



HAL
open science

Éduquer au changement climatique par le design fiction : une expérimentation sur la problématique des déchets en école d'ingénieur•es

Nicolas Hervé, Julitte Huez

► To cite this version:

Nicolas Hervé, Julitte Huez. Éduquer au changement climatique par le design fiction : une expérimentation sur la problématique des déchets en école d'ingénieur•es. Les éditions de l'ARDiST. Après les 12èmes rencontres scientifiques..., pp.191-206, 2024, 978-2-9577091-1-3. hal-04418210

HAL Id: hal-04418210

<https://hal.science/hal-04418210v1>

Submitted on 25 Jan 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Éduquer au changement climatique par le design fiction : une expérimentation sur la problématique des déchets en école d'ingénieur·es

Hervé, Nicolas⁽¹⁾, Huez, Julitte⁽²⁾

⁽¹⁾ UMR EFTS, Ecole Nationale Supérieure de Formation de l'Enseignement Agricole – France

⁽²⁾ UMR EFTS, INP-ENSIACET – France

Résumé

Intégrer l'éducation au changement climatique dans l'enseignement supérieur est une nécessité pour préparer les étudiant·es à un avenir incertain et préoccupant. Le secteur des déchets est un poste important de consommation de ressources naturelles et d'émission de gaz à effet de serre, c'est pourquoi il constitue un thème central dans la formation des élèves-ingénieur·es. Ce chapitre porte sur l'expérimentation d'un module de formation fondé sur le design fiction. Il vise à problématiser la thématique des déchets en faisant raisonner des groupes d'élèves-ingénieur·es sur plusieurs futurs climatiques et technologiques. L'analyse des productions écrites montre que le dispositif conduit à générer différents schémas techniques de valorisation des déchets qui sont conçus dans leur inscription sociale. Articuler les temporalités des processus technologiques et climatiques et appréhender le *low-tech* apparaissent comme deux opportunités de perfectionnement du dispositif.

La formation des ingénieur-es au changement climatique

Face aux conséquences du changement climatique, il est urgent d'agir pour construire un monde plus résilient et durable (GIEC, 2018). L'accord de Paris, entré en vigueur en Octobre 2016, engage ainsi les pays signataires à mettre en œuvre des politiques éducatives ambitieuses, en intégrant à tous les niveaux de formation des contenus d'éducation au changement climatique. Cette ambition rejoint celle de l'UNESCO portée par le *programme de développement durable à l'horizon 2030*, en particulier l'objectif 13 « Prendre d'urgence des mesures pour lutter contre les changements climatiques et leurs répercussions ».

L'éducation au changement climatique (ECC) est considérée comme un moyen de développer des capacités d'action visant l'atténuation et l'adaptation à ce changement (Meira, 2019). Elle implique de préparer les élèves et étudiant-es à affronter un avenir en mutation rapide, incertain, et potentiellement risqué. Ainsi, l'ECC n'est pas seulement une éducation au fonctionnement du climat en tant que système complexe, elle est aussi une éducation au changement.

Pour autant, l'éducation au changement climatique n'a pas de contenu stabilisé, alors que les attentes sociétales sont fortes (Gibert, 2020 ; Orange et Orange Ravachol, 2017). En effet elle constitue une préoccupation qui émerge des diverses grèves lycéennes et étudiantes pour le climat, elle est un besoin exprimé par de nombreuses associations étudiantes comme *Ingénieurs engagés* ou *Together for Earth*.

Certains éléments apparaissent toutefois indispensables à l'ECC (Léna, 2019) : la compréhension du système climatique, la littératie énergétique, l'actualisation de la nature de la science (en particulier à propos du fonctionnement du GIEC), l'étude de questions socialement vives (notamment pour aborder les dimensions politiques, éthiques ou prospectives des choix sociétaux à effectuer), ou encore la promotion d'une citoyenneté critique et transformative.

Des nouveaux contenus d'enseignement sont intégrés au fur et à mesure du renouvellement des curricula. C'est ainsi que le Conseil Supérieur des Programmes a été sollicité en décembre 2019 pour concevoir des parcours de formation de la maternelle au collège, et que les nouveaux programmes du lycée général en France accordent une place croissante aux problématiques climatiques.

Des initiatives se multiplient également dans l'enseignement supérieur français, comme la convention pour la transition des établissements du supérieur, le rapport « Mobiliser l'enseignement supérieur pour le climat » publié en 2019 par *The Shift Project*, les rentrées

« fresque du climat », etc. Le rapport « Sensibiliser et former aux enjeux de la transition écologique et du développement durable dans l'enseignement supérieur », coordonné par Jean Jouzel en 2022, recommande en particulier d'intégrer des contenus d'enseignement transversaux à l'ensemble des parcours de formation.

Les métiers de l'ingénierie sont des supports majeurs de la transition écologique, car celle-ci suppose de revoir les modèles de conception, de production, d'utilisation et de fin de vie des objets manufacturés qui fondent les approches de ces métiers et les réseaux sociotechniques dans lesquels ils s'insèrent. La transition est donc également celle de ces métiers et des institutions de formation. Elle doit s'appuyer sur une approche intégrative et systémique pour relever le défi de la durabilité (Perpignan, 2021). C'est pourquoi l'ingénierie « classique » centrée sur une spécialisation technique évolue vers une ingénierie durable englobant des considérations sociales, économiques, environnementales, etc. (Kamp, 2016). La Commission des Titres d'Ingénieurs a ainsi renforcé ces éléments dans son référentiel d'accréditation, en pointant la visée de former les ingénieur-es « à accompagner les transitions, notamment numériques, énergétiques et environnementales, en intégrant les impératifs écologiques et climatiques » (CTI, 2022, p. 21).

Pour repenser la formation des ingénieur-es, des compétences essentielles en matière de durabilité sont alors mobilisées (UNESCO, 2018). Nous nous intéressons dans cette étude, à l'une de ces compétences-clés, la pensée prospective, définie comme la capacité à analyser, construire et débattre d'images du futur (Hervé, 2022). Nous avons mobilisé le design fiction pour travailler cette compétence.

Construire des images de différents futurs climatiques et technologiques avec le design fiction

Le design fiction est un courant des sciences de la conception qui utilise la mise en récit pour envisager et questionner les futurs possibles des sciences et des technologies. On doit à l'écrivain de science-fiction Bruce Sterling (un des pères du *cyberpunk*) d'avoir popularisé le terme « design fiction », il considère en effet que le design permet de « *créer des mondes* » en centrant l'acte de création sur les objets pensés dans des situations. Une caractéristique du design fiction est d'explorer les futurs possibles proches (*near future*) de technologies, en réfléchissant de manière critique à leur utilisation potentielle dans la vie quotidienne et ordinaire, et en combinant les aspects techniques avec des dimensions sociales, culturelles, éthiques, politiques et économiques (Mitrovic et al., 2015 ; Tanenbaum, 2014). Il s'agit de

créer conjointement des récits spéculatifs et des artefacts, dont la matérialisation a pour effet de questionner les normes et les perceptions de ce qui pourrait advenir dans un futur proche (Poynor, 2016).

Le design fiction fait référence à des pratiques diverses : « il peut prendre la forme d'un texte, d'une image, d'un son, d'une vidéo, d'un modèle, d'un prototype fonctionnel ou d'un événement » (Blythe et Encinas, 2016, p. 346) ; il peut conduire à la fabrication d'un objet plausible, dont les fonctions sont décrites de manière très précise, il peut au contraire être abstrait et s'attacher plutôt aux conséquences de son utilisation ; il est utilisé à des fins d'innovation technologique et commerciale dans les entreprises, il sert également à exprimer une critique sociale forte (Blythe et Encinas, 2016). Toutefois, Lindley et Coulton (2015) indiquent trois éléments nécessaires à toute démarche de design fiction :

- la conception d'un monde cohérent qui permet de générer des récits (*worldbuilding*) : un ancrage spatio-temporel, des attributs environnementaux, sociaux, culturels, politiques, économiques ;
- la production d'un artefact qui facilite un mécanisme d'immersion : des catalogues, des journaux, des manuels d'utilisation, des documentaires fictifs, des textes universitaires factices, etc.
- la création d'un espace discursif de mise en débat : la combinaison de la mise en récit et de la fabrication matérielle d'un artefact conduit à simuler les effets potentiels d'une technologie ou d'un service futur, mais surtout à ouvrir des espaces de discours sur les enjeux sociaux et éthiques de ces futurs. « Les fictions conçues aident à raconter des histoires qui provoquent et soulèvent des questions » (Bleeker, 2009, p. 8), elles permettent d'initier un débat sur les objets, les dispositifs et les mondes imaginés.

C'est en Angleterre que l'on trouve actuellement la réflexion la plus aboutie sur le design-fiction dans un contexte de formation. En effet, les réformes curriculaires ont conduit à ce que l'enseignement de la technologie aux niveaux primaire et secondaire ne se concentre pas uniquement sur la fabrication, la modélisation et le fonctionnement des objets techniques, il vise également à questionner leurs usages et leur déploiement social. Ainsi, le design fiction est considéré comme un moyen pédagogique qui permet aux enseignants d'aborder les technologies émergentes (l'impression 3D, l'IA, l'internet des objets, etc.) sous l'angle de leurs interactions avec l'individu et la société, en engageant un large éventail d'émotions, de raisonnements et de réflexions chez les élèves (Spiller, 2013). C'est un dispositif également

expérimenté pour enseigner l'éthique dans certaines formations scientifiques universitaires américaines (York et Conlay, 2020).

C'est pourquoi le design fiction nous semble pouvoir constituer une modalité pédagogique intéressante pour engager une démarche de problématisation des élèves-ingénieur·es à l'interface des futurs possibles, des technologies et du climat.

C'est un dispositif de formation inspiré du design fiction que nous présentons par la suite à propos de l'enseignement de la valorisation des déchets en école d'ingénieur·es.

Les déchets : une thématique centrale pour les ingénieur·es

C'est parce que la problématique des déchets se situe à la croisée des enjeux techniques d'ingénierie, des enjeux climatiques, et de questionnements sur les modes de vie qu'elle constitue une thématique d'enseignement propice à un travail sur la pensée prospective avec les élèves-ingénieur·es.

En effet, le secteur des déchets constitue sur l'ensemble des étapes du cycle de vie d'un procédé ou d'un produit, un poste important de consommation de ressources naturelles et d'émissions de gaz à effet de serre (GES). La question de l'impact environnemental des déchets est reconnue comme centrale. Le rapport annuel du Haut Conseil pour le Climat (2021) attribue au poste des déchets environ 4% des émissions territoriales de GES en France. Ces émissions, composées majoritairement de méthane, sont dues en particulier au stockage des déchets dans les décharges (83% des émissions françaises en 2019 selon HCC, 2021). L'accumulation continue de déchets est, de plus, le point de départ de problèmes environnementaux, comme la contamination de l'air, des sols ou des eaux, elle a des effets délétères sur la biodiversité et la santé humaine.

Dans ce mode de calcul des émissions, seule la fin de vie des objets ou des procédés est considérée. Or une perspective différente est d'appréhender les déchets sous l'angle des biens d'équipement et de consommation dont la possession est promue dans une société d'abondance et de consommation. L'expression de « face cachée des biens de consommation » est employée par l'ADEME (2018) pour rendre compte de leur importance dans les émissions nationales de GES, estimée à 25% du total. Parce que la production des biens pèse lourd dans leur bilan environnemental, il s'agit de prendre en compte dans l'acte de conception technique les futurs usages et les potentiels déchets engendrés. Une réponse adéquate est non seulement de penser le cycle de vie des objets, l'économie circulaire, mais

aussi d'intégrer les perspectives technologiques à des innovations sociales et territoriales (Durand, 2015).

Ainsi, prévenir leur production en amont et mettre en place leur valorisation en aval sont considérés comme des leviers d'atténuation du changement climatique. Dans ce contexte, l'étude des déchets est un enjeu de formation important pour les élèves-ingénieur·es, car si les procédés de transformation de la matière produisent des déchets, ils peuvent également en faire une ressource contribuant à la mine urbaine. Il s'agit alors pour les élèves-ingénieur·es de pouvoir problématiser l'intégration de ces procédés dans des réseaux sociotechniques qui évoluent en fonction du changement climatique et des politiques d'adaptation et d'atténuation mises en place.

Question de recherche et méthodologie

Une expérimentation de design fiction en école d'ingénieur·es

Nous avons conçu un module de formation, composé de quatre séances d'1h20, que nous avons expérimenté à l'École nationale supérieure des ingénieur·es en arts chimiques et technologiques de Toulouse. Ce module aborde la problématique des déchets à partir d'un travail de design fiction.

Pour construire différents futurs dans lesquels les élèves-ingénieur·es vont se projeter (étape de *world building*), nous avons mobilisé la technique de « la matrice 2x2 » qui consiste à croiser deux variables à fort impact et forte incertitude pour générer des scénarios du futur contrastés (Rhydderch 2017).

Afin de travailler les enjeux climatiques et technologiques, les deux variables choisies sont :

- l'intensité et l'efficacité des politiques d'adaptation et d'atténuation mises en place (*intensité forte – transition choisie vs intensité faible – transition subie*) ;
- le type de régime sociotechnique dominant (*low-tech vs high-tech*).

Les quatre cadrans de la matrice 2x2 permettent ainsi de produire quatre images de différents futurs à partir des mêmes variables (figure 1).

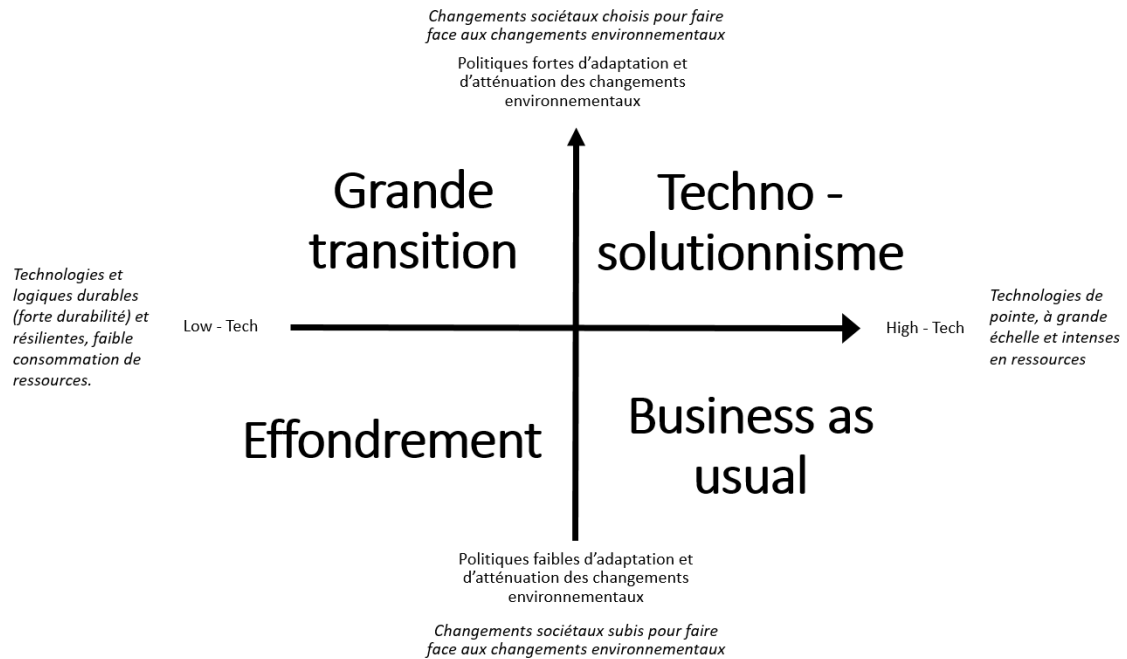


Figure 1 : Matrice 2x2 permettant de construire quatre images du futur contrastées

Nous avons nommé ces quatre futurs :

- le futur « *business as usual* » est un futur qui poursuit les tendances présentes. Des problèmes déjà présents continuent d’opérer et s’amplifient ; le rapport à la technique est majoritairement du type *high-tech*.

- le futur « *effondrement* » est un futur dans lequel les besoins fondamentaux (alimentation, sécurité, énergie, etc.) ne sont plus assurés par des services publics (ou alors difficilement).

- le futur « *techno-solutionnisme* » repose sur l’hypothèse que le développement scientifique et technologique propose des solutions aux problèmes actuels (par exemple sous la forme de géo-ingénierie).

- le futur « *grande transition* » est un futur dans lequel les modes de vie se sont transformés, avec de nouveaux agencements sociaux et politiques et un rapport renouvelé à la technique.

Dans la première séance, les élèves-ingénieur·es sont divisés en groupes. Chaque groupe a en charge un des quatre futurs et doit construire l’image de ce monde en 2050 (figure 2).

Dans la séance 2, la thématique des déchets est imposée. Les élèves-ingénieur·es ont à imaginer dans leur monde futur une pratique sociale en lien avec les déchets, qu’ils doivent ensuite préciser en décrivant une situation de vie quotidienne (personnelle ou professionnelle). Le récit écrit de cette situation constitue la production de la séance 3. Dans la séance 4, les élèves-ingénieur·es conçoivent un objet représentatif de la situation décrite. Cette séance se conclut par une discussion sur les déchets et les futurs possibles.

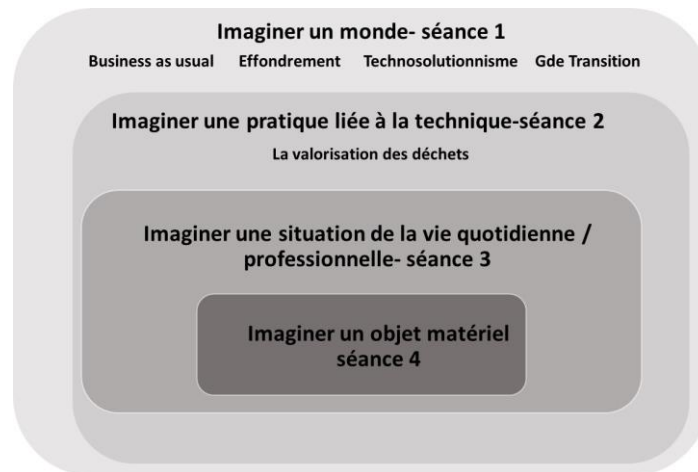


Figure 2 : Schématisation des contenus des séances permettant de travailler les systèmes sociotechniques associés aux déchets en 2050

Notre question de recherche porte sur la nature des images du futur que les élèves-ingénieur-es construisent dans ce dispositif de design fiction, et sur la manière dont ils y problématisent les déchets.

Données recueillies et méthode d'analyse

L'expérimentation a impliqué 50 élèves-ingénieur-es de niveau L3, répartis en 9 groupes.

Les productions finales de chaque groupe sont synthétisées dans le tableau 1.

N° de la production	Type de futur	Situation construite	Production : Objet « ramené du futur »
1	Business as usual	Disparition de la cuisine dans l'habitat sous l'effet de la robotisation	Publicité pour la reprise de l'électroménager avec l'achat d'un robot
2	Business as usual	Envoi des déchets ultimes sur la face cachée de la Lune	Interview du PDG de la société spatiale (Space Waste)
3	Effondrement	Organisation d'un supermarché en situation de pénurie/rationnement	Affiche du magasin expliquant la procédure d'achats
4	Effondrement	Inauguration d'une centrale à gaz dans une communauté	Emission radiophonique avec l'interview du responsable de la centrale
5	Techno-solutionnisme	Distributeur automatique et collectif de plats cuisinés	Publicité présentant la machine (le Baker)
6	Techno-solutionnisme	Traitement des déchets plastiques issus du passé	Offre d'emploi pour un ingénieur (société Rebuild)
7	Techno-solutionnisme	Transformation des déchets issus de la production d'énergie en parc de loisirs	Dépliant publicitaire présentant l'île symbiotique
8	Grande transition	Système de consigne de bouteilles en plastique	Affiche du magasin expliquant la procédure
9	Grande transition	Filière de recyclage et de reconditionnement des smartphones	Dépliant institutionnel expliquant l'organisation de la filière

Tableau 1 : Caractéristiques générales des productions

Chacune d'elle est constituée d'une description écrite d'un futur situé dans la matrice 2x2, d'une présentation de la problématique des déchets dans ce futur, de la mise en récit d'une situation personnelle ou professionnelle vécue en lien avec les déchets, et de la conception d'un objet représentatif de cette situation qui aurait été « ramené de ce futur ».

Nous avons analysé le contenu des productions écrites, en identifiant et catégorisant les thèmes qui y sont développés (Schmieder-Ramirez et Mallette, 2015) :

- les dimensions sociale, environnementale, économique, technologique, et politique des futurs décrits d'une part, et
- les caractéristiques sociotechniques de la situation choisie en lien avec les déchets (réseau d'acteurs impliqués, place de l'ingénieur·e et/ou de l'utilisateur·ère, nature des déchets et procédures de valorisation) d'autre part.

Sur la base de cette analyse, nous avons comparé les productions entre elles pour comprendre la manière dont les élèves-ingénieur·es problématisent la production et la valorisation des déchets dans différents futurs climatiques et technologiques.

Résultats

Les images du futur « business-as-usual »

La société de consommation occupe une place centrale dans les futurs décrits dans les productions 1 et 2. En 2050, le pouvoir politique est toujours démocratique, cependant celui-ci est concurrencé par la puissance économique d'entités commerciales très importantes. La société décrite est fortement inégalitaire, car les pouvoirs politiques et économiques sont détenus par un petit nombre d'individus. L'automatisation des systèmes de production et la numérisation ont rendu difficile l'accès à l'emploi, qui est réservé aux travaux techniques de haut niveau. Les conséquences du changement climatique sont inégalement réparties sur la planète, les moyens et capacités d'adaptation aussi, ce qui a des conséquences géopolitiques. La compétition internationale d'accès aux ressources énergétiques et minérales s'est accrue. Les technologies ont une place plus grande qu'aujourd'hui dans le quotidien, au détriment de l'environnement et des relations sociales (développement d'un univers virtuel). Pour répondre à l'augmentation de la population et aux migrations climatiques, le mode de vie urbain en logement collectif s'est généralisé.

Dans ce cadre, la production 1 s'attache à imaginer le futur du lieu de vie « cuisine » dans un monde dans lequel est disponible une technologie intégrée de préparation des aliments

(sous la forme de robots cuisiniers). Le manque de temps pour cuisiner, le manque de place dans les habitations, et les lieux de socialisation majoritairement virtuels rendent inutile la cuisine comme espace de vie. L'ensemble des équipements domestiques liés à ce lieu deviennent des déchets, qu'il s'agit d'évacuer en réutilisant une partie des matériaux pour la construction de robots. L'objet produit est une offre promotionnelle de reprise d'appareils anciens pour bénéficier d'une prime à l'achat d'un robot.

La production 2 s'intéresse aux déchets chimiques ultimes, impossibles à recycler et dangereux. Les élèves-ingénieur·es imaginent une réglementation mondiale qui impose le stockage des déchets chimiques sur la face cachée de la Lune, en attendant des découvertes sur leur recyclage. Leur objet est une interview du PDG de Space-Waste, une entreprise chargée d'assurer le transport et la maintenance de ces déchets. L'interview vante la fiabilité technique du service conçu comme service public mondial, explique la mise en œuvre technique, et met en scène l'irruption d'un activiste écologiste qui critique le discours du PDG.

Les images du futur « effondrement »

Les productions 3 et 4 mettent en scène un futur effondré. Toutefois, certaines caractéristiques de ce futur diffèrent dans les deux productions. C'est le cas de la démographie, qui continue d'augmenter dans la production 3 et qui diminue dans la production 4 du fait des conséquences du changement climatique (aridification de certaines terres, montée des eaux). C'est aussi le cas des structures politiques imaginées, dans la production 3, un état centralisé maintient de façon autoritaire la cohésion sociale, alors que dans la production 4, la vie en société s'organise dans de petites communautés qui se regroupent sur des valeurs ou des croyances (des communautés religieuses ou scientifiques par exemple). Certains éléments sont communs aux deux productions : une énergie rare et chère impose un développement technique de type *low-tech*, la production alimentaire locale ne suffit pas à nourrir tout le monde. La tension sur les ressources crée des inégalités entre les territoires et dans la répartition du pouvoir, ce qui augmente les conflits entre populations. La chasse au gaspillage et au recyclage conduit les élèves-ingénieur·es à imaginer de nouveaux réseaux de socialisation organisés autour du déchet ou de la sobriété.

La production 3 s'inscrit dans une société où le supermarché continue d'être un lieu qui organise la distribution alimentaire. Les élèves-ingénieur·es imaginent un système de rationnement centralisé à partir d'une production locale et réduite, et individualisé (selon la

composition du foyer ou les intolérances alimentaires,). L'objet imaginé est une affiche explicative du fonctionnement du supermarché : les individus ne peuvent venir récupérer leur ration qu'avec des contenants qu'ils fournissent eux-mêmes.

La production 4 s'inscrit au sein d'une communauté qui vise l'autonomie. Cette communauté s'attache à développer des réseaux sociotechniques prenant appui sur la solidarité entre membres. Les étudiants décrivent la structure sociale qui régleme la production et les usages de l'électricité, en la couplant à la gestion des déchets issus de la production agricole. L'objet imaginé est une émission radiophonique de la communauté qui invite le représentant d'une nouvelle installation (nommée *horizon*) produisant du biogaz et de la chaleur par cogénération.

Les images du futur « techno-solutionnisme »

Les productions 5, 6 et 7 ont pour cadre un futur *techno-solutionniste*. Elles se situent dans un monde démocratique où la technologie est centrale et permet de résoudre en particulier les problèmes environnementaux. La démographie augmente, mais l'automatisation permet de réguler à la fois l'empreinte carbone des habitants et les interactions sociales. Les métiers scientifiques sont très valorisés et participent à former l'élite de la société. Parmi ces technologies, les productions citent la géoingénierie, l'automatisation, et l'utilisation de ressources renouvelables ou la fusion nucléaire pour la production d'énergie. La bio-ingénierie permet d'adapter les espèces animales ou végétales au changement climatique. Le bio-mimétisme et le bio-plastique permettent à la société consumériste de continuer à se développer. L'évolution de techniques de pointe est décrite en lien avec des politiques incitatives, en particulier de taxation sur le gaspillage alimentaire et énergétique. Le mode de vie décrit est avant tout urbain, individualiste, et connecté. Si la numérisation de la société isole physiquement les individus, elle leur permet d'avoir des relations sociales numériques intenses. L'automatisation et les organismes génétiquement modifiés sont généralisés dans la production alimentaire, la nourriture de synthèse est devenue une norme sociale.

Plusieurs solutions sont imaginées dans les productions pour penser les déchets.

La production 5 est centrée sur un distributeur de nourriture automatique (le *baker*). Il est conçu pour diminuer le gaspillage de nourriture et les déchets d'emballage, et permet d'envisager la disparition de l'espace cuisine dans les habitations. L'objet imaginé est une publicité qui vante le *baker*.

Le futur imaginé dans la production 6 ne produit plus de déchets. Les déchets sont donc ceux des activités humaines passées. La production met en avant un secteur d'activités qui vise à « réparer » le passé. Il s'agit de recycler les plastiques, en particulier ceux qui se sont accumulés dans l'océan. L'objet est une offre d'emploi pour un ingénieur ou un technicien dans une de ces entreprises (nommée *Rebuild*).

La production 7 fait le pari de constructions techniques à double fonction. Outre leur fonction principale (par exemple produire de l'énergie), elles servent à aménager le territoire, et sont conçues comme des extensions des milieux naturels. L'objet produit est un flyer pour une île artificielle, réserve de faune et de flore, construite à partir de déchets issus du démantèlement d'éoliennes.

Les images du futur « grande transition »

Les productions 8 et 9 mettent en scène un futur « *grande transition* ». Ces futurs sont marqués par un changement climatique maintenu au niveau de l'accord de Paris, les modes de vie ont changé pour abandonner les ressources fossiles d'énergie, et malgré une augmentation de population, les centres urbains se sont végétalisés. L'alimentation est basée sur les légumineuses et les insectes plutôt que sur un régime carné. Le rapport à la technique envisagé n'est pas vraiment *low-tech*, les productions décrivent plutôt un mélange de *low-tech* et de *high-tech* : les transports en commun de proximité et les circuits courts côtoient la fusion nucléaire et les déplacements en vactrain. La société de consommation est toujours présente, mais limitée dans ses excès (par exemple sous sa forme *fast-fashion*).

La production 8 décrit un système de consigne automatisé de bouteilles plastiques vides conçues en bio-polymères. La connexion par internet (internet des objets) permet à l'utilisateur un fonctionnement personnalisé de la machine. Ce système est mis en place dans un village, il est dimensionné pour le nombre d'habitants. L'objet est un mode d'emploi de la consigne, notamment les aspects de communication/usage avec une application smartphone.

La production 9 décrit une nouvelle réglementation qui facilite le recyclage, la réutilisation et le réassemblage de téléphones portables. L'objet est une brochure institutionnelle qui se présente sous la forme de 6 panneaux pliables expliquant le cadre législatif, ainsi que l'organisation des lieux de recyclage et de reconditionnement des appareils électroniques, avec pour visée l'hybridation des cycles de vie des matériels.

Discussion

La relation entre le statut donné aux déchets et leur inscription dans un futur spécifique

Les productions donnent à voir une association forte entre les caractéristiques générales du futur et le statut donné au déchet.

Les déchets dans les futurs *Business as usual* se singularisent par l'organisation de leur exclusion du champ de la perception. Rendus invisibles ils constituent un problème exclusivement technique, situé au bout d'une chaîne d'économie linéaire. Les productions des futurs *techno-solutionnistes* envisagent un futur « zéro déchet », dans lequel les objets manufacturés peuvent être renouvelés continuellement par des processus techniques de production sans perte, et qui permettent en outre d'envisager une réparation de la Terre. Les productions des futurs de la « *grande transition* » montrent un déchet qui est pris en charge par des éco-gestes, sans remise en question des modes de vie fondés sur la consommation et la circulation (ici des déchets et des personnes). Enfin, les productions des futurs effondrés envisagent une société de sobriété imposée, qui inscrit les déchets dans la mise en place de nouveaux réseaux sociotechniques.

Les types de déchets et les situations choisies par les élèves-ingénieur-es

Les élèves-ingénieur-es se sont majoritairement intéressé-es à des déchets en rapport avec l'alimentation, soit directement (sous la forme de déchets organiques comme dans les productions 4 et 5), soit indirectement (sous la forme de déchets liés à l'emballage des produits alimentaires dans les productions 3 et 8, ou liés aux équipements de cuisine dans la production 1). En ajoutant les déchets électroniques engendrés par l'utilisation de smartphones, ce sont 6 productions sur les 9 qui sont liées à des pratiques de la vie courante, et dans lesquelles la figure de l'ingénieur-e intervient peu. Ainsi, les élèves-ingénieur-es mobilisent des connaissances sur la nature des déchets et sur les pratiques de leur gestion qui sont issues du contexte de leur vie quotidienne. La perception majoritaire des déchets fait en particulier intervenir l'éco-geste citoyen.

Le *low-tech* est difficile à se représenter pour les élèves-ingénieur-es. Finalement, seule une production (n°4) envisage une inscription technique résiliente et durable. Les autres sont

fondées sur des éléments et des futurs *high-tech*, même dans le cas de futurs de type « *grande transition* ».

Les temporalités des processus technologiques et climatiques

Les productions des élèves-ingénieur·es s'inscrivent dans des temporalités paradoxales. Les futurs qu'ils décrivent sont souvent très différents du présent, alors que les situations sont familières et que les solutions techniques qu'ils imaginent puisent dans un imaginaire présent ou déjà passé. Les productions montrent une difficulté à projeter les conséquences du changement climatique. Celui-ci est perçu avant tout comme un événement qui n'évolue plus en 2050. Certes le climat a plus ou moins changé, mais l'équilibre climatique est supposé atteint. Cela fait que les politiques d'adaptation et d'atténuation sont décrites comme figées et ayant déjà eu lieu, et non pas susceptibles d'évolution en fonction de l'intensité du changement climatique.

Conclusion

Cette étude montre qu'il est difficile pour les étudiant·es de se projeter dans le futur, en particulier d'articuler différentes temporalités (les contextes quotidiens / mondiaux ; le changement climatique comme processus évolutif). Elle pointe également qu'un rapport de type *low-tech* à la technologie résiste à l'appréhension des élèves-ingénieur·es, qui conçoivent le progrès et la technologie du futur avant tout sous une forme *high-tech*.

Cette première exploitation des données montre que le dispositif de design fiction offre l'opportunité de générer différents schémas techniques concernant la valorisation et le statut donné aux déchets, simultanément à une problématisation de leur inscription sociale dans un monde en changement. L'expérimentation a conduit à questionner la nature des choix technologiques comme des choix de société, ainsi que les effets du changement climatique. Les résultats incitent à modifier le dispositif en intégrant davantage de savoirs relatifs au *low-tech* et aux scénarios du GIEC, et en décalant l'horizon choisi d'une décennie (donc 2060), afin d'ouvrir davantage le potentiel des futurs possibles. Les principales perspectives de cette recherche sont d'approfondir ces premiers résultats, en analysant notamment les interactions dans les groupes durant les différentes séances, pour mieux comprendre comment les élèves-ingénieur·es « négocient » le futur.

Références bibliographiques

- ADEME (2018). *Modélisation et évaluation ACV de produits de consommation et biens d'équipement*. Rapport d'expertise.
- Bleecker, J. (2009). *Design fiction: a short essay on design, science, fact and fiction*. Near Future Laboratory.
- Blythe, M. A., et Encinas, E. (2016). The co-ordinates of design fiction: Extrapolation, irony, ambiguity and magic. Dans S. Lukosch, A. Sarcevic, M. Lewkowicz, et M. Muller (dir.), *Proceedings of the 19th international conference on supporting group work* (p. 345–354). ACM Press.
- CTI (2022). Références et orientations de la Commission des titres d'ingénieur. Référentiel – Critères majeurs d'accréditation. <https://www.cti-commission.fr/fonds-documentaire>
- Durand, M. (2015). *Gestion des déchets : Innovations sociales et territoriales*. Presses universitaires de Rennes.
- Gibert, A.-F. (2020). *Eduquer à l'urgence climatique* (Rapport No. 133). ENS de Lyon.
- GIEC (2018). *Rapport Spécial : Réchauffement planétaire de 1,5 °C – Résumé à l'intention des décideurs*. www.ipcc.ch
- HCC (2021). *Renforcer l'atténuation, engager l'adaptation*. Rapport annuel 2021 du haut conseil pour le climat. <https://www.hautconseilclimat.fr/publications/rapport-annuel-2021-renforcer-lattenuation-engager-ladaptation/>
- Hervé, N. (2022). L'éducation au futur, une ressource pour penser l'Anthropocène. *Spirale*, 70, 113-123.
- Kamp, A. (2016). *Engineering education in the rapidly changing world: rethinking the vision for higher engineering education*. Delft University of Technology.
- Léna, P. (2019). Le rôle de l'éducation à la science. Dans N. Wallenhorst et J.-P. Pierron (dir.), *Eduquer en Anthropocène* (p. 147-160). Le bord de l'eau.
- Lindley, J., et Coulton, P. (2015). Back to the future: 10 years of design fiction. Dans S. Lawson et P. Dickinson (dir.), *Proceedings of the 2015 British HCI Conference* (p. 210–211). ACM Press.
- Meira, P. Á. (2019). Climate Change and Education. Dans W. L. Filho et al. (dir.), *Climate Action* (p. 109-120). Springer.
- Minvielle, N., et Wathelet, O. (2017). Le « design fiction ». Une méthode pour explorer les futurs et construire l'avenir ? *Futuribles*, 421, 69-83.
- Mitrovic, I., Golub, M., et Šuran, O., (2015). *Introduction to speculative design practice– Eutopia, a Case Study*. HDD & DVK UMAS.
- Orange, C., et Orange Ravachol, D. (2017). Problématisations scientifiques fonctionnalistes et historiques en éducation relative à l'environnement et au développement durable : Le cas de l'évolution climatique. *Formation et pratiques d'enseignement en questions*, 22, 21-38.
- Perpignan, C. (2021). *Définition d'un cadre de compétences pour intégrer l'ingénierie durable dans les formations technologiques : application à l'écoconception* [Thèse de doctorat]. Université de technologie de Compiègne.
- Poynor, R. (2016). Critical world building. Dans A. Coles (Dir.), *Design fiction EP vol. 2* (p. 47-68). Sternberg Press.
- Rhydderch, A. (2017). The 2x2 Matrix Technique, *Futuribles - Prospective and Strategic Foresight Toolbox*. *Futuribles*. <https://www.futuribles.com/scenario-building-the-2x2-matrix-technique-2/>

- Schmieder-Ramirez, J., et Mallette, L. (2015). Using the SPELIT analysis technique for organizational transitions. Dans M. Carmo (Dir.), *Education Applications & Developments* (p. 291-300). InSciencePress.
- Spiller, N. (2013). Fictional influences. *Digital Creativity*, 24(1), 88-92.
- Tanenbaum, J. (2014). Design Fictional Interactions: Why HCI Should Care About Stories. *Interactions*, 21(5), 22–23.
- UNESCO (2017). *L'éducation en vue des objectifs de développement durable : Objectifs d'apprentissage*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247507>
- York, E., Conley, S.N. (2020). Creative Anticipatory Ethical Reasoning with Scenario Analysis and Design Fiction. *Science and Engineering Ethics*, 26, 2985–3016.