



Une approche de la Low-tech dans l'Enseignement Supérieur et la Recherche

Guillaume Guimbretiere, Sacha Hodencq, Martial Balland

► To cite this version:

Guillaume Guimbretiere, Sacha Hodencq, Martial Balland. Une approche de la Low-tech dans l'Enseignement Supérieur et la Recherche. 2022. hal-03585151v1

HAL Id: hal-03585151

<https://hal.science/hal-03585151v1>

Preprint submitted on 23 Feb 2022 (v1), last revised 11 Mar 2022 (v2)

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.

Une approche de la Low-tech dans l'Enseignement Supérieur et la Recherche

Guillaume Guimbretière¹, Sacha Hodencq², Martial Balland³

¹ CNRS, LACy (UMR8105, Université de la Réunion / Météo-France), 15 av. René Cassin, 97400 Saint-Denis, France

² Univ. Grenoble Alpes, CNRS, Grenoble INP*, G2Elab, F-38000 Grenoble, France

³ Université Grenoble Alpes, CNRS, LIPhy, 38000 Grenoble, France

Préambule

Ces temps-ci, le terme *low-tech* se trouve devenir de plus en plus visible dans le milieu de l'enseignement supérieur et de la recherche (Meyer, 2021) (MITI, 2021), alors que sa définition n'est pas bien fixée. L'article de J. Carrey, S. Lachaize et G. Carbou « *Les Low-techs Comme Objet de Recherche Scientifique. Vers Une Société pérenne, équitable et conviviale* » de la Pensée écologique (15 décembre 2021), ouvre le débat de la place de la *low-tech* dans la sphère académique et nous leur en sommes reconnaissants. En effet, nous construisons également depuis quelques temps des activités de Recherche et Enseignement autour des *low-tech*, tout en restant dans une posture de construction de notre réflexion sur ces sujets prospectifs (Guimbretiere, 2019) (LowTRE, 2021). La suite présente notre approche de la *low-tech* : dans une démarche constructive d'une vision de la place de la *low-tech* dans le milieu de la recherche et de l'enseignement, nous avons décidé d'exposer nos points de vue en les mettant en perspective de l'avis exposé dans l'article cité plus haut (appelé *CLC* dans la suite). Nous commençons donc par détailler notre définition de la *low-tech*, dans une deuxième partie nous discutons la place de la *low-tech* en recherche et notre démarche de recherche sur les *low-tech*. Une dernière partie est dédiée spécifiquement à la place des *low-tech* dans l'enseignement supérieur.

Notre motivation à travailler sur la *low-tech* est tout à fait identique : nous faisons le même constat de nécessité de changer de paradigme en termes d'innovation. Le tout high-tech sans considération des limites planétaires est une impasse et il est urgent de repositionner la durabilité comme impératif non négociable de la R&D. Pour cela une démarche techno-critique et réaliste est nécessaire et inévitable. Nous espérons enrichir cette vision par la contribution qui suit.

Low-tech : définition

A l'origine, le terme **technologie** désigne l'étude des outils et des techniques (<https://fr.wikipedia.org/wiki/Technologie>). Dans l'usage courant sa signification s'est élargie et la définition de technique ou technologie varie selon l'époque et la discipline, comme décrit par G Roussilhe dans sa note *Une erreur de tech* (2020). Pour notre discours, nous considérons qu'une technologie est un outil et/ou une technique permettant aux humains d'interagir avec leur environnement.

Jusqu'à peu, les technologies *low-tech* étaient essentiellement développées par des particuliers ou des associations (Low-tech Lab) et avec des finalités répondant à des besoins de la vie courante, voir quelques applications artisanales ou semi-industrielles (Lytefire) (Eclowtech) (Atelier Paysan). Notre définition de la *low-tech* s'est donc construite sur les définitions d'acteurs de la cité : le terme *low-tech*, issue de l'anglais s'est construit par opposition aux technologies high-tech. Pour la Fabrique écologique (La Fabrique Écologique), il désigne : « ... une démarche visant, dans une optique de **durabilité**, à

*questionner nos **besoins réels** et développer des solutions aussi faiblement « technologisées » que possible, minimisant l'énergie requise à la production et à l'usage, **utilisant le moins possible de ressources / matériaux rares**, n'infligeant pas de coûts cachés à la collectivité. Elles sont basées sur des techniques les plus simples possible, les moins dépendantes possible des ressources non renouvelables, sur des produits réparables et maintenables dans la durée, facilitant l'économie circulaire, la réutilisation et le recyclage, s'appuyant sur les savoirs et le travail humain digne. »* Elle sont donc **accessibles**, dans la mesure où « à l'inverse des *high-tech*, son coût et sa complexité technique ne sont pas prohibitifs pour une large tranche de la population. » (Low-tech Lab), et les savoirs qui y sont associés sont ouverts.

On retrouve bien dans cette description les deux approches « *matérielle* » et « *politique* » de *CLC*. On retrouve également la **démarche techno-critique** historique qui questionne l'impact socio-écologique de l'existence des technologies et dont la *low-tech* est l'héritière. La critique dépasse même l'usage de la technologie en questionnant les **besoins** à l'origine du développement technologique. Nous allons dans le sens de *CLC* en considérant la définition de la *low-tech* comme mouvante par essence car issue de la techno-critique. Nous pensons également qu'il est plus constructif de discuter un cadre de référence que de chercher à fixer le concept par une définition rigide. La démarche **techno-critique** et **réaliste** (respect des limites environnementales) de la *low-tech* constitue ainsi une **stratégie** fonctionnelle de maîtrise d'un **régime technologique**. Cette stratégie s'intéresse au besoin à l'origine du développement de la technologie. La nature et l'importance de ce besoin dépendent du **contexte**, c'est à dire du lieu et du groupe d'utilisateurs considérés. Comme plusieurs réponses technologiques peuvent-être envisagées pour répondre à un besoin, le concept *low-tech* est **relatif** - une technologie est plus ou moins *low-tech* qu'une autre pour un même besoin assouvi. En outre le concept *low-tech* est flottant spatialement et temporellement, dans le sens où les ressources disponibles pour la conception d'un objet technique ne seront pas les mêmes selon le lieu et l'époque où l'on se trouve.

A la lumière de cette stratégie techno-critique, nous pouvons relire la définition d'une technologie *low-tech* adoptée dans *CLC*: « *une technologie est low-tech si elle constitue une **brique technique élémentaire** d'une **société pérenne, équitable et conviviale** ».*

- La déconstruction du régime technologique en **briques élémentaires** est vraiment très intéressante car elle permet de penser chaque technologie dans ses spécificités socio-techniques tout en gardant le lien avec l'ensemble. Une technologie porte en elle un modèle de société mais son potentiel ne peut s'exprimer qu'intégrée dans une société résultant elle-même des interactions multiples des briques élémentaires constitutives. Le modèle de société dans laquelle nous vivons peut alors être vue comme une émergence du système socio-technique complexe. Cette déconstruction en briques élémentaires permet en outre de

révéler les dépendances d'un système socio-technique (réseaux, matière), dont la compréhension est essentielle pour prendre des décisions politiques raisonnées (Latour, 2017). Cela peut s'incarner simplement par l'identification des flux à l'échelle d'une communauté ou d'un territoire, comme suggéré par D. Florentin & Charlotte Ruggeri (2019).

- **La pérennité** est évidemment une propriété indissociable de la *low-tech*, le concept prenant de l'ampleur dans un contexte de dépassement des limites planétaires (Steffen, 2015) (Ripple, 2017). On peut cependant questionner si ce sont les briques élémentaires qui doivent être pérennes, ou bien l'ensemble du régime technologique. *CLC* stipule qu'« *on ne peut pas vraiment dire qu'une technologie donnée est low-tech, mais plutôt qu'un ensemble complémentaire de technologies, utilisées par une société donnée pour son fonctionnement, sont low-techs* ». Effectivement, il semble pertinent d'envisager que si une brique élémentaire ne peut être estimée *low-tech* que par rapport aux autres briques du système technique, c'est effectivement la pérennité du régime technologique qui est l'objectif long terme. La nature relative et flottante de la *low-tech* permet alors de relier la stratégie *low-tech* au concept d'une trajectoire technologique qu'il faut piloter vers cette pérennité long-terme. Cependant, l'ancrage de cette trajectoire dans l'histoire d'une civilisation combinée à la nature contextuelle des besoins ouvre la possibilité qu'une brique élémentaire soit *low-tech* malgré une pérennité limitée à un horizon court/moyen termes. Par exemple, si le besoin n'existe que pour une période (voir la partie *low-tech* pour la Recherche) ou bien si le taux de renouvellement d'une ressource permet une consommation alternant périodes d'exploitation intensives et périodes de jachères.
- **L'équité** dans le sens de l'absence d'exploitation humaine est évidemment une propriété que nous retenons comme constitutive du modèle de société portée par une technologie *low-tech*. Très certainement que repositionner les technologies dans leur **contexte** d'usage entraîne une implication de fait des usagers. Cette implication permet d'éviter l'effet de déshumanisation de la production d'outils fabriqués dans des territoires éloignés. Concernant l'**équité d'usage** : notre stratégie critique cherche la réponse technologique adaptée à l'identification du **besoin exprimé** que cette technologie doit combler. La nature fondamentale du besoin va dépendre du groupe de citoyens qui l'exprime, et la **nature relative de la low-tech**, rend inévitable la *légitimité différenciée* introduite dans *CLC*. Considérer la technologie dans son contexte d'usage et en fonction du besoin exprimé peut entraîner la situation ambiguë mais légitime de considérer des technologies *high-tech* comme *low-tech* : par exemple l'usage de l'informatique par un groupe de techniciens dans le cadre d'une activité de recherche est un besoin élémentaire et le groupe peut s'organiser dans un fonctionnement de la maîtrise de l'outil et de son évolution. En

revanche, le même outil informatique dans beaucoup d'activités de la vie courante, ne répond pas à un besoin fondamental et n'est pas du tout *low-tech*.

- Le terme de convivialité peut être sujet de nombreuses interprétations. Pour CLC, « est **conviviale** une technologie qui assure le maximum d'**autonomie vivrière** à ses usagers dans un collectif à échelle humaine ». Le questionnement des **besoins** de la démarche technocritique et l'attention permanente à ne pas dépasser les limites environnementales et sociétales qui rendraient l'action non durable, ne peut qu'aboutir à un renforcement de l'**autonomie vivrière**. Nous partageons également l'idée que reprendre le « *contrôle direct des activités essentielles à sa subsistance* » ne peut que se faire qu'« *au prix de la limitation de son champ d'actions possibles* ». Cette limitation vient de l'existence de **seuils** au-delà desquels les systèmes techniques deviennent contre-productifs. Ces effets de seuils, décrits par I. Illich (1973) sont également présent dans la défense par S. Schumacher (1973) de systèmes techniques à dimensions humaines.

Low-tech & Recherche

Dans la suite, nous distinguons les *outils low-tech pour la recherche* de la *Recherche sur la Low-tech* car suivant notre définition le concept est relatif et contextuel. Les besoins d'un chercheurs institutionnel, artisan ou citoyen ne sont pas les mêmes que ceux du même citoyen en tant que membre de son groupe familial.

Low-tech pour la Recherche

Le sujet de l'instrumentation *low-tech* pour la recherche est vaste et nous abordons ci-dessous les points suivants : tout d'abord la place de la high-tech et du numériques, ensuite nous évoquerons quelques écueils à éviter dans la mobilisation d'instrumentation *low-tech* en recherche.

La place de la high-tech ? - Suivant la stratégie introduite plus haut, dans le cadre de technologies pour la recherche, la démarche technocritique doit se positionner au niveau des acteurs de la Recherche. Ce groupe est de taille réduite par rapport à la société entière. Même si nous sommes d'accord que « *la high-tech fait partie des causes des problèmes auxquels nous devons désormais faire face* » (CLC), et qu'elle est un élément clef des imaginaires techniciens refusant de considérer les limites planétaires, il y a cependant un facteur d'échelle à considérer : une high-tech utilisée uniquement dans le cadre d'activité de recherche, permet d'envisager l'impact environnemental de façon limitée. L'outillage high-tech de la Recherche répond à un besoin très précis et technique. L'instrumentation scientifique étant souvent prototype et la plupart du temps réservée à des utilisateurs spécialistes, la question est alors plutôt de savoir comment limiter la diffusion vers une production de

masse de ces outils high-tech bénéfiques dans le cadre d'une activité de recherche. Cette production de masse destinée à une société de consommateurs change les besoins des utilisateurs, le contexte d'usage, et potentiellement franchit certains seuils néfastes (Illich, 1973) : la pertinence de la même high-tech dans un nouveau contexte est alors à soumettre de nouveau à la critique. En fin de compte, c'est pourquoi, nous pensons que l'usage de la high-tech est acceptable en recherche après une critique rigoureuse et réaliste que l'outil répond bien à un besoin. Il nous semble que le « *degré de sobriété* » et la « *conscience des impacts* » de *CLC* va dans le sens de cette analyse.

Loin de s'opposer, dans certaines situations les technologies high-tech et *low-tech* se montrent **complémentaires**. On peut par exemple relever la calibration de capteurs environnementaux *low-tech* ou un procédé permettant l'identification à partir d'une photo d'un état physico-chimique relatif par colorimétrie calibrée (Foucher, 2019) (Foucher, 2022). Le procédé comprend plusieurs étapes : (i) la construction d'une base de donnée reliant la couleur vraie à l'état physico-chimique en utilisant une instrumentation d'analyse physico-chimique high-tech de laboratoire. (ii) l'application sur le terrain avec la prise d'image au moyen d'un appareil photo standard (iii) La lecture physico-chimique grâce à la base de données référence. Ce procédé mobilise intensivement les ressources technologiques à l'étape de construction de la base de donnée de référence puis permet un déploiement extensif et à faible impact de la caractérisation par imagerie. Plus simplement, l'instrumentation analytique *high-tech* est parfois indispensable et l'instrumentation *low-tech* trouve alors sa place au moment de la collecte d'échantillons (bio-indicateurs ou bio-accumulateur à la place de filtres), ou encore pour le transport d'instruments (vecteurs de transport animal).

La place du numérique ? - Une critique radicale conclue que globalement l'usage soutenu actuel de l'informatique n'est en rien durable (besoin d'électricité et de minéraux rares), et l'IA est en cela un exemple emblématique (Couillet, 2021). Cependant, le besoin numérique dans le cadre d'activité de recherche actuelles et à venir peut être considéré comme un besoin de première importance. Au CNRS, le groupe de travail *EcoInfo* réfléchi à la place et l'impact des technologies du numérique (EcoInfo).

Les écueils à éviter ? - L'esprit critique de la démarche *low-tech* invite à être très attentifs aux deux phénomènes retards (Vito, 2021) que sont l'**effet rebond** (la remobilisation automatique de ressources économisées par une innovation technique) connu depuis 1865 (Jevon, 1865) et l'**obsolescence programmée**. L'instrumentation *low-tech* en recherche étant souvent également low-cost, l'augmentation conséquente du maillage des réseaux de capteurs ainsi que l'accès grand-public aux instrumentations peuvent être considérés comme des effets rebonds. Il peut également exister une forme d'obsolescence programmée dans la course à la performance de l'instrumentation scientifique. Ce phénomène intervient également dans une critique plus large concernant l'influence de la high-tech sur la pratique scientifique et la nature même des connaissances issues de cette recherche

high-tech. On peut par exemple questionner la possibilité de compétences amoindries dans la gestion des incertitudes quand l'évolution de la pratique scientifique est pilotée par l'accès à des instruments toujours plus résolus.

Nous concluons cette partie sur la *low-tech* pour la Recherche en soulignant que (i) la promotion de la *low-tech* ne signifie pas nécessairement le rejet aveugle de la high-tech, et (ii) il faut également être critique dans l'usage qui peut être fait des *low-tech* avec le risque de confondre *low-tech* avec low-cost à courte durée de vie. (iii) à minima, comme suggéré par CLC, l'usage temporaire de la high-tech permet d'avancer vers l'objectif de pérennité. Enfin pour éviter une mauvaise interprétation de notre discours, il est bon de clarifier que si nous proposons l'usage d'une high-tech critiquée et acceptée dans la vie d'un groupe d'experts, nous ne défendons pas pour autant l'accaparement des connaissances par ce même groupe.

Recherche sur la Low-tech : le cas du Low-Tech Lab Péi

Ce que nous appelons Recherche sur la *low-tech* concerne la recherche sur les « *techniques permettant d'assouvir nos besoins essentiels à la vie* » de CLC. Celles-ci sont habituellement les technologies qui font l'objet de recherches et développement dans les tiers-lieux de création de connaissances et laboratoires citoyens comme les low-tech labs notamment. Partant de ce constat et en remarquant que l'implication des citoyens est souvent évoquée par CLC pour des prises de décisions concernant l'imaginaire de « *ce à quoi ressemblerait réellement un système socio-technique pérenne, équitable et convivial.* » ou bien « *la définition de seuils consensuels.* », nous pensons qu'il est pertinent d'impliquer les citoyens dans toutes étapes du processus de recherche. En effet, la Recherche Action Participative est un cadre approprié pour la recherche sur les *low-tech*. Travailler sur le développement et l'amélioration de technologies en termes de service énergétique¹ demande de construire une méthodologie de caractérisation d'une combinaison outil / usage. Pour relier l'outil au geste de l'utilisateur, il est alors effectivement intéressant « *d'intégrer une forme d'artisanat expérimental à la recherche sur les low-techs, car appréhender les multiples dimensions d'un objet technique demande d'en faire réellement usage* ».

C'est la démarche que nous adoptons au low-tech lab Péi : ce tiers-lieu réunionnais de création de connaissance, est le cadre d'une collaboration entre acteurs du milieu académique et citoyens (Guimbretière, 2021). Notre fonctionnement repose sur l'organisation de multiples ateliers de réflexion et conception de prototypes *low-tech*. Le fait de travailler sur des prototypes répondants à différents besoins permet de construire une réflexion sur les interdépendances et les interactions entre *low-tech*. Nous construisons alors une progression d'interdépendances appelée *chaîne low-tech* et qui peut être vue comme une succession de briques élémentaires *low-tech*. Par exemple, nous travaillons beaucoup sur les réponses *low-tech* aux besoins de

1 - L'efficacité de service énergétique est différente de l'efficacité énergétique qui ne s'intéresse qu'au rendement de conversion énergétique. L'efficacité de service analyse la capacité de l'outil à répondre à un besoin avec l'énergie disponible.

transformations alimentaires : le contexte insulaire place l'autonomie énergétique et agro-alimentaire au cœur des défis de la transition de la société réunionnaise vers plus de résilience et durabilité. Sur ce thème, nous avons tout d'abord travaillé sur les outils de cuissons solaires et les systèmes alternatifs au solaire utilisant du combustible (rocket-stove, bio-méthaniseur). Il existe évidemment une voie d'innovation purement technique d'efficacité des systèmes de cuisson et de leur couplage. La démarche critique permet d'autres avancées en opposant tout d'abord les différentes sources d'énergie les unes par rapport aux autres pour répondre au besoin de cuisson : il apparaît que le solaire thermique directe est la source la plus durable, l'utilisation d'un combustible une excellente alternative et l'électricité, énergie de haute qualité (haute *exergie*) devrait être utilisée pour des besoins autres que chauffer dans un scénario de sobriété énergétique. La critique et l'ancrage dans la réalité repositionne également le service énergétique de transformation alimentaire dans la temporalité de la vie de la cité : par exemple, la cuisson du pain ou du riz est pour un usage immédiat alors que le séchage, la fermentation de yaourts ou bien la torréfaction de graines peuvent-être repoussées à une période ultérieure de fort ensoleillement. Cela questionne la notion de modernité qui se libère du temps et du lieu, où la « *dépendance, consentie, à la nature s'accompagne également d'une dépendance, tout autant consentie, au groupe* » (Dobigny). Le besoin de chauffer étant très énergivore et le solaire thermique permettant d'y répondre de façon non-impactante pour l'environnement, les travaux démarrés sur la métallurgie solaire représentent une réelle innovation low-tech. Les températures nécessaires pour les processus de métallurgie solaire sont bien plus élevées que pour la cuisson qui ne dépasse pas les 300 °C, mais la maîtrise de cette gamme de température ouvre tout de même la voie à des applications innovantes sur le travail de matériaux de structure comme du plastique de récupération (precious plastic). Ces exemples de recherche collaborative impliquent des professionnels de la recherche, des citoyens ainsi que des artisans. La transition de notre société vers un modèle plus durable rencontre des résistances au changement individuel et au niveau des structures imposantes, présentant une grande inertie et qui sont compétitives dans le régime technologique high-tech actuel. Nous pensons que l'échelle de l'artisanat est celle portant le plus de potentiel d'adoption et d'innovation des *low-tech* pour initier le mouvement.

Recherche Action Participative sur la boulangerie solaire :

Des acteurs du low-tech lab Péi porte un projet de structuration d'un réseau de boulangeries solaires sur l'île de la Réunion. Ce projet permet l'émergence de questions scientifiques transdisciplinaires souvent liées à l'opérationnel. N'émettant aucune particules, GES ou CO₂ à l'usage, l'artisanat solaire est un élément clef d'une transition énergétique et agro-écologique réussie. Les fours solaires de boulangers présentent deux possibles intéressants à étudier pour la structuration d'une société durable : la gestion long terme des outils comme un commun (au sens d'Elinor Ostrom) et une organisation de partage des terres dans la mesure où le four solaire est une infrastructure légère,

mobile, ne nécessitant pas de combustible et déconnectée du réseau électrique. L'artisanat solaire soulève également de nombreuses questions socio-techniques : comme une transition n'est pas une simple substitution, une modification de l'outil de production implique une modification des produits et de l'organisation du temps de travail. Dans quelles mesures l'artisan peut-il modifier son geste pour l'adapter à l'outil ? Dans quelles mesures, l'outil peut-il être modifié pour répondre au besoin de service énergétique exprimé par l'artisan ? Pour répondre à ces questions, nous travaillons en collaboration avec des artisans boulangers à la mise en place d'un protocole de caractérisation d'un combiné outil / usages (Guimbretiere, 2022a).

La projection de l'intégration d'un réseau de boulangeries solaires dans le tissu socio-économique met en lumière de nombreuses contraintes qui soulèvent autant de questions scientifiques : Sur les contraintes environnementales et techniques : quelles architectures de fours sont les plus adaptées au contexte tropicale, insulaire et montagneux de la Réunion ? - Sur les contraintes culturelles et l'ancrage historique : Quelles sont les modifications de pratiques alimentaires envisageables par rapport à l'évolution historique et les futurs produits de boulangerie solaire ? - Sur les contraintes environnementales et territoriales : Quelles sont les spécificités de la variabilité de la ressource solaire dans le contexte réunionnais avec un objectif de cuisson ou de torréfaction ? Quels impacts sur la répartition des boulangeries solaires sur le territoire ?

Nos travaux sur la transformation alimentaire ont débuté avec l'étude de prototypes de fours solaires, se sont élargies aux autres technologies de chauffe puis à une construction plus globale d'un imaginaire *low-tech* avec les travaux sur le réseau de boulangeries solaires. Nous avançons donc vers la prise en compte globale de l'existence d'un régime technologique *low-tech* (Vito, 2021). Nous nous interrogeons également sur le fait de « *savoir si un système technique donné est pérenne ou pas* ». Pour cela, nous avons également adopté une approche de « *développement d'une simulation numérique permettant de simuler un système socio-technique dans un écosystème donné, et de chercher les conditions de la pérennité de ce dernier* » (CLC). L'outil libre-accès utilisé est le formalisme éMergétique d' H.T. Odum, qui permet d'effectuer une analyse bilan des flux de ressources dans un systèmes. Notre démarche est alors d'étudier quel est l'impact anthropique sur un environnement d'une communauté en fonction de son régime technologique (Guimbretiere, 2022b).

Low-tech & Enseignement

Le développement d'une recherche sur la *low-tech* permet en outre d'accompagner la transmission de connaissances sur le sujet, notamment auprès des étudiants. Car si les *low-tech* amènent des questionnements quant à notre rapport aux techniques et technologies, elles semblent aussi pouvoir amener des réponses aux demandes étudiantes et aux changements de paradigme de l'enseignement supérieur qui apparaissent de plus en plus nécessaires et pressants.

Un constat sur les demandes étudiantes

Les jeunes expriment un **besoin de changement dans les formations**. Cette demande émane aussi bien de la part des étudiants de l'enseignement supérieur (Manifeste, 2018)(Accord de Grenoble) que de celle des étudiants en devenir du secondaire (Fridays for future, grèves lycéennes pour le climat). Ils réclament des enseignements qui intègrent les **enjeux socio-environnementaux**, traités de manière **transdisciplinaire** allant des sciences techniques aux sciences humaines et sociales qui intègrent notamment l'éthique et l'histoire des techniques, et avec un objectif d'**utilité sociétale**. Ces demandes sont issues des grands enjeux de notre siècle et en cohérence avec les consensus scientifiques autour des crises environnementale (GIEC, 2014)(Stockholm Resilience Centre, 2015) et sociale (*oxfam*). Cette notion d'utilité est indissociable des enjeux précédents.

Dans le milieu de la recherche et l'enseignement, la conscience de ces crises est également présente et de premiers témoignages apparaissent sur la nécessité de repenser les activités d'enseignement et de recherche (Chevrier, 2020)(Labo 1.5). Ainsi, comme une première réaction aux demandes des étudiants et enseignants-chercheurs, une communauté ayant pour objectif de déclencher une prise de conscience et de décision dans le milieu universitaire sur la nécessité de repenser leurs activités en les adaptant aux défis actuels d'une société pour la rendre sobre et résiliente, a émergé en 2020 : Low-Tech Recherche et Enseignement (LowTRE) (Forum LowTRE). Cette communauté rassemble un public composé d'enseignants-chercheurs, de doctorants, d'étudiants, de membres du milieu associatif, de membres d'entreprises sur un forum en ligne ainsi que dans des événements en distanciel et présentiel (Journée LowTRE). Cette initiative a par ailleurs rayonné dans la presse ([france bleu](#)), ([le petit bulletin](#)), ([le Monde](#)). Les premiers résultats issus de cette communauté présentent les démarches low-tech comme particulièrement pertinentes pour faire face aux crises évoquées et pour donner lieu à des projets d'enseignements motivants à la fois pour les étudiants et pour les enseignants.

L'intérêt des low-tech dans l'enseignement

Des enseignements *low-tech* permettent en effet de répondre à ces enjeux et demandes des milieux étudiants. L'intérêt des *low-tech* pour répondre aux

enjeux socio-environnementaux de manière transdisciplinaire a déjà été souligné, on peut tout de même insister sur le fait que les *low-tech* révèlent les conditions matérielles de production des systèmes qui nous entourent (Roussilhe, 2020), s'inscrivant autant comme une activité technique qu'une activité de description des dépendances (réseaux, matière) dont la compréhension est essentielle pour prendre des décisions politiques raisonnées (Latour, 2017).

Des enseignements *low-tech*, tels que discutés et imaginés lors des premières rencontres de la communauté LowTRE, ont pour objectif d'intégrer l'**éthique et l'histoire de la technique** : la *low-tech* permet par essence un questionnement interdisciplinaire sur la technique et la technologie, et un moyen pour comprendre ce que sont des cultures techniques et comment celles-ci se construisent entre un milieu contraint et les activités d'un groupe social (Roussilhe, 2020), face aux positions de « foi béates dans le progrès technique et les innovations » (UDL, 2020).

Les *low-tech* sont des **objets pédagogiques pratiques, perceptibles, et praticables** (Collectif BAM) pour aborder des sujets variés, allant de la physique à la philosophie permettant la transdisciplinarité. Ils permettent, de par leur simplicité et donc leur accessibilité, de concevoir des systèmes complets **bouclant le cycle de la théorie à la pratique** : depuis les ressources théoriques jusqu'à la mise en situations des objets techniques développés dans leur environnement d'usage. Ce point est essentiel dans les requêtes des étudiants qui sont en demande d'une vision globale des technologies qui les entourent, en effet ils souhaitent pouvoir intégrer des notions très diverses allant du lien entre technologie et société jusqu'à la mise en situation de ces technologies en passant par les processus de modélisation et de création. Cela permet en outre de dédramatiser l'expérimentation pratique, dans le cadre facilitant qu'est l'enseignement. Enfin, rappelons qu'orienter le savoir vers l'économie des ressources (Bihouix, 2014), n'est pas tourner le dos à la recherche et à l'innovation, bien au contraire : pour être sobres, efficaces, durables et accessibles, les techniques requièrent des connaissances de pointes dans de nombreux domaines (permaculture, chimie du vivant, écoconception, sciences citoyennes, etc.). Ces connaissances que l'on qualifiera de **High-Knowledge for Low-Tech**, et les méthodes qui en découlent seront à appliquer et adapter localement, avec un accompagnement ouvert des savoirs théoriques et pratiques. Ces pratiques permettent de mettre les connaissances académiques au service des citoyens, répondant bien aux valeurs d'utilité sociétale soulignées par les étudiants, et déjà mise en œuvre dans des espaces tels que les Boutiques des Sciences dans lesquelles la recherche est produite en réponse à une demande sociale, issue d'associations ou de collectifs citoyens. Ainsi, la formation des étudiants aux enjeux Sciences - Société est développée, avec une prise de recul sur les actions pour les évaluer, adapter et outiller. La recherche adapte alors aussi ses pratiques de productions des savoirs, en élaborant de nouvelles connaissances par le croisement des savoirs académiques et terrain. Ce type d'espaces remet en question la relation biaisée entre le milieu académique et les citoyens évoluant dans un processus de "technology-push" (Joseph Alois

Schumpeter) selon lequel une découverte scientifique implique un développement technologique suivi d'un prototypage amenant à la création parfois artificielle d'un besoin médié par les outils du marketing qui vient à son tour identifier une clientèle potentielle. Le succès de ce modèle de "technology push" est très incertain puisqu'il ne met pas en adéquation le développement technologique avec les requêtes exprimées par les citoyens. Enfin ce processus repose uniquement sur la performance technologique elle-même en ignorant son impact sur la société et les écosystèmes qui y sont associés. En intégrant une relation bidirectionnelle entre milieu académique et citoyens, les *low-tech* présentent un potentiel à rééquilibrer l'adéquation entre demande exprimée par les citoyens, développement technologique et gestion sobre et appropriée à la fois des ressources énergétiques et humaines. La *low-tech* présuppose en outre l'acculturation et la mise en place de **pratiques de connaissance ouverte** qui sont réclamées à tous les niveaux : par le CNRS (CNRS 2020), la France (Loi numérique, 2016), l'Europe (Glinos, 2019) et l'UNESCO (UNESCO, 2021), et permettent également de faire le lien avec le citoyen de par l'accès au savoir et la simplicité des objets.

Toutes ces pratiques sont par ailleurs réalisables dans un temps et un environnement compatible avec l'écosystème école (Garbuio, 2020), et disposent en outre de l'avantage intrinsèque d'être peu coûteuses à déployer et entretenir, facilitant grandement leur diffusion dans les établissements d'enseignement, supérieur ou non.

Des défis à relever pour l'enseignement supérieur

Des défis doivent encore être relevés pour mener à bien des enseignements autour de pratiques *low-tech* :

- La mobilisation de nouvelles méthodes pédagogiques : si la perception de valeur dans les enseignements a été identifiée comme un des points clefs de la motivation et réussite étudiante (Viau, 1998), reste à mobiliser les méthodes pédagogiques les plus pertinentes pour déployer des enseignements qui iront d'apports théoriques jusqu'à une mise en pratique expérimentale. Pour ce faire, les cellules pédagogiques locales pourront être mises à contribution, et les connaissances pédagogiques tels que les apports de la taxonomie SOLO et l'alignement constructif (Biggs) pour la conception des enseignements, et la pratique réflexive (Kolbe, 1984) pour l'amélioration continue sont autant de ressources qui pourront et devront être mobilisées.
- La mise en pratique de la transdisciplinarité entre sciences techniques et sciences humaines et sociales devra être abordée en s'appuyant sur les retours d'expériences de programme transdisciplinaire existant ([Eco-SESA](#), [Disrupt Campus](#), etc.)
- La question des structures hébergeant ces enseignements et de la capitalisation et diffusion des connaissances pédagogiques devra être approfondie et traitée, par exemple via la communauté LowTRE et la mise en commun des initiatives locales préexistantes.
- Enfin, les enseignements autour des *low-tech* posent la question des débouchés en termes d'emplois pour les étudiants. De premières pistes

s'ouvrent avec des expériences entrepreneuriales (forum des entrepreneurs de la low-tech), en recherche (Mallard, 2020). Les enjeux de désirabilité pour les employeurs et employés, notamment dans les PME et grands groupes, mais aussi de conception de nouveaux métiers sont autant d'aspects qu'il est essentiel de traiter.

Un défi général est bien sûr de faire émerger des démarches *low-tech* dans des niveaux d'enseignement antérieurs à l'Enseignement Supérieur, dès les classes de primaires et collèges par exemple. Les travaux en lien avec les associations et collectifs citoyens, ou de pairs à pairs avec des enseignants sont autant d'initiatives à développer pour avancer en ce sens. Enfin nous aimerions clore cette partie sur la place de la *low-tech* dans l'enseignement avec une note enthousiaste en mentionnant que des enseignements sont en cours de structuration autour de ces thématiques et intègrent déjà des cours sur les *low-tech* comme à Grenoble où le semestre de master PISTE (**P**our une **I**ngénierie **S**obre **T**echno- et **E**co-responsable) (PISTE 2021) combine une approche d'enseignement inspirée par une démarche de science citoyenne avec des éclairages théoriques tout au long du parcours. Les étudiants du master PISTE suivent un cursus centré sur des projets dits « fils rouges » apportés par des initiatives locales et citoyennes pour lesquels ils doivent proposer et concevoir une solution technique ou méthodologique sobre répondant à une question utile. Ils doivent également documenter (sous licence libre) la solution développée et réaliser une étude d'impact sociale et environnementale, et étudier les potentiels de création d'activité. Les éclairages théoriques initient les étudiants à des notions leurs permettant :

- (i) de développer une vision systémique prenant en compte les limites planétaires et les impacts environnementaux et sociétaux, avec une compréhension de l'histoire des techniques,
- (ii) d'être éduqué à des approche méthodologique associées à la transition socio-écologique (méthodes de mesures d'impact, ACV, bilan Carbone, analyse de risques, ou encore un cours dédié spécifiquement aux *low-tech*).

Pour conclure ...

En conclusion de cet article, après avoir développé notre définition de la *low-tech* en la repositionnant dans un courant techno-critique historique, nous avons reporté plusieurs témoignages de travaux dans l'enseignement supérieur et la recherche dans lesquels la *low-tech* est centrale. Les points importants à retenir étant la nature relative et contextuelle de la *low-tech* qui impliquent de penser la pertinence de la technologie mobilisée pour répondre à un besoin de service énergétique relativement à l'identité du groupe d'usagers. En considérant le groupe des chercheurs, nous avons tout d'abord discuté la place de la high-tech dans une recherche durable. A travers l'exemple d'un travail de mise au point d'une instrumentation *low-tech*, nous avons montré une possible complémentarité entre instrumentation *low-tech* et high-tech dans le cadre d'activités de recherche. Nous avons enfin souligné l'importance d'une démarche techno-critique pour éviter les écueils de l'effet rebond et de l'obsolescence programmée. Concernant la recherche sur les *low-tech*, les actions de Recherche Action Participatives (ECSA) développées dans le cadre d'un laboratoire d'innovation citoyenne illustrent une approche efficace d'innovation technique et de création de connaissance sur les technologies *low-tech*. Ce rapprochement entre milieu académique et citoyens nous paraît absolument nécessaire pour une innovation ancrée dans la réalité. Ici nous nous sommes concentrés sur les technologies de transformation alimentaires. Leurs aspects socio-techniques de fonctionnement et d'intégration dans la société étant étudiés en collaboration avec des associations et des artisans. L'étude technique et l'optimisation de ces *low-tech*, leurs places dans le régime technologique actuel, ou bien les processus sociaux de synthèse et diffusion de la connaissance rattachée, sont autant d'occasions de rencontre entre le milieu de la recherche et celui associatif pour co-développer les technologies sobres de demain (Forum LowTRE). Enfin nous avons reporté les intérêts et défis associés à un enseignement autour des *low-tech*, avec un premier témoignage. Ainsi les *low-tech* apparaissent aussi bien comme un outil pour transiter vers une civilisation durable, un objet d'étude transdisciplinaire pour concevoir la place de la technologie, et aussi un objet intermédiaire pour *retisser un lien entre Science - Société*.

References :

Accord de Grenoble : <https://la-ctes.org/presentation-accord-de-grenoble/>

Atelier Paysan : <https://www.latelierpaysan.org/>

BDS 2020 : <https://boutiquedessciences.universite-lyon.fr/>

Biggs, J. 1996. *Enhancing teaching through constructive alignment*. High Educ 32, 347-364.

<https://doi-org.gaelnomade-1.grenet.fr/10.1007/BF00138871>

Bihoux P. 2014. *L'Âge des Low tech - vers une civilisation techniquement soutenable*, Editions du seuil

Chevrier J. 2020. [article the Conversation de Joël Chevrier,](#)

Carrey J., Lachaize S., Carbou G. 2021. *Les Low-techs Comme Objet de Recherche Scientifique. Vers Une Société pérenne, équitable et conviviale*. La Pensée Écologique (15 décembre 2021). <https://lapenseeecologique.com/6312-2/>

CLC2021: <https://lapenseeecologique.com/6312-2/>

CNRS 2019 « *Feuille de route du CNRS pour la Science Ouverte* »

http://www.science-ouverte.cnrs.fr/wp-content/uploads/2019/11/Plaqueette_Science-Ouverte_18112019.pdf

Collectif BAM : *objets honnêtes, perceptibles et pratiques*

<https://www.collectifbam.fr/expertise/pratiques/pistes-idees-pratiquer-design-plus-libre-ouvert>

Couillet. 2021. *Apprentissage profond et consommation énergétique : la partie immergée de l'IA-ceberg* <https://theconversation.com/apprentissage-profond-et-consommation-energetique-la-partie-immeree-de-lia-ceberg-172341>

Dobigny L. 2012. *Absence de représentations ou Représentation d'une absence ? Pour une socio-anthropologie de l'énergie*. In: Poirot-Delpech S. & Raineau L. *Pour une socio-anthropologie de l'environnement, Tome 1 : Par-delà le local et le global*. Paris : L'Harmattan, 2012. p. 149-164 <https://archive-ouverte.unige.ch/unige:103531>

Eclowtech : <https://eclowtech.fr/>

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

ECSA : *Dix principes de sciences participatives* : https://ecsa.citizen-science.net/wp-content/uploads/2021/05/ECSA_Ten_principles_of_CS_French.pdf

Florentin. 2019. #12 / Édito : *ville (s)low tech et quête d'une modernité écologique* <https://www.revue-urbanites.fr/12-edito/>

Forum des entrepreneurs de la low-tech : <https://forum.entrepreneurs-lowtech.fr/>

Forum LowTRE: <https://forum-lowtre-ecosesa.univ-grenoble-alpes.fr/>

Foucher F., Guimbretiere G., Bost N., et al. 2019. *The Calipho Method*, 4, 67, Inventions doi:10.3390/inventions4040067

Foucher F., Bost N., Guimbretiere G. et al. 2022. *Igneous rock powder identification using colour cameras: A powerful method for space exploration*, 375, 114848, Icarus

Garbuio L. 2020. *"L'approche Low-Tech dans des enseignements sur des sujets énergie/transport bas carbone"* - G2Elab

GIEC. 2014. Edenhofer, Ottmar, Ramón Pichs-Madruga, Youba Sokona, Jan C Minx, Ellie Farahani, Susanne Kadner, Kristin Seyboth, et al. 2014. « Working Group III Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change », 1454.

Glinos K. 2019. « *Open Science* ». European Union. https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/research_and_innovation/knowledge_publications_tools_and_data/documents/ec_rtd_factsheet-open-science_2019.pdf

Guimbretiere G. 2019. *Réflexion sur la place des basses technologies dans la recherche du XXI^{ème} siècle* <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02362979/document>

Guimbretière G., Balland M., Hodencq S. 2021. *Les low-tech dans l'enseignement supérieur et la recherche en 2021, un écosystème en construction*, webinaire de rentrée low-tech & ESR, novembre 2021 <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03443193v1>

Guimbretiere. G. et al. 2021. *Low-tech lab Péi - Vers un régime technologique low-tech*. Papier pour le *Colloque international Transitions 2021 - Les transitions écologiques en transactions et actions*, Toulouse, France. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03206193v1>

Guimbretiere G. et al. 2022a. *Study of the thermal dynamics of solar cookers on Réunion Island : Technics and uses at household and communal scales*,

CONSOLFOOD 2022 – International Conference on Advances in Solar Thermal Food Processing (Portugal, 24-26 January, 2022)

Guimbretiere G., Pillot B., Jarrige F. et al. 2022b. *Co-construction d'un design énergétique contextuel*. Journée de restitution AAP - Sciences frugales & low-tech - de la MITI du CNRS (13 janvier 2022)
<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03536958v1>

Illich I. 1973. *La convivialité*

Jevon W.S. 1865. *The coal question ; An inquiry concerning the progress of nation, and the probable exhaustion of our coal mines*

Journée LowTRE :

<https://forum-lowtre-ecosesa.univ-grenoble-alpes.fr/t/journee-dechanges-06-10-quelle-place-pour-les-low-tech-dans-la-recherche-et-lenseignement/25>

Kolb, D. A. 1984. *Experiential learning: Experience as the source of learning and development* (Vol. 1). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Labo 1.5 : <https://labos1point5.org/les-enquetes>

La Fabrique Ecologique : *Vers des technologies sobres et résilientes – Pourquoi et comment développer l'innovation « low-tech » ?* ; Note de la Fabrique Ecologique (14 Avril 2019) -
<https://www.lafabriqueecologique.fr/vers-des-technologies-sobres-et-resilientes-pourquoi-et-comment-developper-linnovation-low-tech/>

Latour B. 2017. *“Où atterrir. Comment s’orienter en politique”*, La Découverte, 2017, p.121

Loi numérique 2016 : *LOI n° 2016-1321 du 7 octobre 2016 pour une République numérique*. 2016. 2016-1321.

Low-tech lab : <https://lowtechlab.org/>

Lytefire : <https://lytefire.com/en>

Mallard. 2020. www.theses.fr/2020GRALT035

Manifeste. 2018. : <https://pour-un-reveil-ecologique.org/fr/>

Meyer M. 2021. *Experimenting and documenting low-tech*, Technology Analysis & Strategic Management, DOI: 10.1080/09537325.2021.1914834

MITI2021: <https://miti.cnrs.fr/appel-projet/sciences-frugales/>

ONU 2020 : <https://news.un.org/fr/story/2020/10/1080852>

Oxfam : <https://www.oxfamfrance.org/inegalites-et-justice-fiscale/>

PISTE 2021 : <https://ense3.grenoble-inp.fr/fr/formation/piste>

Precious plastic: <https://preciousplastic.com/>

Ripple W.J. et al. 2017. *World scientists' warning to humanity : A second Notice*, BioScience, 67, 1026-1028

Roussilhe G. 2020. *"Une erreur de tech?"* _
<https://www.gauthierroussilhe.com/fr/posts/une-erreur-de-tech#>

Schumacher E.F. 1973. *Small is beautiful*

Steffen W. et al. 2015. *Planetary boundaries : Guiding human development on a changing planet*, 347, 6223, Science

Stockholm Resilience Centre. 2015. J. Lokrantz/Azote based on Steffen et al. 2015 - <https://www.stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries.html>

UDL 2020 : Formation à l'éthique de la recherche, Université de Lyon, 2020
<https://www.universite-lyon.fr/culture-sciences-et-societe/plateforme-resetis-de-l-universite-de-lyon/former-et-sensibiliser-149185.kjsp?RH=1487585786881>

UNESCO 2021 : *Science Ouverte*
https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379949_fre

Viau R. 1998. « *Les perceptions de l'élève : sources de sa motivation dans les cours de français* », 4.

Vito. 2021. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03451043v1>