



56^{ème} CONGRÈS SELF
6 - 8 juillet 2022

**VULNÉRABILITÉS ET
RISQUES ÉMERGENTS**
penser et agir ensemble pour
transformer durablement

 **EBSCO**host

*The full text of SELF congresses
proceedings in Ergonomics Abstracts is
included in Academic Search Ultimate on
EBSCOhost™*

www.ergonomie-self.org

→ Ergonomics abstract

Quelle place de la technique pour une conception soutenable ?

Christelle Casse

Institut d'Etudes du Travail de Lyon (IETL), Université Lumière Lyon2, 4, bis rue de l'Université
69365 Lyon Cedex 07 - c.casse@univ-lyon2.fr

Résumé. Parmi les activités humaines impliquées dans les déséquilibres grandissant constatés aujourd'hui à l'échelle de la planète, l'activité technique tient une place centrale. D'autres manières de produire, mais aussi de concevoir, sont à inventer. Cette communication se base sur deux études de cas d'innovation technique à visée de soutenabilité dans des contextes très différents (l'extraction minière au Brésil d'un côté, la gestion circulaire de la récupération des matières organiques en Nouvelle Aquitaine de l'autre). Elle vise à aborder les questions de la place des techniques dans les transitions écologiques et sociétales et des conditions et des caractéristiques des processus de conception et d'innovation qui peuvent soutenir et faciliter les genèses professionnelles et instrumentales souhaitables. Nous passerons pour cela par un rapide aperçu de la place de la technique dans l'anthropocène et un détour par l'approche des processus d'appropriation et l'anthropotechnologie développées en ergonomie pour nous aider à penser les rationalités d'action souhaitables pour des processus de conception soutenables.

Mots-clés : appropriation, conception, innovation, soutenabilité, anthropotechnologie

What role for technology in sustainable design?

Abstract. Among the human activities involved in the growing imbalances observed today on a global scale, technical activity holds a central place. Other ways of producing, but also of designing, are to be invented. This paper is based on two case studies of technical innovation aimed at sustainability in very different contexts (mining in Brazil on the one hand, circular management of organic matter recovery in Nouvelle Aquitaine in France on the other hand). It aims to address both questions. What role of technology in ecological and societal transitions? And what conditions and characteristics of design and innovation processes can support and facilitate desirable professional and instrumental geneses? To do this, we will first take a quick look at the place of technology in the Anthropocene. We will then make a diversion through the appropriation process approach and anthropotechnologie to help us think about the desirable rationalities of action for sustainable design processes.

Key-words: appropriation, design, innovation, sustainability, anthropotechnologie

*Ce texte original a été produit dans le cadre du congrès de la Société d'Ergonomie de Langue Française qui s'est tenu à Genève les 6, 7 et 8 juillet 2022. Il est permis d'en faire une copie papier ou digitale pour un usage pédagogique ou universitaire, en citant la source exacte du document, qui est la suivante :

Casse, C. (2022). Quelle place de la technique pour une conception soutenable ? Actes du 56ème Congrès de la SELF, Vulnérabilités et risques émergents : penser et agir ensemble pour transformer durablement. Genève, 6 au 8 juillet 2022.

Aucun usage commercial ne peut en être fait sans l'accord des éditeurs ou archiveurs électroniques. Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page.

INTRODUCTION

Dans sa dernière étude parue en novembre 2021, l'agence de la transition écologique (Ademe, 2021) propose 4 « profils » de scénarios pour aboutir à la neutralité carbone en 2050, dont deux mettent l'accent sur la « sobriété », le changement de nos modes de vie et la réduction de notre consommation, alors que les deux autres misent avant tout sur les avancées technologiques pour répondre aux défis environnementaux (technologies vertes) ou réparer les dégâts causés à l'environnement. Nos précédents travaux de recherche et l'analyse de projets réalisés par d'autres chercheurs sur le sujet, nous permettent d'affirmer que dans tous les cas - option sobre ou technophile (ou plus certainement mixte) - une réflexion sur la place et le choix des techniques est centrale et incontournable. D'autres manières de produire, mais aussi de concevoir, à des échelles différentes, sont à inventer. Cette communication se base sur deux études de cas d'innovation technique à visée de soutenabilité dans des contextes très différents pour s'interroger d'une part sur la place de la technique dans les transitions écologiques et sociétales et d'autre part sur les conditions et les caractéristiques des processus de conception et d'innovation auxquels les ergonomes peuvent participer pour soutenir et faciliter les genèses professionnelles et instrumentales souhaitables.

L'ANTHROPOCÈNE : ÈRE DE L'HUMAIN ET DE LA TECHNIQUE

Anthropocène : ère de l'être humain ?

L'Anthropocène, littéralement « ère de l'être humain », désigne notre époque géologique marquée par l'influence prépondérante des activités humaines sur l'environnement global de la Planète et la fin des conditions climatiques connues tout au long de l'ère précédente (l'holocène) (Lussault, 2015 ; Fédereau, 2017). Cette notion remet en cause l'idée d'une nature séparée de l'être humain, qui serait le « spectateur passif de l'évolution » (Fédereau, 2017), pour au contraire mettre en relief son rôle d'acteur dans la transformation (la détérioration ?) des milieux à l'échelle planétaire impactant les conditions de vie de tous les êtres. Cette transformation n'est pas à sens unique puisque les plus grandes craintes liées aux changements environnementaux, et plus particulièrement climatiques, concernent leurs répercussions sociales. Aujourd'hui, « l'intrication entre nature et société est telle qu'il est difficile d'en parler de manière séparée » (ibid). Paradoxalement, alors que la notion d'Anthropocène véhicule une vision critique de l'impact de l'être humain sur son milieu, elle tend aussi, en lui donnant une place centrale, à proclamer et renforcer l'idée d'une destinée particulière de l'être humain, en lui donnant le pouvoir de rétablir l'équilibre ou au contraire de conduire la planète entière à la catastrophe. Elle a au moins l'avantage de nous forcer à porter un regard réflexif sur nos processus de développement, de conception et d'innovation pour tenter de les transformer dans une optique soutenable.

La technologie dans l'œil du cyclone

Parmi les activités humaines impliquées dans les déséquilibres grandissant constatés aujourd'hui, la technologie tient une place centrale. L'accélération phénoménale de l'impact des activités humaines converge avec l'essor de la société industrielle et des modes de production capitalistes, à tel point que certains préfèrent utiliser le terme de capitalocène (Bonneuil, 2017 ; Campagne, 2017) pour qualifier cette « ère ». En effet cette période qui s'étend sur environ deux siècles a vu l'émergence d'innovations technologiques très importantes à un rythme de plus en plus soutenu, véritables moteurs de la croissance des sociétés industrialisées, mais aussi productrices de quantités toujours plus grandes de machines, d'objets de consommation, de matières composites (plastiques, tissus synthétiques, bétons...) de plus en plus éloignés des matériaux naturels, entraînant des problématiques non résolues à ce jour d'exploitation abusive des ressources non renouvelable et de production de « déchets » impossibles à recycler/transformer. Cette dynamique est au coeur de l'anthropocène et des préoccupations des scientifiques, des politiques et des citoyens qui s'intéressent à « l'environnement ». Certains prônent d'ailleurs la décroissance, un retour urgent à des modes de production plus en phase avec les rythmes du vivant.

Pendant la réalité de l'évolution de nos sociétés nous conduit plutôt vers une ère « hyper-industrielle », comme la nomme Pierre Veltz (2017), marquée par sa transformation à plusieurs niveaux : -géographique dans un double mouvement de mondialisation et en même temps de polarisation autour de grands centres urbains, -des frontières des organisations par la diffusion notamment des logiques de plateformes (liées à la digitalisation), -des systèmes de production, plus circulaires, et intégrant des enjeux de durabilité environnementale. Il est aussi clair que le système industriel actuel touche à ses limites notamment en termes de viabilité.

En parallèle de cette évolution industrielle à l'échelle mondiale, se développent à des échelles locales des modes de production et des circuits de diffusion nouveaux (bien qu'ils revisitent souvent des modes traditionnels), dans la logique « des circuits courts » créés par/ autour des agriculteurs. Les collectivités locales, parfois poussées ou devancées par les citoyens (« la société civile » comme on la nomme communément), cherchent aussi à mieux gérer leurs ressources, prendre en compte les enjeux et besoins liés aux activités industrielles ou commerciales tout en protégeant leur environnement et leurs ressources. Et les ingénieurs et inventeurs de demain, organisés en start-up, en fab-lab ou au sein d'entreprises sociales et solidaires, s'intéressent aussi de plus en plus à la création de produits « low-tech », économes en ressources et faciles à diffuser/ s'approprier.

Dans ce contexte, le défi est là : « Comment passer d'une situation contemporaine marquée par des trajectoires insoutenables à un état des sociétés caractérisées par la soutenabilité et l'équité ? ». Comment opérer cette « grande transition » (Veltz, 2010) ? Nos précédents travaux de recherche et la littérature sur le sujet nous permettent d'affirmer que dans tous les cas, pour répondre à cette question, une réflexion sur la place et le choix des techniques est centrale et incontournable. D'autres manières de

produire, mais aussi de concevoir, à des échelles différentes, sont à inventer.

Quel que soit les scénarios proposés aujourd'hui, le travail (et les travailleurs et travailleuses) constitue souvent la variable d'ajustement des transitions déjà en cours, apparaissant comme un impensé dans les réflexions et expérimentations en matière de transition énergétique comme de « circularisation » du monde industriel, de projet d'intégration de robots ou de machines automatisées. Les impacts des nouveaux modes de production ou d'organisation sur le travail ne sont pas anticipés et évalués. Et la soutenabilité des systèmes de travail n'est pas questionnée. L'exemple des agriculteurs engagés dans des dynamiques agro-écologiques est assez emblématique des limites et des angles morts des processus de transitions amorcées ces dernières années. Pourtant accompagnés dans les transitions par des services de l'état et des chercheurs, ils paient de leur santé- physique et mentale- et de leurs deniers (avec souvent des niveaux de rémunérations très bas) la transformation des modes de production et les développements professionnels qui y sont liés (Béguin et Puéyo, ; Béguin, à paraître dans ces actes).

La proposition de cette communication n'est pas de répondre à ces vastes questions mais d'ouvrir des pistes de réflexion pour alimenter le débat en nous appuyant sur des études cas. Nous nous baserons sur 2 cas très contrastés pour aborder la question de l'impact des technologies en lien avec la soutenabilité et le travail. Le cas du projet *COPESCUB Innovation technique Durable* qui se déroule dans les mines au Brésil et le cas d'une expérimentation de gestion circulaire et locale des excréta en Nouvelle Aquitaine.

LA TECHNIQUE : SUPPORT OU FREIN DES MUTATIONS DES SYSTÈMES DE TRAVAIL

La technique est abordée dans la littérature dans deux orientations opposées : comme vecteur d'aliénation des travailleurs ou de développement professionnel et d'émancipation.

Selon Simondon (2001), contrairement à la pensée classique, la technique ne s'oppose pas à la culture. Au contraire, elle est le fruit de l'invention des êtres humains et donc profondément ancrée dans la culture.

Les systèmes de production contemporains, basés sur des principes de rationalisation tayloriens développés au cours du XXème siècle, ont promu et cristallisé une rupture « entre le savoir technique et l'exercice des conditions d'utilisation » de la technique (Simondon, 2001, p250) qui conduit à l'aliénation des travailleurs. Le travailleur est empêché par les limites de son savoir technique et de son pouvoir d'action sur la machine. Ainsi, « le travailleur opère sur la machine sans que son geste prolonge l'activité d'invention » (ibid, P 249). Il est limité dans son processus de conception dans l'usage (Rabardel, 1995).

A l'inverse, les objets techniques et l'activité technique sont des vecteurs du collectif. Ils ont une fonction de médiation entre les humains : c'est au niveau de l'activité technique et donc du travail que l'humain peut rencontrer l'humain, que les oppositions et les divergences peuvent s'intégrer. Le niveau de

l'organisation technique est le niveau du collectif, dépassant les frontières habituelles du social.

D'autres courants de pensée insistent au contraire sur la dimension émancipatrice du progrès technique, qui a permis à l'être humain de sortir de son état « sauvage » et d'apporter une réponse à tous les problèmes et tous les maux. Tout était question de temps, et de maturité du savoir scientifique et technique. Le « développement » n'était vu qu'à travers le déploiement des modes de production industriels à une échelle large et la généralisation des modes de vie occidentaux basés sur la conception, la fabrication, et la consommation de produits en masse, poussés par une logique de l'offre.

C'est par la technique que l'être humain façonne son milieu. L'activité technique est par définition action sur le monde et transformation du monde. L'orientation donnée à cette action va donc conditionner la forme et le fonctionnement de nos milieux. La technique et les objets techniques constituent ainsi par essence des médiateurs entre l'humain et la nature, fondent des instruments à travers lesquels il agit sur le monde (Béguin & Rabardel, 2001). Ils façonnent nos milieux de vie et de travail. Les objets techniques connectés qui prennent de plus en plus de place dans le quotidien de chacun et transforment voire contraignent les manières de se mouvoir, de communiquer et jusqu'à nos façons de percevoir et de regarder le monde (Baudin, à paraître), modifient profondément notre rapport au monde, et changent nos univers de travail et le contenu même de ce travail. Ils vont jusqu'à déplacer les frontières de l'entreprise (télétravail, uberisation...).

Les ergonomes s'impliquent depuis des décennies dans les processus de conception des artefacts techniques, spatiaux et organisationnels (Daniellou, 2004 ; Barcellini, Van Belleghem & Daniellou, 2013 ; Béguin, 2007a), avec comme objectif de développer l'activité des travailleurs et de rendre plus soutenable les systèmes de travail dans lesquels ils opèrent (Béguin, Pueyo, & Casse, 2021). Ils proposent des cadres de pensée et d'action pour aborder ces processus et en particulier « l'articulation entre le travail de conception et la conception par les opérateurs, de leur propre travail » (Béguin, 2004, p. 370). Ils s'intéressent notamment aux processus d'appropriation des artefacts, au travers desquels les travailleurs prolongent le processus de conception, par « une remise en mouvement, et un déplacement des productions techniques initiales » (ibid, p 372). Ils permettent le développement conjoint du dispositif technique et de son usage par les travailleurs. Les processus d'appropriation passent par plusieurs éléments selon Mendès et al (2012). La nouveauté doit trouver des points d'ancrage dans le milieu culturel, cognitif ou social existant. L'appropriation implique d'une part l'évolution des manières d'agir et de penser des travailleurs mais aussi l'évolution de l'artefact avec lequel ils interagissent. Enfin elle conduit à ce que les travailleurs développent leurs ressources d'action, en développant l'instrument (c'est à dire une « entité composite comprenant l'artefact et une composante liée à l'action » -ibid, p373), leurs compétences et leurs concepts. On peut alors parler d'un processus de genèse professionnelle (Béguin, 2007b). Cette approche peut permettre d'analyser les dynamiques qui se déploient (ou sont empêchées) lorsque des travailleurs font face à la

nouveauté technique, dans leur développement propre, dans la manière dont ils peuvent modifier ou inventer des modes d'agir et dans les transformations qu'ils peuvent opérer sur l'artefact ou leur environnement pour faciliter l'appropriation. Cette analyse permet de mettre l'accent sur les processus de « conception dans l'usage » (Béguin et Rabardel, 2000) mis en œuvre par les travailleurs. L'analyse des processus de conception pour l'usage qui ont conduit au choix et à l'introduction d'un nouveau procédé ou objet technique dans une situation de transition nous intéresse aussi afin de questionner les enjeux et critères de soutenabilité mobilisés par les concepteurs et leur capacité à intégrer les critères liés au travail.

Pour les sociologues de l'innovation (Akrich, 1990 ; Callon, 1987 ; Latour, 1992, 2006 ; Proulx, 2006), les sphères de la technique et du social apparaissent profondément enchevêtrées et sont mutuellement constitutives. L'innovation en matière de développement de dispositifs techniques n'est pas simplement un processus technique, c'est un processus profondément social marqué dynamiquement et en permanence par les groupes d'acteurs engagés dans le processus. Les concepteurs décrivent non seulement des objets techniques, mais aussi une vision de de la société dans laquelle s'insérerait le nouvel objet. Tout acte de conception est donc tout autant un acte technique et même politique (Callon, Lascoumes, Barthes, 2001). L'innovation technique est partie prenante de « ce qui fait société ».

Les évolutions des mondes professionnels liés aux transitions sociétales et écologiques impliquent de plus en plus des évolutions techniques profondes qui accompagnent ou engendrent la transformation des systèmes de travail et des modes de vie. De plus en plus d'ergonomes sont impliqués dans ce type de projets et se questionnent sur les échelles et les rationalités d'action adaptées à ces nouveaux processus (Boudra, Béguin, Duarte, Puéyo ; Chizalet ; Mendès et al, 2017).

La partie suivante présente et analyse deux cas de conception/transformation de systèmes techniques en lien avec des enjeux de soutenabilité dans des contextes très différents. Notre objectif étant à travers cette analyse d'identifier et d'interroger les contraintes, les freins et les leviers des processus de transitions opérés et leur impact sur l'évolution des milieux de travail et le contenu du travail des acteurs concernés.

Cas n° 1 : projet de mise en place d'un système de prévention soutenable qui engendre un processus de genèse professionnelle

COPESCUB est un projet dans le secteur minier au Brésil qui visait à étudier « les désordres consécutifs à l'application d'une norme imposant un système de prévention innovant localement : l'humidification. » (Mendes & al, 2012, p2). Les chercheurs-intervenants ont analysé les caractéristiques de la norme au niveau macro, les bouleversements engendrés au niveau méso des entreprises, ainsi que les projets d'aménagements et de conception d'outils mis en place pour respecter la norme. L'étude a eu lieu dans 6 entreprises d'extraction de granit de l'Etat « Espírito Santo » au Brésil, principal producteur de ce matériau, où le procédé d'humidification a été mis en place

pour contrôler la poussière. Des entretiens ont été réalisés avec les travailleurs, des managers, des techniciens de prévention et des propriétaires d'entreprises à différentes étapes de la mise en place afin de construire une analyse chronologique de l'implémentation du procédé d'humidification. Ils ont été complétés par des observations systématiques des principales activités qui étaient modifiées par l'humidification et des entretiens d'autoconfrontation réalisées dès le début de la recherche, à la fois individuellement et/ou en groupe (8 groupes de 3 à 15 personnes).

Cette norme a été mise en place à une échelle nationale pour enrayer les problèmes de santé et la mortalité constatées pendant de nombreuses années, liés à l'inhalation des poussières par les opérateurs qui travaillent à l'extraction minière et au traitement (essentiellement la découpe) du granit. Après des années de latence et de concertations, elle s'impose à toutes les entreprises de façon verticale, mais ne prescrit pas les moyens et les modes opératoires à mettre en œuvre pour introduire ce procédé d'humidification jamais utilisé dans les mines auparavant. Face à l'impératif, les entreprises et leurs ingénieurs investissent dans des systèmes d'humidification utilisés dans d'autres industries. Ils les fournissent ensuite aux travailleurs sans préparation préalable ni formation.

Au niveau micro, le nouveau procédé d'humidification s'il est bénéfique pour éviter les poussières, induit néanmoins des contraintes nouvelles dans ces activités, à plusieurs niveaux. Dans les entreprises d'extraction, le problème majeur qui apparaît est la boue et le fait qu'en durcissant elle piège les tiges qu'utilisent les ouvriers pour forer. Cela complique énormément leur travail et les conduit à chercher de nouvelles techniques. Ils essaient dans un premier temps de retirer les tiges à la main, mais cela n'est pas efficace et prend trop de temps. Ils ont ensuite l'idée de propulser de l'air dans le trou afin de sortir l'aiguille plus facilement. Cette idée est inspirée de la pratique d'un ouvrier expérimenté qui utilise cette technique pour d'autres opérations. Ils lui demandent ainsi de la transmettre et de tester le mode opératoire. Un autre problème majeur en termes de sécurité est lié notamment au fait que la présence de l'eau rend les sols glissants. Cela implique ainsi que les ouvriers trouvent des moyens nouveaux pour se mouvoir sans risques.

Dans les entreprises de découpe du granit les premiers problèmes qui apparaissent sont liés aux risques d'électrocution et de dysfonctionnement des moteurs des outils électriques. Ils conduisent l'entreprise à investir dans des fraiseuses pneumatiques, plus sûres dans ce contexte, mais moins puissantes que les fraiseuses électriques et entraînant des pertes de temps pour les ouvriers et donc des baisses de leur productivité. A force de recherche pratique, ils parviennent à mieux les utiliser et à acquérir une connaissance sur la gestion des débits d'eau afin d'éviter la boue. Par ailleurs ils rencontrent aussi au démarrage des problèmes liés au fait que l'eau efface les marquages qu'ils font pour guider leur travail de découpe. Après un certain temps, ils inventent un nouveau procédé en utilisant un stylet pour graver leur traçage. Cela leur permet de gagner du temps et donc de compenser les pertes liées aux nouvelles fraiseuses. L'eau modifie aussi l'aspect de brillance de

la matière, qui constituait jusqu'ici le principal indicateur de qualité pour les opérateurs et elle entrave la visibilité et donc empêche les opérateurs de voir le résultat de leur travail ; ces variations obligent les ouvriers à construire petit à petit de nouveaux repères.

Dans un premier temps on voit bien à travers ce cas que l'introduction du nouveau procédé d'humidification sensé limiter l'exposition des ouvriers aux poussières de granit, les perturbe et contraint leur travail, leur faisant perdre leurs repères et leur efficacité et rendant leurs compétences obsolètes, pendant un temps du moins. Cependant, elle les conduit pas à pas à développer de nouveaux savoir-faire de prudence et même de nouveaux artefacts, en s'appuyant sur leurs connaissances antérieures et des nouvelles techniques (ou plutôt des adaptations de techniques anciennes). Ceci en s'appuyant sur les experts du métier et le collectif, par l'entraide et le partage de connaissances. Les chercheurs (Mendes et al, 2015) montrent comment ces opérateurs s'engagent ainsi dans un « processus d'appropriation » vertueux qui aboutit à des genèses professionnelles, ayant des effets positifs à la fois du côté de la productivité du travail et de la santé des opérateurs, et par conséquence aussi du côté de la performance de l'entreprise.

Les résultats de l'analyse montrent que les ressources de ce processus vertueux sont les compétences expertes des opérateurs, construites à travers des années de pratique de leur métier, leur connaissance parfaite du milieu et notamment de la matière granit, associée à une démarche de recherche et de transformation collective passant par la diffusion de connaissances intermédiaires, des interactions régulières entre professionnels et la mobilisation des experts reconnus par leurs pairs. La situation contrainte des entreprises a aussi été un vecteur important car elle a conduit les dirigeants à soutenir la démarche de recherche des opérateurs, accompagnés par des ingénieurs, qui ont accepté d'ajuster les moyens au fur et à mesure de leur progression. Ce processus a permis aux opérateurs de s'approprier le nouveau dispositif, de développer leurs ressources et leurs compétences en concevant des innovations techniques à partir de leurs savoirs empiriques et les modes opératoires traditionnels.

Cas n°2 : expérimentation de la mise en place d'une filière de gestion circulaire des excréta humains sur l'agglomération de Bordeaux

L'étude porte sur une expérimentation conduite à Bordeaux par une association citoyenne (la Fumainerie) subventionnée pour proposer à des particuliers d'adopter des toilettes sèches à leur domicile et un service de collecte et recyclage des excréta. Cette étude de cas fait partie d'une série

d'enquêtes de terrain réalisée par un ingénieur du low-tech lab¹ « auprès des initiatives qui incarnent et diffusent localement une démarche lowtech ». L'étude de cas est basée sur des interviews des principaux acteurs impliqués dans la mise en place de la filière (initiatrice, concepteurs, responsables de la collectivité, entreprises partenaires) et l'observation des différentes étapes du proces depuis la prise de contact avec les particuliers jusqu'au traitement des matières pour être réutilisées².

Les personnes s'engagent sur 6 mois de participation, renouvelable. Le procès circulaire de récupération et valorisation des excréta passe par plusieurs étapes et plusieurs acteurs :

-Une salariée de l'association vient au domicile des particuliers : « on essaie d'identifier les freins potentiels à la fois technique et sociaux » et d'identifier avec eux la solution la plus adaptée à leur besoin

-Après cette phase de diagnostic, elle installe les toilettes sèches conçues spécialement pour le projet à la place des toilettes normales. Cela passe par la déconnexion des toilettes actuelles du tout à l'égout, la livraison et l'installation des toilettes sèches, et l'explication du mode d'emploi des toilettes et des systèmes de bac

-Une collecte des bacs et de livraison de la sciure est réalisée 4 fois par semaine par la salariée en triporteur pour limiter la pollution dans la ville. Ce moment de livraison est aussi un moment d'échange qui remplit un objectif social souhaité par l'association

-Les bacs collectés sont transportés jusqu'à une commune voisine dans une usine où elles sont stockées pesées et analysées avant de les envoyer au partenaire valorisateur

-Les caisses et bidons vidangés sont nettoyés pour pouvoir les récupérer, alors que les excréta sont traités : l'urine est stockée dans des cuves et les matières fécales commencent leur compostage dans des bacs.

-Une start-up locale de valorisation d'urine l'utilise comme milieu de culture de bactéries pour la transformée en engrais qui peut remplacer les engrais minéraux de synthèse

-les engrais transformés doivent ensuite être livrés aux agriculteurs. Cette dernière étape n'est pas encore complètement aboutie, car des blocages existent sur les plans administratif et culturel. Les citoyens ont du mal à accepter l'usage des excréments humains pour produire l'alimentation³.

Les porteurs de cette expérimentation ont mis en place un dispositif de suivi de l'expérimentation afin leur permettre de mesurer la faisabilité de cette méthode de récupération et d'améliorer leur système. Ils demandent aux participants à l'expérimentation, considérés comme des « co-producteurs du service »,

¹ Le low-tech lab est une association d'intérêt général qui documente et promeut la démarche low-tech depuis 2015 au travers d'explorations et d'expérimentations « afin de donner à chacun l'envie et les moyens de vivre mieux avec moins ». Il a réalisé une série d'enquête qui s'intitule « Les enquêtes du Low-tech Lab... penser et explorer la low-tech à l'échelle des organisations ».

² L'enquête donne lieu à la production des documents suivants : un compte-rendu d'étude de cas détaillé de l'organisation, et sa fiche résumée infographiée, un podcast pour transmettre le plus

fidèlement la vision des responsables, un article présentant les apprentissages de l'enquête en quelques points clés, d'une vidéo de vulgarisation accessibles en ligne sur le site du low-tech lab. <https://lowtechlab.org/fr/actualites-blog/enquete-3>.

³ Or les animaux consomment plus d'antibiotiques et de produits chimiques que les êtres humains car les agriculteurs utilisent déjà les boues des stations d'épuration issues des eaux usées comme engrais.

de s'engager à remplir un questionnaire sur leur expérience pendant les six mois de la convention.

Un dispositif parallèle nommé le « labo-mobil plus » a été mis en place réunissant les différents acteurs impliqués dans cette expérimentation afin de développer une réflexion commune sur « comment créer une filière de gestion circulaire des excréta et plus largement des matières organiques sur le territoire. » Ils cherchent à répondre à des questions variées telles que : comment mutualiser les circuits de collecte et logistiques, quel rôle doit prendre la collectivité, comment assurer l'accessibilité de ce service au plus grand nombre. Le nouveau procédé d'assainissement amène de nombreux sujets techniques, organisationnels, économiques et logistiques qui touchent pour la plupart aussi des questions du travail. Ils veulent ouvrir la voie vers des filières « plus soutenables et résilientes » et gérer de façon collective.

La collectivité locale est engagée dans le projet et soutient l'expérimentation. Pour la collectivité cette action répond à une réflexion de fond sur l'usage de l'eau potable et la nécessité à moyen terme de faire des économies d'eau : « sur 100L d'eau qui sont distribués dans les canalisations de Bordeaux, il y en a 1L qui est bu ». Les acteurs voient le dispositif proposé comme « une alternative fiable, étudiée, fonctionnelle, économiquement qui tient la route ». L'objectif défendu est aussi d'agir sur l'acceptabilité de ces processus de récupération des excréta, en les faisant connaître et en valorisant leurs potentiels sur le plan écologique, économique et social.

Notre analyse de cette expérimentation nous apporte des enseignements quant aux conditions qui ont favorisé son bon déroulement :

- La portuse du projet, qui a conçu et concrétisé l'idée innovante de diffuser des toilettes sèches en environnement urbain, a des convictions fortes concernant l'écologie et l'économie des ressources, a des connaissances sur des systèmes alternatifs tels que les toilettes sèches, une capacité d'aller vers et de fédérer les acteurs pertinents à l'échelle du territoire,
- la concrétisation de son idée passe par une rencontre et une collaboration fondatrices avec un autre acteur local déjà compétent dans la filière : un fabricant et diffuseur de toilettes sèches dans l'événementiel, qui est prêt à entrer dans un processus de conception innovante pour trouver ensemble une solution viable dans ce nouveau cadre d'usage,
- Ces deux acteurs clés ont une réflexion globale centrée sur les fonctionnalités du produit à concevoir mais aussi sur les services. Cela aboutit à la création d'un objet technique, le « Bibok », adapté en termes de taille à l'installation en appartement, permettant la séparation de l'urine et des matières fécales et l'usage de bidons pour faciliter la récupération puis le transport de ces matières en vélo-cargo adapté à la circulation en ville en limitant la pollution
- l'attention concomitante au montage de la filière et aux tâches et conditions d'exécution du travail de la salariée constitue un levier important pour la viabilité et la soutenabilité du dispositif
- l'existence à l'échelle du territoire d'acteurs compétents et complémentaires, spécialisés soit dans la conception soit dans la récupération et la transformation de matières organiques, permet une intégration et une maîtrise totale de la chaîne logistique circulaire

-une convergence des temporalités et des désirs soutient la rencontre entre les projets, les compétences et les objets /procédés techniques des différents acteurs engagés dans la filière et celui de la collectivité. Plusieurs acteurs impliqués dans cette expérimentation témoignent d'une forme de synergie qu'ils perçoivent comme étant en lien avec une évolution des modes de pensée et la prise de conscience des enjeux écologiques à l'échelle de la société, qui a permis la germination et la concrétisation d'un tel projet.

On assiste dans ce projet à la conception d'un produit innovant combinée à la création d'un service ; qui induit l'émergence d'un nouveau métier et d'un système de travail coordonné avec la genèse de plusieurs instruments et d'une filière d'activités. Le processus correspond à un processus de conception innovante dans lequel les artefacts à concevoir et les modalités de leurs usages ne sont pas connues au départ et se structurent pas à pas tout au long du projet. On peut aussi parler de conception collaborative dans la mesure où les différents partenaires de la structure porteuse co-construisent avec elle le service et créent de façon concurrente de nouvelles activités.

DISCUSSION

Les deux cas dépeignent des processus de conception opposés dans leur dynamique. Dans le cas de la mine, la dynamique est impulsée par le haut, par une obligation réglementaire qui s'impose aux acteurs décisionnels et de terrain qui vont devoir déployer leurs capacités de conception dans l'usage pour reconcevoir leur système de travail en même temps que le système de production et trouver un équilibre nouveau, plus soutenable pour les travailleurs et aussi leur entreprise. L'étape de transition est hautement instable et le résultat du processus est hautement incertain tout au long de la démarche mais débouche finalement sur un résultat bénéfique pour tous. Dans le cas de la valorisation des excréta, la dynamique est impulsée par le bas, par un utilisateur final qui veut voir modifier ses usages et cherche à créer un nouveau mode d'usage et va construire le réseau d'acteurs nécessaire pour aboutir à concrétiser et créer un nouveau produit, un nouveau service et une nouvelle filière. La dynamique se structure progressivement à partir des acteurs et dispositifs impliqués.

Ces deux exemples de processus de (re)conception de systèmes de travail en lien avec des objectifs de soutenabilité nous amènent à discuter des conditions dans lesquelles peuvent se développer les activités et les travailleurs dans ce type de contexte. L'anthropotechnologie définit les interventions en situations multiculturelles, dans le cadre des transferts de technologies et par extension dans toute situation où le contexte d'usage à venir d'une technique ou d'un objet à concevoir est différent de celui qui lui a donné naissance (Geslin, 2002). Le premier cas correspond bien à ce cadre, le procédé d'humidification étant importé d'autres types d'entreprises. Le contexte du second cas est un peu différent mais nous considérons que la conception d'un produit et d'un service liée à la création d'une activité et d'une filière revient à implanter un objet ou procédé technique venu d'ailleurs. Dans les deux cas,

cela implique de concevoir les conditions de développement de l'activité dans un contexte cognitif, social et technique particulier en s'appuyant sur un dispositif technique nouveau et sur les compétences des acteurs.

L'approche de l'anthropotechnologie, comme celle des processus d'appropriation, mettent l'accent sur la nécessité dans ces contextes que le processus de conception soit anthropocentré, portant une attention particulière aux êtres humains et aux collectifs, à leurs manières de penser et d'agir dans leurs contextes spécifiques. Ces approches se donnent comme objectif de mettre l'humain et les enjeux de société au centre des processus de conception. On en perçoit ici tout l'intérêt car c'est à travers les acteurs de l'innovation, leurs compétences, leurs connaissances de leur milieu (la mine / l'urbain), leur fonctionnement collectif (entre pairs/en réseau) et leur capacité à développer des collaborations constructives avec d'autres que les genèses professionnelles et la conception dans l'usage a pu se réaliser.

Cette approche insiste aussi sur la nécessité de s'appuyer sur des communautés ouvertes et de mettre en œuvre un processus de conception collaborative et le partage de savoir-faire pour dynamiser les groupes d'acteurs impliqués et la démarche de conception ou de transfert de technologie. A ce niveau aussi, dans les deux cas présentés des processus d'ouverture ont été nécessaires pour pouvoir faire émerger l'appropriation et l'innovation. La mise en lien d'acteurs de structures différentes, de compétences complémentaires (ingénieurs, employeurs et opérateurs-experts dans les mines mais aussi porteur de projet, concepteur-fabricant, ingénieurs spécialisés et collectivité locale dans le second). La conception passe par « de nouvelles formes de couplage » (Geslin, 2002) entre productions scientifiques et acteurs socio-économiques. Ce sont les réseaux d'acteurs qui sous-tendent- favorisent ou freinent- l'innovation et plus seulement un binôme concepteur et utilisateur. On voit aussi dans le second cas la place des citoyens, qui jouent le rôle de « nouveaux leaders », d'inventeurs et de concepteurs innovants qui poussent ou soutiennent les décideurs institutionnels vers des innovations radicales et soutenables qu'ils ne sont pas en mesure de conduire eux-mêmes. On voit aussi que les questions environnementales et les enjeux de transition vers plus de soutenabilité tirent les dynamiques d'innovation et conditionnent une grande part des choix techniques auxquels nous sommes confrontés. Dans le cas des mines, ce sont essentiellement des enjeux de soutenabilité du système de travail.

Enfin cette approche met l'accent sur l'importance des temporalités à l'œuvre dans les processus de conception : temporalités des différents acteurs impliqués (travailleurs, dirigeants, institutionnels...) mais aussi des citoyens, plus ou moins prêts à accepter une innovation ; temporalités de la nature, particulièrement structurante dans la gestion circulaire des excréta notamment et temporalité des processus d'appropriation qui demandent des apprentissages, passent par des tâtonnements avant de se concrétiser et de faire émerger des développements, comme on l'a vu dans le cas de la mine.

Selon la théorie de l'acteur-réseau (Callon, 1987), les sphères de la technique et du social sont toutes deux

constituées de réseaux reliant acteurs humains et actants non-humains (Proulx, 2006). Le processus d'innovation consiste alors précisément pour les groupes d'acteurs innovateurs à mobiliser le réseau approprié d'acteurs humains et d'actants non-humains (techniciens, concepteurs, conseils, scientifiques, industriels, politiciens mais aussi les dispositifs, les standards techniques, etc.) pour imposer leurs innovations dans la société. Ce processus est particulièrement bien représenté par le cas de la conception du Bibok et de sa diffusion à l'échelle locale. La construction du réseau d'acteurs compétents et soutiens du processus de développement du produit et du service de collecte et de recyclage est le moteur du processus d'innovation, qui dépasse ainsi clairement la dimension purement technique. C'est à l'échelle de cette construction que l'on peut comprendre le sens et la portée de l'innovation.

Dans un ouvrage intitulé *(Re)penser la technique. Vers une technologie démocratique*, le philosophe américain Andrew Feenberg montre que la question technique est aujourd'hui un sujet soumis à l'interrogation démocratique. D'après lui, l'opinion publique des sociétés occidentales interiorise peu à peu l'idée que le développement technique ne doit pas suivre nécessairement une direction unique, dictée par les experts et les spécialistes de la « technocratie » (Proulx, 2006). Pour cet auteur, non seulement le « progrès technique » n'est pas strictement endogène et lié à une « nécessité technique » ou à une « essence de la technique », mais surtout « la logique technique ne doit pas prévaloir sur les logiques sociale et politique pour dicter les orientations du développement » (Proulx, 2006, p2). L'exemple de la filière de collecte et récupération-recyclage des excréta montre que les experts ne sont plus les seuls aujourd'hui à décider en matière d'orientation du développement technique. L'innovation peut venir d'une personne engagée socialement et politiquement, qui va progressivement devenir une experte et participer à la conception de l'objet technique en collaboration avec un expert. On peut parler d'une inversion des logiques de conception. Les citoyens et les collectivités peuvent tirer les processus d'innovation. Etant donné l'inertie dans les transformations du monde industriel, ils sont nombreux à se mobiliser pour provoquer les changements et générer de nouveaux modes de faire. Ces initiatives, effectuées en conscience, peuvent générer de nouveaux services et objets répondant en priorité à des exigences sociales et écologiques plutôt qu'économique et commerciale.

Ce sont aussi les trajectoires observées dans le monde de l'agriculture lorsque les agriculteurs pionniers du bio ont recherché et imposé de nouvelles façons de cultiver intégrant un rapport différent à la terre, l'eau et aux animaux, les plaçant dans une logique de collaboration plutôt que d'exploitation. Ils ont proposé ainsi des modes de vie et d'agir qui construisent des milieux durables. C'est ensuite aux autres citoyens et experts de s'en saisir pour faire évoluer la société. Dans le cas de la filière de recyclage des excréta, l'appropriation du service et du produit par les particuliers et la collectivité sera une étape déterminante qui reste à étudier pour voir comment les utilisateurs redéfinissent l'objet technique et le

service dans l'usage. Elle peut aussi être l'occasion de genèse professionnelle, faisant émerger des métiers mais aussi de nouvelles conditions d'exercice de l'activité. A cette étape pionnière, il s'agit d'une activité artisanale, qui concerne essentiellement les porteurs du projet, fortement impliqués et prêts à s'engager totalement dans leur travail. L'étape de déploiement potentiel de ces services ou produits viendra poser, dans un deuxième temps, la question des conditions d'exercice de ces métiers et de l'équilibre entre le bénéfice pour l'environnement et le bénéfice pour les travailleurs sur le long terme.

Dans les deux situations on peut conclure que la conception technique n'est pas une opération strictement technique : un dispositif technique n'est pas seulement constitué d'éléments techniques, il comporte une signification sociale et ouvre vers un horizon culturel et politique (d'après Feenberg, 2004, p. 55). Les processus d'innovation s'ancrent de plus en plus dans des univers chaotiques, qui ne sont pas construits mais sont plutôt des « territoires en devenir ».

CONCLUSION ET MISE EN PERSPECTIVE

La place de l'activité technique dans les transitions écologiques et sociétales à venir est centrale. Elle peut être un levier de genèses professionnelles et instrumentales indispensables à l'échelle individuelle et collective pour concevoir des systèmes de travail soutenables. Les travailleurs et les travailleuses ont un rôle clé à jouer dans ces processus, seuls capables de développer des ressources d'action originales et adaptées pour transformer les situations et leur travail en favorisant concomitamment leur développement propre et la prise en compte des rythmes et conditions du vivant. L'anthropotechnologie peut nous aider à identifier et construire les conditions essentielles pour réaliser cet objectif : s'appuyer sur les connaissances expertes des travailleurs, ancrées dans leur milieu de travail et de vie, favoriser l'implication et la collaboration d'acteurs divers issus de différentes sphères pour mettre en oeuvre des processus de conception collaborative, favoriser ainsi l'émergence et la structuration de communautés ouvertes engagées dans des projets communs, soutenir les acteurs citoyens porteurs de projets innovants capables de tirer les processus de conception.

BIBLIOGRAPHIE

Ademe (2021). Transitions 2050 - Choisir maintenant - Agir pour le climat, 4 scénarios pour atteindre la neutralité carbone. Consulté le 1^{er} décembre 2021. <https://transitions2050.ademe.fr/>

Akrich, M. (1990). De la sociologie des techniques à une sociologie des usages. *Techniques et culture*, (16), 83-110.

Barcellini, F., Van Belleghem, L., & Daniellou, F. (2013). Les projets de conception comme opportunité de développement des activités. In P. Falzon (Dir) *Ergonomie constructive*, 191-206.

Béguin, P. (2007a). L'ergonomie en conception: cristallisation, plasticité, développement. in Armand

Hatchuel et Weill, *Les nouveaux régimes de la Conception*. Paris: Vuibert.

Béguin, P. (2007b). Innovation et cadre sociocognitif des interactions concepteurs-opérateurs: une approche développementale. *Le travail humain*, 70(4), 369-390.

Béguin, P., & Rabardel, P. (2000). Concevoir pour les activités instrumentées. *Revue d'intelligence artificielle*, 14(1-2), 35-54.

Béguin, P., & Pueyo, V. (2011). Quelle place au travail des agriculteurs dans la fabrication d'une agriculture durable?. *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*, (13-1).

Béguin, P., Duarte, F., Lima, F., & Pueyo, V. (2012). Activity at work, innovation and sustainable development. *Work*. 41(suppl.), 89-94. ISSN 1875-9270

Béguin, P., Pueyo, V., & Casse, C. (2021). Réflexions sur les liens entre travail humain et le développement. *Revue de Droit du Travail*, 316-312

Bonneuil, C. (2017). Capitalocène. Réflexions sur l'échange écologique inégal et le crime climatique à l'âge de l'Anthropocène ». *EcoRev'*, 2017/1 (N° 44), 52-60. DOI : 10.3917/ecorev.044.0052. URL : <https://www.cairn.info/revue-ecorev-2017-1-page-52.htm>,

Callon, M. (1987). Society in the making: The study of technology as a tool for. In Wiebe E. Bijker, Thomas P. Hughes, Trevor Pinch, *The social construction of technological systems: New directions in the sociology and history of technology*, 83-103.

Callon, M., Lascoumes, P. & Barthes, Y. (2001). *Agir dans un monde incertain*. Paris, Éd. du Seuil

Campagne, A. (2017). *Le capitalocène. Aux racines historiques du dérèglement climatique*. Editions Divergences.

Daniellou, F. (2004). L'ergonomie dans la conduite de projets de conception de systèmes de travail. In P. Falzon (dir) *Ergonomie*, 359-373.

Geslin, P. (2002). Les formes sociales d'appropriations des objets techniques, ou le paradigme anthropotechnologique. *Ethnographiques.org*, (1-avril 2002).

Latour, Bruno (1992), *Aramis, ou l'amour des techniques*, La Découverte, Paris.

Lussault, M. (2015). Bienvenue dans l'anthropocène. *Tous urbains*, 4/12, 12-13.

Mendes, RWB., Pueyo, V., Lima, FPA., Duarte, FJCM, & Béguin, P. (2012). La prévention comme innovation : petite histoire de l'humidification, du macro au micro en passant par le méso, *Actes du 47^{ème} congrès de la SELF (du 5 au 7 septembre 2012 à Lyon)*, P65-71

Proulx, S. (2006). Pour comprendre l'usage des objets communicationnels, (re)penser le constructivisme. *Degrés, Signe, culture et lien social à l'ère des réseaux*, (126-127), B1-B18.

Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies; approche cognitive des instruments contemporains* (p. 239). Armand colin.

Simondon, G. (2001). *Du mode d'existence des objets techniques*. Aubier : Paris. (1^{ère} édition 1958)

Veltz, P. (2010). *La Grande Transition. La France dans le monde qui vient: La France dans le monde qui vient*. Média Diffusion.

Veltz, P. (2017). *La société hyper-industrielle. Le nouveau capitalisme productif*. Le Seuil.