

HOMÉOTHERMIE & ARCHITECTURE

ÉCOLE
NATIONALE SUPÉRIEURE
ARCHITECTURE
LYON

SOMMAIRE

PRÉAMBULE	4
INTRODUCTION	6
PARTIE I : LA NATURE HOMÉOTHERMIQUE DU CORPS HUMAIN	8
I. Qu'est-ce que l'homéothermie ?	8
Définir l'homéothermie	
La notion de confort	
Le confort thermique	
Thermorégulation physiologique	
Aspect psychologique	
Thermorégulation comportementale	
II. Dimension variable de l'homéothermie	10
Aspect culturel	
L'exemple du Japon	
Évolution	
PARTIE II : HOMÉOTHERMIE ET STRATÉGIES DE SURVIE	12
L'Éden climatique	
I. Thermorégulation comportementale	13
Manger	
Se déplacer	
S'habiller	
S'abriter	
II. Homéothermie de l'architecture	15
Créer un microclimat	
Machine thermique complexe	
L'enseignement de l'architecture vernaculaire	
Les principes de l'inertie thermique	
Rupture conceptuelle du mouvement moderne	
Gradation et continuité	
De l'étude des proportions à la thermographie	
PARTIE III : PHILIPPE RAHM ET L'HOMÉOTHERMIE	22
I. Philippe Rahm	22
L'architecte	
Positionnement théorique	
Démarche de projet	
Continuité des espaces	
II. L'homéothermie au cœur de son travail	21
L'homéothermie à l'échelle d'un appartement	
L'homéothermie à l'échelle d'un parc public	
Style Anthropocène	
Émissivité	
Éffusivité	
CONCLUSION	26
LISTE DES FIGURES	28
BLIOGRAPHIE	29

PRÉAMBULE

Ma découverte de l'architecture s'est faite à la fin des années 90 à l'école d'architecture de Nancy, après un passage par les classes préparatoires scientifiques. A l'époque, l'enseignement était encore fortement marqué par le **Mouvement moderne**. Les architectes de cette période étaient la référence récurrente et systématique de nos enseignants. Ces études m'ont passionné, même un peu trop pour accepter de me plier aux nécessités de validation administrative de ce qui s'appelait à l'époque des certificats, aujourd'hui unités d'enseignement et crédits européens (ECTS). Mon entrée à l'école s'est faite dans un bâtiment métallique créé par Jean Prouvé (référence nancéenne). Le jour de mon inscription, j'ai eu du mal à trouver l'école ne comprenant pas qu'un atelier d'usine au milieu d'un parc arboré à Vandœuvre-les Nancy pouvait être l'école d'architecture. Ensuite, j'ai eu la chance de faire ma rentrée en troisième année dans un nouveau bâtiment fraîchement inauguré. Il s'agit du bâtiment de Livio Vacchini sur les bords du canal de la Marne au Rhin à quelques centaines de mètres de la place Stanislas, et à l'époque, loin de tout campus universitaire. Nous comprenions que Livio Vacchini s'inscrivait dans la continuité du Mouvement moderne et, en cours de projet, nos professeurs nous faisaient sortir sur les coursives intérieures pour nous montrer ce qu'est l'Architecture !

Un quart de siècle plus tard, des circonstances inattendues et douloureuses, en l'occurrence ce que l'on appelle pudiquement une longue maladie, mon donné goût au combat et l'envie d'en découdre en m'engageant dans une nouvelle bataille. En pleine convalescence, j'ai décidé de constituer un dossier de candidature au concours d'entrée en Formation Professionnelle Continue (FPC) à

l'ENSA Lyon. Après avoir été reçu, j'ai donc fait une nouvelle rentrée en septembre 2019. Cette fois, les professeurs étaient, pour la plupart, plus jeunes que moi et la référence n'était plus Le Corbusier mais Peter Zumthor...

Ainsi, en l'espace d'un quart de siècle, la référence dans l'enseignement de l'architecture n'était plus le Mouvement moderne mais le **Régionalisme critique**... Outre le suisse Zumthor, le norvégien Sverre Fehn (1924-2009) ou le danois Jørn Utzon (1918-2008) devenaient nos modèles à suivre.

Je ressens ce changement comme étant considérable. En effet, à travers ce changement de génération, il ne s'agit plus seulement de définir l'architecture, comme le Corbusier (1887-1965), par « le jeu savant, correct et magnifique des volumes assemblés sous la lumière ». Pour le critique et historien Kenneth Frampton¹, premier auteur à définir le Régionalisme critique, il s'agit de tenir compte de la topographie, du climat, de la lumière, du sens tactile plutôt que visuel. Notons que d'autres architectes et théoriciens comme Juhani Pallasmaa² dénoncent aussi l'hégémonie du visuel.

Au cours de ces deux années de licence à Lyon, je pense m'être fortement appuyé sur l'enseignement que j'avais reçu précédemment à Nancy. En fait, j'ai mis à profit ce que je connaissais déjà. Pour autant, entre ces deux périodes d'étude, j'ai continué à m'intéresser à l'architecture et en particulier à des architectes qui ont un lien avec l'art contemporain comme **Didier**

¹ Kenneth Frampton dans *Towards a Critical Regionalism: Six points of an architecture of resistance* (1983)

² Juhani Pallasmaa dans *Le Regard des Sens* (2010)

Faustino ou **Philippe Rahm**. Ces architectes exerçant en France sont un peu plus âgés que moi et se sont fait connaître dès le début des années 2000. Chacun œuvrant dans des directions différentes, ils se sont tous les deux intéressés au corps. Didier Faustino a consacré son œuvre au corps dans l'espace public tout en soignant l'aspect esthétique et graphique de son travail pour faire passer ses idées. Le corps étant alors considéré d'un point de vue politique. Alors que Philippe Rahm s'est consacré à l'interface entre le corps et l'atmosphère prenant en considération les caractéristiques non matérielles de l'architecture (qualité de l'air, chaleur, humidité, etc.).

Il se trouve que l'aléa de santé que j'ai traversé m'a fait expérimenter bien malgré moi les difficultés liées au corps, engendrant par exemple, une exacerbation de la sensibilité ou **hypersensibilité**. Cela peut être en lien avec un choc post-traumatique créant une forte sensibilité aux bruits, aux vibrations, aux couleurs vives, aux odeurs de cigarettes... Par ailleurs, l'affaiblissement causé par la maladie a rendu plus difficile la régulation thermique ce qui a entraîné une sensibilité accrue au froid.

Alors, je ne suis pas Joseph Beuys, mon avion ne s'est pas écrasé en flamme dans le désert de Crimée, je n'ai pas été recueilli par des nomades tartares qui auraient enduit mon corps de graisse et m'auraient enroulé dans du feutre.

Pour autant, au premier comme au second semestre, pour les rapports d'activité et d'étude, j'ai bel et bien choisi de m'intéresser à Philippe Rahm plutôt qu'à Didier Faustino. Le corps comme réceptacle des sensations l'a emporté sur le corps politique. En effet, si en deuxième année de licence mon rapport d'étude portait sur la relation entre l'art et l'architecture, pour cette troisième année, je me suis d'abord intéressé à la perception sensorielle en architecture, puis à comment les épidémies ont transformé l'architecture

des villes. Ces deux derniers sujets ne sont pas sans relation avec le travail et les recherches de Philippe Rahm. Aussi, pour ce rapport d'étude de fin de licence, ma professeur, Lisa Rolland, m'a suggéré de m'intéresser plus directement à cet architecte que je connaissais en réalité déjà relativement bien et qui lui-même insiste sur le lien qui unit homéothermie et architecture.

Aussi, il y a une double justification à cet intérêt pour l'homéothermie, l'aspect personnel que j'ai évoqué mais aussi, le **changement climatique**. La première grande canicule récente en France date de 2003. Si pour certains les hivers sont difficiles à passer, les étés et leurs potentielles canicules sont aussi devenus source d'appréhension. Par ailleurs, les cours que nous recevons en écoconstruction nous mettent en garde contre cette évolution climatique inquiétante tout comme contre l'épuisement des ressources fossiles. C'est ainsi que ce que Philippe Rahm nomme **architecture climatique** ou architecture météorologique prend sens en termes d'actualité et d'avenir.

INTRODUCTION

De nouveau au sujet de l'actualité, une exposition, fermée pour cause de pandémie, est installée au Pavillon de l'Arsenal à Paris. Elle s'intitule « Histoire naturelle de l'architecture » ». Cette exposition illustre la thèse que Philippe Rahm a soutenu pour son doctorat. Elle a aussi donné naissance à un livre éponyme. Philippe Rahm défend dans cette thèse l'idée que l'histoire de l'architecture et de la ville, telle que nous la connaissons depuis la seconde moitié du XXe siècle, a le plus souvent été relue sous le prisme culturel, social ou politique, oubliant les raisons premières climatiques, sanitaires ou énergétiques qui l'ont fondée.

Aussi, il fait reposer la naissance de l'architecture sur la **condition homéothermique de l'humanité**. Selon lui, le corps humain dispose de plusieurs mécanismes pour réguler sa température. Internes comme la transpiration, la vasodilatation ou les frissons qui brûlent les graisses. Mais aussi externes par l'habillement, l'alimentation ou la migration saisonnière. Il explique qu'au néolithique, l'humanité se sédentarise et pour se protéger du climat, elle invente l'architecture. Le toit protégeait déjà les nomades de la pluie. Les sédentaires ajoutent les murs pour se protéger du vent et délimiter un espace clos dont on maîtrise le climat. Enfin, le feu vient donner son nom au premier bâtiment construit : le foyer.

Au fil de son histoire, l'humanité a conquis les océans et les terres les plus reculés, elle a su s'adapter aux climats les plus rudes et a imposé sa supériorité aux autres espèces. Aujourd'hui, le XXIème siècle est annoncé comme étant le siècle des crises. La crise climatique, avec la hausse des températures à l'échelle de la planète, entraîne des catastrophes à répétition, sécheresses, incendies de forêts, hausse du niveau des océans, tempêtes, ouragans, etc. Au début de ce mois d'avril les cultures

fruitières, en avance à cause du printemps précoce, ont été ravagées par le gel. Tous ces dérèglements et évolutions entraînent des conséquences multiples, chute de la biodiversité, mouvements migratoires, troubles politiques accompagnés parfois de guerres et de terrorisme. C'est pourquoi, une prise de conscience politique, encore timide, commence à émerger et se traduit par la signature de textes communs comme l'Accord de Paris en 2015. Autre crise, nous vivons une crise sanitaire, avec le coronavirus SARS-CoV-2 que certains imputent aussi à l'activité humaine et qui, depuis plus d'un an maintenant, conditionne nos vies.

Pour certains, toutes ces nouvelles situations périlleuses pour l'humanité sont liées à l'émergence d'une nouvelle ère géologique l'Anthropocène. Le terme Anthropocène³, qui signifie « l'Ère de l'humain », a été popularisé à la fin du XXe siècle par le météorologue et chimiste de l'atmosphère Paul Josef Crutzen et par le biologiste Eugene Stoermer pour désigner une nouvelle époque géologique, qui aurait débuté selon eux à la fin du XVIIIe siècle avec la révolution industrielle, et succéderait ainsi à l'Holocène. L'Anthropocène serait la période durant laquelle l'influence de l'être humain sur la biosphère a atteint un tel niveau qu'elle est devenue une « force géologique » majeure capable de marquer la lithosphère. Sur ce thème, l'Ecole Urbaine de Lyon a récemment constitué un domaine de connaissance et d'expertise : l'urbain anthropocène. Il s'agit de faire prendre conscience de la bulle virtuelle dans laquelle nous vivons pour rappeler la réalité matérielle du monde.

Forme amplifiée, exogène et artificielle des mécanismes thermorégulateurs corporels,

³ D'après article "Anthropocène" : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Anthropoc%C3%A8ne> consulté le 17/04/2021

l'architecture a pour mission première de fournir à l'être humain le **bien-être climatique**. Seulement, l'industrie du bâtiment est accusée d'être pour un quart responsable des émissions de CO2 et pour près de la moitié de la consommation d'énergie. Dans ce contexte, il est légitime que certains architectes se posent des questions visant à repenser la pratique de la conception des bâtiments. Il s'agit alors d'inventer une nouvelle relation entre l'humain et l'environnement bâti. Pour se faire il faut d'abord comprendre les besoins humains, entre-autre, physiologiques afin de pouvoir apporter des réponses efficaces et donc économes en ressources et en énergie.

Ainsi, le phénomène actuel de réchauffement climatique rend important la compréhension du climat comme réalité. Parallèlement, est apparu le concept de développement durable, considéré par certains comme un oxymore, dont le but appliqué au bâtiment est de réduire l'énergie consommée afin de réduire la production de gaz à effet de serre. Cela encourage la mise en œuvre de nouvelles techniques tel que des isolations performantes, des renouvellements d'air double flux, la gestion du taux d'humidité intérieur. Il s'agit alors principalement de travailler avec **les éléments invisibles de l'architecture** comme la chaleur, l'humidité, la lumière et l'air.

Pour cette étude, j'ai donc fait le choix de me concentrer sur un paramètre important de la condition humaine, **l'homéothermie**.

Si nous retenons comme hypothèse la thèse de Philippe Rahm selon laquelle l'homéothermie est à la base de la raison d'être de l'architecture, dans ce sens où le rôle de l'architecture est de **créer un climat** permettant le développement des activités humaines, la problématique générale de cette étude peut se poser ainsi : De quelle manière la condition homéothermique de l'humanité va être déterminante dans la **conception architecturale** avenir compte tenu des **circonstances actuelles** ?

Afin d'apporter un début de réponse à ce vaste et ambitieux sujet, cette étude va consister dans un premier temps à **définir l'homéothermie** et à cerner les notions qui lui sont rattachées, en particulier le **confort thermique**. Dans une seconde partie, je propose de nous intéresser aux **stratégies** qui ont été imposées par l'homéothermie et développées par l'espèce humaine pour y répondre et assurer sa survie. Parmi ces stratégies, **l'architecture** est l'une d'entre elle dont l'omniprésence croît corrélativement au développement économique. Aussi, j'exposerai deux manières de concevoir opposées de l'architecture vis-à-vis de l'homéothermie et donc, du climat extérieur. Enfin, dans un troisième temps, il sera intéressant d'étudier **l'approche physiologique** qui est faite par un architecte comme **Philippe Rahm** en ce début de XXIème siècle, à la fois dans ses réalisations et aussi dans ses travaux expérimentaux.

Cette recherche s'appuiera sur un corpus constitué par les travaux de différents auteurs. Jean-Pierre Besancenot avec son ouvrage intitulé *Climat et santé* (2001) nous permettra de comprendre l'importance de l'homéothermie pour l'espèce humaine. D'autre part, la thèse de Cécile Batier *Confort thermique et énergie dans l'habitat social en milieu méditerranéen* (2016), nous donnera une vision globale de la notion de confort thermique. Enfin l'article de Clément Gaillard *L'approche énergétique de l'architecture vernaculaire : genèse et développement* (2020), nous rappellera la prise en compte des caractéristiques environnementales, entre autres climatiques par l'architecture vernaculaire. Pour la troisième et dernière partie, l'étude de quelques projets de Philippe Rahm nous montrera comment l'homéothermie peut être au centre du processus de conception.

PARTIE I

LA NATURE

HOMÉOTHERMIQUE DU

CORPS HUMAIN

I. QU'EST-CE QUE L'HOMÉOTHERMIE ?

L'homéothermie est un terme scientifique issu de la biologie. Peu usité habituellement, il est pourtant au cœur de la vie quotidienne de chacun. Outre son aspect physiologique, il participe aussi de la psychologie et est déterminant dans la notion de confort.

DÉFINIR L'HOMÉOTHERMIE

Un organisme est homéotherme⁴ si son milieu interne conserve une **température constante** (dans certaines limites), **indépendamment du milieu extérieur** (Homéostasie thermique). Le froid hivernal n'abaisse la température du corps humain que de 0,1 °C). Il s'agit essentiellement d'animaux. La plupart des organismes homéothermes sont également endothermes, c'est-à-dire que la chaleur corporelle est produite par l'organisme lui-même. Tout être vivant dégage de la chaleur, cependant certains, les homéothermes (cas de l'être humain), sont capables de réguler leur température corporelle par des **moyens physiologiques**, et d'autres non (les hétéothermes ou poïkilothermes). Les premiers disposent donc d'une meilleure capacité de survie (capacité d'adaptation) alors que les seconds peuvent difficilement s'adapter.

4 S'après l'article "Homéotherme" : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Hom%C3%A9otherme> consulté le 17/04/2021

Le corps de l'être humain, organisme homéotherme, endotherme est à une température de base usuelle de **36,6 °C**. Cette valeur dépend, entre autres, de l'heure de la journée et du niveau d'activité de la personne. En effet, pour fonctionner **les enzymes** responsables de notre métabolisme doivent évoluer entre 35,5 °C et 37,6 °C⁵. Pour autant, le corps humain montre une grande tolérance au froid comme à la chaleur, ce qui lui permet de vivre, au moins passagèrement, sous tous les climats en maintenant sa température interne à un taux d'équilibre.

La question se pose de savoir comment l'organisme parvient à résister aux fortes variations thermiques qui se produisent dans le milieu extérieur. **La peau** est un lieu de contact privilégié avec l'air. Par sa surface et son poids c'est le plus grand organe humain. Equipée de thermorécepteurs elle joue un rôle fondamental dans la régulation thermique.

L'homéothermie est la résultante de trois processus qui doivent s'ajuster constamment l'un à l'autre : la **production de chaleur** ; les **échanges passifs** entre l'organisme et l'ambiance extérieure ; enfin, la **thermorégulation**, c'est-à-dire l'intervention de l'organisme pour rétablir l'équilibre thermique. Par l'oxydation des aliments et du simple fait qu'il vit, le corps humain produit de la chaleur. Tenu de se

5 Philippe Rahm dans Histoire naturelle de l'architecture (2021), page 15.

maintenir à une température constante, il doit sans cesse dissiper ses calories en excès. L'**équilibre** entre le gain et la perte constitue la condition du **confort thermique**⁶.

LA NOTION DE CONFORT

Commençons par cerner la notion de confort. Cécile Batier dans sa thèse s'est intéressée au sujet.⁷ Pour elle, Le confort participe à la définition du **bien-être**, il est lié aux sentiments, à la perception, à l'humeur et à la situation. En négatif, il fait à la fois appel à une absence, absence de douleur, d'anxiété, par exemple, et d'un point de vue positif à un état de bien-être, de satisfaction.

Un grand nombre de **paramètres physiques, psychologiques, physiologiques, culturels et personnels** influencent les différents types de confort – confort sensoriel lié à l'environnement : température, lumière, vue, air, qualité tactile des matériaux... – confort existentiel lié à la qualité environnementale du cadre de vie ayant des répercussions sur le plan psychique par rapport à son identité, son épanouissement – confort matériel lié à la satisfaction des besoins primaires et matériels – confort esthétique, subjectif, il dépend des perceptions individuelles – confort social (équilibre entre besoin de contacts sociaux et besoin d'intimité) – confort de conformité (appartenance à un groupe social).

La diversité des types de confort mobilise de nombreuses disciplines : physique, psychologie, architecture, biologie... La notion de **confort sensoriel** dans le bâtiment se manifeste en confort visuel, acoustique, thermique ou hygrothermique, olfactif, etc. Revenons à ce qui nous intéresse en priorité dans cette étude : **le confort thermique**.

6 Jean-Pierre Besancenot dans *Climat et santé* (2001), pages 19 à 32

7 Célice Batier, 2016, p. 41

LE CONFORT THERMIQUE

Parmi les différents types de confort que nous recherchons, le confort thermique s'avère primordial. Notre condition d'être homéothermes tend à nous mettre perpétuellement en quête d'un confort thermique, autrement dit, d'un **équilibre thermique** entre le **corps humain** et les **conditions d'ambiance** (équilibre de chaleur et absence de source locale d'inconfort). Il dépend de la sensibilité, de l'habillement, du métabolisme et de l'activité physique de chaque individu, d'une part, mais aussi de la température de l'environnement (air, parois), des mouvements d'air, et de l'humidité, d'autre part.

Au-delà d'un certain niveau de déséquilibre, l'individu va ressentir de l'inconfort, notamment parce qu'il va devoir réagir pour réduire ce déséquilibre. A travers des mécanismes physiologiques, physiques et psychologiques, un individu va chercher à établir l'équilibre thermique. Concrètement, la **sensation de confort** est atteinte lorsque le **bilan thermique est nul**. Il se calcule à partir des paramètres de l'ambiance thermique (température de l'air, température moyenne de rayonnement, humidité de l'air et vitesse de l'air, l'activité et la vêtue des individus. Par ailleurs, le confort thermique (équilibre thermique) est souvent associé au confort hydrique (équilibre hydrique) ou **confort hygrothermique**.

THERMORÉGULATION PHYSIOLOGIQUE

La thermorégulation physiologique, n'est accessible qu'aux êtres homéothermes. Elle comprend des moyens de lutte contre le **refroidissement** corporel : la vasoconstriction, la chair de poule et les frissons. D'autre part, des moyens de lutte contre la **surchauffe** corporelle : la vasodilatation et la transpiration⁸.

Par ailleurs, des variabilités peuvent exister selon l'âge, l'état de santé ou le genre⁹. Ainsi, pendant une activité sédentaire, comme un travail de bureau, les femmes sont plus confortables à une température de 25 °C alors que les hommes sont plus confortables à une température de 22 °C. Le confort thermique est un facteur important dans la productivité. Dans un espace de travail mixte, le thermostat devrait être à 24 °C.

ASPECT PSYCHOLOGIQUE

Des études¹⁰ ont montré qu'un même sujet soumis à des conditions climatiques identiques mais dans des lieux différents (chez lui, sur son lieu de travail ou dans une chambre climatique) ne ressentait pas la même sensation thermique. La psychologie a un **effet sur les sensations**. Face à un environnement évocateur (une pièce avec des couleurs chaudes, un feu de cheminée, le bruit de l'eau, etc.) les sensations peuvent être complètement modifiées.

8 D'après l'article "Confort thermique" sur : https://fr.wikipedia.org/wiki/Confort_thermique#Thermor%C3%A9gulation_physiologique consulté le 02/05/2021.

9 Id. article "Confort thermique"

10 Cécile Batier, 2016, p. 41

THERMORÉGULATION COMPORTEMENTALE

Lorsque le corps ne peut plus réguler sa température de manière physiologique, l'individu court le risque d'une hypo ou hyperthermie s'il ne réagit pas de manière comportementale. La thermorégulation comportementale comprend le changement de posture, d'**activité**, de **vêtement**, la régulation collective qui consiste à l'utilisation d'**abris** (ou au rafraîchissement des ruches chez les abeilles, par exemple). On parle aussi de « confort adaptatif » au sujet de l'adaptation du comportement de l'individu aux conditions d'ambiance.

II. DIMENSION VARIABLE DE L'HOMÉOTHERMIE

L'homéothermie n'est pas appréhendée de la même manière en fonction des **cultures**, des **milieux sociaux**. Elle évolue dans le temps au fil de l'histoire des **moyens matériels** dont l'humanité est parvenue à disposer.

ASPECT CULTUREL

La thermorégulation comportementale peut être d'origine culturelle¹¹. En effet, dans les pays du Sud, pour lutter contre les effets de la chaleur, les **horaires** de travail sont adaptés aux conditions climatiques afin que les employés soient plus efficaces et de limiter les dépenses énergétiques du corps. Pour cela, les siestes permettent de réduire également l'activité métabolique. L'adaptation de la **tenue vestimentaire** dans les bureaux permet également de lutter contre le froid ou le chaud tout en modérant les dépenses pour le chauffage et/ou la climatisation.

11 Id. p. 42

En **Amérique du Nord**¹², les locaux sont chauffés à 22 °C, alors qu'en **France** ils le sont à 21 °C et les pouvoirs publics nous incitent à réduire à 19 °C. Ainsi, les attentes en termes de confort sont différentes d'un pays à l'autre en fonction des habitudes culturelles.

Par ailleurs, la recherche d'un **confort homogène** semble être une caractéristique spécifique aux **sociétés occidentales**.

L'EXEMPLE DU JAPON

Les japonais¹³ ont une culture de « l'habiter » et du chauffage différentes de celles des sociétés occidentales. En effet, traditionnellement dans les maisons nippones, une température homogène pour l'ensemble des espaces n'est pas recherchée, on **chauffe ou ventile des espaces réduits**, voire **les corps**, pour des périodes provisoires. Le chauffage central étant peu répandu au Japon, ils utilisent des chauffages locaux. Il est alors assuré par divers objets notamment des tables chauffantes, les « kotatsu » Il s'agit de tables en bois dont le dessous est chauffé.

Au Japon, contrairement à la France, les dépenses dues au chauffage ne sont pas très importantes pour les ménages et le Japon n'a pas instauré de réglementation thermique drastique sur les constructions. En revanche, depuis l'été 2005, la démarche « colis » incite à encourager une **adaptation comportementale** afin de réduire les dépenses énergétiques et la production de gaz à effet de serre. Cette démarche est renouvelée tous les ans entre le 1er juin et le 30 septembre. Il en va de même l'hiver avec la démarche « Warmbad » qui incite les habitants à s'habiller plus chaudement pour limiter l'utilisation du chauffage afin d'éviter les pannes généralisées d'électricité.

12 Id.

13 Id. p. 43

ÉVOLUTION

Les **premiers abris** construits par l'Homme étaient généralement constitués d'une seule pièce à vivre au centre de laquelle **le feu** servait à réchauffer l'air ambiant, à éclairer, à cuisiner ou à fabriquer des outils.

Dans certaines régions de France au début du XXe siècle 12 °C pour une chambre à coucher était considérée comme acceptable¹⁴. Ensuite, en particulier à partir de la deuxième moitié du XXème siècle, avec le développement de l'**électricité** d'une part et des **énergies fossiles** d'autre part, les habitudes et les attentes en termes de confort ont évolué. En 1986, la température moyenne des logements était de 19 °C, elle est passée à 21 °C en 2003¹⁵. Or une augmentation de 1 °C peut conduire à une augmentation de la consommation énergétique de 7 à 20 % en fonction de la performance des bâtiments étudiés.

Les réglementations thermiques successives ainsi que le développement de l'industrie ont conduit au développement de systèmes techniques complexes de chauffage de climatisation et de ventilation. Ces systèmes, consommateurs d'énergie permettent d'accéder au confort mais ce dernier est alors standardisé et **coupé de son environnement** thermique extérieur. Ces systèmes mécaniques nous ont fait perdre de vue les **stratégies thermiques naturelles** qui prenaient en compte les contraintes et les apports environnementaux (soleil, vent, humidité) désormais considérés comme des problèmes à éliminer.

La jouissance d'un certain niveau de confort permet de se reconnaître dans une **norme sociale**. Le confort thermique est devenu un bien de consommation parmi d'autres. Cela entre en opposition avec les campagnes encourageant les économies d'énergies.

14 Clément Gaillard (2020) p. 67-80

15 Id. p. 42

PARTIE II HOMÉOTHERMIE ET STRATÉGIES DE SURVIE



L'ÉDEN CLIMATIQUE

Singe nu, l'être humain ne peut survivre que dans des conditions climatiques particulières et limitées : sous un soleil modéré, à une température se situant entre 20° et 28 °C ce qui correspond au climat originel du berceau de l'humanité, que l'on situe en Afrique subsaharienne, il y a 2,6 millions d'années. Cela correspond aussi à l'idée que l'on se fait du printemps perpétuel tempéré du paradis des mythologies, le jardin d'Eden, d'où Adam fut chassé.

Fig. 1. Adam chassé du Paradis. Dessin d'Antonio di Pietro Avellino, le Filarete, in Trattato di architettura, vers 1465. Coll. Biblioteca Nazionale Centrale, Florence.



Fig. 2. Image tirée du film "Le Peuple migrateur", Jacques Perrin, Jacques Cluzaud et Michel Debats, 2001.

I. THERMORÉGULATION COMPORTEMENTALE

Afin de permettre à sa nature homéothermique de garder une température constante, indépendamment des conditions extérieures, l'être humain dispose de moyens corporels internes que sont les différents mécanismes de thermorégulation et de moyens externes, qui sont autant de stratégies qu'il a appris à développer et qui sont l'alimentation, l'habillement, la migration et l'architecture. Pour s'abriter des vents qui refroidissent la peau par convection, se protéger de la pluie qui accélère le refroidissement du corps par conduction ou se cacher du soleil dont les rayons brûlent par radiation, l'être humain doit construire autour de lui des enveloppes protectrices.

MANGER

Le corps humain étant endotherme, une partie de l'énergie produite par le **métabolisme** de l'alimentation sert en partie à assurer le fonctionnement des mécanismes thermorégulateurs visant à maintenir une température constante autour de 36,6°C. Par temps froid la **thermogénèse** va nous inciter à manger d'avantage ou au contraire, par temps chaud, la **thermolyse** nous oblige à boire davantage pour compenser les pertes hydriques dues à l'évaporation et à la sudation.



Fig. 3. Campement de tentes des éleveurs Nenets dans la péninsule de Yamal, Russie.

SE DÉPLACER

Si les oiseaux migrateurs parcourent des distances impressionnantes à la recherche de conditions climatiques favorables et de ressources alimentaires suffisantes au fil des cycles saisonniers, jusqu'au Néolithique l'humanité a elle-même suivi les animaux dans leur **migration** pour les mêmes raisons. Le nomadisme, associé à la cueillette, la chasse et la pêche, puis à l'élevage pastoral était le mode de vie quasi généralisé. Le développement l'agriculture avec la culture des céréales a encouragé la sédentarisation il y a environ 9 000 ans av. J.-C. dans le Croissant fertile.

S'HABILLER

L'être humain, est soumis à un échange thermique permanent avec l'environnement. Notre première barrière de défense est notre enveloppe, la peau qui sert d'interface. **Les vêtements**, offrent une seconde peau. Ils répondent à des codes sociaux, culturels mais cette deuxième peau est aussi et surtout protectrice, elle isole de l'environnement climatique en créant un **microclimat** entre la peau et les vêtements. L'air étant le meilleur isolant thermique par les bulles d'air contenues entre les poils de la fourrure ou les fibres de la laine. Les vêtements offrent à la fois une résistance thermique et une résistance à l'évaporation. Les mouvements de l'individu ainsi que la pénétration de l'air à travers les tissus

jouent également un rôle dans l'isolation vestimentaire.

S'ABRITER

Après avoir utilisé les cavités naturelles l'humanité construit des abris démontables permettant se protéger des éléments et de se déplacer facilement pendant les migrations. Ce sont des structures simples et rapides à monter, faites de matériaux légers et locaux. Par leur forme conique, résistante au vent, comme celle des tentes amérindiennes, ces huttes autoportantes ne nécessitent aucune fondation et absorbent les pressions du vent.

D'autre part, la domestication du feu par Homo erectus, il y a environ un million d'années, est une étape majeure de l'évolution humaine. Utilisé pour la cuisson des aliments, la fabrication d'outils, d'armes, l'éclairage, la protection contre les prédateurs et le **chauffage**, il permet d'affronter la rudesse de l'hiver et la conquête de nouveaux territoires. Point de ralliement social il est souvent associé à l'abri. Par exemple, dans les cases traditionnelles kanake, un feu dont les braises sont entretenues de façon permanente permet à la fois de cuire les aliments mais aussi de sécher la paille recouvrant l'habitation. De manière symétrique l'abris peu aussi apporter la **fraicheur** simplement par l'ombre qu'il procure ou par d'autres moyens naturels ou technologiques.

Dès l'Antiquité, la **cabane** est considérée comme un modèle à l'origine de l'architecture. Pour, l'architecte romain Marcus Vitruvius Pollio (Vitruve) dans son traité *De architectura*, la cabane serait née du besoin des hommes de se ménager **un abri contre les intempéries**. Des fouilles archéologiques effectuées en 1948 ont confirmé l'existence une cabane de chaume connue sous le nom de « cabane de Romulus » que les Romains ont longtemps entretenu sur le mont Palatin¹⁶.

¹⁶ Article "Cabane du Palatin" https://fr.wikipedia.org/wiki/Cabanés_du_Palatin

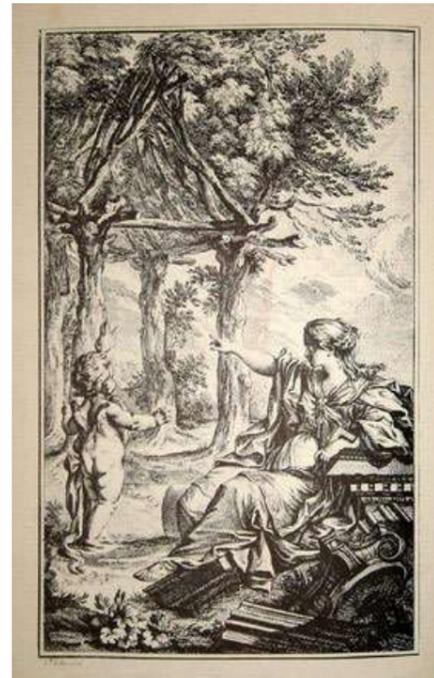


Fig. 4. Illustration de *Essai sur L'Architecture* Marc-Antoine Laugier, 1755.

Mais c'est au 18e et au 19e siècle que se développe le mythe de la cabane, symbolisant l'état de nature énoncé par Jean-Jacques Rousseau. Ce modèle d'habitat primitif fonde en quelque sorte la naissance de l'architecture.

Ainsi l'académicien Charles Batteux dans *Les Beaux-arts réduits à un même principe* (1746) écrit : "Ainsi, quand il eut senti, par exemple, l'incommodité de la pluie, il chercha un abri. Si ce fut quelque arbre touffu, il s'avisait bientôt, pour mieux assurer le couvert, d'en serrer les branches, de les entrelacer, de joindre entre elles celles de plusieurs arbres, afin de se procurer un toit plus étendu, plus commode pour sa famille, pour ses provisions, pour ses troupeaux."

De son côté, l'abbé Laugier dans son *Essai sur L'Architecture* (1755) explique lui aussi que l'Homme après avoir été abrité par les arbres, imita la nature dans ses formes pour construire des cabanes. La cabane dans sa simplicité représenterait alors l'essence même de l'architecture.

consulté le 02/05/2021.

II. HOMÉOTHERMIE DE L'ARCHITECTURE

CRÉER UN MICROCLIMAT

Si l'architecture, propose à l'être humain des conditions climatiques plus favorables au maintien de sa température corporelle elle peut être considérée comme une **troisième peau**, le vêtement et l'architecture ont en commun de maintenir autour de la peau une pellicule d'air plus ou moins épaisse, d'une température idéale (entre 20 et 28 °C). Ainsi les micro bulles d'air contenues dans la neige ou la glace, protègent du froid le corps des Esquimaux. À l'intérieur d'un igloo, règne un microclimat dont la température est de 20 °C bien supérieure à la température extérieure¹⁷.

MACHINE THERMIQUE COMPLEXE

Si l'être humain est constamment soumis à des échanges thermiques avec son environnement, il en est de même avec l'habitat. Un être vivant à l'intérieur d'un bâtiment constitue **deux systèmes thermiques imbriqués** qui ont leur propre fonctionnement, qui interagissent l'un sur l'autre.

Les bâtiments sont des **machines thermiques** dont l'objectif est le maintien des conditions climatiques favorables à l'être humain. Aussi, le bilan des énergies utilisées dans les bâtiments peut se représenter suivant un schéma reprenant les apports, les gains, les pertes et les déperditions (Figure 5).

Les systèmes constructifs, les matériaux, la géométrie du bâtiment, sa localisation géographique représentent autant d'éléments pouvant influencer sur les échanges thermiques et donc le confort des occupants et les consommations d'énergie.

¹⁷ Exposition "Architecture Naturelle".

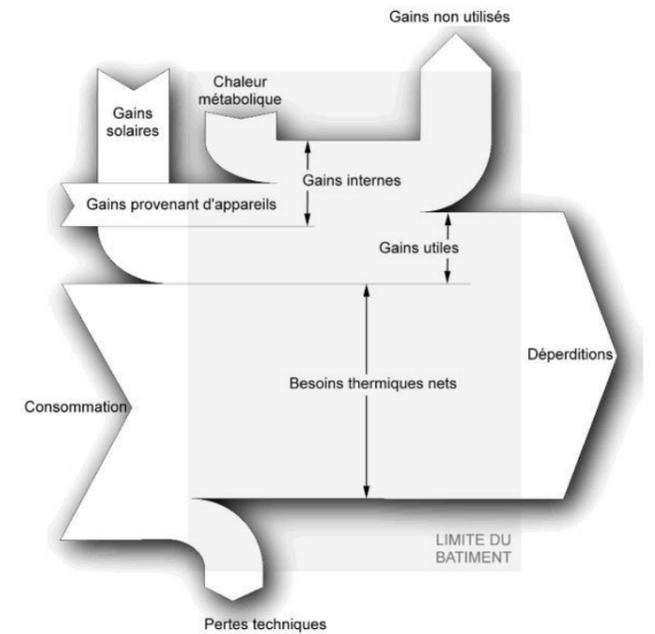


Fig. 5. Diagramme de Sankey reprenant les différents apports et pertes d'énergie dans le bâtiment.

Si, la maîtrise du climat intérieur est nécessaire pour maintenir des conditions stables. Elle est essentiellement régulée grâce au chauffage, à la climatisation et à la ventilation. De nombreuses solutions technologiques sont développées, capteurs, domotique et objets connectés permettant de tout régler (température, ventilation, ouverture/fermeture des fenêtres et volets...). Pourtant, les modifications automatiques de l'ambiance peuvent engendrer de l'inconfort. En effet, l'être humain reste le **capteur sensible final**. Le priver de ses capacités d'action sur son confort participe d'un inconfort psychologique.

Cinq groupes de facteurs qui influencent les comportements de l'individu ayant un impact sur les consommations d'énergie ont été identifiés : environnementaux (la température, l'humidité, la vitesse de l'air, le bruit, la luminosité, les odeurs) - contextuels (l'isolation des façades, l'orientation, le type de chauffage,) - psychologiques (les attentes en termes des différents confort sensoriels, l'aspect financier ou écologique, les habitudes...) - physiologiques (l'âge, le sexe, la santé, l'activité... de l'individu) - sociaux (composition du foyer, interaction avec les autres...)¹⁸

¹⁸ Cécile Batier, 2016, p. 59

L'ENSEIGNEMENT DE L'ARCHITECTURE VERNACULAIRE

L'architecture vernaculaire¹⁹, architecture sans architecte, a montré qu'au cours de l'Histoire et en fonction des zones géographiques, l'Homme a su, par des moyens simples, utiliser les matériaux locaux, prendre en compte les **apports gratuits** et se protéger des éléments défavorables (vent, pluie...). Le tout créant des **formes adaptées** au climat. Par ailleurs, il a adapté son comportement en pratiquant une **migration saisonnière à l'intérieur** des habitations afin de se protéger ou de profiter de la chaleur du soleil ou au contraire en s'éloignant des rayonnements froids des parois pendant l'hiver. Ainsi, il a été un **occupant actif** de son logement, acteur de son environnement thermique et vivant avec le climat.

L'étude de l'architecture vernaculaire postule que la persistance des formes²⁰ qui la caractérise, en fonction des zones géographiques, se justifie par la prise en compte des énergies issues du climat (orientation, choix d'implantation, volumétrie générale, forme et matériaux du toit, nombre et forme des ouvertures...). Par exemple, l'igloo, répond à l'adaptation aux facteurs climatiques extrêmes des régions sèches et froides (compacité maximale, résistance au vent).

Suite aux chocs pétroliers de 1973 et 1979, c'est sur ces principes que s'est développée, **l'architecture solaire ou bioclimatique** remettant en cause la supériorité que le Mouvement moderne pensait incarner. Les architectes de cette époque associeront à cet enseignement les techniques apportées par les progrès de l'industrie pour proposer des architectures confortables avec de faibles consommations d'énergies.

¹⁹ Cécile Batier, 2016 p. 42
²⁰ Clément Gaillard (2020) p. 67-80

LES PRINCIPES DE L'INERTIE THERMIQUE

La tradition fondée sur l'expérience séculaire dispensait l'homme de l'art de tout calcul difficile. Pour autant, l'étude climatique de l'architecture visant à maintenir l'**homéothermie de l'habitat** impose de considérer la thermodynamique de l'habitat à travers les échanges énergétiques entre les énergies du climat captées par une construction et l'ambiance intérieure, ces échanges variant constamment au cours du temps.

Parmi les différents éléments de l'architecture, la capacité des murs extérieurs et de la toiture des constructions vernaculaires à **tempérer le rayonnement solaire** caractérise les bâtiments des régions où l'ensoleillement est important, en particulier dans les régions désertiques chaudes, marquées par de fortes différences de température extérieures entre le jour et la nuit.

Par exemple, respectant ce principe, l'architecte égyptien Hassan Fathy a construit le nouveau village de Gournah (1946 et 1952) en briques de terre crue selon une technique traditionnelle. La nature de ce matériau (matériau ayant une mauvaise conductivité thermique), mais aussi la masse qu'il apporte aux parois, constitue l'inertie thermique qui permet un **déphasage de température** suffisamment important pour garder de la fraîcheur la journée et une relative tiédeur la nuit.

L'inertie thermique est à considérer aussi sous les climats présentant des saisonnalités marquées. Ainsi, la masse apportée à l'intérieur des bâtiments (planchers, murs de refend) va permettre d'accumuler les calories fournies par les équipements de chauffage limitant ainsi les variations brutales de température.



Fig. 6. Pavillon de Barcelone, Mies van der Rohe, 1929 [reconstruit 1983-1986].



Fig. 7. Seagram Building, New-York, Ludwig Mies van der Rohe, Philip Johnson et Phyllis Lambert, 1954-1958.

RUPTURE CONCEPTUELLE DU MOUVEMENT MODERNE

L'espace d'une génération sépare le Pavillon de Barcelone du Seagram Building tous deux attribués à Mies van-der-Rohe (1886-1969). Le pavillon de Barcelone, représente une œuvre manifeste des débuts de la modernité. A l'instar de Walter Gropius pour le bâtiment du Bauhaus à Dessau (1925-1926), Mies van der Rohe exprime ici, la porosité, la fluidité des espaces, la **continuité entre l'intérieur et l'extérieur**. L'homéothermie est alors considérée sur l'angle de la gradation, du lien avec le climat.

Une trentaine d'année plus tard, au lendemain de la Seconde Guerre Mondiale, l'Amérique exprime sa toute-puissance par la construction de buildings. Le Seagram Building en est une illustration, à la fois chef-d'œuvre architectural et gouffre énergétique. Une architecture aux façades rideaux, n'offrant aucune transition entre l'intérieur et l'extérieur. Des **volumes monolithiques** entièrement **chauffés et climatisés** de manière homogène grâce à un pétrole bon

marché, considéré comme une énergie inépuisable...

Aujourd'hui, la consommation de l'énergie par l'architecture représente en France près de la moitié de l'énergie consommée du pays. Cette énergie sert essentiellement à chauffer ou à rafraîchir les espaces en fonction des saisons. La question est comment mettre ne place un climat intérieur qui consomme peu d'énergie.

La tension qui existe entre ces **choix de conception** s'avère crucial aujourd'hui. Le choix entre une architecture de la toute-puissance, entièrement mécanisée et technologique ou une architecture qui assure une transition douce avec l'environnement, créant des espaces climatiques variés ou les différents usages peuvent s'installer.



Fig. 8. Engawa d'une maison traditionnelle japonaise



Fig. 9. Transformation de 530 logements, quartier du Grand Parc, Bordeaux, Lacaton et Vassal, 2017

GRADATION ET CONTINUITÉ

Une caractéristique distinctive de l'architecture japonaise domestique traditionnelle est marquée par un espace qui n'est **ni à l'intérieur ni à l'extérieur**, une véranda longue et étroite, ou terrasse, qui longe l'extérieur du rez-de-chaussée du bâtiment appelée "engawa". Un lieu où la lumière tachetée des arbres du jardin, la brise et l'eau de pluie dansante se marient à l'habitation.

Dans une interview donnée à l'occasion du tournage du film d'Arte, "Le Rolex Learning Center de Lausanne", Kazuyo Sejima²¹ explique la différence entre la conception occidentale et japonaise concernant le **rapport avec l'environnement extérieur** « Nous sommes nés et nous avons grandi au Japon, dans les maisons traditionnelles tous les éléments sont liés de manière naturelle. Quand on ouvre la porte coulissante qui donne sur le jardin, par exemple, cette porte est toujours couverte par un avant toit qui créé un lien avec le jardin. Nous avons grandi avec cette vision, ce sentiment de continuité naturelle entre les éléments. Par contre, en Europe, si on résume la manière de construire, on coupe d'abord l'espace qu'on vient de définir. On sépare pour qu'il n'y ait pas d'ambiguïté. Il y a une

vraie différence dans notre conception de l'espace. ».

Les architectes français Anne Lacaton et Jean-Philippe Vassal, Pritzker 2021, expriment dans leurs projets une volonté de réhabilitation et d'amélioration des bâtis existants, dans un souci d'économie et de conscience écologique. Le jury du Prix Pritzker²² a salué « Leur travail, qui répond aux urgences climatiques et écologiques de notre temps autant qu'à ses urgences sociales, en particulier dans le domaine du logement urbain. ». Leur projet du Grand Parc à Bordeaux en 2017, comme pour celui de la Tour Bois-le-Prêtre à Paris en 2011 propose d'agrandir les espaces de vie des logements existants par l'ajout de nouveaux planchers sur la périphérie de la tour, pour abriter des **jardins d'hivers** et des **balcons filants** qui créent un nouveau rapport à l'extérieur, à la lumière, au ciel et aux éléments, tout en impactant positivement la dépense énergétique. Si ces pièces ne sont pas homéothermes, elles n'en sont pas moins conçues pour être habitables.

Ainsi, Anne Lacaton et Jean-Philippe Vassal rejoignent, dans leur volonté de **relier l'habitat à l'environnement extérieur**, les principes de l'habitat traditionnel japonais.

²² Site officiel du Pritzker Prize consulté le 02/05/2021 : <https://www.pritzkerprize.com/laureates/anne-lacaton-and-jean-philippe-vassal>



Fig. 10. Doryphore, Polyclète, env. 440 av. JC.



Fig. 11. L'Homme de Vitruve, Léonard de Vinci vers 1492.



Fig. 12. Le Modulor, Unité d'habitation de Marseille, le Corbusier, 1945-1952

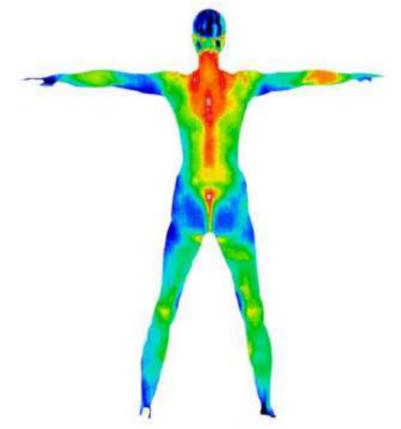


Fig. 13. Thermogramme d'un corps humain

DE L'ÉTUDE DES PROPORTIONS À LA THERMOGRAPHIE

LE CORPS COMME RAPPORT DE PROPORTIONS

Les arts destinés à la représentation, comme la sculpture ou la peinture ont depuis l'Antiquité étudiés le corps sous l'aspect de ses proportions. Cela est aussi vrai pour l'architecture. En effet, les unités de mesure ont longtemps été basées sur les dimensions des parties du corps, comme le pouce, le pied, la coudée. Cela se retrouve aussi bien dans la civilisation mésopotamienne, égyptienne, grecque ou romaine et reste à la base du système des unités de mesure anglo-saxonnes.

La Renaissance a renoué avec la tradition antique de l'étude des proportions du corps (Fig. 11.) tout en révolutionnant les techniques de représentation, entre-autre, par l'invention de la perspective. A son tour le Mouvement moderne au début du 20ème siècle, à travers l'intérêt porté aux questions de rationalisation et de standardisation, va s'intéresser aux dimensions du corps humain. En 1945, Le Corbusier développe le Modulor. Ce système de mesure basé sur la morphologie humaine devait permettre, selon lui, un confort maximal dans les relations entre l'Homme et son espace vital. Ainsi, Le Corbusier pensait créer un système plus adapté que le système métrique et

espérait voir un jour le remplacement de ce dernier.²³

LA THERMOGRAPHIE

Les infrarouges ont été découverts par William Herschel (1738-1822) en 1800. Pour autant, ce n'est qu'à partir des années 1950 que des appareils d'imagerie thermique appropriés purent enfin être exploités par la science et l'industrie. La thermographie est la technique permettant d'obtenir une image thermique d'une scène par analyse des infrarouges. Elle est désormais utilisée en architecture pour visualiser les zones de **déperditions thermiques** des bâtiments comme, en particulier, les ponts thermiques. Par exemple, **Philippe Rahm** met en œuvre cette technique récente dans l'élaboration de ces projets y compris à l'échelle urbaine comme au Jade Eco Park de Taichung avec l'analyse de thermogrammes satellites.

La thermographie permet donc aujourd'hui de **visualiser la réalité thermique** des objets et des corps afin de mieux la prendre en considération.

²³ <https://fr.wikipedia.org/wiki/Modulor>

PARTIE III

PHILIPPE RAHM ET L'HOMÉOTHERMIE

I. PHILIPPE RAHM

L'ARCHITECTE

Philippe Rahm (né en 1967) est un architecte suisse diplômé de l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne en 1993. Son agence d'architecture « Philippe Rahm architectes » est établie depuis 2008 à Paris.

Praticien en marge de la production architecturale, enseignant à l'école d'architecture de Versailles et à l'Université d'Harvard aux Etats-Unis, il s'est fait connaître pour ces travaux critiques, théoriques et conceptuels. Il est l'auteur de nombreuses publications, conférences, expositions (actuellement, celle intitulée Architecture Naturelle au Pavillon de l'Arsenal à Paris). Il participe aussi à de nombreux événements tels que des biennales d'architecture (Venise, Italie en 2002, Courtrai, Belgique en 2016, etc.).

POSITIONNEMENT THÉORIQUE

Son discours s'inscrit dans la filiation de figures fondatrices de l'**architecture bioclimatique** comme Thomas Herzog. Accompagné dans son travail par l'ingénieur Matthias Schuler créateur de Transsolar pour qui l'architecture serait une enveloppe régulée par des flux et non plus une structure. Il s'intéresse au **lien entre le corps humain et l'atmosphère**. Théoricien d'une **architecture** qu'il appelle **météorologique**, il croise des préoccupations écologiques, une critique de l'héritage moderniste, une ambition phénoménologique. Aussi, il envisage une

reconstruction scientifique de la discipline en associant la théorie et la pratique.

Pour Philippe Rahm²⁴ la pensée moderne a été liée au progrès, à l'universalité, avec une seule direction. Cette unicité a été mise en doute après la bombe atomique avec l'École de Frankfort. Cette pensée critique née dans les années 50 s'est développée dans les années 60-70 et a donné naissance à la post-modernité, moment où l'on met en doute tout ce qui est objectif. Ainsi, l'architecture post-moderne est une architecture de narration, elle raconte des histoires, elle ne pense plus aller vers le bien, dans une idée de progrès ou d'universel. Ce mouvement se développe jusque dans les années 80.

S'inscrivant alors dans la continuité historique, Philippe Rahm prétend adopter une position **post-critique**, terme utilisé par le critique d'art et d'architecture américain Ralf Forster dans un article paru dans la revue *October* en 2014, reprenant un article de Bruno Latour de 2004²⁵, et pour qui la pensée critique des années 70-80 participerait à une remise en cause du discours scientifique (mise en doute du réchauffement climatique, théories du complot).

Il propose de garder le but, les objectifs de la post-modernité, en admettant qu'il n'y a pas un seul sujet mais plusieurs,

²⁴ Conférence Architecture météorologique : Philippe Rahm, Paris, Lausanne, Cité de l'architecture et du patrimoine, 2009.

²⁵ *Why has critique run out of steam? From matters of fact to matters of concern.* Critical Inquiry, 2004.

diversités, altérités, multiplicités, par-contre abandonner les outils subjectifs comme les histoires qu'on raconte, les analogies, symboles, allégories et revenir à des **outils scientifiques**. Se dire que la science peut aussi **ouvrir à des diversités**.

DÉMARCHE DE PROJET

Si pour la modernité, la forme suit la fonction, pour la post-modernité, la fonction suit la forme. Pour Philippe Rahm **la fonction et la forme suivent le climat**. On dessine d'abord le climat, après la forme, ensuite la fonction.

D'après lui²⁶, l'architecture à **tendance à homogénéiser les températures**, on produit des climats afin de forcer certains usages. Alors que les conditions climatiques créent des usages qui n'ont pas été pensés au départ. Philippe Rahm propose d'interroger le lien qui peut être fait entre **climat intérieur et usages**. Par exemple, on peut fabriquer du froid à 12°C pour conserver des archives. Au contraire, si un climat présente naturellement cette température quelle fonction pourrait-on lui associer ?

Pratiquement, il propose de partir des **paramètres invisibles de l'espace**, lumière, température, taux d'humidité pour produire les projets d'architecture, entre-autre, en mobilisant les **moyens de mesure actuels** de ces paramètres qui n'existaient pas par le passé.

L'idée est de produire des projets ou **la forme naît de données climatiques**. **Penser en termes de gradation** entre le froid et le chaud, le plus humide et le plus sec, le plus lumineux et le plus sombre. Les espaces ne sont ainsi pas déterminés par avance. La chambre à coucher l'hiver peut devenir un salon l'été. Ce sont les climats qui peuvent faire surgir des fonctions qui n'ont pas été prévues au départ. La liberté qui est donnée à l'habitant d'utiliser ses espaces. Une architecture qui n'est pas représentative, qui n'est pas symbolique.

²⁶ Dans *Environ(nement) : Philippe Rahm*, CCAchannel, 2016

CONTINUITÉ DES ESPACES

Reprenant le terme de sloterdike²⁷ « le grand intérieur » ou l'homme a transformé le monde en une grande maison, Philippe Rahm envisage une continuité entre l'intérieur et l'extérieur poussée à l'idée de **relier l'espace corporel à l'espace extracorporel** sans se limiter aux organes des sens, puisqu'il existe une quantité de capteurs dont l'activation ne donne pas lieu à sensation et encore moins à perception : cellules photosensibles de la peau, capteurs d'humidité dans les voies respiratoires, etc. Philippe Rahm pousse le débat au de-là de la question de la sensorialité dans une **vision physiologique** qui utilise les outils scientifiques dont nous disposons pour étudier les phénomènes à l'échelle microscopique, biochimique des choses (collaboration avec Transsolar). Par ailleurs, il présente son travail comme apportant des propositions de réponses au développement durable et aux nouvelles réglementations thermiques.

II. L'HOMÉOTHERMIE AU CŒUR DE SON TRAVAIL

Son œuvre construite est une œuvre manifeste incluant des projets d'échelles variées allant de petits projets privés à un parc public. Parmi ses réalisations emblématiques, en 2011, il est lauréat du concours international Central Park, aujourd'hui Jade Eco Park, à Taichung, Taiwan. En 2017, avec Nicolas Dorval-Bor, il est lauréat du concours de l'aménagement de l'agora de La Maison de la Radio (Radio-France) à Paris, en cours d'étude. Dans chacun de ses projets, les paramètres mettant en jeu l'homéothermie sont présents de manière explicite.

²⁷ *Le palais de cristal ; à l'intérieur du capitalisme planétaire*, Edition Maren Sell, 2006.

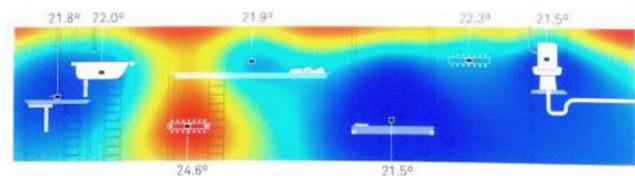
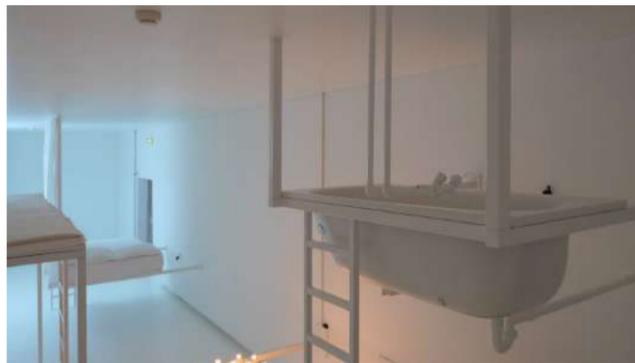


Fig. 14, 15. Domestic astronomy, Exposition "Green Architecture for the Future", Humlebæk, Danemark, 2009. © Philippe Rahm architectes

L'HOMÉOTHERMIE À L'ÉCHELLE D'UN APPARTEMENT

Chaleur et **humidité** sont des thèmes récurrents dans les travaux de Philippe Rahm. En effet, comme nous l'avons vu ces deux paramètres sont souvent associés pour définir le **confort hygrothermique**.

A travers l'installation Domestic astronomy²⁸ créé en 2009, Philippe Rahm présentait un prototype d'un appartement où l'on n'occupe plus une surface mais une **atmosphère**. Les fonctions et le mobilier ont quitté le sol, ils se propagent, se dispersent dans l'atmosphère de l'appartement, ils se stabilisent dans l'espace aux **températures** qui leur correspondent le mieux. Les températures sont déterminées par le corps, les vêtements et l'activité. La proposition vise à remplacer un mode de vie horizontal par un mode de vie vertical où l'on peut occuper différentes **zones de chaleur**, différentes **couches**, différentes **hauteurs**. Et ainsi créer un écosystème global comme une sorte d'astronomie à la maison, où les combinaisons de température, de lumière,

²⁸ <http://www.philipperahm.com/data/projects/domesticastronomy/index.html> consulté le 08/05/2021

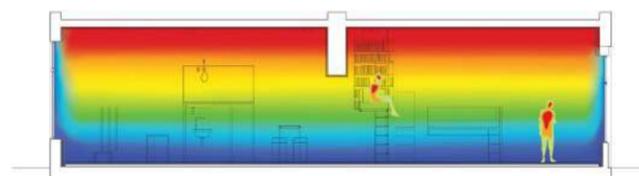
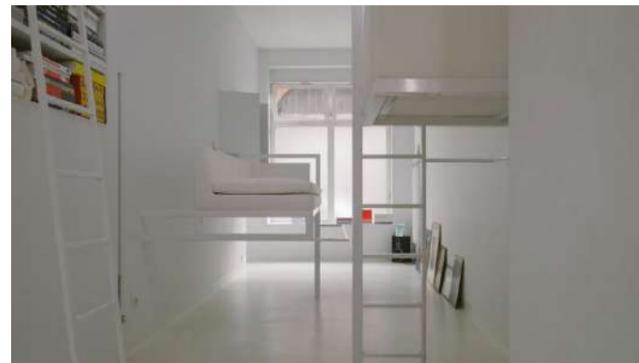


Fig. 16, 17. Chambres évaporées, appartement pour un jeune docteur, Lyon, 2011. © Philippe Rahm architectes

de temps et de lieu se reconfigurent.

Philippe Rahm aura l'occasion de concrétiser le prototype Domestic astronomy dans un projet de rénovation d'un appartement. Cette commande donnera naissance au projet Chambres évaporées²⁹, appartement pour un jeune docteur, en 2011. Ici, le projet consiste à mettre en œuvre les recommandations en matière de **température intérieure** en fonction des usages (16 °C pour un couloir ou une chambre, 18 °C pour une cuisine, 22 °C pour une salle-de-bains) ce qui correspond à des espaces ou les niveaux d'activité et d'habillement sont différents. Pour ce faire, l'architecte quitte le travail en plan pour un **travail en coupe** prenant ainsi en compte le gradient de température qui se réalise naturellement par les lois de la physique. Par ailleurs, il s'agit aussi de réduire la consommation d'énergie.

Pour information, cet appartement lyonnais est proposé à la location³⁰.

²⁹ <http://www.philipperahm.com/data/projects/evaporatedrooms/index.html> consulté le 03/05/2021

³⁰ <https://evaporatedspaces.tumblr.com/> consulté le 03/05/2021



Fig. 18. Philippe Rahm au Jade Eco Park en 2018

L'HOMÉOTHERMIE À L'ÉCHELLE D'UN PARC PUBLIC

Le Jade Meteo Park³¹, concours gagné en 2011 avec Mosbach paysagistes et Ricky Liu & Associates, est un parc de 70 hectares à Taichung sur le site d'un ancien aéroport de 250 ha. Philippe Rahm, décide de repartir des mêmes principes que ceux qui ont guidés Central Park au XIXème siècle : Offrir de la **fraîcheur**, améliorer la **qualité de l'air** par la plantation d'arbres. Taichung est une ville au **climat subtropical, chaud et humide**, 21°C au plus froid de l'hiver et jusqu'à 40°C en été. La côte Ouest très urbanisée de Taiwan est plutôt polluée comme Paris peut l'être. Aussi, les trois thèmes du parc sont : chaleur, humidité, pollution. Un travail en collaboration avec le bureau d'étude Transsolar.

Dans ce climat subtropical, un des éléments qui apparaît comme posant un problème pour la vie est la chaleur. La sensation de chaleur, ou **température perçue** dépend de la **température de l'air**, de la **vitesse du vent**, de l'**humidité de l'air**, du **rayonnement solaire**, et de l'**ouverture au ciel**. Dans le parc, le seul facteur variable est le vent. Pour que le vent soit rafraichissant, il doit être inférieur à 32°C. Dans le parc, le **vent du**

³¹ <http://www.philipperahm.com/data/projects/taiwan/index.html> consulté le 08/05/2021



Fig. 19. Maintenance Center, Jade Eco Park, 2012-2018

Nord est **rafraichissant** même s'il est moins présent l'été. En faisant une carte des vents, on localise là où le vent du Nord sera le plus présent. Le projet a consisté à **rendre les endroits les plus froids encore plus froids** en plantant des arbres pour bloquer la lumière. Habituellement, dans les parcs la nature est mélangée à des installations humaines comme des kiosques ou des fontaines, par exemple. Ici, certains appareils appelés climatic devises bloquent les radiations, d'autres fonctionnent par **convection**, **conduction**, ou **évaporation**, c'est-à-dire tous les moyens de rafraichissement. Les activités de loisirs prennent place dans ces endroits frais.

Le deuxième élément caractéristique du climat local est l'**humidité**. L'objectif est donc de faire baisser ce paramètre qui habituellement pose un problème dans le cadre d'une pratique physique intensive. Ainsi, le même travail a été fait pour l'humidité. Les eaux pluviales sont récupérées dans le parc. L'humidité est plus forte à proximité des bassins. De la même manière on laisse les endroits plus humides pour **assécher les endroits plus secs**. On y installe des arbres à racines flottantes qui captent la vapeur d'eau, et des appareils déshumidificateurs, enfin des activités de sport prennent place dans ces endroits plus secs puisqu'on peut ainsi faire plus d'activité, transpirer mieux.

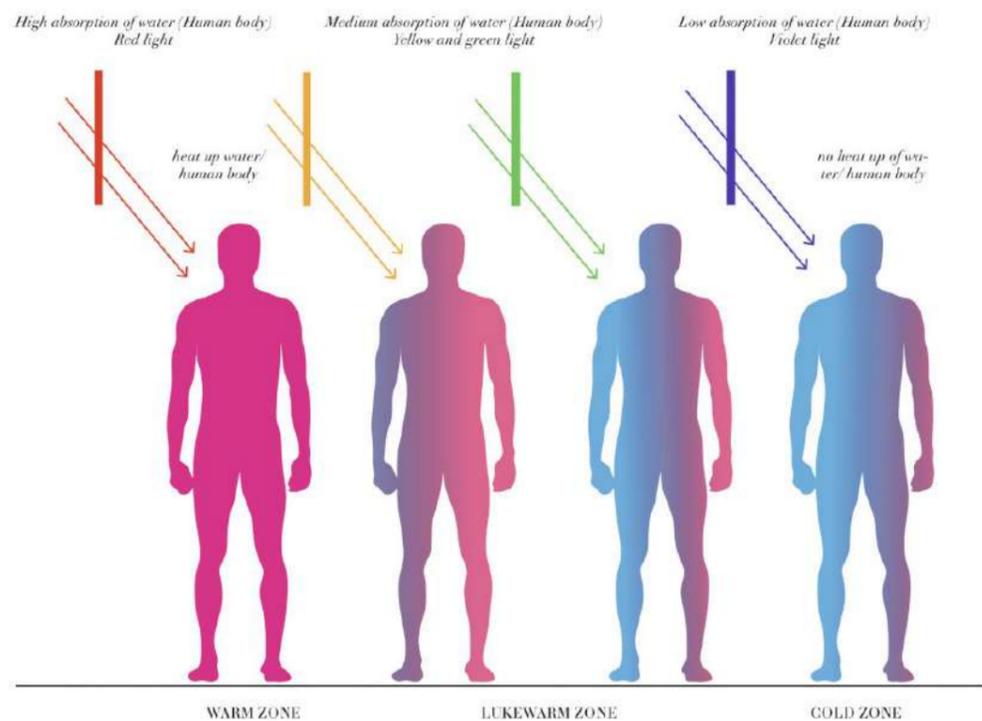


Fig. 20. Etude de chaleur pour Spectral Curtain, San Francisco Art Institute (2017). © Philippe Rahm architectes

STYLE ANTHROPOCÈNE

L'ère industrielle avec la combustion des énergies fossiles, l'exploitation des ressources biologiques et minérales a engendré des changements chimiques, physiques et biologiques, au niveau de l'atmosphère et de la lithosphère donnant naissance à une nouvelle ère géologique appelée « Anthropocène ». Elle se caractérise par l'effondrement de la biodiversité et le réchauffement climatique.

Philippe Rahm fait le constat que la prise de conscience politique et les nouvelles réglementations thermiques qui en découlent rendent obsolètes de nombreuses stratégies architecturales du XXe siècle. En effet, de l'Antiquité au Mouvement moderne, la priorité a été donnée au solide et au structurel. Plus récemment, avec la maîtrise des techniques du béton et de l'acier, la Postmodernité a proposé une architecture symbolique et narrative.

Aussi, afin de participer à la réduction de la production des gaz à effet de serre par l'industrie du bâtiment, Philippe Rahm propose de revenir à la raison première de l'architecture qui est de créer un **climat**

intérieur favorable aux activités humaines. Il estime que cette révolution a déjà commencé avec l'arrivée de l'isolation par l'extérieur des bâtiments, ce qui en modifie l'apparence et repousse vers l'intérieur la structure.

Par ailleurs, il rappelle qu'autrefois les **arts décoratifs** participaient de l'**isolation thermique** et de l'**éclairage** intérieur (boiseries, tapisseries, tapis, lustres en cristal, dorures, miroirs...). Selon lui, la modernité les a fait disparaître car les énergies fossiles bon marché, la généralisation de l'électricité et du chauffage central, les a rendus obsolètes. Pour autant, il estime que les matériaux isolants, les pare-vapeur, la ventilation à double flux et d'autres techniques, sont autant de nouveaux moyens pouvant participer à une nouvelle décoration intérieure qu'il nomme **style Anthropocène**³² et qui serait basée sur les **valeurs physiques**, thermiques et climatiques des matériaux, comme celles de la **réflectance**, de l'**émissivité** et de l'**effusivité**. Voyons par exemple, comment il imagine utiliser l'**émissivité** et l'**effusivité**.

³² Philippe Rahm, *THE ANTHROPOCENE STYLE: Towards a New Decorative Reality*, 2018

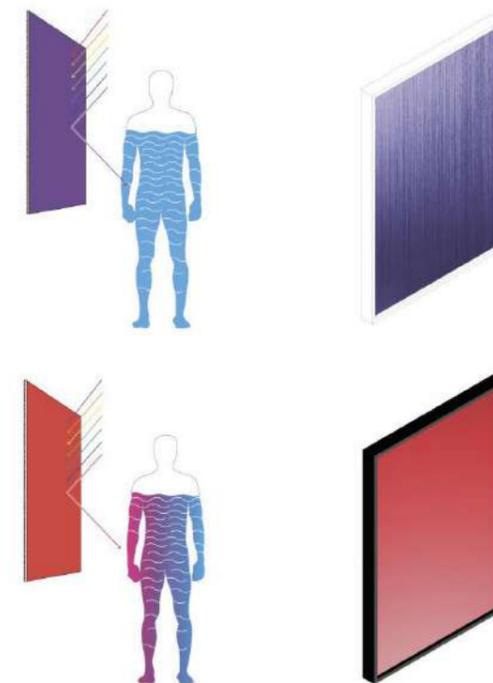


Fig. 23. Thermodynamic Tectonic: The Emissivity Clothing, study for the Chicago Architecture Biennial (2017). © Philippe Rahm architectes

ÉMISSIVITÉ

Pour la Biennale d'architecture de Chicago et la Biennale d'architecture et d'urbanisme de Séoul en 2017, Philippe Rahm a exposé deux ensembles de façade Emissivity Clothing³³, renouvelant la matérialité du solide en fonction de la performance thermodynamique. Les revêtements d'**été** à émissivité sont fabriqués en **aluminium**, un matériau à très **faible émission** qui agit comme une puissante barrière contre le **rayonnement** de chaleur externe. Afin d'améliorer ses performances, la surface a été recouverte de **peinture aluminium violette**, car la longueur d'onde violette est à l'extrémité opposée du spectre du rouge et de l'infrarouge, c'est celle qui chauffera le moins les 70% d'eau présents dans le corps humain. En revanche, les revêtements d', Winter Emissivity, sont en **caoutchouc**, un matériau à très haute émissivité. Pour renforcer ses propriétés chaudes, la surface a été enduite d'une **peinture caoutchouc rouge** car la longueur d'onde rouge est celle qui chauffera le mieux l'eau du corps humain.

³³ Id.

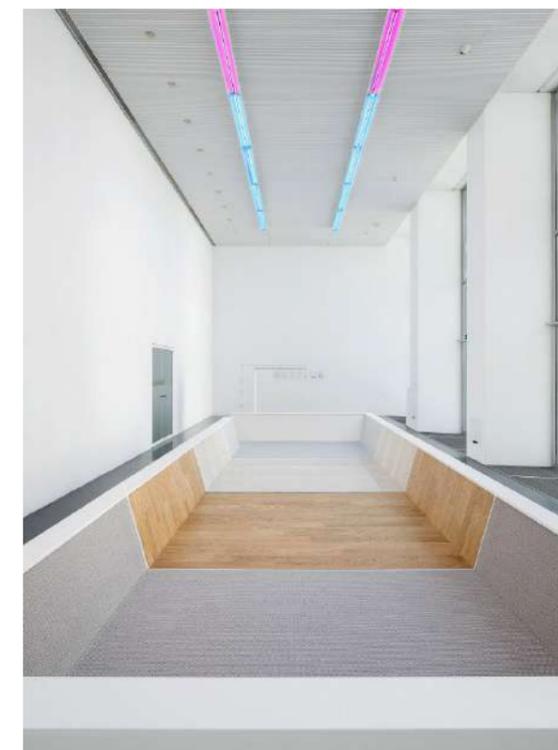


Fig. 24. The Effusivity Pool (2018). Institut Suisse de Milan, Italie. Photo © Giulio Boem

EFFUSIVITÉ

À l'Institut Suisse de Milan, lors de la Design Week 2018, Philippe Rahm a présenté un espace d'effusivité³⁴ créé avec quatre matériaux choisis pour leurs propriétés d'effusivité intrinsèques, dont la caractéristique est d'accélérer ou de ralentir la perte de chaleur corporelle par **conduction** au contact de la peau de l'être humain. Les matériaux sont disposés dans une progression du plus froid au plus chaud, passant d'un sol en **laine**, à un parquet en **bois**, à un sol en **Pierre**, et enfin à un sol en **aluminium**. L'effusion de la laine, c'est-à-dire sa capacité à transmettre la chaleur à l'environnement, est faible, ce qui donne une impression de chaleur lorsqu'on la touche. Le bois atténuera légèrement cet effet. Parce que l'effusivité de la pierre est plus élevée, elle rétrocedera plus rapidement le froid lorsque qu'on la touchera. Au bout de l'échelle, on trouve l'aluminium, dont le coefficient d'effusivité extrêmement faible signifie qu'il est très froid au toucher.

³⁴ Id.

CONCLUSION

Penser l'architecture à travers la condition homéothermique de l'être humain est un sujet à la fois lié à des circonstances personnelles, mais aussi étroitement lié à l'actualité de la lutte contre le réchauffement climatique que les discours politiques et les réponses normatives ne semblent pas être en mesure d'enrailler.

En effet, nous avons vu à travers cette courte étude comment l'homéothermie jouait un rôle majeur dans nos **comportements** et **nos modes de vie** des origines à nos jours. Aujourd'hui, la moitié de la population mondiale vit dans des villes et passe la plus grande partie de son temps à l'intérieur. Si le corps humain et le bâti constituent deux systèmes thermiques complexes imbriqués, l'architecture et la construction sont sommées d'**évoluer** car responsables de près d'un tiers des émissions de gaz à effet de serre principalement par le chauffage, la climatisation et l'eau chaude sanitaire.

Aussi, une vision abstraite de l'architecture nous ferait oublier que si elle consiste à assembler des éléments pleins pour créer des vides habitables, ces vides, ces espaces sont autant de **climats intérieurs** protégeant de la pluie ou du froid l'hiver et des trop fortes chaleurs pendant l'été. En ayant conscience de cet enjeu, une question fondamentale engage la conception architecturale : veut-on des bâtiments ou toutes les pièces sont, de façon **homogène**, bien chauffées en hiver et climatisées en été, ou au contraire des bâtiments qui offrent une **gradation** de température où l'on peut ressentir les changements climatiques ? Le second cas de figure implique de concevoir des espaces qui autorisent une **migration saisonnière** à l'intérieur des bâtiments. Seulement, l'hyper-spécialisation des espaces est bien souvent la règle. Nous avons d'ailleurs pu en voir les limites, en particulier dans le logement, lors des derniers confinements. Manque d'espaces extérieurs, d'espaces pour

s'installer au calme en télétravail ou pour faire l'école à la maison.

D'autre part, cette étude rappelle l'importance de l'enseignement que nous donne l'étude de l'**architecture vernaculaire** dont la permanence des formes traduit l'adaptation aux conditions climatiques et matérielles locales. D'ailleurs, l'intérêt pour ce type d'architecture était apparu dans les années 70, lors d'une précédente crise, la crise pétrolière et a donné naissance à l'**architecture bioclimatique**. Il s'agissait de concevoir de manière raisonnée à travers une frugalité matérielle et énergétique, tout en utilisant les moyens techniques disponibles.

Actuellement, les réglementations visent à l'obtention d'une **résistance thermique** maximale de l'enveloppe ce qui encourage le développement du tout isolé et handicape le développement de **solutions techniques alternatives** (enduits isolants, simples vitrages isolants ou les expériences de parois légères doubles, ou encore d'enveloppes à forte inertie, en pierre ou en terre).

Un architecte comme **Philippe Rahm** s'inscrit dans le prolongement des objectifs poursuivis par l'architecture bioclimatique. Ainsi, à travers son intérêt pour l'interface entre le corps et l'atmosphère, il imagine une continuité totale entre intérieur et extérieur. Dans une vision utopique cela ouvre la voie à une architecture réactive, voire immatérielle, faisant sortir l'architecture de sa simple fonction originelle d'abri.

Par contre, ses recherches ne sont pas si coupées de la matérialité que l'on pourrait l'imaginer puisque à travers son "Style anthropocène" il met en avant l'utilisation des matériaux à travers leurs **qualités thermiques**. D'ailleurs, son travail étant en perpétuelle évolution, il n'est pas exclu qu'il intègre le concept pourtant fondamental

d'**inertie thermique** qui semble absent de ses constructions.

Par ailleurs, si Philippe Rahm revendique une **architecture physiologique** qui prend en compte les mécanismes microscopiques, y compris les plus imperceptibles, du corps humain, nous avons vu à travers cette étude que l'homéothermie était intrinsèquement liée à la recherche du **confort thermique**, composante importante de la notion de confort. C'est pourquoi, une des critiques que l'on peut opposer au travail de Philippe Rahm, est de circonscrire son approche au physiologique en faisant abstraction des **aspects psychologiques et culturels**. Pour autant, on peut comprendre qu'il veuille d'abord traiter l'aspect physiologique. Son parcours lui donnera peut-être l'occasion d'intégrer les autres aspects.

Une autre critique que l'on peut faire à cet architecte c'est sa tentation pour la sur-technologisation comme elle peut apparaître au Jade Eco Park. En réalité, il utilise l'ensemble du panel technique existant allant de la plantation d'arbres à la mise au point d'applications numériques.

A cet égard, un des enjeux est de **rendre visibles les paramètres** climatiques aux usagers afin de faire renaître la prise de conscience. Ainsi, si les smartphones affichent l'heure par défaut, ils n'affichent pas encore la **température** et encore moins l'**hygrométrie** du lieu où l'on se trouve et la **thermographie** infrarouge reste cantonnée à des usages professionnels.

Si l'on considère que l'une des alternatives prometteuses à conception "bouteille thermos" est celle qui est suivie par les architectes Pritker 2021, Anne Lacaton et Jean-Philippe Vassal, qui consiste à relier l'architecture et l'art de vivre des habitants aux conditions atmosphériques, il faut alors aussi évoquer l'architecture japonaise, aussi bien traditionnelle que contemporaine. Ainsi, des architectes comme Hiroshi Sambuichi, s'appliquent à construire des architectures

de microclimats, que ce soit au Naoshima Community Hall ou dans le Seirenscho Art Museum de l'île d'Injima. De son côté Hiroaki Kimura fasciné par les Arts & Crafts, construit des bâtiments qu'il appelle Steel Sheet Houses dont l'enveloppe et la structure se résument pour certaines à une simple coque de métal de 9 mm d'épaisseur, de forme convective et recouverte de peinture athermique.

Si cette étude a trouvé son point de départ dans la sensibilité de son auteur, n'oublions pas que celle-ci ne se limite pas à la **sensibilité thermique**. Elle recouvre toutes celles que nous offre **les sens** dont nous disposons. Ainsi, il est intéressant de remarquer que **les technologies** actuellement mises en œuvre pour nous assurer le confort thermique, de manière directe ou indirecte, comme la ventilation mécanique sont aussi sources d'**inconfort** en produisant des nuisances sonores et vibratoires.

Tout ceci nous invite à une approche à la fois humble et critique ou **le tout isolation** ne serait pas la seule solution à apporter face au dérèglement climatique. Une architecture plus **économique, consciente, plus joyeuse, plus sensorielle**, offrant des lieux à la fois mouvants et harmonieux pour accueillir le passage des humains.

Pour terminer, afin de se projeter vers le master, il pourrait être intéressant d'imaginer chercher un chemin qui relierait des visions que tout semble opposer, celle de Philippe Rahm à celle de ses confrères et compatriotes suisses pourtant formés à la même école. Vision à la fois structurelle et abstraite d'un côté, vision physiologique et dématérialisée de l'autre. Parois d'apparence monolithique et parois décomposées en couches. **L'espace et la matérialité versus le corps**. N'en déplaise à Philippe Rahm, ces visions ne sont peut-être pas si opposées dans le sens où elles revendiquent toutes deux une recherche du confort.

LISTE DES FIGURES

PARTIE I

Fig. 1. Adam chassé du Paradis. Dessin d'Antonio di Pietro Avellino, le Filarete, in Trattato di architettura, vers 1465. Coll. Biblioteca Nazionale Centrale, Florence.

Fig. 2. Image tirée du film "Le Peuple migrateur", Jacques Perrin, Jacques Cluzaud et Michel Debats, 2001. Source : <https://www.youtube.com/watch?v=5Fvv70f7ukg> (consulté le 08/05/2021 à 11h)

Fig. 3. Campement de tentes des éleveurs Nenets dans la péninsule de Yamal, Russie. Source : https://www.researchgate.net/figure/Traditional-chum-or-tent-camp-site-amongst-Nenets-pastoralists-in-the-Yamal-peninsula_fig4_223131519 (consulté le 08/05/2021 à 11h)

Fig. 4. Illustration de *Essai sur L'Architecture* Marc-Antoine Laugier, 1755. https://ensanancy.typepad.com/lelaborynthe/2006/04/la_cabane_primi_2.html (consulté le 08/05/2021 à 11h)

PARTIE II

Fig. 5. Diagramme de Sankey reprenant les différents apports et pertes d'énergie dans le bâtiment. Source : www.sankey-diagrams.com (consulté le 01/05/2021 à 11h)

Fig. 6. Pavillon de Barcelone, Mies van der Rohe, 1929 [reconstruit 1983-1986]. Source <https://legoutdesvoyages.com/2012/01/16/le-pavillon-de-barcelone-de-mies-van-der-rohe/> (consulté le 01/05/2021 à 11h)

Fig. 7. Seagram Building, New-York, Ludwig Mies van der Rohe, Philip Johnson et Phyllis Lambert, 1954-1958. Source : https://www.archdaily.com/59412/ad-classics-seagram-building-mies-van-der-rohe/53834632c07a80946d00037c-seagram-building-mies-van-der-rohe-image?next_project=no Photo © 375parkavenue (consulté le 08/05/2021 à 11h)

Fig. 8. Engawa d'une maison traditionnelle japonaise. Image tirée du documentaire 2/2 The Mark of Beauty - Engawa veranda, NHK World, 2014 <https://www.youtube.com/watch?v=Wh-Rfvi0LL4> (consulté le 01/05/2021 à 11h)

Fig. 9. Transformation de 530 logements, bâtiment G, H, I, quartier du Grand Parc, , Bordeau - Lacaton & Vassal, Druot, Hutin, 2017. Photo : © Philippe Ruault

Fig. 10. Doryphore, Polyclète, env. 440 av. JC. Copie romaine en marbre, Musée archéologique de Naples. Photo © Claude Gauthier <https://cgauthier.ca/2017/02/25/histoire-de-beaute-umberto-eco/p74-doryphore-polyclete/>

Fig. 11. L'Homme de Vitruve ou Étude des proportions du corps humain selon Vitruve, Léonard de Vinci vers 1492. Musée des sciences et des techniques Léonard de Vinci de Milan. Source Internet. Photo : auteur inconnu

Fig. 12. Le Modulor, Unité d'habitation de Marseille, le Corbusier, 1945-1952. Photo © Avril Joy, 2009. https://www.flickr.com/photos/avril_joy/3300618426/in/photostream/

Fig. 13. Thermogramme d'un corps humain. Source Internet. Photo : auteur inconnu

PARTIE III

Fig. 14, 15. Domestic astronomy, Exposition "Green Architecture for the Future", Humlebæk, Danemark, 2009. Photos : © Philippe Rahm architectes. Source : <http://www.philipperahm.com/data/projects/domesticastronomy/index.html>. (consulté le 01/05/2021 à 11h)

Fig. 16, 17. Chambres évaporées, appartement pour un jeune docteur, Lyon, 2011. Photos : © Philippe Rahm architectes. Source : <http://www.philipperahm.com/data/projects/evaporatedrooms/index.html> (consulté le 01/05/2021 à 11h)

Fig. 18. Philippe Rahm au Jade Eco Park en 2018. Photo : © Toupiewakou. Source : https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Fichier:Philippe_Rahm_in_the_Meteorological_Garden_of_%E5%8F%B0%E4%B8%AD%E4%B8%AD%E5%A4%AE%E5%85%AC%E5%9C%92.jpg (consulté le 01/05/2021 à 11h)

Fig. 19. Maintenance Center, Jade Eco Park, 2012-2018. Source : <https://pinupmagazine.org/articles/philippe-rahm-the-anthropocene-style-impact-of-climate-change-on-architecture-interior-design-essay#11> (consulté le 01/05/2021 à 11h). Photo : © Philippe Rahm architectes.

Fig. 20. Etude de chaleur pour Spectral Curtain, San Francisco Art Institute (2017). Source : id. Photo : © Philippe Rahm architectes.

Fig. 21. Thermodynamic Tectonic: The Emissivity Clothing, étude pour la Biennale d'Architecture de Chicago (2017). Source : id. Photo : © Philippe Rahm architectes.

Fig. 22. The Effusivity Pool, installation à l'Institut Suisse de Milan (2018), Philippe Rahm, Source : id. Photo © Guido Boem

BIBLIOGRAPHIE

POUR LA RÉDACTION DE CETTE ETUDE

LIVRES

BESANCENOT Jean-Pierre (2001), *Climat et santé*, Presses Universitaires de France, 128 p. <https://www.cairn.info/climat-et-sante--9782130523628.htm>

RAHM Philippe (2020), *Histoire naturelle de l'architecture*, Pavillon de l'Arsenal, 312 p.

THÈSE

BATIER Cécile (2016), *Confort thermique et énergie dans l'habitat social en milieu méditerranéen : D'un modèle comportemental de l'occupant vers des stratégies architecturales*. Thermique [physics.class-ph]. Université de Montpellier, 2016. Français. tel-01324038 https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-01324038/file/These_Batier_2016.pdf

ARTICLES

GAILLARD Clément (2020), *L'approche énergétique de l'architecture vernaculaire : genèse et développement* p. 67-80

<https://journals.openedition.org/socio-anthropologie/7372>

RAHM Philippe (2018) *THE ANTHROPOCENE STYLE: Towards a New Decorative Reality*, PIN-UP magazine n°25 automne/hiver 2018/19 <https://pinupmagazine.org/articles/philippe-rahm-the-anthropocene-style-impact-of-climate-change-on-architecture-interior-design-essay#25> consulté le 08/05/2021

CONFÉRENCE

BOREL Julien (2 février 2009), *Architecture météorologique : Philippe Rahm*, Paris, Lausanne, Cité de l'architecture et du patrimoine

<https://www.citedelarchitecture.fr/fr/video/architecture-meteorologique-philippe-rahm-paris-lausanne>

OUVRAGES ET ŒUVRES CITÉS

FRAMPTON Kenneth (1983) *Towards a Critical Regionalism : Six points of an architecture of resistance*, Hal Foster

GARCIA Juliette, 2012, « Rolex Learning Center (Le) », ARTE France.

LATOUR Bruno (2004), *Why has critique run out of steam? From matters of fact to matters of concern*. *Critical Inquiry* 30, pp. 225-248. En ligne : <https://www.journals.uchicago.edu/doi/10.1086/421123>

LAUGIER Marc-Antoine (2012 [1753. 2e éd., 1755] *Essai sur l'architecture*, Hachette Bnf, 2012, 328 p.

LYOTARD Jean-François (1979) *La Condition postmoderne. Rapport sur le savoir*, Editions de Minuit, 128p.

PALLASMAA Juhani (2010), *Le Regard des Sens*, Linteau, 110 p.

SLOTTERDIJK Peter (2006) *Le palais de cristal ; à l'intérieur du capitalisme planétaire*, Maren Sell, 379p

POUR POURSUIVRE

HESCHONG Lisa (1981), *Architecture et volupté thermique*, Éditions Parenthèses, 96 p.

RAHM Philippe (2017), *Design Innovations for Contemporary Interiors and Civic Art*, IGI Global, 12 p.

RAHM Philippe (2020), *Le jardin météorologique et autres constructions climatiques*, B2, 128 p.

WRIGHT David (1979), *Nature, soleil, architecture*, Marseille, Parenthèses, trad. de l'anglais par Pierre Bazan.

HOMÉOTHERMIE & ARCHITECTURE

RÉSUMÉ

Curieuse association d'un terme de biologie avec l'architecture. Qu'est-ce que le fait de devoir maintenir la température de notre corps autour de 37°C, indépendamment de la température extérieure, a rapport à l'architecture ? En réalité, à peu près tout puisque'il apparaît qu'il s'agit de la raison même de l'existence de l'architecture en tant qu'abri protecteur de l'espèce humaine. En effet, après la peau et les vêtements, les volumes dans lesquels nous habitons constituent une troisième peau, un microclimat tempéré dans lequel nombre d'activités peuvent se dérouler sereinement.

L'homéothermie, caractéristique physiologique, conditionne depuis toujours nos comportements et nos modes de vie. Cette étude propose donc, modestement, à son niveau, de lever le voile sur cet écosystème thermique global qui mêle le confort de chacun aux enjeux du réchauffement climatique. L'ambition est d'interroger nos manières de construire au regard de cette donnée biologique aussi fondamentale qu'élémentaire.

MOTS CLÉS

Homéothermie, thermorégulation, chaleur, confort, microclimat, peau, gradation.

ABSTRACT

Curious association of a biology term with architecture. What does having to keep our body temperature around 37 ° C, regardless of the outside temperature, have to do with architecture? In fact, just about everything since it appears to be the very reason for the existence of architecture as a protective shelter for the human species. Indeed, after skin and clothing, the spaces in which we live constitute a third skin, a temperate microclimate in which many activities can take place serenely.

Homeothermia, a physiological characteristic, has always conditioned our behavior and our lifestyles. This study therefore proposes, modestly, at its level, to lift the veil on this global thermal ecosystem which combines the comfort of everyone with the challenges of global warming. The ambition is to question our ways of building with regard to this biological data, which is as fundamental as it is elementary.

KEYWORDS

Homeothermy, thermoregulation, heat, comfort, microclimate, skin, dimming.