Semestre PISTE
Projet Fil Rouge
Année universitaire 2021-2022

LUTH : Évaluation technique et appropriation par l'usage de low-tech installées à la Maison des Familles de Grenoble

---

Étudiants :
Challet Marceau
de Goër Baptiste
Guillemaud Gabin
Jouët-Pastré Rémi

Commanditaires :
Baudelet Sophie
Bonnet Julie
Mingam Aude
Rey Laure

31 janvier 2022

Sommaire

Liste des figures 4

Liste des tableaux 4

Récapitulatif des acteurs·rices du projet 5

Introduction 7

I LUTH : Low-tech, Usages, Transitions, Habitat 8

1 Transition écologique et sociale : l'usage des low-tech dans l'habitat 8
1.1 Des enjeux de la transition . . . 8
1.2 Technocritiques et philosophie low-tech . . . 8
1.3 Les low-tech via le prisme de l'habitat . . . 9

2 Présentation des acteurs du projet 10
2.1 Le Low-tech Lab Grenoble . . . 10
2.2 La Maison des Familles . . . 10
2.3 PISTE, Pour une Ingénierie Sobre Technocritique et Éco-responsable . . . 11

3 Le projet LUTH : de MANINTEC à PISTE 11
3.1 Rétrospective du projet LUTH . . . 11
3.2 Une nouvelle orientation pour le projet LUTH . . . 12
3.3 Objectifs et motivations pour les étudiants PISTE . . . 13

4 Gestion de projet 13
4.1 Organisation pratique . . . 13
4.2 Rétro-planning du projet . . . 14
4.3 Livrables choisis . . . 15
4.4 Prise de recul, et même en mieux . . . 15

II Validation technique 16

1 Introduction 16

2 Ordres de grandeurs, rappel et aide 16

3 Fabrication et protocole 17
3.1 Réducteur débit d'eau . . . 17
3.2 Capote isolante pour chauffe-eau . . . 22
3.3 Marmite norvégienne . . . 28
3.4 Réflecteur de chaleur . . . 31
3.5 Garde-manger . . . 35

4 Résultats et discussions 41

4.1 Réducteur débit d'eau . . . 41
4.2 Capote isolante pour chauffe-eau . . . 42
4.3 Marmite norvégienne . . . 43
4.4 Réflecteur de chaleur . . . 45
4.5 Garde-manger . . . 46

5 Conclusion 46

III Ateliers 48

1 Choix des ateliers 48

2 Cosmétiques et produits ménagers DIY 49
2.1 Matériel nécessaire . . . 50
2.2 Déroulement de l'atelier . . . 51
2.3 Retour d'expérience . . . 51

3 Présentation de notre travail et validation technique des low-tech à la Maison des Familles 52
3.1 Matériel nécessaire . . . 52
3.2 Déroulement de l'atelier . . . 53
3.3 Retour d'expérience . . . 55

4 Conclusion 55

IV Validation d'usage 57

1 Introduction 57

2 Méthode de récolte de l'information 57
2.1 Contexte et choix de la méthode . . . 57
2.2 Développement d'une méthode plurielle . . . 58
2.3 Retranscription et catégorisation des données . . . 61

3 Usages et perceptions des différentes low-tech de la Maison des Familles 61
3.1 Définir les low-tech . . . 61
3.2 Usages des low-tech . . . 62
3.3 Fréquence d'utilisation des low-tech . . . 64
3.4 Perception des différentes low-tech . . . 65

4 La marmite norvégienne, championne des low-tech 67
4.1 Une low-tech qui marche . . . 67
4.2 Un objet qui fédère . . . 67
4.3 Économie d'énergie et résilience . . . 68
4.4 Sécurité et gain de temps . . . 68
4.5 Limites de la marmite . . . 69

5 Les low-tech comme transformation culturelle **69**
5.1 L'empouvoirement par les low-tech 70
5.2 Les low-tech au centre d'une dynamique de reliance 72
5.3 Décomplexifier la société : les low-tech comme outil pédagogique 74

6 Conclusion **77**

V Synthèse du rapport **78**

1 De la technique aux usages **78**

2 Quelle fonction pour la low-tech ? **79**

3 Le besoin, si universel ? **79**

4 L'exemple de la Maison des Familles **80**

5 Low-tech dans l'habitat : le bilan **81**

6 Retours d'expérience **82**

7 LUTH, et après ? **84**

Conclusion **86**

Remerciements **88**

Références bibliographiques **90**

Annexes **94**

A Analyse de cycle de vie de la marmite norvégienne **94**

B Recettes de l'atelier cosmétiques et produits d'entretien DIY **98**

C Documents utilisés pour l'atelier de présentation de notre travail **100**

D Tableau récapitulatif validation d'usage **101**

Liste des figures

1 Les low-tech ou l'art du techno-discernement . . . 9
2 LUTH : cycle d'ateliers low-tech à la Maison des Familles . . . 12
3 Photo du réducteur de débit d'eau . . . 18
4 Photo de la capote isolante pour chauffe-eau installée chez Aurélien . . . 22
5 Schéma d'un chauffe eau et de l'utilité d'une capote isolante . . . 23
6 Schéma explicatif du fonctionnement d'un chauffe-eau sans utilisation d'eau chaude . . . 23
7 Photographie d'un réflecteur de chaleur installé à la Maison des Familles . 31
8 Fonctionnement du réflecteur de chaleur . . . 31
9 Photo de la réalisation du protocole court terme . . . 33
10 Photographie du garde-manger de la Maison des Familles . . . 35
11 Répartition des fruits et légumes dans le garde-manger . . . 37
12 Photo de la prise de courant du chauffe-eau cellée et ouverte . . . 42
13 Photo de la pince ampèremétrique installée . . . 42
14 Résultat de l'analyse de mesure du chauffe-eau . . . 43
15 Photo de la Marmite Norvégienne dite "valise" . . . 44
16 Marmite norvégienne avec caisson d'isolation en polystyrène . . . 44
17 Carottes bio fraîchement achetées et après 28 jours . . . 46
18 Photo de l'atelier du 07/12. Jean à la Maison des Familles . . . 50
19 Photo de l'atelier du 07/12, célébration finale . . . 52
20 Photo de l'atelier du 27/01 . . . 55
21 L'équipe LUTH. *De gauche à droite :* Baptiste, Gabin, Marceau et Rémi. Autrice : Clara Perissat. . . . 89

Liste des tableaux

1 Tableau récapitulatif des facteurs à contrôler dans le protocole du garde-manger. . . . 38
2 Tableau comparatif de consommation lors de l'utilisation couplée d'un réfrigérateur et d'un garde-manger. . . . 39
3 Résultat du jeu du Thiagi . . . 48
4 Caractérisation de l'utilisation et de l'effet des low-tech. . . . 65
5 Récapitulatif des leviers permis par les low-tech et des notions et activités associées. . . . 81

Récapitulatif des acteurs·rices du projet - Liste non exhaustive

Grenoble INP - ENSE³, semestre PISTE

- Rémi JOUËT-PASTRÉ : étudiant PISTE rattaché au projet
- Gabin GUILLEMAUD : étudiant PISTE rattaché au projet
- Marceau CHALLET : étudiant PISTE rattaché au projet
- Baptiste de GOËR : étudiant PISTE rattaché au projet
- Sacha HODENCQ : professeur référent du projet auprès de l'école, également bénévole au Low-Tech Lab Grenoble
- Martial BALLAND, Nicolas RUTY, Aurélie CATEL, Kévin LOESLE, Catherine FRESSINET, Fanny POINSOTTE, Samuel SIEDEL : autres professeurs·es encadrants·es des projets.

Low-Tech Lab Grenoble

- Sophie BAUDELET : Commanditaire du projet LUTH
- Julie BONNET : Commanditaire du projet LUTH
- Aude MINGAM : Commanditaire du projet LUTH
- Laure REY : Commanditaire du projet LUTH et ancienne service civique dans le même projet

Maison des familles

Salarié·e·s

- Sophia DILMI : Directrice
- Thomas COLOMBEL : Éducateur spécialisé
- Anna BLANC : Nouvelle salariée en alternance
- Elisabeth MICHEL (dit « Babette ») : Ancienne directrice et fondatrice de la Maison des Familles.

Stagiaires

- Stella
- Sandra

Bénévoles

- Sylvie
- Carole
- Christelle

Mamans

- Hadja
- Sabiha
- Mathilde
- Sonia
- Assia
- Trinité
- Aïssata
- Shérazade
- Fatiha
- Inès
- Enzola
- Tina
- Doris
- Isabelle
- Haziza
- Rosine
- Nathalie
- Zénipé
- Hadidja
- Valbona
- ... Et tant d'autres encore

Introduction

Le mouvement low-tech est en plein essor avec des initiatives qui émergent partout en France et dans le monde entier. Conscient des limites planétaires, le mouvement low-tech prend à contre-pied le progrès technique et la « high-tech », et tente de repenser nos façons de produire, de consommer, de jeter, dans une perspective de transition écologique. Il imagine des solutions utiles, durables et accessibles qui répondent aux besoins humains tout en réduisant notre impact environnemental. Il est néanmoins conscient qu'à grande échelle les pratiques ne suivent pas forcément : la pertinence d'une solution est toujours subordonnée à un contexte, qu'il soit social, géographique, culturel ou autre. En plus d'expérimenter sans cesse de nouvelles solutions, les acteur·ice·s de ce mouvement se préoccupent de la diffusion et de l'appropriation des low-tech en tout lieux et tout milieux, pour les rendre accessibles au plus grand nombre.

C'est ainsi que nous, quatre élèves en école d'ingénieur engagés dans un tout nouveau cursus sobre, technocritique et éco-responsable, nous sommes saisis de cet enjeu et nous l'avons mis en pratique à la Maison des Familles de Grenoble. En observant des personnes en situation de précarité s'initier aux low-tech dans l'habitat, nous nous sommes posé la question suivante :

En quoi la low-tech peut-elle être un levier social, économique, politique et culturel pour la transition écologique, tant dans son fonctionnement que dans l'usage qu'il en est fait ?

L'aspiration de ce rapport est de devenir un outil d'évaluation et de compréhension des low-tech. Construit à l'aide de nos modestes expériences, ce document donne des clés pour que chacun·e se sente capable de vérifier techniquement qu'une low-tech fonctionne. Il fournit également des pistes de réflexions sur l'appropriation des low-tech, sur leur usage et leur non-usage.

Pour cela, nous commencerons par une partie préliminaire où nous présenterons le cadre du projet, c'est-à-dire les enjeux, les concepts, les acteurs et l'histoire qui y sont liés. Ensuite, nous nous attarderons sur la pertinence technique des low-tech et sur la mesure, la qualification et la quantification de cette dernière. De plus, nous continuerons par une partie dédiée aux ateliers que nous avons réalisés dans le cadre de ce projet. Cette partie peut sembler un peu à part dans ce rapport mais s'explique au regard de l'histoire de ce projet, et elle permet de donner une richesse particulière à la réflexion sur les usages. Nous essayerons également de mettre en exergue les dynamiques qui se créent autour des low-tech et de des usages qui en sont faits en réalité. Finalement, nous établirons une synthèse de tout notre travail pour faire du lien entre les parties évoquées.

Première partie

LUTH : Low-tech, Usages, Transitions, Habitat

Cette première partie a pour but d'établir le lien entre transition socio-écologique, low-tech et habitat afin de poser les bases du projet LUTH. La dynamique dans laquelle le projet se développe sera ensuite détaillée, à savoir une présentation des acteurs du projet, une rétrospective de ce dernier ainsi que son orientation actuelle, portée par les étudiants·es du semestre PISTE. Une attention sera finalement donnée à la gestion du projet, depuis l'organisation pratique, au rétro-planning adopté et au livrables choisis.

1 Transition écologique et sociale : l'usage des low-tech dans l'habitat

1.1 Des enjeux de la transition

Si la crise environnementale et sociale ne fait plus aucun doute [1], ses enjeux sont souvent réduits aux simples changements climatiques. La majeure partie des objectifs actuels se positionne avant tout sur les émissions de CO_2 comme les Accords de Paris [2] ou les objectifs de neutralité carbone [3] [4]. Les niveaux de concentration en gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère sont alarmants et des inégalités vis-à-vis de ces émissions demeurent, à l'échelle nationale [5] comme internationale [6] [7] alors même que les GES ne constituent pas l'unique déséquilibre physique global [8]. En parallèle, encore beaucoup de pays sont en situation de déficit social et ne semblent pas en mesure d'améliorer la qualité de vie de leur population sans dépasser les limites planétaires [9]. Dans cette perspective, l'espace des solutions ne se résume pas à une quantité de CO_2 à émettre ou ne pas émettre mais consiste davantage en une restructuration des sociétés tant sur le plan écologique que politique, économique, social ou culturel. En tant que pays privilégiés, dont le niveau de richesse est indéniablement lié à notre impact environnemental [10], une transition de nos modes de vie est difficilement discutable. Il semble donc impératif de mettre en place, dès à présent, une trajectoire pour nos sociétés qui s'inscrive dans un espace sûr et juste pour l'humanité [11].

1.2 Technocritiques et philosophie low-tech

Bien que les objectifs soient identiques sur le papier, les moyens d'y arriver et les intentions réelles derrière les politiques mises en place diffèrent. La technique reste au centre des discours et suffirait pour résoudre tous nos problèmes [12]. Pourtant, historiquement, les critiques vis-à-vis de la technique ont été nombreuses mais furent tues au nom du mythe du progrès infini [13]. Dans les années 70, la remise en question de la technique et de ses usages a occupé une place centrale dans les courants de pensée d'écologie politique. On parle de technologies "démocratiques" [14], "conviviales" [15], "intermédiaires" [16], "libératrices" [17], "autonomes" [18], autant d'expressions pour remettre en question la société technicienne et ses dérives [19]. Héritées de ces critiques, les low-tech, ou basses

technologies, s'affirment depuis quelques années comme un mouvement de réappropriation de la technique permettant de cerner les enjeux de la reconstruction écologique et sociale à venir.

Les low-tech arborent différentes définitions. Pour le Low-tech Lab, les low-tech correspondent à tous « les objets, les systèmes, les techniques, les services, les savoir-faire, les pratiques, les comportements et même les courants de pensée qui s'articulent autour de trois principes : utilité, accessibilité et durabilité » [20]. Une définition assez large donc qui englobe non seulement les objets physiques mais également ce qui se rapporte à la philosophie de vie. Pour Philippe Bihouix, la low-tech désigne quelque chose d'aussi vaste que la high-tech mais cherche fondamentalement à remettre en cause les besoins, qu'il s'agisse de se débarrasser des besoins superficiels ou d'essayer de satisfaire ceux qu'on ne peut supprimer en utilisant le moins de ressources possible [21]. Ici, on approche la notion de *confort* qui délimite les besoins authentiques des besoins artificiels [22]. De manière plus générale, Arthur Keller propose une définition plus systémique des low-tech qu'il considère comme un "art du techno-discernement" permettant durabilité forte, résilience collective et transformation culturelle (cf figure 1).

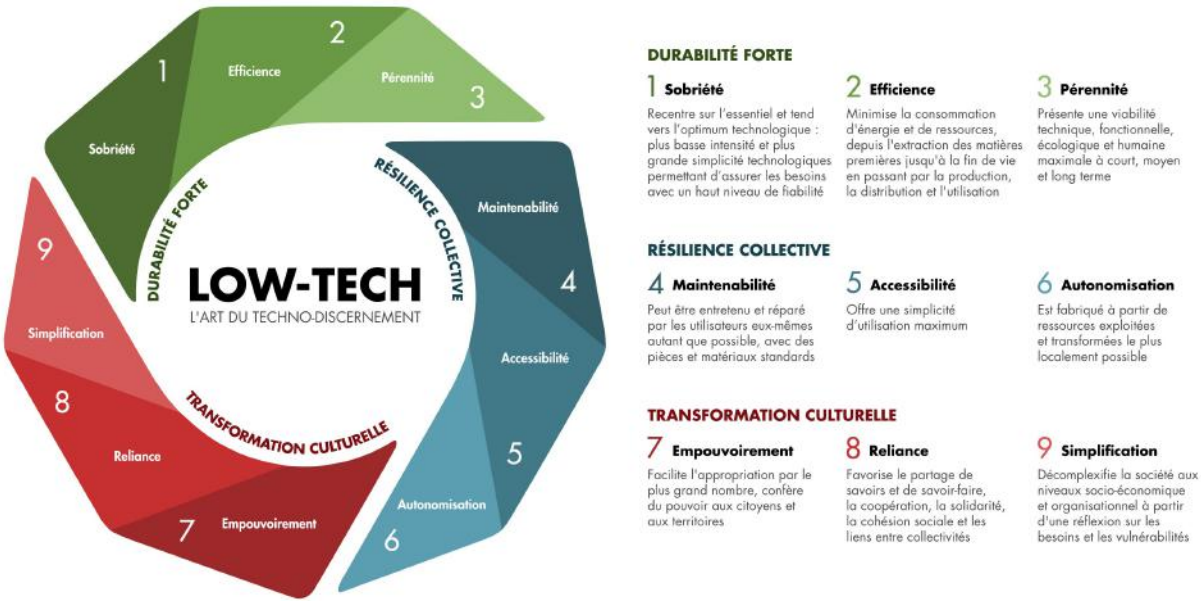

FIGURE 1 – Les low-tech ou l'art du techno-discernement. Auteurs : Arthur Keller et Émilien Bournigal.

1.3 Les low-tech via le prisme de l'habitat

Les low-tech se résument donc en un processus qui réinscrit la technologie dans les limites planétaires tout en permettant de satisfaire les besoins essentiels d'un point de vue individuel comme collectif. L'habitat est justement un lieu qui permet d'établir ce rapport entre satisfaction des besoins (se nourrir, se loger, se chauffer, etc.) et déclinaison de l'individu (comment j'agis seul ?) et du collectif (comment j'agis à plusieurs ?). Sur le plan environnemental, le résidentiel-tertiaire est un secteur émettant à hauteur de 17% des émissions de GES en France [23]. Le logement est également le berceau de bon nombre d'enjeux sociaux, dont notamment la précarité énergétique qui concerne pas moins de 3,5 millions de ménages [24]. Les low-tech semblent tout à fait adaptées pour être

expérimentées dans l'habitat.

Ainsi, l'espace domestique semble être un lieu offrant la possibilité de faire une véritable observation du rapport entretenu entre des personnes s'initiant aux low-tech et la low-tech elle-même. Ce rapport s'incarne par ailleurs au travers de différentes expériences : la fabrication des objets low-tech et le bricolage, la compréhension du fonctionnement des low-tech et de leur potentiel vis-à-vis des enjeux énergétiques, l'usage qui est fait de ces low-tech et leur appropriation aux échelles individuelle et collective. Comprendre comment se tissent ces liens et quels sont leur potentiel en ce qui concerne l'émergence d'une transition au sein de l'habitat sont les enjeux qui nous intéressent ici.

2 Présentation des acteurs du projet

La liste non exhaustive des personnes étant intervenues au cours du projet se trouve au début du rapport, il est possible de s'y référer tout au long de la lecture du rapport.

2.1 Le Low-tech Lab Grenoble

Le low-tech lab Grenoble est une association créée en janvier 2019, il est l'antenne grenobloise d'un mouvement national et international initié en 2012. Le low-tech lab Grenoble s'est donné pour mission de partager les solutions et l'esprit low-tech avec le plus grand nombre, afin de donner à chacun·e l'envie et les moyens de vivre mieux avec moins. Il expérimente, documente et diffuse les solutions low-tech qui fleurissent à travers le monde [25].

2.2 La Maison des Familles

Ouverte en 2009 sous l'impulsion des apprentis d'Auteuil et du secours catholique, la Maison des Familles de Grenoble est un lieu accessible à toutes les familles, de toutes origines, de toutes appartenances philosophiques ou religieuses, prioritairement en situation d'isolement et/ou de précarité, quel que soit l'âge des enfants. La Maison des Familles a pour objectif de favoriser la parentalité et de conforter les parents dans l'exercice de leur mission éducative [26]. L'idée fondatrice est de dire que « la précarité impacte lourdement sur l'éducation des enfants, non pas parce que les parents ne sont pas compétents, mais parce que les parents vivent dans de telles conditions sociales, économiques, relationnelles que ça les empêche d'éduquer leurs enfants telle qu'ils le souhaitent » [1].

Véritable lieu de rencontre entre des personnes de tous âges, de toutes origines et de tous milieux, la Maison des Familles constitue un espace de tolérance, d'écoute et de partage très précieux. Les salarié·e·s et les bénévoles proposent des activités qui sont surtout un prétexte pour l'entraide, le jeu, la rupture avec l'isolement et la valorisation des savoirs de tout le monde.

1. Interview de Babette

2.3 PISTE, Pour une Ingénierie Sobre Technocritique et Éco-responsable

Semestre à choix de Grenoble INP hébergé par l'ENSE³, PISTE est né de la rencontre des acteurs·rices du low-tech lab Grenoble et de la direction des études de l'ENSE³, Delphine RIU. PISTE a pour but de former des ingénieurs à développer une vision systémique et à prendre en compte les limites planétaires ainsi que les impacts environnementaux et sociaux. Ce semestre combine des éclairages théoriques liés aux grands enjeux que notre monde traverse, des apports méthodologiques (ACV, bilan carbone, gestion des risques, etc.) pour quantifier l'impact de nos pratiques, et un projet fil rouge qui est nourri tout au long du semestre par les éclairages théoriques et méthodologiques.

3 Le projet LUTH : de MANINTEC à PISTE

3.1 Rétrospective du projet LUTH

Dans le cadre du semestre MANINTEC de Grenoble INP, cinq étudiants·es, encadrés·es par Sophie Baudelet et Sacha Hodencq, ont abordé les problématiques liées à la précarité énergétique dans l'habitat. L'idée a été d'amener les low-tech au centre de cette démarche en démocratisant celles-ci auprès d'un public non initié. Deux ateliers ont alors été proposés à la Maison des Familles de Grenoble, le premier visant à questionner les besoins énergétiques des familles et le second invitant à découvrir et construire une marmite norvégienne. Le projet LUTH est né.

Ravis de la dynamique qui s'était mise en place lors de ces premiers moments, le Low-tech Lab Grenoble et OseOns [27] ont souhaité continuer le projet autour de nouveaux ateliers en collaboration avec la Maison des Familles. Cela n'aurait pas été possible sans l'arrivée de Laure Rey en service civique au sein du Low-tech Lab Grenoble, qui a été au coeur de ce nouveau cycle d'ateliers mais également d'Aude Mingam et de toute l'équipe de la Maison des Familles. Au final, ce sont dix nouveaux ateliers qui se sont déroulés entre janvier et juillet 2021, pendant lesquels de nouvelles low-tech ont été choisies collectivement, construites et installées. Parmi elles, on retrouve des réflecteurs de radiateurs, une capote isolante de chauffe-eau, des réducteurs de débit d'eau, un garde-manger et une machine à laver à pédales (cf. figure 2) [28].

Cependant, à l'issue de ce cycle d'ateliers, plusieurs questionnements restent en suspens du côté du Low-tech Lab Grenoble comme de celui de la Maison des Familles. D'une part, le Low-tech Lab Grenoble se demande quels seraient les impacts à court et long terme des low-tech installées, l'usage qui en serait fait et leur apport dans la transmission de savoirs et de savoir-faire concernant les questions de transitions énergétiques. D'autre part, les familles de la Maison des Familles émettent des doutes quant à l'efficacité de certaines low-tech tout en souhaitant poursuivre les ateliers et apprendre de nouvelles choses. Au regard de ces retours positifs et encourageants, le Low-tech Lab de Grenoble répond à l'appel à projet de la toute récente filière PISTE pour proposer une continuité au projet LUTH.

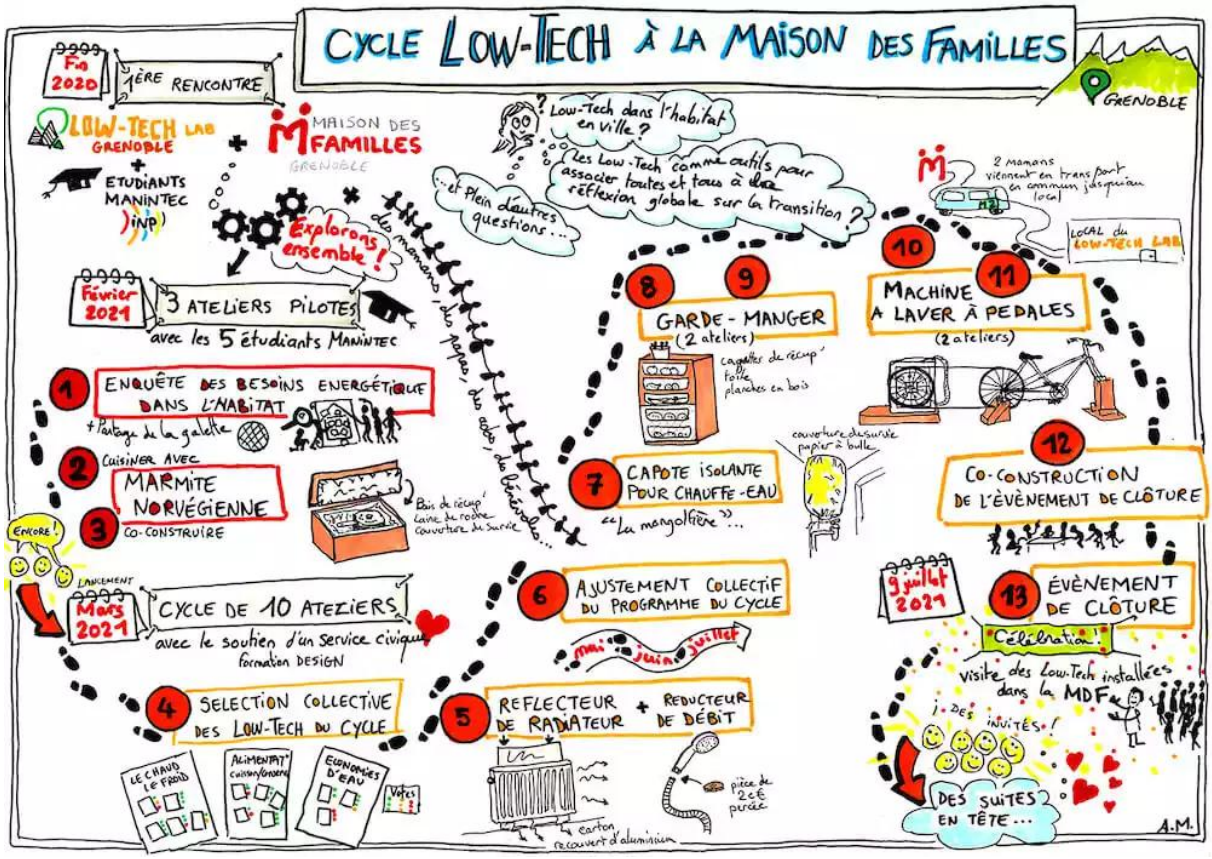

FIGURE 2 – LUTH : cycle d'ateliers low-tech à la Maison des Familles. Autrice : Aude Mingam.

3.2 Une nouvelle orientation pour le projet LUTH

Riche des retours ayant suivis les ateliers, le Low-tech Lab Grenoble a alors proposé une nouvelle perspective pour le projet LUTH. Ils sont ainsi venus à nous avec une double demande.

D'abord, il s'agissait d'effectuer une *validation technique* des low-tech ayant été installées, à court et long terme, afin de savoir si les low-tech fonctionnent et si elles apportent une plus-value sur les plans énergétique, économique, environnemental et ergonomique. Cela permet également de créer un cadre pédagogique, dans lequel des discussions et des outils peuvent émerger pour les low-tech et les enjeux de transitions. Ensuite, il était demandé de réaliser une *validation d'usage* qui explore l'utilisation qui est actuellement faite des low-tech dans la Maison des Familles afin de comprendre comment les personnes de ce lieu se sont appropriées ces objets, quels sont leurs éventuels freins et quelles opportunités ils mettent en valeur. Ces analyses s'accompagnaient de la mise en place de trois nouveaux ateliers afin de proposer des idées, des protocoles et des outils de suivi et d'animation, afin de favoriser l'ancrage de l'usage des low-tech installées.

Nous avons alors pris contact avec la Maison des Familles dans le but de découvrir le lieu, son fonctionnement, ses occupant·e·s, et d'explorer les possibilités qui s'offraient à nous vis-à-vis du projet LUTH. Suite à cela, nous avons pris en compte des différentes interrogations qu'ont suscitées les interventions passées et avons essayé de prendre une direction qui satisfasse à la fois le Low-tech Lab Grenoble, la Maison des Familles et nous-

même. Dans cette optique, nous avons pris parti de porter une attention particulière à la dynamique sociale, politique et culturelle s'y créant autour des low-tech.

3.3 Objectifs et motivations pour les étudiants PISTE

Au vu des différentes postures (Low-tech Lab Grenoble, mamans, équipe de la MDF, nous-même) concernant le projet LUTH et de ce qu'il était possible de faire, nous avons orienté cette étude dans le but de comprendre davantage la performance technique des low-tech et l'appropriation de celles-ci par les mamans de la MDF. La question que nous nous sommes posée est la suivante : **en quoi la low-tech peut-elle être un levier social, économique, politique et culturel pour la transition écologique, tant dans son fonctionnement que dans l'usage qui en est fait ?** Cette étude se déroule dans le cadre des low-tech installées à la Maison des Familles, milieu associatif à forte diversité culturelle accueillant des parents en situation de précarité.

L'objectif principal de cette étude est d'établir une double validation des low-tech ayant été installées à la Maison des Familles : une *validation technique* et une *validation d'usage*. Dans un premier temps, la validation technique cherche à étudier le fonctionnement des low-tech et à analyser leur efficacité via la mise en place de protocoles expérimentaux pluriels. Dans un second temps, la validation d'usage veut questionner comment les familles se sont appropriées les low-tech dans leur usage afin de discuter des intérêts politiques, culturels et sociaux de ces dernières.

Ces deux validations sont accompagnées de deux nouveaux ateliers à la Maison des Familles : la confection de cosmétiques, la construction d'un four solaire (malheureusement avortée par manque de temps) et un atelier de clôture présentant nos résultats. Ces ateliers répondent d'abord à une attente du côté des familles qui voulaient encore mettre la main à la pâte. De notre point de vue, ces ateliers permettent d'intégrer la phase de construction des low-tech à notre analyse afin d'en évaluer l'importance. Cela est également l'occasion de partager les résultats de cette étude et d'échanger avec les familles pour continuer dans cette démarche de transmission multilatérale de connaissances.

4 Gestion de projet

4.1 Organisation pratique

Les premières séances ont été dédiées à la clarification des intentions du projet et de nos intentions personnelles vis-à-vis de ce dernier.

Nous avons pris le temps de rendre visible pourquoi chaque personne avait choisi le projet LUTH. Les intentions personnelles convergeaient et l'on peut noter que l'un des vecteurs communs à ce choix de projet fût la rencontre avec un public d'un milieu autre que celui de l'ingénierie.

Nous avons différencié cette intention de celles du projet qui étaient dictées par les commanditaires.

Enfin, nous avons préparé nos rencontres avec la Maison des Familles et celles avec les commanditaires en nous demandant : « A la fin de la rencontre, je serai heureux si... ». Cela nous permettait d'être ancrés dans ce que nous voulions faire et de comprendre ce que chacun attendait.

En cas de désaccord sur une prise de décision, nous laissions souverain de la décision finale la personne qui était responsable de la tâche.

Pour éviter les boucles de mail trop fournies, nous avons mis en place un·e référent·e de chaque côté qui vérifiait si l'information devait être transmise au reste des actrices·eurs ou non.

4.1.1 Schéma organisationnel et séparation des objectifs

De mi-septembre à fin octobre nous avons travaillé en groupe de 4 sur les 3 parties du projet : Validation technique, ateliers et validation d'usage.

Pendant ce premier mois et demi nous avons régulièrement échangé par mail, faute de temps pour se voir en présentiel, avec les commanditaires du projet. Au fur et à mesure que les objectifs des livrables se sont clarifiés et ont été entendus par tout le monde, nous nous sommes divisés au sein de l'équipe pour travailler plus efficacement. Par la suite, les échanges avec les commanditaires se sont raréfiés.

Les rôles se sont alors définis, par préférence, de cette manière :

- Gabin : secrétaire et responsable ateliers.
- Marceau : responsable validation d'usage, bibliographie et mise en page.
- Baptiste : référent relation avec les familles et la MdF et co-responsable validation technique.
- Rémi : facilitateur et co-responsable validation technique.

Notes : "Responsable" est ici défini par la personne qui s'assure que les objectifs soient remplis et qui en a la charge mentale. Ça n'est pas forcément celle qui fait : elle peut bien entendu déléguer.

4.2 Rétro-planning du projet

Mi-octobre, nous avons fait un rétro-planning pour mieux appréhender les mois qui allaient suivre.

- D'ici la Toussaint :
  - Avoir écrit 5 protocoles de validation technique.
  - Clarifier exactement les informations dont nous avons besoin pour la validation d'usage.
  - Ecrire un questionnaire pour mener des entretiens semi-directifs.
- Début novembre :
  - Planifier les rencontres avec les familles en novembre (repas partagés, échanges...) dans le but de récolter les informations qui nous concernent.
  - Concerter tout le monde pour poser les dates d'éventuels ateliers.
- Mi-novembre :
  - Avancer la validation d'usage et commencer à compiler nos notes. Faire de la bibliographie pour mettre au point une méthode de traitement de ces données.
  - Se préoccuper de l'avancée du projet et rectifier notre planning si nécessaire.
- Décembre :

- 7 décembre : premier Atelier DIY
- Ecrire les retours d'expérience sur le premier atelier.
- Avoir fini la rédaction des protocoles de validation technique.
- Commencer à mettre en place ces protocoles de notre côté.

- Début janvier :
  - Avoir fini la validation d'usage et la validation technique (rédaction, mise en forme, analyse...).
  - Se concentrer sur la préparation des ateliers et les retours d'expérience associés.
- 25/01 Présentation oral
- 27/01 Dernier atelier à la Maison des Familles

4.3 Livrables choisis

En se concertant avec nos porteuses de projet et nos professeur·e·s, nous avons sélectionné les livrables suivants :

- Un rapport détaillé de tout notre projet destiné à nos professeur·e·s et diffusé sur le forum Lowtre.
- Des fiches ateliers sur le modèle de celles que Laure a réalisé. Elles seront diffusées sur le wiki du Low-Tech Lab.
- Un article sur le wiki du Low-Tech Lab qui présente et explique nos protocoles de validation technique et qui présente nos résultats de validation d'usage.

4.4 Prise de recul, et même en mieux

Cette partie nous allons revenir a posteriori sur ce qui aurait pu être mieux fait.

Tout d'abord, nous aurions dû prendre le temps de revoir l'intention du projet et les intentions personnelles plus régulièrement. Entraînés par le planning nous n'avons pris du recul sur ce que nous n'avions fait que pendant le bilan intermédiaire. En nommant par exemple un garant des objectifs, nous aurions pu mieux affiner au fur et à mesure. Ensuite, il est clair qu'il aurait fallu entretenir des échanges plus réguliers avec nos commanditaires, pour s'assurer que nous répondions bien à leurs attentes. Le bilan intermédiaire a permis de rectifier le contenu des ateliers que nous allions mettre en place. Enfin, réaliser un tableau plus soutenu de réalisation des protocoles techniques aurait été une bonne chose.

Deuxième partie

Validation technique

1 Introduction

Pour les cinq low-tech installées il nous était demandé de créer des protocoles et des outils pour valider leur pertinence technique à deux niveaux. Le premier niveau est l'évaluation et la démonstration ponctuelle des effets, ou du principe de la low-tech, de sorte à ce que la validité technique de la low-tech puisse être discutée, expérience à l'appui, avec des personnes qui la découvrent (visée pédagogique). Le second niveau est l'évaluation sur la durée de l'impact de la low-tech (impact énergétique, économique, et de confort a minima), de sorte à ce que les usagers·ères puissent avoir des outils de suivi et de discussion sur la durée autour de l'apport de la solution low-tech.

L'idée qui sous-tend ces protocoles est d'avoir des supports pour soutenir et adresser la question que nous avons pu entendre de la part des membres de la maison de familles : « Est-ce que cette low-tech fonctionne ? ».

Les objectifs que nous nous sommes fixés sont :

- De réaliser des protocoles accessibles à tous et toutes, utiles et durables.
- D'offrir plusieurs niveaux de complexité aux protocoles.
- D'agrémenter nos protocoles de résultats et d'autres liens bibliographiques pour approfondir.
- De publier ces protocoles sur le Wiki du Low-Tech Lab.

2 Ordres de grandeurs, rappel et aide

Cette partie sera disponible pour chacun des protocoles et permet à l'utilisateur·rice de mieux comprendre les calculs à effectuer, de comparer les résultats obtenus et d'être accompagné·e dans les unités utilisées.

La puissance est souvent exprimée en Watt, noté W. En électricité, elle correspond à la multiplication entre un courant en Ampère noté A et une tension en Volt notée V : $W = V \times A$

Note : Pour un appareil qui va fournir de la chaleur, généralement plus la puissance est élevée plus il chauffera. Pour un appareil qui éclaire, en augmentant la puissance la luminosité augmentera.

Quelques ordres de grandeurs liés à la puissance :

- Un radiateur : environ 1000 W à 1500 W.
- Une lampe basse consommation : environ 10 à 20 W en fonction de la luminosité souhaitée.
- Une lampe classique : environ 30 à 60 W en fonction de la luminosité souhaitée.
- Une cuisinière électrique : de 800 à 3500 W.
- Un four : de 2000 à 2500 W.

- Un aspirateur : de 1800 à 2400 W.

Une énergie est souvent exprimée en Joules, noté J, en Watt-heure, noté Wh ou en kilowattheure, noté kWh. L'énergie est une puissance multipliée par un temps.

Généralement les consommations d'énergie fournies sur une facture d'électricité ou de gaz sont données en kWh.

Un kilo-Watt-heure correspond à l'utilisation d'un appareil qui fournit 1000 $Watt$ pendant une heure ou bien 2000 $Watt$ pendant 30 minutes.

Relation Joules, Watt-heure et kilowattheure :

- 1 $Wh = 3600$ J
- 1 $kWh = 1000$ Wh

Quelques ordres de grandeurs liés à l'énergie [29][30] :

- L'énergie moyenne utilisée en France pour se chauffer par an est : 10542 $kWh/an/foyer$
- L'énergie moyenne utilisée en France pour la cuisson par an est : 2054 $kWh/an/foyer$
- L'énergie moyenne utilisée en France pour chauffer l'eau par an est : 1171 $kWh/an/foyer$
- L'énergie moyenne utilisée en France pour les autres appareils (lampe, télevision...) par an est : 3208 $kWh/an/habitant$
- Un logement dit de classe A correspond à un logement où la consommation est inférieure à 50 $KWh/m^2/an$
- Un logement dit de classe E correspond à un logement où la consommation est comprise entre 231 et 330 $KWh/m^2/an$
- Le prix moyen d'un Kwh en France est de 0.1558 € par kWh [31]. Pour une surface de 100 m^2, passer d'un logement de classe E à un logement de classe A permet donc d'économiser en moyenne par an $4674 - 779 = 3865$ €

3 Fabrication et protocole

Pour chaque low-tech présentées ci-dessous est d'abord présenté un rapide résumé de la low-Tech, expliquant techniquement son fonctionnement. Ensuite, généralement 2 protocoles sont détaillés. Le premier appelé « Protocole accessible » correspond à un protocole réalisable à l'aide d'objets qu'une majorité de personnes possèdent. Le second appelé « Protocole avancé » est réalisé à l'aide d'objets souvent high-tech et moins accessibles. Les 2 protocoles sont complémentaires et permettent d'acquérir des données différentes.

3.1 Réducteur débit d'eau

3.1.1 Fonctionnement du réducteur de débit d'eau

L'intérêt final du réducteur de débit d'eau attendu par l'utilisateur est sa réduction de consommation d'eau domestique globale. Il s'agit d'une simple pièce de 2 centimes percée [32].

FIGURE 3 – Photo du réducteur de débit d'eau. Source : Low-Tech Lab.

3.1.2 Protocole accessible

Objectif

L'objectif de ce protocole est d'évaluer techniquement la performance d'un réducteur de débit d'eau. Cette validation technique a pour intention d'être accessible à tout le monde.

Court terme :
Mesurer sa capacité à réduire le débit d'un robinet ou d'un pommeau de douche.

Long terme :
Évaluer et quantifier l'économie ou la dépense d'eau sur une période donnée.

Facteurs étudiés et à contrôler

Court terme :
Débit d'eau sortant du robinet/pommeau de douche $[m^3/s]$

Long terme :
Quantité d'eau économisée/dépensée $[m^3]$

Matériel expérimental

Court terme :

- Seau/ grande casserole/ bassine
- Chronomètre
- Balance

Long terme :

- Relevé de consommation d'eau ou compteur d'eau

Mise en oeuvre

Court terme :

1. Préparer le robinet/pommeau sans le réducteur
2. Peser le récipient à vide
3. Allumer l'eau et remplir le récipient en chronométrant le temps qu'il lui faut pour être plein
4. Noter le temps obtenu et peser la quantité d'eau dans le récipient
5. Vider l'eau (dans les plantes pour ne pas gâcher)
6. Mettre le réducteur sur le robinet/pommeau
7. Allumer l'eau et remplir le récipient en chronométrant le temps qu'il lui faut pour être plein
8. Noter le temps obtenu et peser la quantité d'eau dans le récipient.

Notes : L'idée est de comparer 2 débits donc si les temps et les quantités mesurés ne sont pas les mêmes avec ou sans réducteur, ça n'est pas grave car les débits peuvent quand même être calculés. Dans le cas où le débit d'eau peut être ajusté, il est important d'ouvrir au même niveau le robinet (le maximum par exemple) pour qu'avec ou sans réducteur le débit initial soit le même.

Variante : avec deux récipients identiques, il est possible de se passer de balance et simplement comparer les niveau d'eau dans chaque récipient avec et sans réducteur de débit pour un temps donné.

Long terme :

1. Choisir deux périodes (1-2 semaine, 1 mois) de même durée sur lesquelles la consommation est identique (même saison, même nombre de personnes dans le logement, etc)
2. Comparer sur chacune de ces périodes la consommation d'eau (via la facture ou le compteur) avec et sans le réducteur de débit d'eau.

Exemple : faire un mois avec le réducteur de débit et un mois sans, puis comparer la consommation d'eau pour chaque mois.

Variables mesurées

Court terme :

- temps avec réducteur $t_{\text{avec réducteur}}[s]$
- masse avec réducteur $m_{\text{avec réducteur}}[kg]$
- temps sans réducteur $t_{\text{sans réducteur}}[s]$

- masse sans réducteur $m_{\text{sans réducteur}}[kg]$

Long terme :

- quantité d'eau $Q_{\text{avec réducteur}}[m^3]$
- quantité d'eau $Q_{\text{sans réducteur}}[m^3]$

Traitement des résultats

Court terme :
Calculer le débit avec et sans réducteur.

- Calcul du débit avec réducteur :

$$D_{\text{avec réducteur}} = \frac{m_{\text{avec réducteur}}}{\rho_{eau} \times t_{\text{avec réducteur}}} \ [m^3/s]$$

  Calcul du débit sans réducteur :

$$D_{\text{sans réducteur}} = \frac{m_{\text{sans réducteur}}}{\rho_{eau} \times t_{\text{sans réducteur}}} \ [m^3/s]$$

  Notes d'attention : Calculer le débit en $[m^3/s]$ est plus facile qu'en $[m^3/min]$ C'est à dire que 1 minute 30 secondes est égale 1,50 minutes.

- Pour rendre le résultat plus compréhensible, le débit peut être converti en litre par minute [L/min] en utilisant la formule suivante :

$$D_{[L/min]} = D_{[m^3/s]} \times \frac{1000}{60}$$

- Pourcentage de réduction :

$$\Delta_{\text{court terme}} = 100 \times \frac{D_{\text{sans réducteur}} - D_{\text{avec réducteur}}}{D_{\text{sans réducteur}}} \ [\%]$$

- Donnée :

$$\rho_{eau} = 1000 \ kg/m^3$$

Long terme :
Comparer directement les quantités d'eau pour chaque période ou calculer un pourcentage de réduction (ou d'augmentation) de la consommation d'eau :

- Pourcentage de réduction :

$$\Delta_{\text{long terme}} = 100 \times \frac{Q_{\text{avec réducteur}} - Q_{\text{sans réducteur}}}{Q_{\text{sans réducteur}}} \ [\%]$$

Remarques, limites et conclusion

Ce protocole est simple, fiable et permet d'avoir des données quantifiées. L'hypothèse d'avoir deux périodes de mesure où la consommation d'eau est égale est assez fiable du moment où le nombre de personnes dans le logement reste constant et que la période est plutôt longue (pour lisser les variations). Le protocole 'court-terme' n'est pas suffisant et il est important de le corréler au protocole 'long-terme'.

Si, par exemple, une réduction de 50% du débit d'eau est mesurée par le protocole 'court terme' sur les douches et robinet, il est normal qu'il n'y ait pas une réduction de 50% sur la facture. L'eau provenant de la douche ou des robinets correspond à 50% fraction de l'eau utilisé (40% pour la douche et 10% pour la vaisselle [33]), l'autre fraction étant les WC (où l'on ne peut pas installer de réducteur de débit d'eau) ou bien l'eau pour boire (où l'on boit autant d'eau avec ou sans réducteur) . Ainsi pour une utilisation de même durée, avec ou sans réducteur, une réduction dans l'ensemble de l'habitat de $50\% \times 50\% = 25\%$ devrait être obtenue. Dans le cas des bains, les calculs ne sont plus valables car la quantité d'eau est la même avec ou sans réducteur de débit d'eau.

De plus, il est probable que les douches ou vaisselles durent plus longtemps. Dans ce cas là, la réduction sera inférieure à 25% du temps. Les temps moyens passés en plus sous la douche (en pourcentage du temps par rapport à sans réducteur d'eau) et à faire la vaisselle peuvent également être calculés de la manière suivante :

$$t = 2 \times \frac{(50 - \Delta_{\text{long terme}})}{100 - \Delta_{\text{court terme}}} \ [\%]$$

$\Delta_{\text{court terme}}$: pourcentage de réduction issue du protocole 'court terme'
$\Delta_{\text{long terme}}$: pourcentage de réduction issue du protocole 'long terme'

3.2 Capote isolante pour chauffe-eau

FIGURE 4 – Photo de la capote isolante pour chauffe-eau installée chez Aurélien. Auteur : Gabin Guillemaud.

3.2.1 Apport théorique : fonctionnement d'un chauffe-eau et utilité de la capote isolante.

Un chauffe-eau avec ballon équipé d'un thermostat chauffe une certaine quantité d'eau jusqu'à atteindre une température définie. Ensuite une partie de l'eau chaude est consommée et est remplacée par de l'eau froide, diminuant ainsi la température de l'eau à l'intérieur du ballon. Des pertes thermiques peuvent aussi avoir lieu au niveau de la surface du ballon ; ce sont des pertes par convection et par rayonnement.

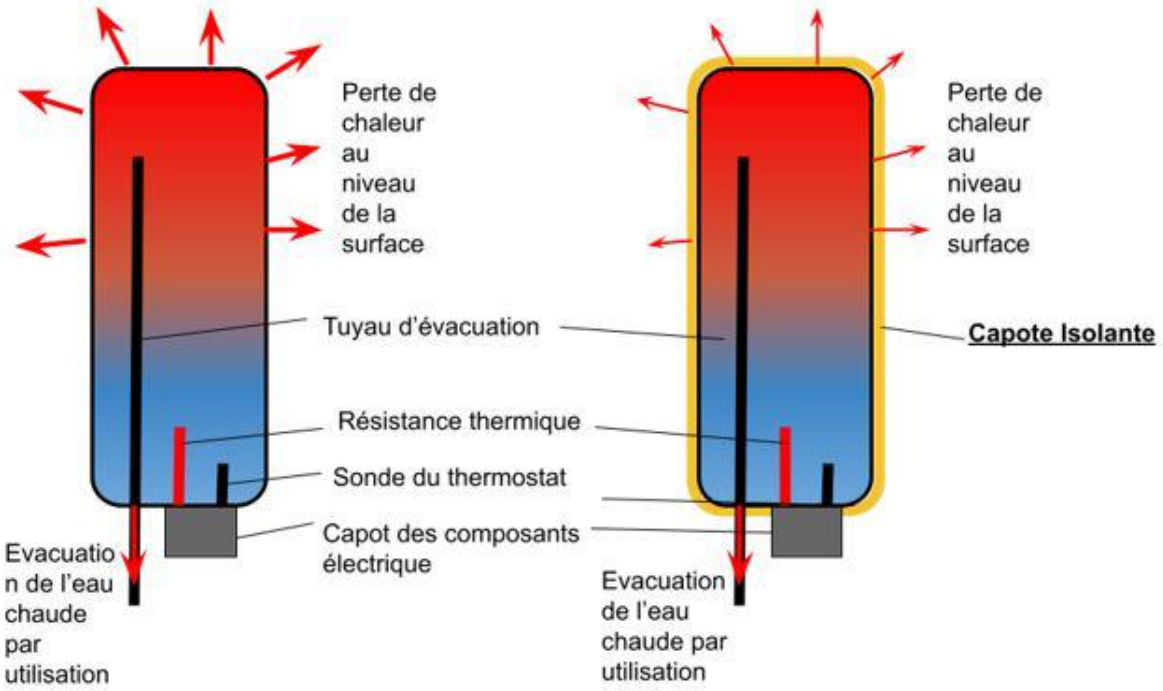

FIGURE 5 – Schéma d'un chauffe eau et de l'utilité d'une capote isolante. Auteur : Rémi Jouët-Pastré.

En deçà d'une certaine température (nommée "temp minimale" sur la figure 4) de l'eau dans le ballon, le chauffe eau se met en route et réchauffe l'eau à l'intérieur du ballon jusqu'à atteindre une température donnée (notée "temp maximale" sur la figure 6).

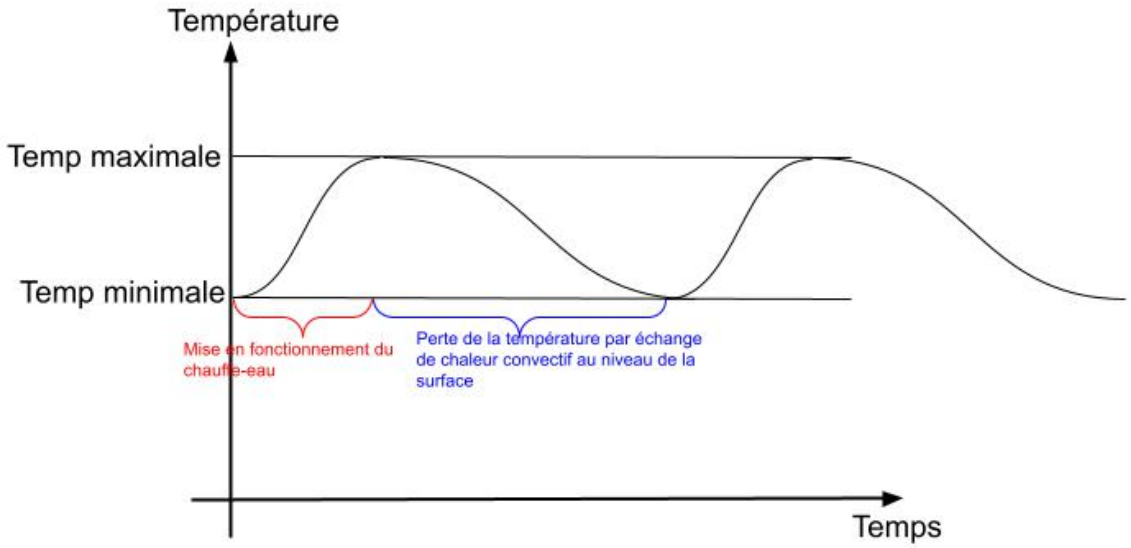

FIGURE 6 – Schéma explicatif du fonctionnement d'un chauffe eau sans utilisation d'eau chaude. Auteur : Rémi Jouët-Pastré.

L'objectif de la capote isolante est de limiter les pertes thermiques qui ont lieu à la

surface du ballon et donc d'allonger le temps entre deux mises en fonctionnement du chauffe-eau et donc de diminuer la quantité de temps de mise en fonctionnement sur une période donnée. Un tutoriel de fabrication du Low-tech Lab Grenoble est par ailleurs accessible en ligne [34].

3.2.2 Protocole "accessible"

Objectif

Cette expérience a pour objectif d'évaluer la capacité de la capote isolante à limiter les pertes de chaleur du chauffe-eau. Cette expérience a pour but d'être accessible à tout le monde.

Facteurs étudiés et à contrôler

Court-terme :

Mesurer, sur une période donnée, le nombre de fois où le chauffe-eau se rallume, avec et sans la capote. Il est nécessaire que le chauffe-eau émette un bruit à chaque rallumage.

Hypothèse : Hors consommation, pour une quantité d'eau donnée, l'énergie utilisée pour monter l'eau à température est la même à chaque rallumage ; le nombre de fois où le chauffe se met en marche est donc significatif.

Cas numéro 1 : Une majeure partie du refroidissement de l'eau est due aux pertes thermiques à la surface du ballon ; l'expérience se passe sur une période d'étude où il y a peu de renouvellement d'eau dans le chauffe-eau.

Cas numéro 2 : Du renouvellement d'eau à lieu dans la période donnée avec ou sans capote ; une même quantité d'eau chaude est consommée du ballon. Ainsi, une mineure partie du refroidissement est dû aux pertes thermiques à la surface.

Long-terme :

Sur une longue période, mesurer la réduction de consommation d'électricité/gaz à l'aide de la facture.

Matériel expérimental

Court-terme :

- Téléphone équipé d'un enregistreur vocal (ou autre appareil permettant d'enregistrer)
- Chargeur du téléphone (ainsi qu'une rallonge le cas échéant)
- Audacity (logiciel open-source) [35]

Long-terme :

- Facture de gaz/électricité
- Compteur de gaz/électricité

Mise en oeuvre

Court-terme :

En journée, vérifier que le bruit du chauffe-eau s'entend bien à l'enregistreur. Pour cela, enregistrer le chauffe-eau lors d'une douche ou d'une vaisselle, il se mettra probablement

en route. Pour atteindre plus facilement l'endroit où le bruit à lieu, des écouteurs peuvent être utilisés afin de placer le micro idéalement.

Pour répondre à l'hypothèse selon laquelle le refroidissement de l'eau est majoritairement dû aux pertes de chaleur par la surface, cette étude doit être réalisée la nuit pour que le chauffe-eau soit le moins utilisé possible. Le protocole doit être appliqué une fois avec la capote et une seconde fois sans la capote.

1. Trouver la source sonore du chauffe-eau lorsqu'il s'allume
2. Placer son téléphone proche de cette source et le brancher à son chargeur (si nécessaire)
3. Lancer l'enregistrement et s'éclipser discrètement
4. Le lendemain matin, arrêter l'enregistrement
5. Exporter cet enregistrement sur Audacity

Long-terme :

1. Choisir deux périodes (quelques semaines, voire quelques mois si possible) de même durée sur lesquelles la consommation est le plus identique possible (même saison, même nombre de personnes dans le logement, etc)
2. Comparer sur chacune de ces périodes la consommation d'électricité/de gaz (via la facture ou le compteur) avec et sans la capote.

Traitement des résultats

Court-terme :

Pour chacun des deux enregistrements, les télécharger et les ouvrir à l'aide d'Audacity. Il faut compter les pics présents sur la piste sur une période donnée, puis comparer le nombre de fois où le chauffe-eau s'est allumé avec et sans capote isolante. Il est alors possible d'estimer à quel point la capote est efficace.

Long-terme :

Estimer le pourcentage de réduction lié à la capote du chauffe-eau.

Remarques, limites et conclusion

Aujourd'hui un grand nombre de chauffe-eau sont déjà isolés et les pertes de chaleur peuvent être minimes. Dans ce cas, la capote isolante aura peu d'intérêt. De plus, pour réaliser ce protocole, il est nécessaire que le chauffe-eau fasse du bruit ce qui n'est pas toujours le cas.

Il est également possible que le chauffe-eau soit programmé de façon à chauffer à heure fixe (en général sur les heures dites « creuses »). Dans ce cas, le protocole ci-dessus ne s'applique pas. En revanche un dérivé est envisageable. Le principe est le même, sauf qu'au moment du traitement des résultats il faut comparer les durées d'allumage et non le nombre d'allumages. En effet, le chauffe-eau va s'allumer pendant une durée fonction de la température initiale de l'eau. Plus l'eau est froide au départ, plus il va se mettre longtemps en route pour la ramener à la température voulue.

3.2.3 Protocole avancé

Objectif

Cette expérience vise à mesurer la diminution de consommation d'un chauffe eau électrique grâce la capote isolante installée dans 2 situations données :

- Avec renouvellement de l'eau du ballon
- Sans renouvellement de l'eau du ballon

Facteur à étudier et à contrôler

- Le temps $[s]$
- La consommation électrique au cours du temps $[J]$

Matériel expérimental

- Pince ampèremétrique (avec un Arduino, voir la mise en oeuvre ci-dessous pour la liste du matériel nécessaire)
- Si absence de pince ampèremétrique, capteur sur le compteur linky (non recommandé [2])

Mise en oeuvre

Il faudra effectuer 4 fois les mesures :

1. Avec capote isolante sur le chauffe-eau durant une période où l'eau n'est pas utilisée (la nuit par exemple)
2. Sans capote isolante sur le chauffe-eau durant une période où l'eau n'est pas utilisée
3. Avec capote isolante sur le chauffe-eau durant une période où l'eau est utilisée (attention à bien noter les horaires et l'utilisation faite de l'eau [3])
4. Sans capote isolante sur le chauffe-eau et dans les mêmes conditions d'utilisation d'eau que précédemment.

Il est recommandé d'effectuer les mesures sur des périodes de 2 heures à chaque fois. Les différentes étapes de la prise de mesure sont les suivantes :

1. Monter la pince ampèremétrique à l'aide d'un Arduino pour enregistrer les mesures de courant en continu (voir tutoriel de Jérôme Ferrari [36])
2. Mettre le chauffe-eau en mode forcé si nécessaire.
3. Brancher la pince entre le chauffe-eau et la prise murale sur laquelle il est branché. S'il n'y a pas de prise murale et qu'il y a un boîtier, il est possible, en de disjonctant

2. Non expérimenté ni utilisé dans notre cas pour des raisons de complexité technique (capteur LoRA) et de droit d'accès aux données (RGPD). Il pose également le problème de ne pas compter que la consommation du chauffe-eau mais de tout le logement, ce qui complexifie très fortement l'analyse des données. Nous en parlons ici uniquement parce qu'il s'agit d'une alternative viable à la pince ampèremétrique que nous avions envisagé

3. Par exemple une douche de 10 minutes et une vaisselle

préalablement le courant, de démonter le boîtier pour essayer de brancher directement les fils à l'intérieur du montage de la pince ampèremétrique. [4] Sinon l'opération d'utilisation de ce type de montage de pince ampèmétrique est compromise, et nécessite un montage différent (par exemple de mettre le capteur de la pince autour du câble du chauffe-eau et alimenter l'Arduino via une alimentation externe et non pas utiliser un système « tout en un »).

4. Les mesures se lancent automatiquement une fois la pince branchée, donc soit attendre deux heures, soit attendre deux heures en utilisant l'eau de manière contrôlée, en fonction de la situation de mesure désirée.
5. Récupérer les résultats, pour cela deux options :
   - Débrancher la pince ampèremétrique, récupérer la carte SD qui se trouve dans l'Arduino et y trouver les données dans le fichier « datalog.csv ».
   - Récupérer les données via le point d'accès WiFi généré par l'Arduino, comme présenté dans le tutoriel.

Attention à bien effectuer les différentes mesures dans des conditions comparables, notamment de garder la même température de la pièce à chaque fois.

Traitement des résultats

Les résultats prennent donc la forme d'une série de mesures du courant consommé par le chauffe-eau (une mesure par seconde).

Tracer la courbe de la consommation en fonction du temps. Il devrait y apparaître des pics de consommation au moment où le chauffe-eau se remet en route.

Comparer les courbes des 4 situations et observer si une différence significative apparaît, en commençant deux à deux par les situations similaires (avec ou sans remplissage du ballon au cours de la mesure), afin de voir l'impact de la capote isolante à chaque fois. Comparer ensuite cette différence observée si elle existe entre le cas avec remplissage et le cas sans remplissage, pour observer si la capote est plus efficace ou non dans un cas ou dans l'autre.

Pour avoir une valeur absolue de la quantité d'énergie consommée sur les deux heures à chaque fois, il suffit d'intégrer chaque courbe en fonction du temps. En l'occurrence la mesure étant discrète, il suffit de sommer toutes les valeurs mesurées au cours du temps pour avoir une approximation de la consommation (en tout cas une approximation comparable entre les courbes).

Attention cependant avec les mesures effectuées en utilisant l'eau : les variations peuvent simplement provenir de légères différence d'utilisation de l'eau (un peu moins ou un peu plus, une température d'utilisation légèrement différente, etc.), il faut donc se montrer extrêmement rigoureux·se lors de son utilisation et bien noter précisément chaque action effectuée, afin de limiter le taux d'erreur.

Limite du protocole

Le problème ici est similaire à celui du protocole accessible : le chauffe-eau peut-être programmé pour ne s'allumer qu'à une heure précise (c'était d'ailleurs le cas lorsque nous l'avons testé). De manière similaire, il est donc davantage intéressant de comparer la durée

4. C'est ce que nous avons fait pour tester le protocole, voir la section 4.2 du rapport sur les résultats expérimentaux, figures 12 et 13

d'allumage que le nombre d'allumages. Ceci-dit, cela n'empêche en rien de comparer la quantité totale d'énergie utilisée dans les différents cas.

3.3 Marmite norvégienne

Une marmite norvégienne est une boîte bien isolée, dimensionnée pour accueillir une casserole ou une cocotte. Les pertes de chaleur y sont minimisées et un plat, après avoir commencé à cuire sur une plaque standard, peut continuer sa cuisson sans apport d'énergie supplémentaire. Le tutoriel de fabrication d'une marmite norvégienne est disponible sur le site du Low-Tech Lab [37].

Fonctionnement de la marmite norvégienne

La marmite peut être évaluée sur sa capacité à conserver la chaleur emmagasinée par le plat. 3 facteurs, qui correspondent aux modes de transfert de chaleur, peuvent être limités pour augmenter la performance de la marmite [38].

- Les pertes de chaleur par convection.
- Les pertes de chaleur par conduction.
- Les pertes de chaleur par rayonnement.

De cette capacité à conserver la chaleur peuvent découler plusieurs conséquences souhaitées par un·e utilisateur·rice de la marmite. Notamment une meilleure cuisson des plats ou une économie de l'énergie utilisée pour la cuisson (généralement de gaz ou d'électricité).

3.3.1 Protocole accessible

Objectif

L'objectif de ce protocole est d'évaluer la capacité de la marmite norvégienne à conserver la chaleur d'un plat. Pour cela, 2 mesures vont être réalisées.

Mesure court-terme :
Mesurer sa capacité à poursuivre la cuisson d'un plat.

Mesure long-terme :
Mesurer la réduction de la consommation de gaz ou d'électricité.

Cette validation technique a pour intention d'être accessible à tout le monde.

Facteurs à étudier et à contrôler

Court terme : La qualité de cuisson de lentilles.

Long terme : La quantité d'énergie économisée en kWh ou la quantité de gaz en m^3.

Matériel expérimental

- Une marmite norvégienne
- Une plaque de cuisson

- Des plats adaptés à la marmite norvégienne

Court terme :

- 100 g de lentilles
- 3 fois le volume de lentille d'eau froide

Long terme :

- Un relevé de facture d'électricité ou de gaz (en fonction de la plaque de cuisson)

Mise en oeuvre

Court terme :
Dans une grande casserole, déposer les lentilles et couvrir avec 3 fois leur volume d'eau froide non salée. Porter à ébullition en couvrant la casserole. Laisser bouillir 5 minutes puis placer le plat dans la marmite norvégienne.

Long terme :
Relever la quantité de gaz ou d'électricité en kWh utilisée sur une période donnée sans utilisation de la marmite norvégienne (par exemple sur un trimestre). Utiliser la marmite norvégienne pendant une période de temps égale. Relever la quantité de gaz ou d'électricité en kWh utilisée sur cette période.

Notes : Choisir deux périodes sur lesquelles la consommation est identique (même saison, même nombre de personnes dans le logement, etc)

Traitement des résultats

Court terme :
Après 30 minutes, tester la cuisson des lentilles au goût. Vérifier la quantité d'eau restante dans le plat et la température des lentilles. La marmite norvégienne fonctionne si le résultat convient à l'utilisateur·rice.

Long terme :
Comparer, pour la cuisson « marmite » et la cuisson « classique » d'un même plat (typiquement du riz ou des lentilles), l'énergie consommée à l'aide d'un relevé au compteur. Cette opération nécessite de prendre soin à ce que les consommations des autres appareils soient identiques durant les deux cuissons. Si une diminution d'énergie est observée, l'objectif de la marmite norvégienne est atteint.
Calculer le pourcentage de réduction :

$$\frac{X1 - X2}{X2}$$

$X1$: Énergie consommée sans marmite norvégienne
$X2$: Énergie consommée avec marmite norvégienne

Remarques, limites et conclusion

Dans le protocole court terme, les 5 minutes indiquées sont arbitraires. Ce temps de cuisson en amont dépend naturellement des lentilles utilisées. Par ailleurs, plus la marmite norvégienne est performante, plus elle permettra de diminuer ce temps. Il semble intéressant de souligner que, à mesure que la marmite est prise en main par l'utilisateur·rice, il sera aisé d'ajuster le temps de cuisson en amont.

Dans le protocole long terme, il est très difficile d'avoir 2 périodes de mesures où l'énergie utilisée hors cuisson est la même. Pour un résultat significatif, nous conseillons de comparer deux périodes estivales longues (mai à septembre). La réduction étant moins visible sur un mois d'hiver où une grande partie de la consommation globale correspond au chauffage. De plus, la réduction de la consommation dépend de la fréquence d'utilisation de la marmite.

Il s'agirait donc d'être critique vis à vis des résultats obtenus.

3.3.2 Protocole avancé

Un projet d'étude a été réalisé par des étudiant·e·s de l'ENSE[3] en 2020 en collaboration avec le Low-tech Lab Grenoble [38]. Ce rapport montre une estimation de la consommation économisée à l'aide d'une marmite norvégienne à l'échelle d'un ménage et, une fois les calculs étendus, à l'échelle de la France [5].

Dans le rapport, des études théoriques et expérimentales de la performance d'une marmite norvégienne ont été faites. Le rapport des mesures expérimentales est disponible en annexe page 46. Dans cette partie, iels détaillent page 50 leur protocole mis en place pour valider techniquement la marmite norvégienne. En résumé :

- Iels mesurent la température à l'intérieur de la marmite à l'aide d'une sonde en perforant la marmite norvégienne.
- Iels répètent l'opération en faisant varier les solutions d'isolation, à savoir : une caisse en bois, un caisson isolant, une couverture de survie et des bouchons élévateurs.

Ces protocoles expérimentaux décrivent et démontrent l'intérêt des différentes solutions techniques utilisées pour fabriquer une marmite norvégienne. La figure 14 dudit rapport montre une perte de température de 35 °C en 4h avec une marmite norvégienne utilisant les 4 techniques écrites ci-dessus contre 1h30 sans rien.

5. Rapport de Projet Low-tech Fireless Cooker [38], Partie 1.I.3, *Estimation des économies réalisables avec une marmite norvégienne*, pages 7,8 et 9

3.4 Réflecteur de chaleur

FIGURE 7 – Photographie d'un réflecteur de chaleur installé à la Maison des Familles (Autrice : Laure Rey).

3.4.1 Fonctionnement des réflecteurs de chaleur

Le fonctionnement et un tutoriel de fabrication est disponible sur le site du Low-Tech Lab [39].

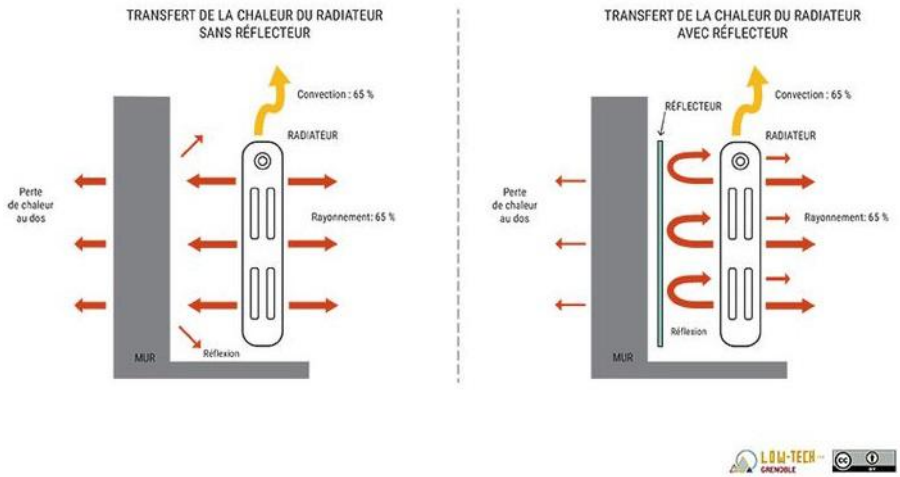

FIGURE 8 – Fonctionnement du réflecteur de chaleur. Source : Low-Tech Lab Grenoble.

3.4.2 Protocole accessible

Thème de l'étude

Permettre à chacun·e de s'assurer de l'efficacité énergétique de ses réflecteurs de chaleur, par une expérience simple et réalisable par tout le monde.

Ce protocole est fortement inspiré du protocole pédagogique de validation technique effectué lors de l'atelier de construction des réflecteurs de chaleur à la Maison des Familles [39].

Objectif

S'assurer que l'utilisation d'un réflecteur de chaleur permet effectivement de conserver efficacement une partie de la chaleur originellement perdue dans les murs de la maison (murs porteurs). La mesure est qualitative car elle doit pouvoir être effectuée par tout un chacun avec peu de matériel.

Facteurs à étudier et à contrôler

Court terme :

La différence de température entre une situation témoin (sans réflecteur) et une situation avec réflecteur de chaleur.

Long terme :

La baisse de la consommation d'énergie d'un logement suite à la pose de réflecteurs de chaleur.

Matériel expérimental

Court terme :

- Deux pots d'eau bouillante identiques (verre)
- Le réflecteur à tester
- Un espace au mur (de préférence donnant vers l'extérieur) d'au moins deux fois la taille du réflecteur
- Deux cartons d'une taille comprise entre celle du réflecteur et celle du pot d'eau (au moins 2 fois la taille du pot d'eau), et que l'on peut faire tenir debout (avec une cale par exemple)
- De la peinture noire ou deux tissus noirs
- Si possible un thermomètre de maison (le mieux serait un thermomètre laser)

Long terme :

- Relevé du compteur de gaz ou d'électricité en fonction de la façon dont l'eau des radiateurs est chauffée

Mise en oeuvre

Court terme :

1. Peindre les cartons en noir ou les recouvrir avec le tissus noir
2. Placer les cartons noirs à la verticale face au mur (à environ 20 cm, en faisant attention à bien les placer à la même distance du mur l'un et l'autre)
3. En face de l'un des deux cartons, placer le réflecteur contre le mur (en faisant attention à ce que celui-ci ne soit bien en face que d'un seul des cartons, laissant le mur libre face à l'autre).

4. Faire bouillir de l'eau. Répartir l'eau bouillante équitablement dans les deux récipients. Placer les deux récipients entre le mur et le carton noir, à la même distance du carton dans les deux cas (10 cm).
5. Si thermomètre il y a, relever régulièrement la température des deux cartons, de façon à pouvoir observer la différence de vitesse de changement de température du carton. Sinon, attendre 5 à 10 minutes et toucher à la main les deux cartons et constater la différence de température.

FIGURE 9 – Photo de la réalisation du protocole court terme. Source : Low-Tech Lab Grenoble.

Il est très important que la distance entre le récipient et le carton soit la même car quelques centimètres peuvent augmenter ou diminuer la température du carton de quelques degrés. En cas de possession d'un thermomètre, il est intéressant de varier les mesures dans le temps et l'espace afin d'avoir des données plus fiables.

Long terme :

Relever la quantité de gaz ou d'électricité en kWh utilisée sur une période donnée sans utilisation du réflecteur de chaleur (par exemple sur un trimestre). Placer les réflecteurs

de chaleur sur les murs pendant une période de temps égale. Relever la quantité de gaz ou d'électricité en kWh utilisée sur la période.

Notes : Choisir deux périodes sur lesquelles la consommation est identique (même saison, même nombre de personnes dans le logement, température extérieure proche, etc)

Traitement des résultats

Si une différence de température est ressentie alors le réflecteur de chaleur de radiateur fonctionne. Avec un thermomètre, si une différence de température est mesurée, alors le réflecteur de chaleur fonctionne.

Remarques, limites et conclusion

La vérification qualitative au toucher n'est malheureusement pas assurée : en fonction de la qualité du mur, si ce dernier est déjà performant énergétiquement, il se peut que la différence de température entre les deux plaques noires soit trop faible pour être ressentie à la main. Il est alors nécessaire d'utiliser un outil plus poussé comme un thermomètre laser pour constater la différence.

3.4.3 Protocole avancé

Objectif

Permettre de s'assurer de l'efficacité énergétique de ses réflecteurs de chaleur en vérifiant qu'ils permettent effectivement de conserver efficacement une partie de la chaleur originellement perdue dans les murs de la maison (voir figure 8).

Matériel expérimental

- Une caméra infrarouge, permettant de détecter la chaleur émise par un corps à travers son rayonnement infrarouge.
- Un radiateur contre un mur donnant sur une autre pièce (cloison intérieure) (la pièce où le radiateur est absent est nommée pièce A).

Notes : Plus le mur est fin plus les résultats seront visibles.

Mise en oeuvre

1. S'assurer que le radiateur est allumé et que le réflecteur de chaleur est placé (plus le radiateur sera chaud plus les résultats seront visibles). Prendre une photographie à l'aide de la caméra thermique de l'endroit où se situe le radiateur dans la pièce A.
2. Enlever le réflecteur de chaleur. Attendre un moment (au moins 15 minutes) que le mur ait le temps de chauffer par la chaleur émise par rayonnement.
3. Prendre une photographie à l'aide de la caméra thermique de l'endroit où se situe le radiateur dans la pièce A.

Traitement des résultats

Comparer les 2 photographies. Si la chaleur émise par le mur lorsque le réflecteur de chaleur est en place est plus faible que lorsqu'il n'y a pas de réflecteur alors celui-ci fonctionne. Lorsqu'il n'y a pas de réflecteur, une tâche peut être observée à l'emplacement du radiateur sur la photographie. Dans le cas où il y a un réflecteur, la tâche est moins apparente ou invisible.

Notes : Il est également possible de constater que si le mur est épais et que le radiateur est faiblement allumé, la diminution des pertes n'est pas visible. Ceci confirme les éléments de contexte présentés dans la fiche animation Low-Tech [39].

Remarques, limites et conclusion

Ce protocole permet seulement une vérification qualitative de l'efficacité des réflecteurs de chaleur. Plus le mur est fin, plus les résultats seront visibles.

3.5 Garde-manger

FIGURE 10 – Photographie du garde-manger de la Maison des Familles. Autrice : Laure Rey.

3.5.1 Fonctionnement d'un garde-manger

Un garde-manger est une forme d'étagère comportant différents compartiments, proposant différentes ambiances de conservation : avec ou sans lumière, sèche ou humide, dans du sable ou même dans de l'eau. Il s'agissait d'une technique de conservation des fruits et des légumes répandue avant l'arrivée du réfrigérateur. Ce dernier propose une solution tout-en-un efficace, mais plus polluante.

3.5.2 Protocole accessible

Thème de l'étude

Étudier la conservation des fruits et des légumes dans un garde-manger adapté, de façon qualitative. Cette étude est très inspirée des protocoles mis en place dans le rapport sur le garde-manger effectué par des étudiant·e·s de l'ENSE^3 en 2021 [40].

Dans le cadre de ce protocole, il n'est pas prévu de validation court-terme/long-terme car la durée du protocole dépend inévitablement de la vitesse de dégradation des aliments, or nous n'avons pas la main mise dessus.

Objectif

L'objectif est de montrer en quoi un garde-manger permet de conserver plus efficacement les aliments (plus spécifiquement les fruits et les légumes) que s'ils étaient conservés à l'air libre. Cela permet de mettre en valeur le fait que pour un certain nombre d'aliments, le garde-manger peut être une alternative au réfrigérateur.

Facteurs à étudier et à contrôler

- Pourrissement des aliments
- Assèchement des aliments (masse, volume)
- Goût des aliments

Matériel expérimental

- Un garde-manger
- Les aliments que l'on désire étudier (par exemple des carottes)

Mise en oeuvre

1. Prendre 3 fois la même quantité de l'aliment à étudier (par exemple $3 \times 2 = 6$ carottes).
2. Placer l'aliment dans 3 milieux différents :
   - Dans la section du garde-manger supposée être adaptée (voir la figure 11).
   - À l'air libre
   - Dans un réfrigérateur : optionnel étant donné que l'objectif est de comparer l'air libre et le garde-manger, mais peut quand même être intéressant pour déterminer si certains aliments ne sont pas du tout adaptés à une conservation dans un garde-manger.
3. Laisser évoluer la situation en observant régulièrement l'évolution de l'état des aliments (tous les deux ou trois jours par exemple, à adapter en fonction des aliments). Les premiers à s'abîmer sont généralement ceux placés à l'air libre. Penser à les consommer avant qu'ils ne soient vraiment immangeables, pour éviter le gaspillage.
4. En fonction de la volonté de précision de l'étude et du matériel à disposition, il est possible soit d'effectuer une vérification purement qualitative en regardant au juger la texture et le goût des aliments, soit de vérifier également des critères davantage quantitatifs comme leur poids ou leur volume (pour estimer l'assèchement). Il est

important de penser à noter, a minima pour les critères quantitatifs, la valeur desdits critères au début de l'expérimentation, de façon à pouvoir quantifier une différence de masse ou de volume entre le début et la fin.

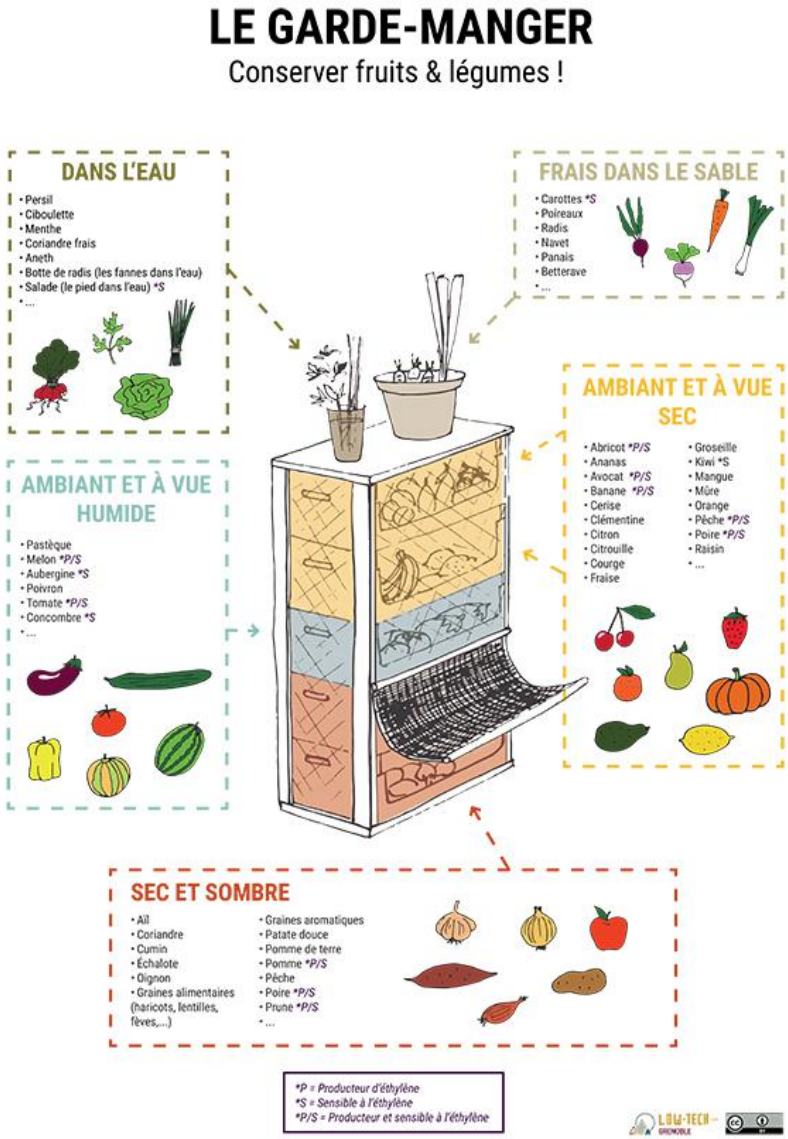

FIGURE 11 – Répartition des fruits et légumes dans le garde-manger. Source : Low-Tech Lab Grenoble.

Critère	Type	Matériel	Protocole de mesure
Texture	Qualitatif	Aucun	Observer les aliments : traces de brunissement (réaction de Maillard, dégradation de Strecker, brunissement enzymatique, etc [6]), début de pourriture, trace de moisissures, insectes, ...

6. Beyond the refrigerator : Caractérisation d'un système de stockage de fruits et légumes Low-

Critère	Type	Matériel	Protocole de mesure
Goût	Qualitatif	Du matériel de cuisine (non indispensable dans la plupart des cas)	Goûter les aliments, de préférence cru quand c'est possible (ou comparer cru et cuit) car la cuisson peut altérer l'aliment et en cacher une partie de la dégradation (dans tous les cas il est recommandé d'effectuer une cuisson lente, à la marmite norvégienne par exemple). Attention à ne pas s'intoxiquer cependant : si l'aliment semble trop dégradé pour être mangé cru, le cuire, et s'il semble trop dégradé pour être mangé, même cuit, ne pas se forcer.
Poids	Quantitatif	Balance de cuisine	Peser régulièrement les aliments et observer la rapidité de perte de poids, généralement signe d'assèchement.
Volume	Quantitatif	Verre doseur, suffisamment gros pour contenir le fruit ou le légume mais également suffisamment finement gradué pour observer des variations parfois légères de volume	Placer l'aliment dans le verre doseur, puis compléter avec de l'eau de façon à ce que l'aliment soit complètement immergé et que le niveau de l'eau atteigne une graduation précise. Noter le volume correspondant et retirer l'aliment en faisant attention à ne pas retirer d'eau du verre en même temps. Noter le volume d'eau sans l'aliment. La différence de volume entre le volume avec l'aliment et le volume sans l'aliment correspond au volume de l'aliment lui-même. Attention cependant avec ce protocole : les aliments sont immergés dans l'eau, ce qui peut fausser les résultats sur le plus long terme (réhydratation, accélération de la pourriture, etc.). Il vaut mieux ne pas en abuser, l'opération doit malgré tout être effectuée a minima au début et à la fin de l'expérimentation de façon à pouvoir effectuer une comparaison.

Tableau 1 – Tableau récapitulatif des facteurs à contrôler dans le protocole du garde-manger.

Traitement des résultats

Comparer les différents critères étudiés en fonction du milieu de conservation des aliments, et estimer en fonction des habitudes et usages de l'utilisateur·rice si le garde-manger est suffisant ou s'il y a des habitudes de consommation à modifier. Voici quelques exemples d'habitudes sur lesquelles il est possible de travailler :

tech(Garde-Manger)[40], Partie II.2 *Conservation des aliments*, pages 4, 5, 6, 7

- Fréquence des courses
- Régime alimentaire (par exemple carné ou non)
- Achats bio/non bio
- Achats de saison ou non
- Achats transformés ou non
- Restes en fin de repas ou non

Il faut garder à l'esprit que le garde-manger reste en général moins efficace en termes de pure conservation qu'un réfrigérateur, la question qui se pose est alors : « Comment adapter mon régime alimentaire pour que le garde-manger soit suffisamment efficace pour conserver tout ou partie des aliments que je consomme ? ».

Étude complémentaire et chiffres clés

L'étude que nous proposons ici sert à observer l'efficacité de la conservation des aliments dans un garde-manger. Elle ne pose pas la question du gain d'énergie qui peut être fait en s'en servant. Cette question est assez facile à quantifier grossièrement sur l'usage étant donné qu'un réfrigérateur est usuellement allumé en continu. En considérant qu'un réfrigérateur moyen consomme $250kWh/an$, et qu'un petit réfrigérateur consomme $150kWh/an$ [41], on obtient le comparatif suivant, sur la phase d'utilisation uniquement (sans prendre en compte la fabrication ni la fin de vie) :

Situation	**Consommation en énergie** (kWh/an)	**Équivalent en argent** (€)	**Équivalent en** CO_2 ($kgCO_2$)
Grand réfrigérateur seul	250	38.95	17.5
Garde-manger + petit réfrigérateur	150	23.37	10.5
Garde-manger seul	0	0	0
Garde-manger + petit réfrigérateur débranché en hiver (1/3 de l'année)	100	15.58	7

Tableau 2 – Tableau comparatif de consommation lors de l'utilisation couplée d'un réfrigérateur et d'un garde-manger.

Prix de l'électricité en France au moment de l'étude : 0.1558 €/kWh [31]
Bilan carbone du mix énergétique français : prenons ici 70 gCO_2/kWh en moyenne sur l'année [42].

Un étude plus poussée demande de faire une analyse de cycle de vie complète des réfrigérateurs, notamment au niveau des gaz réfrigérants qu'ils contiennent et qui sont extrêmement polluants [1], et de prendre en compte le prix du réfrigérateur (pour le gain en argent).
Pour donner un ordre d'idée, sur toute sa durée de vie, un réfrigérateur classique émet 348 $kg.eq.CO_2$ et un petit réfrigérateur (« minibar ») émet 159 $kg.eq.CO_2$ [43].

Un réfrigérateur standard coûte environ 200 € à l'achat neuf (la fourchette va de 150 € à 1000 €) contre 150 € pour un mini réfrigérateur (la fourchette va de 60 € à 500 €).[7] D'occasion, les prix descendent jusqu'à 40 € pour un grand réfrigérateur et 20 € pour un petit[8]. Il faut toutefois se méfier, en général un réfrigérateur peu cher et/ou trop ancien a une mauvaise classe énergétique, et consomme donc beaucoup (ce qui implique de la pollution et un coût total plus important). Il est indispensable de se renseigner sur la classe énergétique de l'appareil au moment de l'achat.

Un réfrigérateur classique en circulation aujourd'hui consomme entre 125 kWh/an (pour les neufs les plus performants) et 500 kWh/an (pour les anciens très consommateurs) [41].

Dans tous les cas, il est possible de refaire les calculs de consommation à l'utilisation chez soi : il suffit de regarder la consommation de son réfrigérateur actuel (indiqué sur la notice, au niveau de l'étiquette énergie [45]) et de la multiplier par le prix de l'électricité en France (0.1558 € au moment de l'étude) pour savoir combien d'argent peut être gagné à l'année à ne plus l'utiliser.

Pour quantifier son impact environnemental une étude complète est compliquée à mener, mais il est facile d'estimer combien l'utilisation du réfrigérateur pollue en termes de consommation électrique : il faut multiplier sa consommation électrique (en kWh) par environ 70 gCO_2/kWh[9] et le nombre de grammes de CO_2 qu'il émet chaque année est obtenu. Sinon, il faut avoir en tête environ 350 $kg.eq.CO_2$ pour l'ensemble de la vie du réfrigérateur (de sa fabrication à sa fin de vie, en passant par son utilisation).

En revanche, le gain en termes de bilan carbone et d'argent ne se fait pas uniquement sur l'absence d'utilisation du réfrigérateur, mais également au niveau du gaspillage alimentaire et de gain dû à l'adaptation du régime alimentaire.

En moyenne, un Français gaspille 30 kg de nourriture par an. Cela représente un coût d'environ 100 € à l'année. De plus, l'utilisation d'un garde-manger encourage un régime moins carné, or 1 kg de viande émet 5 à 10 fois plus de gaz à effets de serre que le même poids en céréales. Il en va de même pour un bon nombre de produits pré-transformés, souvent suremballés, ayant un impact environnemental plus fort que des produits peu transformés. [46]

Le garde-manger est conçu pour garder les fruits et légumes à vue et encourager leur consommation régulière, de façon à limiter le gaspillage. Il implique également inévitablement une réduction de la consommation de viande, de produits laitiers et d'un bon nombre de produits pré-transformés, difficilement conservables sans réfrigérateur.

Remarques et conclusion

Tout le monde peut facilement déterminer si son garde-manger est efficace, et se questionner sur ses habitudes alimentaires. Il faut cependant faire attention à ce que son utilisation n'entraîne pas une augmentation du gaspillage alimentaire, auquel cas celle-ci perdrait tout son sens, mais l'on remarque qu'en général ce n'est pas le cas car les aliments dans un garde-manger sont à portée de vue et donc évités d'être oubliés au fond du réfrigérateur, où ils finissent par moisir dans la solitude.

7. Prix estimés à la louche en regardant les prix des réfrigérateurs neufs sur internet.
8. Prix estimés au vu des offres de ventes sur leboncoin [44]
9. En France en 2021

Il est important de prendre en compte la saison et le climat local pour l'utilisation du garde-manger. En effet, la chaleur et l'humidité peuvent rapidement détériorer les aliments. Il faut dans tous les cas privilégier un emplacement au maximum frais (à l'ombre, mais quand même à vue et facile d'accès, une cave par exemple n'est pas forcément recommandée), et éventuellement garder un petit réfrigérateur de secours pour l'été si nécessaire.

Peut également être étudié la question d'un réfrigérateur partagé, en commun [47], sur une communauté, une copropriété ou même une résidence étudiante. Ainsi, l'impact économique et environnemental de l'appareil serait partagé, et chaque individu aurait son propre garde-manger, tout en ayant la possibilité de conserver au froid ce qui nécessite de l'être.

4 Résultats et discussions

Dans cette partie, nous présenterons les résultats obtenus sur la réalisation de nos protocoles. Ces résultats, critiqués, permettront de discuter de la pertinence de nos protocoles et des perspectives d'améliorations.

4.1 Réducteur débit d'eau

Le protocole a été réalisé sur une douche en tout ou rien (pas la possibilité d'ajuster le débit d'eau) et voici les résultat obtenu :

- temps avec réducteur $t_{\text{avec réducteur}} = 6\ [s]$
- masse avec réducteur $m_{\text{avec réducteur}} = 1,263\ [kg]$
- temps sans réducteur $t_{\text{sans réducteur}} = 13,28\ [s]$
- masse sans réducteur $m_{\text{sans réducteur}} = 1,886\ [kg]$
- Calcul du débit sans réducteur :

$$D_{\text{sans réducteur}} = \frac{1,263}{1000 \times 6,00} = 2,10 \cdot 10^{-4}\ [m^3/s] = 210\ [mL/s]$$

- Calcul du débit avec réducteur :

$$D_{\text{avec réducteur}} = \frac{1,886}{1000 \times 13,28} = 1,42 \cdot 10^{-4}\ [m^3/s] = 142\ [mL/s]$$

- Pourcentage de réduction :

$$\Delta_{\text{court terme}} = 100 \times \frac{210 - 142}{210} = 32\%$$

On observe ici une réduction de 32% du débit.

Ce protocole permet d'avoir des données quantitatives mais doit être corrélé à l'usage. Par exemple, l'effet est différent si le robinet est un tout ou rien ou s'il y a déjà la possibilité d'ajuster le débit d'eau.

4.2 Capote isolante pour chauffe-eau

Le protocole avancé a d'abord été réalisé. La pince ampèremétrique a pu être installée, voir les photos ci-dessous.

FIGURE 12 – Photo de la prise de courant du chauffe-eau cellée (gauche) et ouverte (droite). Auteur : Rémi Jouët-Pastré.

Cette prise se démonte facilement à l'aide d'un tournevis cruciforme (attention à bien couper le courant). Ensuite, à l'aide du sucre présent sur la prise, nous avons joint la pince ampèremétrique entre la prise de courant et le chauffe-eau :

FIGURE 13 – Photo de la pince ampèremétrique installée. Auteur : Rémi Jouët-Pastré.

Des mesures ont été prises en journée et de nuit sans capote isolante. Les résultats sont présentés figure 14. On y observe que le chauffe-eau s'allume seulement pendant une plage de temps et ne se rallume pas après. Malheureusement, le fonctionnement de ce ballon d'eau-chaude ne correspond pas aux hypothèses énoncées dans les 2 protocoles, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de température minimale mesurée qui relancerait le chauffe-eau. Le temps d'allumage dépend directement de la température initiale dans le chauffe-eau. Cependant cette température initiale était fonction de l'eau utilisée dans la journée plus que des pertes thermiques au niveau de la surface. Cela rend aussi le protocole 'accessible' obsolète car il dépend de la même hypothèse.

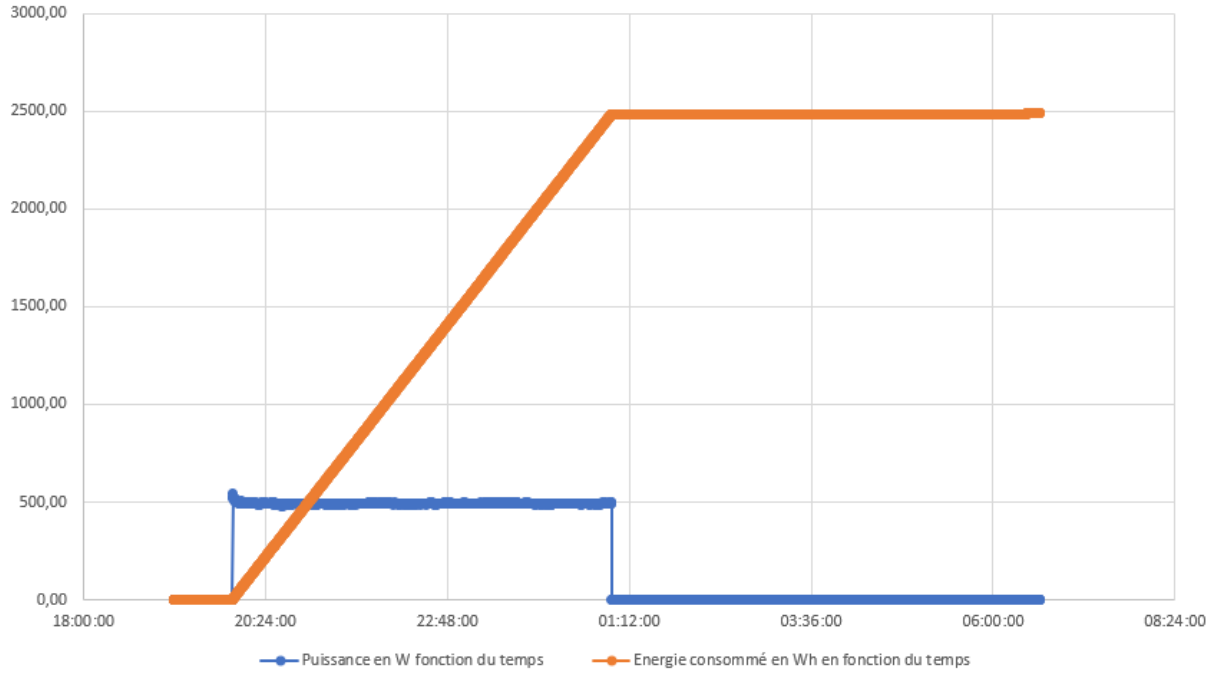

FIGURE 14 – Résultat de l'analyse de mesure du chauffe-eau. Auteur : Rémi Jouët-Pastré.

Dans le cas où l'utilisateur·rice possède ce type de chauffe-eau, iel peut facilement mesurer l'efficacité de la capote isolante en utilisant la pince ampèremétrique . En n'utilisant aucune eau chaude sanitaire durant la journée, mesurer l'énergie consommée pendant une montée en température lorsque la capote est installée d'une part et lorsque que la capote ne l'est pas d'autre part. À chaque fois, cette énergie consommée correspond aux pertes de chaleur par la surface. Il suffit donc de comparer les 2 énergies mesurées et le résultat correspond à l'énergie qui est conservée par la capote isolante.

Malheureusement ce protocole n'a pas pu être testé car de l'eau chaude sanitaire était utilisée tous les jours.

Note : Nous avons quand même remarqué une vague d'air chaud lorsque la capote a été retirée du ballon, ce qui confirme qualitativement son efficacité.

4.3 Marmite norvégienne

Le protocole 'accessible' court-terme a été réalisé a l'aide de 2 marmites norvégiennes.

— Une marmite norvégienne dite "valise" ne possédant qu'un caisson en bois et se servant de vêtements pour l'isolation.

FIGURE 15 – Photo de la Marmite Norvégienne dite "valise". Auteur : Rémi Jouët-Pastré.

— Une marmite norvégienne avec caisson d'isolation en polystyrène, couverture de survie et bouchon pour surélever la casserole.

FIGURE 16 – Marmite norvégienne avec caisson d'isolation en polystyrène. Auteur : Rémi Jouët-Pastré.

L'aliment de cuisson sélectionné est la lentille corail. Après 5 minutes d'ébullition dans une même casserole, le plat est séparé en 3 : dans la marmite norvégienne dite « valise », dans l'autre marmite norvégienne et dans le plat initial (retiré de la plaque de cuisson). Après 25 minutes, les plats ont été retirés des marmites norvégiennes et comparés au goût. Les résultats sont concluant :

- Les lentilles corail placées dans aucune des marmites sont froides et non cuites.
- Les lentilles corail dans la marmite norvégienne « valise » sont mi-cuites et tièdes.
- Les lentilles corail dans la marmite norvégienne avec couverture de survie sont cuites et chaudes.

La réalisation de ce protocole permet donc de montrer ce qui a été conclu par le « Rapport de Projet Low-tech Fireless Cooker » sans utilisation d'objet high-tech [38].

D'après des tests, pour obtenir des lentilles corail aussi cuites sans utilisation de marmite norvégienne, il est nécessaire de conserver le feu du gaz pendant 9 minutes supplémentaires. Le temps de cuisson est alors 13 minutes plus court que celui de la marmite norvégienne. Cependant, en considérant que pour maintenir l'eau à ébullition à l'aide d'une cuisinière pendant 9 minutes il faut fournir 240 Wh (chiffre obtenu à partir du rapport Fireless Cooker [38]) , il en est déduit une réduction de la consommation de 240 Wh sur un plat.

4.4 Réflecteur de chaleur

Le protocole 'accessible' long-terme a été mené dans un appartement de 180 m^2 au sol où 8 personnes vivent et sur une période de 32 jours. Pendant les 16 premiers jours, aucun réflecteur de chaleur n'a été installé et sur les 16 jours suivants, 6 réflecteurs de chaleur ont été installés sur les 6 radiateurs présents. L'eau présente dans les radiateurs est chauffée au gaz.

Les résultats :

- Consommation sur une période sans réflecteur de chaleur du 17 novembre 2021 au 2 décembre 2021 : $158.315 - 92.884 = 65.431 m^3$
- Consommation sur une période avec réflecteur de chaleur du 2 décembre 2021 au 19 décembre 2021 : $235.456 - 158.315 = 77.141 m^3$

Il est clair que la consommation de gaz a augmenté sur la période avec réflecteurs. Ceci montre clairement les limites de ce protocole. En effet, les relevés météorologiques montrent que la température a décru pendant les 2 dernières semaines de novembre et s'est stabilisée en décembre [48]. L'hypothèse selon laquelle les périodes ont des conditions de températures identiques n'est pas validée. De plus, 4 radiateurs sur 6 ne donnent pas sur l'extérieur et les murs sont relativement bien isolés. Enfin, avec ou sans réflecteur la température moyenne de l'appartement est d'environ 18°C, les radiateurs fonctionnent peu. Malheureusement, le temps imparti pour le projet ne permettait pas de réaliser des mesures sur des périodes plus longues.

Le protocole 'avancé' a également été réalisé : Voici les images prisent à l'aide la caméra thermique Fluke Tis60+ [49] :

Note : Deux zones d'émissions de chaleur sont observables. Elles correspondent aux points de fixations du radiateur sur le mur. Ainsi, dans le cas où le mur sur lequel est

accroché le radiateur est un mur extérieur, il est pertinent que le radiateur ne soit pas accroché au mur mais plutôt au sol.

Peu de différence de rayonnement est observée au niveau du mur avec ou sans réflecteur de chaleur. Une amélioration possible du protocole serait de simuler le mur par un grand bout de carton moins isolant pour que la dispersion de chaleur dans le mur par conduction n'ait pas lieu.

4.5 Garde-manger

Le protocole du garde-manger a été expérimenté avec des carottes bio sur une période de 28 jours du 08 décembre 2022 au 05 janvier 2022.

D'après la figure 11, les carottes se conservent mieux dans le sable.

3 paires de carottes ont donc été étudiées : une à l'air libre, une dans le sable, et une au réfrigérateur durant cette période.

FIGURE 17 – Carottes bio fraîchement achetées (gauche) et après 28 jours (droite). Auteur : Baptiste de Goër.

Sur les photographies de la figure 17, sont placées de gauche à droite les carottes conservées à l'air libre, au réfrigérateur et dans le sable.

Notons que le haut de la première carotte conservée dans le sable (5^e carotte en partant de la gauche) dépassait du pot, ce qui explique que son état se soit dégradé plus rapidement que le reste de la même carotte.

Visuellement, les carottes ont bien été mieux conservées dans le sable qu'à l'air libre, mais moins bien qu'au réfrigérateur. Ceci-dit, il est peu probable que qui que ce soit ait besoin de conserver une carotte 28 jours, la conservation dans le sable semble donc être une alternative viable à la conservation au réfrigérateur.

Des expériences plus complètes sur davantage de fruits et de légumes ont été effectuées par des étudiants·es de l'ENSE^3 en 2021 [40].

5 Conclusion

Dans le cas des mesures à long terme, nous conseillons d'additionner les low-tech pour obtenir des résultats plus significatifs. Avec cependant comme limite qu'il ne sera pas

possible de déterminer quelle low-tech est responsable de quel pourcentage de réduction. Les résultats obtenus dépendent majoritairement du contexte de l'habitat.

On constate qu'il est difficile d'écrire des protocoles accessibles par toutes et tous car le vocabulaire employé (rayonnement thermique, débit d'eau, etc.) est complexe et nécessite un certain temps de compréhension pour certaines personnes sans formation scientifique. De plus, la mise en place de ces protocoles dans un habitat ne permet pas de contrôler précisément l'ensemble des facteurs, comme l'humidité ou l'utilisation d'eau chaude, qui influent sur les résultats. Il semblerait intéressant de les réaliser en laboratoire pour pouvoir comparer.

Une intention cachée de ces protocoles est également une meilleure compréhension de l'énergie et des ressources de l'habitat. Cela peut amener un questionnement sur les ordres de grandeur de consommation d'énergie et sur la consommation domestique d'eau.

Enfin, la réalisation des protocoles et le traitement des résultats ont permis l'amélioration desdits protocoles. Pour certains d'entre eux qui ont été modifiés après une première série d'expériences, nous n'avons malheureusement pas eu le temps de faire une deuxième passe de vérification. Une fois ces protocoles publiés sur le site du Low-Tech Lab, nous invitons les personnes les essayant à commenter et à poster leurs résultats.

Troisième partie

Ateliers

Le projet LUTH a été l'occasion pour nous d'animer deux ateliers à la Maison des Familles. Ces ateliers ont pour objectif de nous permettre de mieux comprendre les motivations initiales du projet, mais surtout ceux-ci vont nous offrir un puissant outil de récolte d'information pour alimenter notre validation d'usage. En replongeant des mamans qui ont déjà participé à des ateliers dans de nouveaux ateliers, nous allons pouvoir comprendre ce qui les attire dans les low-tech et nous aurons créé un espace de discussion où celles-ci seront centrales.

1 Choix des ateliers

Toujours dans une démarche de co-construction, nous avons réfléchi à comment impliquer les familles dans le processus de choix des ateliers. Une technique qui nous a paru appropriée est le jeu du Thiagi. Ce jeu est composé de deux phases. Une phase où chaque personne peut proposer une idée d'atelier que l'on inscrit sur un tableau. Chaque idée est ensuite numérotée. Dans la seconde phase, chaque personne prend un post-it et y note le numéro de son idée favorite. Chacun·e va ensuite rencontrer quelqu'un·e d'autre et chaque personne du duo doit argumenter son choix. Lors de cette rencontre, 7 points sont mis en jeu. À l'issue de la discussion, les deux personnes doivent choisir comment répartir ces 7 points sur leurs 2 post-its. Par exemple, si l'un des deux partis est parvenu à convaincre l'autre que son choix est meilleur, il est possible de choisir d'attribuer 6 points pour son idée et seulement 1 point pour l'autre. A contrario, si un consensus ne s'est pas dégagé, sera attribué 4 points pour une idée et 3 pour l'autre. Chaque participant·e effectue ainsi 3 rencontres. Au terme de cette phase de rencontre, sont additionnés les points attribués à chaque idée, ce qui permet de classer les idées en fonction du nombre de points qu'elles ont récoltées.

Voici les résultats obtenus lors de cette séance de choix d'ateliers :

Numéros	Idées proposées	Points obtenus
1	Construire une table	10 points
2	Vélo pour recharger un téléphone	23 points
3	Recharge solaire pour téléphone	
4	Redirecteur de lumière	
5	Four solaire	30 points
6	Bâche pour protéger du soleil	
7	Séchoir solaire	
8	Eolienne en bois	
9	Chauffage en bougie	
10	Climatisation naturelle	9 points
11	Cosmétiques et produits d'entretien DIY	43 points
12	Validation technique des low-tech en appliquant nos protocoles	
13	Reconstruire des low-tech existantes pour les ramener chez soi	11 points

Tableau 3 – Résultat du jeu du Thiagi

À l'issue de ce temps, 3 propositions ressortent :

- **1ère : Cosmétiques et produits d'entretien DIY**
- **2ème : Four solaire**
- **3ème : Vélo pour recharger un téléphone**

Évidemment, si une proposition s'était révélée infaisable dans le temps imparti pour le projet, nous nous réservions le droit de choisir une autre idée parmi celles qui ont obtenu beaucoup de points.

Nous avons donc commencé par réaliser l'atelier DIY. Par la suite, à cause d'un changement d'emploi du temps de la Maison des Familles, nous avons été contraints de ne réaliser qu'un seul second atelier. Après une réunion de restructuration avec nos porteuses de projets et Sacha, nous avons fini par choisir de réaliser avec les familles la validation technique pédagogique des low-tech. Le temps nous a manqué et nous aurions aimé réaliser plus d'ateliers, mais ce n'était pas le cœur de notre projet. Nous avons fait ce choix car cela nous permettait de construire un atelier avec nos porteuses de projet qui puisse clôturer le projet LUTH, y compris le cycle d'ateliers et la collaboration entre la Maison des Familles et le Low-Tech Lab Grenoble. L'intention que nous avions envie de donner à cet atelier était difficilement conciliable avec un autre sujet.

2 Cosmétiques et produits ménagers DIY

Pour préparer cet atelier nous avons fait appel à un camarade de notre promotion, Jean Adam. Jean a effectué son stage de césure à l'association Conscience et Impact Écologique (CIE), une association d'éducation populaire à la transition écologique. Pendant son stage il a animé des ateliers DIY et fabrique encore aujourd'hui ses cosmétiques et ses produits d'entretien lui-même. Son apport a été précieux car au sein du groupe car nous n'avons jamais fait de DIY et nous n'avions qu'une connaissance superficielle des avantages liés à cette pratique. Nous avons préalablement bien expliqué à Jean le contexte particulier de la Maison des Familles, la démarche de co-construction et la nécessité d'adopter une posture humble, afin de laisser les mamans s'exprimer et de leur offrir la possibilité de fonder l'atelier sur leurs connaissances et leur expérience.

FIGURE 18 – Photo de l'atelier du 07/12. Jean à la Maison des Familles. Auteur : Gabin Guillemaud.

L'intention globale de cet atelier est d'abord de partager un vrai moment de convivialité et de joie avec les mamans. Nous savons qu'elles vont avoir beaucoup de vécu à partager et que nous pouvons leur apporter d'autres clés de compréhension. Un bel échange peut se créer autour de l'entretien du corps et de la maison.

2.1 Matériel nécessaire

Contenants

- **Pour le cake vaisselle** : Des bocaux de taille moyenne où il est facile de passer la main pour frotter son éponge sur le produit.
- **Pour le multi-surface** : Des bouteilles ou de grands bocaux qui ferment.
- **Pour le shampooing** : Des bocaux peu hauts à large ouverture ou d'autres contenants à partir desquels le produit sera facilement démoulable.

Ustensiles

- 3 grands saladiers
- une douzaine de petites et grandes cuillères
- Un grand bac pour stériliser tous les contenants d'un coup. Ou un autre grand saladier pour procéder en plusieurs fois.
- 1 Bouilloire

2.2 Déroulement de l'atelier

- Durée 1h30
- Coût : 33 €
- Nombre d'animateurs·rices : 3
- Tour des prénoms (5 min)
- Temps de recueil des connaissances et des expériences des mamans (15 min)
  - Discussion ouverte.
  - Intention : Révéler et identifier les personnes qui ont déjà fait du DIY ou des pratiques qui s'en rapprochent. Valoriser leur savoir faire et leurs connaissances.
- Temps de restructuration et d'enrichissement par l'expérience et les connaissances de Jean (10 min)
  - Présenter les produits qui vont être confectionnés. Donner des éléments de compréhension des différents ingrédients (tensioactif, conservateur, etc.).
  - Intention : Compléter ce qui a été dit avant et transmettre du savoir. Plutôt se concentrer sur son savoir chaud, sur son retour d'expérience que sur ses connaissances chiffrées.
- Atelier (45 min)
  - Les mamans se répartissent en 3 groupes et suivent les recettes et nous restons en support. 15 minutes par produit pour permettre à chacune de confectionner tous les produits.
  - Intention : Ne pas perdre la discussion amorcée précédemment. Continuer à questionner l'usage.
- Temps de distribution (10 min)
  - Donner des conseils d'utilisation spécifiques aux produits réalisés. Répartir ce que chacun·e veut emmener dans des bocaux.
  - Intention : Recentrer l'atelier et donner des conseils importants avant que tout le monde ne parte.
- Temps de célébration (5 min)
  - Prendre une photo et remercier tout le monde d'avoir participé.
  - Intention : Apporter de la joie et de la fierté.

2.3 Retour d'expérience

Nous avons plutôt bien respecté ce format et globalement les retours sur le moment et plusieurs jours après ont été très bons. Hadja nous a dit que « ça marche trop bien le shampooing ! » et Aïssata était déçue de ne pas avoir pu être là. Nous avons réussi à transmettre l'intention initiale et nous avons mieux compris le rapport des mamans aux ateliers et le rôle des ateliers dans le processus d'appropriation de la technique.

FIGURE 19 – Photo de l'atelier du 07/12, célébration finale. Auteur : Gabin Guillemaud.

3 Présentation de notre travail et validation technique des low-tech à la Maison des Familles

Cet atelier est très important pour nous, pour parler à la Maison des Familles des conclusions de notre projet et pour conclure ce semestre de collaboration. Mais cet atelier est aussi très important pour le Low-Tech Lab Grenoble et surtout pour Sophie et Laure qui ont participé activement à la réalisation du cycle précédent de dix ateliers. Cet atelier a pour but de partir de notre travail pour créer un vrai temps de réflexions communes, d'échange et de joie pour célébrer la fin (définitive ?) de ce cycle.

L'intention globale de ce dernier atelier est de perpétuer l'engouement autour des low-tech à travers la validation technique, d'encapaciter les personnes à valider techniquement les low-tech de manière autonome, de les aider à mieux comprendre leur fonctionnement, et de révéler les bienfaits et limites des low-tech.

3.1 Matériel nécessaire

Pour le réflecteur de chaleur

- 1 réflecteur de chaleur
- 2 grands bocaux ou 2 bouteilles
- 1 bouilloire
- 1 thermomètre (laser de préférence)
- 1 pièce de tissu noir

Pour le réducteur de débit d'eau

- 1 réducteur de débit d'eau installé
- 1 seau
- 1 balance
- 1 chronomètre

3.2 Déroulement de l'atelier

Format 10 personnes ou plus

- Durée : 1h35
- Coût : 0 €
- Nombre d'animateur·rices : 5
- Tour des prénoms et jeu brise-glace : débat mouvant sur la thématique « Est-ce que selon moi les low-tech ça marche ? » (10 min)
- Introduction (5 min)
  - Présentation du déroulé et de l'intention globale de l'atelier.
  - Séparation des participant·es en 5 sous-groupes et répartition en fonction des animateur·rices. Chaque animateur·rice est responsable d'un groupe et d'une low-tech. Iel a à sa disposition la feuille A4 avec le template à remplir. Chaque groupe s'intéresse à une low-tech.
- Validation technique : première partie (15 min)
  - Demander si quelqu'un·e qui l'a construite/utilisée veut bien présenter la Low-tech.
  - Faire émerger du groupe des questions du type :
    - Comment sait-on que la low-tech fonctionne ?
    - Quelles données/facteurs peut-on évaluer, comment s'assurer que cela fonctionne ?
  - Compléter à l'aide des protocoles préparés en amont.
  - Si le besoin est là, ne pas hésiter à donner des explications scientifiques au fonctionnement de la low-tech dans le but d'aider à trouver les facteurs pertinents à regarder.
- Validation technique : deuxième partie (15 min)
  - Intention : Encapaciter les personnes à valider par elles-même leur low-tech. L'idée ici est de poser la question suivante : « Que fait-on concrètement pour mesurer ces facteurs ? »
  - Noter toutes les étapes relevées par les familles et compléter à l'aide du protocole si besoin.
  - Effectuer les étapes qu'il est possible d'effectuer. Si certaines étapes ne sont pas possibles dans le temps de l'atelier (par exemple relever le compteur), il est important de trouver le compteur et de regarder ce qui doit être relevé.
- Ouverture validation d'usage (10 min)

- Intention : Créer de la discussion autour de la low-tech, conscientiser les limites et autres bénéfices de la low-tech.
- Poser les questions suivantes et compléter la fiche A4.
  - Quelles sont les limites lorsqu'on vérifie si elle fonctionne ?
  - Quels sont les autres bénéfices de la low-tech ?

- Présentation et célébration (5 min par Low-tech : 30 min)
  - Intention : Rendre visible ce que chacun·e a fait et faire passer les connaissances/compétences.
  - Parmi les participant·es qui le souhaitent, iels peuvent présenter ce qu'iels ont fait pendant l'atelier aux autres participant·es.
  - La feuille A4 est là pour les aider et l'animateur·rice peut compléter ce qui a été dit.
- Conclusion et intervention de Sophie, Laure, Aude et Julie (10 min)
  - Temps de remerciement et de célébration de la part de l'équipe LUTH (dernière fois qu'on va à la Maison des Familles dans ce cadre là).
  - Récapitulatif du chemin parcouru, et remerciements de Sophie, Laure, Aude et Julie.

Format 9 personnes ou moins

La trame globale reste la même mais quelques petits ajustements sont proposés.

- Durée : 1h35
- Coût : 0 €
- Nombre d'animateur·rices : 2 ou 3
- Tour des prénoms et jeu brise-glace à définir (10 min)
- Introduction (5 min)
  Diviser le groupe en 2, un groupe travaille sur 2 low-tech et l'autre sur 3 :
  - Le groupe 2 low-tech : Réducteur débit d'eau et capote isolante.
  - Le groupe 3 low-tech : Garde-manger, réflecteur de radiateur et marmite norvégienne (ce sont les plus faciles).
- Validation technique : première partie (5 à 7 min)
- Validation technique : deuxième partie (5 à 7 min)
- Ouverture validation d'usage (3 à 5 min)
- Présentation et célébration (5 min par Low-tech : 30 min)
- Conclusion et intervention de Sophie, Laure, Aude et Julie (10 min)

Notes :

- Le terme validation technique est utilisé mais peut être remplacé par « s'assurer que ça marche ».
- La feuille A4 mentionnée est disponible en annexe C. C'est un support d'écriture de ce que disent les participant·es, qui peut les aider à restituer.
- Chaque feuille A4 sera affichée près de chaque low-tech. Dans le but de garder une trace des solutions trouvées.

3.3 Retour d'expérience

Nous avons utilisé la version 9 personnes ou moins. Cet atelier a été un peu laborieux car le sujet abordé était complexe. Afin de ne pas rajouter de lourdeur, nous n'avons pas rempli les fiches A4. Nous avons également écourté la partie restitution, car la partie validation technique s'est révélée plus longue que prévue. Cependant, nous pensons avoir réussi à garder l'esprit de co-construction tout en transmettant ce que nous voulions transmettre. De cet atelier est ressorti bien plus de matière que nous ne l'attendions, et les mamans ont été très contentes car elles semblent beaucoup aimer apprendre. Comme le dit Aïssata : « Découvrir c'est important, ça augmente les savoirs que tu connais ».

FIGURE 20 – Photo de l'atelier du 27/01. *De gauche à droite :* Hadja, Marceau, Sophie et Anna. Auteur : Gabin Guillemaud.

4 Conclusion

De prime abord, la présence des ateliers au sein de ce projet et au sein de ce rapport est questionnable. Cependant ces ateliers ont joué un rôle majeur dans notre étude et dans le lien que nous avons créé à la Maison des Familles. Tout d'abord, la première vertu des ateliers a été de, en quelque sorte, légitimer la raison de notre venue pour les mamans. En effet, la Maison des Familles constitue un cadre de sûreté pour les mamans et s'y installer pour plusieurs mois constitue une petite intrusion dans leur espace personnel. Nous l'avons vu précédemment, les mamans ont fortement associé les low-tech aux ateliers, au bricolage. Il était donc normal qu'avec notre étiquette « Low-tech Lab Grenoble » elles s'attendent à ce que nous proposions des ateliers. Le fait de savoir que nous allions faire des ateliers

a facilité la rencontre sur des temps informels, sur des repas, pour des entretiens, etc.. De plus, les mamans ont associé low-tech et atelier et elles adorent ça ! Elles nous l'ont souvent fait savoir et cela aurait été leur faire de faux espoirs que de partir sans proposer d'ateliers.

Ensuite, les ateliers nous ont permis de replonger les mamans dans un processus de création collective semblable à celui qu'elles avaient déjà connu. Ceci a le double intérêt de cerner d'une part leur chemin de pensée pour pouvoir adapter au mieux les validations techniques « accessibles », et d'autre part d'ouvrir un espace où la low-tech est omniprésente, où les mamans en parlent avec nous et entre elles. Ceci permet de mieux décrire les usages « réels » de chaque maman.

Enfin, avec ces ateliers nous avons compris les raisons qui ont poussé nos commanditaires de projet à proposer ce dernier aux responsables de PISTE. Mieux comprendre leur questionnement, leurs attentes, leurs ambitions, permet de mieux y répondre et de fournir un travail dont le fond et la forme correspondent, nous l'espérons, mieux à leurs aspirations.

Quatrième partie

Validation d'usage

1 Introduction

Les low-tech ont été introduites comme un processus de techno-discernement, à savoir comme une dynamique sociale, politique et culturelle de réappropriation de la technique. Néanmoins, si cette définition est valable en théorie, il n'en reste pas moins essentiel d'observer la dynamique se créant autour des low-tech en pratique. Pour cela, l'espace domestique semble être une bonne approche pour toucher du doigt l'usage des low-tech de manières individuelle et collective. Cette validation d'usage cherche alors à étudier l'appropriation des différentes low-tech de la Maison des Familles par les individu·e·s la fréquentant afin d'étudier les potentialités des low-tech dans l'habitat au regard des enjeux sociaux, politiques et culturels de la transition écologique.

Cette partie s'efforcera, en empruntant des outils aux sciences humaines et sociales, à analyser l'usage des low-tech installées dans la Maison des Familles. Une attention particulière sera portée sur le détail de la méthodologie afin de donner de la consistance aux résultats obtenus. Pour autant, l'échantillon correspondant aux différent·e·s individu·e·s de la Maison des Familles étant restreint, une représentativité statistique harmonisée des comportements n'est pas recherchée : l'usage que fait chaque personne des low-tech est considéré comme étant vrai. Cet usage se traduira par les notions de fréquence d'utilisation et de perception des différentes low-tech. Une focalisation sera notamment accordée à la marmite norvégienne qui semble être la low-tech par excellence. Les dynamiques d'empouvoirement, de reliance et de décompléxification seront également étudiées.

2 Méthode de récolte de l'information

2.1 Contexte et choix de la méthode

La Maison des Familles est un lieu mouvant, où se rencontrent des bénévoles, des salarié·e·s, des familles en situation de précarité, des intervenant·e·s, etc.. De plus, les familles peuvent venir quand elles le souhaitent à partir du moment où la maison est ouverte. Ceci a eu pour effet que nous avons dû nous adapter pour mener notre étude. Nous sommes face à un groupe social dont les membres peuvent varier au fil du temps sans que nous ne sachions dans quelle mesure à l'avance. Nous devons également nous adapter au calendrier de la Maison des Familles qui ne colle pas forcément avec le nôtre. Nous ne choisissons pas les temps où nous pouvons collecter des informations. Globalement, mise à part durant les temps que nous organisions nous-même (les ateliers), c'est pendant la préparation des repas et les repas eux-mêmes que nous récupérons la plupart de nos informations. S'ajoutent à cela des événements imprévus (manque de participants, changement de programme, etc.) qui peuvent venir modifier le déroulé initial. Ces éléments ont donc beaucoup influencé la méthode de récolte d'information que nous avons choisie.

Par ailleurs, nous avons eu très à cœur de faire perdurer le lien de confiance que Laure et Sophie avaient réussi à créer pendant leur série d'ateliers. La Maison des Familles est avant tout un lieu où les mamans peuvent se sentir en sécurité. Nous avons dû choisir une

méthode qui ne s'immisce pas brutalement dans leur intimité et qui ne détériore pas ce lien de confiance si précieux.

2.2 Développement d'une méthode plurielle

Avec ces contraintes, nous avons choisi de ne pas faire reposer notre récolte d'information sur une seule méthode qui aurait pu être trop intrusive, trop inefficace ou inadaptée à certains contextes. De plus, au vu du cadre et de la courte durée de notre projet, nous avons opté pour une étude qualitative qui n'a pas pour but d'obtenir beaucoup de données mais des données utiles à la compréhension d'un phénomène [50]. Notre étude qualitative se base sur deux principes : description et interprétation, afin de décrire un phénomène social (ici l'usage des low-tech au sein de la Maison des Familles) et de rendre compte de ce qu'il peut avoir de signifiant [51]. Ce cadre méthodologique se décline en plusieurs techniques de récolte d'information que nous avons emprunté à l'ethnographie (observation participante et discussion informelle) et à la sociologie (entretien semi-directif et directif). En tenant compte de tous nos besoins et de toutes nos contraintes, nous avons élaboré cette méthode plurielle qui peut s'adapter à la plupart des situations.

2.2.1 Observation participante

Parmi les méthodes de collecte habituellement utilisées en recherche qualitative, l'observation a été la première à s'imposer à nous. Ne connaissant pas (du moins lors des premières entrevues) les mamans et les bénévoles de la Maison des Familles, l'observation a été l'approche idéale pour créer du lien tout en cadrant notre étude.

Nous avons fait le choix d'une *observation participante*, dans laquelle nous étions à la fois observateur et acteur, comme par exemple pendant la préparation des repas. Cette méthode, empruntée à l'enquête ethnographique, permet, en vivant au sein de groupes humains, de mieux comprendre leurs caractéristiques propres [52]. D'une part, cela nous a permis de rencontrer les familles et les bénévoles pour établir un premier lien de confiance. D'autre part, ces observations ont donné lieu à la découverte du fonctionnement de la Maison des Familles et à une première approche de l'usage qui y était fait des low-tech. Ces observations ont été consignées dans des carnets de notes que nous nous sommes efforcés de retranscrire et de catégoriser ici. Pour autant, dans notre cas l'observation a davantage permis de prendre la température, de déblayer le sujet et d'établir les principaux axes de réflexion, plutôt que de récupérer des informations consistantes quant aux questions d'appropriation des low-tech par l'usage. Nous n'avons ainsi pas mis en place de grille d'observation car d'autres méthodes ont été choisies pour récupérer de plus amples données.

Néanmoins, l'observation présente quelques limites qu'il s'agit de préciser. D'abord, il est particulièrement difficile de trouver la bonne *distance* avec laquelle aborder une observation : il faut savoir rendre familier ce qui est étranger et étranger ce qui est familier [53]. De plus, du fait que l'observateur·rice est aussi acteur·rice, il peut potentiellement exister des perturbations dues aux caractéristiques sociales de l'observateur·rice qui déforment le comportement réel des personnes ou les situations observées : c'est le « paradoxe de l'observateur » [54]. Enfin, l'observateur·rice peut également être sujet·te à des *biais cognitifs* et projeter au préalable, de manière consciente ou inconsciente, sa propre grille de lecture sur ce qui est observé [55].

2.2.2 Discussion informelle

Afin de rester dans une approche ethnographique et parvenir à retranscrire le plus fidèlement les comportements au sein de la Maison des Familles, l'observation participante s'est prolongée et complétée par de la *discussion informelle*.

Le but de ces discussions était, en se joignant aux observations, de créer du lien et de rencontrer les membres de la Maison des Familles pour établir une relation de confiance. Finalement, le sujet des low-tech a relativement peu été amené de notre initiative, et nous nous sommes contentés d'attendre que les mamans et les bénévoles prennent les devants. Cela avait pour objectif de les laisser aborder librement ces thématiques sans être forcé·e·s de s'exprimer. En s'inscrivant dans une démarche ethnographique conjointe avec l'observation, les discussions ont permis de récupérer des informations que l'observation seule n'était pas disposée à fournir. À certains moments, principalement lors des repas, les bénévoles amenaient artificiellement le sujet des low-tech au centre des discussions, ce qui pouvaient prendre la forme de *groupes de discussion focalisés* [56]. Ces discussions de groupe étaient très riches car, en étant dans des lieux fermés et en faisant interagir les mamans et les bénévoles dans un climat social connu, elles ont mené à des comportements naturels, d'autant plus proches de la réalité [57].

Cependant, cette méthode amène des difficultés similaires à celles évoquées pour l'observation (distance, subjectivité et biais cognitif). De plus, nous nous sommes également rendu compte que, au regard du temps imparti, faire reposer l'ensemble de notre analyse sur de l'enquête ethnographique ne nous aurait pas permis d'obtenir suffisamment de réponses à nos questionnements. Même si la démarche ethnographique est la plus appropriée pour préserver de manière pérenne le lien créé, nous avons jugé, après avoir établi un lien de confiance suffisamment solide, que la mise en place d'outil emprunté à la sociologie ne nuirait pas à ce lien et apporterait efficacement des informations pour compléter notre étude.

2.2.3 Entretien semi-directif

Bien que l'approche ethnographique ait été préférée au départ pour créer du lien et laisser de la liberté aux membres de la Maison des Familles, il a été constaté que les discussions pouvaient souvent s'éloigner du sujet des low-tech. Dans l'optique de répondre aux questions que se pose cette étude, nous avons décidé de compléter l'approche ethnographique par une méthode de sociologie : l'*entretien semi-directif*.

Cet apport méthodologique a pour but premier d'enrichir et de recentrer les informations déjà récupérées. Bien que l'observation apporte beaucoup, elle s'arrête à une constatation des faits, à savoir l'usage des low-tech. L'entretien semi-directif permet alors d'accéder aux ressentis et à l'univers mental des individu·e·s [58] afin d'en comprendre les pratiques, les comportements et les perceptions liées aux faits observés [59]. Ainsi, l'entretien semi-directif est une récolte riche d'informations, consistant en une liste de thèmes et de questions ouvertes qui correspond davantage à un aide-mémoire qu'à un cadre rigide [58]. Mener l'entretien nécessite de la flexibilité, et pour cela plusieurs types de questions sont utilisables : questions d'introduction, questions liées au thème de recherche, questions de relance, questions d'approfondissement, questions d'interprétation, questions de structure [60]. Ce cadre méthodologique ne peut pas se faire sans une attitude d'écoute, de compréhension et d'empathie de la part de l'interviewer, sans jugement et laissant de la place à l'interlocuteur·rice afin de « s'immerger dans le monde subjectif

de l'interviewé » [61].

Ces entretiens semi-directifs se sont déroulés directement à la Maison des Familles, dans l'après-midi, et ont été menés par différentes personnes. Quelques-uns étaient simplement retranscrits sur des notes, certains ont été enregistrés par dictaphone et d'autres ont été filmés dans le cadre d'un documentaire sur la Maison des Familles et les low-tech. Après avoir présenté à l'interviewé·e l'intérêt et le cadre de l'entretien, sa trame a été guidée par le questionnaire suivant :

Questionnaire type entretien semi-directif

- Est-ce que tu as participé à la conception de certaines low-tech, voire toutes ? Si oui lesquelles ?
- Est-ce que tu te sers des low-tech ?
- Qu'est-ce que tu ressens en les utilisant ?
- Penses-tu que tu utilises plus les low-techs que tu as fabriquées ?
- Est-ce que vous vous servez de toutes les low-tech ? Combien de fois par semaine les utilisez-vous ?
- Qu'est-ce qu'une low-tech selon toi ?
- À quoi ça sert les low-tech pour toi ?
- Est-ce que tu connaissais les low-tech avant les ateliers ?
- Est-ce que tu as changé tes comportements depuis les ateliers ?
- Les low-tech que tu connais te font-elle penser à des choses que tu utilises chez toi ou dans ta culture d'origine ?
- As-tu ramené un réducteur de débit d'eau chez toi ? Si oui, l'utilises-tu ?
- Quelle a été la réaction de ta famille à l'installation du réducteur de débit ?
- Y-a-t-il d'autres low-tech que tu voudrais avoir chez toi ? Pourquoi ?

Ce questionnaire a été construit dans le but d'explorer plusieurs dimensions des usages et des perceptions des low-tech du point de vue de la Maison des Familles. En premier lieu, il est important de savoir si l'interviewé·e a participé aux ateliers afin d'établir un lien entre les ateliers et la connaissance ou l'utilisation des low-tech. Plusieurs questions relevant de l'usage des low-tech sont également présentes afin de comprendre si l'interviewé·e pense qu'iel ou les autres membres de la Maison des Familles se servent des low-tech, les percepts et les affects vis-à-vis de cette utilisation, la fréquence à laquelle elles sont utilisées, si toutes les low-tech sont mobilisées, etc.. Certaines questions vont essayer d'en apprendre davantage sur ce que sont pour elleux les low-tech, à quoi iels pensent qu'elles servent et comment iels en ont entendu parler. Ces questions permettent d'appréhender ce que les membres de la Maison des Familles ont retiré des précédents ateliers. Une attention particulière est portée sur l'avant et l'après atelier pour savoir si ceux-ci ont eu un impact sur les mentalités. De plus, un rapprochement avec la culture d'origine de l'interviewé·e est fait dans l'intention d'en apprendre plus sur ce qui pourraient être des low-tech non-nommées. L'utilisation du réducteur de débit d'eau chez les mamans et la potentielle transmission des low-tech dans l'entourage des l'interviewé·e·s sont également discutées. Finalement, un dernier questionnement s'intéresse à la position de l'interviewé·e quant au

fait de ramener d'autres low-tech chez iel et aux raisons de cette volonté.

2.3 Retranscription et catégorisation des données

Les données récupérées vont permettre d'établir la suite de l'analyse. Elles se composent pour beaucoup de prises de notes, mais on y retrouve également des enregistrements et des vidéos. Ces informations ont été retranscrites en texte quand cela était nécessaire et compilées dans un fichier tableur. Les prises de notes suite aux observations ont été regroupées dans un fichier commun, tandis que celles des interviews ont été regroupées par personne interviewée. En tout, environ une trentaine de mamans et de bénévoles ont été observées et dix ont été interviewées.

Les informations ont ensuite été catégorisées dans les thématiques que nous avions identifiées : usages et perception des low-tech, marmite norvégienne, empouvoirement par les low-tech, dynamique de reliance et décompléxification de la société. Les usages et perceptions correspondent à tout ce qui est de l'ordre de l'utilisation des différentes low-tech, de leur définition, de leur fréquence d'utilisation et de leur popularité. La thématique « marmite norvégienne » regroupe tout ce qui concerne la low-tech en question. L'empouvoirement par les low-tech rassemble tout ce qui concerne la réappropriation de la technique, l'autonomie, l'encapacitation et la fierté. La dynamique de reliance concentre les notions de lien social, de collectif, de dynamique de groupe et de transmission de savoir. Enfin, la société décomplexifiée réunit l'apprentissage de par les low-tech, l'aspect pédagogique de ces dernières et les réflexions autour des besoins. Les informations récoltées sont disponibles dans le document suivant : `https://docs.google.com/spreadsheets/d/1cqXkbh63VtNK1SpRU3lLZ8BBGD3929ZnV_Q1Z4uAC_o/edit?usp=sharing`.

3 Usages et perceptions des différentes low-tech de la Maison des Familles

Après plusieurs mois à fréquenter la Maison des Familles, l'équipe LUTH a pu établir un panorama des comportements vis-à-vis des low-tech installées sur place. Le rapport qui s'est entretenu avec ces objets s'est construit au travers d'usages et perceptions variées. Cela a été l'occasion d'aller questionner mamans, bénévoles et salarié·e·s sur leur définition des low-tech, mais également d'établir la fréquence d'utilisation et la popularité de chacune des low-tech.

3.1 Définir les low-tech

Si nous avons essayé de définir les low-tech précédemment dans le rapport (cf Première partie section 1.2), cela restaient des définitions d'ordre théoriques, qui ne prenaient pas forcément en compte l'usage réel qui est fait de la low-tech. Ici, les individu·e·s utilisant les low-tech sont des personnes en situation de précarité, qui n'ont pas forcément de logement, dont la préoccupation première est généralement de gérer la vie familiale, le travail et les démarches administratives, et qui s'y sont initié·e·s via l'intervention extérieure du Low-Tech Lab Grenoble. Leur retour d'expérience est donc essentiel pour comprendre les potentialités des low-tech vis-à-vis des enjeux de transition énergétique et sociale. Voici

quelques définitions qu'ont pu donner les mamans :

> « Pour moi, low-tech, c'est une association qui fait beaucoup de choses pour économiser l'énergie, la nourriture, les produits [...] C'est économiser beaucoup de choses et faciliter la vie aussi. »
>
> Sabiha

> « Une low-tech c'est quelque chose de matériel, un objet qu'on fabrique soi-même, pour l'économie d'énergie. »
>
> Inès

> « Elle permet de moins consommer. Par rapport à l'électricité et l'eau, ça devient moins cher. »
>
> Hadja

> « C'est tout ce qui est naturel et qui permet de faire des économies. »
>
> Sonia

> « Les low-tech, c'est sans pile. »
>
> Shérazade

Tout d'abord, on observe que le dénominateur commun des différentes définitions des low-tech est la notion d'*économie*. Pour les mamans, la low-tech, c'est ce qui permet avant tout de faire des économies d'énergie, d'argent, d'eau, de nourriture, de produits. On retrouve bien cette idée de contrôle de la consommation grâce aux low-tech, mais également de l'énergie dépensée (« sans pile »). Sabiha a également fait un lien avec le gaspillage et la conservation pendant son entretien. Le fait que, pour Inès, il s'agisse d'un « objet qu'on fabrique soi-même » renvoie à une appropriation technique qui a lieu grâce au bricolage. On se réapproprie sa consommation en se réappropriant les objets qui consomment au quotidien. D'ailleurs, la frontière entre la low-tech comme objet et la low-tech comme mode de pensée est assez fine. En effet, on retrouve dans le lexique utilisé la dimension physique de la low-tech (« matériel », « objet ») et sa dimension culturelle et sociale (« association », « choses », « tout ce qui est »). Cette dernière s'exprime notamment par une confusion ou une assimilation entre les low-tech elles-mêmes et les personnes qui les leur ont fait découvrir, ce qui met en lumière une dynamique sociale se créant autour des basses technologies. De surcroît, une maman appuie le caractère « naturel » des low-tech, ce qui montre aussi qu'un lien est potentiellement fait avec la soutenabilité environnementale de ces dernières. Cependant, il est fort probable que, à l'instar de l'alimentation biologique, le coté « naturel » soit à interpréter comme « bon pour la santé », puisqu'il a été utilisé dans un environnement de discussion centré autour des produits d'entretien. Finalement, cette idée s'accorde bien avec la simplicité intrinsèque des low-tech, dans l'idée que celles-ci permettent de « faciliter la vie ».

3.2 Usages des low-tech

Revenir aux définitions permet de sonder rapidement les perceptions des mamans en ce qui concerne les low-tech. Pour autant, ces définitions ne sont pas suffisantes et une

approche de l'utilisation pratique des low-tech semble pertinente. Après avoir rapidement exploré l'univers mental se développant autour des low-tech et de ce qu'elles représentent, nous allons décrire comment ces low-tech sont utilisées à la Maison des Familles. Chaque low-tech sera étudiée et une attention sera portée à décrire en détail les usages qui en sont fait par les mamans et les bénévoles. Pour rappel, les low-tech installées à la Maison des Familles sont la marmite norvégienne, la capote isolante de chauffe-eau, les réflecteurs de chaleur pour radiateur et le garde-manger. Les réducteurs de débit d'eau ont été ramenés chez les mamans et l'observation de leur utilisation est donc perturbée. La machine à laver à pédale est restée au local du Low-Tech Lab Grenoble et n'est ainsi pas utilisée. Un tableau récapitulatif complet de l'analyse des usages est disponible en annexe D.

3.2.1 Marmite norvégienne

La marmite norvégienne, qui permet de cuire à feu lent en limitant sa consommation d'énergie, est utilisée exclusivement de deux manières : cuire le riz et garder des plats au chaud. En ce qui concerne le riz, il est quasi systématiquement cuit à la marmite, excepté quand le temps manque, que la personne s'occupant de la cuisine l'oublie ou que celle-ci n'est pas habituée à l'utiliser. La cuisson du riz à la marmite semble dépendre des personnes présentes lors de la préparation du repas, bien qu'elle ne paraisse pas être perçue comme une contrainte. La marmite a aussi une fonction de grand thermos dans laquelle sont parfois stockés des plats chauds. Cela a notamment été le cas lors du festival de la soupe où une grande quantité dudit breuvage avait été préparé en avance et devait rester au chaud pour être servi aux convives. La marmite sera plus particulièrement étudiée dans la section suivante.

3.2.2 Garde-manger

Le garde-manger, alternative au réfrigérateur vouée à conserver les fruits et les légumes, est dit être utilisé comme il se doit : pour conserver des fruits et des légumes. Certaines mamans en ont même déjà un chez elles. Pourtant, il semble qu'en réalité, le garde-manger ne soit pas utilisé autant qu'il le devrait. On y retrouvait souvent de l'ail posé dessus (au lieu d'être dans le compartiment associé) et des herbes aromatiques, parfois des pommes de terre dans la zone sombre, mais la plupart des légumes étaient stockés dans le réfrigérateur. Si l'intérêt du garde-manger a bien été compris, en pratique son utilisation n'a pas été systématisée et il est davantage perçu comme une simple étagère (souvent décrit comme tel). Il y a plusieurs interprétations face à ce constat : le garde-manger n'est peut-être pas suffisamment contenant par rapport aux courses que fait la Maison des Familles ; les courses étant réalisées le vendredi, le réfrigérateur est peut-être privilégiés de peur que les fruits et légumes s'abîment jusqu'à la semaine suivante ; il y a peut-être une crainte d'oublier les légumes dans le garde-manger.

3.2.3 Réducteur de débit d'eau

Le réducteur de débit, qui permet des économies d'eau en réduisant le débit d'une douche ou d'un robinet, a été ramené chez les mamans : il est donc dur de savoir si elles les utilisent et pourquoi. Les déclarations des mamans sont d'ailleurs très variées et il est difficile de savoir ce qu'il en est vraiment. Certaines disent l'utiliser, d'autres l'ont perdu, quelques-unes ont un système équivalent chez elles, plusieurs affirment ne

pas l'avoir gardé car le débit était trop faible, ce qui n'est pas pratique pour le rinçage des cheveux longs et qui induit des douches interminables. Globalement, cette low-tech a l'air de trop bien fonctionner pour être utilisée sous la douche, ce qui peut expliquer le désintérêt de certaines mamans. Des réducteurs plus larges sembleraient plus appropriés pour qu'une utilisation sous la douche reste confortable.

3.2.4 Réflecteurs de radiateur et capote de chauffe-eau

Le réflecteur de chaleur, cherchant à limiter les pertes de chaleur au niveau des radiateurs, et la capote de chauffe-eau, isolant le chauffe-eau pour économiser de l'énergie, se ressemblent beaucoup dans leur utilisation. Comme il s'agit de low-tech installées à la Maison des Familles qui ne nécessitent pas de manipulation et qui ont des effets permanents, elles ont tendance à être invisibilisées. Ces low-tech sont tout le temps utilisées, mais très souvent oubliées et certain·e·s ne savent même pas qu'elles existent. Leur intérêt technique semble avéré mais leur intérêt social est plus discutable, si ce n'est par leur dimension pédagogique (parler des low-tech en général ou de questions énergétiques par exemple). L'intérêt esthétique de la capote de chauffe-eau a néanmoins été soulevé par un curieux lors du festival de la soupe qui l'a comparée à une œuvre d'art ressemblant à une montgolfière. À première vue, cette personne pensait que la capote avait pour rôle de camoufler la disgrâce des chauffe-eau d'habitation.

3.2.5 Machine à laver à pédale

La machine à laver à pédale, ni plus ni moins qu'une machine à laver dont le tambour est actionné par des pédales, n'est pas utilisée. En effet, par manque de place, elle est restée dans les locaux du Low-Tech Lab Grenoble, ce qui questionne directement sa pertinence dans l'espace domestique. Elle a néanmoins été testée et il se trouve qu'elle fonctionnait plutôt bien mais qu'il restait des choses à améliorer.

3.3 Fréquence d'utilisation des low-tech

Si l'on a vu que les usages des low-tech étaient variés d'une personne à l'autre, nous avons essayé de déterminer quelle était leur fréquence d'utilisation. En réalité, cette question n'est pas simple et la notion de fréquence d'utilisation des low-tech est à discuter.

Dans cette optique, les informations ayant été récoltées font transparaître plusieurs choses. La marmite norvégienne est, environ, utilisée une fois par semaine pour cuire le riz, ou de façon ponctuelle pour garder des plats au chaud. Les autres low-tech sont utilisées tout le temps (excepté la machine à laver à pédale) car installées de manière permanente. On se rend compte que cette notion de fréquence ne semble pas pertinente pour toutes les low-tech et mérite, a fortiori, d'être discutée. En effet, au vu de nos observations, deux caractéristiques ont pu être identifiées : l'*utilisation* de la low-tech et les *effets* induits par cette utilisation. L'utilisation relève de l'action à réaliser pour se servir de manière effective d'une low-tech donnée. L'effet désigne l'impact dû à l'utilisation de cette low-tech. Chacune de ces caractéristiques peut être décrite en termes de ponctualité et de permanence. Cela est résumé dans le tableau 4.

		Effet	
		Ponctuel	Permanent
Utilisation	Ponctuelle	Marmite norvégienne Machine à laver à pédale	Garde-manger
	Permanente	Réducteur de débit d'eau	Capote de chauffe-eau Réflecteurs de radiateur

Tableau 4 – Caractérisation de l'utilisation et de l'effet des low-tech.

En ce qui concerne l'utilisation, une utilisation ponctuelle correspond à la réalisation d'une ou plusieurs actions précises dans le temps pour utiliser la low-tech (mettre une casserole dans la marmite et fermer le couvercle, pédaler pour faire fonctionner la machine à laver à pédales, mettre de l'ail dans le garde-manger). À l'inverse, une utilisation permanente relève d'une absence d'action à réaliser pour utiliser la low-tech : une fois que la low-tech est installée, on n'y touche plus (réducteur de débit d'eau, capote de chauffe-eau, réflecteurs de radiateur). Pour ce qui est de l'effet, un effet ponctuel se qualifie par une répercussion finie dans le temps de l'utilisation de la low-tech (marmite norvégienne : le plat est cuit ou gardé au chaud jusqu'à ce qu'il soit consommé ; machine à laver à pédale : le linge est lavé et essoré ; réducteur de débit d'eau : une quantité d'eau a été tirée). Au contraire, un effet permanent renvoie davantage à une conséquence de l'utilisation étalée dans la durée et sans fin précise (garde-manger : l'ail est conservé ; capote de chauffe-eau : les pertes thermiques du chauffe-eau sont limitées ; réflecteurs de radiateur : de la chaleur est renvoyée dans l'habitat).

En analysant les low-tech de cette manière, on se rend compte que la fréquence d'utilisation est difficile à définir. En ce qui concerne la marmite et la machine à laver, dont l'utilisation et l'effet sont tous les deux ponctuels, on peut se permettre de parler de fréquence. De même, la capote de chauffe-eau et les réflecteurs de radiateur, qui ont une utilisation et un effet permanent, sont assez incompatibles avec la notion de fréquence : en somme, leur usage est permanent. Pour le garde-manger et le réducteur de débit d'eau, qui mélangent ces aspects ponctuels et permanents, la fréquence est difficile à définir et semble peu pertinente également.

3.4 Perception des différentes low-tech

Dans la section 3.1 a été présentée la définition des low-tech et de la philosophie associée par les accueillies de la Maison des Familles. Celles-ci semblent donc être appréciées avant tout pour leur intérêt économique, mais également pour le gain de confort qu'elles peuvent permettre et pour leur aspect « naturel ». Cependant, comme le souligne la section 3.3, toutes les low-tech ne peuvent pas être traitées de la même manière par leur nature d'utilité plus ou moins permanente et d'effet plus ou moins permanent (cf tableau 4). Chaque low-technologie est donc perçue à sa manière.

3.4.1 La marmite norvégienne

La marmite norvégienne possède une section du rapport dédiée (voir section 4). En terme de low-tech installée à la Maison des Familles, elle est indéniablement la plus populaire. En effet, son usage attire la curiosité de la part des personnes ne la connaissant pas, tout en ayant charmé les personnes ayant pris l'habitude de s'en servir. Perçue comme

une low-tech utile, de par son gain en énergie, mais surtout de par la cuisson idéale du riz qu'elle permet (bien cuit et qui n'accroche pas), son utilisation semble parfois vue comme contraignante du fait qu'elle demande davantage de temps de cuisson que les plaques. Sur le bord opposé de cette vision négative du temps de cuisson, Sabiha nous a déclaré l'utiliser chez elle et profiter du temps de cuisson dans la marmite, qui a l'avantage de ne nécessiter aucune surveillance, pour ranger le plan de travail et faire la vaisselle. Elle y gagne ainsi en temps et en sécurité car l'utilisation du gaz peut être dangereuse, notamment quand des enfants sont à proximité. Finalement, les principaux ennemis de cette low-tech sont la méconnaissance et le manque d'habitude qui poussent à sa sous-utilisation. En effet, plusieurs personnes ont déclaré ne pas toujours penser à l'utiliser, et les personnes ayant le réflexe de son usage ne semblent l'avoir que pour cuire le riz et garder la soupe au chaud, ce qui ne représente qu'une partie de son potentiel.

3.4.2 Le garde-manger

Le garde-manger est une low-tech qui génère beaucoup d'enthousiasme auprès des personnes ayant participé à sa fabrication. Il est souvent perçu comme très utile, mais semble avant tout être associé à un bon souvenir de l'atelier de construction. Certaines mamans connaissaient déjà cette low-tech (sans l'appeler comme tel), car elles en possédaient une chez elle avant même d'avoir participé à l'atelier dédié. L'image de cette low-tech semble très attachée à celle de la marmite norvégienne, probablement parce que les deux concernent la cuisine, activité centrale du quotidien de la Maison des Familles. Il est donc notable qu'il existe un écart entre la perception très positive du garde-manger, et son utilisation sous-optimale (cf section 3.2).

3.4.3 Les réducteurs de débit d'eau

Les réducteurs de débit d'eau sont perçus comme une low-tech utile. En effet, son gain en eau, et donc l'économie d'argent que ce dernier génère, est directement perceptible qualitativement. En revanche, cette low-tech est également perçue comme contraignante, parfois source de tensions au sein des foyers (ça a par exemple été le cas de Hadja avec sa fille), et donc très rarement utilisée.

3.4.4 Les réflecteurs de chaleur et la couverture de chauffe-eau

La section 3.3 du rapport précise que ces low-tech ont la particularité d'être invisibilisées, puisque leur intérêt n'est pas directement perceptible et que leur utilisation est passive. Ces low-tech sont donc principalement connues par les personnes ayant effectuées les ateliers correspondants, et sont souvent perçues comme utiles de par l'économie d'énergie qu'elles peuvent permettre. Les mamans les plus sceptiques aimeraient en revanche une preuve de leur efficacité, difficile à juger qualitativement (et même quantitativement dans le cadre des réflecteurs). Une personne extérieure en visite à la Maison des Familles lors du festival de la soupe, a également déclaré avoir apprécié l'aspect esthétique de la couverture de chauffe-eau, dont l'allure similaire à un grand ballon doré attire l'œil.

3.4.5 La machine à laver à pédales

La machine à laver à pédales semble avoir connu un grand engouement théorique quand elle a été proposée en atelier. Manque de chance, très peu de personnes ont pu être

présentes le jour de la fabrication. De plus, de par son aspect encombrant, elle n'a pas été conservée sur place. Elle n'est donc que très peu connue des personnes de la Maison des Familles, bien que, quand le sujet est lancé, certaines mamans militent pour qu'elle soit ramenée sur place. L'engouement global ne semble en revanche pas assez fort pour vaincre la peur de l'encombrement que représenterait son rapatriement à la Maison des Familles.

4 La marmite norvégienne, championne des low-tech

Bien qu'il y ait plusieurs low-tech installées à la Maison des Familles, on a vu qu'elles ne sont pas toutes perçues de la même manière. La marmite norvégienne est finalement celle qui marque le plus les esprits et cette partie cherche à établir les raisons de cette popularité.

4.1 Une low-tech qui marche

Comparée aux autres low-tech, la marmite norvégienne fait partie de ces low-tech dont l'utilisation et l'effet sont tous les deux ponctuels (cf tableau 4). L'utilisation de la marmite est donc un événement en soi et l'effet produit par cette dernière est rapidement observable. Pour les low-tech à effet permanent, il est presque impossible de vérifier leur fonctionnement en direct. Comment savoir que la chaleur est bien renvoyée par le réflecteur si la température dans la pièce est toujours la même ? Pour le savoir, il faut passer par une validation technique (cf Partie II). En ce qui concerne la marmite, si ce qui y a été mis dedans est cuit, il est clair que la low-tech fonctionne. Elle suscite donc un intérêt plus fort. Ainsi, à la Maison des Familles, la marmite norvégienne est la low-tech incontournable. Pour certaines mamans, parler de low-tech, c'est parler de la marmite. Beaucoup aimeraient d'ailleurs en avoir une chez elles. De plus, lors du festival de la soupe, les marmites ont été utilisées pour conserver la soupe afin de la garder chaude et ont éveillé la curiosité des convives. Ces derniers·ères ont par ailleurs questionné les mamans sur ces objets qu'iels ne connaissaient pas. Cuire ou garder au chaud avec la marmite norvégienne permet de faire directement l'expérience de la low-tech et d'en comprendre aisément la philosophie.

4.2 Un objet qui fédère

Nous avons déjà vu que la marmite attirait les regards et éveillait la curiosité, notamment lors du festival de la soupe. Il est également arrivé que certaines mamans, nouvelles à la Maison des Familles, n'ayant pas fait les ateliers ou étant simplement de passage, y jettent un coup d'œil curieux. Mais au-delà d'éveiller la curiosité, si cet objet est devenu central à la Maison des Familles, c'est parce qu'il intervient dans la confection des repas. Or, le repas est un moment structurant dans ce lieu d'accueil. Il s'agit d'un moment où beaucoup de gens se retrouvent pour partager une assiette de gratin ou un bol de soupe. Cela permet de gagner du temps de cuisine chez soi, d'économiser un repas ou, tout simplement, de manger à plusieurs et de prendre un moment pour soi dans un lieu sécurisant. La marmite est ainsi inextricablement liée à ce moment du repas. Fatiha, une maman, expliquait alors qu'elle ne connaissait pas les low-tech pour la simple et bonne raison qu'elle ne mangeait jamais à la Maison des Familles. De la même manière, en demandant des

renseignements sur les low-tech, le thème de la cuisine venait très vite dans la discussion. Un des gros avantages de la marmite, c'est que le riz y cuit très bien : « parfait », « très bon », « texture de cuisson », « bien cuit ». En plus de cuire, la marmite cuit bien et c'est aussi cela qui ravit les mamans et les bénévoles. La marmite fédère au même titre qu'un bon repas.

4.3 Économie d'énergie et résilience

En ce qui concerne les low-tech, les définitions données par les mamans ont montré une convergence vers la possibilité de faire des économies. On retrouve notamment l'idée de l'économie d'énergie, électricité ou gaz, et c'est justement un des grands atouts de la marmite norvégienne. En outre, il est difficile de déterminer les motivations réelles derrière les économies réalisées. Pour beaucoup, il est très probable que réduire sa consommation énergétique ait un intérêt majoritairement financier. Le public côtoyant la Maison des Familles étant plutôt précaire, il y a de grandes chances pour que ces personnes soient habituées à « faire attention ». Cuire en utilisant moins d'énergie porte donc un intérêt fort. Néanmoins, l'intérêt en termes d'énergie a bien été compris par les membres de la Maison des Familles et pas uniquement pour les économies réalisées. La marmite norvégienne, si elle nécessite un système de cuisson externe pour trouver son intérêt, permet quand même de s'affranchir d'une partie de la cuisson sur les plaques ou sur le gaz. Quand le gaz vient à manquer ou qu'il y a des coupures de courant, la marmite permet une certaine résilience et de continuer la cuisson par ailleurs. Un matin à la Maison des Familles, toutes les plaques à induction et le four étaient mobilisés, provoquant des coupures de courant incessantes. Il a alors été proposé de continuer la cuisson de la soupe à la marmite norvégienne. Par manque de temps, cette idée n'a pas été retenue mais cette situation montre le potentiel de la marmite en ce qui concerne la résilience dans un contexte de « pénurie » (ici d'énergie).

4.4 Sécurité et gain de temps

Si la marmite permet d'économiser de l'électricité ou du gaz en y ayant moins recours, elle affiche également une dimension sécuritaire. Les plaques de cuisson sont effectivement très efficaces, mais une brûlure est vite arrivée. Or, il arrive que les parents soient absents et que les enfants doivent manger par eux-même. La marmite norvégienne semble alors idéale pour permettre aux plus jeunes de manger chaud sans avoir à manipuler les plaques. Fatiha a notamment insisté sur ce point et semblait très intéressée par la marmite pour cet aspect. En mettant à cuire quelque chose en avance, elle déclarait pouvoir préparer le repas plusieurs heures avant afin que ses enfants mangent par eux-mêmes pendant qu'elle travaille. En offrant une certaine sécurité, une importante charge mentale est soulagée pour les parents. Il y a moins d'inquiétudes à avoir et cela peut même libérer du temps pour faire autre chose. Aïssata expliquait en effet que, contrairement au gaz, la marmite permettait de se reposer et que l'on ne se fatiguait pas. De même, Sabiha, qui a construit une marmite chez elle, racontait que lorsqu'elle recevait des invités, elle finissait la cuisson de son plat dans la marmite pour pouvoir ranger sa cuisine et son logement. Pour ces mamans, qui ont beaucoup de choses à penser, la marmite s'affirme comme une opportunité de réduire la charge mentale du quotidien et d'éventuellement prendre plus de temps pour d'autres activités, voire pour se reposer.

4.5 Limites de la marmite

La marmite norvégienne semble être un véritable couteau-suisse low-tech en collectionnant les avantages. Pourtant, il ne faut pas négliger certaines de ses limites.

D'abord, dans le cadre de la Maison des Familles, nous avons vu que la marmite était quasi-exclusivement utilisée pour la cuisson du riz et, parfois, pour garder au chaud la soupe. L'usage qui en est fait paraît assez restreint au vu de toutes les possibilités de recette qu'elle permet (cuisson de lentilles, de soupe ou de ragoûts, fonction de yaourtière, etc.). Le Low-Tech Lab Grenoble a présenté la marmite norvégienne en soulignant son efficacité pour la cuisson du riz, mais seule cette recette a perduré. Nous ne constatons pas vraiment d'expérimentation autour de la marmite. Cette timidité se traduit sûrement par un manque de temps et une volonté de plaire au plus grand nombre lors de la préparation des repas. Il y a un côté « risqué » à expérimenter des recettes à la marmite norvégienne quand vingt personnes, ayant des goûts variés, sont attendues à table. Pour autant, ces expérimentations autour de la marmite pourraient plaire aux mamans au vu d'un commentaire de Hadja : « La prochaine fois, on essaye les lentilles ! ». Il est d'ailleurs arrivé que suite à un échange avec Sylvie tandis qu'elle était en train de cuire des lentilles sur les plaques, cette dernière choisisse de terminer la cuisson à la marmite.

Ensuite, la dimension pratique de la marmite norvégienne est également à remettre en question. La marmite n'est pas forcément adaptée à toutes les casseroles, faitouts et autres récipients, ce qui peut parfois être limitant pour cuisiner une certaine quantité de nourriture. Pour autant, sur-dimensionner la marmite pour pallier ce problème n'est pas forcément pertinent car l'objet prend une place non négligeable dans l'habitat. Même sans parler des mamans qui n'ont pas de logement (environ deux tiers selon Sophia), pour beaucoup d'autres l'encombrement en est même le principal inconvénient. Où mettre sa marmite quand on vit déjà dans un petit logement et que la cuisine n'est pas adaptée à cette dernière ? On retrouve ici la notion d'ergonomie des low-tech qui a particulièrement été discutée dans un rapport dédié, et qui avait déjà pointé du doigt la difficulté de leur utilisation en ville/appartement/sans jardin [62]. Néanmoins, ce cas particulier n'a pas été étudié et mériterait de l'être.

Finalement, nous observons également une lacune (ou une crainte) sur l'aspect esthétique des low-tech. Si la capote de chauffe-eau est une œuvre d'art malgré-elle (voir section 3.2), il n'en va pas de même pour l'esthétique de la marmite norvégienne. Souvent faite en bois de palette récupéré, en morceaux de polystyrène et en couverture découpée, un travail important doit être fait pour que leur combinaison se transforme en bel objet. Pour cette raison, Sabiha a décidé de décorer la sienne. On retrouve ici l'un des freins classiques aux low-tech et à leur désirabilité. Les matériaux de récupération ont beau avoir des intérêts environnementaux et économiques, leur esthétique peut parfois repousser. Beaucoup de gens n'ont pas forcément envie d'avoir un bout de palette ou de bidon traîner dans leur habitat. Un des fondateurs du Low-Tech Lab déclarait ainsi en 2019 : « Il y a tout un travail à faire autour du design pour rendre plus esthétique et (surtout) plus ergonomiques ces systèmes qui utilisent souvent des matériaux de récupération. » [63].

5 Les low-tech comme transformation culturelle

Qu'il s'agisse des low-tech en général ou plus spécifiquement de la marmite norvégienne, ces objets et la philosophie qui les entoure paraissent pouvoir actionner des chan-

gements chez ses ultilisateur·rice·s. Ces modifications plus ou moins profondes des perceptions, des habitudes ou des pensées ont l'air de rayonner d'un point de vue individuel comme collectif. Les low-tech semblent disposer d'une dimension éminemment culturelle en ce qu'elles redéfinissent les structures sociales. Au centre de cette transformation, se retrouvent des dynamiques évoquées par Arthur Keller (cf figure 1) : l'empouvoirement, la reliance et la décomplexification de la société.

5.1 L'empouvoirement par les low-tech

Une des premières caractéristiques que semblent permettre les low-tech est l'empouvoirement ou l'encapacitation. Terme hérité de la notion d'*empowrement*, l'empouvoirement est une démarche transformatrice d'acquisition d'un certain pouvoir, à savoir d'une possibilité de faire des choses, s'articulant autour de l'individu, du collectif et du politique. Marie-Hélène Bacqué et Carole Bienwener écrivent ainsi : « Dans ses versions radicales et féministes, l'empowerment désigne un « processus sociopolitique » qui articule une dynamique individuelle d'estime de soi et de développement de ses compétences avec un engagement collectif et une action sociale transformative » [64]. Dans cette partie, nous allons étudier en quoi les low-tech permettent de s'empouvoirer.

5.1.1 Les low-tech ou la réappropriation de la technique

Avant même d'être utilisée ou d'exister, la low-tech passe par une phase de bricolage et de construction sans laquelle aucun objet low-tech ne pourrait exister. Une des grandes questions qui s'est posée était justement de savoir quel était l'intérêt et la portée du bricolage dans les low-tech et finalement, dans l'usage qui en était fait.

Il a effectivement été noté, dès le départ, que les mamans avaient très envie de refaire des ateliers pour bricoler. Derrière cette envie, nous avons surtout traduit leur engouement quant à l'utilisation d'outils afin de construire quelque chose ensemble. Pourtant, l'apport du bricolage dans la compréhension et l'apprentissage de la philosophie low-tech semble avéré. Peu de mamans nous ont parlé de la machine à laver à pédale à part Inès (qui la connaît très bien), l'une des seules à avoir activement participé à sa construction. Elle a par ailleurs cherché sur le site du Low-Tech Lab pour fabriquer de la lessive au lierre pour le test final à la Maison des Familles. Ici, il semble que le fait d'avoir fabriqué elle-même cet objet insolite lui a permis de mieux se l'approprier que les autres. À l'inverse, nous avions plutôt tendance à observer que les mamans n'ayant pas participé à un atelier ne connaissaient pas bien la low-tech correspondante et allaient jusqu'à oublier son existence au sein de la Maison des Familles. Sabiha, fan de la marmite depuis les tout premiers ateliers, a explicitement indiqué que les autres low-tech ne l'intéressaient pas. Ainsi, la construction de la low-tech semble, au vu de nos observations, au centre de l'assimilation du mode de pensée low-technologie et se répercute sur l'usage qui en est fait. Il faut toutefois nuancer ce propos : cela n'est pas forcément toujours le cas, et certaines mamans connaissent très bien des low-tech qu'elles n'ont pas fabriquées.

Finalement, l'essence des low-tech est peut-être même à ce niveau. Les low-tech, via la fabrication d'objets du quotidien, paraissent être un médium de réappropriation de la technique en transformant l'utilisateur qui subit la technologie en un constructeur expérimenté qui agit sur cette dernière [10]. D'une certaine manière, les low-tech trouveraient leur

10. Ce n'est pas sans rappeler l'outil convivial d'Ivan Illich [15])

intérêt premier dans le développement d'un regard critique vis-à-vis des techniques de par l'expérience du bricolage, et non pas dans l'objet créé. Pour des personnes qui découvrent les low-tech, la fabrication d'un objet répondant effectivement à un besoin initial, apporte peut-être plus, quant à la prise de recul générale concernant la société technicienne, que l'objet en lui-même et sa satisfaction du besoin exprimé. En soit, bricoler une low-tech et faire l'expérience d'une réappropriation de la technique offre éventuellement plus que l'utilisation que va apporter la low-tech construite. Et cette réappropriation fonctionne particulièrement bien à la Maison des Familles car elle est au centre de sa vocation depuis le début [11].

5.1.2 L'acquisition d'une certaine autonomie

Cet empouvoirement ne se résume pas uniquement à cette réappropriation technique : il s'étend également dans l'autonomie qu'offrent les low-tech. En proposant des alternatives ou des compléments à des technologies de cuisson, de chauffage, de distribution, de conservation, et bien plus encore, les low-tech offrent une indépendance, partielle ou totale, et permettent de se défaire de certaines conventions imposées par la société occidentale. Cet aspect d'autonomie se retrouve beaucoup dans la dimension accessible des low-tech.

En se voulant simples, les low-tech sont facilement appropriables et peuvent ainsi être fabriquées chez soi. À la Maison des Familles, il y avait une forte volonté de la part des mamans de ramener certaines low-tech chez elles, particulièrement la marmite norvégienne. Cette volonté s'incarne d'ailleurs parfois dans le sentiment de pouvoir effectuer la fabrication par elles-mêmes. Aïssata explique alors qu'elle se sent capable de refaire les low-tech toute seule si elle dispose du matériel car les étapes lui ont été montrées pas à pas. Pour Inès, refaire les ateliers ne serait pas un problème, notamment grâce à la documentation en ligne (elle a déjà refait de la lessive au lierre de son côté), mais elle n'en aurait pas forcément envie si elle ne le fait pas avec d'autres personnes. Sebastiano, âgé de 13 ans, estime qu'il est capable de refaire des réflecteurs de chaleur pour en installer chez lui. Cet atelier lui a également donné le goût du bricolage et il aimerait construire d'autres choses comme « des volets qui se ferment tout seuls avec une télécommande et un petit monteur ». Il est d'ailleurs possible de noter ici l'importance de la documentation en ligne dans ce processus d'autonomisation. La disponibilité des tutoriels et leur compréhension facilitée est très importante dans la prise en main des low-tech par des non-initié·e·s ou des apréhensif·ve·s. Cela a aussi permis à Sabiha, comme déjà évoqué précédemment, de refaire une marmite pour chez elle grâce aux tutoriels. Lors de l'atelier confection de cosmétiques DIY que nous avons animé, nous avons senti une forte demande pour que nous laissions les recettes à la Maison des Familles.

La limite de cette autonomie est sûrement l'accès aux matériaux et aux outils pour les réaliser. Si certains tutoriels ne demandent pas beaucoup de ressources, cela devient plus compliqué quand il s'agit de réaliser des low-tech plus complexes. De plus, de simples matériaux basiques sont parfois difficiles à trouver quand la personne n'est pas habituée à faire de la récupération. Peut-être que le Low-Tech Lab Grenoble pourrait organiser un atelier pour donner des conseils aux mamans en ce qui concerne cette partie de la

11. Babeth : « Les parents et les enfants rentrent dans une maison, c'est voulu c'est choisi c'est pensé. Car on souhaite que les parents et les enfants s'approprient ce lieu, parce qu'on pense que ce phénomène d'appropriation va aussi être très aidant pour eux. »

conception des low-tech.

5.1.3 Restaurer la fierté et donner la voix à ceux que l'on tait

Au cœur de l'esprit de la Maison des Familles, se trouve la volonté de redonner leur fierté à celleux qui s'en sont retrouvé·e·s dépourvu·e·s. Il s'agit là de tout l'intérêt initial du projet : par le biais des low-tech, permettre à des personnes qui seraient soi-disant loin de cette problématique d'appréhender les enjeux sociaux-écologiques de la technologie. Comme le disait très bien Joseph Wresinski, « Là où se prépare l'avenir d'une nation ou d'une communauté internationale, il importe que le Quart Monde en soit partie prenante » [65]. La low-tech se veut restructurante de la société, au moins de par le regard qu'elle porte sur la place de la science et de la technique. Les personnes en situation de précarité sont tout autant légitimes (voire parfois plus [12]) de s'approprier ces questions sociétales, que des ingénieurs intellectuels qui s'enferment trop souvent dans un entre-soi.

Cette notion de fierté qu'ont su apporter les ateliers low-tech à la Maison des Familles transparaît à plusieurs niveaux. Tout d'abord, il est possible de l'observer via l'appropriation qui en est faite par l'apprentissage et la connaissance. Aïssata nous disait par exemple avoir, grâce aux ateliers, fait des choses qu'elle ne pensait pas être capable de faire. Elle a également insisté sur l'importance de construire ensemble, dénotant ainsi à travers la fierté un esprit de collaboration. De là peuvent découler d'autres conséquences, comme un rayonnement extérieur à la Maison des Familles : par exemple Sabiha a fabriqué une marmite norvégienne pour ses parents en Tunisie.

Un autre élément qui dénote clairement de cette fierté d'avoir fabriqué des low-tech sur place est la présence d'un label « Fait à la Maison des Familles », qui a été imprimé sur des stickers et placé à proximité de chacune d'entre elles afin de les mettre en valeur. Dans cette idée de montrer le fait d'avoir fabriqué des low-tech à la Maison des Familles, l'utilisation des marmites norvégiennes lors du festival de la soupe (en plus de leur aspect bien entendu pratique), dénote d'une volonté de créer du dialogue avec des personnes extérieures sur ce qui est fait dans ce lieu d'accueil. En effet, exposer ainsi les low-tech, que ce soit par le biais d'évènements particuliers ou par la présence de stickers disséminés dans tout le bâtiment, génère de la curiosité et permet de valoriser les activités du lieu.

Ces différents éléments font des low-tech un nouvel espace d'expression de la fierté, propre à l'écosystème de la Maison des Familles. En redonnant la voix à des personnes mises à la marge en ce qui concerne le chapitre écologique, les basses technologies offrent à ces femmes et ces hommes l'occasion de s'engager collectivement pour transformer la société. En cela, construire et utiliser les low-tech dans un lieu comme la Maison des Familles constituent un empouvoirement réel.

5.2 Les low-tech au centre d'une dynamique de reliance

Au-delà de s'empouvoirer, les low-tech sont construites dans une dynamique collective, de transmission de connaissances et de partage. Les utilisateur·rice·s semblent ainsi évoluer dans un climat de reliance. Marcel Bolle de Bal définit le verbe relier de la manière suivante : « créer ou recréer des liens, établir ou rétablir une liaison entre une personne et soit un système dont elle fait partie, soit l'un de ses sous-systèmes » [66]. Ce lien peut se faire entre deux personnes ou plus, entre générations, entre culture ou même entre une

12. Babeth : « Ces personnes sont vraiment des expertes de la situation dans laquelle elles vivent »

personne et un objet, voire une idée, une valeur, etc.. Cette partie cherche alors à étudier cette dite reliance dans le cadre de l'usage des low-tech.

5.2.1 Faire ensemble, faire avec

En plus de l'aspect fierté, la Maison des Familles met beaucoup en valeur la volonté d'impliquer ses accueillies dans une dynamique relationnelle. À la Maison des Familles, on fait ensemble, on choisit ensemble, on décide ensemble. Comme le décrit Babeth : « Dans le quotidien les parents sont complètement partie prenante de ce qui se passe, de ce qui se vit ».

Comme nous avons déjà pu l'évoquer précédemment, la low-tech est un processus relationnel collectif dans le cadre de la Maison des Familles. Il y a eu une forte volonté de co-construire les ateliers entre les intervenant·e·s du Low-Tech Lab Grenoble (et les étudiant·e·s associé·e·s) et les mamans. Comme le dit Hadja : « je suis contente de vous rencontrer ». Ce sont elles qui ont choisi quelles low-tech elles désiraient construire et ce qu'elles allaient en faire. De plus, comme Inès a pu l'évoquer, si construire des low-tech correspondait à un aussi bon moment, c'est avant tout parce que lesdites low-tech ont été construites « ensemble ». Elle ajoute également qu'elle ne se verrait pas les refaire seule car ce qui importe c'est la dimension collective. Pour Aïssata, c'est justement parce que les low-tech ont été construites ensemble que ça en fait un moment « inoubliable », qui marquera à jamais les esprits.

Il semble donc important que la low-tech s'inscrive dans un processus collectif. Construire une low-tech est une activité qui semble faire sens uniquement si elle est faite à plusieurs, et de préférence sans rester dans l'entre-soi ingénieur. En effet, elle est l'objet de création de lien social par la décision collective, la fabrication collective et l'utilisation collective (que la low-tech puisse par exemple être perçue comme un commun [47]). Cela fait également sens de par la dimension pédagogique de la low-tech pour sensibiliser, par exemple, aux enjeux écologiques (bien que dans le cadre de la Maison des Familles, la notion d'économie qui a été intégrée semble moins liée à l'écologie qu'à un gain en argent). Ce dernier aspect est développé dans la section 5.2.3.

5.2.2 Créer du lien autour des low-tech

Dans le cadre du projet LUTH, les low-tech ont également, et peut-être principalement, été l'occasion d'expérimenter de la mixité sociale. Elles ont permis de rejoindre sur un terrain commun des acteurs et actrices de l'ingénierie et des personnes en grande précarité. D'autres personnes de différents milieux sociaux ont également pu être impliquées, comme des travailleuses·eurs sociales·aux et des bénévoles de générations variées. Cette rencontre reste du côté étudiants ingénieurs, une expérience de vie forte et source d'une ouverture d'esprit précieuse. De plus, du moins pour Hadja, cela constitue une expérience enrichissante : « Jamais nous on imagine la pièce, le vélo, les produits, etc, grâce à vous on connaît des choses ».

Les low-tech vont ainsi de pair avec le partage. Les ateliers et l'utilisation des différentes low-tech ont été l'occasion de partager des moments, des repas et des savoirs. Ces objets insolites ont permis de créer la discussion et le débat, allant même jusqu'à amener des conversations sur la science, la consommation de viande en Afrique et en France, la définition de l'ingénieur, l'énergie, etc.. Cet aspect fédérateur des low-tech s'est également fait ressentir lors du festival de la soupe. En effet, pour cet évènement, des

financeuses·eurs et d'autres actrices·eurs plus ou moins directement lié·e·s à la Maison des Familles sont venu·e·s sur place. Or étaient exposées les marmites norvégiennes, dans lesquelles la soupe était conservée au chaud. Ces dernières ont attisé la curiosité d'un bon nombre de ces personnes, ouvrant la voie à la discussion et à l'échange. Cela vaut également pour la couverture de chauffe-eau dont un visiteur a mentionné l'aspect esthétique, ce qui a dérivé sur une discussion sur les low-tech. En bref, ces objets sont de réels brise-glace et vecteur de rencontres, autant de par leur construction que de par leur utilisation.

5.2.3 Transmissions horizontales et multilatérales

Au cœur de la philosophie low-tech se trouve la question de la réappropriation du savoir-faire. Celle-ci ne peut pas se faire sans échange de connaissances, lequel se fait par le prisme de la fabrication, comme processus d'apprentissage. Contrairement à un processus « classique » d'apprentissage où une personne se place en position de sachant (« le maître ») et l'autre en position de non sachant (« l'élève »), la low-tech, de par sa philosophie fondamentalement basée sur l'humain, rappelle une position d'humilité qui permet une horizontalisation des savoirs. Il n'y a pas juste un·e connaisseur·se des low-tech, mais un·e intervenant·e qui peut apporter son savoir faire en l'échangeant avec les connaissances et le savoir faire des participant·e·s de l'atelier.

Cet aspect d'échange horizontal est très important pour la Maison des Familles, où l'on cherche également à redonner leur voix à des personnes en situation difficile. Pour Babeth « leur parole a de la valeur et cette parole doit être prise en compte ». Il faut arrêter de considérer les personnes en précarité comme des « non sachantes ». Elles ont au contraire un savoir chaud très important sur les questions d'économie, parfois de réutilisation. La transmission est donc, dans le cadre des ateliers, le plus possible multilatérale.

De plus, les histoires variées des mamans les ont souvent amenées à utiliser des low-tech sans les nommer ainsi (après tout le terme « low-tech » est récent et intellectuel). Plusieurs mamans disaient avoir déjà un garde-manger chez elles avant d'en construire un à la Maison des Familles. Sabiha disait ne pas connaître les low-tech avant l'intervention du Low-Tech Lab Grenoble, en tout cas « pas comme elles ont été présentées ». De la même manière, Fatiha a également évoqué qu'elle utilisait déjà des astuces pour économiser l'eau ou l'énergie dans son habitat, en bloquant partiellement la chasse d'eau et en évitant que la chaleur de ses radiateurs ne s'échappe par les fenêtres. Cela souligne le fait que la low-tech faisait partie de la vie de certaines mamans bien avant que des gens ne viennent leur en parler, mais pas sous le prisme d'une approche « ingénieur » de l'objet.

Finalement, cette transmission s'est faite de manière multilatérale : les mamans, les bénévoles, les stagiaires, les employé·e·s, les professeur·e·s, les encadrant·e·s, les commanditaires et nous-mêmes avons toutes et tous ajouté·e·s notre pierre à l'édifice. Chacun·e s'est nourri des réflexions des autres et cela a permis, grâce à une pédagogie par les low-tech, d'aborder des notions complexes de société.

5.3 Décomplexifier la société : les low-tech comme outil pédagogique

Les low-tech, dans le cadre du projet LUTH, ont été testées comme médium pour aborder les questions de transition avec un public en situation de précarité. Via les ate-

liers, les low-tech ont notamment été appliquées en tant qu'outil pédagogique cherchant à s'attaquer à un sujet complexe, mais essentiel, à savoir l'énergie dans l'habitat.

5.3.1 Apprendre avec les low-tech

La Maison des Familles a été pour le Low-Tech Lab Grenoble une manière de réfléchir à la transmission de concepts, ici l'énergie dans l'habitat, au travers des low-tech. Si les low-tech commencent à voir apparaître des cours qui leur sont dédiés [67], peu d'études s'intéressent aux low-tech comme outil *pour* enseigner. On parle alors de *pédagogie*. La pédagogie regroupe les méthodes et pratiques d'enseignement permettant de transmettre un savoir (connaissances), un savoir-faire (compétences) et un savoir-être (attitudes). On se demande donc en quoi les low-tech peuvent permettre de transmettre savoir, connaissances et attitudes.

On a vu plus haut qu'il y avait effectivement une transmission multilatérale qui se faisait et que les low-tech permettaient une certaine horizontalité dans cette transmission. Du côté des mamans, il y a vraiment une sensation d'avoir appris. Aïssata explique qu'avant les ateliers, elle ne savait pas comment « garder les fruits et légumes » ou « économiser l'électricité » et qu'après elle avait compris ce qui était « bien et pas bien ». Les ateliers low-tech ont donc eu un impact qu'elle a identifié sur ses connaissances. Ces ateliers ont également été l'occasion de développer les compétences des mamans, par exemple d'Inès qui explique que c'était la première fois qu'elle bricolait. Pourtant ce savoir-faire qu'a apporté le bricolage compte peut-être moins que son aspect ludique. Tout le monde a pris un grand plaisir pendant ces ateliers et le bricolage y est sûrement pour beaucoup car il permet de faire des activités hors du commun : « J'ai adoré trouer les pièces » raconte Hadja. Sebastiano, un enfant de la Maison des Familles, résume les ateliers ainsi : « on parlait, on bricolait, on rigolait ».

Cette dimension divertissante semble jouer un grand rôle dans le rapport se développant à l'égard de la low-tech et de son assimilation. Cela peut éventuellement mettre une distance vis-à-vis de la gravité et du sérieux des sujets abordés via les low-tech. Si faire des économies (électricité, eau, argent, nourriture) devient un jeu ou un défi par les low-tech, il y a des chances pour que quelqu'un·e les découvrant ait envie de s'en emparer pour les amener dans son domicile.

5.3.2 Aborder les questions énergétiques

La pédagogie par les low-tech s'est notamment attaquée au sujet de l'énergie en souhaitant sensibiliser les mamans vis-à-vis de cette question. La plupart des mamans ont alors modifié leur comportement à l'issue des ateliers. Certaines mamans nous disaient s'être mises à débrancher les chargeurs des prises électriques quand ils étaient inutilisés, ou à éteindre la télévision quand elle n'était pas regardée.

La personne qui semble le plus s'être appropriée à sa manière un grand nombre de notions liées à l'énergie paraît être Aïssata, qui avait en tête l'idée que le plus important reste d'isoler sa maison et que le reste est à la marge. Elle a déclaré avoir appris également grâce aux ateliers comment lire sa facture d'électricité. Elle avait très bien compris qu'il n'est pas facilement faisable de comparer des factures sur deux périodes données pour observer l'efficacité des réflecteurs de chaleur : « La facture met pas telle chose consomme, telle chose consomme. C'est très compliqué avec la facture, on ne peut pas comparer ». Beaucoup de mamans ayant travaillé sur les réflecteurs de chaleur semblent avoir intégré

quelques notions vulgarisées de thermodynamique. Même Sébastiano, un enfant, s'est senti capable d'expliquer comment marchait cette low-tech. Il est probable que le fait d'avoir expérimenté avec le thermomètre laser au moment de l'atelier ait aidé bon nombre de personnes à intégrer ces notions.

Lors de l'atelier de clôture, nous avons essayé d'apporter quelques notions de puissance et d'énergie, avec des ordres de grandeur, mais ce n'était probablement pas assez vulgarisé et trop indigeste. C'était très scientifique (au sens traditionnel, de la technique pour la technique), et les mamans ne semblent pas nous avoir suivi sur ce terrain-là. De surcroît, cette expérience rend compte de la complexité de ces notions : pour Aïssata, « L'énergie ça dépend. Une personne, elle a beaucoup d'énergie, elle a beaucoup de force, elle est rapide, elle a du courage ». Il est en revanche intéressant de souligner que cette partie n'a pas directement de lien avec les low-tech et leur philosophie, elle est plutôt la preuve de l'échec d'une approche « classique » de l'apprentissage là où la pédagogie par la low-tech a davantage fait ses preuves. Cette expérience souligne également l'importance de prendre son temps, puisque nous sommes passés trop vite sur ces notions, au vu du fait qu'il ne s'agissait pas de la priorité de l'atelier.

5.3.3 Une réflexion autour des besoins

Même s'il n'a pas été abordé en tant que tel, le sujet du besoin est également central dans l'apprentissage par les low-tech. En effet, la notion de besoin est structurante dans l'esprit low-tech et quel que soit la définition qu'on lui donne, la low-tech doit partir d'un besoin pour se construire. Quand il a été demandé à Aïssata si elle voudrait en construire d'autres, elle a répondu : « si c'est nécessaire pour nous ». On voit bien qu'il faut que la low-tech remplisse sa fonction d'*utilité*.

Les low-tech qui ont été installées à la Maison des Familles étaient sur la thématique de l'énergie dans le logement. Il s'agit là d'une réponse à un besoin que l'on pourrait qualifier de « physionomique » ou « physique » : être au chaud sans dépenser une quantité d'argent et de CO_2 astronomique. Pour des personnes en situation de précarité énergétique, ce besoin peut même s'avérer vital. Néanmoins, nous avons pu constater que le besoin est quelque chose de purement subjectif. Lors de l'atelier de clôture, après qu'on lui ait demandé si elle pensait que le réducteur de débit d'eau fonctionnait, Hadja a expliqué que, selon elle, ce n'était pas le cas. En fait, l'eau coulant trop faiblement pour laver ses cheveux, elle se retrouvait à prendre des douches plus longues, ce qui l'agaçait. Elle en a alors conclu que le réducteur ne fonctionnait pas. En réalité, d'un point de vue technique, le réducteur fonctionne car il réduit effectivement le débit d'eau. Pour autant, il ne répond pas au besoin de Hadja et ne remplit donc pas son rôle d'*utilité*.

Cependant, si les besoins auxquels tentent de répondre les low-tech sont explicitement définies (économiser de l'électricité par exemple), ces dernières semblent aussi répondre à des besoins plus implicites. En effet, par le biais des ateliers et de leur utilisation, les low-tech répondent également à des besoins davantage « psychologiques » et « sociaux », de par la fierté qu'elles apportent, les relations sociales qu'elles permettent et le vecteur de connaissance qu'elles représentent. Hadja conclura l'atelier de clôture en disant que ce que les low-tech lui ont le plus apporté, ce sont les rencontres qu'elles lui ont permis de vivre. Finalement, les low-tech semblent pouvoir être un véritable outil pédagogique qui permet de décompléxifier la société tout en satisfaisant des besoins psychologiques et sociaux essentiels.

6 Conclusion

La validation d'usage a été un travail très long et a demandé plusieurs mois pour être menée à bien : créer du lien, récolter des informations, les exploiter et les rendre cohérentes. Tout cela a nécessité beaucoup d'énergie mais a permis d'aborder les low-tech sous un angle assez nouveau. Les low-tech ont beau fonctionner (cf Partie II), nous ne savions pas, avant d'observer l'usage qui en est fait à la Maison des Familles, si elles étaient (bien) utilisées pour autant. Nos observations ont montré que les low-tech ont un réel potentiel en ce qui concerne les transitions liées à l'habitat et que certains aspects théoriques de ces basse-technologies se retrouvent effectivement dans leur usage. Néanmoins, certaines limites demeurent et cela donne de la matière à explorer pour comprendre tout ce que les low-tech ont encore à nous apporter.

Cinquième partie

Synthèse du rapport

Cette étude s'est intéressée à une double validation des low-tech, l'une de la technique, l'autre des usages, en présentant également les ateliers ayant été mis en place pendant le projet. Cette dernière partie cherche à faire le lien entre les précédentes et faire un bilan sur le projet LUTH dans le cadre du semestre PISTE.

1 De la technique aux usages

Jusqu'à présent, l'aspect technique des low-tech a été plus ou moins dissocié de l'usage qu'il en est fait. Pourtant, il semblerait qu'il y ait quand même un lien qui se joue entre les deux. Comprendre comment fonctionnent les low-tech favorise-t-il leur utilisation ? Si les low-tech ne fonctionnaient pas, seraient-elles utilisées (ou utiles) pour autant ?

Afin d'explorer ce lien entre la validation technique et la validation d'usage, le dernier atelier (cf Partie III) a cherché à approcher le fonctionnement et la validité technique des low-tech par le biais de protocoles expérimentaux pédagogiques. Avant de réaliser cet atelier, en expérimentant les protocoles dans nos collocations, nous avions remarqué un intérêt particulier des gens pour les low-tech lorsque leurs fonctionnalités étaient évaluées puis validées. Dans ce cas, comme lors de la fabrication, la validation technique accompagne vers l'usage. Cela s'est traduit par une émergence de la compréhension que les mamans ont du fonctionnement des low-tech, ainsi que de la manière dont elles conçoivent la vérification de leur fonctionnement.

On peut relever qu'il y avait une réelle attente de s'assurer que la low-tech fonctionne avant son utilisation :« Je ne l'utilise pas, elle ne fonctionne pas », mais que dans de nombreux cas les validations sont basées sur des perceptions de fonctionnement sans réelle véracité. Par exemple, on a pu entendre la part des participantes « oui les réflecteurs de chaleur fonctionne, il fait plus chaud et moins humide », or ceci peut être dû à un certain usage de cette low-tech. Il est intéressant de noter que les mamans qui paraissaient connaître le mieux les low-tech étaient également celles qui avaient plus de facilité à comprendre les mécanismes de consommation d'énergie dans un habitat. On pourrait alors imaginer une causalité entre le fait qu'elles soient à même de comprendre les notions de pertes d'énergie, de consommation d'eau et d'isolation thermique et le fait qu'elles utilisent les low-tech.

L'appropriation serait alors nourrie par le besoin de moins consommer, ce qui se traduit souvent par une diminution du coût de la facture. En effet, cette diminution est très régulièrement apparue comme l'objectif de l'utilisation de la low-tech. Des données quantitatives sur l'énergie économisée, lesquelles se traduisent ici par le calcul du gain en énergie d'une facture à l'autre, donnent des ordres de grandeur bienvenus et facilement compris. Dans le cas de la marmite norvégienne, ce qui est attendu de la low-tech est la bonne cuisson du riz, l'objectif de réduction de consommation de gaz étant secondaire ou absent. C'est peut être également pour cela que son utilisation n'a pas été étendue à d'autres aliments : ici l'usage est corrélé à ce qui est attendu de la marmite norvégienne, que le « le riz cuise bien ». On touche alors à la notion de *fonction* de la low-tech.

2 Quelle fonction pour la low-tech ?

Si nous avons étudié le fonctionnement des low-tech installées à la Maison des Familles et montré qu'elles remplissent effectivement ce pour quoi elles ont été construites, cette notion de fonction de la low-tech est dure à définir. En soi, la question est de savoir quel rôle joue réellement la low-tech. Au travers de la simple validation technique, on pourrait dire que la low-tech sert à économiser de l'énergie, de l'eau ou de la nourriture. Par exemple, la marmite norvégienne permet de se passer partiellement des plaques de cuisson, c'est sa fonction première. Pourtant, ce qui motive cette fonction est beaucoup plus vaste. Comme nous l'avons vu, la marmite permet d'économiser de l'énergie, donc de l'argent ou même du CO_2. Cela a notamment pour intérêt d'allonger la durée de vie des plaques de cuisson. Dans la validation d'usage, les mamans ont expliqué que la marmite permettait de se reposer, de bien cuire le riz, d'éviter aux enfants de manipuler les plaques. Finalement, nous avons même pu constater que les low-tech amenaient des sujets de société complexes sur le tapis, des discussions intéressantes, un matériel pédagogique inédit, des rencontres, de la joie.

Alors, finalement, quelle est la fonction d'une low-tech ? Économie, minimalisme, sobriété, sécurité, sapidité, oisiveté, apprentissage, pédagogie, lien social ? Il s'agit éventuellement d'une seule de ces choses, comme de toutes. Tout dépend de ce pourquoi l'utilisateur·rice, le·a bricoleur·euse, le·a concepteur·rice a décidé de l'utiliser, de la bricoler, de la concevoir. Mais il se peut également très bien qu'un de ces éléments ne soit pas satisfait et que cela suffise pour que la low-tech « ne fonctionne pas ». Néanmoins, s'il a fallu passer par la mise en place de l'objet low-tech pour que cette réflexion sur le besoin se soit initiée chez l'individu·e, explicitement ou implicitement, sa fonction est peut-être partiellement remplie. En fait, la fonction véritable de la low-tech se trouve possiblement à ce niveau là.

3 Le besoin, si universel ?

Comme souvent, les limites des low-tech sont à chercher du côté des besoins. En général, un grand soin est porté sur l'identification de ce besoin dans le but de concevoir et de construire une low-tech qui y réponde au mieux. Pourtant, nous avons vu que la fonction d'une low-tech dépend très fortement du besoin exprimé par la personne qui l'utilise.

Partir des besoins humains fondamentaux est une très bonne façon d'amorcer cette réflexion, cependant nous ne sommes pas des êtres à l'état de nature, nous avons acquis une socialisation, nous évoluons dans des structures qui nous façonnent. Nous acquérons des habitus [13], des modes de vies qui font partie de nous, de qui nous sommes. Il apparaît alors que si la définition des besoins est fixée par une personne ou un groupe de personnes, qui ont des modes de vie propres et spécifiques, ces besoins leur seront propres et spécifiques. De là vient qu'il est difficile de dégager des besoins universels. Se nourrir est certes un besoin fondamental de l'être humain, commun à toutes et tous. Mais dans deux cultures différentes la solution low-tech associée peut être très différente. Si des individus ont l'habitude de cuisiner des plats mijotés ou des soupes, la marmite norvégienne sera pertinente pour réduire leur consommation d'énergie. En revanche, si des individus ont

13. Ensembe de comportements, de tenues, de styles de vie acquis par un ou plusieurs individus [68]

l'habitude de cuisiner au feu de bois des produits de la pêche et des galettes de céréales, un rocket stove se révélera bien plus pertinent qu'une marmite norvégienne qui n'aura, elle, que peu d'utilité dans cette situation.

Un besoin est toujours subordonné à des contextes culturels, géographiques, sociaux, économiques, etc. : il n'existe pas en lui-même. Penser que chaque low-tech peut et doit convenir à tout le monde revient à nier la diversité culturelle et le caractère inégalitaire de notre monde. Le caractère accessible et appropriable des basses technologies prend ici tout son sens. En amont de la construction d'une low-tech, le besoin et l'usage qui sera fait de la low-tech doivent donc être considérés en contexte, dans l'idéal co-construits avec l'utilisatrice·eur pour tenter de rester au plus près de ses besoins.

4 L'exemple de la Maison des Familles

À la Maison des Familles, cela se traduit par le fait que la réception et l'appropriation des low-tech sont inégales. Certaines low-tech sont très utilisées car elles parviennent à s'inscrire dans le contexte précis de la Maison des Familles. Ce lieu est mouvant, chacun·e vient quand iel le souhaite, la rencontre en est au centre [14], et les personnes accueillies ont une énorme charge mentale liée à leur précarité. Les besoins spécifiques de la Maison des Familles sont donc à aller puiser dans ce contexte mais aussi dans sa vocation, redonner de la fierté aux parents, « en prenant en compte leur parole, en leur offrant un lieu à s'approprier, en élaborant ensemble des choses » [15].

Cette perspective permet de comprendre pourquoi les ateliers, « le bricolage », sont autant plébiscités, mais aussi pourquoi la marmite est la low-tech la plus appréciée. Son utilisation et son fonctionnement sont simples, elle est rapidement appropriable par des personnes non-initiées. Elle intervient pour créer du lien dans un moment où l'échange est déjà omniprésent, la préparation du repas. Ceci explique également pourquoi les autres low-tech sont moins plébiscitées. Bien que le garde-manger suscite l'enthousiasme en tant qu'objet esthétique et chargé de souvenirs, il est très peu utilisé comme garde-manger car peu adapté dans un contexte où ce sont rarement les mêmes personnes qui font les courses et qui cuisinent. La transmission des pratiques devient bien plus complexe. Par ailleurs, il n'y a pas de doute au fait que certaines mamans avaient déjà d'autres alternatives au frigo dans leurs pays d'origines, car comme le précise Aïssata « Chez moi [en Guinée] courant pas courant c'est pareil, on fait même pas la différence ». Elles ne se sont simplement pas appropriées cette alternative, peut-être transmise trop rapidement. Un changement de pratique prend du temps, surtout lorsque la charge mentale est grande, et le garde-manger n'a pas une architecture intuitive. Les autres low-tech, souvent invisibilisées, sont de fait très utilisées mais peu mises en valeur. Il a été très dur de mener une étude quantitative sur ces low-tech avec nos moyens restreints et absolument impossible de la mener à la Maison des Familles compte-tenu du contexte.

Il y a cependant une réflexion à mener sur l'efficacité de ces low-tech. Quels gains énergétiques fait-on grâce aux réflecteurs si le passage dans la pièce est fréquent et donc si les portes sont régulièrement ouvertes ? Avec des murs épais en pierre, n'est-il pas valable de laisser les murs emmagasiner un peu de chaleur pour la restituer plus tard ? Comment savoir si son chauffe-eau a besoin d'une couverture isolante ? Toutes ces questions et

14. Babeth : « La première chose que j'aime dans mon métier c'est la rencontre, l'autre est vraiment une chance »

15. Interview de Babeth

bien d'autres se posent légitimement. Dans notre étude nous n'avons eu ni le temps ni les moyens pour y répondre, mais elles doivent être au cœur de la réflexion lorsque la question de la démocratisation des low-tech est posée.

5 Low-tech dans l'habitat : le bilan

Au travers de plusieurs protocoles expérimentaux, de deux ateliers et de plusieurs mois d'enquête de terrain, nous avons cherché à établir les opportunités qu'offrent l'utilisation des low-tech dans l'habitat. L'objectif initial était d'aborder les questions de transitions avec un public en situation de précarité afin de redonner une voix à ces personnes dans le chapitre écologique et social. Cette intention a en réalité ouvert des possibilités bien plus larges puisque la Maison des Familles est un lieu privilégié pour l'observation d'un collectif de non-initié·e·s s'appropriant les low-tech.

Si l'on a pu montrer que les low-tech ont effectivement des avantages en terme d'économie d'énergie, d'eau, de nourriture, et a fortiori d'argent, tout en ayant un impact faible sur l'environnement, nous avons également vu qu'elles sont effectivement utilisées et qu'elle ont du potentiel pour changer les habitudes dans l'habitat. Que ce soit dans la manière de cuisiner, d'aborder les questions énergétiques, de développer son âme de bricoleur·euse, d'entretenir des liens sociaux, de se forger un esprit critique, de créer une discussion autour des besoins, les low-tech semblent être un couteau suisse social, politique et culturel. Sont résumés dans le tableau 5 les différents leviers sociétaux qu'offrent les low-tech, les notions mobilisées tout au long de notre analyse et des exemples d'activités qui sont associées à ces dernières.

Levier	**Notions**	**Activités associées**
Social	Reliance Rencontre Partage Joie	Participer à un atelier Discuter des low-tech Exposer et utiliser les low-tech lors du festival de la soupe
Politique	Empouvoirement Autonomie Communauté	Bricoler soi-même Utiliser un tutoriel en libre-accès Réaliser un protocole de validation technique Expliquer le fonctionnement d'une low-tech à quelqu'un
Économique	Économie Récupération	Utiliser une low-tech Fabriquer une low-tech avec des matériaux de récupération Maîtriser sa consommation d'énergie en installant une low-tech chez soi
Culturel	Habitudes Histoire Pédagogie Connaissances	Cuisiner à la marmite norvégienne Prendre des douches avec moins de débit Transmettre une low-tech non-nommée Construire une low-tech pour ses parents

Tableau 5 – Récapitulatif des leviers permis par les low-tech et des notions et activités associées.

6 Retours d'expérience

Le projet LUTH nous a tous beaucoup apporté. Dans cette section, nous souhaitons donner notre positionnement personnel vis-à-vis des cinq derniers mois à côtoyer la Maison des Familles et établir un retour d'expérience sensible.

Rémi

J'ai choisi ce projet parce que j'étais curieux de rentrer en contact avec un public comme le public que la Maison des Familles. Je voulais comprendre ce que les connaissances en ingénierie pouvaient leur apporter et inversement ce qu'ils ou elles nous apporteraient. J'avais très rapidement entendu parler des low-tech avant ce projet et j'étais curieux d'observer l'appropriation par des personnes qui ne choisissent pas une sobriété mais vivent une précarité. En effet, les fois précédentes où les low-tech m'étaient présentées, la sobriété heureuse était une des finalités de leur utilisation. Je souhaitais aussi m'approcher de l'imaginaire des low-tech et mieux connaître les structures porteuses et leurs acteur.rices. Je repars donc avec une meilleure vision des forces et faiblesses de la low-tech pour aborder et opérer une transformation sociétale. Je sais aussi que, pour le moment, ce ne sera pas l'angle par lequel je vais agir pour la transition car je me plais moins dans cette approche manuelle. L'année précédant le projet, pendant mon année de césure, je me suis formé aux outils et posture de coopération. J'ai ensuite pu expérimenter la coopération à travers plusieurs collectifs dans lesquels il existait une même culture commune. Ce projet fut donc une expérience nouvelle de coopération où chacun d'entre nous arrivait avec des expériences et une culture différente. J'ai beaucoup appris en travaillant avec Baptiste, Gabin et Marceau sur comment apporter des outils adéquats et appropriables. Je pense qu'un réel climat de confiance s'est installé et a permis à l'ensemble du groupe d'agir sur les responsabilités que nous nous étions fixées en étant souverain sur les prises de décisions. De plus, l'énergie fournie pour entretenir de bonne relation avec les membres de la Maison des Familles a permis de mener à bien le projet. Je souhaite que les personnes qui ont suivi ces ateliers puissent faire rayonner les low-tech autour d'elles et à Laure, Aude, Julie et Sophie de continuer à inspirer autour d'elles. J'espère aussi que les protocoles seront utilisés et améliorés. Enfin, je suis content du niveau d'implication que j'ai eu qui permettait à la fois de répondre à l'intention du projet mais aussi qui me permettait de mettre mon énergie dans d'autres projets extra-scolaires.

Gabin

Pour ma part, j'ai choisi ce projet car les sujets autour des inégalités et de la violence symbolique m'ont toujours interloqué, secoué, et que le public de la Maison des Familles est à mon sens traversé par ces problématiques. Choisir ce projet c'était déjà soutenir ce type de lieu, ces éducateurs spécialisés, ces bénévoles, qui font un travail formidable pour combler les manquements de politiques sociales injustes et excluantes.

De plus, j'étais en train d'apprendre et d'expérimenter la « low-tech », en tout ce qu'elle comporte de puissamment philosophique et de fondamentalement pratique. J'étais au début de ma mise en perspective et de ma remise en question de cette terminologie. En quoi cela est-il différent du mode de vie d'une partie du centre Bretagne ? des vieux de mon village ? des constructeurs d'habitats légers ? Quels nouveaux horizons permettent

ce terme, « low-tech » ? N'est-ce qu'une abstraction d'ingénieurs qui désigne des pratiques très concrètes qu'ils ont oubliées dans leur mode de vie citadin de classe moyenne supérieure ?

J'avais envie de confronter cette vision critique que je commençais à construire. Évidemment à l'ENSE[3] on m'a vanté cette nouvelle philosophie de vie, mais je savais qu'il ne pouvait en être autrement étant donné le contexte de ce semestre. Pour me forger un avis, je pense que j'avais besoin de moi-même comprendre, en profondeur, ce qu'implique « diffuser l'esprit low-tech » dans toutes les tranches de la population. Car il faut être prudent, ces nouvelles pratiques low-tech ont pour objectifs premiers de faire baisser l'impact environnemental de nos modes de vie. Cependant en France, les 1 % les plus riches émettent environ 40 fois plus de CO_2 que les 10 % les plus pauvres [69]. De prime abord, on pourrait conclure hâtivement que les low-tech ont intérêt à être diffusées à un public aisé car plus pollueur, plutôt qu'à la Maison des Familles. Et c'est sur ce point que ce projet m'a beaucoup appris. Derrière la réduction de son impact écologique qui parfois se révèle presque être un prétexte, la low-tech permet comme nous l'avons décrit, de partager émotions, savoirs et pratiques. La joie et les questionnements des mamans ont été une richesse bien plus grande, à mon sens, que la réduction de leur empreinte carbone. Redonner de la fierté à ces personnes, les rendre visible et audible, par quelques moyens que ce soit, est pour moi un acte extrêmement fort, permis par la low-tech.

Pour finir, j'aimerais remercier du fond du cœur mes trois camarades. Nous avons chacun mis beaucoup d'énergie dans ce projet car il fait puissamment sens pour nous. Je suis très heureux de ce rendu final et de la synergie qui s'est créée au sein du groupe.

Baptiste

Ce projet n'était pas mon projet coup de cœur pour rien : je suis très sensible à la question de la précarité, notamment via mes engagements associatifs. Or, les autres projets ne présentaient qu'une dimension technique et non humaine.

J'ai passé de très bons moments à la Maison des Familles, où je me suis senti très vite à ma place grâce à l'accueil et à la bienveillance qui y règne. Ces échanges m'ont permis d'ouvrir mon esprit sur d'autres aspects de la remise en valeur des personnes précaires que ceux dont j'ai l'habitude.

L'aspect pédagogique de la validation technique m'a également bien intéressé, et, plus surprenant, la validation technique avancée m'a également motivé car je me suis occupé de la gestion de la pince ampèremétrique, un système arduino d'un tout autre niveau que ce que j'avais pu faire jusque là.

Finalement, je retiendrais surtout l'aspect humain de ce projet, qui m'a apporté beaucoup personnellement. Je suis plutôt content de notre travail et j'espère qu'il sera utile à d'autres. C'est la première fois que je mets autant de cœur pour un projet dans le cadre des cours.

Marceau

Alors que j'étais complètement déboussolé en école d'ingénieur, à la limite de la réorientation, le projet LUTH et le semestre PISTE ont été pour moi une aubaine, un petit bijou qui n'aurait pas pu mieux tomber. Ces cinq mois passés aux côtés des élèves venus

des quatre coins de Grenoble INP, des encadrants et de toutes les magnifiques personnes rencontrées à la Maison des Famille m'ont permis de redonner du sens à mon quotidien et de préparer de manière sereine mon futur professionnel.

Un peu agacé par la dimension trop technocratique des écoles d'ingénieurs, j'avais profondément besoin de changer de milieu et de me confronter à la vie réelle. Et la vie réelle, ce n'est pas l'ingénierie. Beaucoup de gens ne savent pas à quoi nous servons. Pour les mamans de la Maison des Familles, un ingénieur est une personne floue et je les comprends. On conçoit des choses parce qu'on nous les demande mais jamais (ou rarement) il n'y a de réflexion sur la légitimité de l'objet conçu, le besoin rempli par l'objet, l'appropriation qui en sera faite ou même la dimension politique qu'il peut prendre. L'ingénieur est un être aseptisé qui se veut hors de la société, neutre à tous égards. Il peut déterminer quelle technique est la plus disposée pour répondre à un problème mais il ne doit pas omettre la réalité sociale, politique et culturelle dans laquelle s'inscrit cette technique. Or, les low-tech ont sûrement cette potentialité transformatrice de la technologie et du rapport qu'elle entretient avec la société. Repenser la technique pour qu'elle soit appropriée et la remettre dans les mains de ceux qui en ont besoin, c'est ça l'ingénieur low-tech.

Le projet LUTH m'a justement permis de m'extraire de cette vision apolitique, insensible, indifférente à l'égard de la structure sociale et de sa violence. Nous avons eu l'opportunité de fréquenter un lieu chargé d'humanité, d'histoires et d'amour afin d'y aborder des sujets techniques de manière horizontale. Personnellement, j'appréhendais énormément et je ne voulais pas avoir cette sensation de venir m'imposer dans ce refuge regroupant des dizaines de personnes qui n'avaient pas forcément d'autre endroit pour échapper aux jugements de la société. Rapidement, je me suis rendu compte que j'y étais mieux accueilli que n'importe où ailleurs. Il y régnait une bienveillance, une chaleur permanente, une positivité que je ne saurais décrire. Je n'ai finalement jamais eu le sentiment d'être de trop.

Je suis très fier du travail que nous avons mené avec toutes ces personnes ces cinq derniers mois et j'espère qu'il servira à d'autres après nous. N'ayant jamais vraiment eu d'étude sociale sur l'appropriation des low-tech, je suis particulièrement heureux d'avoir pu y prendre part et j'aimerais pouvoir réitérer ce genre d'expérience à l'avenir. Je veux donner à mon existence une dimension éminemment plus humaine et le projet LUTH aura été la petite graine d'un magnifique arbre en puissance.

7 LUTH, et après ?

Le projet LUTH s'inscrivait dans la suite de plusieurs projets et l'histoire entre low-tech et Maison des Familles n'a pas de raison de s'arrêter là.

Les projets portés par MANINTEC et Laure Rey s'inscrivaient en partie dans une démarche de construction de low-tech avec la Maison des Familles. Notre projet à nous, lui résidait plus dans l'étude du rapport des membres de la Maison de Familles avec les low-tech. Dans l'idée d'offrir une continuité aux projets menés, il serait intéressant de poursuivre en faisant rayonner les low-tech autour de la Maison des Familles avec la participation des membres qui se les ont appropriés.

On pourrait imaginer un accompagnement des mamans à la démonstration et construction de low-tech dans d'autres tiers-lieux afin d'essaimer ces techniques, voire cette philosophie. Cet essaimage de la part des membres de la Maison des Familles pourrait être

perçu comme la dernière étape de l'appropriation.

De plus, aux travers des échanges, nous nous sommes rendus compte que les familles étaient très demandeuses de construire d'autres low-tech comme un four solaire. D'autres ateliers de construction pourraient être initiés. D'autres ateliers où les familles construiraient pour leur habitat les low-tech déjà présentes seraient l'occasion pour que certaines personnes puissent ramener chez elles leur low-tech favorite.

La partie étude de la validation d'usage pourrait être réalisée auprès d'un autre public et dans d'autres conditions. Par exemple, on pourrait suivre l'appropriation d'un ensemble de low-tech chez une famille et cette étude pourrait être couplée avec la réalisation des protocoles de validation technique. En effet, les conditions de temps dans lesquelles les validations techniques se sont déroulées pourraient être meilleures et les résultats plus fiables.

Enfin, nous espérons que des liens entre ingénieur·es de l'ENSE^3 et les membres de la Maison des Familles se perpétueront, et que de manière générale les low-tech feront toujours plus l'objet de rencontres entre personnes proches et loin de l'ingénierie.

Conclusion

Au début de ce rapport, la problématique globale était posée ainsi : « **En quoi la low-tech peut-elle être un levier social, économique, politique et culturel pour la transition écologique, tant dans son fonctionnement que dans l'usage qui en est fait ?** ». Pour y répondre nous avons mené plusieurs études, expérimenté plusieurs protocoles, mené plusieurs entretiens dans l'idée de construire une validation cohérente et réfléchie de la technique et des usages des low-tech.

Pour revenir sur la partie validation technique, sept protocoles ont été écrits, dont cinq « accessibles » et deux « avancés », et un certain nombre ont été réalisés afin de les améliorer. Certains protocoles donnent des résultats concluants et d'autres mériteraient d'être approfondis. Cependant, à l'instar du réducteur de débit d'eau et du garde-manger, la fiabilité des low-tech dépend de l'usage que l'on en fait dans l'habitat. Ces protocoles ont permis de questionner les membres de la Maison des Familles sur des notions techniques de l'habitat comme l'énergie consommée ou la puissance d'un appareil et peuvent être la porte ouverte à un questionnement plus large de l'utilisation d'eau, de gaz et d'électricité dans la maison.

La conclusion de nos deux ateliers est assez simple. Ces activités ont permis d'ouvrir un espace où l'échange avec les mamans était au centre et où nous avons pu aborder pleinement le thème de la low-tech. Nous avons ainsi pu étoffer significativement notre validation d'usage. Ces ateliers répondent également fortement à une demande des mamans. Elles ont expérimenté avant nous la joie et la fierté qui pouvaient ressortir de ces moments de bricolage et de discussions.

La validation d'usage a quant à elle mis en exergue la pluralité des comportements à l'égard des low-tech. Si tout le monde n'a pas forcément pris ces objets en main, il semble que les low-tech sont devenus un élément important du quotidien à la Maison des Familles. Les low-tech ont ainsi un potentiel très fort en ce qui concerne les transitions dans l'habitat et il semble qu'il y ait encore beaucoup de choses à explorer à ce niveau.

Au travers de ces deux validations et des ateliers, le projet LUTH a permis d'aborder les questions de transition dans l'habitat en questionnant le fonctionnement et l'usage des low-tech. Ce travail a notamment fait transparaître l'importance du besoin en ce qui concerne les low-tech tout en démontrant les grandes limites de l'utilisation de ces dernières dans l'habitat. La Maison des Famille a été un lieu d'expérimentation pour les low-tech et montré qu'elles avaient même le potentiel d'être de puissants leviers sociaux, politiques, économiques et culturels.

Nous espérons que notre travail aura au moins un rayonnement dans le cercle assez fermé du Low-Tech Lab et de la communauté low-tech. Ces personnes sont de fait sensibilisées au low-tech depuis longtemps, il est normal qu'elles commencent à se questionner sur la mise à l'échelle de ces pratiques. Et, avec ce questionnement, découle forcément celui de l'appropriation des low-tech par des individus de tous milieux, de tous âges et de toutes origines, auquel notre rapport apporte des pistes de réponses.

Ceci étant dit, peu importe son impact, nous sommes très heureux d'avoir mené ce travail de longue haleine. Nous avons tous les quatre apprécié ce projet et avons trouvé ce que nous étions venus y chercher. Ce rapport et les autres livrables resteront pour nous des objets chargés d'émotions que nous avons envie de diffuser, pour propager les

réflexions, les réponses et les conseils qu'ils apportent.

Évidemment sur de nombreux points nous aurions voulu faire plus, faire mieux, aller plus loin. Cependant, ce projet s'est étalé sur seulement un semestre, avec une journée par semaine dédiée. Nous aurions par exemple aimé passer plus de temps sur la réalisation de nos protocoles pour apporter des résultats quantitatifs plus rigoureux. Nous avons fait le choix, en cohérence avec l'environnement de ce projet, de passer du temps à concevoir et à réaliser des protocoles accessibles. Mais il est tout à fait envisageable de concevoir des protocoles avancés avec du matériel et des conditions expérimentales bien plus cadrés et définis pour produire des résultats expérimentaux solides. Ceci a déjà été fait avec la marmite norvégienne [38] mais nous pouvons imaginer que ce genre d'étude soit mené pour les réflecteurs de chaleur ou la capote isolante par exemple.

En ce qui concerne les ateliers, notre grand regret est de ne pas avoir pu en faire plus. Suite à un empêchement l'atelier four solaire n'a pu être réalisé alors qu'il était très attendu par les mamans. Même s'ils évoluent, il est évident que les ateliers doivent continuer tellement cet outil est puissant et en adéquation parfaite avec la vocation de la Maison des Familles.

Pour finir, la validation d'usage a constitué une expérimentation complète pour nous. Nous avons lu, tâtonné et tenté de faire du mieux que nous pouvions. Mais il est clair que quelqu'un formé à l'ethnologie et à la sociologie de terrain serait bien mieux armé que nous pour ce genre de travaux. Une étude complète sur l'appropriation des low-tech et l'adaptation aux changements serait de toute évidence pleine d'enseignements.

Remerciements

Le projet LUTH aura été une expérience enrichissante, pleine de rencontres, de découvertes et de progression. Dans ce cadre, il est indispensable de se rappeler que LUTH, ce sont avant tout des actrices et acteurs nous accompagnant dans ces nombreux beaux moments.

Tout d'abord, nous tenons à remercier nos professeur·e·s, qui nous ont apporté les connaissances et l'accompagnement indispensables à la réalisation du projet. Plus spécifiquement les enseignant·e·s responsables du suivi des projets fils rouges, et celleux qui ont permis la mise en place de PISTE, sans qui nous ne serions pas là. Parmi elleux, nous remercions tout particulièrement Sacha pour son accompagnement bienveillant, ses retours constructifs et sa présence au fablab.

Ensuite vient le Low-Tech Lab Grenoble, et tout particulièrement Sophie, Aude, Julie et Laure, les commanditaires du projet, qui, malgré quelques soucis de communication entre elles et nous, nous ont soutenus et encouragés. Merci à elles pour leur gentillesse, leur enthousiasme et de nous avoir permis de vivre ce projet.

Arrive maintenant la Maison des Familles, iels qui nous ont accueilli avec tant de spontanéité, à l'image de leur philosophie : pleine de joie, d'ouverture et de vie. La Maison des Familles, c'est un lieu pétillant d'espoir où nous étions heureux de venir régulièrement. Nous y avons découvert beaucoup, ouvert notre esprit et vécu de très beaux moments. Des remerciements particuliers pour Sophia et Thomas, qui furent les premiers·ères à nous introduire là-bas, qui nous ont accompagnés pour créer du lien quand nous étions trop timides, et qui ont grandement participé à nous permettre de trouver notre place. Merci également aux bénévoles et aux stagiaires qui nous ont aussi accompagnés dans cette aventure. Enfin, merci aux mamans, pour leur rires, leur caractère, leur attention. Un merci spécifique à Hadja et Sabiha qui nous ont accueilli le premier jour en nous faisant visiter les lieu et qui nous ont suivi tout au long de notre présence là-bas. Merci de plus à Aïssata, qui nous a offert son livre dédicacé, nous avons été réellement touchés par le geste.

Quelques remerciements spéciaux à Jérôme Ferrari et Nicolas Ruty pour nous avoir aidé avec la pince ampèremétrique.

Une attention toute particulière à Jean pour avoir co-animé un atelier et à Aurélien pour avoir accueilli notre couverture de chauffe-eau et avoir accepté que nous refassions un peu son système électrique.

Enfin, merci à nos 24 camarades de PISTE, sans qui l'aventure n'aurait pas eu la même saveur.

FIGURE 21 – L'équipe LUTH. *De gauche à droite :* Baptiste, Gabin, Marceau et Rémi. Autrice : Clara Perissat.

Références bibliographiques

[1] IPCC, *Climate Change 2021 : The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, 2021.

[2] COP21, "Paris agreement," in *Report of the Conference of the Parties to the United Nations Framework Convention on Climate Change (21st Session, 2015 : Paris). Retrived December*, vol. 4, p. 2017, 2015.

[3] Ministère de la Transition Écologique et Solidaire, "Rapport complet de la stratégie national bas-carbone," in *Stratégie National Bas-Carbone*, p. 192, 2020.

[4] IEA, *Net Zero by 2050*. International Energy Agency, 2021.

[5] A. Pottier, E. Combet, J.-M. Cayla, S. de Lauretis, and F. Nadaud, "Qui émet du co2 ? panorama critique des inégalités écologiques en france," *Revue de l'OFCE*, vol. 169, no. 5, pp. 73–132, 2020.

[6] T. Schulz, "The picture of inequality : Co2 emissions per capita and by country in 2019," *AQAL Capital*, 2021.

[7] L. Chancel, "Climate change & the global inequality of carbon emissions, 1990-2020," *Paris School of Economics*, 2021.

[8] J. Rockström, W. Steffen, K. Noone, Å. Persson, F. S. Chapin III, E. Lambin, T. M. Lenton, M. Scheffer, C. Folke, H. J. Schellnhuber, *et al.*, "Planetary boundaries : exploring the safe operating space for humanity," *Ecology and society*, vol. 14, no. 2, 2009.

[9] A. L. Fanning, D. W. O'Neill, J. Hickel, and N. Roux, "The social shortfall and ecological overshoot of nations," *Nature Sustainability*, pp. 1–11, 2021.

[10] T. Parrique, J. Barth, F. Briens, C. Kerschner, A. Kraus-Polk, A. Kuokkanen, and J. Spangenberg, "Decoupling debunked," *Evidence and arguments against green growth as a sole strategy for sustainability. A study edited by the European Environment Bureau EEB*, 2019.

[11] K. Raworth, *Doughnut economics : seven ways to think like a 21st-century economist*. Chelsea Green Publishing, 2017.

[12] A. Grunwald, "Diverging pathways to overcoming the environmental crisis : A critique of eco-modernism from a technology assessment perspective," *Journal of Cleaner Production*, vol. 197, pp. 1854–1862, 2018. Technology and Degrowth.

[13] F. Jarrige, *Technocritiques : du refus des machines à la contestation des technosciences*. La Découverte, 2016.

[14] L. Mumford, "Authoritarian and democratic technics," *Technology and culture*, vol. 5, no. 1, pp. 1–8, 1964.

[15] I. Illich and A. Lang, *Tools for conviviality*. Harper & Row New York, 1973.

[16] E. F. Schumacher, *Small is beautiful : une société à la mesure de l'homme*. Éditions du Seuil, 1979.

[17] M. Bookchin, "Ecology and revolutionary thought," *Antipode*, vol. 10, no. 3, pp. 21–32, 1979.

[18] A. Gorz, *Ecology as politics*. Black Rose Books Ltd., 1980.

[19] J. Ellul, *Le système technicien*. Collection "Liberté de l'esprit.", Calmann-Lévy, 1977.

[20] Low-tech Lab, "Pour un avenir low-tech, Le manifeste du Low-tech Lab," in *Hors série n°6 : L'avenir sera low-tech*, Socialter, 2019.

[21] P. Bihouix, *L'Âge des low tech : Vers une civilisation techniquement soutenable*. Anthropocène, Editions du Seuil, 2014.

[22] R. Keucheyan, *Les besoins artificiels : Comment sortir du consumérisme*. Zones, 2019.

[23] Commissariat général au développement durable, "Chiffres clés du climat - France, Europe et Monde - Édition 2021." https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/chiffres-cles-du-climat-france-europe-et-monde-edition-2021-0, 2021.

[24] Observatoire National de la Précarité Énergétique, "Tableau de bord de la précarité énergétique (édition 1er semestre 2021)." https://onpe.org/tableau_de_bord_ressources/tableau_de_bord_de_la_precarite_energetique_edition_1er_semestre_2021, 2021.

[25] Low-tech Lab. https://lowtechlab.org/fr/.

[26] Maison des Familles de Grenoble. https://www.maisondesfamilles.fr/nos-maisons-des-familles/maison-des-familles-grenoble/.

[27] OsOns, "Page Facebook du collectif OsOns." https://www.facebook.com/OseOns/.

[28] L. Rey, S. Baudelet, and A. Mingam, "Un cycle d'ateliers low-tech à la maison des familles à grenoble !," *Low-tech Lab*, Novembre 2021.

[29] M. de la transition écologique, "Diagnostic de performance énergétique - DPE." https://www.ecologie.gouv.fr/diagnostic-performance-energetique-dpe, 2021.

[30] Agence France Électricité, "Consommation électrique moyenne par jour : estimation et offre." https://www.agence-france-electricite.fr/consommation-electrique/moyenne-par-jour/.

[31] Selectra, "Prix du kWh d'électricité : tarifs en 2022 et évolutions." https://www.fournisseurs-electricite.com/guides/prix/kwh-electricite, 2022.

[32] Low-tech Lab Grenoble, "Fiche animation atelier 3 : co-construction suite du programme d'ateliers et réducteur débit d'eau de douche." https://wiki.lowtechlab.org/wiki/Fiche_animation_atelier_3_:_co-construction_suite_du_programme_d%27ateliers_et_r%C3%A9ducteur_d%C3%A9bit_d%27eau_de_douche.

[33] Le Centre d'Information sur l'eau, "Quelle est la consommation d'eau moyenne par ménage ?." https://www.cieau.com/le-metier-de-leau/ressource-en-eau-eau-potable-eaux-usees/quels-sont-les-usages-domestiques-de-leau/.

[34] Low-tech Lab Grenoble, "Fiche animation atelier 4 : la couverture isolante pour chauffe-eau." https://wiki.lowtechlab.org/wiki/Fiche_animation_atelier_4_:_la_couverture_isolante_pour_chauffe-eau.

[35] Audacity. https://audacity.fr/.

[36] J. Ferrari, "Création d'un enregistreur autonome de puissance électrique monophasé basé sur un Wemos D1 mini, d'un shield RTC/SD et d'un PZEM004T (Capteur BB1)." https://miniprojets.net/index.php/2019/08/23/creation-dun-enregistreur-autonome-de-puissance-electrique-monophase-base-sur-un-wemos-d1-mini-dun-shield-rtc-sd-et-dun-pzem004t/, 2019.

[37] Low-tech Lab, "Marmite norvégienne." https://wiki.lowtechlab.org/wiki/Marmite_norv%C3%A9gienne.

[38] J. Adam, L. Chateau, A. Di Campo, H. Jonvel, M. Lecocq, A. Lefevre, C. Puybras, and E. Tatard, "Rapport de Projet Low-tech Fireless Cooker." https://cloud.univ-grenoble-alpes.fr/index.php/s/GQtnBwfSDKm5ELy?dir=undefined&path=%2F&openfile=295746299, 2020.

[39] Low-tech Lab Grenoble, "Fiche animation atelier 2 : le réflecteur de chaleur." https://wiki.lowtechlab.org/wiki/Fiche_animation_atelier_2_:_le_r%C3%A9flecteur_de_chaleur#Outils%20&%20Mat%C3%A9riaux%20.

[40] N. Bentarcha, J. Ricardo Da Costa, P. Maisonneuve, A. Marquet, H. Matry, D. Sacristan, and T. Tirilly, "Beyond the refrigerator : Caractérisation d'un système de stockage de fruits et légumes Low-tech(Garde-Manger)." https://cloud.univ-grenoble-alpes.fr/index.php/s/64PG2gQBRtQjG3r, 2021.

[41] ADEME, "Au quotidien - réduire sa facture d'éléctricité - limiter la consommation de ses équipements (édition juin 2019)." https://librairie.ademe.fr/cadic/1973/guide-pratique-reduire-facture-electricite.pdf, 2019.

[42] ADEME, "Mix électrique France continentale." https://bilans-ges.ademe.fr/documentation/UPLOAD_DOC_FR/index.htm?electricite_reglementaire.htm.

[43] J. Lhotellier, E. Less, E. Bossanne, S. Pesnel, "Modélisation et évaluation du poids carbone de produits de consommation et biens d'équipements." https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/poids_carbone-biens-equipement-201809-rapport.pdf, 2018.

[44] leboncoin. https://www.leboncoin.fr/.

[45] DGCCRF, "Comment lire une étiquette énergétique." https://www.economie.gouv.fr/dgccrf/comment-lire-etiquette-energetique-exemple-lave-linge.

[46] ADEME, "Au quotidien - manger mieux, gaspiller moins - pour une alimentation saine et durable." https://librairie.ademe.fr/cadic/1953/guide-pratique-manger-mieux-gaspiller-moins.pdf, 2019.

[47] D. Bollier, *La renaissance des communs, Pour une société de coopération et de partage*. Charles Léopold Mayer, 2014.

[48] Terre-net, "Historique météo Grenoble." https://www.terre-net.fr/meteo-agricole/historique-consultation/grenoble/3014728.

[49] Fluke, "Fiche de présentation de la caméra thermique Fluke TiS60+." https://www.fluke.com/fr/produit/cameras-thermiques/tis60plus.

[50] G. Claude, "Etude qualitative : définition, techniques, étapes et analyse," *Scribbr*, Octobre 2019.

[51] F. Gallagher, "Chapitre 1. La recherche descriptive interprétative. Description des besoins psychosociaux de femmes à la suite d'un résultat anormal à la mammographie de dépistage du cancer du sein," in *Méthodes qualitatives, quantitatives et mixtes : Dans la recherche en sciences humaines, sociales et de la santé*, pp. 257–281, Presses de l'Université du Québec, 2014.

[52] D. Côté and D. Gratton, "Chapitre 3. L'approche ethnographique. Illustration dans le contexte de la réadaptation en santé mentale," in *Méthodes qualitatives, quantitatives et mixtes : Dans la recherche en sciences humaines, sociales et de la santé*, Presses de l'Université du Québec, 2014.

[53] S. Beaud, *Guide de l'enquête de terrain*. Guides Repères, La Découverte, 2003.

[54] O. Schwartz, "L'empirisme irréductible," in *Le Hobo – Sociologie du sans-abri*, Essais et Recherches, pp. 263–305, Paris : Nathan, 1993.

[55] F. Chevalier and S. Stenger, "Chapitre 5. L'observation," in *Les méthodes de recherche du DBA*, Business Science Institute, pp. 94–107, Caen : EMS Editions, 2018.

[56] J. Desrosiers and N. Larivière, "Chapitre 12. Le groupe de discussion focalisé. Application pour recueillir des informations sur le fonctionnement au quotidien des personnes avec un trouble de la personnalité limite," in *Méthodes qualitatives, quantitatives et mixtes : Dans la recherche en sciences humaines, sociales et de la santé*, pp. 257–281, Presses de l'Université du Québec, 2014.

[57] F. Diop Sall, "Chapitre 8. La méthode ethnographique," in *Les méthodes de recherche du DBA*, Business Science Institute, pp. 140–157, Caen : EMS Editions, 2018.

[58] F. Chevalier and V. Meyer, *Chapitre 6. Les entretiens*, pp. 108–125. Business Science Institute, Caen : EMS Editions, 2018.

[59] R. Thiétart, *Méthodes de recherche en management*. Management Sup, Dunod, 2014.

[60] S. Kvale, *Interviews : An introduction to qualitative research interviewing*. Sage Publications, Inc, 1994.

[61] C. Rogers and E. Herbert, *Le développement de la personne*. Organisation et sciences humaines, Dunod, 1968.

[62] A. Martin and C. Colin, "Ergonomie et low-tech," research report, Low-tech Lab, Apr. 2021.

[63] M. Nahmias, "Système d comme désirable," in *Hors série n°6 : L'avenir sera low-tech*, Socialter, 2019.

[64] M.-H. Bacqué and C. Biewener, "L'empowerment, un nouveau vocabulaire pour parler de participation ?," *Idées économiques et sociales*, vol. 173, no. 3, pp. 25–32, 2013.

[65] Mouvement International ATD Quart Monde, "Bâtir un partenariat avec les plus pauvres pour un monde plus juste." `https://www.atd-fourthworld.org/wp-content/uploads/old/pdf/AtdI-MP06-3.pdf`, 2005.

[66] M. Bolle De Bal, "Reliance, déliance, liance : émergence de trois notions sociologiques," *Sociétés*, vol. 80, no. 2, pp. 99–131, 2003.

[67] Low-tech Skol. `https://lowtechskol.org/`.

[68] P. Bourdieu, *Esquisse d'une théorie de la pratique*. Travaux de Sciences Sociales, Librairie Droz, 1972.

[69] G. Jean, "En france, les très riches émettent 40 fois plus de carbone que les pauvres, mais les pauvres paient plus de 4 fois plus de taxe carbone en % de leurs revenus !," *Alternatives économiques. Le blog.*, 2018.

[70] N. Darricarrere, P. Renard, R. Salles, A. Faisnel, and L. Belasri, "Low-tech et Habitat, Rapport documenté sur un benchmark low-tech." `https://cloud.univ-grenoble-alpes.fr/index.php/s/Gok65QYtcijn6Lb?dir=undefined&openfile=250498950`, 2021.

Annexes

A Analyse de cycle de vie de la marmite norvégienne

Étude de la marmite norvégienne

La marmite norvégienne est la low-tech la plus utilisé de la Maison des Familles et est souvent la low-tech qui est citée et présentée en première lors de la promotion du mouvement low-tech. Dans notre étude nous nous sommes focalisés sur la phase d'usage des low-tech. Même lors de la validation technique nous nous concentrons sur l'énergie économisée lors de l'usage de la low-tech. Nous avons choisi de réaliser l'ACV de la marmite norvégienne pour évaluer la possibilité d'éventuels transferts d'impacts. En nous concentrant cette fois sur la phase de fabrication de la marmite norvégienne nous souhaitons élargir notre propos, chaque produit ou technologie possède un trajectoire de vie, de la mobilisation des ressources à la fin de vie, et est impactant durant tout ce processus.

Hypothèses

- La plus grande marmite mesure 33x26x17 cm^3. Elle est composée de :
  - 1861 cm^2 de bois. Le bois fait 1,8 cm d'épaisseur. Soit au final 3350 cm^3 de bois.
  - 3 cm de polystyrène expansé (PSE) sont répartis sur l'ensemble des parois. C'est-à-dire 8646 cm^3 de PSE.
    La masse volumique du PSE vaut environ 30 kg/m^3. Notre marmite possède donc 30*0,008646 kg de PSE, soit 259 g.
  - Le volume en laine de bois est moins simple à estimer. On peut prendre 3x27x20 cm^3 pour le fond, soit 1620 cm^3. Et 14x20x8 cm^3 pour la partie sous le manche, soit 2240 cm^3. Au final on a 3860 cm^3 de laine de bois.
    La masse volumique de la laine de bois vaut 50 kg/m^3. Notre marmite possède donc 50x0,00386 kg de laine de bois, soit 193 g. Composition : 75% Bois (essences quelconques) français issus de forêts gérées durablement, 25% Polyester.
  - En ce qui concerne la couverture de survie, on remarque qu'elle aurait pu être mieux ajustée. On peut estimer que 1861 cm^2 sont présents ainsi que 8x20 cm^2 en plus pour la partie sous le manche. Soit au total 2021 cm^2.
    Une couverture de survie standard a une masse surfacique de $1{,}875x10^{-6}$ kg/cm^2.
    Notre marmite possède donc 3,79 g de couverture de survie.
    Composition : 92% PET, 4% aluminium, 4% Polyéthylène.
- Nous considérons 2 situations :
  - la situation "classique" : temps de cuisson au feu pendant 50 min sur 2 plaques de cuisson de 1000W chacune.
  - La situation "low-tech" : temps de cuisson 20 min au feu (2 plaques de 1000W) puis 1h30 à la marmite norvégienne. Soit une économie de 2000W pendant 30 minutes par rapport à la situation classique, ce qui correspond à 1kWh économisé par repas [70].

- Étant donné les matériaux utilisés, on pourrait imaginer que la marmite puisse durer 50 ans voire plus. Cependant, en prenant en compte l'usure dû à un mauvais usage ou le remplacement de certaines casseroles qui rendrait la marmite inadaptée, il est plus judicieux de considérer une durée de vie de 20 ans.
- A la Maison des Familles, la marmite n'est pas utilisée à tous les repas, elle l'est surtout pour le riz mais peut servir à garder d'autres plats au chaud comme la soupe par exemple. En estimant que la marmite est utilisée pour deux des cinq repas de la semaine, et que la Maison des Familles est ouverte pendant 36 semaines (la Maison des Familles ferme pendant les vacances scolaires), on arrive à un total de 1440 repas "low-tech" et 2160 repas "classiques" préparés en 20 ans.
- On suppose qu'à la fin tous les déchets sont incinérés.

Unité fonctionnelle

Cuisiner 72 repas par an pendant 20 ans, soit 3600 repas.

Résultats

Pour cette ACV nous avons pris en compte seulement quatre catégories d'impacts, les autres étant comparativement largement négligeables. pour l'ensemble du cycle de la marmite. Ensuite, sur la figure ci-dessous nous avons représenté les impacts cumulés pour les trois étapes du cycle de vie de la marmite, à savoir la fabrication, l'utilisation et la fin de vie.

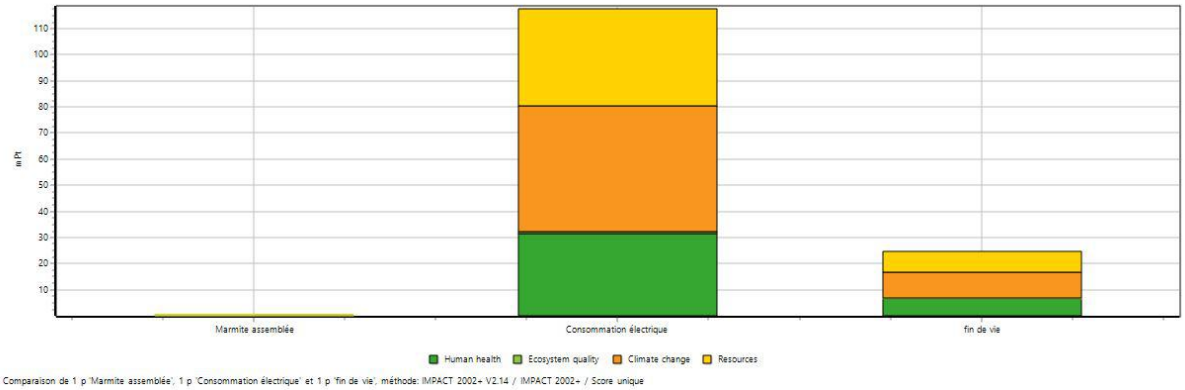

FIGURE A.1 – Représentation score unique de l'ACV des trois étapes du cycle de vie

Ce qui est tout d'abord frappant, c'est que même en achetant dans le commerce tous les matériaux nécessaires pour la fabrication de la marmite, leur impact reste extrêmement faible comparativement à celui de l'électricité consommée pendant 20 ans. Cependant, il paraît tout de même nécessaire de bien choisir les matériaux de fabrication en fonction de leur recyclabilité. En effet la fin de vie de certains matériaux semble avoir un impact non négligeable.

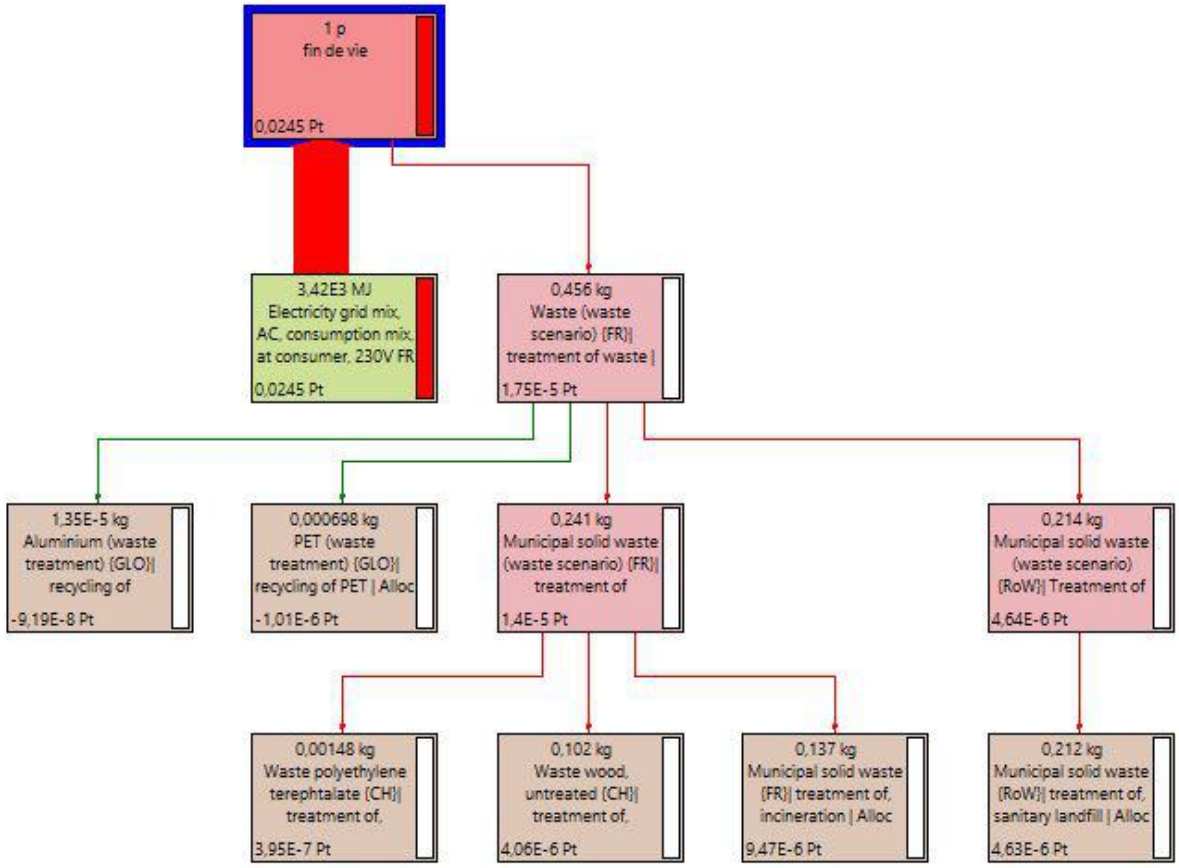

FIGURE A.2 – Représentation réseau de l'ACV des étapes d'utilisation et de fin de vie

Cette deuxième figure nous permet de mieux mettre en évidence les détails de l'impact entre utilisation et fin de vie. Il est à noter que l'électricité, même avec le mix énergétique français, constitue la partie la plus impactante.

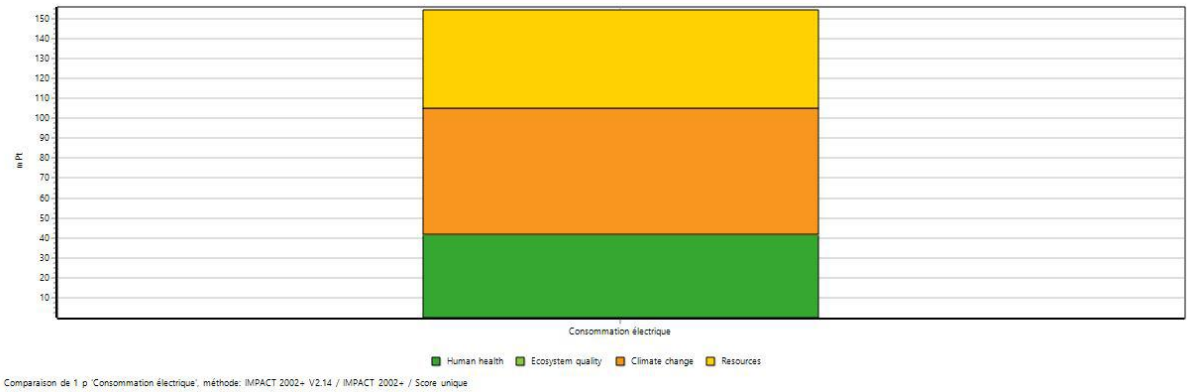

FIGURE A.3 – Représentation score unique de la phase utilisation sans marmite

Cette figure est à mettre en relation avec la figure A.1. En mettant en regard les points d'impacts, 144 mPt (119 pour la phase d'utilisation et 25 pour celle d'usage) pour l'ACV avec marmite et 153 mPt pour l'ACV sans marmite. Ce résultat peut interloquer, l'utilisation de la marmite constitue ici un gain assez faible par rapport à la situation initiale. Ce résultat s'explique de plusieurs manières. D'une part la marmite est ici utilisée

seulement pour deux repas par semaine, donc une grande part des repas est semblable aux deux situations. De plus, cet écart serait plus grand si nous faisions cette étude aux États-unis ou en Chine. Seulement le mix français permet de fortement limiter l'impact environnemental lorsque celui-ci est dû surtout à la consommation électrique. Enfin cette étude pourrait être élargie. Elle pourrait par exemple intégrer l'augmentation de la durée de vie des plaques à induction résultante de l'utilisation de la marmite. Ou alors elle pourrait tenter de quantifier l'impact de ces marmites utilisées à la Maison des Familles sur la diffusion et la reproduction des marmites chez les mamans. Grâce à ces marmites, Sabiha en a construit une pour elle et une pour ses parents en Tunisie.

B Recettes de l'atelier cosmétiques et produits d'entretien DIY

Cake vaisselle

Ingrédients

- 250g de tensioactif sodium coco sulfate
- 2 cuillères à soupe d'eau chaude
- 1 cuillère à soupe de cristaux de soude
- 1 cuillère à soupe d'acide citrique
- 10 gouttes d'huile essentielle de citron

Étapes

- Stériliser votre pot (5 min dans l'eau bouillante)
- Mélanger l'eau chaude et le sodium coco sulfate
- Ajouter les cristaux de soude, l'acide citrique et l'huile essentielle
- Bien tasser le mélange dans votre contenant
- Laisser sécher 48h à l'air libre avant utilisation

Multi-surface

Ingrédients

- 0,75L d'eau chaude
- 60g de cristaux de soude
- 150mL de vinaigre blanc
- 5 gouttes d'huile essentielle de citron

Étapes

- Dissoudre les cristaux de soude dans l'eau chaude
- Ajouter le vinaigre
- Ajouter l'huile essentielle une fois que le mélange a refroidi

Recette Shampooing

Ingrédients

- 7g de poudre de rhassoul
- 10g d'huile d'olive
- 7mL d'eau
- 30g de sodium coco sulfate
- 4 gouttes de vitamines E

Étapes

- Verser le Sodium coco sulfate et l'eau bouillante dans un récipient
- Ajouter l'huile d'olive et rajouter la poudre de rhassoul. Remuer avec une cuillère de façon continue jusqu'à obtenir une pâte plus ou moins homogène
- A l'obtention d'une pâte homogène, laisser refroidir puis malaxer la bien
- Ajouter la vitamine E puis mélanger
- Remplir les moules avec la pâte, avant qu'elle ne refroidisse et lisser le dessus avec la cuillère
- Mettre le mélange au frigo pendant 3h ou au congélateur pendant 1h puis laisser sécher à l'air libre pendant 1 ou 2 jours
- Démouler

Recettes proposées par Jean adam, animateur engagé dans l'association Conscience et Impact Ecologique (CIE) qui sensibilise via l'éducation populaire tous les publics éloignés des enjeux environnementaux. [16]

16. Lien vers le site de l'association CIE

C Documents utilisés pour l'atelier de présentation de notre travail

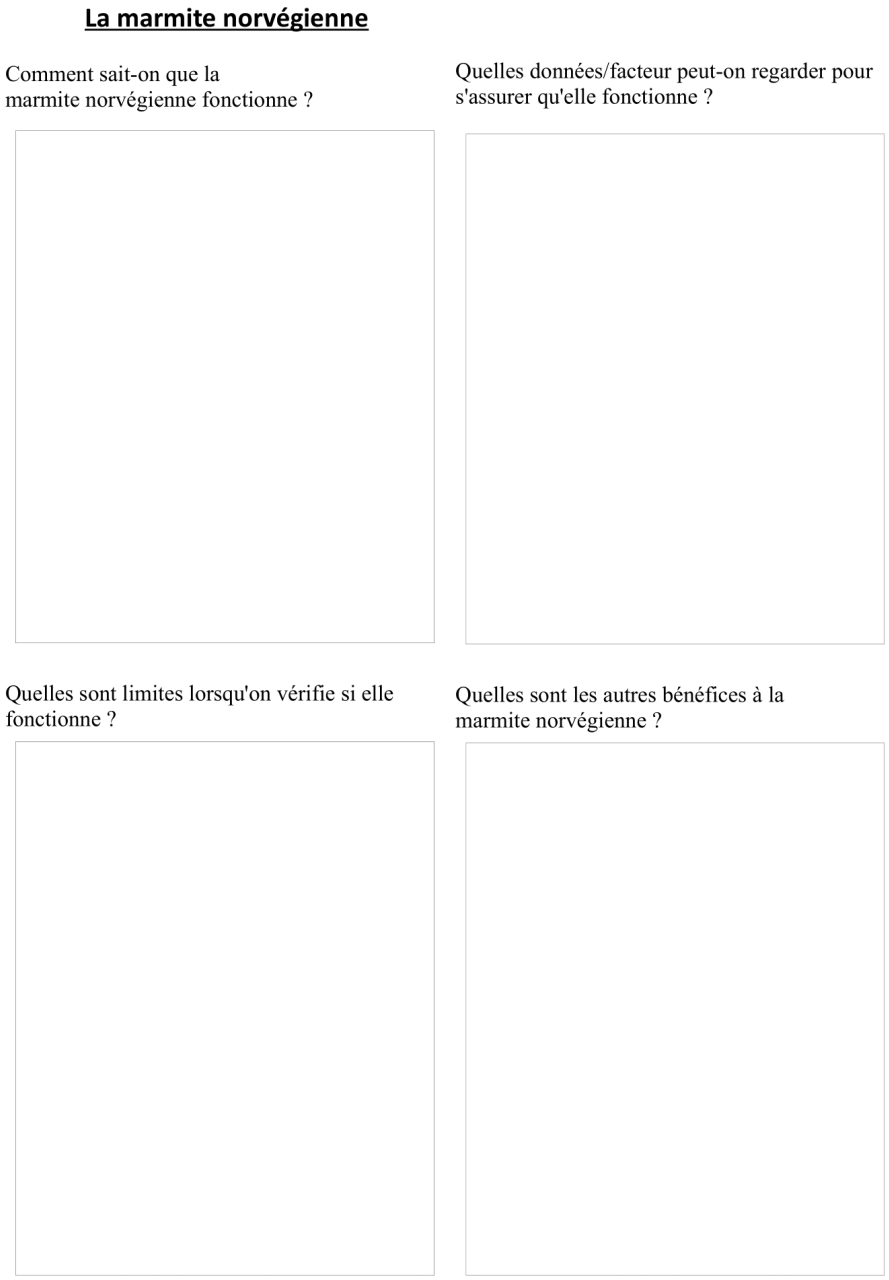

FIGURE C.1 – Template de la fiche à remplir pendant l'atelier, exemple de celle de la marmite norvégienne

D Tableau récapitulatif validation d'usage

Low-tech	Usage prévu	Usage annoncé	Usage constaté	Commentaires et analyse	Pistes d'amélioration
Marmite norvégienne	Cuire à feu lent la majorité des aliments en limitant sa consommation en énergie	Il semblerait que la marmite ne soit utilisée que pour cuire le riz, quand iels ont le temps et quand la personne qui s'occupe de la cuisine ne l'oublie pas. La cuisson du riz à la marmite norvégienne est spécifique : "à l'africaine" avec un volume de riz pour deux volumes d'eau. Le riz est bien cuit et n'accroche pas.	Il semblerait que la marmite soit effectivement utilisée pour cuire le riz et uniquement le riz, quand le timing le permet. Elles ont également servi à garder la soupe au chaud lors du festival de la soupe, ce qui en fait un usage légèrement détourné : davantage comme un thermos géant que comme un cuiseur. Certaines mamans ont fabriquées une marmite pour chez elle ou ont envie de le faire. Celles-ci ont en général une bonne compréhension de son potentiel, et s'en servent notamment pour gagner du temps (en opposition à la peur de perdre du temps à l'utiliser parce que le timing est trop serré).	Il semblerait que l'utilisation de la marmite soit effectivement très dépendante de la personne responsable de la cuisine le jour où est fait le riz. Certaines personnes ont pris l'habitude de le faire et d'autres non. Leur usage le jour du festival de la soupe n'est pas anodin non plus : beaucoup de financeurs et de personnes extérieures étaient présentes, c'était l'occasion de leur montrer ce qui se fait à la Maison des Familles, en plus de l'aspect pratique de garder la soupe au chaud. Il semblerait que la low-tech en elle-même ne soit pas complètement appropriée. En effet il ressort de notre observation qu'iels ne pensent généralement pas à l'utiliser pour cuire autre chose que le riz, comme les lentilles. Parfois, par notre présence, la question s'est posée mais n'a généralement pas mené à l'expérimentation, probablement par peur de perdre du temps au moment de la préparation du repas.	Il pourrait être intéressant de proposer une liste de recettes à effectuer à la marmite, pour que les personnes ne restent pas bloquées sur la seule cuisson du riz, et puissent utiliser d'avantage du potentiel de la low-tech. Il peut également être intéressant de faire des ateliers "cuisine à la marmite" afin d'instaurer une culture de la marmite norvégienne à la Maison des Familles, et de varier les jours et les moments des ateliers pour toucher les personnes qui ne sont pas habituées à penser à l'utiliser.
Garde-manger	Conserver de façon efficace l'ensemble des fruits et légumes afin de se passer de réfrigérateur	Celles qui ont présenté le garde manger nous ont dit qu'iels s'en servaient à la Maison des Familles. Certaines mamans en avaient déjà chez elles avant.	Nous avons eu l'impression que le garde-manger était peu utilisé et oublié. Il y avait en général un peu d'ail dessus, mais pas dans le compartiment prévu pour, parfois quelques herbes aromatiques et des pommes de terre. Les légumes sont stockés au réfrigérateur.	Deux lectures sont possibles de ce constat : Soit l'intérêt du garde-manger n'a pas été bien compris (ou intériorisé) et il est perçu comme une simple étagère Soit il n'est pas adapté à la Maison des Familles, d'une part parce que de toute façon la Maison des Familles a un réfrigérateur, donc autant l'utiliser, d'autre part parce que les légumes sont en général achetés en gros le vendredi pour la semaine suivante, ils ont donc besoin d'être conservés au minimum 4 jours (jusqu'au mardi), ce qui en fonction des fruits et légumes peut s'avérer un peu long dans un garde-manger. Il est également probable que la maison des famille étant un lieu très mouvant, il est rare qu'une personne comprenant l'intérêt du garde-manger soit présente au moment des courses et/ou de la préparation du repas, et que du coup les autres personnes ne le considèrent que comme une étagère. Enfin, l'ail devrait être conservé à l'ombre, or les compartiments à l'ombre sont proches du sol, il faut se baisser, ce n'est pas pratique pour un ingrédient couramment utilisé, on a plus tendance à juste avoir envie de le prendre et de le poser sans s'embêter.	Tout d'abord un point ergonomie : il serait intéressant de mettre le garde-manger en hauteur, afin qu'il ne soit pas nécessaire de se baisser pour utiliser certains compartiments (en plus cela le rendrait plus visible et le placerait loin de potentiels nuisibles). Il faut également faire attention à le dimensionner à la taille d'un accueil collectif qui doit parfois conserver de grandes quantités sur plusieurs jours. Ensuite il pourrait être intéressant de former spécifiquement les bénévoles à son utilisation, car un ou une bénévole est toujours là au moment de la préparation des repas pour coordonner. Enfin, il faudrait convaincre la Maison des Familles de lâcher leur grand réfrigérateur pour un petit, limitant la place au frais et les obligeant ainsi à se servir d'une alternative (qui aurait en plus vraiment du sens car permettant de faire des économies d'énergie).

Réducteur de débit d'eau	Réduire le débit d'eau afin de l'économiser	Les déclarations sont assez variées allant de "je l'utilise" à "je ne l'ai pas gardé car il coulait trop peu", en passant par "j'ai un autre système qui fait pareil". Certaines mamans disaient rester bien plus longtemps sous la douche, surtout quand elles ont des cheveux longs et épais à laver. Le réducteur était parfois même source de conflits au sein de la famille car l'enfant ou le conjoint se plaignait de ne pas avoir assez d'eau.	Comme nous nous intéressons ici à l'usage chez les personnes qui en ont ramenées chez elle, nous ne pouvons pas observer par nous même. Mais l'on constate que globalement il est rare que cette low-tech soit gardée longtemps car trop peu ergonomique et trop peu confortable. Ce genre de déclaration n'a aucune raison d'être biaisée.	Le réducteur de débit d'eau pose effectivement problème car trop performant. Il est difficile de faire accepter une low-tech aussi contraignante, surtout si elle est source de conflits au sein du foyer (ce allant à l'encontre de la philosophie de la Maison des Familles et même de la philosophie low-tech). Étant la low-tech la plus ramenée à l'extérieur de la Maison des Familles, il y a même le risque de donner une mauvaise image des low-tech à des personnes qui ne verraient que ça de la philosophie, ce qui est dommage.	Il serait intéressant de bricoler des réducteurs adaptés à chaque foyer, afin de s'adapter au débit initial et à l'usage qui est fait du robinet concerné, et, le cas échéant, privilégier un mousseur.
Réflecteurs de radiateur	Économiser l'énergie du chauffage, low-tech passive	Ils sont là et ils ne bougent pas. Une des mamans nous a dit qu'elle en avait refait chez elle.	Ils sont là et ils font leur travail	Il est peu pertinent de parler d'usage d'une low-tech passive, elles sont là, elles ne sont pas encombrantes, et elles font leur travail (ou non, mais c'est une question de validation technique). Par contre elles peuvent permettre de faire parler d'elles et donc des low-tech en général quand une personne extérieure les voit.	Il peut être intéressant d'afficher un panneau informatif au dessus ou à coté des low-tech concernées.
Couverture de chauffe-eau	Économiser l'énergie du chauffe-eau, low-tech passive	Elle est là et elle ne bouge pas. Une personne extérieure a une fois souligné son intérêt esthétique.	Elle est là et elle fait son travail.		
Machine à laver à pédales	Laver ses habits sans utiliser d'énergie électrique.	Le principe marche, mais elle n'a pas pu être gardée faute de place.	Non utilisée faute de place.	Il semblerait que l'intérêt de la machine à laver à pédale était l'atelier car c'est un système mécanique plus complexe que les autres. Il est effectivement dommage que le manque de place les empêche de la garder. Ceci dit, s'il y avait vraiment une très forte volonté de la maison des famille de garder la machine à laver, il serait sûrement possible de lui trouver un petit coin, dans le garage par exemple ? À avoir avec elle, en tout cas il y a des chance pour que la low-tech suscite trop peu d'engouement autour d'elle pour qu'il y ait vraiment une volonté de la Maison des Familles de s'encombrer avec...	S'il y a vraiment une volonté d'intégrer la low-tech à la Maison des Familles, il serait peut-être intéressant de discuter préalablement avec la Maison des Familles sur ce qu'il est possible de faire qui pourrait rester sur place. Peut-être négocier avec elle un lieu dédié aux low-tech ?

Tableau D.1 – Tableau comparatif de l'usage des différentes low-tech

Sauf mention contraire, cet ouvrage et son contenu (textes et illustrations) sont sous licence “Attribution 4.0 International (CC BY-SA 4.0)”. Veuillez citer comme :

Challet, Marceau, De Goër, Baptiste, Guillemaud, Gabin and Jouët-Pastré, Rémi. “LUTH : Évaluation technique et appropriation par l’usage de low-tech installées à la Maison des Familles de Grenoble”, Low-Tech Lab Grenoble (2022) | CC BY-SA 4.0