La démarche Low-Tech dans l'enseignement supérieur.

La construction de nouvelles formations en école d'ingénieur à l'ère des étudiants déserteurs.

Jules Calage

Compte rendu de stage

Sous la direction de Morgan Meyer

Table des matières

Introduction 3

I. Début du stage 4

A) Les inspirateurs historiques de la Low-Tech 4

B) Low-Tech et littérature grise 6

C) Pérégrinations, fausses pistes et enseignement Low-Tech 8

II. La démarche Low-Tech dans l'enseignement supérieur 11

A) Emergence des formations Low-Tech : les matériaux 13

i) La low tech : vers une technique critique 14

ii) Configurations institutionnelles 20

iii) Géographie et Low-Tech : la centralité de la familiarité 24

B) Au cœur des formations Low-Tech : les outils pédagogiques 25

i) De nouvelles méthodes pédagogiques : le format projet 26

ii) Documentation et communication 28

C) Conclusion : la livraison du chantier 31

Bibliographie 34

ANNEXES

A : RETRANSCRIPTION DE L'ENTRETIEN AVEC JEAN-MARC BENGUIGUI 36

B: RETRANSCRIPTION DE L'ENTRETIEN AVEC GREGORY CHAUDEMANCHE 56

C: RETRANSCRIPTION DE L'ENTRETIEN AVEC SACHA HODENCQ 74

Introduction

Ma troisième et dernière année de licence a été marquée par une confirmation de la volonté de m'orienter en recherche en Humanités environnementales. Mon premier stage avec Jean-Baptiste Fressoz, où nous avons travaillé sur l'histoire de l'énergie et les rapports du GIEC, a été une formidable première dans la recherche en sciences sociales avec la crise climatique pour prisme d'analyse, et j'ai souhaité continuer dans cette voie pour mon stage au deuxième semestre, plus précisément en sociologie des techniques et de l'environnement dans l'optique à l'époque de construire un projet de mémoire sur la néo-paysannerie.

J'ai dans cette perspective réalisé un séjour d'un mois en maraichage dans la région Nantaise, où les enjeux de techniques, de savoirs paysans et de (ré)appropriation de l'espace étaient omniprésents. J'y ai assisté à des formations de l'Atelier Paysan, une coopérative d'autoconstruction paysanne qui œuvre à une généralisation d'une agroécologie paysanne - notamment à travers le retour d'une souveraineté technique des paysan·es. Les outils qu'iels apprennent à construire sont à rebours de l'escalade numérique de l'agriculture conventionnelle - peu coûteux, facilement réparables, adaptables à l'exploitation - et sont régulièrement qualifiés par la coopérative de « low-tech » ou de « technologie paysannes ». Le livre *Reprendre la terre aux machines* de cette même coopérative me tombe dans les mains quelques semaines plus tard, et mon intérêt pour la low-tech est définitivement ancré.

Les recherches de Morgan Meyer sur la co-production de savoirs (sur le Low-Tech Lab, l'Atelier Paysan ou l'agriculture open source) et sur les lieux alternatifs de production de connaissance ont grandement raisonné avec ces premières interrogations, et j'ai donc décidé de le contacter. Avant de revenir sur notre travail durant ces deux mois au CSI, il est important donner un aperçu de ce que l'on entend généralement par « Low-Tech ».

Donner une définition formelle de la Low-Tech ne me semble pas pertinent ici : les définitions de la démarche Low-Tech sont plurielles et adaptables, à l'image du concept qu'elles entendent définir. Il est donc très difficile d'en trouver une consensuelle, concise et englobante – elle risquerait de légitimer et refermer le cadre autour d'une seule définition, tandis que chacun des acteurs rencontrés s'approprie sa propre définition de la low-tech. Afin de familiariser le lecteur avec la low-tech, nous proposons néanmoins en introduction la définition du Low-Tech Lab, acteur central dans la promotion, documentation et expérimentation de la low-tech, qu'il définit comme « des objets, des systèmes, des techniques, des services, des savoir-faire, des pratiques, des modes de vie et même des courants de pensée, qui intègrent la technologie selon trois grands principes : Utile. Accessible. Durable ».

La pluralité de savoirs et de pratiques évoqué précédemment donne cependant l'intuition d'une démarche - qui excède la technique -, comme l'explique également le Low-Tech Lab : « La démarche low-tech ne se résume pas à la technique, c'est aussi un système de valeurs et une manière d'appréhender les relations sociales qui peuvent influencer largement les services, la production, l'organisation d'une structure ».[1]

I. Début du stage

A) Les inspirateurs historiques de la Low-Tech

Le premier rendez-vous avec Morgan fut fixé à la cafétaria de l'Ecole des Mines, où nous avons découvert qu'en plus d'un intérêt commun pour les Low-Tech, nous accusions tous deux un sérieux retard sur l'ère du numérique (ayant chacun un Nokia 9 touches). La visite du CSI finie et les présentations faites aux différents membres du laboratoire, nous nous sommes attablés pour discuter des penseurs historiques de la décroissance technologique, inspirateurs certains de la Low-Tech actuelle. Cette dernière trouve en effet ses filiations théoriques et politiques dans l'émergence de l'écologie politique des années 70. Bien que les pensées technocritiques furent nombreuses à cette période, et que des penseurs comme Jacques Ellul ou Bernard Charbonneau furent longtemps effacés de l'histoire intellectuelle française en dehors des cercles militants[2] et mériteraient d'être réexaminés dans la filiation intellectuelle de la Low-Tech, nous avons choisis de nous concentrer sur les 3 grands penseurs traditionnellement présentées comme pères de la Low-Tech : Lewis Mumford, Ivan Illich et Ernst Friedrich Schumacher. Ces derniers furent des penseurs importants des rôles politique, social et écologique des techniques (voir encadrés p.5), démontrant que ces dernières ne sont pas neutres mais véhiculent ce qui sera appelé par la suite des scripts-sociotechniques par Madeleine Akrich[3]. Il s'agissait à l'époque d'une véritable contre-proposition politique et théorique dans un climat de mythologie techniciste véhiculé par la guerre froide et les 30 glorieuses en France. Cependant, bien que ces penseurs furent de grands inspirateurs pour la Low-Tech, aucun d'entre eux ne la théorisa : le concept de Low-tech fût légitimé et popularisé en France par l'ouvrage l'*Age des Low-Tech*[4] paru en 2014, écrit par

[1] https://lowtechlab.org/fr/le-low-tech-lab/les-actions/territoire-low-tech

[2] JARRIGE, François. *Jacques Ellul technocritique. Une trajectoire intellectuelle dans les discordances des temps* In : *« La modernité dure longtemps » : Penser les discordances des temps avec Christophe Charle* [en ligne]. Paris : Éditions de la Sorbonne, 2020. Disponible sur Internet : <http://books.openedition.org/psorbonne/84720>.

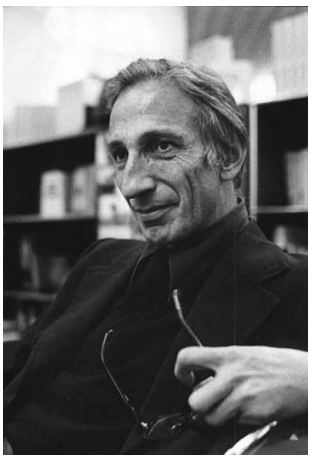
[3] AKRICH, Madeleine. « La construction d'un système socio-technique. Esquisse pour une anthropologie des techniques », *Anthropologie et Sociétés*. 10 septembre 2003, vol.13 no 2. p. 31-54.

[4] BIHOUIX, Phillipe. *L'âge des low-tech. Vers une civilisation techniquement soutenable.* Seuil, 2014.

l'ingénieur Phillipe Bihouix. Ce concept est d'ailleurs très « franco-français », n'ayant pas la même signification dans le monde anglo-saxon où il désigne un système technique sans high tech, à l'image des anciennes industries textiles. Il est également le fruit d'un intérêt croissant depuis quelques années, avec notamment des publications de rapports qui manipulent et théorisent ce concept, que nous allons étudier par la suite.

Les pères de la Low-Tech

En 1964, Lewis Mumford théorise dans Authoritarian and Democratic Technics la coexistence de deux types de techniques, l'une autoritaire, l'autre démocratique. Tandis que la **technique autoritaire** est puissante, trouve son centre à l'intérieur d'un système, dont la gouvernance est invisible mais omniprésente (posant les bases de la bio-politique de Foucault), la **technique démocratique** reste sous la direction active du fabriquant, est fonctionnelle à petite échelle, est adaptable, récupérable. Pour Mumford, « la vie ne se délègue pas »[5] : il faut inclure dans chaque étape du processus de construction de la science et des techniques les aspects de la personnalité humaine qui en aurait été exclus. Il est le père de l'expression *Mégamachine*, pour désigner le système techno-industriel hors de contrôle et autoritaire selon lui.

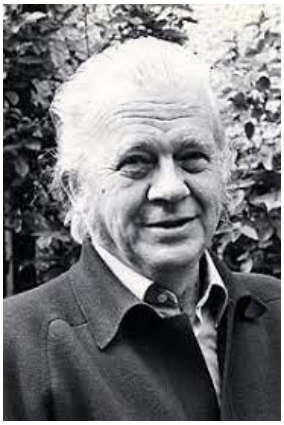


Le livre majeur de l'œuvre d'Ivan Illich, prêtre Autrichien et père de l'écologie politique, *Tools for conviviality* (1973*)* développe la notion de techniques conviviales, en opposition à l'outil dominant. La convivialité est « la liberté individuelle réalisée dans la relation de production au sein d'une société dotée d'outils efficaces »[6], et l'outil convivial favorise la créativité de l'usager. Il propose également l'idée de contre-productivité des technologies passé un certain seuil : « Lorsqu'une activité outillée dépasse un seuil défini par l'échelle *ad hoc*, elle se retourne d'abord contre sa fin, puis menace de destruction le corps social tout entier »[7]. Ainsi pour le philosophe, le dépassement d'un certain seuil de dysfonctionnement a rendu l'automobile nuisible au transport, les hôpitaux nuisibles à la santé et l'école nuisible pour l'éducation.

[5] MUMFORD, Lewis. « Authoritarian and Democratic Technics», *Technology and Culture*. 1964, vol.5, nº1, pp.1-8

[6] ILLICH, Ivan (1973), *La convivialité*, Paris, Le Seuil, 2003, p. 28.

[7] ILLICH, Ivan (1973), *op cit*, p. 11.



Ernst Friedrich Schumacher est considéré comme l'inspirateur principal de la démarche Low-Tech, avec la popularisation en 1973 de la notion d'*intermediate technologies* dans son livre majeur *Small is Beautiful (1973)*. L'auteur y adopte une posture analytique macroéconomique, pour réfléchir au développement de technologies intermédiaires bénéfiques au développement économique des pays du Tiers-monde, intensives en main d'œuvre plutôt qu'en capital, avec un faible coût d'équipement et des matériaux sourcés régionalement, tournées vers les besoins réels des populations. Il plaide pour le développement de ces technologies dans des communautés humaines de petite taille, tournées vers l'autosuffisance.

B) Low-Tech et littérature grise

Pour compléter cette première revue de littérature autour des inspirateurs de la low-tech, la deuxième étape de mon travail consista en une analyse de la littérature grise portant sur la Low-Tech, à travers la lecture de deux rapports de l'Ademe – l'Agence de la transition écologique sous la tutelle des ministères de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, de la Transition énergétique et de l'Enseignement supérieur et de la Recherche -, un rapport du Labo Ess – think tank qui structure ses travaux autour de l'Economie Sociale et Solidaire- et une note de La Fabrique Ecologique - think tank qui propose des solutions « concrètes » à la crise écologique.

Le premier rapport que j'ai lu et qui m'a le plus intéressé fut le rapport sur la ville Low-Tech de l'Ademe[8] : Urbalotek (2021). Ce dernier propose une analyse conceptuelle sur le *concept de ville*, conçu comme un « appareil intellectuel à visée opérationnelle qui entend penser la ville sous un certain angle et proposant une matrice de résolution de ses disfonctionnements tout autant qu'un imaginaire urbain désirable et stabilisé » (p.7). A l'opposé de la smart city, prédictive, cybernétique et dépendante à l'extraction minière en raison de son recours massif au numérique, la ville Low-Tech est « un système territorial ou urbain, dont les pratiques sociales, la gouvernance, le rapport au vivant et le fonctionnement économique, témoignent de la mise en œuvre d'un **urbanisme de discernement.** Cette démarche systémique, critique et éthique, repose sur quatre principes : l'**éloge du suffisant**, la **gestion soutenable des ressourc**es, la **convivialité** et la **recherche d'une juste** échelle dans les organisations et les réponses sociotechniques apportées » (p.54). On retrouve dans ces principes l'importance d'un discernement scalaire, à l'instar des préconisations d'Illich et se ses effets de seuil. Le rapport - dont le mot clé est certainement le **discernement** - tisse ainsi de nouveaux imaginaires autour d'une ville Low-Tech, avec

[8] ADEME (Agence de la transition écologique). *La ville Low Tech. Vers un urbanisme du discernement.* 2021.

une place particulière accordée au sensible. On y retrouve notamment une appétence pour la marche à pied qui permet « une approche sensible des centres urbains ».

Le choix de porter la focale sur la ville est particulièrement intéressant. En 2020, 93% des français·es vivent dans l'une des 699 aires d'attraction d'une ville[9], et les termes « rurbanité », puis périurbanité ont progressivement désignés les campagnes dépossédées d'activités paysannes[10]. Pour David Harvey, géographe marxiste[11] ayant beaucoup travaillé sur la géographie urbaine, la construction et fabrication de l'espace urbain, et donc des usages, est aujourd'hui tournée vers le profit des promoteurs immobiliers, tandis qu'elle devrait se tourner vers le bien être comme le préconise les principes de ville Low-Tech. Henri Lefebvre, qui a beaucoup influencé le géographe marxiste, parlait en 1968 du « droit à la ville », tandis que la « Low-Tech » ou les technologies démocratiques parlent d'un droit à la technique, d'une souveraineté sur sa fabrication, son usage et sa direction. L'application de la démarche « Low-Tech » aux villes est donc particulièrement pertinente, car ces dernières sont pétries de gouvernance et technologies centralisées: réseau de transport, réseau de gaz, d'électricité, d'eau - qui sont au milieu d'un conflit de gestion public/privé. Tandis que l'on peut parler d'aliénation à l'outil pour l'ouvrier, dans la mesure où ce dernier ne décide pas de la manière de l'employer, il y a de manière équivalente selon David Harvey une aliénation à la ville, à son réseau. La Low-Tech en général permet la reprise de contrôle sur les processus de production : je maitrise la machine et non l'inverse (créativité d'Illich) ; tandis la démarche Low-Tech appliquée à la ville permet une (re)prise sur les conditions matérielles d'existence : la manière de se nourrir, de gérer l'eau, l'énergie, les transports avec des réseaux d'alimentations et de distribution Low-tech.

Le rapport du Labo ESS (2022) revient également sur la démarche low-tech à l'échelle de la ville et propose 4 leviers pour une « démarche low-tech systémique dans les territoires » : 1. Co-construire un plan d'action transversal pour la low-tech, s'appuyant sur un diagnostic territorial partagé ; 2. Sensibiliser à la low-tech et accompagner chacun·e dans cette démarche ; 3. Multiplier les lieux concrétisant la démarche low-tech dans l'espace urbain ; 4. Développer les coopérations territoriales pour créer de véritables écosystèmes urbains de la low-tech (p.82)

[9] https://www.insee.fr/fr/statistiques/4806684

[10] BRUNET, Roger, Robert FERRAS et Hervé THERY (dir.), *Les mots de la géographie. Dictionnaire critique*. Reclus, La Documentation française. 1992.

[11] La conférence de David Harvey à Paris s'est tenue le jour même de la lecture du rapport de l'ADEME, mercredi 12 avril, ce qui m'a ouvert de nombreuses pistes d'analyses et de réflexions. Disponible en ligne à : https://www.youtube.com/watch?v=kVfQ7dpku94

Le troisième rapport étudié fut la note de la Fabrique écologique (2019), qui a la particularité de se présenter comme une proposition politique, avec notamment un manifeste du low tech et 3 propositions politiques. Bien que ces dernières soient discutables[12], il est intéressant de noter que ce rapport institue le caractère politique d'une démarche Low-Tech, en ce sens qu'elle propose une approche systémique et nécessairement transformatrice de la société.

Le second rapport de l'Ademe (2022) porte sur les « démarches Low-Tech », complétant les deux précédents, et décide d'aller plus loin dans le concret en étudiant les conditions réglementaires, économiques et politiques qui pourraient permettre le développement de démarche Low-Tech, en recensant les freins et opportunités. Il constitue une bonne synthèse accessible pour qui veut mieux découvrir les principes de la démarche low-tech.

C) Pérégrinations, fausses pistes et enseignement Low-Tech

Cette première plongée dans la low-tech à travers ses inspirateurs et des rapports contemporains sur le sujet m'a permis de défricher quelques pistes de travail.

La grelinette : l'agriculture low-tech

Travaillant en parallèle avec l'historien Christophe Bonneuil sur mon projet de mémoire sur la pétrolisation de l'agriculture et participant avec lui au groupe de recherche POLMA[13] sur la politique des machines agricoles en France, j'ai d'abord voulu m'intéresser à la low-tech dans l'agriculture, à travers l'un des outils emblématiques du jardinier : la grelinette. Cet outil, inventé il y a près d'un siècle par André Grelin, permet d'aérer le sol sans le retourner, et d'ainsi préserver la faune du sol contrairement au labour. Elle devient donc depuis une vingtaine d'années l'emblème de la permaculture et du maraîchage sur sol vivant (MSV), deux pratiques agricoles respectueuses de l'écologie des sols se situant en dehors de l'agriculture conventionnelle et de la bio.

FIGURE 1 : GRELINETTE FABRIQUEE MAISON. ISSU DU TUTORIEL "FABRIQUER SA GRELINETTE" SUR LE SITE DU LOW-TECH LAB.

[12] La proposition 1 de « basculer les cotisations sociales vers une fiscalité environnementale ambitieuse » propose ainsi de passer d'une caisse gérée paritairement par les travailleur·euses et employeur·euses à une gestion étatique de la fiscalité, ce qui dans une démarche Low-Tech, réduirait la prise des citoyens sur cette fiscalité. De plus, le postulat de départ qui est que la protection sociale est portée par le travail humain et renchéri donc son coût, ce qui favorise son remplacement naturel par des machines est largement contestable.

[13] Le projet POLMA, soutenu par l'ADEME, est un programme de recherche qui étudie les facteurs clé de grande transition fossile qu'a connu l'agriculture dans les décennies d'après 1945. J'ai assisté à une réunion de travail et à quelques travaux préliminaires.

Ainsi, Jean-Martin Fortier, agriculteur québécois et auteur d'un livre référence autour du MSV *Le Jardinier Maraicher*, a donné pour nom à sa première ferme : « Les jardins de la grelinette ».

Cet outil apportait 2 pistes de réflexions particulièrement intéressantes. La première consistait en l'étude des conditions socio-historiques de l'apparition de la Grelinette. Cette dernière apparait en effet à Arbin, près de Chambery en 1956, au même moment où est introduit le labour en France dans le bassin lyonnais[14] (qui inclut Chambery). On a donc au même moment et au même endroit l'apparition de deux techniques de travail du sol qui s'opposent drastiquement, ce qui en fait un objet historique particulièrement intéressant – mettant en exergue différents chemins techniques qui peuvent apparaitre conjointement ou en réaction les uns par rapports aux autres. La deuxième piste de réflexion tourne autour des conditions de diffusion de cet outil, principalement dans les milieux d'alternatives agricoles, et de sa non-récupération par la communauté low-tech. Je me suis interrogé sur les raisons qui expliquait un faible nombre de tutoriels ou de mention dans les sites, associations et forums low tech comme le l'Atelier Paysan, pour une invention qui répondait en tous points aux critères de la low-tech. Cependant, ce premier objet d'étude, bien que passionnant, n'a pas pu être approfondi en raison de la difficulté de réaliser des entretiens sociologiques. J'ai contacté les frères Grelins - descendants d'André Grelin - qui n'étaient pas disponibles en raison de la saison chargée en travail pour les grainetiers ; Jean Martin-Fortier et sa compagne Maude-Hélène Desroche, qui étaient tous deux débordé par le travail maraicher ; et divers formateurs de l'Atelier Paysan qui ne m'ont pas donné suite.

La démarche low-tech dans l'enseignement supérieur

Le second axe de travail qui s'est offert à moi fut celui de l'enseignement low-tech, au double sens d'enseignement des low-tech et de low-technicisation de l'enseignement. Mon intérêt pour ce sujet s'est développé au début de mon stage en creusant les initiatives de l'architecte Patrick Bouchain comme le *permis de faire*[15] ou l'Université Foraine de Rennes, mentionnées dans le rapport Urbalotek (p.65). Cet architecte milite pour l'ouverture des chantiers à tous et le développement d'une l'horizontalité des savoirs, à travers une participation citoyenne à la transformation urbaine. Ainsi, il participe à la libre circulation des savoirs et prône l'importance du savoir-faire avec ses mains, idées centrales dans la démarche low-tech.

---

[14] HOUSSEL, Jean-Pierre. « Des débuts de la révolution fourragère dans le lyonnais à la modernisation en petite culture », *Géocarrefour*. 1 octobre 2006, vol.81 nº 4. p. 319-326.

[15] Cf le « permis de faire » promu par Patrick Bouchain, architecte qui milite pour l'ouverture des chantiers à la participation citoyenne, à l'opposé des chantiers « fermés au public ». Entretien dans Espazium, En ligne : https://www.espazium.ch/fr/actualites/le-permis-de-faire-lesprit-plus-que-la-lettre

Cette volonté de partager des savoirs autrement que par une éducation standardisée et hiérarchisée résonnait également avec une conférence participative du collectif Reprises de Savoirs organisée le 14 février 2023 à la Parole Errante, qui propose une *Auto-Déformation* à travers des chantiers participatifs durant l'été, remettant au centre la pluralité des savoirs et des expériences autour d'une vie collective et d'une défense des milieux de vie[16]. Cette initiative unique et percutante s'inspire de nombreuses expérimentations présentes et passées, des écoles zapatistes à l'Université de la Terre en passant par celle de Vincennes[17]. C'est d'ailleurs cette dernière, à travers le documentaire de Virginie Linhart[18], qui m'a fait longuement réfléchir sur ce que pourrait être un autre enseignement supérieur, avec d'autres modes d'enseignements (université ouverte aux non-bacheliers et aux salariés avec des cours du soir), une participation étudiante dans les directions des départements ou encore une égalité de statut dans le personnel (même salaire pour le chargé de TD que pour le maitre de conférences).

Une fois cet axe de travail choisi, je me suis rendu compte qu'il est difficile de définir avec précision ce qui relève de l'enseignement low-tech. Ainsi, une formation à l'auto-construction paysanne[19], un chantier participatif[20], une discussion informelle ou une nouvelle formation universitaire peuvent tous relever d'une démarche d'enseignement low-tech et de décloisonnement des savoirs. Aussi, dans une démarche pragmatique de restriction du champ d'étude, influencée par un ethnocentrisme universitaire non-négligeable, je me concentrerai ici sur le développement de la Low-Tech dans l'enseignement supérieur, et particulièrement dans les écoles d'ingénieur pour des raisons que nous développerons plus loin.

[16] J'aurais d'ailleurs le plaisir d'aller réparer un moulin en bord de Sèvre Nantaise durant la première semaine de juillet 2023.

[17] « Pluri·inspirations » que l'on retrouve sur leur site à : https://www.reprisesdesavoirs.org/auto-deformation/

[18] *Vincennes, l'Université perdue*¸ 2016. Réalisé par Virginie Linhart.

[19] Comme la coopérative d'autoconstruction l'Atelier Paysan. En ligne : https://www.latelierpaysan.org/

[20] Cf le « permis de faire » promu par Patrick Bouchain, architecte qui milite pour l'ouverture des chantiers à la participation citoyenne, à l'opposé des chantiers « fermés au public ». Entretien dans Espazium, En ligne : https://www.espazium.ch/fr/actualites/le-permis-de-faire-lesprit-plus-que-la-lettre

II. La démarche Low-Tech dans l'enseignement supérieur

Dans une démarche inductive visant à « découvrir plutôt que vérifier »[21], avec les entretiens pour matériau central, l'analyse de cet objet d'étude m'amène à poser une problématique volontairement simple et ouverte : **quels sont les processus de construction d'une formation autour du low-tech dans l'enseignement supérieur ?**

La construction est un concept chargé en sociologie et c'est ici la définition de Bruno Latour, chercheur de premier plan pendant près de 25 ans au CSI, que je reprends aujourd'hui. Ce dernier explique sa vision de la sociologie (ANT) dans *Changer de Société, refaire de la sociologie*, et revient notamment sur la métaphore de construction sociale en sociologie. Cette dernière, loin de chercher selon lui à substituer à la réalité une matière sociale homogène, permets de rendre compte de l'origine d'un processus ou phénomène. L'étude des constructions sociales entendue au sens littéral nécessite donc de revenir à leurs chantiers, pieds dans la boue et casque sur la tête, pour rentrer dans les coulisses et avoir un aperçu sur l'émergence d'une chose nouvelle. On observe ainsi sur un chantier les matériaux requis pour la construction de l'édifice, la mise en mouvement des acteurs, et surtout, « la visite d'un site de construction suscite le sentiment, aussi troublant que réconfortant, que les choses *pourraient être différentes*, ou du moins qu'*elles pourraient encore rater »*[22]. Ainsi, nous irons ici parcourir le chantier de construction de nouvelles formations dans l'enseignement supérieur, principalement en école d'ingénieur, qui tournent autour de la démarche low-tech, dont nous avons précédemment tenté d'esquisser des définitions.

Nous remonterons alors dans un premier temps aux différents prérequis à la construction de ces nouvelles formations. Notre sable, notre ciment et notre acier seront dans le cas de notre chantier des composantes temporelles, spatiales et institutionnelles, à savoir : une nouvelle période de critique estudiantine, un développement géographique différencié des pratiques low-tech et des caractéristiques institutionnelles propres à certaines écoles d'ingénieurs. Nous étudierons ensuite les outils mobilisés par les différents acteurs pour la construction de ces nouvelles formations, avec notamment de nouvelles méthodes pédagogiques, comme la pédagogie par projet et la valorisation du travail des étudiants. Enfin,

[21] DEMAZIERE, Didier. « Pratiques de l'enquête et usages de l'entretien (biographique) en sociologie. L'analyse secondaire en recherche qualitative. Utopie ou perspectives nouvelles ? », *CAPAS*. 2005, Grenoble, France.

[22] LATOUR, Bruno, « Des faits indiscutables aux faits disputés », dans : *Changer de société, refaire de la sociologie.* sous la direction de LATOUR Bruno. Paris, La Découverte, « Poche / Sciences humaines et sociales », 2007, p. 125-176.

nous verrons dans quelle mesure la récupération de la critique estudiantine permets de détourner ou d'empêcher certain·es étudiant·es de « bifurquer ».

Méthodologie

Pour répondre à notre problématique dans une démarche inductive où l'enquête sociologique nourri « la formulation des hypothèses et alimente la théorisation »[23], j'ai réalisé 4 entretiens semi-directifs. Une fois les deux (uniques) formations sur la low-tech en école d'ingénieur identifiées, à savoir la formation PISTE de l'INP Grenoble et la spécialisation Ingénierie des Low-Tech de Centrale Nantes, j'ai cherché à contacter les responsables de ces formations.

J'ai ainsi réalisé un premier entretien de 1h30 avec Jean-Marc Benguigui le vendredi 12 mai. Ce dernier est responsable de l'option Ingénierie des Low-Tech de Centrale Nantes, ouverte en septembre 2022, qui forme 6 étudiant·es de 2ème et 3ème année sur 7 mois avant que ces derniers ne réalisent un stage de 5 mois en lien avec les low-tech. La formation est structurée autour d'un projet qui fut pour la première promotion d'équiper le catamaran Outremer 5X de Roland Jourdain - double vainqueur de la route du rhum - avec des low-tech.

J'ai ensuite réalisé un entretien d'une heure le lundi 22 mai avec Gregory Chaudemanche, enseignant en communication et gestion de projets à l'IUT de Rouen. Il est actuellement en reprise d'études en management de l'innovation - levier selon lui pour la transition écologique - et fait un stage de 6 mois chez Explore. Son travail consiste à cartographier les acteurs de la low-tech d'une part, et à penser l'entrepreneuriat Low-Tech d'autre part. Il participe à la création d'une formation en ligne sur l'entrepreneuriat Low-tech, un MOOC, avec PEPITE Bretagne, un programme gouvernemental de promotion de l'entrepreneuriat dans les universités.

Mon 3ème entretien s'est déroulé avec Sacha Hodencq, post-doctorant sur l'open harware (documentation libre d'objets), bénévole au low-tech lab Grenoble, responsable du forum LowTRE et enseignant à l'$ENSE^3$ sur les projets de transition territoriaux et sur la science ouverte et la documentation open source. Il est notamment enseignant dans le nouveau semestre électif PISTE INP – Pour une Ingénierie Sobre Techno et Eco-responsable - à Grenoble INP, ouvert en septembre 2021. Cette formation vise à « développer une vision systémique prenant en compte les limites planétaires et les impacts environnementaux et sociétaux » chez 36 élèves par semestre à travers une approche cours et projet fil rouge. Bien que ne portant pas le sigle Low-Tech, pour Sacha Hodenq, « plus des deux tiers des enseignements sont liés aux Low-Tech ». Quant au forum LowTre - Low-Tech Recherche et Enseignement - il s'agit d'une plateforme collaborative « déclencher une prise de conscience et de décision dans le milieu universitaire sur la nécessité de repenser nos activités en les adaptant aux défis

[23] DEMAZIERE, Didier. *Op cit.*

actuels d'une société que nous souhaiterions sobre et résiliente »[24]. On y retrouve concrètement des discussions entre divers acteur·ices et passionné·es de low-tech et une recension de diverse iniatives low-tech, comme les nouvelles formations en école d'ingénieur par exemple.

Mon dernier entretien, à la date peu avantageuse du 7 juin, soit le jour du rendu du rapport, fut avec Emmanuel Poisson-Quinton. J'ai contacté ce dernier qui s'occupe notamment du programme « Campus » d'Explore, un incubateur à Concarneau qui héberge notamment le Low-Tech Lab. Ce programme vise à développer les initiatives et formations low-tech dans l'enseignement supérieur, et a notamment contribué à la mise en place de la formation Ingénierie des Low-Tech à Centrale Nantes.

J'ai réalisé une retranscription exhaustive de tous les entretiens à l'exception de celui avec Emmanuel Poisson-Quinton pour des raisons de temps. Tous les entretiens se sont déroulés en visio-conférence après une prise de contact par mail. Le faible nombre d'entretiens, surprenant au premier abord, à deux justifications. Premièrement, il s'agit ici de l'étude d'un champ peu développé, avec un faible nombre d'acteurs qui se traduit mécaniquement par une moins grande latitude dans la tenue des entretiens. Deuxièmement, j'ai eu un faible taux de réponses à mes sollicitations d'entretiens - avec parfois des enquêté·es qui confirmaient un rendez-vous puis ne répondaient plus à mes mails. Dans mon travail cependant, ce faible nombre d'entretien se relève néanmoins concluant pour ma démarche et a ouvert de nombreuses pistes de réflexions.

A) Emergence des formations Low-Tech : les matériaux

Dans cette première partie d'étude des constructions de nouvelles formations autour de la Low-Tech dans les écoles d'ingénieurs, nous utiliserons une triple matrice d'analyse temporelle, géographique et institutionnelle, qui nous servira à déterminer les bases requises à l'émergence de ces formations.

Le premier angle d'analyse, dans la lignée de Luc Boltanski et Laurent Thévenot sur la *sociologie de la critique*[25], consistera à « décortiquer l'activité critique des acteurs pour saisir dans quelle mesure, et dans quelles conditions, elle peut être facteur de changement social »[26]. Plus précisément, nous chercherons à observer dans quelle mesure peut-on penser que l'émergence des formations axées autour du Low-Tech correspond à l'intériorisation d'une critique spécifiquement adressée aux écoles

[24] Présentation du forum sur la page d'accueil consultable à https://forum-lowtre-ecosesa.univ-grenoble-alpes.fr/

[25] BOLTANSKI, Luc et Laurent THEVENOT. *Les économies de la grandeur*. Cahier du CEE, série Protée, Paris, PUF, 1987

[26] WINTREBERT, Raphaël. « Sociologie de la critique. A propos d'ATTAC France et de Functions of social conflicts de Lewis A. Coser », *Cahiers internationaux de sociologie*. 2006, vol.120 nº 1. p. 155-165.

d'ingénieurs. Nous effectuerons dans un premier temps une brève revue historique des critiques adressées à la technique et aux ingénieurs, avant de voir leurs répercussions sur les recompositions des formations des écoles d'ingénieurs. Nous formulerons l'hypothèse que les écoles d'ingénieur se trouvent actuellement dans une nouvelle période de mise en critique, et que donc la Low-Tech émerge dans le jargon et les pratiques des ingénieurs car elle est une réponse/intériorisation de la critique (environnementale) de la technique pour la technique (et non pour le bien commun) adressé par les étudiant·es ingénieurs – notamment lors des cérémonies de remise de diplômes.

Ensuite, nous étudierons les caractéristiques institutionnelles qui favorisent l'émergence de développement low-tech. Cette piste consistera à étudier les points de contacts entre la Low-Tech et les écoles d'ingénieurs, comprendre pourquoi elle n'essaime pas ailleurs dans l'enseignement supérieur, quels sont les freins dans les écoles d'ingénieurs et comment les dépasser.

Enfin, nous analyserons l'importance qu'occupe le développement territorial des low-techs dans l'émergence des formations low-tech dans le supérieur, en tant qu'espace de familiarité du corps éducatif avec des initiatives et pratiques low-tech. Nous mettrons en évidence l'existence de pôles géographiques riches en initiatives low-tech, où cette dernière est d'avantage vulgarisée, publicisée et pratiquée qu'ailleurs, avant de montrer que ce facteur géographique donne un rôle prépondérant aux relations interpersonnelles.

i) La low tech : vers une technique critique

Le grand verdissement de l'enseignement supérieur

Les formations axées sur le développement durable fleurissent depuis quelques années dans l'enseignement supérieur, notamment dans les universités prestigieuses : en premier cycle avec l'ouverture en septembre 2020 avec la licence Sciences pour un Monde Durable de l'université PSL[27] et l'ouverture du Bachelor ACT (Apprendre à conduire les transitions) de l'Université de Cergy-Pointoise en partenariat avec l'ESSEC[28] ; en second cycle avec le master Etudes Environnementales de l'EHESS ouvert en 2019, le master Humanités Environnementales de l'université de Nantes ouvert à la rentrée 2022 ou encore le master Urbanisme et Aménagement de Sorbonne Université ouvert en 2019.

[27] https://psl.eu/formation/sciences-monde-durable

[28] https://bacheloract.fr/

La recherche n'est pas en reste avec des initiatives comme *Labo 1.5* pour réduire les impacts environnementaux et climatiques de la recherche[29], la création de comités d'éthiques et des discussions récurrentes entre chercheur·euses au sein des labos sur ce sujet, comme j'ai pu moi-même le constater lors de discussions au CSI autour d'un texte de Madeleine Akrich sur l'engagement des « chercheur·euses face à l'urgence écologique ». Ces initiatives se développent conjointement ou en réponse à une demande pressante des étudiant·es de transformation de l'enseignement supérieur, que l'on retrouve dans des propositions comme le livre blanc de l'accord de Grenoble[30] issu de la COP2 étudiante ou le *Manifeste Étudiant pour un Réveil Écologique* porté par le collectif *Pour un Réveil écologique* avec plus de 34 000 signatures depuis sa publication en 2018. La Low-Tech, branche spécifique de ce verdissement, est l'objet d'une attention croissante en tant que « définition » et objet de recherche dans l'ESR[31], tant dans les pratiques de recherches que dans les volontés de transformer l'enseignement, avec notamment la création de la communauté LOWTRE (Low-Tech Recherche et Enseignement) en 2020.

En tant que formation, la Low-Tech semble se développer en tant que concept et en tant que fil rouge de formations dans un pan spécifique de l'enseignement supérieur : les écoles d'ingénieur. Ces dernières proposent également un verdissement de leurs enseignements depuis quelques années et sont aujourd'hui les seules à proposer des formations axées sur le Low-Tech. Il est important de revenir sur la relation entre l'ingénieur et la technique pour comprendre comment peuvent interagir entre la low-tech et la formation des ingénieurs. Les écoles d'ingénieurs fabriquent un corps professionnel omniprésent dans la société contemporaine : les « *géniaux ingénieurs » de Boris Vian*[32] et la « Noblesse d'état » décrite par Pierre Bourdieu constituent environ 800 000 ingénieurs en activité[33] avec près de 36 000 formés/an. A travers une revue de la littérature historique[34], Denis Lemaitre montre que « l'apparition de l'ingénieur est fortement liée au développement de la modernité, à partir de la Renaissance en Europe et du développement des sciences et des techniques. ». Cet attachement à la

[29] https://labos1point5.org/

[30] https://la-ctes.org/wp-content/uploads/2021/04/Livre-Blanc-de-la-COP2-Etudiante.pdf

[31] GUIMBRETIERE, Guillaume, Sacha HODENQ et Martial BALLAND. « Une approche de la Low-tech dans l'Enseignement supérieur et de la recherche », *La pensée écologique*, 2022. En ligne : https://lapenseeecologique.com/une-approche-de-la-low-tech-dans-lenseignement-superieur-et-la-recherche/

[32] Je voudrais pas crever, poème de Boris Vian. 1962

[33] 1 million d'ingénieurs dont près de 800 000 en activité, selon la recension au début de l'année 2016 par IESF (Ingénieurs et Scientifiques de France).

[34] LEMAITRE, Denis. « Formation et professionnalisation des ingénieurs en France : le modèle de l'école d'ingénieurs et ses recompositions », *Savoirs*. 2018, vol.47 nº 2. p. 11-39.

modernité, fortement remis en cause aujourd'hui remise à l'aune de crises écologiques, économiques et sociales[35], place aujourd'hui les ingénieurs dans une position ambivalente.

L'ambivalence des ingénieurs face à la crise environnementale

Les ingénieurs peuvent en effet être tenus en partie responsables de la crise écologique et sociale en cours, en raison de leur participation active à la création, diffusion et à la maintenance de techniques socialement et écologiquement destructrices. C'est ce que pointèrent récemment du doigt les étudiants déserteurs d'AgroParisTech[36] ou encore Aurélien Barrau qui affirmait en conférence devant un parterre d'ingénieurs : « si vous pensez que les ingénieurs peuvent nous sauver, c'est que vous n'avez pas bien compris la nature du péril »[37]. Ces critiques récentes du développement technologique, à l'accent principalement environnemental[38], s'inscrivent dans une longue histoire de critique de la technique et de la *modernisation* : des luddites anglais de la fin du XVIIIème siècle qui s'opposaient l'introduction de machines dans l'industrie textile aux paysans du XXIème siècle s'opposant à la généralisation des OGM, en passant par les mouvements antinucléaire et environnementaliste des années 60[39]. Ces critiques de la technique, loin d'être « technophobes » ou conservatrices, constituent des réponses rationnelles[40] à l'introduction de nouvelles techniques qui ont nécessairement des externalités (positives ou négatives) sur les plan sociaux ou écologiques. Un courant de l'historiographie contemporaine s'est

---

[35] Pour une remise en cause du paradigme de la modernité, voir : LATOUR, Bruno. *Nous n'avons jamais été modernes. Essai d'anthropologie symétrique*. Paris, La Découverte, 2006.

[36] « AgroParisTech forme chaque année des centaines d'élèves à travailler pour l'industrie de diverses manières : Trafiquer en labo des plantes pour des multinationales qui asservissent toujours plus les agricultrices et les agriculteurs, concevoir des plats préparés et des chimiothérapies pour soigner ensuite les malades causées… ». Issu du discours des Déserteurs d'Agro ParisTech. En ligne : https://www.youtube.com/watch?v=SUOVOC2Kd50

[37] Conférence d'Aurelien Barrau à CentraleSupelec, *A-t-on encore besoin d'ingénieurs ?* 00 :01 :45. En ligne : https://www.youtube.com/watch?v=r9vrU9g893o&t=2530s

[38] MEYER, Morgan. « S'engager, bifurquer, déserter. Pragmatique des critiques et sensibilités écologiques des élèves ingénieurs », *i3 Working Papers Series*, 2022.

[39] Pour un exposé détaillé de la critique des techniques, voir JARRIGE, François. *Technocritiques: Du refus des machines à la contestation des technosciences*. Paris, La Découverte. 2016.

[40]« Lorsque les ouvriers s'attaquaient ou se plaignaient des machines, ce n'était pas au nom d'une technophobie passéiste mais au nom de la défense de leur métier et de leur mode de vie. ». Issu d'un entretien de François Jarrige dans *Comptoir*. En ligne : https://comptoir.org/2014/12/15/francois-jarrige-la-technophobie-est-un-leurre/

d'ailleurs donné pour objectif de redonner à voir ces critiques, voix discordantes que la modernité s'était empressée d'enterrer[41].

A l'inverse, les ingénieurs peuvent être perçus comme la réponse évidente au problème climatique : c'est ce que l'on appelle généralement le *technosolutionisme*. La géo-ingénierie, l'agriculture 5.0 ou encore la fusion nucléaire seraient ainsi les solutions d'avenir face aux crises qui menacent l'habitabilité de la terre : la solution sera technique ou ne sera pas. There Is No Alternative[42]. Associant les opposant à la 5G au « modèle amish » qui souhaitent revenir « à la lampe à huile » et revoyant dans les cordes les penseurs décroissants et partisans de techniques de discernement, le président Emmanuel Macron est une excellente illustration[43] de cette vision d'une écologie de croissance économique et technologique.

Notre objet d'étude semble donc se situer à l'interface entre ces deux visions. Les formations Low-Tech ont une volonté de reconnaitre les externalités potentiellement négatives des technologies high-techs usuellement conçues et promues par les ingénieurs, et dans le même temps, de croire néanmoins en un ingénieur porteur de solution sans être technosolutioniste. Laurent Jossic, responsable de la formation PISTE (Pour une Ingénierie Sobre Techno et Eco-reponsable), présente ainsi sa formation comme « une alternative, une 3ème voie » entre « une vision très sombre autour de la collapsologie et d'autre part une vision qui est au contraire vers les solutions technologiques »[44]

Intériorisation et recompositions des formations d'ingénieur face à la critique

A l'instar de l'intériorisation des critiques comme « voies de survies du capitalisme » étudiée par Boltanski et Chiapello dans *Le nouvel esprit du capitalisme* (1999), les différentes critiques à l'égard des techniques furent en partie intériorisées par les ingénieurs. On a ainsi observé en réponse aux critiques environnementalistes et antinucléaires l'émergence d'une réflexivité éthique chez les ingénieurs états-uniens dans les années 80, à travers notamment le développement de l'*engineering*

[41] Introduction de l'ouvrage de C.Pessis, S. Topçu S. et C. Bonneuil (dir.), *Une autre histoire des «Trente glorieuses». Modernisation, pollutions et contestations du « progrès » dans la France d'après-guerre.* Paris, La Découverte. 2013, pp. 5-31

[42] Formule usuellement attribuée à Margaret Tatcher, pour discréditer tout autre modèle que celui du libéralisme et de la croissance économique. Pour une subversion (radicale) de ce slogan, voir : LORDON, Frederic. *There is no Alternative.* La pompe à phynance (blog du monde diplomatique). 2022
En ligne : https://blog.mondediplo.net/there-is-no-alternative

[43] Pour un éclaircissement du modèle Amish et de leur rapport à la technique, voir : JARRIGE, François. *On arrête parfois le progrès. Histoire et décroissance*. L'échapée. 2022, p. 320-325.

[44] Présentation du semestre PISTE : https://www.youtube.com/watch?v=y5lPrLBssjM

ethics[45], un champ de recherche interdisciplinaire entre ingénieurs et philosophes sur la prise en compte de l'intérêt public dans la conception des techniques. Il y a donc eu une intériorisation de la critique[46] qui a disrupté la définition du rôle de l'ingénieur et qui s'est notamment traduite par des évolutions pédagogiques dans les formations d'ingénieur. Cette traduction de la critique dans les formations s'explique par une caractéristique française dans la structuration du corps des ingénieurs, qui comme le rappelle Denis Lemaitre, « constituent un groupe professionnel largement structuré autour de leur formation » [47]. En effet, contrairement au modèle anglo-saxon qui reconnait l'ingénieur par son activité professionnel, c'est le diplôme qui définit le statut de l'ingénieur, donnant une place très importante à la formation. Ce déficit de structuration professionnelle en France rend d'ailleurs difficile l'émergence d'une responsabilité professionnelle, et met plus l'accent sur la responsabilité individuelle de l'ingénieur (qui reste encore largement limitée).

C'est ainsi dans les formations qu'ont émergé une réponse aux critiques à partir des années 90 en France, avec de nouveaux modules pédagogiques comme les sciences sociales[48], censés approfondir la réflexivité de l'ingénieur, et l'enseignement de l'éthique professionnelle est devenu pour la Commission des titres « une mention parmi les critères d'attribution pour l'habilitation (où le renouvellement) à décerner le diplôme d'ingénieur »[49]. En effet, en 1995, la CTI (chargée depuis 1934 d'attribuer aux écoles d'ingénieurs privées les habilitations à délivrer le diplôme d'ingénieur)[50], a commencé à citer explicitement l'éthique pour la première fois comme composante nécessaire de la formation des ingénieurs. Cependant, ce texte n'est pas contraignant et consiste plus en une orientation indiquée pour les établissements, traduite par une augmentation des cours de SHS. Cette première vague d'intériorisation de la critique pour développer l'éthique dans le métier d'ingénieur a donc été de faible importance.

---

[45] DIDIER, Christelle. « 6. Ressurgissement dans les formations » *Penser l'éthique des ingénieurs*. Paris cedex 14. Presses Universitaires de France. 2008, p. 87-114. (Questions d'éthique).

[46] « Le système capitaliste s'est révélé infiniment plus robuste que ne l'avaient pensé ses détracteurs, Marx au premier chef, mais c'est aussi parce qu'il a trouvé chez ses critiques mêmes les voies de sa survie. » Issu de BOLTANSKI, Luc et Eve CHIAPELLO. *Le nouvel esprit du capitalisme.* Paris, Gallimard. 1999, p.71.

[47] LEMAITRE, Denis. « Formation et professionnalisation des ingénieurs en France : le modèle de l'école d'ingénieurs et ses recompositions », *Savoirs*. 2018, vol.47 nº 2. p. 11-39.

[48] DIDIER, Christelle, *op cit.*

[49] DIDIER, Christelle. « 7. Vers une institutionnalisation de la formation à l'éthique » *Penser l'éthique des ingénieurs*. Paris cedex 14. Presses Universitaires de France. 2008, p. 115-125. (Questions d'éthique).

[50] Slides de conférence de Philippe Massé, ancien président de la Commission des Titres d'Ingénieur, chargé d'enseignement dans le domaine de l'éthique. Disponible en ligne à : https://www.cti-commission.fr/wp-content/uploads/2016/05/ethique_ingenieur_masse_afm_2016.pdf

Les ingénieurs déserteurs, une nouvelle ère de la critique.

En 2018, l'ingénieur Clément Choisne faisait date en prononçant un discours lors la cérémonie de remise de diplômes de l'école Centrale Nantes[51]. Ce dernier y fait état de son « malaise » quant au rôle que l'on attribue à l'ingénieur aujourd'hui, avoue être « perdu » face à la situation climatique alarmante et marque la rupture avec la formule : « je doute et je m'écarte ». 4 ans plus tard, le 30 avril 2022, c'est au tour des déserteurs d'Agro ParisTech de faire date avec un discours incisif lors d'une cérémonie de remise de diplômes. Ces derniers fustigent une « formation qui pousse globalement à participer aux ravages sociaux et écologiques en cours » dans un discours anticapitaliste qui ne croit « ni à au développement durable, ni à la croissance verte, ni à la "transition écologique" ». Depuis, nombre d'autres discours ont été prononcés et une atmosphère de révolte se fait ressentir à travers de nombreuses actions dans les écoles d'ingénieurs, notamment récemment contre le projet EACOP de Total et ce slogan : « nous avons fait les mêmes écoles mais nous ne ferons pas les mêmes carrières ».[52]

Il semblerait que nous soyons aujourd'hui dans une nouvelle vague de critiques, formulée par les étudiant·es ingénieur·es elleux mêmes contre leurs lieux de formations et les carrières qu'on leur promet. Tous les enquêté·es que nous avons rencontré semblent s'accorder sur l'existence actuelle d'une temporalité particulière de remise en cause des modèles classiques en école d'ingénieur.

Pour creuser cette question, nous avons rencontré Jean Marc Benguigui, responsable de l'option Ingénierie des Low-Tech ouverte en septembre 2022 à Centrale Nantes. Pour M. Benguigui, le point de départ de l'option ingénierie des Low-Tech ne se situe pas en 2020 quand Roland Jourdain, fondateur d'Explore[53], prend contact avec le directeur de Centrale Nantes Jean-Baptiste Avriller, mais 2 ans auparavant, avec « le discours de Clément Choisnes, qui a été le détonateur je pense dans toutes les écoles. C'est la première fois que tout à coup, un étudiant, lors d'une cérémonie, dénonce que les écoles ne sont pas à la hauteur des enjeux ». Ce discours prononcé en 2018 fut une explosion médiatique et un tremblement de terre dans les écoles d'ingénieur – au vu des réactions et discours lui faisant référence qui se sont enchainés par la suite[54]. Il a été suivi lors du changement de direction à Centrale en 2020, d'une lettre ouverte des étudiants à destination des candidats : *Pour un directeur engagé en faveur du développement durable*. Cette dernière a forcé les aspirants au poste à se positionner sur l'écologie et le

[51] Disponible en ligne sur la chaine YouTube de Clément Choisne : https://www.youtube.com/watch?v=3LvTgiWSAAE

[52] POPPER, Lou Eve. « Les grandes écoles se rebiffent contre TotalEnergies ». *Vert*, 27/04/2023. En ligne : https://vert.eco/articles/les-grandes-ecoles-se-rebiffenmogrnt-contre-totalenergies

[53] Explore est un incubateur à Concarneau qui héberge notamment le Low-Tech Lab de Concarneau.

[54] MEYER, Morgan. 2022. *Op cit*

poste fut pourvu à Jean Baptiste Avrillier, ouvertement engagé en faveur d'une bifurcation écologique et qui sera à l'origine de l'option ingénierie des low-tech.

On retrouve la même mécanique dans l'ouverture de la formation PISTE. Sacha Hodencq, reponsable du forum LowTre, membre du Low-Tech Lab Grenoble et enseignant dans la formation PISTE explique ainsi « l'alignement de planètes » qui a permis la création de la formation : d'un côté, l'équipe du Low-Tech Lab Grenoble voulait faire rentrer des enseignements sur le low-tech en école d'ingé. Dans le même temps, « il y'a eu une forte critique des élus étudiant Grenoble INP par rapport à la non-prise en compte des enjeux écologiques par la direction d'établissement et ils ont fait un travail de fou en fait où ils sont venus faire des sondages auprès des étudiants» et « c'était juste criant que pour tous les étudiants, y'avais un quasi consensus sur le fait que ces enjeux-là n'étaient pas assez pris en compte, et la low-tech ça apparaissait très très haut dans les sujets à aborder plus amplement, sachant qu'ils étaient pas abordés du tout. ».

Ainsi, dans les deux formations étudiées, la critique des étudiants semble avoir été le déclencheur du processus de construction d'une nouvelle formation supposément plus en accord avec leurs aspirations. Une nouvelle ère de critique amorcée par diverses initiatives dont les discours critiques lors des cérémonies de remise de diplômes, les manifeste et tribunes comme le Manifeste pour un réveil écologique, sont des marqueurs et révélateurs clés. Les formations sur le Low-Tech semblent donc se trouver une posture de promotion de *techniques critiques* : critiques par leur réflexivité sur leur conception et application ; critiques par l'urgence de leur généralisation face aux dépassement des limites planétaires ; critiques enfin par leur intériorisation des critiques estudiantines. Il ne s'agit pas pour les écoles de récupérer la critique de manière mécanique, mais de l'intégrer pour mieux correspondre à ce que semblent être les aspirations d'une nouvelle génération d'étudiant·es ingénieur·es[55]. Cependant, la critique n'est pas le seul matériau nécessaire à la construction de formations Low-Tech et la configuration institutionnelle de chaque école est une composante importante.

ii) Configurations institutionnelles

Les critiques prennent vie dans une institution aux verrouillages nombreux, et la configuration propre à chaque école est donc centrale dans le développement de ces nouvelles formations. Nous allons étudier ici la nature des configurations institutionnelles propres à certaines écoles d'ingénieur qui permettent la naissance de ces nouveaux cursus autour de la démarche low-tech. Nous nous interrogerons sur l'absence de développement à l'université au profit des écoles d'ingénieurs, sur le

technosolutionisme et la réticence devant cette nouvelle science du « bricolage » dans les écoles d'ingénieurs, avant de voir enfin comment le pouvoir décisionnaire des directeur·ices reste central dans la possibilité d'éclosion de nouvelles formations.

Un développement ingénieur plutôt qu'universitaire

Les formations low-tech à l'université sont aujourd'hui inexistantes, ce qui nous interroge sur les caractéristiques institutionnelles qui bloquent l'émergence de formations ou modules sur ce sujet. J'ai ainsi rencontré Gregory Chaudemanche, qui participe chez Explore à la création d'une formation en ligne sur l'entrepreneuriat Low-tech, un MOOC, avec PEPITE Bretagne[56]. PEPITE est un programme universitaire lancé en 2014 sous François Hollande pour inciter et sensibiliser les étudiants des universités à l'entrepreneuriat. L'objectif de ce dispositif est de permettre à chaque étudiant intéressé par l'entrepreneuriat de s'adresser à un agent compétent dans ce domaine, et d'autre part d'informer et sensibiliser les étudiant·es ignorant tout de ce domaine[57]. Le cours pour PEPITE Bretagne n'est pas obligatoire et repose sur le volontariat des étudiant·es.

Pour Gregory, l'une des principales réticences du monde universitaire à la Low-Tech relève de leur culture académique. La quasi-inexistence d'articles scientifiques sur le sujet n'en fait pas un objet légitime au sein du monde universitaire : les savoirs développés autour de la low-tech sont issus de savoirs associatifs, vernaculaires ou paysans et leur documentation peut contraster avec la méthodologie scientifique universitaire. Après l'envoi d'un MOOC préexistant développé par le Low-Tech Lab à PEPITE Bretagne, Gregory raconte :

> PEPITE Bretagne nous fait le même retour : c'est pas universitaire. Ça n'a pas été construit de manière universitaire, c'est vraiment un truc très global pour tout un chacun. Et tu verras, dans toutes les références qui sont proposées pour approfondir un peu, c'est pas…ça s'appuie pas sur des références comme on a l'habitude d'en avoir à l'Université.

Pour Sacha Hodencq, qui cherche à développer des formations low-tech à l'Université, le même obstacle se présente :

> Le gros frein de la Low-Tech dans le milieu académique quand on vient le présenter à des gens qui savent pas ce que c'est la Low-Tech, pour bien expliciter tout, typiquement des directeurs

[56] Déployé au sein des 4 universités bretonnes Rennes 1, Rennes 2, l'UBS et l'UBO.

[57] Pour une analyse de cette nouvelle mission de l'université, voir : CHAMBARD, Olivia et Hélène STEVENS. « Les passeurs de l'entrepreneuriat à l'université », *Actes de la recherche en sciences sociales*. 5 janvier 2022, N° 240 nº 5. p. 58-77.

d'établissements, ouais effectivement ça peut venir de là. Ça peut venir du fait que ça vient du milieu associatif et aussi que le mot est très connoté.

Ainsi, la low-tech se développe plus aisément dans les écoles d'ingénieurs où l'on met l'accent sur les savoirs techniques et la conception des produits, ce qui se recoupe assez bien avec la manière dont sont documentés les low-tech par les différents acteurs. A l'inverse, la rigueur académique et la pauvreté de la littérature sur le sujet constituent un frein pour le développement des low-tech dans les universités. Le MOOC développé pour PEPITE Bretagne ne réfute pas cette analyse. Il s'agit d'une formation marginale qui se développe dans un cadre expérimental - celui du programme PEPITE où l'on retrouve « des agents qui partagent une même inclinaison à « réformer » l'université »[58]. Le développement de la low-tech dans les écoles d'ingénieurs reste cependant conditionné à certaines configurations institutionnelles, et rencontre de nombreux obstacles comme une culture technosolutioniste.

Ecoles d'ingénieurs et technosolutionisme

Comme l'expliquent Laure Flandrin et Fanny Verax, la tradition de pensée technosolutioniste reste largement prégnante chez les ingénieurs[59], ce qui peut constituer un frein majeur au développement de formations sur la démarche low-tech. Cela s'explique par deux caractéristiques principales de leurs formations. On y retrouve une activité associative dense et dépolitisée (essentiellement sportive), qui, couplée à une sélection qui ne se fait pas sur la base de critères extrascientifiques, favorise une invisibilisation du politique. Et c'est ensuite la transmission d'une culture « technosolutioniste » dans laquelle « il n'existe pas de problème humain qui n'ait d'abord sa solution dans le champ de l'ingénierie »[60], qui vient renforcer l'adhésion de l'ingénieur à cette vision. De plus, les traditions festives virilistes, sexistes et/ou homophobes (on ne retrouve que 26% de filles en école d'ingénieur[61]), au centre de la culture d'étudiant ingénieur, au sortir de la classe préparatoire, viennent appuyer l'appartenance à une « norme »[62], qui dévalorise l'éloignement au standard. L'endogamie sociale, géographique et institutionnelle des écoles d'ingénieur est donc constitutive d'une culture technosolutioniste.

---

[58] CHAMBARD, Olivia et Hélène STEVENS. *Op cit.*

[59] FLANDRIN, Laure et Fanny VERAX. *Quelle éthique pour quel ingénieur ?* Paris, Charles Léopold Mayer, 2019, p.17

[60] FLANDRIN, Laure et Fanny VERAX. *Op cit*, p.17

[61] Synthèse du Rapport IPP. *Quelle démocratisation des grandes écoles depuis le milieu des années 2000 ?* 2021.

[62] MILLER, Marine. *La révolte. Enquête sur les jeunes élites face au défi écologique*. Paris, Le Seuil, 2021, p.77

Cette culture constitue un frein au développement de formations low-tech dans les écoles d'ingénieurs où cette démarche peut apparaitre loufoque, déplacée ou archaïque. A Centrale, « beaucoup de collègues qui sont très réticents à la low tech » faisaient remarquer à Jean-Marc Benguigui que la low-tech, « c'est du bricolage ». Il raconte ainsi : « Je me rappelle collègues de mon service qui se moquaient vraiment de moi avec l'ouverture de l'option ». Cette hostilité semble cependant relever de méconnaissance et d'a priori autour de la démarche low-tech : pour Sacha Hodencq, c'est bien souvent « *passionnel et pas du tout rationnel*

Il s'agit alors pour les acteurs qui mettent en place des formations d'adapter le concept low-tech à la mentalité techniciste de l'ingénieur, comme le résume Jean Marc Benguigui :

> Grosso modo c'était un peu quand il y avait des petites associations qui font un peu de bricolage, qui donnent un petit peu l'image de la low tech un peu bricolo… voilà il y a beaucoup de collègues dans des écoles d'ingénieur vont être très réticents à ça. Pour eux, c'est important l'image, on reste dans une école d'ingénieur donc forcément on l'assimile à la high tech, et donc du coup il faut aussi dépoussiérer la Low-Tech, lui redonner une image technique, scientifique et utile.

Cette réticence n'est donc pas une fatalité et peut évoluer avec plus d'information ou devant le succès d'une formation. Jean-Marc Benguigui relate ainsi avec humour et bienveillance le cas de collègues qui n'étaient pas enclins à la démarche low-tech et dont la position a changé avec le « buzz » de la formation, et résume : « je vois bien que ça change dans les mentalités à partir du moment où les gens essaient de comprendre un peu mieux et ne font pas un blocage sur cette image ». La construction de formation Low-Tech nécessite donc un long travail de pédagogie et de familiarisation du corps enseignant et administratif sur la démarche low-tech. De plus, ces réserves peuvent être surmontées en trouvant d'autres appuis institutionnels, comme une direction engagée.

La direction, de l'impulsion à la décision finale

Dans le cas de la formation ingénierie des Low-Techs, cet obstacle structurel fut surmonté par la volonté du nouveau directeur de Centrale Nantes, Jean Baptiste Avrillier, qui a pris ses fonctions en 2020 suite à la lettre ouverte des étudiant·es de Centrale pour un directeur engagé. Dans les écoles d'ingénieurs, la position de l'école, c'est celle du directeur[63] et c'est lui qui va porter les dynamiques d'enseignement à l'école. C'est d'ailleurs lui, dans le cas de l'option Ingénierie des Low Tech, qui va porter le projet et en être l'initiateur sur une idée de Roland Jourdain, avant de demander à Jean-Marc Benguigui d'en prendre les commandes en lui donnant « carte blanche », ce dernier travaillant déjà

[63] Jean Marc Benguigui : «la position à Centrale, ou en tout cas la position de notre directeur »

depuis plusieurs années avec Apala (Aux Petits Acteurs L'Avenir) - une association qui soutient et développe des projets Low-Tech à Nantes. Cette dépendance à la direction se ressent jusque dans l'entretien avec Jean-Marc Benguigui, qui se montre très admiratif de Jean Baptiste Avrillier et prononce le mot « directeur » est 42 fois, soit presque autant que « Low Tech » (52 fois). « C'est clair, net et précis » résume JM Benguigui, « si aujourd'hui on veut développer une formation sur ces sujets-là, il faut un directeur, je veux dire, ça vient d'en haut hein ».

Cette dépendance à la direction constitue une fragilité à qui veut monter une option : il n'est pas la peine d'y penser si la direction refuse de prendre en compte les critiques des étudiant·es. Il est donc important d'avoir une direction qui soit déjà familière avec ce concept de démarche low-tech.

iii) Géographie et Low-Tech : la centralité de la familiarité

Le dernier prérequis à l'origine de formations low-tech qui est sorti de nos entretiens semble être la familiarité des acteurs avec le concept - familiarité qui dépend très largement du niveau de développement d'initiatives low-tech à l'échelle locale ou territoriale. Cet ancrage géographique de la Low-Tech trouve ses sources dans la pratique majoritairement répandue de la Low Tech : des projets de bricolage ou d'artisanat, qui redimensionnent l'appareil productif à l'échelle des besoins, donc à l'échelle territoriale, sans proposer une vision globale ou néo-industrielle[64]. Ainsi, la low-tech a plus de facilités à se déployer à l'échelle locale, et l'on retrouve aujourd'hui quelques pôles où cette dernière essaime, comme l'explique Gregory Chaudemanche : « Alors les Low-Tech, particulièrement en Bretagne, Pays de Loire et puis en Isère, autour de Grenoble, c'est assez développé. On en parle beaucoup en Bretagne et à Nantes, dans les journaux locaux, y'a pas mal d'événements, y'a beaucoup d'associations et de fil en aiguille, comme ça, bah y'a des gens qui connaissent l'expression déjà ». Les deux formations Nantaises et Grenobloises se sont ainsi toutes deux construites autour d'acteurs locaux de la low tech, respectivement Apala et le Low-Tech Lab Grenoble.

Ce facteur géographique vient également renforcer l'importance des relations interpersonnelles. Pour Jean-Marc Benguigui, la mise en lumière médiatique de sa formation est largement dû à une discussion avec Clément Choisne, son ancien étudiant pour lequel il témoigne une grande admiration. Ce dernier est en contact étroit avec Marine Miller, journaliste au Monde qui a écrit *La Révolte, enquête sur les jeunes élites face au défi écologique*, relatant l'engagement des étudiants en écoles d'ingénieurs et revenant notamment sur le parcours de Clément Choisne. Et c'est donc après cette discussion où Jean-Marc Benguigui a essayé de convaincre Clément Choisne du potentiel de l'option

[64] Nicolas B et Anthony B. « Du système D à un projet de société : le Low Tech au-delà du bricolage ». En ligne sur le site de la fédération des ingénieurs engagés : https://ingenieurs-engages.org/2022/11/du-systeme-d-a-un-projet-de-societe-la-low-tech-au-dela-du-bricolage/

low-tech que « comme il est tout le temps en contact avec cette journaliste…2 semaines après l'ouverture de mon option, elle me dit je t'envoie une de mes collaboratrices qui va faire un reportage et on a eu une grande page dans le Campus Monde avec plusieurs articles ». De la même manière, l'ouverture du programme de recherche Erasmus+ *LT4SUSTAIN* autour de l'enseignement Low-tech doit son salut grâce à des relations interpersonnelles. Sacha Hodencq, membre du projet avec le Low-Tech Lab Grenoble, relate ainsi :

> C'est complétement improbable la manière donc le consortium s'est formé. C'est d'anciens étudiants de l'ENSE^3 (*lire ENSe cube*), qu'en plus on n'avait pas eu en projet sur les Low-Tech […] Ils bossent pour un cabinet de conseil qui aide à faire financer les projets européens, en gros qui aide à monter les dossiers pour faire financer les projets européens et un jour par semaine ils ont du temps libre et ils font un peu ce qu'ils veulent. Pendant leur jour par semaine libre, ils se sont dit : ça serait cool de monter un projet d'enseignement sur les low-tech, on rassemble un consortium et invite tout ce beau monde et notamment le Low-tech Lab Grenoble. Donc ils nous ont contacté comme ça. C'est vraiment improbable ».

Le passage des étudiants par Grenoble et l'ENSE^3 leur a de cette manière permis de connaitre le principe de low-tech et de l'exporter pour leurs projets personnels.

Ainsi, l'éclosion d'une formation low-tech est conditionnée par la familiarité des acteurs académiques avec le sujet. La démarche low-tech, tant comme concept que comme pratique, semble avoir beaucoup de mal à voyager et à se développer hors des « hotspots » que sont la Bretagne - avec le Low-Tech Lab à Concarneau, acteur majeur de promotion de la démarche low-tech – Nantes, avec Apala qui existe depuis 2013 et Grenoble - où son Low-Tech Lab fut la première antenne hors celle de Concarneau. Gregory Chaudemanche déplore ainsi une faible pénétration du concept dans la région Normande, où il exerce en tant que professeur en IUT : « C'est pour ça que je te disais en Bretagne, à Nantes ça bouge beaucoup mais dans d'autres régions pas du tout, et en Normandie…pas trop hein ». La présence d'initiatives locales ou territoriales constitue donc un terrain favorable à la naissance de nouvelles initiatives, notamment académiques avec les formations autour du low-tech, et sont également nécessaires au développement d'une pédagogie par projet - au cœur des formation low-tech en école d'ingénieur.

B) Au cœur des formations Low-Tech : les outils pédagogiques

Nous avons pu recenser quelques matériaux de base qui constituent des prérequis à la construction d'une nouvelle formation sur le low-tech en école d'ingénieur, à savoir la critique estudiantine, les configurations institutionnelles et le développement local des pratiques low tech. La mise en cohérence de ces matériaux nécessite de mobiliser des outils spécifiques qui contrastent avec une filière ingénieure

classique. L'intériorisation des critiques étudiées précédemment dans une nouvelle formation nécessite nécessairement de répondre à ces critiques : si les étudiants bifurquent pour une quête de sens, il s'agit alors de redonner du sens à la profession d'ingénieur et lui donner une orientation socio-écologique. Les enseignants vont alors mobiliser de nouveaux outils pédagogiques et de nouvelles méthodes de communication qui mettent l'encapacitement de l'élève au cœur de la formation.

i) De nouvelles méthodes pédagogiques : le format projet

Dans l'étude des formations en école d'ingénieur, le sociologue Denis Lemaitre montre que la littérature sur les liens entre questions sociétales et formations d'ingénieurs ne s'est pas tant intéressée à l'évolution des contenus techniques des formations que la place des SHS dans les cursus[65], ces dernières jouant un rôle réflexif dans les écoles d'ingénieur. Or, à travers les formations axées sur le Low-Tech, la réflexivité des formations passe également par une traduction des critiques dans les enseignements techniques. Aussi, c'est à travers une évolution des enseignements techniques que se démarquent les formations sur la low-tech en école d'ingénieur, avec en leur cœur une méthode pédagogique centrale : la pédagogie par projets.

Le projet We Explore à Centrale Nantes

Dans le cas de Centrale Nantes, il s'agit d'un projet consistant à équiper le catamaran Outremer 5X de Roland Jourdain en technologies Low-Techs, avec un focus sur 4 systèmes techniques : production et stockage d'électricité ; alimentation, conservation et production des aliments ; sanitaire et numérique. On retrouve ainsi 600h de formation sur le semestre (le suivant étant un stage), avec 200h de cours dispensés en majorité par Apala et 400h consacrés directement à la réalisation du projet. Le semestre est divisé en 3 étapes. Il débute avec une phase d'exploration, avec un voyage à vélo pour rencontrer les acteurs de la low-tech en Bretagne et un séminaire à Concarneau : « ils ont vu beaucoup beaucoup beaucoup d'acteurs, je les ai poussé à aller voir l'extérieur pour s'inspirer ». À l'exploration suit la phase d'expérimentation technique, avec des prototypages et puis on retrouve pour finir la phase de valorisation du travail des étudiants, à travers notamment un forum low-tech. Lors de la proposition du format, Jean-Marc Benguigui était réticent. Les formats projets à Centrale Nantes accueillent un petit comité (6-12 élèves) et les options changent tous les 2-3 ans. « Moi ma crainte, c'est que je veux pérenniser ce genre de formation, et pas forcément que ça soit pour 1 an ou 2 ou 3 ans ». Ce format projet imposé par la direction est donc une grande première pour l'enseignant dont le ressenti est sans équivoque après 6 mois : « alors là, je trouve ça incroyable ».

[65] LEMAITRE, Denis, *op cit.*

Pour Jean-Marc, l'objectif était de redonner du sens à la formation d'ingénieur, dévoyée aujourd'hui par la formation d'« ingénieurs PowerPoint »[66], et le format projet se révèle être un vecteur très efficace. En effet, pour Jean Marc Benguigui, l'ingénieur est un inventeur comme « Léonard de Vinci ». Or pour lui, les ingénieurs d'aujourd'hui ne savent plus utiliser leurs mains, « ils savent même plus tenir un marteau et mettre un clou ». Le format projet sert alors à replacer le processus créatif au centre de la profession d'ingénieur, qui redevient inventeur, et qui de surcroit travaille pour un objectif louable de transition écologique. Les étudiant·es travaillent avec des acteurs de la low-tech, autour d'un projet très concret dans lequel iels redécouvrent l'usage de leurs mains. Cette encapacitement technique des étudiant·es autour d'un projet permet aussi une valorisation de leur travail et une maturité accrue : « moi je vois bien, je donne des cours aux premières, 2ème et 3ème année, entre la première et la 2ème, je vois le progrès et la maturité que prennent les étudiants mais alors là avec l'option projet, le phénomène était complétement démultiplié ».Cette réinjection de sens dans le métier d'ingénieur se produit également pour Jean Marc Benguigui, qui retrouve le sens premier de l'ingénieur, qui est pour lui celui de l'inventeur, et pour qui « grâce à l'école centrale, je redonne du sens à mon travail et à ma fonction d'ingénieur ».

Les projets fils rouges dans la formation PISTE

On retrouve également cette centralité de la pédagogie par projet dans la formation PISTE, où le projet de groupe, appelé *projet fil rouge*, est présenté comme le cœur du projet (10 ECTS sur 30). Les étudiant·es s'investissent sur des projets issus du territoire Grenoblois, proposé par des collectivités ou associations comme le Low-Tech de Grenoble par exemple. Pour Sacha Hodencq, l'approche par projet à donc plusieurs avantages. Elle « permet de décloisonner » les disciplines et « d'aller jusqu'à la phase d'usage, que les étudiant·es en école d'ingé voient rarement ». Les étudiant·es peuvent ainsi observer les manières dont leurs conceptions sont utilisées, comprendre si elles sont vraiment utiles et pour Sacha, « ça les confronte un peu à la vraie vie. »

Le doctorant indique aussi que les projets en général se généralisent depuis quelques années dans les écoles d'ingénieurs et permettent de montrer que les Low-Tech sont de bons objets pédagogiques - ce qui favorise l'intégration de projets low-tech dans les écoles d'ingénieurs. Ainsi, avant que naissent leurs formations, Sacha Hodencq et Jean-Marc Benguigui travaillaient déjà ponctuellement avec des étudiant·es sur des projets autour de la low-tech avec des acteurs locaux. Il s'agit là cependant d'une autre envergure comme le rappelle Sacha Hodencq : « c'est pas les petits projets ingénieurs où y'a une aprèm par semaine, c'est vraiment ils y passent la moitié de leur temps ».

[66] Expression tirée de l'entretien avec Jean-Marc Benguigui

Encapacitement et cheval de Troie

Ce renouveau pédagogique autour du projet permet donc de répondre à certaines des critiques des ingénieurs déserteurs en proposant aux étudiant·es de retrouver une prise sur ce qu'iels font en fabriquant. Gregory Chaudemanche, enseignant en IUT et stagiaire au sein du Campus Explore, résume ainsi :

> Ça répond à une préoccupation qui est assez globale, on l'appelle comme on veut, on peut l'appeler facilement éco-anxiété. Voilà, c'est une manière de répondre à ça. Une manière d'agir qui peut être très vite concrète. Et ça les intéresse aussi parce que ça les oblige de mettre la main à la pâte. C'est-à-dire, ils prennent la low-tech, non pas comme une démarche, mais comme une technique, un système low tech, un système technique. Or dans les formations d'ingé globalement depuis au moins 20 ans, peut être 30, on a oublié les aspects matériels et concrets, pour faire beaucoup de théorie. Et donc je pense que ces étudiants sont super heureux de mettre la main à la pâte, de fabriquer quelque chose, de mettre en œuvre ce qu'ils peuvent apprendre par ailleurs. Et donc la low tech permet d'associer ces deux choses là : Ecologie, transition écologique et bricolage disons, pour faire court, d'où le succès.

Pour les acteurs rencontrés, ce format se conjugue parfaitement bien avec la démarche low-tech, autant sur le point de vue pédagogique que sur celui de la reprise de sens en retrouvant une créativité de fabrication et un encapacitement pratique et théorique. Il se pose aussi un comme cheval de Troie pour montrer que les low-tech sont de bons objets pédagogiques. La généralisation de l'approche par projets dans les écoles d'ingénieur laisse de « plus en plus d'espace un peu partout pour faire apparaitre des low-tech parce que ça se prête aussi très bien à des projets » selon Sacha Hodencq. Ainsi, les low-techs peuvent rentrer de manière graduelle dans les écoles d'ingénieurs, et ainsi créer des précédents qui serviront d'arguments lorsqu'il s'agira de développer une formation à part entière comme PISTE ou l'option Ingénierie des low-techs.

ii) Documentation et communication

L'un des piliers de la démarche low-tech est l'accessibilité des techniques à travers une documentation open source, libre d'accès qui permette à chacun·e de s'approprier les savoir-faire. La mise en place de formations low-tech dans les écoles d'ingénieurs s'inscrit dans cette lignée et l'on retrouve différentes initiatives de communication et mise en libre-service des ressources.

Dans le cas du projet fil rouge de la formation PISTE, les étudiant·es doivent documenter (sous licence libre) la solution développée. Il s'agit là pour Sacha Hodencq d'« ouverture des connaissances », et de donner l'habitude aux étudiant·es de documenter leurs projets en accès libre. Il explique ainsi les retours des étudiant·es :

> Typiquement là, « Sciences ouvertes », j'ai eu des retours qui m'ont fait plaisir aussi, j'ai des étudiants qui me disaient « je comprenais pas pourquoi on avait ce cours-là, et maintenant, je vois bien à quoi ça peut servir, de documenter les choses librement, à quoi ça sert une licence libre ect… », parce qu'ils avaient un projet concret qu'ils devaient en fait vraiment documenter, et que cette documentation c'était pas juste un exercice stylistique de « on vous demande un rapport », « cette documentation elle peut être vraiment utile à d'autres êtres humains, donc essayez de le faire correctement et de faire en sorte que ça soit accessible quoi ».

Dans le cas de Centrale Nantes, on retrouve le même souci de documenter les projets avec en plus les retours des étudiant·es sur la formation. On retrouve ainsi un site de la formation[67], sur lequel on retrouve une présentation du cursus, une revue de presse sur les articles qui concernent la formation ; des ressources diverses dont un rapport Bilan du projet Welow et de la formation – 47 pages écrites par les 7 étudiant·es de la formation. Ces dernièr·es y soulèvent des points positifs – la pédagogie par projet, les cours avec Apala, la rencontre des acteurs…- et des points négatifs – une salle trop petite, une redite entre différents cours ou encore l'agencement des cours. La formation, structurée en 3 étapes - l'exploration, l'expérimentation puis la valorisation – accorde ainsi une place importante à la valorisation du travail des étudiant·es qu'iels ont restitué le 21 mars 2023 lors du 1er Forum low-tech de l'école Centrale Nantes – qui a accueilli près de 400 visiteurs, 20 stands low-tech, 2 conférences et 3 tables rondes pour 16 intervenants. « Ce forum fut le jalon le plus important de notre formation » écrivent les étudiant·es sur le site de la formation. C'est cette communication rigoureuse autour du projet sur le site de l'école et dans les médias qui a permis selon Jean-Marc Benguigui d'avoir un réel impact, bien au-delà des 6 étudiant·es formé·es :

> Un moment, j'avais peur de ne pas avoir d'impact en formant à la Low-tech 6 ou 12 étudiants. Alors que moi mon vœu pieux, quand j'ai vu 400 étudiants qui arrivent à Centrale, c'est essayer de les former, de les sensibiliser au moins quelques heures à la Low-Tech, et c'était mon objectif. Et finalement, cette option a tellement pris d'ampleur au niveau médiatique, au niveau des entreprises, au niveau des choses, je me suis « mais merde, l'impact est énorme, il est phénoménal » Je suis parti avec 6 étudiants et c'est peut-être pas à l'intérieur qu'il y a eu l'impact, mais c'est à l'extérieur. Donc je me dis c'est incroyable.

[67] https://low-techs.ec-nantes.fr

Ainsi, il ne s'agit pas que d'un outil pédagogique. On retrouve une évidente relation à l'image médiatique et à la légitimité de l'école dans le champ institutionnel. Communiquer régulièrement sur le développement et les avancées de la formation, c'est se légitimer comme formation, voire comme école, qui prend des initiatives pour répondre à la crise écologique et aux demandes des aspirants ingénieurs. C'est d'ailleurs exactement ce qui s'est passé à Centrale, où l'on retrouve un décalage entre l'image de l'école et ce qui s'y déroule réellement.

> Et pour être honnête avec vous, maintenant à l'école Centrale, on est vu comme les pionniers de la Low-Tech, mais aujourd'hui, au moment où je vous parle, j'ai eu que 6 étudiants.

L'approche buissonnante

Cette centralité de la documentation, de la valorisation et de la communication est donc un outil pédagogique de premier plan dans la construction d'une formation sur la démarche low-tech. Il s'agit premièrement de transmettre aux étudiant·es l'un des piliers de la démarche low-tech, l'accessibilité et la possibilité de réappropriation par tous·tes des travaux et technologies de chacun·e. La documentation est en effet au cœur de la démarche low-tech, comme le montre Morgan Meyer dans son étude sur la documentation du low-tech lab[68].

Ensuite, cette mise en valeur du travail des étudiant·es permet de partager ce qu'iels ont appris, expérimentés, conçus, et constitue un jalon à part entière de leur formation. Les étudiant·es peuvent s'exercer à restituer leur travail, doivent apprendre à le justifier et développent selon Sacha Hodencq un recul critique sur " est-ce que mon truc il sert à quelque chose ? ", de manière un peu pragmatique. » Enfin, à l'échelle de la formation low-tech, ces communications médiatiques, institutionnelles et informelles permettent à disposition des outils et retours d'expériences pour tous·tes pour essaimer de nouvelles formation low-tech. Il ne s'agit pas de répliquer à l'identique ce que font les autres mais d'expérimenter et de partager, de piocher ça et là des ressources et approches qui nous intéressent. C'est ce que Sacha Hodencq appelle l'approche buissonnante, « c'est arriver par plusieurs endroits, c'est attaquer le problème par plusieurs endroits et essayer d'avoir des retours d'expérience sur ce qui marche et qui marche moins bien, plutôt que d'avoir une approche unique ». Il est également question de se construire une image médiatique, ce qui représente un intérêt très concret pour la réputation de l'école.

[68] MEYER Morgan, « Expérimenter et rendre désirables les low tech. Une pragmatique de la documentation », *Réseaux*, 2022/5 (N° 235), p. 219-249. DOI : 10.3917/res.235.0219.

C) Conclusion : la livraison du chantier

Nous avons tenté au cours de ce travail d'esquisser une plongée dans le chantier de construction de nouvelles formations low-tech au sein des écoles d'ingénieurs. Nous avons d'abord montré que certaines configurations temporelles, géographiques et institutionnelles étaient nécessaires à l'édification de ces nouvelles formations : la période récente de critiques des étudiant·es à l'encontre de leurs établissements, le développement de pratiques low-tech à l'échelle locale et certaines configurations institutionnelles propres aux écoles d'ingénieurs en constituent les matériaux de base. Nous avons ensuite recensé deux outils pédagogiques communs aux nouvelles formations : la pédagogie par projet et la documentation/communication autour des projets des étudiant·es.

Premiers effets visibles

Le chantier étant livré, avec deux formations en école d'ingénieur, nous pouvons conclure en revenant sur l'un de nos points de départ : la critique estudiantine lors des remises d'écoles d'ingénieurs, avec les étudiant·es déserteur·euses. Après seulement quelques années d'existence (une pour l'option à Centrale Nantes, 2 années pour le semestre PISTE), la mise en place de ces formations semble déjà des conséquences très concrètes sur les aspirations des étudiant·es à la grande démission. Le cas d'un élève de Centrale Nantes souhait devenir « paysan boulanger » et ayant passé son CAP pendant son année de césure est parlant : selon Jean-Marc Benguigui, après un an d'option, « ce qui est bizarre maintenant, c'est qu'il a envie de revenir dans le monde de l'industrie ». De son côté, Sacha Hodencq mentionne aussi des témoignages d'étudiant·es issus de PISTE qui disaient « je voyais pas où pouvais me mener l'ingénierie et je comptais un peu finir mon école et me casser faire autre chose, et ça m'a redonné confiance en ma capacité d'action et en ce que ça peut être aussi que d'être ingénieur, que c'est pas forcément des choses néfastes on va dire ». Il rapporte également le témoignage de certains étudiant·es « On pensait déserter, au final on va peut-être continuer un peu l'ingénierie ».

L'intégration de la critique permet également de satisfaire des exigences du côté des entreprises, qui attendent également pour certaines une formation plus « écologique » des ingénieurs. Ainsi, Jean Marc Benguigui mentionne « des postes *consultant RSE junior* où il est demandé d'avoir des compétences en économie circulaire et Low Tech. Donc ça va venir dans les grands cabinets de conseil maintenant. ». L'école reste ainsi compétitive sur l'intégration de ses étudiant·es dans le marché de l'emploi.

L'intégration de la critique renvoie donc à des intérêts concrets pour les écoles d'ingénieurs. En plus de transformer leur image médiatique et institutionnelle, elle leur permet de mieux répondre aux attentes de certain·es élèves au regard critique sur le métier d'ingénieur et la formation transforme certains projets de bifurcation - conservant alors ses étudiant·es d'un bout à l'autre du cursus. Elle s'adapte dans

le même temps aux évolutions du marché du travail, soumis lui aussi à des critiques et des remises en question.

Et maintenant ?

Nous avons dans ce travail fait un tour d'horizon de la construction d'une formation low-tech en école d'ingénieur mais nous avons cependant laissé de côté une partie importante de l'analogie de Bruno Latour : un chantier permet de voir que les choses « *pourraient être différentes*, ou du moins qu'*elles pourraient encore rater* ». Bien que notre étude se soit employée à démontrer l'existence de quelques grands principes, quelques matériaux fondateurs associés avec divers outils, la plongée dans l'étude des formations low-tech témoigne d'une grande flexibilité et liberté d'interprétation laissé aux acteurs pour s'approprier le concept de low-tech. Ainsi, l'étude de la construction de nouvelles formations en école d'ingénieurs nous a bien montré que les choses « *pourraient être différentes* » et le seront nécessairement dans une perspective honnête de démarche low-tech : s'adapter et se transformer selon son territoire, ses étudiant·es et professeur·euses, les trajectoires individuelles qui composent les écoles, associations et entreprises. Pour ce qui est de pouvoir encore rater, les formations sont encore trop récentes pour pouvoir juger de leur pérennité. Elles sont fragiles, peu nombreuses mais cependant, pour Jean Marc-Benguigui, « on pourra peut-être reculer, mais on pourra pas nous effacer ». Cette enquête reste donc soumise à de nombreuses corrections, enrichissements et réflexions futures, qui seront nourries au fur et à mesure que sortiront de terre de nouvelles formations en école d'ingénieur.

Bilan du stage et remerciements

Ce travail de recherche est venu conforter s'il fallait ma vocation de chercheur. La recherche, l'analyse et l'écriture sont pour moi un véritable plaisir que ces 2 mois au CSI m'ont permis d'éprouver grandement. L'accueil chaleureux des membres du CSI, et tout particulièrement de Morgan - avec qui j'ai beaucoup aimé échanger et discuter - m'a donné un bel aperçu des différentes composantes du métier de chercheur. Je le remercie donc avec gratitude pour le temps qu'il m'a accordé au cours de ces derniers mois, ainsi que pour ses remarques avisées lors de la construction de mon objet de recherche et la rédaction de mon rapport. J'ai beaucoup aimé la démarche inductive et pragmatique, au cœur de la méthode sociologique du CSI, qui consiste à laisser s'exprimer les acteurs pour élargir et comprendre au mieux son objet d'étude. Je remercie ainsi chacun de mes enquêtés de m'avoir accordé de leur temps et, toujours avec bienveillance, d'avoir su m'expliquer avec précision et engouement en quoi consistaient leurs activités autour de la low-tech, et leur vision d'un monde qu'iels aimeraient voir low-techniciser.

Je remercie également Léna Perrinet pour les lectures et remarques avisées.

Ce semestre de stage fut aussi un semestre de luttes et de rencontres. Je remercie tous·tes les camarades que j'ai croisé pour leur énergie sans faille, leur détermination et leur joie dans la lutte. Les batailles contre la réforme des retraites ou contre l'accaparement de l'eau ont renforcé ma conviction de le nécessité d'une recherche qui dépasse les murs de l'université, et vient appuyer avec ses arguments propres les différentes luttes qui animent le pays. On a ainsi observé les interventions salutaires de Michael Zemmour, Bernard Friot ou encore Dominique Méda sur les questions de retraite et plus généralement d'organisation du travail, et celles de Magali Reghezza, géographe et membre du Haut Conseil pour le Climat, et Florence Habets, Directrice de recherche CNRS en hydrométéorologie - sur l'accaparement de l'eau et les méga-bassines. Mon objet d'étude – la construction de formation low-tech dans les écoles d'ingénieur – est venu confirmer cette intime conviction qu'un changement dans l'enseignement supérieur est souhaitable et possible. Bien qu'encore trop peu nombreux, les étudiant·es *déserteurs* et les professeurs à leurs écoutes constituent un espoir et une force de bascule nécessaire à un changement de paradigme.

Je suis maintenant impatient de démarrer ma recherche sur la pétrolisation de l'agriculture à l'EHESS l'année prochaine sous la direction de Christophe Bonneuil, historien inspirant pour qui la recherche et l'engagement ne sont pas incompatibles et bien souvent, se confondent.

Bibliographie

ADEME (Agence de la transition écologique). *La ville Low Tech. Vers un urbanisme du discernement.* 2021.

AKRICH, Madeleine. « La construction d'un système socio-technique. Esquisse pour une anthropologie des techniques », *Anthropologie et Sociétés*. 10 septembre 2003, vol.13 no 2. p. 31-54.

BIHOUIX, Phillipe. *L'âge des low-tech. Vers une civilisation techniquement soutenable.* Seuil, 2014.

BLOQUEL Marianne, BONJEAN Anne-Charlotte, FANGEAT Erwann, MARRY Solène, ADEME, FORGET Astrid, FUSTEC Alan, HABE Camille, JAEGER Romain, MOIROUD Loraine, MORALES Eloïse, Goodwillmanagement, CHABOT Clément, Low-tech Lab. *État des lieux et perspectives des démarches « low-tech ».* Rapport - 48 pages. 2022.

BOLTANSKI, Luc et Laurent THEVENOT. *Les économies de la grandeur*. Cahier du CEE, série Protée, Paris, PUF, 1987

BOLTANSKI, Luc et Eve CHIAPELLO. *Le nouvel esprit du capitalisme.* Paris, Gallimard. 1999, p.71.

BRUNET, Roger, Robert FERRAS et Hervé THERY (dir.), *Les mots de la géographie. Dictionnaire critique*. Reclus, La Documentation française. 1992.

CHAMBARD, Olivia et Hélène STEVENS. « Les passeurs de l'entrepreneuriat à l'université», *Actes de la recherche en sciences sociales*. 5 janvier 2022, N° 240 nº 5. p. 58-77.

DEMAZIERE, Didier. « Pratiques de l'enquête et usages de l'entretien (biographique) en sociologie. L'analyse secondaire en recherche qualitative. Utopie ou perspectives nouvelles ? », *CAPAS*. 2005, Grenoble, France.

DIDIER, Christelle. « 6. Ressurgissement dans les formations » *Penser l'éthique des ingénieurs*. Paris cedex 14. Presses Universitaires de France. 2008, p. 87-114. (Questions d'éthique).

DIDIER, Christelle. « 7. Vers une institutionnalisation de la formation à l'éthique » *Penser l'éthique des ingénieurs*. Paris cedex 14. Presses Universitaires de France. 2008, p. 115-125. (Questions d'éthique).

FLANDRIN, Laure et Fanny VERAX. *Quelle éthique pour quel ingénieur ?* Paris, Charles Léopold Mayer, 2019, p.17

GUIMBRETIERE, Guillaume, Sacha HODENQ et Martial BALLAND. « Une approche de la Low-tech dans l'Enseignement supérieur et de la recherche », *La pensée écologique*, 2022. En ligne : https://lapenseeecologique.com/une-approche-de-la-low-tech-dans-lenseignement-superieur-et-la-recherche/

HOUSSEL, Jean-Pierre. « Des débuts de la révolution fourragère dans le lyonnais à la modernisation en petite culture », *Géocarrefour*. 1 octobre 2006, vol.81 nº 4. p. 319-326.

ILLICH, Ivan (1973), *La convivialité*, Paris, Le Seuil, 2003

JARRIGE, François. *Technocritiques: Du refus des machines à la contestation des technosciences*. Paris, La Découverte. 2016.

JARRIGE, François. *Jacques Ellul technocritique. Une trajectoire intellectuelle dans les discordances des temps* In : *« La modernité dure longtemps » : Penser les discordances des temps avec Christophe Charle* [en ligne]. Paris : Éditions de la Sorbonne, 2020.

JARRIGE, François. *On arrête parfois le progrès. Histoire et décroissance*. L'échapée. 2022, p. 320-325.

La Fabrique écologique. *Vers des technologies sobres et résilientes — Pourquoi et comment développer l'innovation "low-tech" ?* Rapport – 50 pages. 2019.

LATOUR, Bruno. *Nous n'avons jamais été modernes. Essai d'anthropologie symétrique*. Paris, La Découverte, 2006.

LATOUR, Bruno, « Des faits indiscutables aux faits disputés », dans : *Changer de société, refaire de la sociologie.* sous la direction de LATOUR Bruno. Paris, La Découverte, « Poche / Sciences humaines et sociales », 2007, p. 125-176.

Le Labo de l'ESS. *Pour des métropoles low-tech et solidaires*. Rapport – 100 pages. 2022

LEMAITRE, Denis. « Formation et professionnalisation des ingénieurs en France : le modèle de l'école d'ingénieurs et ses recompositions », *Savoirs*. 2018, vol.47 nº 2. p. 11-39.

LORDON, Frederic. *There is no Alternative.* La pompe à phynance (blog du monde diplomatique). 2022
En ligne : https://blog.mondediplo.net/there-is-no-alternative

MEYER Morgan, « Expérimenter et rendre désirables les low tech. Une pragmatique de la documentation », *Réseaux*, 2022/5 (N° 235), p. 219-249.

MEYER, Morgan. « S'engager, bifurquer, déserter. Pragmatique des critiques et sensibilités écologiques des élèves ingénieurs », *i3 Working Papers Series*, 2022.

MILLER, Marine. *La révolte. Enquête sur les jeunes élites face au défi écologique*. Paris, Le Seuil, 2021, p.77

MUMFORD, Lewis. « Authoritarian and Democratic Technics», *Technology and Culture*. 1964, vol.5, nº1, pp.1-8

PESSIS, Céline, Sézine TOPÇU et Christophe BONNEUIL (dir.), *Une autre histoire des «Trente glorieuses». Modernisation, pollutions et contestations du « progrès » dans la France d'après-guerre*. Paris, La Découverte. 2013, pp. 5-31

POPPER, Lou Eve. « Les grandes écoles se rebiffent contre TotalEnergies ». *Vert*, 27/04/2023. En ligne : https://vert.eco/articles/les-grandes-ecoles-se-rebiffent-contre-totalenergies

SCHUMACHER, Ernst Friedrich. *Small is beautiful*. Londres, Blond & Briggs. 1973.

Synthèse du Rapport IPP. *Quelle démocratisation des grandes écoles depuis le milieu des années 2000 ?* 2021

WINTREBERT, Raphaël. « Sociologie de la critique.A propos d'ATTAC France et de Functions of social conflicts de Lewis A. Coser », *Cahiers internationaux de sociologie*. 2006, vol.120 nº 1. p. 155-165.

ANNEXES