

RESUMÉ

Le confort définit une sensation de bien-être avec laquelle l'environnement extérieur interagit. Le confort thermique est une notion de plus en plus ambivalente à l'heure de l'augmentation de la fréquence et de la violence des canicules, du réchauffement climatique et de la sobriété énergétique. Il en va alors pour le designer de jouer un rôle pour contribuer et redéfinir le confort thermique dans l'habitat tout en étant conscient de ses enjeux.

| | | |
|---|---|------------------|
| E | S | ECOLE SUPERIEURE |
| | D | DE DESIGN ET |
| M | A | METIERS D'ART |
| | A | D'AUVERGNE |

LE CONFORT THERMIQUE EN ÉTÉ

Sonia SOUTHAREWSKY

LE CONFORT THERMIQUE EN ÉTÉ

Questionner nos modes de production et
de consommation énergétique par le design

SOUTHAREWSKY Sonia
Mémoire de recherche
DSAA mention design produit 2023
ESDMAA, Lycée Jean Monnet, Yzeure

Sous la direction de Marie Heyd.

TABLE DES MATIÈRES

| | |
|--|-------|
| Introduction, problématique et approche | 6-9 |
| 1) La canicule, un phénomène récent qui entraîne des changements brutaux | 4-10 |
| a) La canicule, qu'est ce que c'est ?..... | 12-13 |
| b) Communiquer la canicule, quelles actions ?..... | 14-17 |
| c) Le climatiseur, un facteur aggravant | 18-23 |
| 2) Vers un système économique et industriel compatible avec les limites planétaires..... | 25-35 |
| a) L'évolution technologique..... | 27-29 |
| b) Les limites de cette croissance..... | 29-35 |
| 3) Le confort thermique et l'Homme..... | 37-47 |
| a) Le corps et l'humain..... | 38-40 |
| b) L'habitat..... | 41-45 |
| c) Redéfinir le confort thermique..... | 45-47 |
| 4) L'innovation par le design..... | 49-55 |
| Conclusion..... | 58-59 |
| Remerciements..... | 61 |
| Sources: bibliographie et sitographie..... | 63-67 |

INTRODUCTION ET PROBLÉMATIQUE

Pierre Bourdieu nous dit : « dans sa manière d'être au monde, l'Homme n'est pas autonome », il doit donc accepter d'être dépendant de la condition climatique qu'il a lui-même, en partie créée. L'avenir n'est pas individuel, il est collectif, à l'Homme, à la nature et au monde.

En France, depuis une quinzaine d'années, les canicules se multiplient. Du côté des institutions, la réflexion s'oriente entre autres sur le confort thermique. Celui-ci est défini comme "un état de satisfaction du corps vis-à-vis de l'environnement thermique". Dans la perspective du changement climatique, il devient une notion à requestionner. En parallèle de ce phénomène, les projets qui essaient d'atteindre le confort optimal, en protégeant l'environnement se multiplient. Ces propositions m'ont inspiré l'idée de présenter pour mon DSAA un projet d'application de concepts intelligents aux bâtiments et/ou espaces de vie, en été. Sur le mémoire mon questionnement est le suivant : Le design peut-il être un moyen de faire évoluer les modèles de production et de consommation énergétique ?

En effet, dans le contexte de crise climatique, il semble que le design se présente comme un levier bien plus grand que définir une forme et une fonction : il est un moyen d'innover par la prospection grâce à sa capacité d'envisager de futurs biens et services.

APPROCHE

Cette recherche consiste à étudier la problématique du confort thermique en été. Elle vise avant tout à clarifier quelques définitions utiles pour la recherche telles que le confort et le confort thermique, le phénomène de canicule, la ventilation naturelle, son rôle dans le confort thermique.

Dans une première partie, nous chercherons à comprendre ce qu'est le phénomène de canicule, ce qu'il implique, ses conséquences sur l'humain et le quotidien : ses dangers et la manière dont on les communique. Quand le brouillard étouffant de la chaleur s'abat sur la ville, nous ne sommes pas égaux face à cela. Clim, maisons fraîches proches de la Terre, bonne isolation ou habitation en campagne qui contrastent avec des habitations où l'air n'est plus : mauvaise isolation, vitrage à effet loupe ou encore prix de l'énergie consommée pour se rafraîchir, c'est également un grand enjeu social.

Dans une deuxième partie, nous étudierons les modèles de confort thermique à adopter pour être compatible avec les limites planétaires tout en restant cohérent avec notre système industriel et économique.

La troisième partie s'attachera à mesurer le confort thermique et ses indicateurs, comprendre comment le corps agit face à cela et comment l'habitat s'y est acclimaté.

Une quatrième et dernière partie interrogera la façon dont le design peut être envisagé comme une ressource pour l'innovation, comme un modèle pour initier de nouvelles façons de produire et de consommer l'énergie et comme un outil de modélisation de futurs modèles énergétiques. Pour construire mon propos je me suis appuyée sur différents ouvrages, le livre "L'âge des low tech - vers une civilisation techniquement soutenable" de Philippe Bihoux, un mémoire de DSAA produit " Ca chauffe! Objets de médiation thermique " par Théo Finck, différents articles scientifiques et des sites gouvernementaux. J'ai également pu m'intéresser aux différents systèmes de ventilation et de rafraîchissement existants.

I. LA CANICULE : UN
PHÉNOMÈNE RÉCENT
QUI ENTRAÎNE DES
CHANGEMENTS
BRUTAUX

A) LA CANICULE QU'EST CE QUE C'EST ?



Schéma de la constellation du Grand Chien

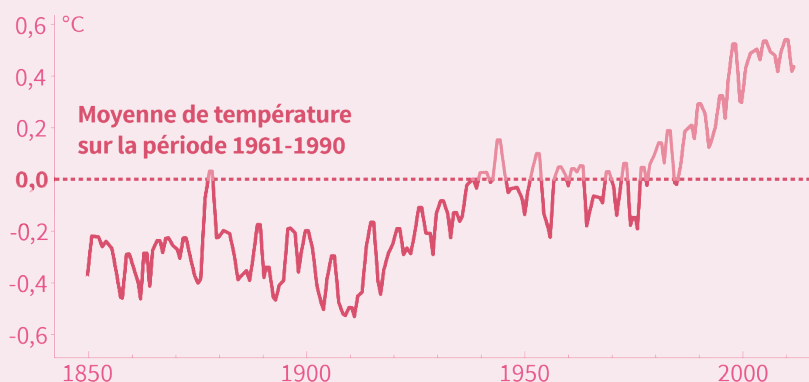
Canicule vient du latin « canicula », le nom de la plus brillante des étoiles fixes et étoile principale de la constellation du grand chien à plus de huit années-lumière, c'est la cinquième, par ordre de distance, au soleil. Depuis l'antiquité, on sait que le soleil se lève et se couche avec la constellation du Grand Chien, entre le 22 juillet et le 23 août. Ces périodes correspondant aux fortes chaleurs, le nom canicule a donc été associé au phénomène. D'une définition plus contemporaine, la canicule, ou vague de chaleur, est un phénomène météorologique correspondant à des températures de l'air anormalement fortes, de jour comme de nuit. La durée va de 3 jours à plusieurs semaines sur une zone relativement étendue.

La caractérisation thermique est subjective, en effet celle-ci dépend de la sensibilité des populations du lieu où elle se produit : En Europe par exemple, on considère une canicule à partir de 18 à 20 degrés la nuit et une température de 30 à 35 degrés la journée. Dès le XIIe siècle, on observe des phénomènes de grande chaleur en France, d'après l'historien Emmanuel Le Roy Ladurie dans son livre *Le climat depuis l'an mil*, la sarthe aurait même été complètement asséchée. A l'époque, la chaleur est un des phénomènes dont les conséquences étaient des plus inquiétantes. On relève deux grands

1 ADEME :
l'Agence de
l'Environnement et de la
Maîtrise de l'Énergie.

épisodes caniculaires pour les étés 1718 et 1719, ce qui a fait pas moins de 700 000 morts ! Les raisons principales étant les eaux impropres à la consommation, l'impact sur les récoltes impliquant une hausse des prix et donc des famines. La différence notable entre les canicules d'hier et d'aujourd'hui sont principalement l'intensité et la fréquence de celles-ci. Depuis 2015, tous les étés sont marqués par des périodes de chaleurs conséquentes. Pour les spécialistes du climat, ces vagues de chaleur à répétition, plus précoces ou tardives indiquent bien, sans détour: un dérèglement climatique. En effet, les canicules passées relevaient de la météo, on parle aujourd'hui non pas d'un dérèglement météorologique mais bien climatique. Par définition, et d'après le guide du changement climatique de l'ADEME ¹ - 2019, la météo c'est le temps qu'il fait à un moment donné, à un endroit donné, ces prévisions ne sont valables que pour un lieu ou une durée précise. Ainsi, si l'on annonce une période de froid locale, on ne peut pas remettre en cause le climat, de même pour une période chaude. Pour confirmer la réalité d'un réchauffement planétaire, il faut constater que l'événement climatique montre une fréquence plus élevée sur un lieu donné pendant une longue période.

ANOMALIES OBSERVÉES DES TEMPÉRATURES MOYENNES ANNUELLES (1850-2012)



Graphique des anomalies observées des températures moyennes annuelles en fonction du temps de 1850 à 2012 - tiré du guide pratique du changement climatique de l'ADEME, 2019.

B) COMMUNIQUER LA CANICULE, QUELLES ACTIONS ?



Ce phénomène est donc brutal et d'une violence parfois saisissante. L'épisode le plus marquant a été la canicule de 2003 en France métropolitaine. Les autorités ont, face à cela, un devoir d'information et de prévention ; c'est à ce moment que s'est créé le "plan canicule" pour réduire les effets sanitaires du phénomène. Pris de cours par l'intensité et la rapidité du phénomène, cet épisode restera marquant pour une partie de la population. Il a eu pour conséquence une estimation d'environ 10 000 à 15 000 décès. Le système s'emballe, les chambres mortuaires sont saturées et la chaleur empêche la conservation hors de celle-ci. De cet épisode, on en a tiré une organisation nationale concrète pour informer, prévenir et anticiper: le plan canicule. Il est composé de 4 niveaux d'alerte.

2 ARS:

Agences régionales de santé, elles sont chargées d'assurer un pilotage unifié de la santé en région, de mieux répondre aux besoins de la population et d'accroître l'efficacité du système.

3. Plan bleu :

Plan d'organisation permettant la mise en oeuvre rapide et cohérente des moyens indispensables permettant de faire face efficacement à une crise quelle qu'en soit sa nature.

Le niveau 1 - La veille saisonnière.

Il correspond à une couleur verte sur la carte de vigilance météorologique. Ce niveau s'active automatiquement sur la période du 1er juin au 15 septembre, en cas de chaleurs précoces ou tardives il peut être rallongé. Les mesures mises en place sont : une surveillance météorologique et sanitaire et l'ouverture d'un numéro téléphonique national : 0 800 06 66 66.

Le niveau 2 - Avertissement chaleur

C'est une phase de veille renforcée qui permet aux différents services (publics ou autre) de se préparer à une montée en puissance de la chaleur, on renforce les actions de communication locales et ciblées.

Le niveau 3 - Alerte canicule

A partir de la carte vigilance météorologique de Météo France, dès lors de l'application d'une vigilance orange, les préfets de départements peuvent déclencher l'alerte canicule. Cette décision prend en compte la situation locale (niveau de pollution, facteurs populationnels...) et les indicateurs sanitaires en lien avec les ARS ². La gestion de la canicule est gérée départementalement avec le PGCD (plan de gestion d'une canicule départementale). Les services publics et les acteurs territoriaux s'adaptent donc à l'intensité et la durée du phénomène. Se met alors en place des actions de communication visant à rappeler les actions préventives individuelles :

- Boire de l'eau et rester au frais
- Eviter l'alcool
- Manger en quantité suffisante
- Fermer les volets et fenêtres le jour, aérer la nuit
- Se mouiller le corps
- Donner des nouvelles aux proches

On déclenche ensuite le plan bleu ³: C'est un outil d'organisation interne aux établissements médico-sociaux (comme les EHPAD), il expose les modalités d'organisation à mettre en oeuvre en cas de crise, il vise à mettre rapidement en oeuvre des moyens matériels et humains pour répondre à une situation exceptionnelle. On met alors en place dans les établissements un local ou une pièce équipée d'un système de rafraîchissement fixe. Les mairies activent les registres communaux pour venir en aide aux personnes âgées, handicapées ou isolées qui se sont inscrites sur ces registres. Cela permet au personnel municipal d'appeler régulièrement ces personnes pour savoir si elles ont

besoin d'aide mais ce dispositif ne prend pas en compte les plus précaires qui n'ont pas de téléphone ou bien ceux qui ne sont pas en connaissance de l'existence de ce registre. Les personnes isolées socialement ne s'estiment également pas forcément à risque face à la canicule et ne font alors pas toujours des démarches pour demander de l'aide.

Le niveau 4 - Mobilisation maximale

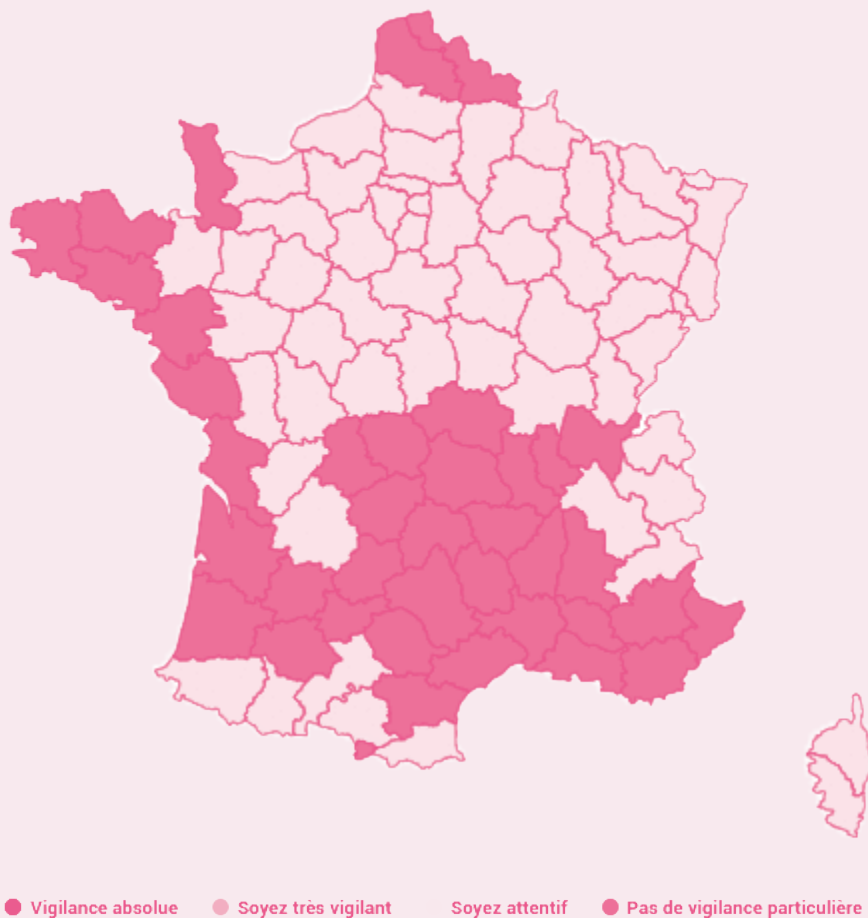
On active ce niveau en cas de vigilance météorologique rouge. On parle alors d'une canicule «exceptionnelle» très intense et durable. Ce niveau est également enclenché quand les répercussions atteignent différents secteurs comme des difficultés d'approvisionnement en eau potable, des feux de forêts, les pompes funèbres saturées... De par ces conséquences intersectorielles, la réponse à cette crise doit être maximale et en coordination avec la réponse de l'État. On active alors la CIC ⁴.

Pour s'informer sur les canicules en temps réel, il existe la carte de vigilance météorologique. Celle-ci signale en 24h si un danger météorologique menace. Elle est disponible pour l'ensemble de la population sur le site: <https://vigilance.meteofrance.fr/fr> et est réactualisée 2 fois par jour à 6h et 16h.

La canicule est donc gérée dans un premier temps localement, à l'échelle départementale avec les ARS, les conseils régionaux, les établissements de santé et les mairies.

4. CIC:
Cellule interministérielle
de crise.

Dans un deuxième temps, on déclenche une réponse nationale pour une action groupée et efficace.



Carte de vigilance météo France du jeudi 13 avril 2023. Classification météorologique du territoire métropolitain allant de «pas de vigilance particulière» à «vigilance absolue».

C) LE CLIMATISEUR, UN FACTEUR AGGRAVANT



zeevveez- Flickr / CC BY 2.0

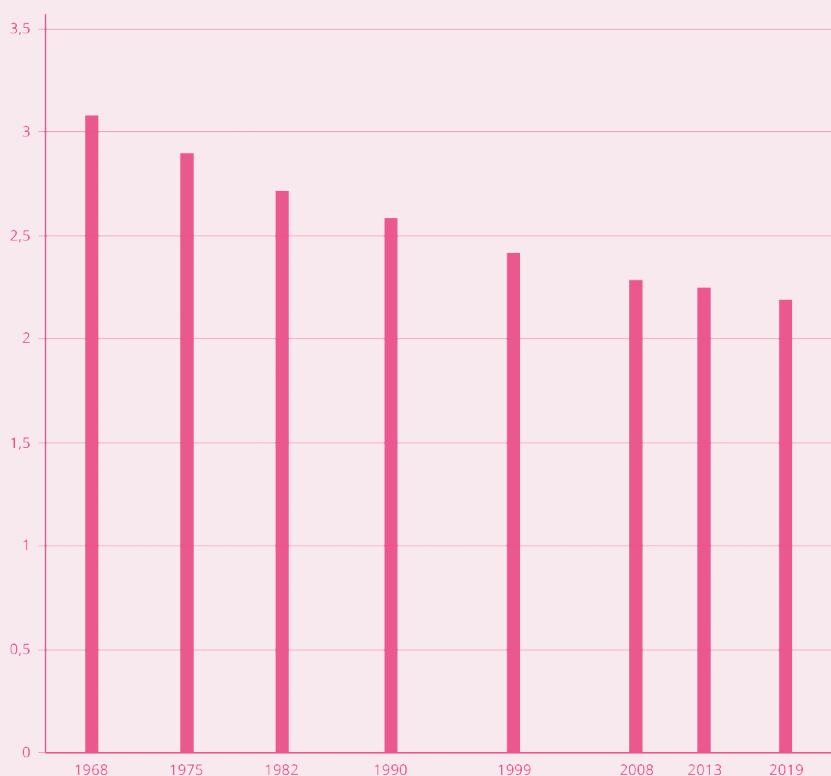
À chaque nouvel épisode de chaleur extrême, la tentation est grande de se ruer sur les stocks de climatiseurs pour trouver un peu de fraîcheur. Depuis plusieurs années, le taux d'équipement est en hausse, en 2020, 25% des ménages possèdent une clim contre 16% en 2016 mais cette solution n'est pas sans conséquence et aggrave encore un peu plus le bouleversement du climat.

Tout d'abord la climatisation naît au milieu du XXe siècle aux Etats-Unis, elle a été créée pour refroidir et déshumidifier les imprimeries et ainsi régler le problème du papier qui gondole. On s'est alors rendu compte du potentiel de rafraîchissement de cette invention et elle s'est donc retrouvée propulsée dans les usines pour refroidir les machines industrielles. Les fabricants de climatiseurs ont ensuite trouvé un autre public à rafraîchir que les machines: les employés. Pour convaincre les patrons d'acheter leur invention, ils diffusent une étude expliquant que la productivité des fonctionnaires augmentait de 24% avec un climatiseur dans leur bureau en période de forte chaleur. Dans les années 50, elle devient plus petite et moins chère, on la démocratise alors pour les salons des particuliers puis des voitures.

Dans les années 60, 10% des ménages américains sont équipés d'un climatiseur contre 90% en 2000.. Son attrait et son utilité sont renforcés dans l'opinion

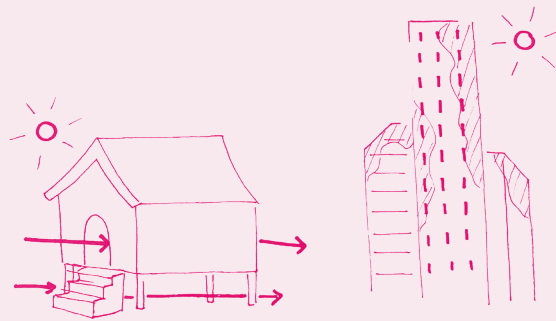
publique grâce au fait qu'elle a fait chuter le nombre de morts durant les périodes caniculaires.

L'arrivée de la climatisation a également bouleversé nos habitudes en les rendant plus individuelles : on reste plus chez soi par exemple, ceci étant accentué par la démocratisation de la télévision. Cet individualisme est également accentué par le fait qu'aujourd'hui; le nombre moyen d'occupants par résidence principale décroît. D'après une statistique de l'INSEE sur la taille des ménages de 1968 à 2019, on passe de 3,08 habitants en 1968 à 2,19 en 2019.



Graphique du nombre moyen d'habitant par résidence principale en fonction du temps de 1968 à 2019. Source : Insee, RP1968 sondage au 1/4 - RP 1975 sondage au 1/5 - RP1982 sondage au 1/4 - RP1990 dépouillement exhaustif - RP1999 à RP2019 exploitations principales.

Cela a également modifié le paysage architectural. Avant son arrivée, pour se protéger de la chaleur, on construisait en Amérique des habitations surélevées avec un porche ombragé et des pièces en enfilades pour favoriser la circulation de l'air. L'arrivée de la climatisation a créé un affranchissement des contraintes thermiques dans la construction des habitations, de cela sont nés les immenses buildings vitrés en plein soleil qui sont totalement inhabitables sans climatiseurs.



Nous savons donc que cette invention a bouleversé le monde et ses habitudes, mais nous allons ici expliquer pourquoi ce n'est pas durable et quels enjeux négatifs de première ligne ressortent de cette invention technologique.

Tout d'abord comment fonctionne-t-elle ?

Il existe plusieurs types de climatisation, la plus répandue fonctionne grâce à un fluide frigorigène qui circule dans un circuit fermé à l'intérieur du climatiseur. Celui-ci récupère les calories contenues

dans la chaleur de la pièce pour les rejeter vers l'extérieur. A contrario du ventilateur, elle ne brasse pas l'air mais évacue la chaleur à l'extérieur. Pour détailler le processus nous pouvons dire que les calories contenues dans l'air chaud sont aspirées vers l'évaporateur (à l'intérieur du climatiseur) puis cela vient chauffer le fluide frigorigène qui passe alors à l'état gazeux dans l'évaporateur. Ce gaz arrive alors dans un compresseur, augmentant alors sa pression ce qui augmente la chaleur. Il arrive ensuite au condensateur (situé à l'extérieur) puis un ventilateur expulse la chaleur que le gaz a pu emmagasiner. De par cette expulsion, le gaz se refroidit et repasse à l'état liquide pour recommencer le cycle. Le climatiseur produit donc de l'air froid à partir du principe physique suivant : quand la pression augmente, la température augmente et inversement.

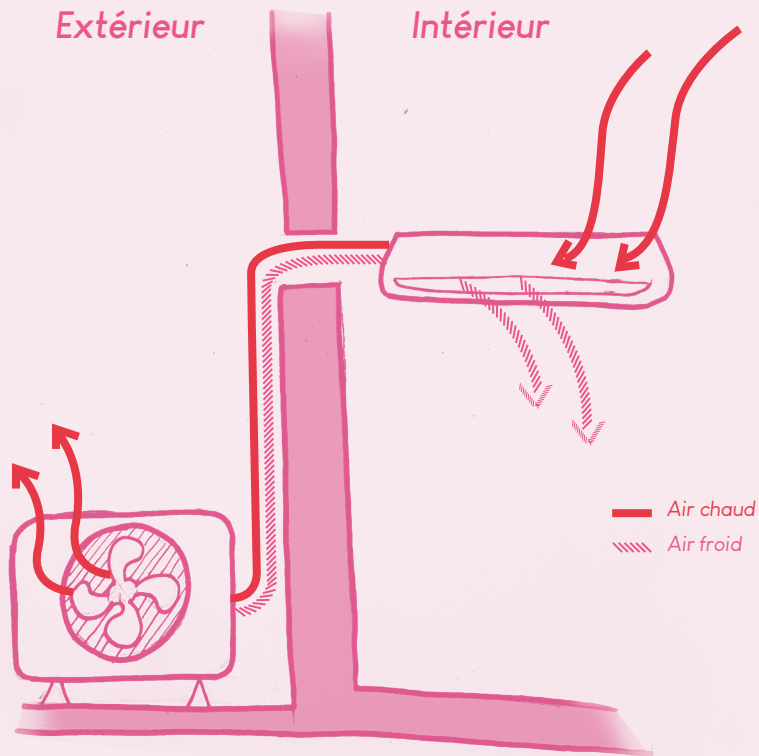


Schéma de fonctionnement d'un climatiseur.

D'après l'ADEME, pour fonctionner, les climatiseurs utilisent des substances toxiques qui abîment la couche d'ozone : des hydrofluorocarbures. Ils sont réputés pour être de puissants gaz à effet de serre avec un potentiel de réchauffement climatique plus puissant que le CO₂. En théorie, la climatisation est un circuit fermé, donc pas d'émissions, il est donc important de procéder à une installation et à des contrôles d'étanchéité réguliers. Mais les spécialistes l'affirment, ces fluides finissent inévitablement par fuir, lors de la fabrication, de maintenances ou de pannes.

L'ADEME prévoit une émission de plus de cinq millions de tonnes équivalent CO₂ de fluides frigorigènes en 2025, la climatisation automobile étant responsable à plus de 30%. La présence de ces gaz complique également le mode de recyclage. Des gaz type CFC⁵ ou HCFC⁶ ont été très couramment utilisés dans l'industrie du froid pour leurs propriétés ininflammables, leur bas prix, leur résistance et leur facilité de liquéfaction. Ces anciens gaz utilisés contiennent du chlore, responsable du trou de la couche d'ozone, ils ont donc été progressivement interdits pour être remplacés par de nouveaux gaz réfrigérants.

On utilise aujourd'hui du fluide frigorigène HFC qui a l'avantage de ne pas avoir d'impact sur la couche d'ozone, mais comme précisé au-dessus, son action sur l'effet de serre est 2088 fois plus importante que le CO₂. Les fluides de cette catégorie sont en passe d'être interdits prochainement.

5. CFC :
Chlorofluorocarbures, composés chimiques commercialement appelés fréon. Incolores, inodores, ininflammables, noncorrosifs à l'état gazeux ou liquide, ils ne sont pas intrinsèquement toxiques, mais certains de leurs produits de décomposition peuvent être dangereux.

6. HCFC :
Hydrochlorofluorocarbures, gaz contenant du fluor, il est nocif pour la couche d'ozone.

Plusieurs types de fluides frigorigènes sont utilisés aujourd'hui:

Type HFO : pas d'impact sur la couche d'ozone, faible effet de serre mais inflammables donc dangereux dans l'habitat.

L'ammoniac : pas d'impact sur la couche d'ozone et pas d'effet de serre mais inflammable et toxique.

En dernière alternative, on utilise également parfois du CO₂. La climatisation participe aux îlots de chaleur urbain créant alors un cercle vicieux : plus les températures augmentent et plus on a recours à la climatisation, mais plus on s'en sert, plus on rejette de la chaleur dans l'air extérieur par le système d'échange de l'air. Une alternative à cela qui limite les dégâts est de créer pour les grandes villes des systèmes de climatisation centralisés qui rejettent la chaleur sur des boucles d'eau. Une des problématiques est aussi sa forte consommation d'électricité ! Pour une surface de 45 m² en été cela peut monter de 20 à 45% d'augmentation sur la facture. L'été n'est alors plus une respiration énergétique en consommation par rapport au chauffage, les pics de consommation d'hiver se retrouvent également en été.

Le climatiseur accentue également les inégalités sociales, les personnes les plus aisées peuvent s'équiper d'un climatiseur et ainsi se protéger de la chaleur en la rejetant dans la rue, ce qui engendre un surrisque et une augmentation de la température pour ceux qui ne peuvent pas s'en procurer.

D'un point de vue scolaire, cette inégalité se creuse également : D'après une récente étude universitaire menée par Harvard UCLA Georgia states sur 10 millions d'élèves, il existe un lien évident entre les résultats scolaires et le changement climatique. Plus la température est élevée, plus les notes baissent, l'exposition à la chaleur perturbe la concentration et donc les facultés intellectuelles. La chaleur viendrait également renforcer les inégalités sociales, les difficultés s'accumulent pour les élèves défavorisés par une exposition à la chaleur. Dans les pays où le climat est le plus dérégulé, la chaleur a un impact sur le niveau scolaire pour les jeunes qui une fois rentrés à la maison ne sont pas en mesure d'étudier dans de bonnes conditions en comparaison aux élèves ayant accès à l'air conditionné à domicile.

2. VERS UN SYSTÈME
ÉCONOMIQUE
ET INDUSTRIEL
COMPATIBLE AVEC
LES LIMITES
PLANÉTAIRES



Bihouix, P. (2014). *L'Âge des low tech : Vers une civilisation techniquement soutenable*. SEUIL.

7. P.Bihouix, *L'âge des low tech - vers une civilisation techniquement soutenable*. p 17

8. Propos recueillis par Grégory David lors d'une interview en mars 2021 pour Colibris Nancy (mouvement citoyen pour inventer des formes de vie plus respectueuses de la nature et de l'être humain).

9. P.Bihouix, *L'âge des low tech - vers une civilisation techniquement soutenable*. p 21

“On cherche et puisque l'on cherche on va trouver – on a toujours trouvé n'est-ce pas ?”⁷.
-Philippe Bihouix.

L'homme cherche des réponses aux problématiques auxquelles ils se confrontent par l'innovation et l'invention, toujours plus complexe et technique. Le silex, le couteau, la fabrication du verre, la lunette astronomique le thermomètre au mercure, la machine à écrire, le béton armé, le moteur à gaz, la caméra couleur, le nylon, le plutonium, les détecteurs de particules nucléaires, l'ordinateur, internet, les véhicules autonomes...

Mais le rêve des voitures volantes n'est-il pas aujourd'hui dépassé ?

Dans cette partie nous étudierons les composantes du développement technologique. Celle ci a toujours répondu à une pénurie de ressources. D'après Philippe Bihouix, chaque espèce est contrainte dans son développement par la disponibilité du milieu en ressource. Avec la technologie, on est passé du rythme du cheval – l'animal – à celui du cheval-vapeur. Cette modification du rapport au temps nous a amenés à cette frénésie, qui instaure le stress, l'obsession du temps qui passe.

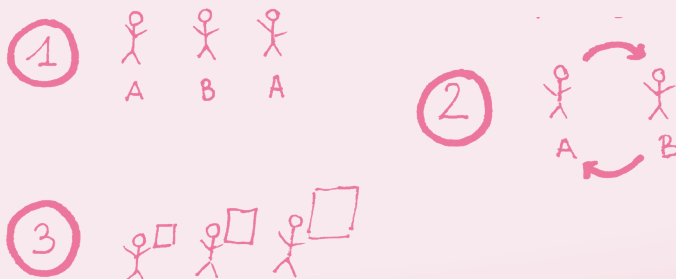
Pierre Rabhi nous dit à ce propos⁸ : « la modernité est carcérale », elle nous

enferme dans ce cercle sans fin d'apaiser les souffrances créées, avec des médiums participant à la souffrance.

A) L'ÉVOLUTION TECHNOLOGIQUE

L'être humain est un des rares êtres vivants à utiliser des outils exosomatiques, c'est à-dire extérieurs à son corps. Il n'utilise pas de griffes ou de poils, il a besoin d'outils tranchants, d'habits et du feu pour digérer une partie de sa nourriture. Pendant la préhistoire, les matériaux sollicités ainsi que la densité de la population est faible, les pénuries donc sont rares. Mais ce n'était pas pour autant un vrai âge d'abondance, certains silex avaient déjà voyagé pour certains de grandes distances et étaient recherchés pour leurs qualités spécifiques, ce qui crée un outil en quantité limitée. D'après Philippe Bihoux, pour faire face aux pénuries de ressources, trois stratégies sont possibles⁹, on peut d'abord déménager temporairement (nomadisme) le temps que les ressources se recréent naturellement, ou bien définitivement (migration) pour éviter ces pénuries locales. On peut également utiliser l'échange pour équilibrer les ressources entre les territoires ou bien inventer: trouver un moyen de produire la ressource manquante à partir d'une autre source ou lui trouver remplacement.

Ces méthodes sont encore employées aujourd'hui mais la stratégie de migration est limitée par le fait que nous avons exploré la quasi totalité de la terre, reste alors un nomadisme à très grande échelle en allant chercher dans l'espace, de nouveaux matériaux. D'un propos plus Terre à Terre, nous misons aujourd'hui majoritairement sur la stratégie d'innovation. La lutte de la technique contre l'épuisement des ressources s'est considérablement accélérée au cours des un ou deux derniers siècles avec une énorme croissance des ressources consommées.



Au-delà des matériaux, la base de tout c'est l'énergie, si essentielle et difficile à définir. On la considère comme une grandeur qui mesure la capacité d'un système à modifier un état. Elle est primordiale car essentielle à la transformation des matériaux. Les ressources principales d'énergie jusqu'au 18ème, c'est le bois avec l'exploitation des forêts comme combustible, les moulins à eau, les moulins à vent et la traction animale.

Puis le bois est victime d'une grande crise qui se généralise, on se tourne alors de plus en plus vers le charbon de terre. Dans un second temps, l'invention de la pompe à vapeur et la machine à vapeur permettra à terme, l'exploitation de mines souterraines et donc l'accès à des ressources bien plus grandes. Vient ensuite la révolution industrielle et l'apparition du pétrole qui n'est d'ailleurs pas venu résoudre une pénurie de charbon mais bien une pénurie de baleines, une bonne partie de l'éclairage domestique fonctionnait à l'huile de baleine ou de cachalots.

Nous sommes ensuite passés de ressources renouvelables (dans une certaine mesure) à la chimie industrielle. Jusqu'à la fin du XVIIIème, les métaux étaient pratiquement les seules ressources non renouvelables utilisées. Les produits de consommation du quotidien et l'industrie étaient surtout basés sur des produits d'origine animale, végétale. On parle alors de limites de ressources "surfaciques" car elles sont liées à la limite de productivité de la terre et au cycle d'évolution de l'animal.

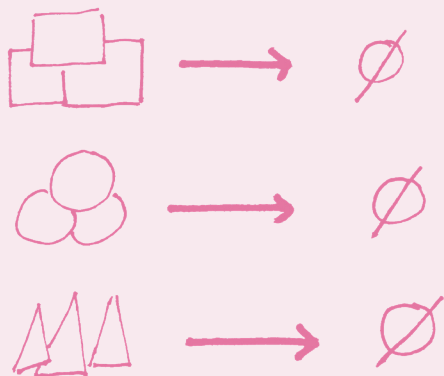
Puis, avec l'urbanisation croissante, les besoins en matériaux sont devenus énormes. Même si l'on observe des progrès techniques depuis l'antiquité, le XVIIIe siècle fut une période charnière due au

10. P.Bihouix, *L'âge des low tech - vers une civilisation techniquement soutenable*. p48

11. P.Bihouix, *L'âge des low tech - vers une civilisation techniquement soutenable*. p56 - *Les limites de l'énergie circulaire*.

changement d'échelle de production, aux avancées technologiques importantes, notamment celles liées à la fabrication et à l'accès des matières premières nouvelles.

Ainsi, on en arrive au XXe siècle avec ses immenses gains de productivité liés à la mécanisation, à la robotisation et l'informatisation. Les techniques nouvelles nous font accéder à des ressources abondantes mais aussi à une réduction conséquente du temps humain pour les produire. On observe donc une accélération des pénuries et des nouvelles solutions pour y répondre qui créent elles-mêmes de nouveaux besoins et de nouvelles pénuries avec des conséquences écologiques et sociales.



B) LES LIMITES DE CETTE CROISSANCE

“Les ingénieurs font rarement des omelettes sans oeufs”¹⁰.

On ne crée pas d'innovation sans conséquences et sans répercussions à côté.

Si la base de tout ça est, comme expliqué au-dessus, l'énergie, pourquoi pas se pencher sur l'idée d'une l'énergie circulaire ?¹¹.

Ce principe possède ses propres limites car un circuit fermé n'existe pas, il y a forcément une perte d'énergie au moment du recyclage, une perte au feu ou une perte au moment de l'usage même. Par exemple, une pièce de monnaie s'use de manière très subtile au fil du temps car le fer et le cuivre vont s'user et se consommer par le seul touché de l'homme.

Certains matériaux ont également des limites physiques ou techniques, ils ne peuvent pas être refondus car ils perdraient certaines qualités techniques nécessaires à leur usage (robustesse par exemple). Plus le produit initial est complexe et multi matériaux, plus il engage de pertes. Il devient en effet difficile de séparer et de récupérer les matières premières pour les recycler.

Les métaux sont également empreints à des usages dispersés et donc non recyclables. On les utilise comme pigments, traitements de surface qui s'abîment à l'usage (ex: galvanisation¹²), ou bien comme fertilisants ou additifs.

On retrouve également sur le marché, des objets utilisant des matériaux rares pour des usages en complet décalage. Philippe Bihouix nous cite des chaussettes qui utilisent de l'argent sous forme nanométrique pour ses propriétés anti-odeur de par la qualité antibactérienne. Il faut prendre en compte que chaque cycle de consommation est égal à une perte de matière définitive qui s'est dispersée. Ainsi la recyclabilité d'un produit est une chose, mais avant cela, il faut revoir en profondeur la conception même des objets du marché. Le fait de concevoir un produit recyclable ne



Chaussettes avec une technologie antibactérienne au fil d'argent - Photo personnelle, décembre 2022.

12. Galvanisation : opération consistant à recouvrir de zinc un métal ferreux, principalement l'acier, par immersion dans un bain de zinc en fusion.

13. P.Bihouix, L'âge des low tech - vers une civilisation techniquement soutenable. p95 - Remettre en cause les besoins.

doit pas être un dédouanement de la responsabilité de celui-ci. C'est pourquoi le high-tech ne peut être une réponse à tout et que dans certains domaines il n'ajoute que des difficultés. En misant sur le high-tech dans tous les secteurs nous risquons de créer de nouvelles pénuries de ressources, ce qui nécessitera à nouveau un recours d'énergie important.

Les technologies "vertes" d'aujourd'hui, espoirs parfois de demain, sont généralement basées sur des nouvelles technologies avec des métaux rares ce qui contribue à la complexité de l'objet et donc à des difficultés de recyclage.

Néanmoins, de nouvelles innovations techniques intéressantes peuvent se développer mais alors on se confronte à un problème d'échelle. Dans le domaine du bâtiment par exemple, il faudrait remplacer l'existant assez rapidement et en assez grande expansion pour que cette innovation ait un impact. Pour ce domaine, c'est en décennies que cela se compte pour changer le parc du bâtiment national.

Nous sommes donc confrontés à trois grosses impasses: la première étant l'exploitation des ressources à un rythme qui n'est pas durable, la deuxième impasse est liée aux pollutions (excès de gaz à effet de serre etc), et la troisième est la très forte augmentation des surfaces artificialisées.

Le low-tech se montre alors comme une solution à contre pied de l'existant, il est un renoncement réfléchi à l'espoir d'une sortie de crise par l'innovation seule. Son principe est de diminuer nos prélèvements de ressources. Il est tout de même important de comprendre que toute activité humaine, autre que la cueillette et la chasse modérées, a un impact environnemental. La voiture "propre", l'énergie entièrement renouvelable et circulaire, et le transport zéro émission n'existe pas ¹³.

Ainsi, l'objet ou le service le moins impactant en termes d'environnement est celui qui n'existe pas. Mais tous les besoins ne sont pas supprimables, alors comment les rendre plus écologiques? Il faut d'abord traiter ce besoin à la racine et le considérer d'après P. Bihouix comme une "écologie de la demande" et non plus une "écologie de l'offre". En effet, il nous dit : " L'écologie de l'offre réclamera des gobelets à café en carton recyclable alors que l'écologie de la demande fait en sorte que chacun ait sa propre tasse dans son tiroir".



Cyclades, Grèce
Giannis Osep - Août 2019

L'écologie par la couleur est également un levier qui peut s'avérer intéressant. En effet la notion de couleur peut avoir un intérêt écologiquement parlant, on peut citer par exemple les maisons des cyclades en Grèce. Elles ont été repeintes en blanc et bleu dans les années 1930. Au-delà de la dimension symbolique de représenter la mer et l'écume, ce choix colorimétrique est également d'ordre pratique car le blanc réduit l'absorption de chaleur. La couleur blanche est donc ici justifiée, mais parfois, le noir peut-être la couleur la plus justifiée pour se rafraichir.

Des chercheurs israéliens ont en effet mesuré les températures de surface de deux robes de Bédouins alors qu'il faisait 47 degrés. La température du vêtement était de 41 degrés pour le vêtement clair contre 47 degrés pour le vêtement sombre. Les nomades du désert s'habillent en effet avec des couleurs foncées. Leurs vêtements sont très larges, ce qui laisse une vaste circulation de l'air entre la peau et le tissu.

Le tissu sombre va donc davantage chauffer cet air que le tissu clair. L'air chaud va s'évaporer par convection (la chaleur monte), un air plus frais va ensuite s'engouffrer pour remplacer l'air chaud et ainsi créer un courant d'air. Le réchauffement de cet air va également favoriser la transpiration et donc un mécanisme de rafraîchissement par évaporation.



Tamanrasset Province, Algeria. Nouredine Befethi - 2021.

La couleur a donc un rôle écologique à jouer dans la gestion de l'énergie mais aussi un rôle à jouer dans la régulation de la pétrochimie.

En effet les couleurs vives sur les objets sont souvent à base de métaux rares ou de produits chimiques de synthèse.

Nous pourrions imaginer nous limiter à des couleurs naturelles : tons rabattus, terres de siennes, verts olives... et donner aux couleurs vives un contexte particulier et durable pour mieux répartir les ressources rares.

Le low-tech n'est donc pas une solution universelle qui doit remplacer le high-tech dans son entièreté, certains domaines comme le médical par exemple nécessitent les hautes technologies, indiscutablement. Ce recours doit donc être réfléchi et modéré et utilisé à bon escient. Certains produits peuvent trouver des solutions adéquates dans un système plus sobre et résilient. Certains besoins non essentiels, hédonistes, devront également savoir s'adapter aux capacités de rendement du low-tech. Ainsi, les chaussettes devront se passer des nanoparticules d'argent et

se contenter du coton. Pour accompagner la résilience technique des objets c'est également certaines habitudes qui devront s'adapter à la sobriété de conception des objets. Plutôt que de créer des chaussettes aux capacités anti-odeur, il faudra prendre une paire de rechange dans son sac après le sport.

La clé est donc la conception même de l'objet dans un cadre réfléchi de consommation, couplé à des habitudes d'utilisation qui doivent parfois évoluer.

« Aussitôt qu'on nous montre quelque chose d'ancien dans une innovation, on se sent apaisé » - Nietzsche .¹⁴

Il y a alors une forme de sagesse dans un objet sobre et résilient. D'après Philippe Bihoux, il y a sept commandements du low-tech :

- Remettre en cause le besoin initial : est-il nécessaire ?
- Concevoir et produire réellement durablement : Prendre en compte le réel impact des choses lors de la conception.
- Orienter le savoir vers l'économie des ressources : chercher du bon côté et s'inspirer des savoir-faire ancestraux.
- Rechercher l'équilibre entre performance et convivialité : Pour une "performance" de l'objet plus modérée et consciencieuse; apprendre à aimer l'imperfection.

14. Friedrich Nietzsche
artiste, écrivain,
Philosophe (1844 - 1900).

- Relocaliser sans perdre les bons effets d'échelle : relocaliser aux bons niveaux.
- Démachiniser les services : rendre certaines tâches à l'humain.
- Savoir rester modeste : rester humble face à la nature.

Alors quelle place pour la technologie du "monde d'après" ?

Luc Ferry, philosophe et chroniqueur dans Le Figaro titrait "Non à l'écologie low-tech".

Dans un certain nombre de domaines, se contenter du low-tech serait mortel, notamment dans le domaine de la médecine. On ne peut pas imaginer renoncer à ces technologies qui remplissent un rôle aussi essentiel que sauver des vies. L'utilisation du high-tech n'est donc pas à diaboliser, il s'agit plutôt de diriger l'utilisation de ressources rares vers des domaines nécessitant le high-tech comme la médecine pour ne citer que ce secteur. On utilise par exemple de l'hélium pour les IRM. La pensée de Philippe Bihoux nous indique donc de réserver l'utilisation de ce gaz rare à l'utilisation de dispositifs très importants comme les IRM et donc de supprimer la présence de cette ressource dans une forme de loisir (ballons festifs etc.).

Gérer les ressources, les favoriser et les utiliser aux bons endroits et au bon moment. Il ne s'agit donc pas d'après P. Bihoux de réaliser un retour en arrière mais bien de fonder de nouvelles pratiques sur le corpus de connaissances que nous avons pu accumuler jusqu'ici. Le low-tech est donc une démarche qui peut s'appliquer à un certain nombre de domaines, d'utilisation ciblée et réfléchie d'une technologie dépensière en ressource et en énergie. C'est dans la réduction à la source et dans la sobriété d'utilisation en parallèle de l'efficacité technologique qu'il faut chercher une solution. Le low-tech ne trouve tout de même pas réponse à tous les domaines, le progrès et l'innovation doivent continuer, mais il peut trouver sa place en parallèle du high-tech notamment sur des questionnements autour de la création d'objets du quotidien par le designer.

3. LE CONFORT THERMIQUE ET L'HOMME

15. *Hyperthermie :*
Élévation de la
température corporelle
au-dessus de la normale.

16. *Hypothermie :*
Abaissment de la
température du corps
au-dessous de la
normale.

17. *Radiation :*
Principal mode de perte
de chaleur. L'organisme
émet de la chaleur sous
forme de rayonnement
infrarouge vers les objets
ou les surfaces plus froids
l'entourant.

18. *Convection :*
Perte de chaleur au profit
de l'air ambiant lorsque
l'air entre en contact
avec la surface du corps.

19. *Conduction :*
Perte de chaleur par
contact direct avec un
objet plus froid.

20. *Évaporation :*
Perte de chaleur par la
perte d'eau produite par
les glandes sudoripares
(dont le rôle est de
produire de la
sueur). L'évaporation
peut se faire par la
respiration ou par
sudation.

Le confort thermique est une notion qui nous semblait acquise, mais aujourd'hui, grâce à la prise de conscience de la limite des ressources, nous devons réenvisager sa définition. On parle aujourd'hui politiquement de "fin de l'abondance", un environnement thermiquement adapté avec les technologies est toujours possible, mais à quel prix ? Comment faire contact entre les enjeux planétaires et la notion de confort thermique pour l'humain ?

Nous étudierons donc dans cette partie par quel moyen l'homme optimise son confort thermique, que ce soit par régulation corporelle, ou par son habitat et nous verrons dans quelle mesure le confort thermique peut être redéfini en lien avec la partie précédente. Nous verrons aussi d'un point de vue social comment la chaleur devient un fort facteur d'inégalité au confort.

A) LE CORPS ET L'HUMAIN

L'être humain est homéotherme, notre corps se doit de conserver une température de 36,6 degrés pour garder un bon fonctionnement, ne pas être en hyperthermie ¹⁵ ou hypothermie ¹⁶. A contrario, d'autres êtres vivants sont des poïkilothermes, ils adaptent leur température corporelle à l'environnement comme les grands insectes volants, les reptiles, les amphibiens ou les poissons: les animaux au sang froid.

C'est l'hypothalamus dans le cerveau qui régule cette température de 36,6 degrés qui est la température la plus optimale pour le bon fonctionnement de nos cellules. Pour se rafraîchir et conserver une bonne température corporelle, le corps a besoin de dissiper la chaleur, et pour cela il utilise le mécanisme de la transpiration. Elle permet de libérer de la chaleur pour diminuer la température corporelle, le corps sécrète alors de la sueur à la surface de la peau. Celle-ci étant composée à 99% d'eau, au contact de l'air, cela crée de la fraîcheur par évaporation.

D'après Agnès Sommet, docteur en pharmacologie et pharmacologue au CHU de Toulouse, les pertes de chaleur de notre corps s'effectuent ainsi :

- Radiation : 60 %
- Convection : 15 %
- Conduction : 3%
- Evaporation : 22%

Il est à noter qu'il existe certaines pathologies qui empêchent ou font dysfonctionner la production de sueur comme l'anhidrose.

Nous ne sommes pas égaux face à la chaleur. La température ressentie peut dépendre de différents facteurs comme la masse musculaire, la taille, les hormones ou bien l'état de santé. Aucune théorie seule ne peut suffire à expliquer à elle seule l'écart de perception. Le ressenti est personnel, chacun perçoit la chose différemment. Si l'on met 100 personnes tour à tour dans une même pièce elles n'évalueront pas son confort thermique de manière semblable.

D'un point de vue général, les personnes à risque sont les bébés, les personnes âgées ainsi que les personnes souffrant d'une maladie aggravant ses effets. Mais on parle également des personnes ayant un métier impliquant des efforts physiques et les sans domiciles fixes, vulnérables pour le manque d'accès à l'eau et la difficulté de se protéger de la chaleur.

La chaleur accentue également les inégalités sociales, "La canicule tue d'abord les plus précaires" d'après Richard Keller, historien de santé publique à l'université de Wisconsin aux Etats-Unis et auteur d'un livre sur la canicule de 2003 à Paris.

Les femmes âgées, seules et isolées ainsi que les personnes précaires souffrent plus des périodes caniculaires. Certaines maladies mentales sont également des facteurs de risque, en partie à cause des médicaments mais aussi pour des raisons physiques : les neurotransmetteurs sont impliqués dans la thermorégulation et sont souvent dysfonctionnels à cause de la maladie. Ces personnes peuvent également ne pas avoir conscience du danger ou répondre à celui-ci par des comportements inadéquats.

La prise de drogue ou d'alcool est aussi une conduite aggravant les risques de la canicule. L'alcool accentue le risque de déshydratation, en partie car il perturbe l'hormone antidiurétique.

On s'est rendu compte pendant la canicule de 2003 que beaucoup de personnes sont décédées seules dans leur logement exigü à Paris, sans aération ou avec une seule fenêtre et bien souvent sous les toits. D'après Tarik Benmarhnia et Pascal Beaudeau, chercheurs à l'université de Californie et à Santé publique France, vivre à Paris en 2003 sous les toits multipliait le risque de mortalité par quatre. La surmortalité venait plus majoritairement des quartiers est de Paris, plus défavorisés que ceux de l'ouest. Jean Jouzel, climatologue, nous dit également : "Le problème du réchauffement climatique c'est l'accroissement des inégalités". Le confort thermique humain est donc dépendant de sa condition de santé, de son habitat et de son environnement mais aussi malheureusement de sa condition sociale.



Maisons troglodytes - Tuba Icarabulut.

B) L'HABITAT

Théo Finck nous dit dans son mémoire “Ça chauffe ! Objets de médiation thermique” que la première trace de l’homme sapiens date d’il y a 16 000 ans en Tanzanie, il faisait alors 26°, une température parfaitement adaptée à la vie humaine. Vient ensuite la migration de l’Homme vers différents espaces, il va donc se confronter à d’autres climats, on parle alors religieusement de “perte du paradis”.

L’Homme est donc contraint de développer des stratégies pour lutter contre les conditions climatiques extérieures qui ne sont plus optimales pour lui.

T.Fink nous indique qu’il aurait mis en pratique deux moyens autour de la notion d’enveloppe : la création d’habits et la notion d’habiter.

On habite le vêtement qui nous protège du climat, on habite ensuite un espace qui nous protège du climat extérieur. On cherche alors pour la première fois à modifier son environnement thermique. Notre environnement est construit sur des contraintes, à la manière de Boris Groys, l’Homme s’auto-design, il design son environnement et devient son propre designer, guidé par ses expériences sensorielles, il se crée un environnement à l’image de ses contraintes en essayant de les résoudre.

La France subit de plein fouet ce changement climatique, les bâtiments n’ont pas été construits pour être adaptés à ces conditions extrêmes. A contrario, les pays avec des climats initialement très chauds se sont construits à partir de ces bases climatiques. On parle alors d’une culture architecturale de la chaleur. C’est un patrimoine mondial d’inspiration de techniques pour lutter architecturalement contre la chaleur

On peut citer les maisons troglodytes, caractéristiques du Colorado, de l’Utah, de l’Arizona ou du Nouveau Mexique. Leur principe repose sur le fait que la falaise dans laquelle elles sont construites sert de protection face aux rayons du soleil pour faire en sorte que tous les logements soient à l’ombre quand le soleil est à son zénith.

Les huttes traditionnelles Africaines d’Ouganda, elles, sont construites en terre avec un toit de paille. Les matériaux utilisés

servent de tampon entre la température extérieure et intérieure. Le toit pointu sert lui à évacuer facilement l'eau des pluies torrentielles.

Pendant la Rome antique, c'était aussi l'espace qui entourait l'habitat qui jouait un rôle de thermorégulation. On retrouvait beaucoup de péristyles, des cours ouvertes aux jardins entourés de colonnades avec un point d'eau central, pour encadrer les demeures romaines de l'antiquité. Cela avait donc pour but de créer un tiers lieu entre l'extérieur et l'intérieur pour faire circuler l'air et couper l'incidence directe des rayons du soleil sur le bâtiment.

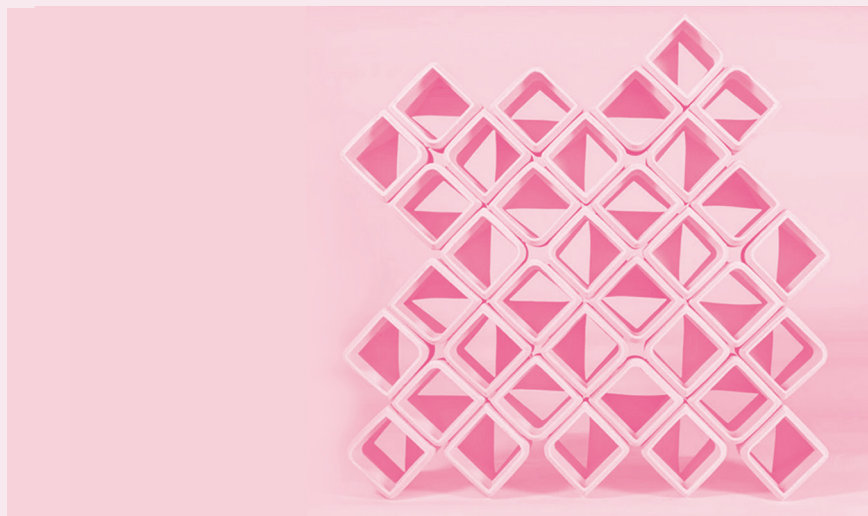


Moucharabiehs Maroc
- Maria Orlova

En Orient, les moucharabiehs sont également des éléments architecturaux qui ont un intérêt pour lutter contre la chaleur. Ce sont des balcons en avant-corps munis d'un grillage décoratif. Leur structure en bois fin apporte de l'ombre et laisse passer l'air frais à travers les petits trous de ce grillage. Des ouvertures plus importantes en bas permettent d'augmenter la vitesse du flux du courant d'air sur les trois côtés du balcon. A l'origine on y plaçait même des vases remplis d'eau pour aider à rafraîchir l'air. Les moucharabiehs ont inspiré des projets plus contemporains comme l'oeuvre architecturale "Earthenwind" de Bat el Hirsh. Inspirée de claustras, l'artiste a eu recours à l'impression 3D de céramique pour créer des blocs assemblés entre eux pour former un panneau géant afin de protéger l'habitation du soleil. Les blocs sont chacun plus ou moins évasés ce qui crée un effet visuel intéressant mais surtout permet de limiter la chaleur dans le lieu

21. Effet Venturi:
Phénomène de la dynamique des fluides selon lequel le rétrécissement d'un jet d'air au niveau de deux obstacles entraîne une augmentation de sa vitesse et donc une diminution de pression.

grâce à l'effet venturi ²¹. L'utilisation de la céramique remplace l'action de placer des vases d'eau, en effet, si on humidifie l'argile, l'eau dessus va s'évaporer lentement et créer de la fraîcheur.



Earthenwind - Bat el Hirsch, Photographie extraites du site «Design Boom».

Les artistes / designers contemporains trouvent des ressources et bases solides de projet dans des techniques ancestrales, simples et résilientes. En Egypte, on trouve des tours à vent, ce sont des tours de refroidissement qui permettent de réduire de manière importante les températures intérieures en orientant un courant d'air ou bien en permettant de stocker de l'eau approchant des températures de congélation et ce, même sous un climat aride. Il existe aujourd'hui des versions plus petites de ces tours à vent, placées en haut des bâtiments, elles vont, comme un ventilateur, augmenter la circulation de l'air dans l'espace intérieur. On parle de capteurs de vent prenant la forme d'une cheminée, cette technique est utilisée au Royaume-Unis dans l'écoquartier BedZed. L'installation s'adapte à la direction du vent pour capter l'air dans le système de ventilation et le diffuser dans les appartements en dessous. Les maisons sur pilotis d'Indonésie sont également intéressantes pour leur gestion de la chaleur. Au-delà de la construction en hauteur pour éviter les inondations et lutter

contre les nuisibles, cela permet également une meilleure ventilation. La hauteur de la structure permet une ventilation traversante qui crée un courant d'air plus important.

Aujourd'hui, pour pouvoir créer un environnement, à l'image des contraintes contemporaines, l'habitat doit intégrer le RITE (Risque d'inconfort thermique l'été). Cette notion doit être une réalité à prendre en compte lors de la rénovation ou la construction de bâtiments. Le designer qui intègre son travail dans l'habitat doit également le considérer.

D'après Nicolas Cailleu, responsable du département Energie et environnement à la direction de la maîtrise d'ouvrage et des politiques patrimoniales de l'USH (union sociale pour l'habitat), répondre aux enjeux climatiques en rapport avec l'habitat ne se limite pas à diminuer les consommations énergétiques des bâtiments sociaux ou réduire l'empreinte carbone du parc social. Les HLM doivent intégrer la notion "d'inconfort d'été". Mais il nous dit également que traiter l'existant est complexe, car le patrimoine HLM est l'héritage des choix techniques faits par le passé, marqués dans le béton et le ciment. L'inconfort thermique dans un bâtiment est multifactoriel, il dépend d'abord de la situation spatiale du bâtiment : climat, exposition au soleil, nombre d'habitants, circulation environnante... mais aussi de la nature du terrain environnant : bitume, grands espaces verts, sols clairs ou goudronnés...

Pour faire face à cette problématique et maintenir le confort de vie dans le parc existant en faisant les bons choix, l'USH (union sociale pour l'habitat) met en place une nouvelle réglementation environnementale proposant un nouvel indicateur de confort thermique.

Cet indice permettrait d'identifier les leviers d'amélioration du confort d'été d'aujourd'hui en se projetant sur le climat de 2050 et 2080. Cet indicateur serait donc un outil de modélisation pour identifier, évaluer et tester des solutions pour la construction neuve et l'existant.

Nous avons, par les conséquences de nos actions, la nécessité de rénover l'ancien au mieux possible et de gérer les constructions nouvelles en prenant au coeur du projet la notion de gestion de la température dans l'habitat. Le designer se doit donc d'être en connaissance de ces contraintes pour intégrer à son futur travail cet indicateur de confort thermique. Ces données affirmeraient ou infirmeraient la validité ou l'utilité d'un projet de designer dans le cadre d'un objet thermique dans l'habitat. Il est également important pour lui de d'être en connaissance des techniques ancestrales de gestion de la chaleur au sein de l'habitat pour proposer des dispositifs sobres et efficaces.

C) REDÉFINIR LE CONFORT THERMIQUE

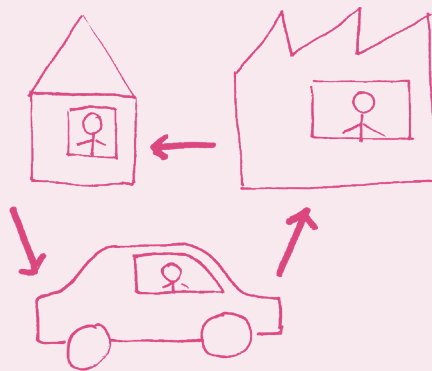
La notion de confort thermique a évolué, on le perçoit comme un dû normal et une arrivée finale de l'évolution de ce qu'est devenue une habitation. C'est une notion qui nous semblait donc acquise, mais aujourd'hui grâce à la prise de conscience de la limite des ressources, nous devons réenvisager sa définition. Les modes de vie ont changé. Il y a un siècle, la plupart des Français vivaient en zone rurale et leurs activités étaient principalement à l'extérieur, là où aujourd'hui nous vivons 70% de notre temps à l'intérieur. Ils étaient donc enclins à l'acceptation de températures intérieures moins clémentes.

Nos activités ont également beaucoup changé, il y a un siècle, les métiers étaient souvent plus physiques, ce qui limitait

le besoin de faire appel à un dispositif extérieur pour réguler sa température à 36,7 degrés. D'après Claude Lefrançois, conférencier dans l'éco-construction et l'éco-isolation, nous nous sommes habitués à des températures ambiantes plus élevées l'hiver et aspirons à des ambiances plus tempérées l'été. Cela crée une dépendance à un climat constamment régulé.

En effet, aujourd'hui beaucoup de métiers sont exercés en intérieur avec des climats régulés artificiellement par le chauffage ou la climatisation, nous sommes donc moins habitués à nous adapter à la température extérieure puisque nous vivons, pour la plupart, la majorité du temps dans une bulle climatique artificielle et régulable.

Du fait de nos modes de vie, nous passons de bulles climatisées à bulles climatisées. De la maison le matin qui est équipée de l'AC à la voiture dans laquelle on va allumer l'AC également, pour aller dans nos bureaux climatisés...



Le temps nous a en effet quelque peu déconnecté du sens de la régulation thermique naturelle. On a créé des déodorants anti-transpirants, on utilise en excès la climatisation avec l'effet de vouloir toujours plus frais, nous chauffons nos habitats parfois trop pour le plaisir d'être en t-shirt chez soi. On cherche à être constamment dans la même température, celle de l'idéal du confort thermique, comme un climat artificiel nous coupant du rôle des saisons. Le confort est devenu systématique, systématique car il devient automatique mais aussi systématique car on le relie à un système de régulation thermique artificiel.

Un environnement thermiquement adapté grâce au high-tech est toujours possible, mais à quel prix ?

Le 24 août 2022, lors de la rentrée du conseil des ministres, le président Emmanuel Macron évoquait une grande bascule et un grand bouleversement évoquant la fin d'une abondance de produits et de technologies qui nous paraissait indéfiniment disponible, fin de l'abondance des matériaux, de l'eau... Il est alors officiellement déclaré que nous ne pouvons plus agir sans conséquences et que les décisions nationales doivent aller dans le sens que l'abondance n'est pas.

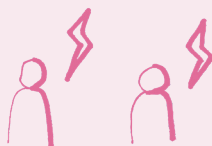
4. L'INNOVATION PAR LE DESIGN

Quelle place peut avoir le design dans tout ça ? Comment peut-on modéliser au mieux le futur des enjeux énergétiques de nos villes et de nos maisons pour les anticiper ? Les grands groupes d'entreprise du secteur de l'énergie ont désormais leurs propres équipes de designers intégrées dans le but d'observer, de débattre et de proposer des projections allant de 5 à 30 ans. EDF a par exemple aujourd'hui une équipe d'une dizaine de designers intégrés dans la recherche et le développement.

Guillaume Foissac, expert recherche et innovation par le design pour la R&D d'EDF et responsable du design lab nous dit : "L'idée est d'utiliser les méthodes projectives et outils du design pour nous permettre de se figurer les usages et les besoins qui vont arriver demain dans notre société afin d'essayer de les anticiper et d'y répondre de la manière la plus adaptée à court et à long terme". Le rôle des designers intégrés à la R&D d'EDF est de s'appuyer sur des observations et des déductions sociales, culturelles, fonctionnelles, techniques, sensibles et environnementales dans le but de projeter une vision de l'avenir qui prendrait au mieux en compte ces observations.

Ils essaient donc de penser un nouveau modèle de société autour de la gestion de l'énergie qui paraît souhaitable. En effet, le mode de production et de distribution de l'énergie est questionné. On envisage par exemple que le citoyen serait en capacité demain de produire sa propre énergie, on engage alors une réflexion sur un moyen de la partager,

l'échanger ou la capitaliser. Ces comportements engageraient alors de nouveaux modes relationnels entre les individus, les villes, les entreprises et les associations ce qui est aussi intéressant à anticiper. Au travers de ces questionnements de design énergétique, on perçoit que cette question est comprise dans un sujet plus général : l'autonomie.



Cette première phase de réflexion est la projection. On vient ensuite prototyper et mettre en situation les hypothèses, on réalise des projections fictionnelles.

Dans le cadre de la R&D chez EDF, c'est une douzaine d'hypothèses qui sont en cours d'étude. On modélise donc différentes sociétés prospectives avec différentes organisations de la gestion de l'énergie.

Guillaume Foissac nous dit : "Certaines - propositions - s'opposent, d'autres sont complémentaires, et le tout génère des possibles illustrés et argumentés qui permet de se projeter dans ce que seraient ces villes. C'est un peu comme de la science-fiction, mais ça permet d'anticiper assez précisément le rôle des énergéticiens face aux mutations des sociétés et de s'engager dans ces mutations dès à présent".

Le design prend donc ici un réel rôle d'implication dans la transition énergétique. Il s'intègre et complète l'organigramme de cette grande problématique, le designer est donc un acteur de celle-ci au même titre que l'ingénieur ou le chercheur par exemple. Des appels au design pour envisager des questions contemporaines sont réalisés depuis déjà une dizaine d'années comme en témoigne la conférence de de Pierre Doze et Michel Bouisson "Design au banc : demain !" pour le centre Pompidou en mars 2010 traitant d'un questionnement de l'avenir d'un point de vue du design. On y ouvre le débat au travers de la présentation de quatre sujets d'actualité: un produit, un événement, un ouvrage et un aménagement d'intérieur. Le but de cette rencontre est de "faire exister un lieu

de débat critique de l'actualité du design dans un esprit libre". On parle entre autres du luminaire Sun tunnel Low Grol, édité par Vélux ou de la VitraHaus, en Allemagne.

D'après G.Foissac, ces macro-projections pourraient avoir un impact politique, environnemental et sociétal qui pourrait vraiment faire bouger les lignes dans les prochaines années.

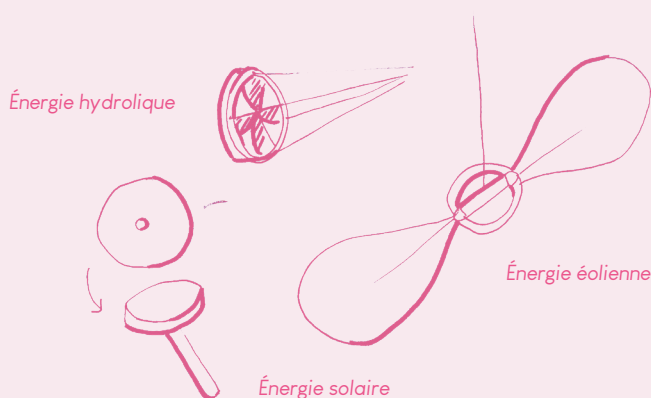
Pour revenir sur le questionnement du designer autour de l'autonomie énergétique, le projet de diplôme de Suzanne Desouhant à l'ENSCI questionne également cette notion par le design produit. Son projet, intitulé : Grandeur nature traite de la notion du bivouac au travers des notions de collecte et d'abris. Je cite *"j'imagine que l'on puisse collecter des énergies présentes dans le milieu naturel comme on puisse constituer un herbier en puisant sans abimer, en apprenant et en décryptant ce qui nous entoure"*.²²

Elle choisit trois ressources qui peuvent être captées à petite échelle sans générer d'impact durable, la force des cours d'eau, le souffle du vent et la lumière du soleil. Elle explique que ces ressources sont non pilotables, elles sont instables et imprévisibles par nature.

Le projet vise à combiner ces énergies et "moduler une captation passive au fil des opportunités qui se présentent". Cette partie du projet aboutit donc à créer un dispositif de récupération de l'énergie aérienne par un système de pâles liées à un petit générateur, reprenant l'image du cerf-volant. Un système de captation de l'énergie

22. Soutenance de diplôme, Suzanne Desouhant, ENSCI décembre 2022.

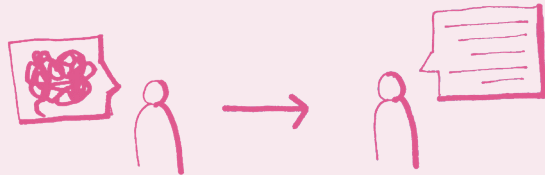
hydraulique qui s'inspire des turbines Kaplan, on le place au fond des cours d'eau, les pâles vont s'activer grâce à l'énergie de l'eau. Elle crée également un module de captation solaire, équipé de cellules photovoltaïques et de LED, sa forme permet d'orienter les cellules vers le soleil le jour et de moduler la lumière émise la nuit. Le modèle permet également d'être fixée au sol à l'aide d'un bâton, la lampe fait symbiose avec son environnement et semble remercier la nature de l'énergie qu'elle lui offre. Elle crée également un tapis de sol chauffant, atout majeur pour le confort thermique du randonneur. Celui-ci fonctionne grâce à l'énergie collectée via les autres objets de collecte d'énergie.



Le design joue aussi un rôle de vulgarisation, transmettre et faire comprendre des données dites complexes au grand public et ainsi être vecteur d'idées en marge de progrès. Toujours au sein d'EDF, les designers ont également travaillé sur le fait de transformer une facture (objet représentant une valeur d'usage assez faible) en un outil accessible à tous pour comprendre sa consommation dans le but de la réduire. Ces outils de médiation entre la complexité de la distribution énergétique et le consommateur a un véritable impact sur la quantité d'énergie utilisée.

Dans la même veine, nous pouvons citer le groupe de designer User Studio, ils ont en effet réalisé un projet en partenariat avec Plüm, fournisseur d'énergie renouvelable next'gen avec

un positionnement fort : ils proposent un système indicatif récompensant les économies d'énergie. Le rôle du User Studio a donc été d'imaginer une expérience pédagogique, intuitive et attrayante pour les usagers de Plüm. L'idée est de faire découvrir aux clients les bons gestes et le coût réel de leurs actions, on vulgarise et on sensibilise. Les moyens de vulgarisation peuvent être de représenter des données à première vue floues (une consommation en KWH, ou Wh pour le gaz) va être imagée par des bidons ou bouteilles de gaz desquels on a une représentation visuelle immédiate. Ces choix esthétiques et visuels permettent donc aux utilisateurs de mieux appréhender leur consommation et d'agir en connaissance de cause. La représentation visuelle pour vulgariser un propos est un outil qui se développe de plus en plus pour faire comprendre des réalités complexes à des néophytes.



23. *Physique quantique: Théorie qui permet de décrire le comportement de la matière à l'échelle atomique et de comprendre la nature du rayonnement électromagnétique.*

Le design prend alors ici un rôle d'accélérateur de la transition écologique, il facilite également pour l'utilisateur le trajet vers des choix plus écologiques et rend ce passage plus confortable, il permet d'impliquer davantage les particuliers dans ce processus. Le design doit donc pouvoir

s'emparer des objets usuels, utilisés par tous afin de les réinventer en faveur de la transition écologique.

Par son rôle de fédérateur interdisciplinaire, le design peut en effet trouver un modèle d'expression dans la vulgarisation scientifique. En effet, dans le livre *Communication et langages* de Camille Jutant et Julien Bobroff, on aborde la thématique de l'objet de médiation entre la science et les objets de design. L'ENSCI et un chercheur en physique quantique²³ se sont associés pendant 4 mois pour mener le projet "physique quantique". L'objectif était de travailler un projet de design à partir des principes fondamentaux de la physique quantique.

L'alliance entre les designers et les scientifiques n'est pas nouvelle, en France, une structure comme "Le laboratoire" expérimente ce type de collaboration depuis 2007. On y trouve des projets d'expérience dans le domaine de la biologie synthétique par exemple.

Cette collaboration inédite entre les designers et l'équipe de recherche autour de la physique quantique a trouvé son terreau fertile dans le fait que dans cette théorie scientifique il n'y a "rien à montrer" de façon directe ce qui laisse donc un grand espace de création pour le designer pour pouvoir mettre en forme et en matière un concept ou une idée abstraite - au même titre que la transition écologique. Deuxièmement, la physique quantique permet de comprendre la matière et ses propriétés telles que la solidité, la matière, la couleur, la chaleur ou le magnétisme, ces caractéristiques entrent donc bien dans les champs d'action du design.

Ainsi il y a un vrai lien entre design, prospection sociétale et science tant par des biais de modélisation que de vulgarisation.

CONCLUSION

Au travers de ce mémoire, j'ai voulu effectuer un réel état des lieux de l'existant. De quels domaines mon sujet est-il dépendant, la science, la politique, l'histoire? Il était nécessaire pour mon futur projet de bien en comprendre ses enjeux pour pouvoir montrer que le design apparaît comme une démarche pertinente sur ce sujet.

Comprendre le phénomène de canicule, ses conséquences sur l'humain et son habitat, la réponse politique à celle-ci, comprendre quelles sont les orientations de réponses d'aujourd'hui pour demain et questionner le système pour trouver une place appropriée au low tech, faire un retour dans le passé pour y trouver des réponses pour aujourd'hui.

Selon moi, le designer a un rôle fédérateur, il doit savoir convoquer les bons outils, les bonnes informations et les bonnes personnes pour pouvoir trouver une réponse pertinente à une problématique contemporaine. Ainsi, il m'est apparu évident de convoquer des sources tirées de la science, de la sociologie, du design, de la politique et de l'histoire pour pouvoir créer un projet par la suite, ouvert et éveillé sur les différents acteurs de mon sujet.

Pour décrire ce mode d'action on peut parler d'une approche relationnelle, et d'une construction du sens qui dépend d'une négociation permanente avec les différents acteurs sollicités : l'action est groupée et la réponse est multiple. Multiple par les pistes de réponses possibles mais multiple de par les vérités qui entourent le sujet : personne ne détient à lui seul une réponse finie. La réponse est collaborative.

Ainsi un processus de réponse basé sur la transversalité et non pas d'une prise de décision du haut vers le bas me paraît pertinent. Le designer y trouverait sa place pour faire lien entre les différents médiums d'information convoqués. Son expertise est de les communiquer aux autres et connecter à cela ses compétences d'analyse, de réflexion, du sens de la fonction, de l'usage et de l'esthétique pour proposer une solution cohérente et pertinente. Mon sujet impose une curiosité à propos de comment les choses fonctionnent, comment et qui tente aujourd'hui d'y répondre. Le design a les moyens de faire évoluer les modes de production et de consommation énergétique en s'appuyant sur les connaissances que nous avons aujourd'hui de ce qui dysfonctionne et en convoquant les bons médiums pour proposer une alternative à cela.

En passant par la pensée de P. Bihouix, on comprend l'intérêt de repenser les processus existants autour de la gestion énergétique et que le design a les outils et les moyens pour proposer des moyens d'amélioration. La discipline du design encourage le projet à se poser de nouveaux questionnements avec une multitude de possibilités de réponses comme le design de service, d'un objet low-tech ou d'un objet technique efficace en lien avec une ingénierie efficace, ou bien la possibilité de repenser les flux dans l'habitat via des solutions d'agencement et/ou de design d'architecture intérieure.

Le designer doit être à l'écoute de la forme de la solution qui se présentera comme la plus adéquate pour le sujet. C'est ce sujet qui choisira son évidence de représentation et d'expression, le designer donne les impulsions esthétiques et est attentif au meilleur moyen de représentation et de traitement pour le projet.

Je tiens à remercier toutes les personnes m'ayant aidé et accompagné dans ma réflexion et lors de la rédaction de ce mémoire. Je voudrais remercier dans un premier temps Marie Heyd pour sa bienveillance, son écoute et son accompagnement sans faille tout au long de ce travail, merci à mes camarades de classe avec qui la rédaction de ce mémoire s'est faite dans une bonne ambiance générale. Je remercie également toute l'équipe pédagogique du DSAA produit de l'ESDMAA.

Et enfin merci à mes parents de m'avoir toujours soutenu dans mes choix d'études.

SOURCES :
BIBLIOGRAPHIE
ET SITOGRAPHIE

· **Agostini, F.** (2020, 12 octobre). *Chaleur : pourquoi a-t-elle un impact sur les résultats scolaires et les inégalités sociales ?* Europe 1. <https://www.europe1.fr/emissions/fanny-a-la-ferme/chaleur-pourquoi-a-t-elle-un-impact-sr-les-resutats-scolaires-et-les-inegalites-sociales-3997901>

· **Bienvault, P.** (2022, 13 juin). *La canicule exacerbe les inégalités sociales.* La Croix. <https://www.la-croix.com/France/canicule-exacerbe-inegalites-sociales-2020-08-10-1201108540>

· **Bihouix, P.** (2014). *L'Âge des low tech : Vers une civilisation techniquement soutenable.* SEUIL.

· **Brut.** (2018, 10 juillet). *La climatisation réchauffe la planète.* YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=2E-_Ac5myUM
Canicule. (s. d.). Gouvernement.fr. <https://www.gouvernement.fr/risques/canicule>

· **Centre Pompidou.** (2010, 31 mars). *Design au banc n°2 : Demain... !* <https://www.centrepompidou.fr/fr/ressources/media/HbOEF4H> [Captation audio, 1H32min 21s].

· **Centre Pompidou.** (2016, 21 décembre). *Design au Banc II : demain ! - Rencontre - Paris Art.* <https://www.paris-art.com/design-au-banc-demain/>

· **Colibris** (2022, 13 mars). *Transition intérieure : entretien avec Pierre Rabhi.* - Nancy. <https://colibris-nancy.fr/transition-interieure-entretien-avec-pierre-rabhi/>

- **Conruyt, C.** (2021, 8 juin). *L'étonnante origine du mot « canicule »*. LEFIGARO. <https://www.lefigaro.fr/langue-francaise/actu-des-mots/2018/07/26/37002-20180726ARTFIG00026-l-etonnante-origine-du-mot-canicule.php>

- **Effy** (s. d.). *Comment fonctionne une climatisation ? Quelle Énergie*. <https://www.quelleenergie.fr/questions/fonctionnement-climatisation>

- **ENGIE.** (2022, 24 juin). *Tous nos conseils sur les équipements et chauffage*. <https://particuliers.engie.fr/depannages-services/conseils-equipements-chauffage/conseils-installation-climatisation/fonctionnement-climatisation.html>

- **ENSCI-les Ateliers.** (2022, 12 décembre). *Soutenance de diplôme de Suzanne Desouhant*. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=E2H-7hnk3ck>

- **Finck, T. F.** (2021). *Ca chauffe ! Objets de médiation thermique (DSAA produit ENSAAMA) [Mémoire étudiant DSAA]*.

- **Futura, L. R. de.** (2020, août 1). *Canicule : qu'est-ce que c'est ?* <https://www.futura-sciences.com/planete/definitions/climatologie-canicule-6521/>

- *Grandes inventions depuis 1600.* (s. d.). <https://bellouguet.fr/3/evolutions/lesgrandesinventionsdepuis1600/grandesinventionsdepuis1600.html>

- **L'Union sociale pour l'habitat.** (2022, 23 mai). *Le confort d'été, un défi à anticiper dès aujourd'hui*. <https://www.union-habitat.org/actualites/le-confort-d-ete-un-defi-anticiper-des-aujourd-hui>

· **Lefrançois, C.** (2021a, octobre 24). *Confort dans l'habitat : comment y parvenir ?* Build Green, media communautaire. <https://www.build-green.fr/confort-dans-lhabitat-comment-y-parvenir-12/>

· **Lefrançois, C.** (2021a, octobre 24). *Confort thermique : l'aspiration de chacun dans son habitat !* Build Green, media communautaire. <https://www.build-green.fr/confort-thermique-laspiration-de-chacun-dans-son-habitat/>

· **Lefrançois, C.** (2021, 24 octobre). *Confort thermique : pourquoi et comment devons-nous changer de comportement ?* Build Green, media communautaire. <https://www.build-green.fr/confort-thermique-pourquoi-et-comment-devons-nous-changer-de-comportement/>

· **Le Monde.** (2018, août 2). *Canicule : comment la clim a changé le monde (et pas qu'en bien).* YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=M5f6sdRqOIO>

· **Insee.** (s. d.). *Taille des ménages I* <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2381486>

· **Jutant, C. & Bobroff, J.** (2015). *Objets de médiation de la science et objets de design. Le cas du projet « Design Quantique ».* *Communication & langages*, 183, 9-24. <https://doi.org/10.3917/comla.183.0009>

· **Mayer, N.** (2019, 9 juillet). *La climatisation est-elle mauvaise pour l'environnement ?* Futura. <https://www.futura-sciences.com/planete/questions-reponses/environnement-climatisation-elle-mauvaise-environnement-9527/>

· **Martin, C.** (2018, 22 mars). *Pourquoi le design a-t-il un rôle à jouer dans la transition énergétique ?* Maddyness - Le média pour comprendre l'économie de demain. <https://www.maddyness.com/2018/02/01/smartcity-design-a-t-role-a-jouer-transition-energetique/>

- **Ministère de la Santé et de la Prévention.** (2022, 3 mars). *Le Plan national canicule*. <https://solidarites-sante.gouv.fr/sante-et-environnement/risques-climatiques/article/le-plan-national-canicule>

- **Ooreka.** (s. d.). *Climatisation et écologie : quel impact sur l'environnement ?* - Ooreka.fr. <https://climatisation.ooreka.fr/astuce/voir/111052/la-climatisation-ecologique>

- **Ouest-france.fr.** (2019, 27 juin). *Faut-il vraiment éviter de porter du noir pour avoir moins chaud l'été ?* <https://www.ouest-france.fr/leditiondusoir/2019-06-27/faut-il-vraiment-eviter-de-porter-du-noir-pour-avoir-moins-chaud-lete-40a6a204-a49d-453d-8ccb-92ad3fcab38d>

- **Paris ZigZag | Insolite & Secret.** (s. d.) *L'histoire de la canicule en France*. <https://www.pariszigzag.fr/insolite/lhistoire-de-la-canicule-en-france>

- **POUR LA SCIENCE N°321.** (2004, 1 juillet) *S'habiller en noir... pour se protéger du soleil.* . <https://www.pourlascience.fr/sr/idees-physique/s-habiller-en-noir-pour-se-protoger-du-soleil-3402.php>

- **Solidarités-santé.gouv** (2017). *Plan national canicule 2017*. <https://solidarites-sante.gouv.fr>. https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/pnc_actualise_2017.pdf

- **User Studio.** (s. d.). *Le design (de services), un puissant catalyseur écologique*, par Caroline Burzynski-Delloye User Studio. User Studio 2009-2022. <https://user.io/future/le-design-de-services-un-puissant-catalyseur-ecologique/>

- **W., M.** (2020, 17 septembre). *Des blocs en céramique imprimés en 3D pour concevoir un système de ventilation naturel*. 3Dnatives. <https://www.3dnatives.com/bat-el-hirsch-ceramique-3d-18092020/>

