

photo de couverture

Louise Blondel, Bologne, janvier 2022.

lieuxdits #21

Juin 2022

lieuxdits #21



Faculté d'architecture, d'ingénierie architecturale, d'urbanisme de l'Université catholique de Louvain
Louvain research institute for Landscape, Architecture, Built environment

Référence bibliographique :

Outers, M. (2022). Du standard passif à l'architecture météorologique. *Lieuxdits*, 21, 12–19. doi:10.14428/ld.vi21.67203

SEMESTRIEL

ISSN 2294-9046

e-ISSN 2565-6996



Éditeur responsable : Le comité éditorial, place du Levant, 1 - 1348 Louvain-la-Neuve (lieuxdits@uclouvain.be)

Comité éditorial : Damien Claeys, Gauthier Coton, Brigitte de Terwangne, Corentin Haubruge, Nicolas Lorent,

Catherine Massart, Giulia Scialpi, Dorothee Stiernon

Conception graphique : Nicolas Lorent

Impression : CPRINTi



Faculté d'architecture
d'ingénierie architecturale
d'urbanisme



LAB

Louvain research institute for
Landscape, Architecture,
Built environment

www.uclouvain.be/loci
www.uclouvain.be/lab

Du standard passif à l'architecture météorologique

Auteur

Martin Outers

Ingénieur architecte, maître de
conférence invité

LOCI, UCLouvain

Associé du bureau d'architecture

Matador

© 0000-0003-2060-8286

Résumé. Ce texte, écrit initialement en 2015, s'appuie sur des projets de Philippe Rahm pour exposer les particularités de sa démarche de conception. Il pointe l'originalité de celle-ci au regard des préceptes véhiculés par le standard passif qui constituent, depuis, le socle de la nouvelle réglementation belge en matière de performance énergétique. Le présent article vise à analyser les motivations et contraintes inhérentes au standard passif et de montrer dans quelle mesure le concept d'architecture météorologique inventé par Philippe Rahm, les intègre et les dépasse.

Mots-clés. Philippe Rahm · architecture météorologique · standard passif · développement durable · projet d'architecture

Abstract. This text, originally written in 2015, is based on Philippe Rahm's projects and discusses the specifics of his design approach. It highlights the originality of this approach with regard to the precepts conveyed by the passive standard, which have since become the basis of new Belgian regulations on energy performance. This article analyses the motivations and constraints inherent to the passive standard and shows to what extent the concept of meteorological architecture invented by Philippe Rahm, integrates and exceeds them.

Keywords. Philippe Rahm · meteorological architecture · passive standard · sustainable development · architectural project

Introduction

"Voilà, j'ai peut-être été un peu long là [...] je ne vais pas avoir beaucoup de temps pour présenter mon travail", disait Philippe Rahm à mi-chemin de la conférence inaugurale qu'il donnait à Louvain-la-Neuve ce 18 novembre 2021, entendant par-là que son propos avait fait la part belle à ses récentes recherches au détriment de ses travaux pratiques, ses projets d'architectures.

À la fois théoriques et pratiques, les travaux de Philippe Rahm brouillent les limites entre sciences et arts. Ainsi, ses projets s'appuient toujours sur un fond scientifique – des hypothèses radicales – et témoignent de leurs effets par la découverte de nouvelles formes architecturales, des façons d'habiter inédites. "Si la cause de l'architecture est climatique [...], si les conditions aujourd'hui sont climatiques, est-ce que les outils de l'architecture peuvent être aussi climatiques ? [...] pourquoi on ne pourrait pas composer avec des principes climatiques ?" poursuivait Philippe Rahm.

Le standard passif (SP) énonce une série de règles qui orientent le processus décisionnel de conception. Ces règles, constituées de contraintes et de motivations, constituent les bases d'un projet. Par ailleurs, ces règles ont des implications directes sur le plan de l'architecture, tant au niveau de la construction

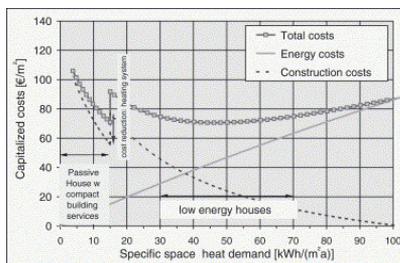
que de l'habitation. Ainsi, le SP peut-il être considéré comme un projet d'architecture générique, sa caractéristique étant d'inclure une multitude d'édifices possibles.

Le présent article vise à analyser les motivations et contraintes inhérentes au projet standard passif et à montrer dans quelle mesure le concept d'architecture météorologique (AM) inventé par Philippe Rahm, les intègre et les dépasse.

Le projet standard passif

"Une maison passive est une maison qui assure un confort intérieur en été comme en hiver. Les pertes de chaleur sont minimisées de manière optimale afin de réduire votre facture énergétique et de diminuer, par la même occasion, votre empreinte environnementale." (PMP, 2013) Le SP entend réduire l'énergie de chauffage consommée dans nos habitations, s'intégrant ainsi dans un projet de société plus large : le développement durable. Si comme le stipule la présentation du standard passif (SP) par la Plateforme Maison Passive (PMP), cette diminution de l'énergie permet de réduire l'empreinte écologique de l'habitat, l'argument principal avancé est bien économique, le bénéfice écologique étant présenté comme un avantage supplémentaire.

Cette prégnance de la composante économique est d'ailleurs à l'œuvre dans la définition même des exigences promues par le SP. En effet, si tous et toutes s'accordent à penser que réduire son empreinte écologique tout en économisant de l'argent est vertueux, encore faut-il mettre une borne à cette réduction. Le SP propose que la performance à atteindre permette de se passer d'un système de chauffage traditionnel et, par-là, de produire une économie sur les coûts d'investissement, lors de la construction. Cette réduction des coûts est appelée "effet tunnel", et fixe la valeur maximale des besoins en énergie de chauffage à 15 kWh/m².an (fig. 1).



①

La relation entre les coûts (d'investissement et de fonctionnement) et les besoins de chauffage présente un autre optimum économique pour les habitats dits "basse énergie". Le choix du standard passif de se baser sur le premier optimum est donc fidèle à son objectif de réduction de la "facture énergétique" et de "l'empreinte environnementale", au détriment des coûts d'investissement et de l'énergie grise.

La seconde motivation du SP concerne le confort de l'habitant.e. En effet, le SP entend réduire les besoins de chauffage, tout en maintenant une ambiance intérieure caractérisée par une température de 20 °C et un renouvellement d'air hygiénique suffisant. Cette motivation contribue, elle aussi, à fixer la borne des 15 kWh/m².an. En effet, d'une part, les besoins de chauffage sont directement proportionnels à la température de consigne que l'on souhaite atteindre. D'autre part, la suppression du système de chauffage traditionnel est rendue possible par la capacité de l'air hygiénique à chauffer l'édifice. La définition même du standard passif exige donc, implicitement, un système de chauffage particulier. Ainsi le SP se fonde sur des motivations écologiques (réduction des besoins de chauffage), économiques (réduction des coûts d'investissement et de fonctionnement) et de confort (température et renouvellement d'air intérieur). Il contraint donc les dispositifs

techniques, notamment par l'utilisation d'un système de chauffage sur la ventilation. Mais là n'est évidemment pas le seul prix à payer pour atteindre le SP.

Le premier est, sans aucun doute, la constitution d'une enveloppe unitaire et continue définissant le volume chauffé. Soit l'interface entre un intérieur chauffé et un extérieur non chauffé. L'enveloppe se caractérise par ses propriétés isolantes et d'étanchéité à l'air. Les premières sont calculées, les secondes mesurées lors de la construction de l'édifice.

En outre, la définition du standard passif présente des aspects implicites en termes techniques comme de confort. L'exigence de réduction drastique des besoins de chauffage et l'abandon d'un système de chauffage traditionnel impliquent, dans la pratique, d'utiliser un système de ventilation mécanique double flux, avec récupérateur de chaleur. Ce système requiert des réseaux de pulsion et d'extraction de l'air ainsi que leur croisement, réseaux qui ont donc des implications sur la spatialité de l'habitat (organisation des pièces pour que le transfert de la pulsion à l'extraction puisse s'opérer, présence de faux plafonds et de gaines afin de permettre le passage des conduits, etc.). Ce système de ventilation fait "d'une pierre deux coups" : il réchauffe les lieux tout en assainissant l'air intérieur. Sa régulation dépend donc en même temps de ces deux paramètres. Ainsi, lorsque la demande de chauffage est importante, les débits d'air dépasseront ceux nécessaires pour la seule ventilation hygiénique.

Le chauffage de l'habitat par l'intermédiaire de l'air pulsé a comme autre conséquence l'uniformisation des températures dans tous les locaux. Le programme de certification du SP prévoit d'ailleurs une seule température de consigne, fixée à 20 °C. Notons enfin que le standard passif nécessite aussi la définition de paramètres de base tels que la caractérisation du climat extérieur (dont dépendent directement les besoins de chauffage) et l'évaluation du nombre d'occupant-es (afin de fixer certaines valeurs de confort et une partie des gains internes).

Le SP a, depuis sa création, étendu ses exigences à la seule réduction des besoins de chauffage. La minimisation des consommations énergétiques des appareils et auxiliaires ainsi que la limitation des surchauffes d'été sont des préoccupations qui ont été ajoutées, depuis. Elles tentent de pallier deux travers des

① Effet tunnel (Schnieders et Hermelink, 2006).

constructions qui respectent le SP à savoir, une technicité importante qui peut s'avérer énergivore, et une sur-isolation pouvant grever le confort d'été et par-là, nécessiter un système de refroidissement tout aussi énergivore.

Critique du standard passif

Contrairement à l'idée souvent véhiculée affirmant que le SP pourrait être atteint pour tout type d'édifice, les motivations inhérentes à ce standard impliquent la constitution d'une enveloppe unitaire fortement isolée et étanche et l'utilisation d'un système de chauffage couplé à la ventilation mécanique double flux. Par ailleurs, il contraint le confort par l'homogénéisation de l'ambiance intérieure. Or, force est de constater que nombre de constructions actuelles satisfont aux critères de SP tout en optant pour un système de chauffage traditionnel. L'optimum économique n'est donc plus vérifié, et la borne des 15 kWh/m².an n'est plus légitimée. En outre, l'homogénéisation des températures de consigne dans tout l'habitat augmente les besoins de chauffage puisqu'elle empêche une régulation adaptée à l'occupation et l'activité.

L'architecture météorologique

Le concept d'architecture météorologique (AM) a été développé par Philippe Rahm. Ce terme qui rassemble bon nombre de projets est défini dans un ouvrage du même nom (Rahm, 2009). Tout comme le SP, l'AM entend réduire les consommations énergétiques dans le secteur de l'habitat. L'AM suit la même démarche conceptuelle que le SP : elle fixe des valeurs de confort et adapte les dispositifs constructifs et spatiaux afin de pouvoir les atteindre tout en réduisant la consommation énergétique de l'édifice. Toutefois, alors que le SP se définit avant tout au travers de performances à atteindre, l'AM entend intégrer les contraintes énergétiques afin d'en faire un ressort de conception (Rahm, 2009, p. 6).

Il nous faut aujourd'hui s'interroger sur cette mission climatique de l'architecture, ne plus l'accepter uniquement comme objectif mais également comme moyen. Le climat doit être intégré en amont du projet d'architecture, dans son langage même. Il doit en modifier les éléments, la structure, les modes de composition et, finalement, les critères esthétiques.

Pour ce faire, l'AM procède à un déplacement : alors que le SP se focalise sur

une résolution technique en insistant sur la part bâtie de l'architecture, l'AM met l'accent sur le vide, la part spatiale de l'architecture. Ainsi, la notion de confort est précisée tant en termes qualitatifs que quantitatifs. En effet, l'espace est envisagé comme le lieu de la synesthésie, le lieu d'association de plusieurs sens. L'architecture doit se construire sur la multiplicité des singularités qui définissent l'espace (volume, température, lumière, couleur, humidité, odeur, aliment) et sur la diversité des perceptions corporelles de celui-ci (toucher, respiration, ingestion, radiation, transpiration, activité physique, habillement, perception hormonale) (Rahm, 2009, p. 29). Le confort est donc étendu puisque la lumière, les couleurs, les odeurs le caractérisent tout autant que la température, l'humidité ou le taux de dioxyde de carbone. Chacun de ces critères est quantifié en fonction de l'activité humaine. Constatant que cette activité produit et nécessite des ambiances intérieures différentes, l'architecture météorologique les caractérise de façon hétérogène. Par exemple, l'AM se différencie du SP dans la définition d'une température de consigne suivant l'habillement et l'activité de l'occupant-e. Enfin, chaque critère de confort étant caractérisé par un gradient, l'AM étudie les phénomènes physiques assurant cette variation. Ainsi, si le SP se concentre sur la conduction thermique, l'AM considère tout autant les phénomènes de convection, de dépression et de radiation.

Projets

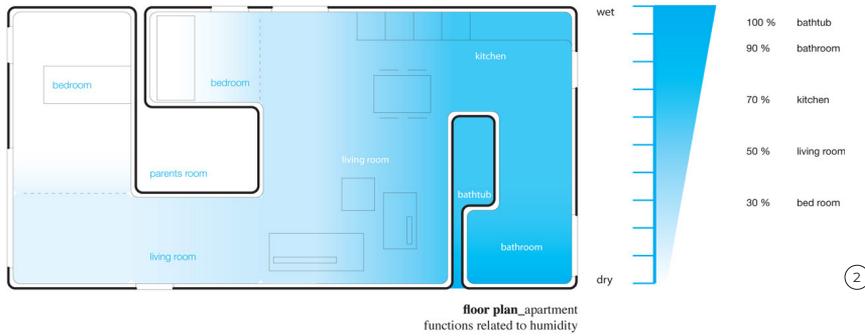
Contrairement au standard passif, l'architecture météorologique ne s'est pas encore incarnée dans un habitat construit, sinon sous forme d'installations muséales. Ce projet n'est donc que de papier et ne peut pas, comme le SP, bénéficier d'une vérification *réelle*. L'AM reste à ce jour spéculative, malgré les nombreux projets initiés par P. Rahm. Ceux-ci, repris notamment sur le site internet de l'architecte, permettent toutefois d'illustrer de façon concrète la méthode de conception proposée par l'AM.

Qualité de l'air

La qualité de l'air est définie par son taux d'humidité ou sa teneur en oxygène. Le flux produisant une variation de ces caractéristiques climatiques est produit par une ventilation mécanisée.

Humidité

Le projet de logements collectif *Vapor apartments* (2009) différencie les activités en fonction du taux d'humidité qu'elles dégagent (fig. 2). Un flux d'air parcourant tout l'appartement est provoqué par une ventilation mécanique



double flux (avec échangeur de chaleur). La composition générale garantit la continuité du parcours de ce flux d'air et les coins arrondis permettent d'éviter des effets de turbulence. L'humidité devant être évacuée du logement, le parcours du flux d'air débute dans les ambiances les plus sèches et aboutit dans celles présentant le plus grand taux d'humidité. Cette règle régit l'implantation des différentes affectations. La typologie ainsi obtenue propose une proximité de la cuisine et de la salle de bains plutôt que la distinction habituelle entre les espaces de jour et de nuit.

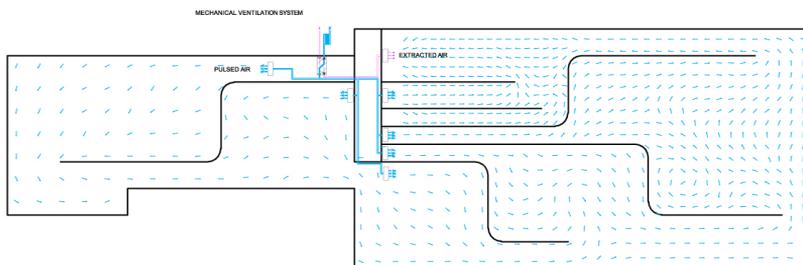
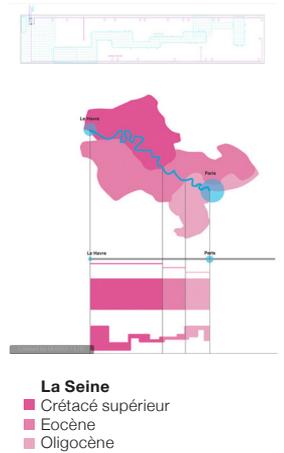
Oxygène

Le projet de centre sportif sur l'eau à Lyon, *Airscape* (2008), définit différents taux de renouvellement d'air en fonction des activités présentes dans le programme (fig. 3). L'enjeu est ici d'apporter aux corps l'oxygène nécessaire (et suffisant) pour l'exercice de chaque activité proposée. Le parcours du flux d'air est aussi induit par une différence de pression créée par une ventilation double flux (avec échangeur de chaleur). Il s'étend depuis les lieux voués aux occupations

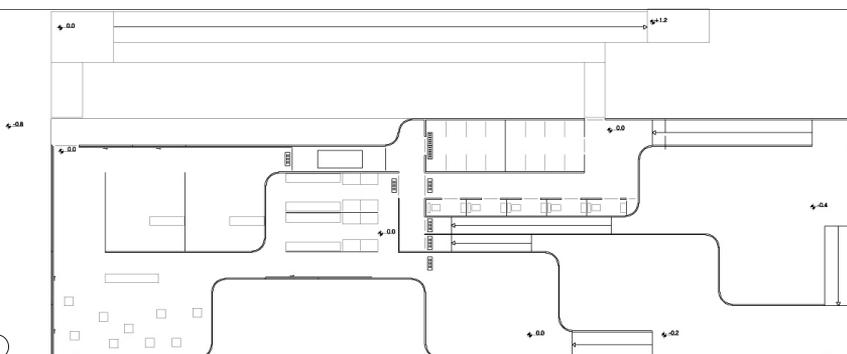
nécessitant le moins d'oxygène (le foyer) jusqu'à celle présentant une activité physique intense (la salle de sport). Plusieurs bouches de pulsion sont placées le long de ce parcours afin d'augmenter à chaque fois le taux de renouvellement d'air. L'extraction est quant à elle centralisée dans les douches. Un noyau technique central permet le croisement entre les flux entrant et sortant.

Odeurs et arômes

Le projet d'antenne parisienne des voies navigables de France, *Réalité filtrée* (Rahm, 2009, p. 94) propose de dilater le conduit de pulsion d'air afin de le rendre habitable. Ce conduit constitue alors le couloir de distribution de l'édifice. Le parement des cloisons qui le constitue est composé de pierres calcaires reproduisant sur sa longueur la stratification des sols érodés par le vent, que l'on retrouve depuis l'océan Atlantique jusqu'au Bassin parisien. L'air entrant dans les différents locaux est donc chargé des odeurs caractérisant les différents sols que l'on retrouve depuis Le Havre jusqu'à Paris.



±0.12



- 2 *Vapor apartments*, étage type. (Site internet de P. Rahm).
- 3 *Airscape*, flux et aménagements. (Site internet de P. Rahm)
- 4 *Réalité filtrée*, plan de ventilation ; géologie : localisation ; roches : utilisations. (Site internet de P. Rahm).

Température

Plusieurs projets de Philippe Rahm proposent de créer des ambiances différenciées par leur température. Cette variation des températures recherchée s'accompagne d'un flux de chaleur créé soit par conduction, soit par convection.

Conduction

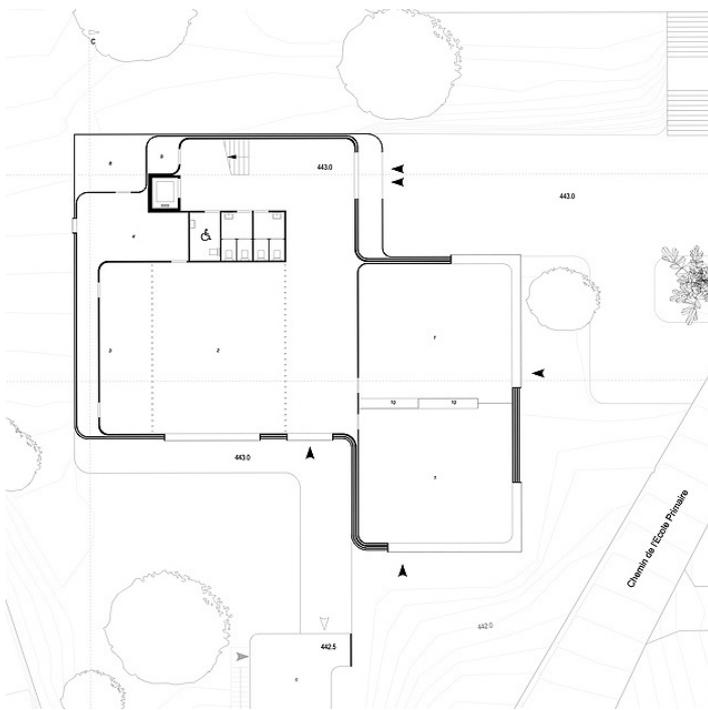
Le projet d'école primaire à Neuveville en Suisse (2007) propose que l'édifice soit constitué de plusieurs enveloppes emboîtées (fig. 5). Actant que les activités de l'école requièrent des températures de consignes différentes (les classes sont par exemple chauffées à 20 °C alors que les espaces de circulation le sont à 15 °C), les espaces sont agencés de façon à ce que les pièces les plus chaudes soient entourées de pièces nécessitant des températures de confort moins importantes. Ainsi,

on retrouve depuis l'extérieur, les sanitaires et les espaces de stockage, les circulations et halls communs et enfin les classes. Ces couches habitées sont séparées par des enveloppes isolantes qui se désolidarisent et se rejoignent en fonction des conditions de moyenneté des différents espaces. (Outers, 2016)

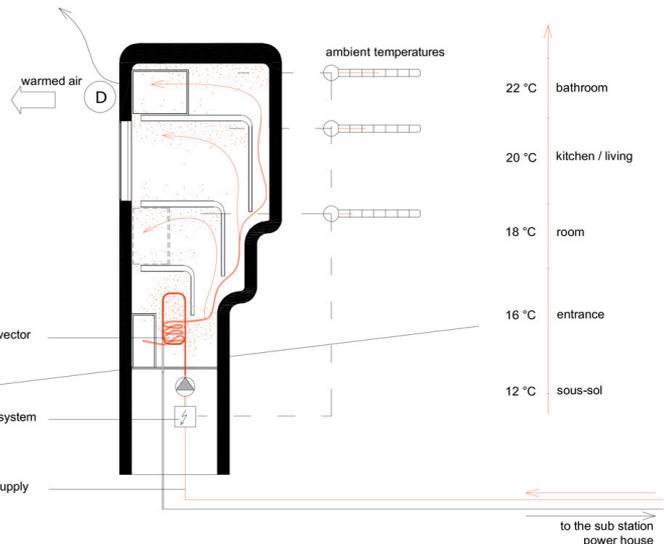
Convection

a) *Principe d'Archimède*. Le projet de maison *Archimède* (Rahm, 2009, p. 110) se base sur la définition de T° de consignes différenciées en fonction des activités et de l'habillement de l'habitant-e (circuler : 12 °C, stocker et laver : 12 °C, déféquer : 15 à 18 °C, cuisiner : 18 à 20 °C, dormir : 16 à 18 °C, s'occuper : 20 °C, se laver : 22 °C) (fig. 6). Selon le principe d'Archimède, l'air chaud a tendance à monter, créant un transfert de chaleur par convection. Tout local chauffé présente donc une stratification des températures allant des plus basses, au sol, aux plus hautes, au plafond. Partant de ce constat, le projet propose une organisation verticale de la maison, permettant à la convection naturelle de s'opérer. Les affectations sont ensuite implantées dans cette verticalité afin d'obtenir la température de consigne qu'elles requièrent. La typologie obtenue se démarque par l'empilement des différentes pièces constituant la maison et par l'éloignement des chambres et de la salle de bains.

b) *Source chaude et froide*. Le projet de Musée d'art contemporain à Wrocław, *Convective Museum*, (2008) propose une stratification des températures allant de 16 °C à 22 °C afin de rencontrer les conditions dictées par le programme : 16-17 °C en l'absence d'occupation (archivage), 17-18 °C pour la circulation (couloir, lobby), 18-20 °C pour une activité physique faible (expositions, ateliers, cuisines), 20-21 °C



5



5 École primaire à Neuveville, plan du rez. (Site internet de P. Rahm).

6 Maison *Archimède*, coupe. (Site internet de P. Rahm).

6

pour une activité très faible (salles de réunion, auditoire, restaurant) (fig. 7). Le gradient de température est créé par le placement de deux sources de chaleur : l'une en bas, à 22 °C, l'autre en haut à 16 °C. La différence de température de ces deux sources crée un flux de chaleur par convection présentant des températures différentes en plan et en coupe. Les affectations sont placées dans le bâtiment en fonction de la température de consigne qu'elles requièrent. Les planchers, plafonds et cloisons de l'édifice sont percés afin de permettre à l'air de circuler librement entre les différents espaces.

c) *Différence de pression (due à la ventilation mécanique)*. Le projet de hall de sport en Slovénie, *Windtrap* (2009) est conçu à la manière d'un échangeur double flux (fig. 8). Les températures de consignes sont différenciées en fonction des besoins dus aux différentes activités (de 12 °C pour les stockages à 22 °C pour les vestiaires). Un flux d'air est créé à travers tout l'édifice par la ventilation mécanique. L'échange de chaleur entre les flux sortant et entrant s'opère à travers le volume des sanitaires dont les parois sont en métal afin de permettre le transfert de chaleur. L'implantation des affectations est cohérente à la fois avec les températures de consigne et les taux d'humidité rencontrés tout au long du parcours de l'air.

Climat naturel artificialisé

L'installation *terroir déterritorialisé*, réalisée à Paris, à l'occasion de la carte blanche VIA (Rahm, 2009, p. 88), propose de recréer, dans une pièce, le climat qui régnait à Paris avant son industrialisation, soit en 1832, année qui marqua la mise en route de la première centrale à charbon, en France (fig. 9).



Trois dispositifs techniques sont conçus à cet effet. Le premier consiste à placer une ventilation double flux avec échangeur de chaleur dans la pièce. Les débits d'airs entrant et sortant sont réglés afin d'apporter un renouvellement d'air hygiénique suffisant eu égard au nombre de visiteurs et visiteuses. L'intérieur de l'échangeur est enveloppé d'essences de bois choisies en fonction de leur im-

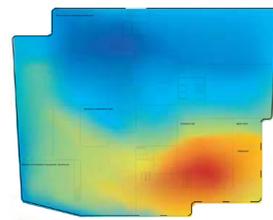
plantation passée autour de Paris et des vents dominants les balayant. Le second dispositif comprend deux plateformes chauffant à des températures différentes (22 °C et 16 °C). La disposition de ces deux plateformes dans la pièce crée un flux convectif dont la direction reprend l'orientation SO-NE, des vents dominants en 1832. Ce flux s'accompagne d'un gradient de température dans la pièce. En outre, les deux plateformes sont recouvertes des roches calcaires reproduisant, en miniature, les proportions de celles du Bassin parisien. Le troisième dispositif consiste en l'utilisation d'un éclairage économe en énergie reproduisant artificiellement la variation d'intensité de lumière naturelle qui existait à Paris le 15 mai 1832.

Critique de l'architecture météorologique

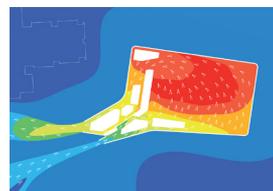
L'AM ne se donne pas d'objectif performantiel précis. Elle gage que la présence d'une enveloppe thermique fortement isolée et que la gestion mécanique de la ventilation avec échangeur de chaleur suffisent à garantir une réduction drastique des besoins en énergie de chauffage. Aucune performance précise n'est explicitement visée, mais l'utilisation des techniques prônées par le standard passif suggère que les 15KWh/m².an pourraient être atteints. Le critère économique ne contribue pas plus à définir l'AM, mais celle-ci pourrait s'inscrire, pour les mêmes raisons, dans l'optimum économique caractérisant le SP.

L'architecture météorologique se différencie toutefois du standard passif en accordant une place centrale à la caractérisation différenciée de l'ambiance. La reconnaissance ou l'établissement d'un déséquilibre engendre un flux qui discrétise la caractéristique atmosphérique étudiée (température, taux d'humidité, taux de CO₂, etc.) en un ensemble de valeurs différentes. Ces valeurs sont choisies en fonction de critères physiologiques, c'est-à-dire par la définition d'un confort modulé par rapport aux différentes activités exercées dans les lieux. Autrement dit, la variation de la caractéristique climatique le long du flux engendre la localisation d'activités spécifiques en fonction des critères de confort requis par celles-ci. Alors que le SP homogénéisait l'ambiance intérieure, l'AM l'hétérogénéise radicalement, le pari étant que cette spécification du confort génère à son tour des économies d'énergie supplémentaires.

En prenant les différentes caractéristiques de l'ambiance comme paramètres principaux de la conception architecturale, l'AM étudie les implications sur l'habitation des dispositifs techniques



7



8

7 *Convective museum*, plan de la répartition des températures. (Site internet de P. Rahm).

8 *Windtrap*, plan de la répartition des températures. (Site internet de P. Rahm).

9 *Terroir déterritorialisé*, vuc. (Site internet de P. Rahm).

usuels du SP. Ainsi, plusieurs principes de conception proposés par l'AM ne font que reprendre des contraintes implicites du SP. Par exemple, l'utilisation d'une ventilation double flux – qui pulse de l'air frais dans les pièces les plus sèches et extrait l'air vicié dans celle présentant le plus grand taux d'humidité – est déjà présente dans le SP, tout comme la différenciation des taux de renouvellement d'air en fonction des activités exercées dans les différents lieux. L'AM ne fait que pointer les dispositifs spatiaux inhérents à ces contraintes. Elle dépasse toutefois la simple opposition espace servi (défini par la pulsion d'air)/espace servant (défini par l'extraction de l'air), en discrétisant les valeurs de consigne en autant de points que d'affectations. La correspondance entre ces valeurs discrétisées et les différentes activités nécessite parfois une implantation non conventionnelle des usages, créant ainsi de nouvelles typologies.

L'emphase du vide ou la création d'ambiances différenciées ne permettent pas à elles seules de générer un projet d'architecture. D'autres paramètres implicites doivent pour cela être ajoutés tels que le programme ou le site. La taille des différents locaux, par exemple, ne peut être déduite des seuls besoins physiologiques liés aux différentes activités. L'AM, comme le SP, ne fixe pas de contraintes ergonomiques, le confort *spatial* reste donc à définir. Ce point met en exergue un paradoxe dans la méthode de conception proposée : la nécessité de définir un volume global préalable à toute étude des parcours et valeurs des flux et, par-là, à toute implantation des affectations. Ainsi, la majorité des projets représentatifs de l'AM s'inaugure par la définition d'un volume indépendamment des caractéristiques atmosphériques. Le volume du projet de musée d'art contemporain à Wrocław, par exemple, est déterminé en reproduisant le volume de l'ancien musée du XIX^e siècle et en y ajoutant 30 % pour les circulations et 30 % pour de futurs vides. La maison à Margocia profite quant à elle de la préexistence de l'enveloppe de l'édifice à rénover. Par ailleurs, le volume d'autres projets ne semble pas être prédéfini, mais résulter d'un va-et-vient entre la définition des caractéristiques du flux et la spécification des volumes qu'il traverse.

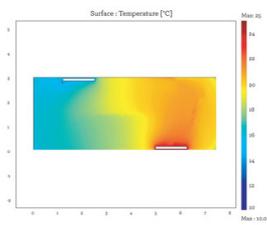
La majorité des projets représentatifs de l'AM sont conçus (et expliqués) à partir d'une – et une seule – caractéristique atmosphérique. La présentation des exemples ci-dessous s'organise d'ailleurs suivant ces différents types de caractéristiques : température, humidité, oxygène, etc. En outre, le gradient que présente chacune des caractéristiques est produit par un type de flux : conductif, convectif ou issu d'une différence

de pression. Le type de caractéristique atmosphérique est déduit de contraintes physiologiques liées à une activité alors que le type de flux est caractérisé par le dispositif qui en est la source. Chaque projet, en se focalisant sur un type de caractéristique atmosphérique et un type de flux, fait l'impasse sur les autres caractéristiques présentes ainsi que sur l'influence du flux étudié sur ces caractéristiques ignorées. L'installation *terroir déterritorialisé* propose quant à elle d'étudier plusieurs contraintes atmosphériques à la fois (température, renouvellement d'air, lumière). Mais il est frappant de remarquer que les caractéristiques atmosphériques et les flux qui les caractérisent sont étudiés indépendamment, sans considérer les interactions qui, inévitablement, existent entre eux. Ainsi, la pulsion et l'extraction exercée par la ventilation double flux ne semble avoir aucune influence sur le flux conductif initié par la source chaude et la source froide (fig. 10).

La prise en compte de plusieurs caractéristiques atmosphériques dans un même projet pourrait mettre à mal l'unicité des implantations des affectations. En effet, un logement conçu sous la contrainte de l'humidité, par exemple, proposera un enchaînement des affectations du type chambre – salon – salle à manger – cuisine – salle de bains, alors qu'un logement conçu en fonction de la température proposera plutôt un enchaînement des affectations du type chambre – cuisine – salle à manger – salon – salle de bains dans le cours du flux analysé. Ainsi, la prise en compte de plusieurs caractéristiques atmosphériques simultanément pourrait mener à des contradictions qu'il faudra lever. Mais n'est-ce pas le propre de la conception architecturale que de devoir accorder des contraintes qui semblent contradictoires ?

Le projet *Jade Eco Parc*, à Taichung (Taiwan) se base sur l'analyse de plusieurs caractéristiques atmosphériques et propose de les combiner par simple juxtaposition (fig. 11). Ce projet se distingue des projets précédents de Philippe Rahm. Tout d'abord, par le fait qu'il est en cours de construction. D'autre part, par son programme de parc, qui ne nécessite pas de constitution d'une enveloppe thermique. Le volume d'intervention est donc existant et simplement défini par le site même.

Les caractéristiques atmosphériques étudiées sont le bruit, la pollution et la température. Le projet étant un projet d'aménagement extérieur, le gradient caractérisant les différentes contraintes n'a pas à être créé artificiellement. Le parti est ici de renforcer les caractères existant sur le site en utilisant deux moyens différents. Le premier consiste



10

10 *Terroir déterritorialisé*, répartition des températures. (Site internet de P. Rahm).



à implanter des végétaux spécifiques en fonction du type de contrainte et de sa valeur à un endroit donné. Par exemple, des végétaux captant l'humidité de l'air seront implantés dans les zones les plus sèches et inversement. Le second moyen consiste à créer des machines qui renforcent artificiellement le caractère des différentes zones, comme par exemple un brumisateur, qui augmente le taux d'humidité de l'air des zones déjà humides.

La juxtaposition des caractéristiques spécifie les lieux de trois manières différentes. Le programme est donc implanté en fonction de combinaisons existant entre ces trois caractéristiques. Les jeux pour enfants, par exemple, trouveront leur place dans un lieu sans bruit, tempéré et sec.

La juxtaposition des analyses relatives aux différentes caractéristiques atmosphériques a pour effet de multiplier les ambiances créées, et donc, en toute logique, les affectations. Ainsi, la contradiction relevée pour le logement pourrait être levée en spécifiant davantage chaque activité. La cuisine, par exemple, pourrait être dispersée dans le logement en plusieurs activités définies respectivement par un couple humidité/température différent.

Conclusion

L'architecture météorologique se distingue du standard passif par deux propositions. La première est de redéfinir les critères de confort. Tant qualitativement par l'élargissement des types de contraintes à celles perçues par tous nos sens, que quantitativement, par discrétisation en fonction des actions humaines. La seconde est de considérer, dans le processus de conception, les implications des techniques utilisées, sur l'habitation, et ce, de deux façons. D'abord, en remettant ces techniques

au service d'une spatialité, soit en considérant les caractéristiques atmosphériques du vide (température, humidité, lumière, odeurs, etc.). Ensuite, en soumettant les usages aux caractéristiques atmosphériques produites. Ce faisant, l'AM postule implicitement que les architectes devraient reprendre la main sur les spécialistes en techniques spéciales.

■

Médiagraphie

Brochure maison passive (2013). PMP, avril.

Outers, M. (2016). *Comfort and energy savings: thermal zoning by inclusion*. PLEA.

Rahm, P. (2009). *L'architecture météorologique*. Paris : Archibook.

Rahm, P. Site internet. <http://www.philipperahm.com> consulté le 25/01/2015.

Schieders, J., Hermelin, A. (2006). CEPHEUS results: measurements and occupants' satisfaction provide evidence for Passive Houses being an option for sustainable building. *Energy policy*, 34(2), 151-172.

⑪ *Jade Eco Parc*, zones climatiques différenciées et machines. (Site internet de P. Rahm).