T., Scholz, R.W. (2000). *Modelling the valuesphere and the eco-sphere: Integrating the decision makers' perspectives into LCA*, Int. J. Life Cycle Assess. 5(3), 161–175