



Remerciements :

A François Tanguay et G. E pour leur disponibilité, leur enthousiasme et leurs retours d'expérience instructif.

A Romain Dubuis pour son implication dans le suivi de cette recherche.

Et à ma famille pour leur grand soutien, particulièrement à ma mère pour ses relectures attentives et sans qui l'idée du jardin d'hiver n'aurait peut-être jamais émergé.

Cet énoncé vient d'un souhait, celui de tendre vers un réductionnisme de l'architecture, c'est-à-dire une volonté de la dépouiller de tout élément superflu tout en conservant un niveau de confort intérieur acceptable. Est ainsi considérée comme superflue toute installation principalement technologique (climatisation, VMC, etc) pouvant être remplacée par une technique de construction, un matériau ou un artéfact architectural dit "low-tech", c'est-à-dire tout système ingénieux nécessitant peu de moyens économiques et matériels dans son fonctionnement et lors de sa mise en place. L'intérêt et l'efficacité de ces systèmes low-tech réside principalement dans leur dépendance au contexte dans lequel ils se trouvent, c'est-à-dire la localisation géographique ainsi que toutes ses caractéristiques topographiques, météorologiques et climatiques.

La réflexion sous-jacente étant la réalisation d'une architecture qui tende vers l'autonomie en étant la plus frugale possible en terme de consommation de ressources, cet énoncé se propose d'explorer ces questionnements à travers un artéfact architectural précis, le "jardin d'hiver".

Table des matières

Définition et notions	p.8
Introduction	p.10
De l'orangerie au jardin d'hiver	p.15
De considérations purement pratiques et utilitaires à espace d'agrément et d'équipement solaire passif.	
Le jardin d'hiver : un espace climatique	p.29
Dépendance météorologique et cycles naturels	
Automne - Hiver	p.33
Masse thermique	
Pertes thermiques	
Jardin d'hiver et isolation	
Symbiose végétation - habitation	
Printemps - Eté	p.47
Saisons étendues	
Surchauffe	
Protections solaires / Masques	
Ventilation	
Evapotranspiration	
Synthèse	p.52

Etudes de cas	p.53
01 La Maison de paille	p.54
Hervé Denonain	
02 Delta House	p.74
Cedric Green	
03 Ford Foundation	p.92
Kevin Roche	
04 Immeuble Bois-le-Prêtre	p.110
Lacaton et Vassal	
Synthèse	p.132
Conclusion	p.135
Le jardin d'hiver : une leçon d'architecture frugale	
Interviews	p.143
François Tanguay	
G. E	
Bibliographie	p.154

Définitions

Frugale (adjectif) (bas latin "frugalis", sobre)

Qui se nourrit de peu, qui vit d'une manière simple. *Larousse*

Autonomie (nom féminin)

Capacité de quelqu'un à être autonome, à ne pas être dépendant d'autrui, caractère de quelque chose qui fonctionne ou évolue indépendamment d'autre chose. *Larousse*

Bioclimatique (adjectif)

Se dit d'un habitat dans lequel la climatisation est réalisée en tirant le meilleur parti du rayonnement solaire de la circulation naturelle de l'air afin de réduire la consommation d'énergie. *Larousse*

Viable (adjectif)

Qui présente les conditions nécessaires pour durer, se développer. *Le Robert*

Serre (nom féminin)

Construction en verre ou plastique, fixe ou démontable, parfois chauffée, utilisée pour mettre les plantes à l'abri de l'hiver et pour cultiver les plantes exotiques ou délicates, hâter la production de certains fruits et légumes ou protéger les semis fragiles. *CNRTL*

Notions

Jardin d'hiver :

Prolongement d'une pièce d'habitation fermé par une ou plusieurs baies vitrées, accessible depuis l'intérieur du bâtiment et accolée ou intégrée à son volume, servant principalement de pièce d'agrément.

Réductionnisme :

Dépouillement de l'architecture de tout ce qui est superflu. Cette réduction concerne la consommation d'énergie et les techniques high-tech, substituées par des stratégies plus ingénieuses dites low-tech.

Confort intérieur :

Englobe le confort thermique, (température ressentie comprise entre 21° et 26° C), le confort hygrométrique (humidité relative comprise entre 40% et 60%) et la qualité de l'air (dépourvue de particules néfastes et régulièrement renouvelée et/ou filtrée)

“L’architecture n’est fondamentalement pas une construction sociale [...] mais bien une construction physiologique qui protège l’Homme des excès climatiques” P.Rahm

Etant un mammifère, l’être humain dispose naturellement de la capacité de réguler sa température corporelle grâce à deux stratégies appelées la thermogénèse et la thermolyse, lui permettant respectivement de refroidir et réchauffer son corps. Lors de la thermogénèse, les mécanismes de vasodilatation et de transpiration permettent d’évacuer la chaleur excédentaire principalement par évaporation. En revanche, lors de la thermolyse, les mécanismes de vasoconstriction et de contraction musculaire engendrent une augmentation de la température corporelle. Par ces mécanismes physiologiques, le corps cherche à tendre vers un équilibre thermique nécessaire au bon développement de l’individu.¹ Néanmoins, lorsque ces mécanismes physiologiques ne suffisent plus, il est nécessaire de recourir à des mécanismes exogènes. C’est le cas du textile, considéré par Gottfried Semper comme étant l’origine de l’architecture. Ce même textile permet entre autres de constituer un habillement, telle une seconde peau complétant la régulation thermique physiologique de l’Homme en le protégeant des conditions climatiques extérieures telles que la chaleur, le froid ou le vent.²

¹ Philippe Rahm, *“Histoire naturelle de l’architecture: comment le climat, les épidémies et l’énergie ont façonné la ville et les bâtiments”*, Deuxième édition (Paris: Pavillon de l’Arsenal, 2020), p16

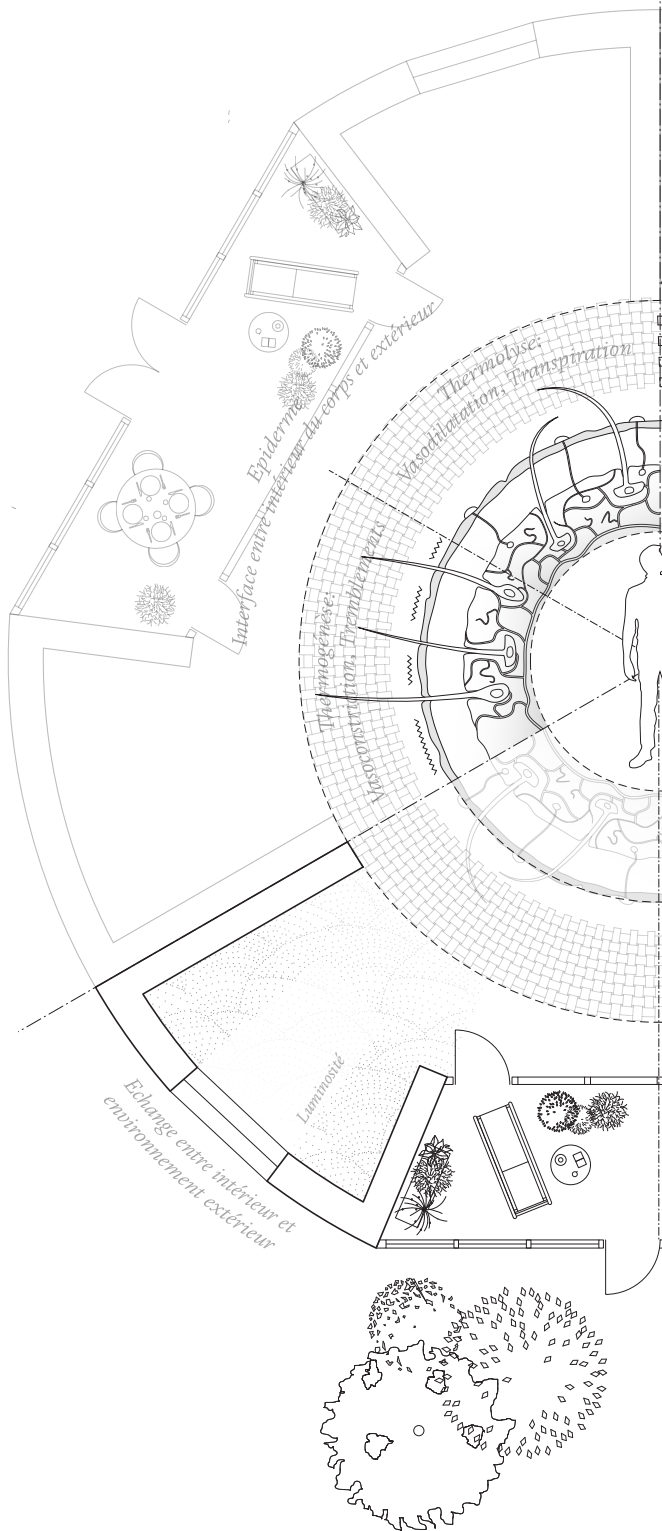
² Philippe Rahm, *“Histoire naturelle de l’architecture”*, Pavillon de l’Arsenal, 2020, p99-101

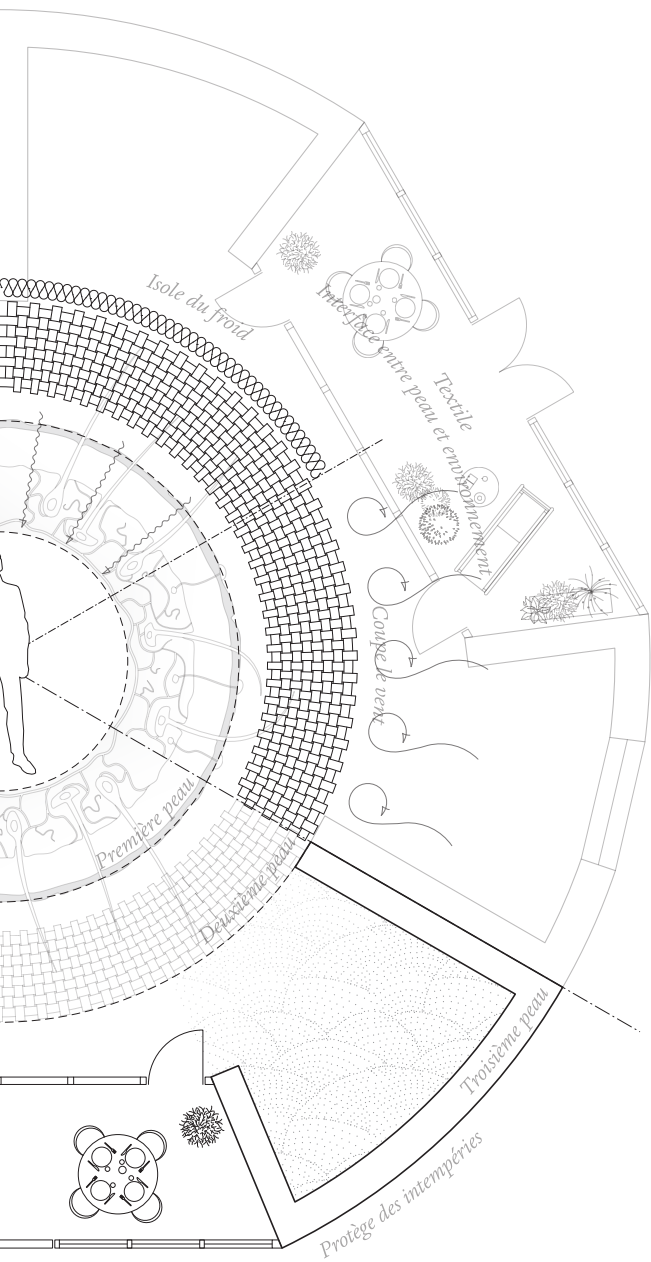
Concernant l'architecture, celle-ci serait née d'une nécessité de se protéger des aléas météorologiques et autres menaces potentielles en générant un microclimat adapté à la physiologie de l'Homme, le mettant à l'abri. Néanmoins, le rôle de l'architecture est double. En plus de constituer une protection, elle doit permettre un échange avec l'extérieur, une collaboration bénéfique avec le climat dans lequel cette architecture se trouve. Il n'est pas souhaitable que le bâtiment soit une barrière hermétique coupée de l'extérieur comme bon nombre de bâtiments aujourd'hui. L'architecture serait donc une troisième peau qui, à l'instar de l'épiderme de l'Homme et de ses mécanismes physiologiques, préserve un espace intérieur nécessitant d'être régulé à l'aide de différentes stratégies et mécanismes issus d'une attention particulière au contexte climatique.

Ainsi, nous nous proposons dans cet énoncé, de comprendre la contribution du jardin d'hiver en tant qu'espace médiateur entre le milieu extérieur et le microclimat intérieur, jouant un rôle dans la régulation du confort.

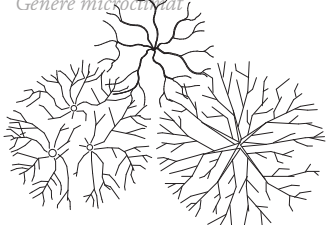
Les trois peaux

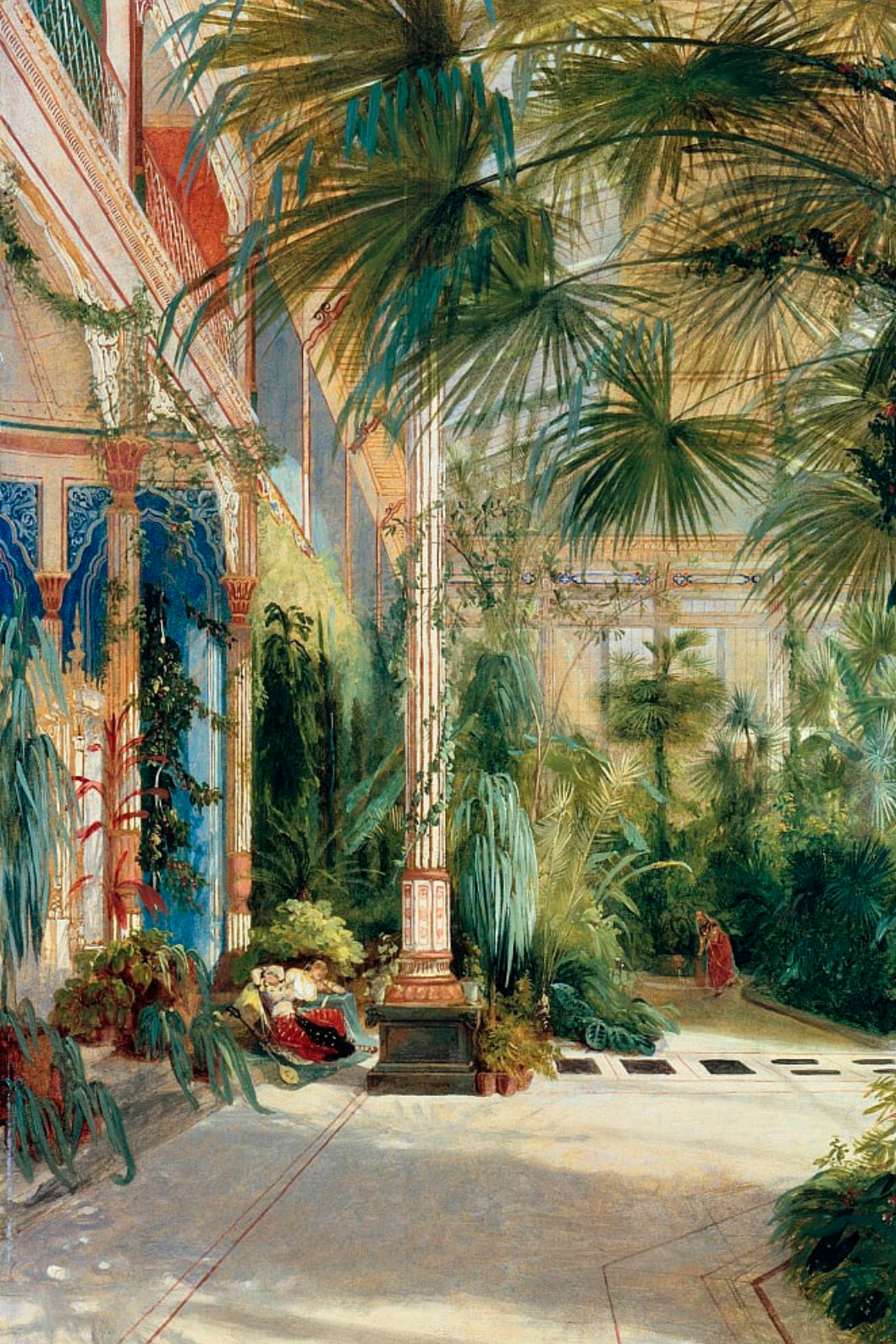
épiderme
textile
architecture





Architecture
Génère microclimat





De l'orangerie au jardin d'hiver

*De considérations purement pratiques et utilitaires à
espaces d'agrément et d'équipement solaire passif.*

(Ci-contre)

*Carl Blechen, "The Interior of the Palm House", 1832,
huile sur toile, 135 x 126 cm*

L'orangerie ou stockage d'agrumes

Les origines du jardin d'hiver tel que nous le connaissons aujourd'hui débutent lors du XV^{ème} siècle, en réponse à l'essor des échanges commerciaux de plus en plus fréquents avec les territoires extra européens. De nombreux produits sont importés, en particulier des denrées et objets exotiques, attirant la curiosité des individus, principalement ceux issus de la noblesse. C'est durant cette période qu'apparaissent les premiers "cabinets de curiosités", regroupant toutes sortes d'objets insolites et nouveaux, synonymes de richesse. Parmi ces produits exotiques se retrouvent des essences de plantes telles que des grenadiers, des myrtes et en particulier des agrumes comme les citronniers mais surtout les orangers, considérés à l'époque comme étant une marque de prestige. Néanmoins, le climat européen étant différent de celui d'où proviennent ces essences, celles-ci ne supportent pas les rigueurs de nos hivers. Se pose alors la question de la conservation de ces plantes exotiques.

C'est à partir du XVI^{ème} siècle que les premiers abris d'hivernage voient le jour. Constitués de bois ou de maçonnerie, ces abris représentent des constructions chauffées entourant chaque plante. Par la suite, des structures temporaires mises en place l'hiver se développent mais leur efficacité se révèle relativement limitée, le montage et le démontage détériorant leur intégrité et donc leurs performances en matière d'isolation.

La manutention étant le problème principal, ces structures se solidifient et deviennent peu à peu des constructions permanentes. Dans un premier temps, la façade Nord est solidifiée. Etant la façade où les pertes thermiques sont les plus importantes et la luminosité



Orange
(*Citrus limon*)



Citron
(*Citrus limon*)



Myrte
(*Myrtus*)



Grenade
(*Punica granatum*)

négligeable en hiver, elle est caractérisée par une opacité complète ainsi qu'une épaisseur importante, ce qui en fait un élément simple et résistant. Par la suite, ce sont les autres façades qui se solidifient jusqu'à ce que le toit devienne à son tour un élément fixe, réduisant les parties mobiles au minimum nécessaire, à savoir, les ouvertures d'accès et de ventilation. Cela permet aux jonctions entre les différents éléments d'être les plus étanches possible afin d'augmenter l'efficacité isolante de la structure.

Ces premières constructions solides placées à l'écart des habitations avaient donc pour seule fonction de protéger les plantes gélives durant les mois d'hiver en leur offrant un climat adapté à leurs besoins. Celles-ci étaient laissées dehors lors de la belle saison et stockées à l'intérieur durant l'hiver. Enfin, ces plantes étant principalement des agrumes et en particulier des orangers, ces premières constructions en prirent le nom. L'orangerie était née.³

³ Olivier
Vleeschouwer,
"Serres et Jardins d'Hiver", Di 1 ban (Paris:
Flammarion, 2000),
p15-18



Orangerie de Castle
Asby, Angleterre
Photo: Jacana/La-
montagne



(Page ci-contre)

Serre de l'hôtel
particulier Colomb
de Daunant, Nîmes,
France

Photo: Vincent Motte

De la serre au jardin d'hiver ou du stockage à l'agrément

Par la suite, le nombre d'essences différentes stockées dans les orangeries et leur quantité augmentèrent de telle sorte que cette diversité et cette concentration végétale transformèrent peu à peu ces lieux de stockage hivernaux en véritables laboratoires de recherches botaniques, principalement focalisés sur les plantes ayant des propriétés médicinales.

4 Olivier
Vleeschouwer,
*"Serres et Jardins
d'Hiver"*, Di 1 ban
(Paris: Flammarion,
2000), p19

"Ainsi, l'orangerie mute peu à peu jusqu'à devenir une "serre", c'est-à-dire un lieu où l'on tient enfermée, où l'on serre les plantes." O. Vleeschouwer⁴

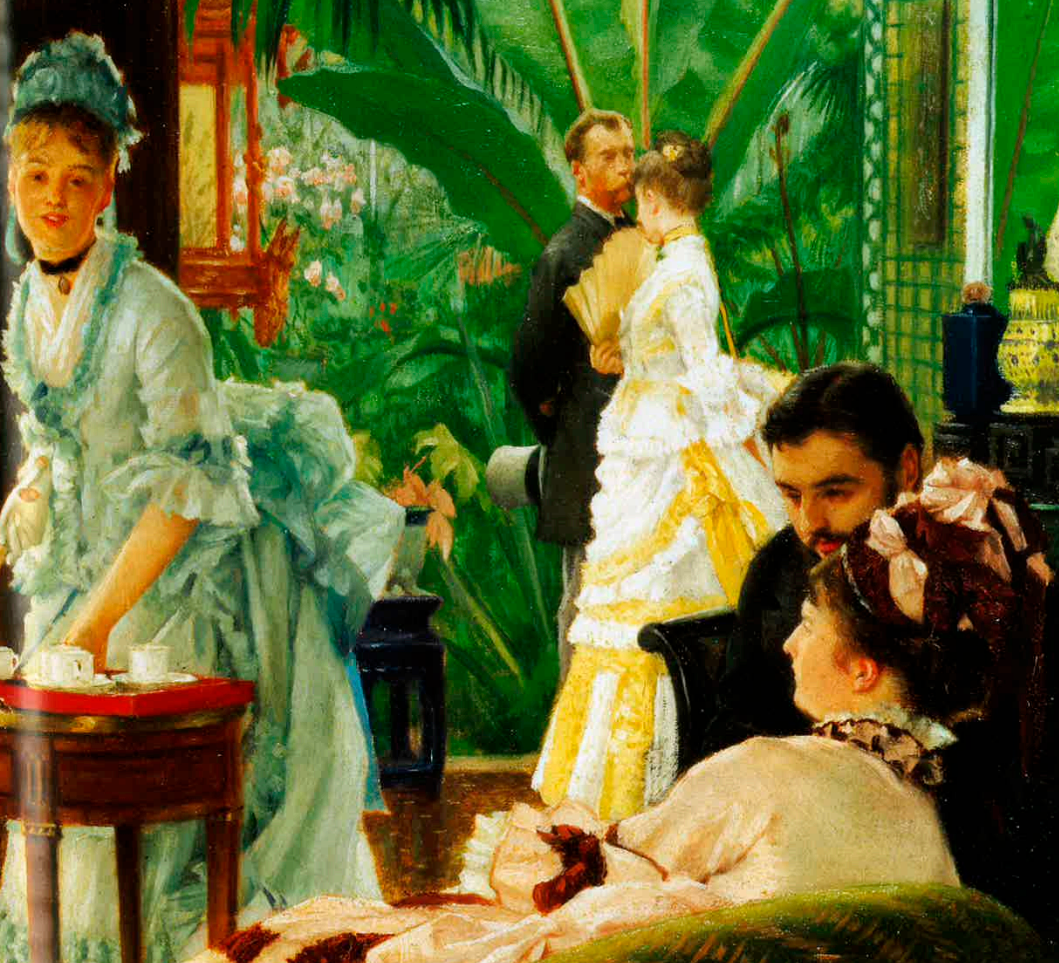


Grande serre du
jardin des plantes de
Rouen
Photo: Thomas
Dupaigne



En parallèle de son utilisation botanique et médicinale, la serre se transforme peu à peu en un lieu d'échange agréable et reposant. Les serres jusqu'alors situées loin des habitations se rapprochent progressivement de celles-ci jusqu'à s'adosser et s'intégrer à leur volume. C'est ainsi que le jardin d'hiver voit le jour, d'une part, à travers une mutation de la fonction initiale de la serre (d'un espace de stockage à un espace d'agrément) et d'autre part, par un rapprochement de celle-ci avec l'habitation. Ces espaces deviennent alors des lieux de réception propices aux événements sociaux. Habituellement jouté au salon, le jardin d'hiver en devient la continuité, permettant de s'approprier

(Ci-dessus)
James Tissot, "In the
Conservatory", 1875,
huile sur toile, 38.4 x
51.1 cm

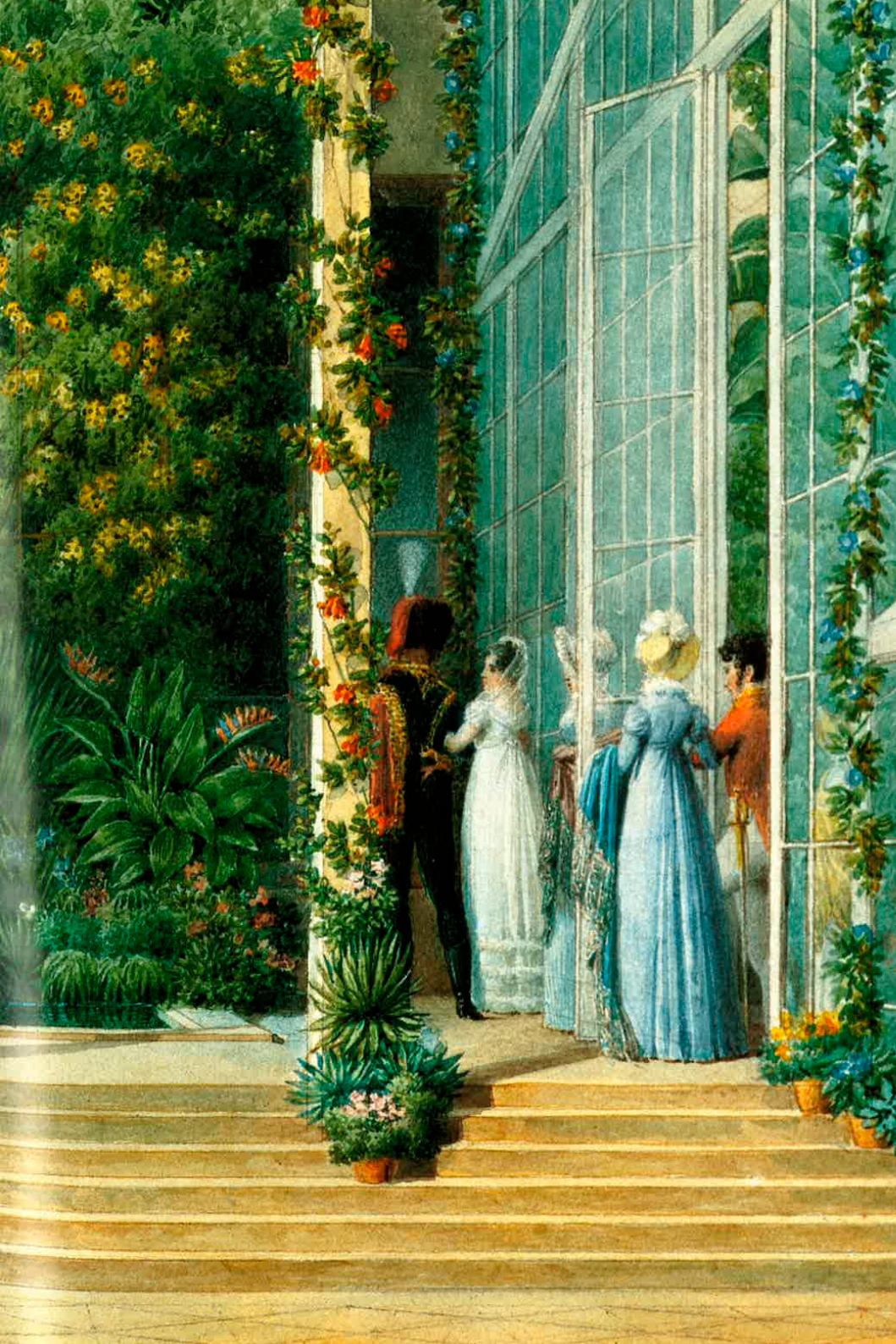


5 Olivier
Vleeschouwer,
"Serres et Jardins d'Hiver",
Di 1 ban (Paris:
Flammarion, 2000),
p23-25

l'espace extérieur. La présence d'une végétation abondante participe à produire une atmosphère calme et plaisante, faisant du jardin d'hiver un espace intime et discret, protégé par une canopée d'essences végétales et florales propices à la réflexion et à l'expression de sentiments intimes ou d'échanges secrets. C'est alors qu'un engouement pour les jardins d'hiver se répand dans toute l'Europe jusqu'au milieu du XVIII^{ème} siècle, celui-ci étant synonyme de prestige et d'un certain art de vivre, devenant un appareil essentiel de la noblesse.⁵

(Double page suivante) Auguste Garneray, "Intérieur de la Serre Chaude à la Malmaison", 1812. Aquarelle, 16,3 x 24,3 cm





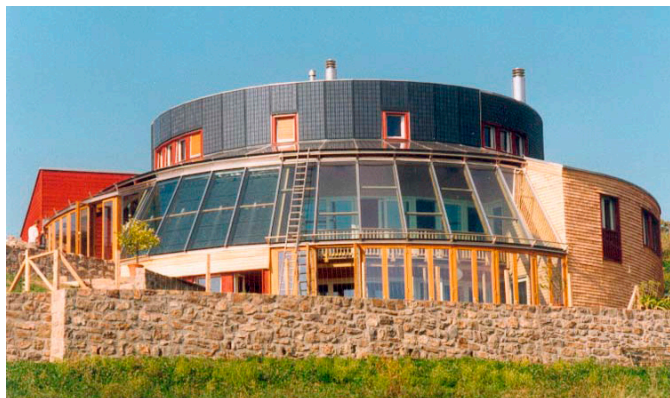


Olivier
Vleeschouwer,
"Serres et Jardins
d'Hiver", p154
Photo: Inside/H & L/P.
Baasch

La typologie du jardin d'hiver est intimement liée à sa fonction. A l'origine créée pour des raisons purement fonctionnelles de stockage, l'orangerie se transforme en un lieu d'agrément et de plaisance, donnant naissance au jardin d'hiver, symbole d'une certaine qualité de vie. Les essences végétales si convoitées pour leur rareté et étant la raison d'être de l'orangerie acquièrent une toute autre fonction d'ordre décoratif, devenant un élément non plus central et passif, mais qualitatif et actif participant directement à la qualité spatiale du jardin d'hiver. Ainsi, les plantes ne sont plus de simples objets stockés durant la période hivernale mais deviennent des éléments intégrés à un espace, indissociables de celui-ci et participant à la définition même du jardin d'hiver.

Cet engouement pour ces espaces n'est pas uniquement dû à un effet de mode. En effet, la végétation présente des vertus bénéfiques en plus de son esthétique visuelle non négligeable. Les plantes ont l'avantage de générer une certaine fraîcheur, d'une part, grâce à l'ombre qu'elle prodigue et d'autre part, grâce à l'évaporation, procédé permettant par la même occasion d'améliorer le confort hygrométrique du jardin d'hiver et des pièces accolées. L'ombre des arbres et la présence de végétation furent – et le sont encore de nos jours – des acteurs importants générateurs d'espaces publics et de vie sociale.⁶ On comprend aisément comment le jardin d'hiver est rapidement devenu un espace d'échange, mais cette fois privé.

⁶ Philippe Rahm,
"Histoire naturelle
de l'architecture:
comment le climat, les
épidémies et l'énergie
ont façonné la ville et
les bâtiments", Deuxi-
ème édition (Paris:
Pavillon de l'Arsenal,
2020), p64



*Vue extérieure
façade Sud-Est*



*Vue intérieur de la
serre*

*Maison individuelle bioclimatique "La Clé de Sol"
Lieu: Tour-de-Peilz, Vaud, Suisse
Architecte: Gilles Bellmann
Date de construction: 1995-1999
4,0% du chauffage est assuré par une serre orientée Sud-Est*

*"La Tour-de-Peilz
| maison | labac",
consulté le 10 janvier
2023,
[https://labac.ch/fr/
travaux/la-tour-de-
peilz-maison](https://labac.ch/fr/travaux/la-tour-de-peilz-maison).*

Considérations énergétiques

Par la suite, en plus de la fonction d'agrément du jardin d'hiver, se sont ajoutées des considérations d'ordre énergétique. En effet, en cherchant à satisfaire les besoins des plantes en matière de confort thermique et de luminosité, nous nous sommes aperçus que le jardin d'hiver était susceptible d'améliorer le confort intérieur des habitations qu'il jouxtait. C'est à partir des années 1970s, dans un contexte de crise énergétique, que les solutions passives de ce type se sont développées, permettant d'améliorer le confort intérieur en tirant partie des avantages du climat sans apport énergétique supplémentaire. Le jardin d'hiver devint un système passif plus connu sous le nom de "*serre solaire*", utilisant l'énergie provenant du soleil pour améliorer le confort thermique d'un édifice.

A travers le temps, la typologie du jardin d'hiver a beaucoup évolué en intégrant des fonctions supplémentaires faisant de cet espace un lieu dense et riche, tant du point de vue technique que dans son utilisation. Située à l'interface entre l'intérieur et l'extérieur de l'habitation, le jardin d'hiver acquiert une position complexe d'échange entre ces deux environnements, faisant de cet espace un lieu ambigu, devant d'une part, intégrer certaines caractéristiques de ces deux environnements et d'autre part, concilier et concentrer ces caractéristiques dans un seul et même espace. Néanmoins, l'évolution du jardin d'hiver a toujours suivi une direction précise, celle de la course solaire, faisant du jardin d'hiver un espace fortement influencé par le climat et les caractéristiques météorologiques.

*Le jardin d'hiver :
un espace climatiques*

Dépendance météorologique et cycles naturels



Bien qu'ayant évolué au cours du temps, la typologie du jardin d'hiver demeure fortement liée à la présence de plantes, même de nos jours. Il est indéniable que cette végétation a grandement contribué à définir les caractéristiques de cette typologie, étant donné que la fonction primaire du jardin d'hiver fut de générer un microclimat satisfaisant les besoins des plantes en matière de luminosité et de température. Ces deux facteurs étant fortement liés à l'environnement extérieur, ces considérations climatiques et météorologiques se retrouvent imbriquées au sein même de la typologie du jardin d'hiver, le rendant intimement lié au climat et dépendant du cycle jour-nuit ainsi qu'au cycle saisonnier. Chaque composant du jardin d'hiver a ainsi été conçu dans le but de satisfaire les exigences météorologiques de chaque saison en tirant partie de leurs avantages respectifs tout en se protégeant de leur excès.

Le facteur principal dont dépendent les saisons et donc la typologie du jardin d'hiver est l'ensoleillement. En climat tempéré, cet ensoleillement varie de manière importante au cours de l'année définissant deux périodes principales. Une période peu ensoleillée et froide, définie par l'automne et l'hiver et une période d'ensoleillement plus généreuse et chaude, définie par le printemps et l'été.

(Ci-contre)

Véranda-appentis créée
par Peter Marston dans sa
maison de Londres

Photo : Marston & Langinger
Limited

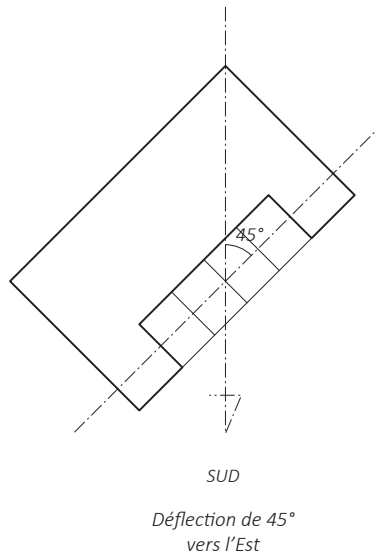
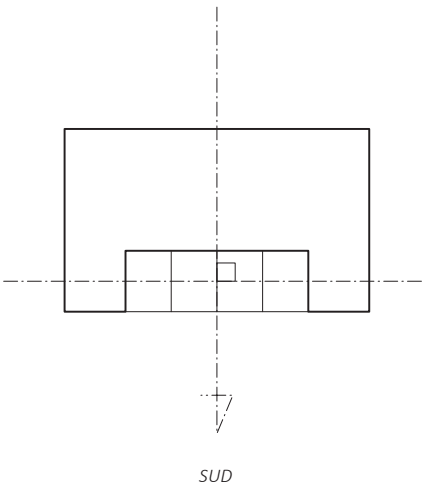


Fig 1
Orientation du jardin d'hiver

Automne - Hiver

Cette période est caractérisée par des températures et des vents froids, produisant des conditions défavorables au développement de la végétation et de la vie en général, assimilant ces saisons à un moment de repos et d'hibernation. L'objectif principal du jardin d'hiver durant cette période est, d'une part, de protéger le microclimat intérieur des températures extérieures relativement froides et, d'autre part, de maximiser les gains solaires durant la journée, c'est-à-dire, s'ouvrir vers l'extérieur afin de permettre au soleil de pénétrer dans l'habitation pour profiter de sa luminosité – très limitée en hiver – et de sa chaleur. Ce sont pour ces raisons que l'orientation et la transparence du jardin d'hiver figurent parmi les critères les plus fondamentaux. Afin de permettre un ensoleillement suffisant, le jardin d'hiver devra être tourné vers le Sud, avec une déflexion de 15° dans l'idéal, pouvant aller jusqu'à 45° vers l'Est ou l'Ouest. (fig 1) De plus, il sera préférable que cette déflexion soit du côté Est où le soleil se lève, le matin étant le moment de la journée où les plantes, mais aussi l'habitation et ses occupants, ont le plus besoin de chaleur et d'énergie après une longue nuit froide.¹

¹ François Tan-
guay, Interview, 7
décembre 2022
Voir p146

Fig 2
Impact mur Nord sur
enseillement
des plantes

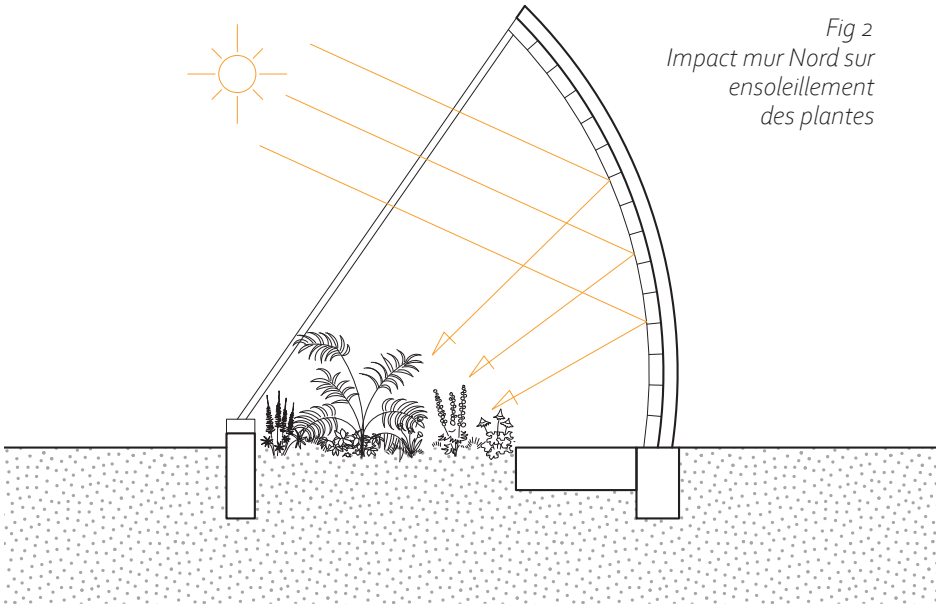
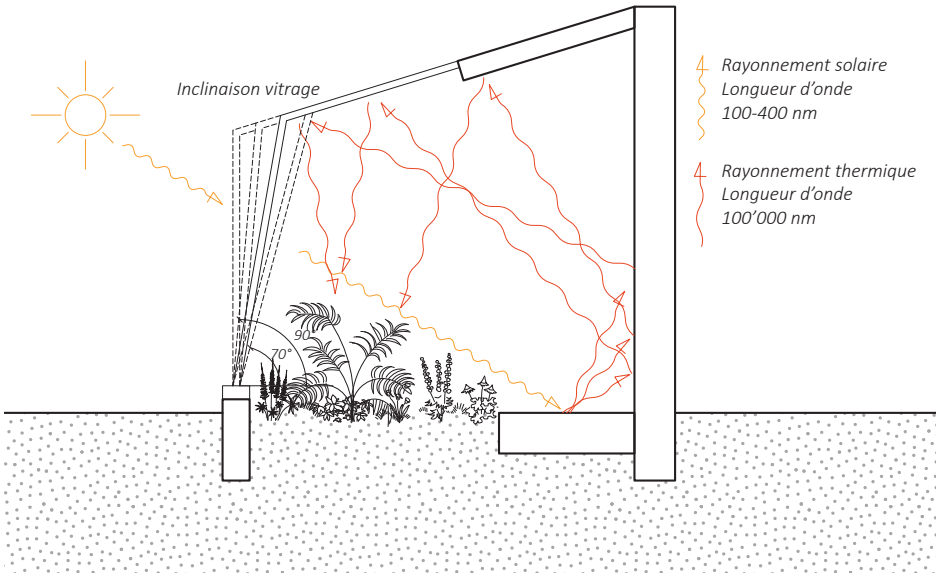


Fig 3
Effet de serre
Inclinaison vitrage



² Bill Yanda et Rick Fisher, *Une Serre Solaire pour chauffer votre maison et pour jardiner toute l'année*, Eyrolles (Paris: Eyrolles, 1976), p17

Le soleil étant relativement bas durant cette période, il est préconisé d'avoir un ensoleillement direct moyen de 6h par jour afin que les différentes plantes présentent dans le jardin d'hiver puissent se développer convenablement grâce à la photosynthèse. Pour remplir ces conditions, les parois du jardin d'hiver devront être les plus transparentes possible, habituellement composées de verre, tandis que les parois opaques de l'intérieur devront être de teinte claire afin d'améliorer l'ensoleillement par réflexion du rayonnement solaire en direction des plantes.² (fig 2)

Ces parois transparentes, en plus d'améliorer la luminosité, revêtent une seconde fonction. Celle d'augmenter la température intérieure grâce au principe de l'effet de serre. En traversant le vitrage, le rayonnement solaire change de longueur d'onde et se transforme en rayonnement thermique. Etant dans l'incapacité de retraverser le vitrage du fait de leur longueur d'onde trop grande, ces rayonnements thermiques restent bloqués dans le jardin d'hiver. Se produit alors une augmentation rapide de la température ambiante, proportionnelle à la quantité de rayonnement solaire pénétrant dans le jardin d'hiver. (fig 3)

Afin d'augmenter cette proportion, il est important de prendre en considération l'inclinaison du vitrage, étant donné que les rayonnements solaires le pénètrent de manière optimale lorsque leur angle d'incidence est perpendiculaire à celui-ci. L'inclinaison du vitrage est ainsi calculée en fonction de la hauteur moyenne du soleil durant l'hiver et est habituellement comprise entre 90° et 70° par rapport au sol dans les climat tempérés. (fig 3)

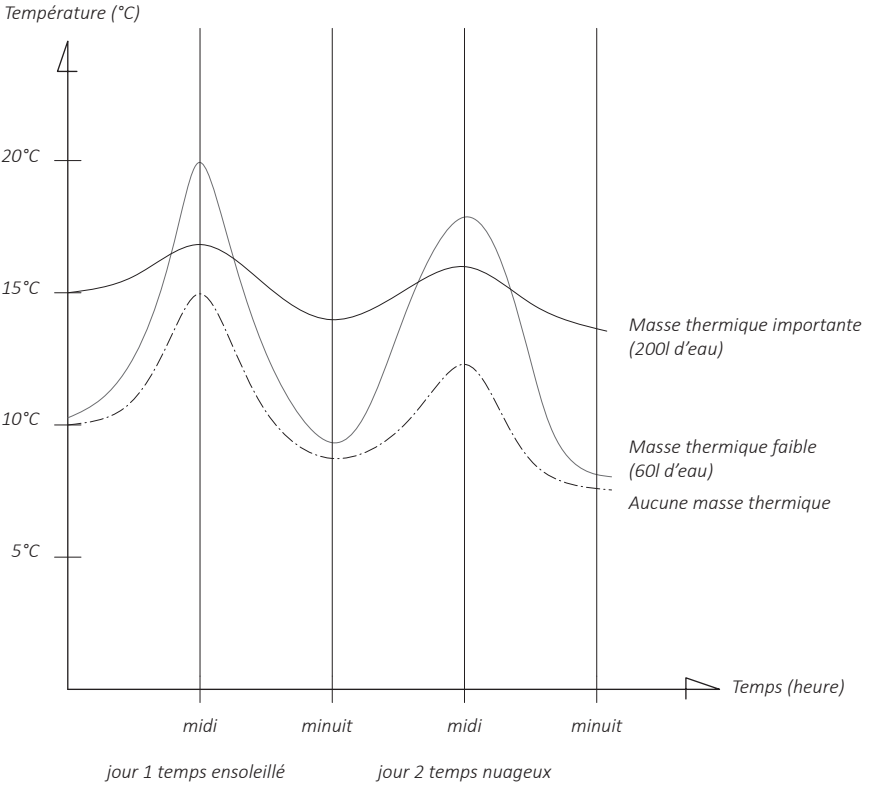


Fig 4
 Diagramme influence
 de la masse thermique
 sur la température
 d'une pièce

Les gains solaires ayant été optimisés, le deuxième enjeu durant cette période hivernale réside dans la gestion et la conservation de cette chaleur durant la nuit, lorsque le soleil ne fournit plus ces bienfaits. Les orangeries et serres de l'époque protégeaient la végétation, faisant en sorte que la température intérieure ne descende pas en dessous de 5°C. Pour ce faire, il existe deux stratégies principales. La première consiste à emmagasiner la chaleur accumulée durant la journée tandis que la seconde cherche à limiter les pertes thermiques la nuit.

Masse thermique

Cette stratégie, très économe et efficace, consiste à absorber la chaleur excédentaire issue du rayonnement thermique durant la journée afin de la restituer pendant la nuit. Pour ce faire, il est essentiel de positionner des éléments ou objets ayant une masse thermique importante, c'est-à-dire, ayant une capacité d'absorption de chaleur élevée.³ La nature ayant horreur de la complexité, il faut comprendre que les échanges de chaleur suivent des règles simples, l'une d'entre elles étant basée sur un principe d'équilibre. Ainsi, l'énergie emmagasinée par la masse thermique cherchera à équilibrer sa température avec celle du jardin d'hiver en cédant sa chaleur excédentaire par rayonnement*, permettant de conserver une température ambiante acceptable durant la nuit. La masse thermique agit donc comme une "éponge à chaleur", absorbante le jour et diffusante la nuit. Plus cette masse sera importante et plus la température restera constante au sein du jardin d'hiver, la masse thermique diminuant les écarts de températures. (fig 4)

³ Solution ERA, "Qu'est-ce que la masse thermique?", Solution ERA, 13 janvier 2020, <https://solutionera.com/articles/habitat-ecologique/maison-bioclimatique/masse-thermique/>

*Rayonnement: échange de chaleur par absorption ou diffusion d'ondes électromagnétiques

Néanmoins, ce système low-tech et passif présente certaines limites. Si la masse thermique est trop importante, elle absorbera toute la chaleur qui aurait pu être transmise directement à l'habitation. De plus, les éléments ayant une masse thermique importante sont massifs, opaques et sombres, ce qui limite grandement la luminosité dans l'habitation. Les essences végétales ayant besoin autant de chaleur que de luminosité, le jardin d'hiver se révèle être un espace complexe nuancé par le compromis, cherchant un équilibre entre ces deux ressources.

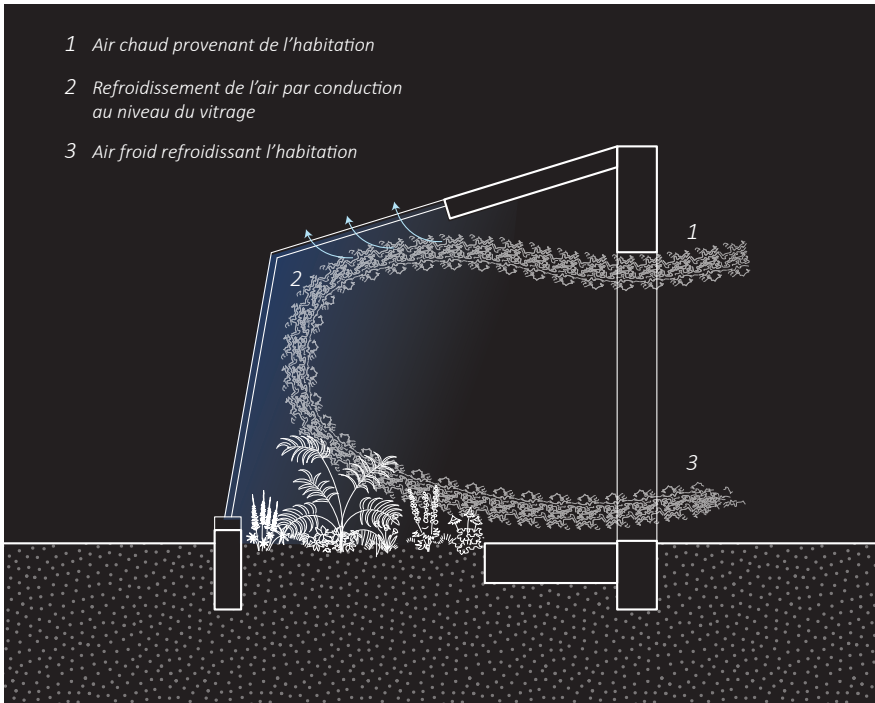


Fig 5
Schéma de principe
frigo-circulation

Pertes thermiques

La seconde stratégie permettant de conserver la chaleur au sein du jardin d'hiver consiste à limiter ses pertes thermiques durant la nuit. C'est dans cet optique que les orangeries virent le jour. En solidifiant leur structure, les joints entre les différents éléments furent de meilleure qualité et diminuèrent les pertes thermiques dues aux infiltrations. Enfin, si le vitrage permet un gain thermique important, c'est aussi par celui-ci que les pertes thermiques par conduction et convection* sont les plus élevées. La température extérieure étant beaucoup plus froide que l'intérieur du jardin d'hiver, l'air chaud provenant de la maison se refroidit grandement par conduction au contact du vitrage en partie supérieure. L'air froid étant plus dense que l'air chaud, un mouvement d'air entre la maison et le jardin d'hiver se crée, refroidissant l'habitation par convection. Ce phénomène s'appelle la "frigo-circulation". (fig 5) Ces pertes thermiques sont d'autant plus importantes que l'écart de température entre l'extérieur et l'intérieur est grand.⁴ Pour empêcher le phénomène de se produire, il suffit d'isoler le jardin d'hiver du reste de l'habitation en bloquant les ouvertures les reliant.

*Conduction:
*échange de chaleur
par contact direct
entre deux matériaux*

Convection:
*échange de chaleur
par mouvement d'air*

⁴ Bill Yanda et Rick Fisher, "Une Serre Solaire pour chauffer votre maison et pour jardiner toute l'année", Eyrolles (Paris: Eyrolles, 1976), p40

Le vent constitue de même un facteur non négligeable de perte thermique par convection et infiltration. En effet, il accélère le transfert de chaleur au niveau du vitrage et génère une zone de haute pression à l'extérieur et de basse pression à l'intérieur, favorisant l'infiltration d'air froid dans le jardin d'hiver. Le meilleur moyen de limiter ces pertes thermiques par conduction/convection reste la mise en place de rideaux isolant positionnés à l'intérieur contre le vitrage ou des panneaux isolants mobiles posés sur le vitrage.

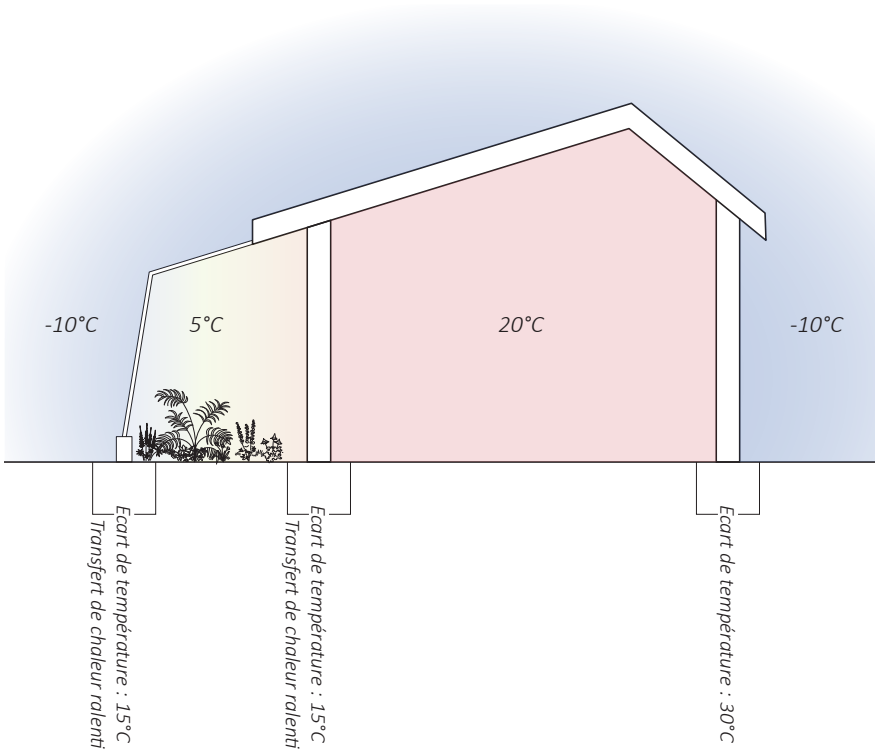


Fig6
Schéma principe coquille

Jardin d'hiver et isolation

Du point de vue de l'habitation, le jardin d'hiver constitue une isolation relativement efficace si le phénomène de frigo-circulation est bloqué. Les échanges thermiques cherchant un point d'équilibre, il est impossible de les stopper. La chaleur cherchera forcément à se diriger là où la température est la plus basse. Néanmoins, il est possible de ralentir ces échanges par le biais de différents moyens tel que "*le principe coquille*"⁵, autrement dit l'isolation par volumes successifs. Les échanges thermiques étant liés à l'écart de température entre deux milieux, plus cet écart est important, plus les échanges de chaleur seront élevés. Par conséquent, placer un volume entre ces deux milieux permet de diminuer cet écart de température en introduisant une température intermédiaire jouant un rôle d'isolant. C'est exactement l'effet produit par le jardin d'hiver qui constitue un espace tampon habituellement non chauffé entre l'extérieur et l'intérieur de la maison. (fig 6)

⁵ Tanguay, "*Petit manuel de l'habitat bio-climatique*" (Boucherville, Québec: Éditions de Mortagne, 1988), p97

- 1 Air frais et sec riche en CO2
- 2 CO2 absorbé par les plantes
- 3 Evapotranspiration
- 4 Air chauffé par rayonnement
- 5 Air chaud, purifié et humidifié

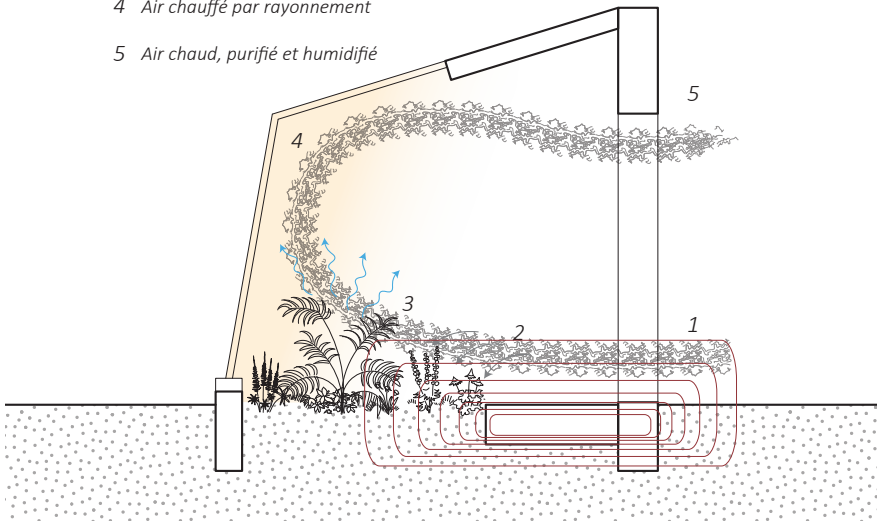


Fig 7
Schéma de principe
thermosiphon, purification et
humidification de l'air

Symbiose végétation – habitation

Durant cette période hivernale, l'espace intérieur des habitations est caractérisé par un air souvent plus sec et plus riche en dioxyde de carbone (CO₂) qu'en été. Ceci est dû d'une part, aux températures basses – le taux de vapeur d'eau contenu dans l'air diminue avec la température – et d'autre part, au manque de ventilation, l'air extérieur étant froid. Ici, le problème est la solution. Le CO₂ permettant d'améliorer la croissance des plantes, il est intéressant de constater le processus cyclique et vertueux liant l'intérieur de l'habitation avec le jardin d'hiver. L'air de la maison circulant dans le jardin d'hiver est purifié de son dioxyde de carbone consommé par les plantes lors de la photosynthèse. De plus, cet air se charge d'humidité au contact des plantes grâce au processus "*d'évapotranspiration*"* avant de retourner dans l'habitation.⁶ En plus de ces bienfaits apportés par la végétation, ce mouvement d'air convectif entre l'habitation et le jardin d'hiver généré par l'effet de serre chauffe l'habitation par rayonnement et convection. L'air plus froid de l'habitation se réchauffe en passant dans le jardin d'hiver et retourne chauffer l'habitation. C'est le phénomène inverse et bénéfique de la frigo-circulation décrite précédemment appelé "*thermosiphon*". (fig 7)

*définition p50

⁶ Bill Yanda et Rick Fisher, "*Une Serre Solaire pour chauffer votre maison et pour jardiner toute l'année*", Eyrolles (Paris: Eyrolles, 1976), p76



Il est fabuleux de constater à quel point l'atmosphère et le confort intérieur de l'habitation s'en retrouve améliorer lorsque les besoins des plantes sont satisfaits. Autrefois définie dans le but d'apporter une luminosité suffisante aux essences végétales, les caractéristiques typologiques des orangeries et des serres visant à optimiser les gains solaires en terme de chaleur et de luminosité se révèlent être tout autant efficace pour l'épanouissement des plantes que pour celui de l'habitation et de ses occupant. De plus, en dehors de ces avantages mesurables, se dégage du jardin d'hiver une atmosphère et *"[...]un gain de confort et de qualité de vie qui lui ne se mesure pas, mais qui est réel."*⁷

⁷ François Tanguay,
Interview, 7
décembre 2022
Voir p145



Fig 8
 Diagramme durée des saisons
 en extérieur et à l'intérieur du
 jardin d'hiver

Printemps - Eté

Saisons étendues

Grâce à ses vertus en matière de confort thermique, le jardin d'hiver peut être utilisé comme incubateur afin de commencer des semis pour un futur potager. Il est donc possible de prendre de l'avance sur le cycle naturel et d'obtenir une production de fruits et de légumes plus rapidement. Lorsqu'en extérieur la végétation peinera à sortir de son sommeil léthargique, les semis pourront être transplantés en extérieur dès la mi-mars.*

*Réaliser un potager dans un lieu fermé comme le jardin d'hiver demeure très complexe et nécessite une gestion stricte du climat intérieur (humidité, renouvellement d'air, etc)
(Voir interview F. Tanquay p146)

Le jardin d'hiver, cet artéfact architectural fortement soumis aux conditions climatiques et saisonnières, permet paradoxalement de s'émanciper en parti de ce cycle naturel en générant un microclimat favorable au développement des plantes même durant l'hiver, tout en fournissant un espace libre non chauffé mais clôt, utilisable par les habitants. (fig 8)

Surchauffe

La plupart des espèces végétales n'apprécient guère les écarts de températures trop importants, le froid comme le chaud leur sont délétères. Les saisons froides étant passées, l'hiver cède sa place au printemps, ainsi qu'à l'été et ses chaleurs importantes. Si le jardin d'hiver cherche à maximiser les gains solaires en hiver, la stratégie s'inverse en été. Il sera donc nécessaire de limiter le rayonnement solaire direct entrant dans le jardin d'hiver.

Protections solaire / Masques

La première stratégie consiste à limiter l'exposition du jardin d'hiver au rayonnement solaire direct grâce à des protections solaires et en positionnant des obstacles appelés "masques" entre le soleil et le jardin d'hiver. Le soleil étant positionné à une hauteur importante en été, son rayonnement direct peut être limité lors de la conception en dimensionnant un avant toit ou une toiture opaque en fonction de sa hauteur.

De plus, la végétation positionnée devant le vitrage, telle que des arbres feuillus ou bien des plantes grimpantes et hautes (vigne, tournesol), constituent des protections solaires efficaces. (Image ci-contre) Ainsi, en limitant le rayonnement solaire direct de la sorte, l'effet de serre si recherché en hiver mais redouté en été s'en retrouvera amoindri. Enfin, les feuilles de ces plantes tomberont durant l'automne, lorsque les gains solaires devront de nouveau être maximisés.⁸

⁸ Bill Yanda et Rick Fisher, *"Une Serre Solaire pour chauffer votre maison et pour jardiner toute l'année"*, Eyrolles (Paris: Eyrolles, 1976), p82

Ventilation

La seconde stratégie se focalise sur la ventilation. Un renouvellement d'air régulier est essentiel pour le bon développement de la végétation, la chaleur et l'air stagnant l'empêchant de croître convenablement. Pour cela, des ouvertures dimensionnées afin de renouveler l'air environ toutes les minutes est nécessaire. Ce mouvement d'air, en plus d'empêcher l'air de stagner, abaissera la température au sein du jardin d'hiver par rafraîchissement convectif.*⁹

*Diminution de la température d'un corps par mouvement d'air.
Ex: souffler sur un aliment chaud pour le refroidir

⁹ Bill Yanda et Rick Fisher, *"Une Serre Solaire pour chauffer votre maison et pour jardiner toute l'année"*, Eyrolles (Paris: Eyrolles, 1976), p141-142

La masse thermique, quant à elle, permet de limiter la surchauffe au sein du jardin d'hiver en absorbant une partie de la chaleur excédentaire durant la journée. Etant une éponge à chaleur, celle-ci fonctionne selon un cycle jour/nuit, absorbant la chaleur la journée et la restituant la nuit, de la même manière qu'en hiver. En été, il sera nécessaire de libérer cette chaleur absorbée la journée en profitant de la fraîcheur nocturne.



*SHED - Solar Experimental Heated Dwelling
Sheffield University, 1977*

*Structure supportant des plantes grimpantes
limitant le rayonnement solaire direct.*

"SHED",
consulté le 10 janvier
2023,
[http://www.greenart.
info/public_html/
greenhouses/SHED/
index.html](http://www.greenart.info/public_html/greenhouses/SHED/index.html)

Evapotranspiration

Le phénomène d'évapotranspiration permettant en hiver d'augmenter le taux d'humidité dans l'air se révèle profitable en été. Ce processus permet aux plantes de lutter contre la chaleur en se rafraîchissant naturellement, l'évaporation de l'eau résultant d'un échange de chaleur dû au changement d'état de l'eau en vapeur. Par conséquent, si la présence de végétation est suffisamment importante dans un jardin d'hiver, il est possible de tirer parti de ce double phénomène de rafraîchissement convectif et d'évapotranspiration dans le but de rafraîchir en partie l'habitation, utilisant le jardin d'hiver comme un climatiseur naturel et multifonctionnel.

(Ci-contre)
The New York Botanical
Garden
Photo: Mick Hales



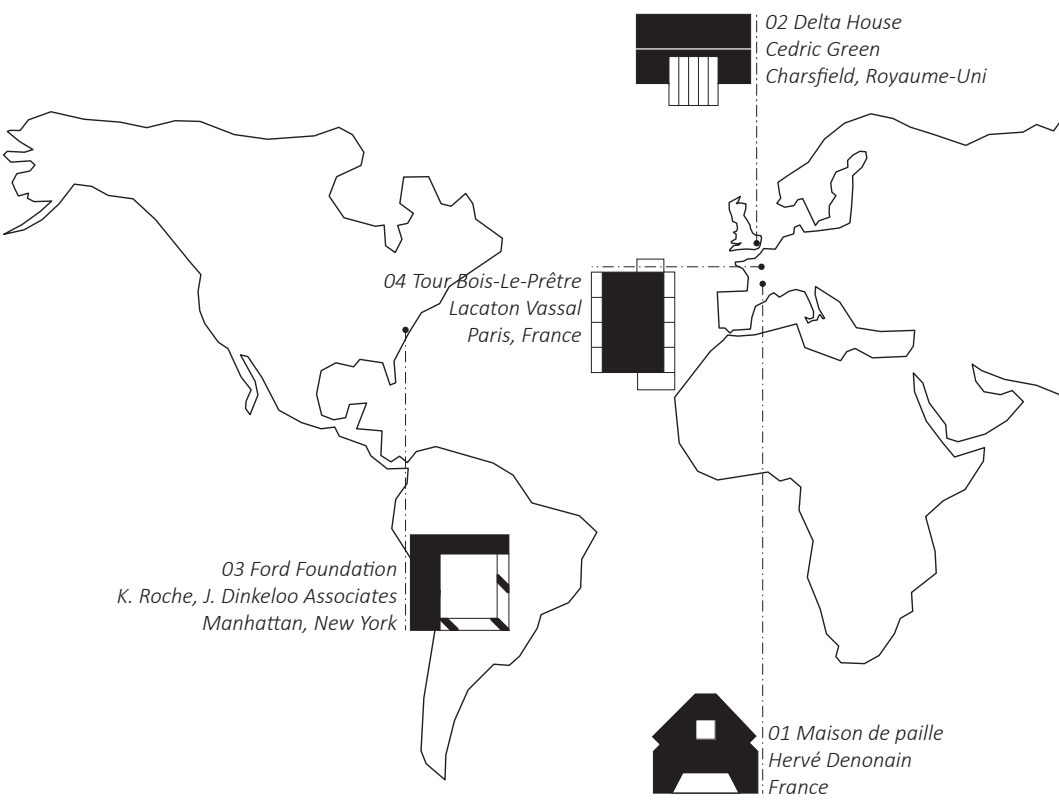
Le jardin d'hiver se révèle être un artefact architectural complexe nécessitant une analyse fine et intelligente du contexte dans lequel il se trouve étant donné les nombreux facteurs climatiques – en particulier la course solaire – influençant ses performances et modelant sa typologie ; c'est-à-dire sa forme, ses composants et son intégration architecturale dans le bâtiment. Cette complexité et cette richesse se retrouvent dans l'adaptation du jardin d'hiver au cycle saisonnier et au cycle circadien (jour/nuit), utilisant les mêmes composants (vitrage, protections solaires, masse thermique) et les mêmes phénomènes thermodynamiques (inertie thermique, mouvement d'air convectif, effet de serre, évapotranspiration) pour répondre à des besoins antagonistes. Cette multifonctionnalité fait du jardin d'hiver un artefact dense et nuancé par le compromis, recherchant un équilibre salubre entre les différentes saisons et leurs particularités.

Il est remarquable de constater à quel point le jardin d'hiver, créé autrefois dans le seul but de satisfaire les besoins des plantes, se retrouve être un élément architectural d'une grande utilité en matière de confort thermique, mais aussi d'une grande qualité spatiale, dialoguant avec le climat et intégrant le paysage extérieur au sein de l'habitation.

¹⁰ Conférence Anna Chavepayre, "*Nous sommes le paysage*", SUPERONDA TALK, 2021, 47'30, <https://www.youtube.com/watch?v=nQRoCwD-nXkc>

"Nous sommes le paysage, la maison fait partie du paysage et le paysage fait partie de la maison."
Anna Chavepayre ¹⁰

Le jardin d'hiver agit tel un filtre météorologique laissant pénétrer les caractéristiques climatiques bienfaitantes dans l'habitation tout en la protégeant des intempéries. Cette intrusion climatique dans l'habitation altère son atmosphère et son ambiance tout au long de l'année, surprenant continuellement l'habitant qui semble se reconnecter et prendre conscience de l'environnement dans lequel il évolue. L'espace généré par cet artéfact opère ainsi une synthèse entre le microclimat intérieur et l'extérieur de l'habitation, faisant de lui un lieu ambigu, appartenant aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur, un espace *climatiquement tempéré*.



02 Delta House
Cedric Green
Charsfield, Royaume-Uni

04 Tour Bois-Le-Prêtre
Lacaton Vassal
Paris, France



03 Ford Foundation
K. Roche, J. Dinkeloo Associates
Manhattan, New York



01 Maison de paille
Hervé Denonain
France

Études de cas

On se propose ici d'analyser à la lumière des connaissances acquises précédemment, quatre jardins d'hiver ; de formes, d'échelles, et d'utilisations différentes, dans le but de montrer les déclinaisons possibles de cette typologie dans des contextes variés.

01. La Maison de paille

La Maison de paille tient son vrai nom du lieu-dit où elle fut réalisée. Cette habitation auto-construite semi-enterrée s'intègre parfaitement dans le paysage de manière à être invisible aux yeux des passants tout en permettant à ses habitants de profiter pleinement du paysage. Réalisée à l'aide de méthodes constructives et avec des matériaux low-tech (murs en ballots de paille, toiture végétale, système de chauffage radiant), la Chassagne suscita autrefois beaucoup d'intérêt en proposant une alternative encourageante dans le milieu de la construction.



Informations générales

	Localisation :	<i>France</i>
	Architecte :	<i>Hervé Denonain</i>
Interview François Tanguay p144	Bâtitseur :	<i>François Tanguay</i>
Interview G. E p150	Propriétaire :	<i>G. E*</i>
	Date de construction :	<i>1986-1987</i>

Vue aérienne
La Maison de paille
Echelle : 1:4000



Contexte/Climat

Latitude : Non communiqué

Altitude : 700m

Orientation : Sud – 44.8° Ouest

Masque : présence de nombreux arbres protégeant la serre en été tout en conservant cette ouverture sur le paysage.

Nombre de degrés-jours* annuel : 2393

Ce nombre de degrés-jours correspond à un environnement relativement froid. Les températures subissent des écarts importants entre l'été (19°C) et l'hiver (3°C) ce qui signifie que le besoin en chauffage est nécessaire de manière intense mais seulement durant l'hiver.

*Degrés-jour:
Unité de mesure dérivant des besoins en chaleur d'une région.

Voir annexes p72

Ensoleillement* moyen sur l'année : = 46.1%

Durée d'ensoleillement direct théorique solstice d'hiver:
5h (10h à 15h)

Durée d'ensoleillement direct théorique solstice d'été:
7h30 (11h à 18h30)

Hauteur soleil solstice d'été midi heure solaire vraie :
67°

Hauteur soleil solstice d'hiver midi heure solaire vraie:
22°¹

* Pourcentage du temps où le ciel est dégagé.

Voir annexes p73

¹"Calcul de la position du soleil dans le ciel pour chaque localisation à n'importe quel moment", consulté le 17 décembre 2022, https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=fr

Jardin d'hiver, caractéristiques

Dimensions :

Longueurs : 10m

Profondeur : 3m

Hauteur : 3m

Surface au sol : 30m²

Volume : 90m³

Vitrage Sud : façades vitrées, double vitrage et menuiserie bois.

Surface : 24m²

Inclinaison par rapport au sol : 90°

Séparation jardin d'hiver/habitation : baie vitrée simple vitrage sur toute la hauteur, constituée d'un muret en maçonnerie au centre contre lequel un poêle à pellets est adossé.

Protections solaires : le jardin d'hiver étant encastrée dans l'habitation, la toiture végétalisée limite grandement le rayonnement solaire direct. Le jardin d'hiver ayant une déflexion importante vers l'Ouest, le rayonnement solaire pénètre suffisamment pour créer une surchauffe en été. Une structure jouant le rôle d'avant toit est ajoutée pour résoudre ce problème, en plus des arbres qui constituent un masque efficace, limitant le rayonnement solaire entrant.

Plusieurs stores sont positionnés contre la menuiserie de la baie vitrée en contact avec l'extérieur, permettant d'une part, de limiter le rayonnement solaire en été, et d'autre part, de limiter les pertes thermiques durant les nuits d'hiver.

Intégration architecturale

Le jardin d'hiver est encastré dans le volume de l'habitation de telle sorte que la baie vitrée constitue le seul élément visible en façade. Sa position centrale et sa continuité avec la pièce de vie en font un espace d'une grande importance participant à l'organisation et à la structure du bâtiment, faisant pénétrer le paysage et la luminosité au cœur de l'habitation.

Le jardin d'hiver fait ainsi partie de l'organisation spatiale de la maison et en occupe la place centrale, constituant l'espace de séparation et de liaison entre l'environnement extérieur et le cœur de la maison.

D'un point de vue énergétique, cet encastrement dans le volume du bâtiment limite grandement les pertes thermiques par conduction/convection, les surfaces en contact avec l'extérieur étant réduites au minimum.

Le bâtiment ayant une profondeur importante, un patio non accessible est intégré, jouant un rôle structurel fondamental et générant un puits de lumière de telle sorte que le reste de l'habitation, trop éloigné du jardin d'hiver, puisse jouir de la lumière naturelle. Le cœur de l'habitation se retrouve ainsi positionné entre ces deux artefacts architecturaux qui se répondent et se complètent.



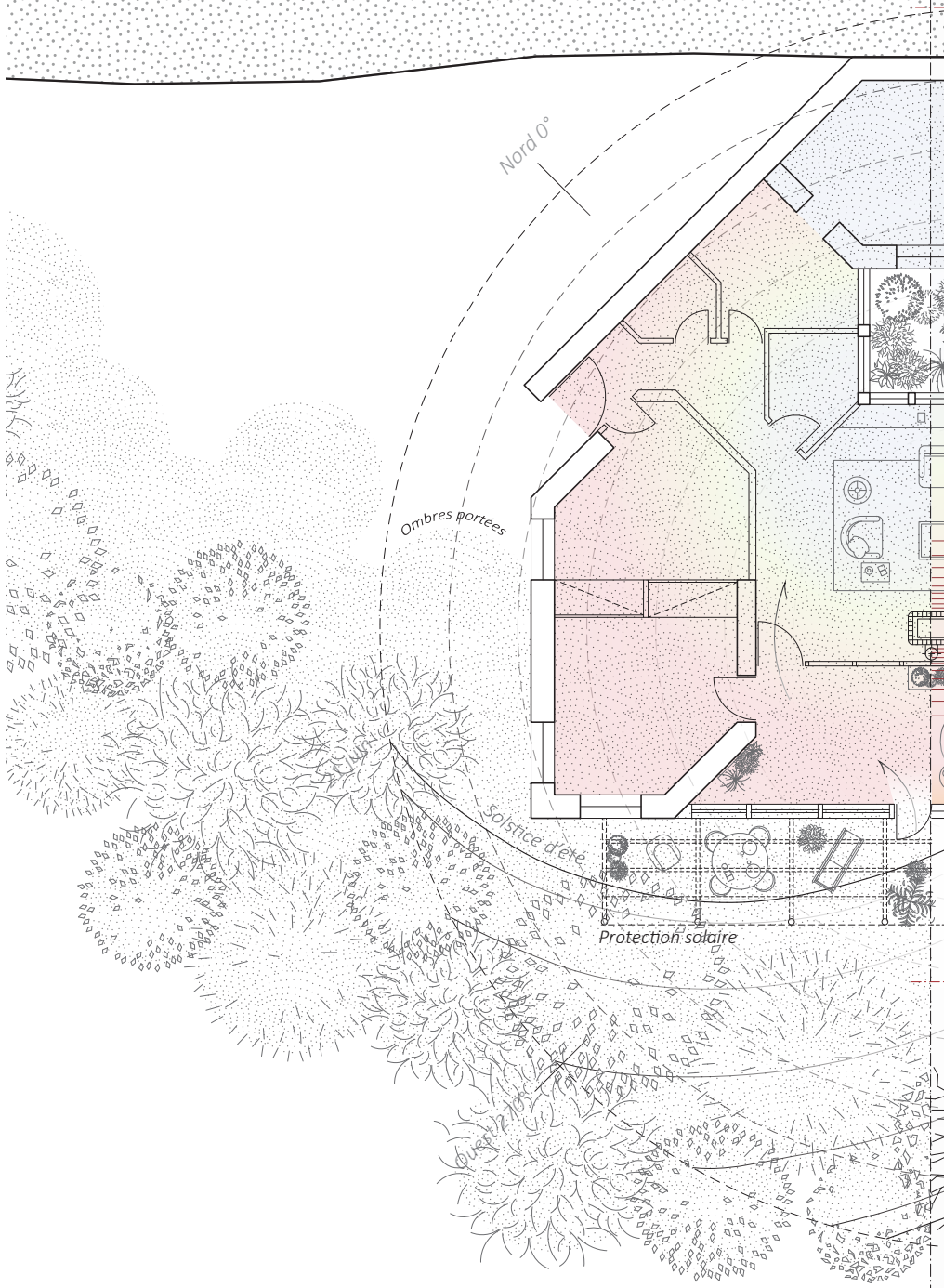
Plan rez-de-chaussée

*Voir interview
G. E p151

*Voir interview
François Tanguay
p144

Sur la partie droite du plan, durant la saison froide, la chaleur provient principalement du jardin d'hiver et du poêle. Lorsque le ciel est dégagé, le jardin d'hiver suffit à subvenir aux besoins de l'habitation en matière de chauffage.* Par temps nuageux, le poêle situé entre le salon et le jardin d'hiver coupe le froid venant de l'extérieur et chauffe l'habitation par un système de plancher radiant à air chaud.* Le jardin d'hiver joue alors un rôle d'espace isolant comme les autres pièces de la maison organisées autour du salon (voir principe coquille p38).

Sur la partie gauche du plan, en été, le principe s'inverse. Le cœur de l'habitation est préservé des chaleurs excessives grâce à l'inertie des murs périphériques et de la toiture végétalisée. De plus, l'avant toit et les arbres situés devant le jardin d'hiver le protège en limitant le rayonnement solaire direct.

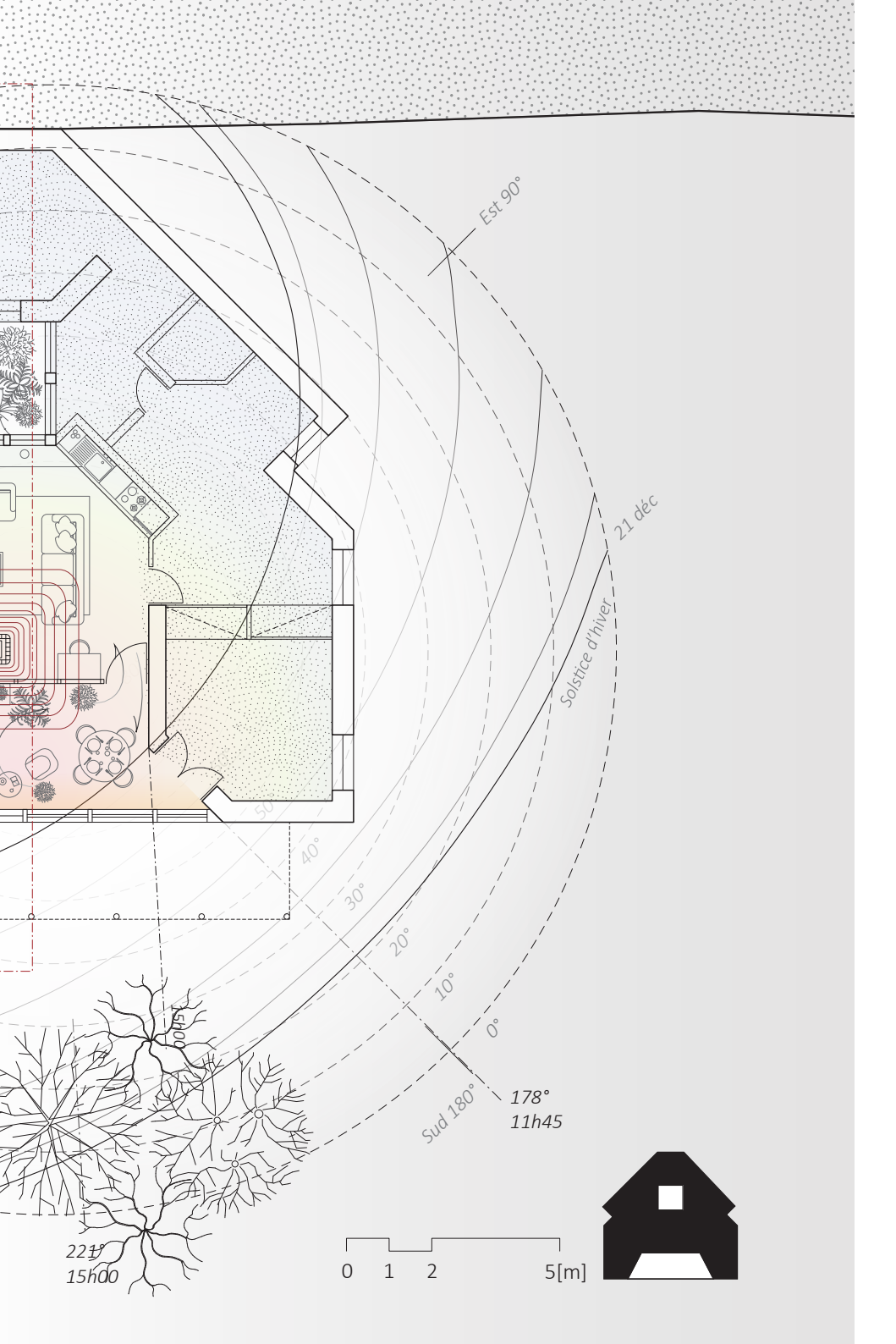


Nord 0°

Ombres portées

Solstice d'été

Protection salaire



Est 90°

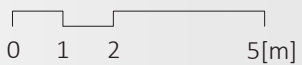
21 déc

Solstice d'hiver

Sud 180°

178°
11h45

22h
15h00

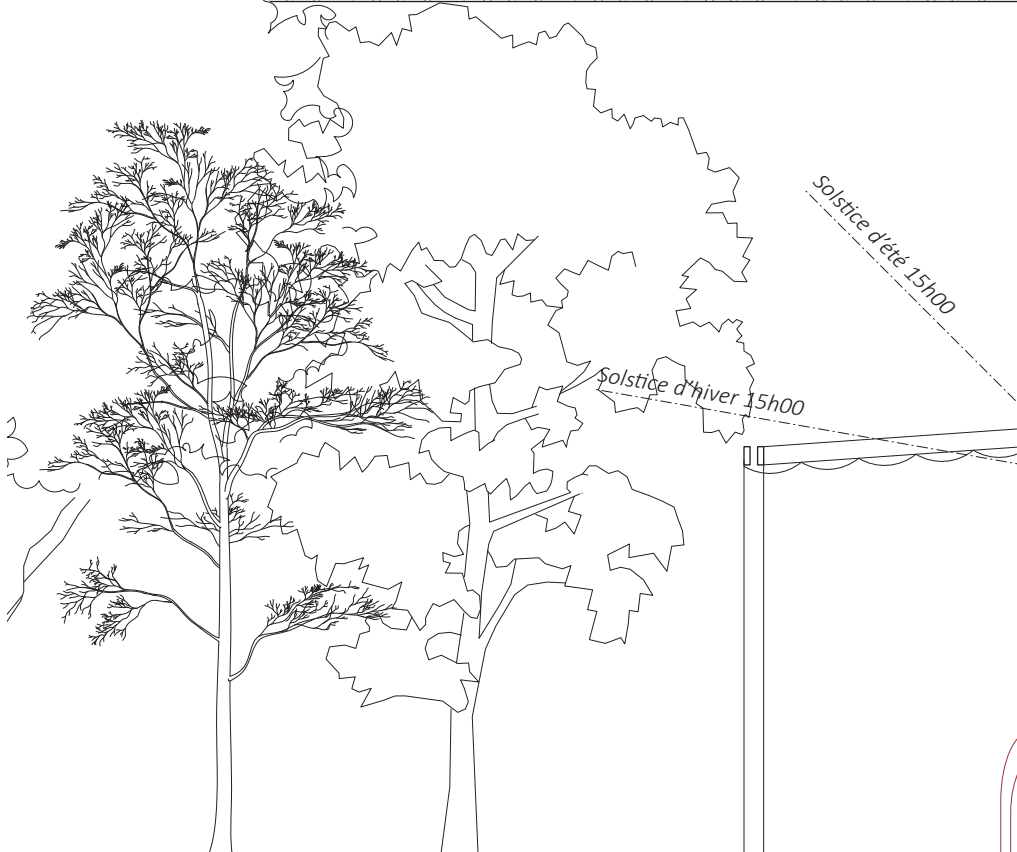
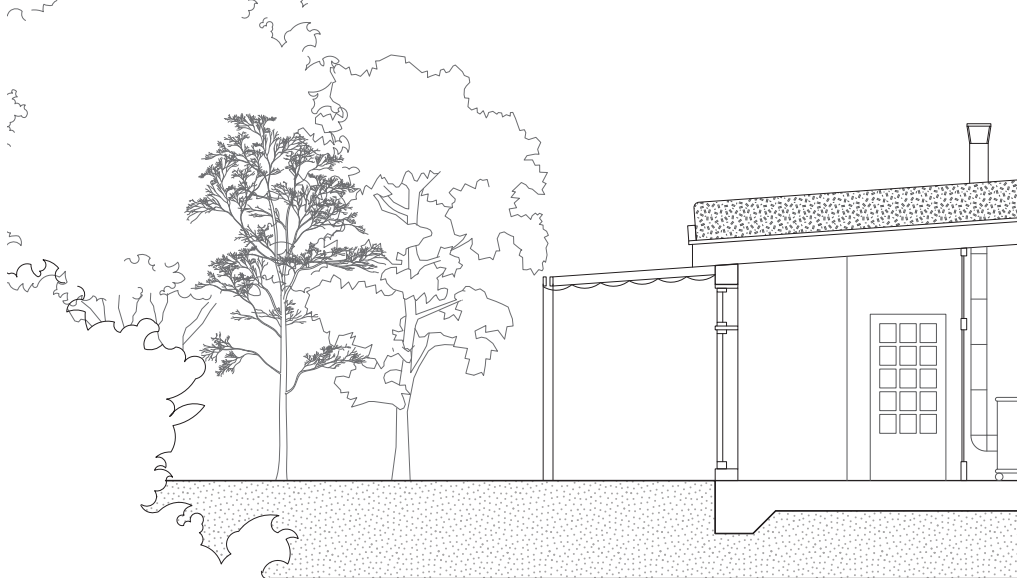


Coupe longitudinale

Durant l'hiver, l'orientation de l'habitation étant tournée à 44.8° vers l'Ouest, le soleil se couche en face du jardin d'hiver, permettant à sa lumière d'atteindre le fond du salon et d'illuminer le cœur de l'habitation. De plus, la température au sein du jardin d'hiver augmente rapidement lorsque le soleil n'est pas masqué. Un mouvement d'air se crée alors, générant un thermosiphon réchauffant l'air de l'habitation par convection. Ce processus est complété par la dalle restituant sa chaleur absorbée durant la journée par rayonnement. Le poêle aussi rayonne sa chaleur au sein de l'habitation et est utilisé principalement durant les jours nuageux et particulièrement froids.

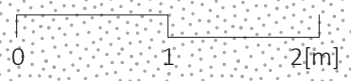
Cette chaleur emmagasinée durant les journées ensoleillées est conservée au sein du jardin d'hiver grâce à la toiture végétalisée et les murs de pailles – ayant un pouvoir isolant important de par leur matérialité et leur épaisseur – et grâce au double vitrage de la paroi vitrée en contact avec l'extérieur. De plus, très peu de pertes thermiques sont dues aux infiltrations d'air et aux ponts thermiques*

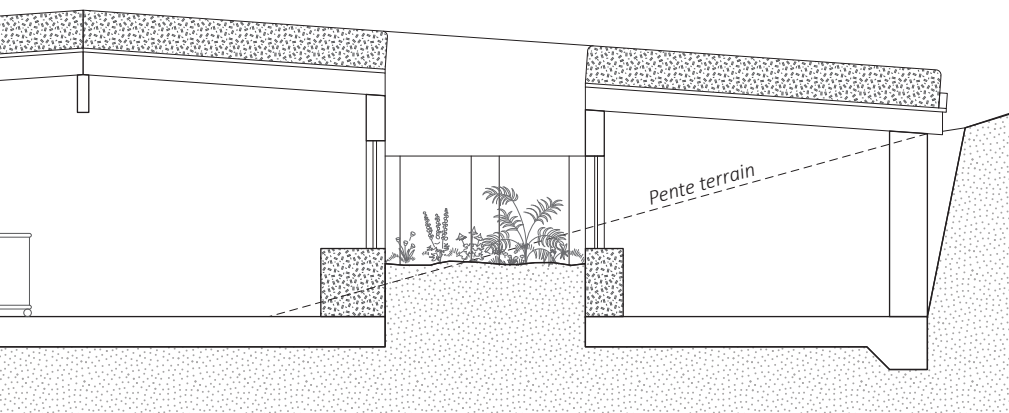
* Voir interview
G. E p152



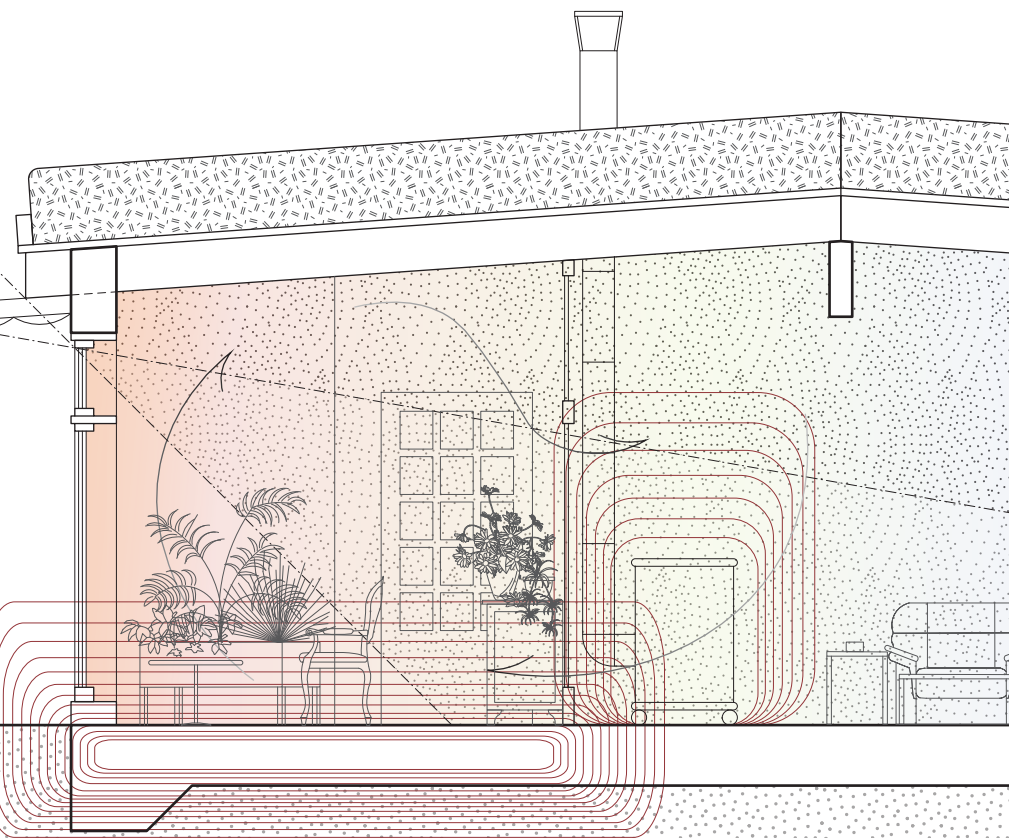
Solstice d'été 15h00

Solstice d'hiver 15h00





0 1 2 5[m]



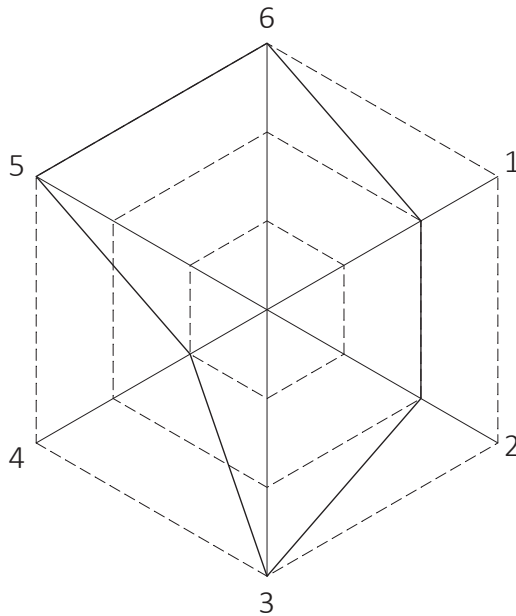
Conclusion

Le jardin d'hiver apporte beaucoup de qualités et de confort à l'habitation. Son orientation tournée vers l'Ouest est déterminée principalement par la pente du terrain et le paysage d'une beauté majestueuse.

De par son intégration architecturale, le jardin d'hiver n'est ici pas qu'un simple accessoire mais bel et bien un organe central du bâtiment, liant et organisant les autres pièces.

Dans la conception de cet édifice, une grande importance est accordée au contexte ainsi qu'à l'organisation des pièces, enveloppant le cœur de l'habitation, le protégeant et l'isolant de l'extérieur.

Bien que le jardin d'hiver contribue au confort thermique en hiver, ce n'est ici pas sa fonction principale. Sa conception a pour but premier d'améliorer de manière significative la qualité de vie de l'habitation en renforçant le lien avec l'extérieur, son paysage et sa luminosité, offrant une vue imprenable sur de magnifiques couchés de soleil.



1. **Efficacité énergétique** : optimisation effet de serre, principes thermodynamiques, confort thermique passif.
2. **Luminosité** : pénétration de la lumière naturelle au sein du bâtiment.
3. **Paysage, vue** : importance de la vue et du paysage, son influence sur la conception du jardin d'hiver.
4. **Protection contre l'environnement extérieur** : intempéries ainsi que bruit et pollution.
5. **Intégration architecturale et/ou urbaine** : intégration du jardin d'hiver dans l'architecture ou le tissu bâti durant la conception du projet.
6. **Appropriation** : manière dont les usagers utilisent le jardin d'hiver et l'évolution de cet usage.

Annexes

Degrés-jours : unité de mesure dérivant des besoins en chaleur d'une région permettant de dimensionner le système de chauffage.

Degrés-jours sur un mois =
(Température de base : 18°C)
– (Température moyenne mensuelle)
x nb de jours³

³ Centre de Support DEXMA, "DEXMA et les Degrés-Jours", Consulté le 7 décembre 2022. <https://support.dexma.com/hc/fr/articles/360007866374-DEXMA-et-les-Degr%C3%A9s-Jours>

- Janvier : $(18 - 3) \times 31 = 465$
- Février : $(18 - 3) \times 28 = 420$
- Mars : $(18 - 7) \times 31 = 341$
- Avril : $(18 - 9) \times 30 = 270$
- Mai : $(18 - 13) \times 31 = 155$
- Juin : $(18 - 17) \times 30 = 30$
- Juillet : $(18 - 19) \times 31 = \text{négatif}$
- Août : $(18 - 19) \times 31 = \text{négatif}$
- Septembre : $(18 - 15) \times 30 = 90$
- Octobre : $(18 - 11) \times 31 = 217$
- Novembre : $(18 - 6) \times 30 = 360$
- Décembre : $(18 - 3) \times 31 = 465$
- Total = 2393⁴**

Moins de 1000 degrés-jours	Climat doux
1000 à 2200 degrés-jours	Climat tempéré
2200 à 3500 degrés-jours	Climat froid
Plus de 3500 degrés-jours	Climat très froid ⁵

⁵ Bill Yanda et Rick Fisher, "Une Serre Solaire pour chauffer votre maison et pour jardiner toute l'année", Paris: Eyrolles, 1976), p9-10

Annexes

Ensoleillement :

Pourcentage du temps où le ciel est dégagé.

Janvier : 34%

Février : 39%

Mars : 42%

Avril : 44%

Mai : 45%

Juin : 55%

Juillet : 67%

Août : 63%

Septembre : 54%

Octobre : 42%

Novembre : 35%

Décembre : 33%

Moyenne annuelle = 46.1%⁴

⁴"Climat, météo par mois, température moyenne pour Romagnat (France) - Weather Spark", consulté le 31 décembre 2022, <https://fr.weatherspark.com/y/49212/M%C3%A9t%C3%A9o-moyenne-%C3%A0-Romagnat-France-tout-au-long-de-l'ann%C3%A9e>

02. Delta House

Delta House est un projet d'habitation solaire passive réalisé par l'architecte et professeur Cedric Green pour sa famille. Elle s'inscrit dans la continuité de ses recherches concernant les maisons solaires utilisant le jardin d'hiver comme installation améliorant le confort thermique et la luminosité des habitations au Royaume-Uni.

Delta House est située dans un village rural au Sud-Est du Royaume-Uni. L'habitation jouxte un champ côté Sud et est alignée à une route de campagne côté Nord.



Informations générales

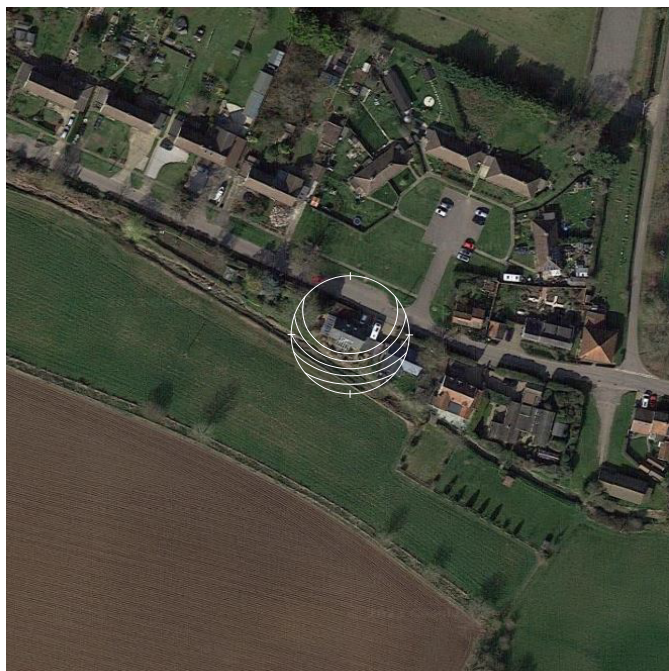
Localisation : *Charsfield, Woodbridge, Royaume-Uni*

Architecte : *Cedric Green*

Propriétaire : *Famille C. Green*

Date de construction : *1974*

Vue aérienne
Delta House
Echelle : 1:2500



Contexte/Climat

Latitude : 52°

Altitude : 29m

Orientation : Sud – 21.4° Ouest

Masque : aucun masque, vue dégagée sur champs agricoles.

Nombre de degrés-jours annuel : 2634.5*

* Voir annexes p90

Ce nombre de degrés-jours correspond à un environnement relativement froid. Néanmoins, l'habitation Delta se situe proche de la mer (24km). Par conséquent, l'écart de température entre les saisons ne varie pas énormément, celles-ci restant relativement constantes et comprises entre 5.5° et 17.5°. Le besoin en chauffage de l'habitation Delta est nécessaire durant une grande partie de l'année mais pas de manière intense étant donné que les températures descendent rarement en dessous de 5.5° la journée.

Ensoleillement moyen sur l'année : = 34.5%*

* Voir annexes p91

Cela correspond à un ensoleillement faible donc un ciel souvent nuageux. L'ensoleillement varie moyennement, oscillant entre 23% en hiver et 41% en été.

Durée d'ensoleillement direct théorique solstice d'hiver:
7h30 (8h à 15h30)

Durée d'ensoleillement direct théorique solstice d'été:
8h30 (9h30 à 17h30)

Hauteur soleil solstice d'été midi heure solaire vraie:
62°

Hauteur soleil solstice d'hiver midi heure solaire vraie:
15°¹

¹"Calcul de la position du soleil dans le ciel pour chaque localisation à n'importe quel moment", consulté le 17 décembre 2022, https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=fr

Jardin d'hiver, caractéristiques

Dimensions :

Longueur : 5m

Largeur : 2m

Hauteur : 4.50m

Surface au sol : 10m²

Volume : 40m³

Vitrage Sud : façades légères vitrées en menuiserie bois.

Surface : 27m²

Inclinaison par rapport au sol : 52°

Séparation jardin d'hiver/habitation : baie vitrée verticale sur les deux étages de l'habitation.

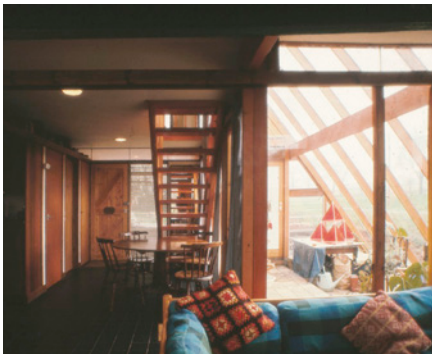
Protections solaires : le jardin d'hiver étant en partie encastré dans la maison, celle-ci joue le rôle de protection solaire latérale. N'ayant pas de problèmes de surchauffe en été, la maison est simplement équipée de rideaux placés du côté intérieur de la façade séparant l'habitation du jardin d'hiver sur la double hauteur. Ces mêmes rideaux jouent un rôle de protection solaire la journée si nécessaire, et de barrière isolante la nuit.

Ventilation : aucune ouverture n'est prévue dans la façade vitrée Sud. La ventilation du jardin d'hiver ne s'effectue que par l'ouverture côté Est et l'intérieur de la maison. Cela renforce le fait que ce jardin d'hiver souffre rarement de la surchauffe en été.

Intégration architecturale

Le jardin d'hiver peut être divisé en deux parties. La première dépasse du volume de l'habitation en partie basse dans le but de maximiser l'ensoleillement direct venant du Sud mais aussi de l'Est et de l'Ouest. C'est dans cette zone que se trouvent les plantes. La deuxième s'intègre dans le volume et le profil de la maison. L'inclinaison importante du vitrage Sud, en plus d'être optimale pour capter les gains solaires tout au long de l'année, s'inscrit dans la pente de la toiture. De plus, ce jardin d'hiver constitue une pièce en elle-même accessible depuis l'intérieur de l'habitation par une double porte. Un autre accès est situé sur la paroi Est du jardin d'hiver sous le volume de l'habitation, protégé du vent. Le jardin d'hiver fait ainsi partie de l'organisation spatiale de la maison et en occupe la place centrale, les autres pièces s'articulant autour afin de bénéficier au maximum de ses bienfaits (chaleur et luminosité).

De plus, sa double hauteur offre une luminosité importante dans toute la maison durant l'hiver sur les deux étages et permet un mouvement d'air par convection, l'air du rez-de-chaussée se réchauffant dans le jardin d'hiver et remontant à l'étage. Ainsi, ce jardin d'hiver est comparable à un puit de lumière en façade, jouant le double rôle de ventilation et de chauffage d'appoint.

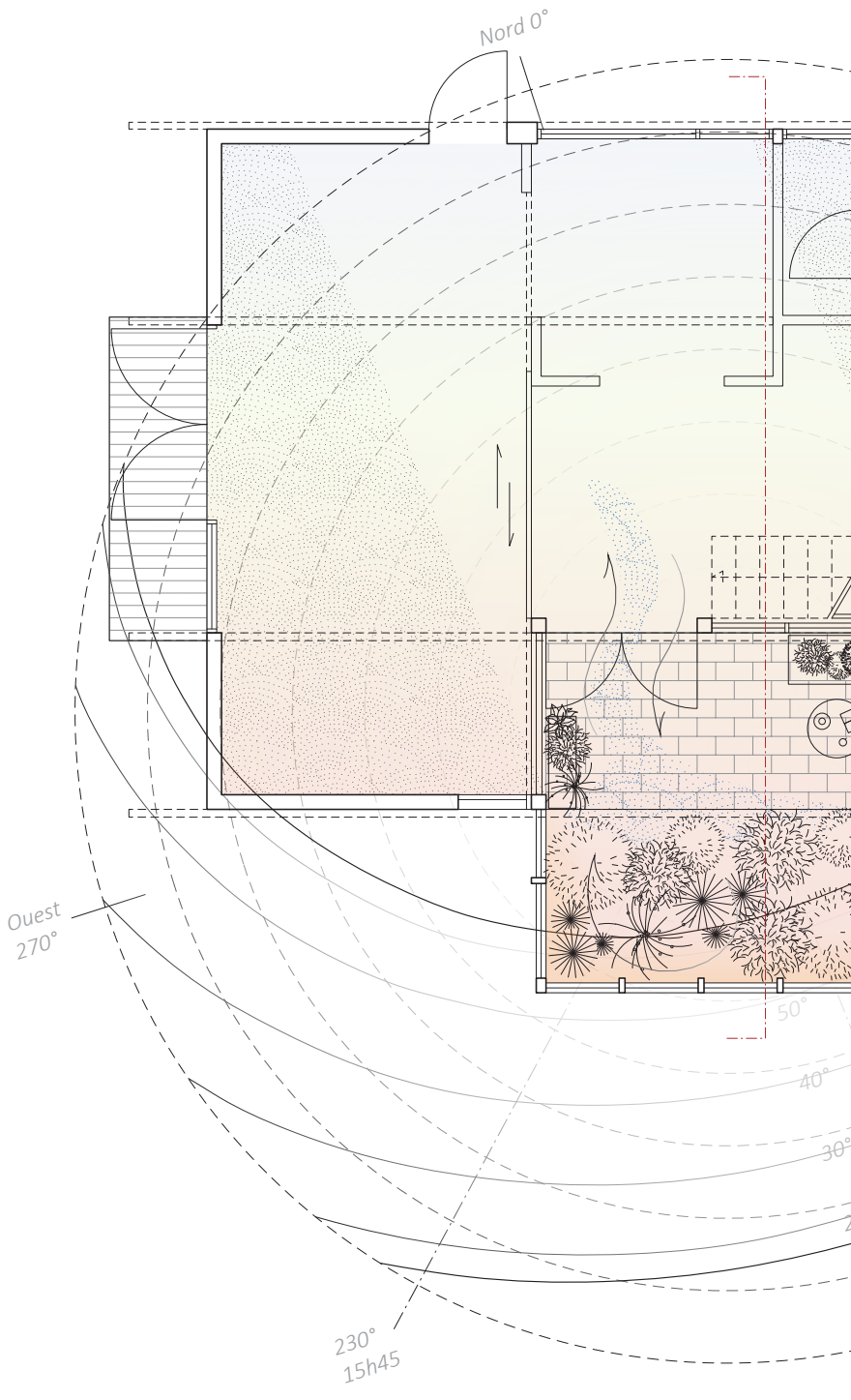


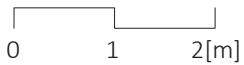
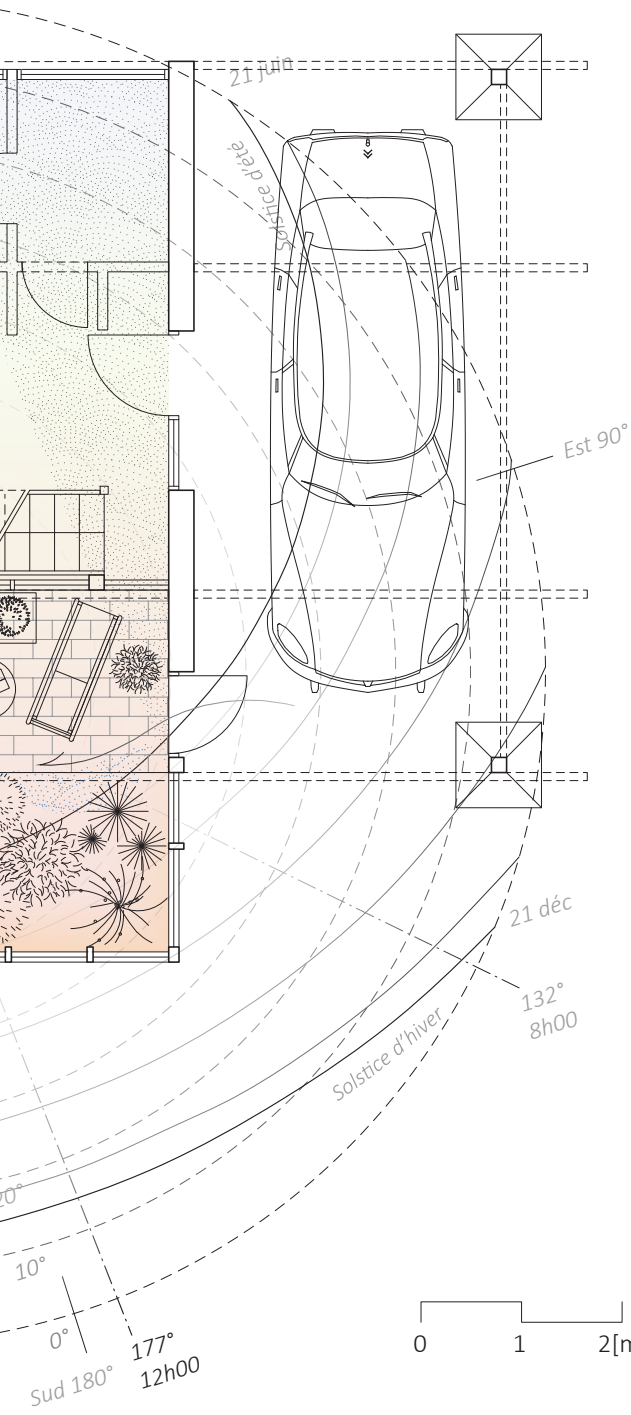
Plan rez-de-chaussée

La configuration du plan présente la manière avec laquelle le soleil pénètre dans le rez-de-chaussée de l'habitation à 12h00 durant l'hiver. Le soleil étant très bas – environ 15° par rapport au sol durant le solstice d'hiver – celui-ci illumine en profondeur l'habitation toute la journée. L'orientation de la maison ayant une déflexion de 21.4° vers l'Ouest, le soleil provenant de l'Est le matin pénètre dans l'habitation de biais. C'est pour cette raison que les pièces sont localisées à l'Ouest du jardin d'hiver, afin de profiter du rayonnement solaire matinal en étant sur son axe. L'orientation de l'habitation lui permet ainsi de jouir d'un ensoleillement maximale en hiver.

(Ci-contre)
Images Delta House,

consulté le 3 janvier 2023,
[http://www.greenart.info/
public_html/greenhouses/
Delta/index.html](http://www.greenart.info/public_html/greenhouses/Delta/index.html)

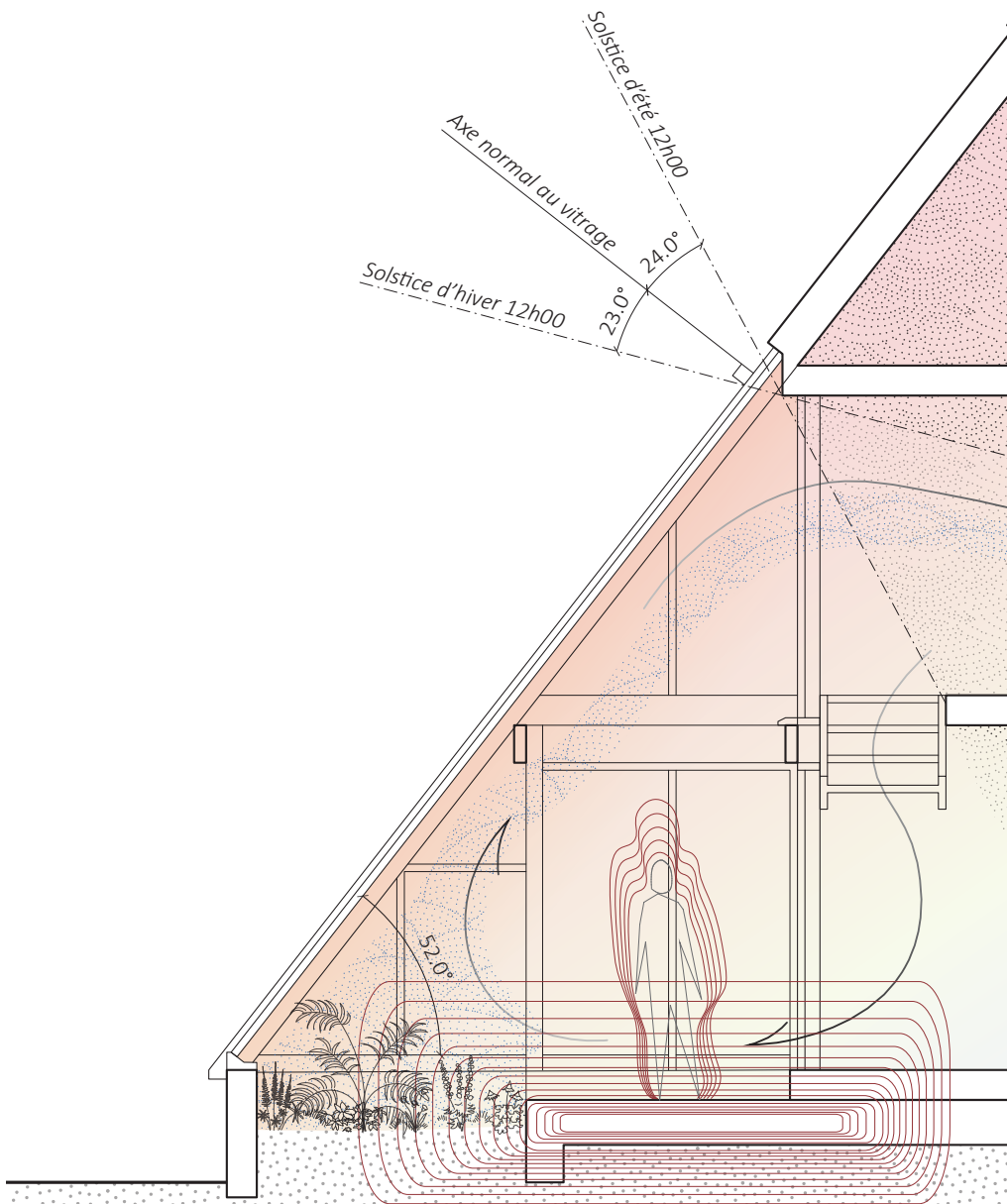


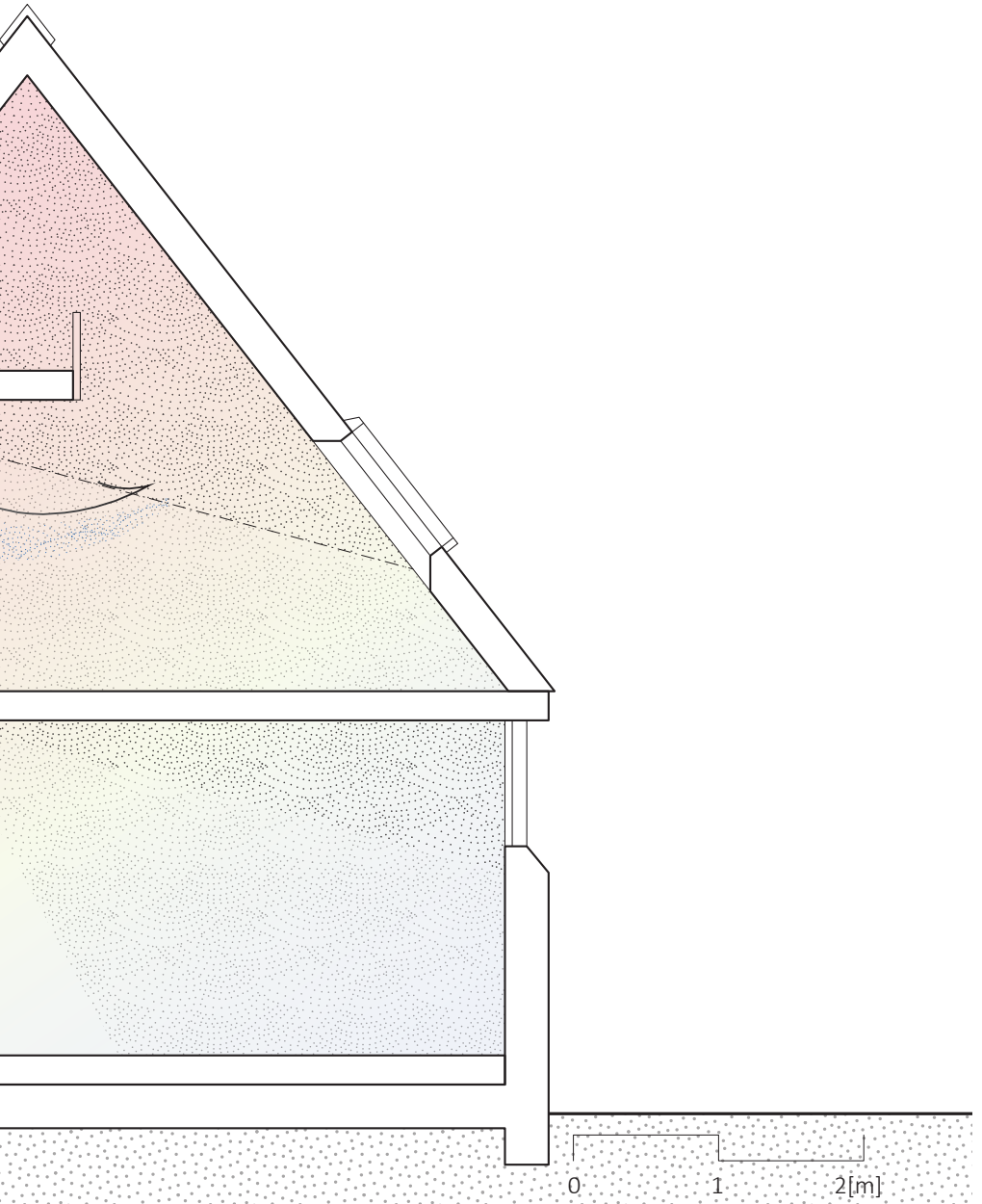


Coupe transversale

Le climat et les températures ne varient pas énormément entre les saisons, le jardin d'hiver fonctionne de la même manière tout au long de l'année. La chaleur issue du rayonnement solaire permet de chauffer l'habitation par convection. L'air de l'habitation est chauffé dans le jardin d'hiver et monte au deuxième étage. L'air froid redescend ensuite par les escaliers pour retourner dans le jardin d'hiver une nouvelle fois. De plus, ce mouvement d'air humidifie légèrement l'habitation grâce à l'évapotranspiration des plantes.

Enfin, les rayonnements solaires absorbés par la dalle durant la journée sont par la suite restitués dans le jardin d'hiver et dans l'habitation par rayonnement.





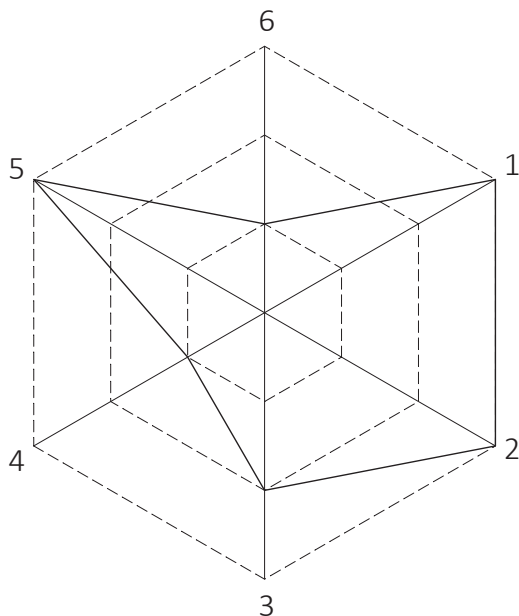
Conclusion

Ce jardin d'hiver est conçu principalement dans le but d'améliorer le confort thermique de l'habitation ainsi que sa luminosité. En atteste l'orientation favorisant d'importants gains solaires directs venant du Sud et son intégration dans le volume de l'habitation limitant les surfaces en contact avec l'extérieur et donc toute déperdition de chaleur à travers celles-ci tout en apportant une amélioration de la qualité de vie. De plus, l'inclinaison de son vitrage Sud optimise le taux de transmission* des rayonnements solaires tout au long de l'année et pas uniquement en hiver, montrant l'influence du climat frais et peu ensoleillé sur la typologie de ce jardin d'hiver, celui-ci se pliant aux exigences climatiques.

* Quantité de rayonnement solaire traversant le vitrage

Bien que le ciel soit souvent couvert durant l'année, cela est en partie compensé par une durée d'ensoleillement importante, principalement due à l'orientation et l'absence de relief.

Enfin, cet artefact architectural montre son plein potentiel à travers sa multifonctionnalité. Les mêmes éléments et les mêmes principes thermodynamiques (effet de serre, thermosiphon) assurent la ventilation et une partie du chauffage de l'habitation, se substituant aux installations techniques modernes.



1. **Efficacité énergétique** : optimisation effet de serre, principes thermodynamiques, confort thermique passif.
2. **Luminosité** : pénétration de la lumière naturelle au sein du bâtiment.
3. **Paysage, vue** : importance de la vue et du paysage, son influence sur la conception du jardin d'hiver.
4. **Protection contre l'environnement extérieur** : intempéries ainsi que bruit et pollution.
5. **Intégration architecturale et/ou urbaine** : intégration du jardin d'hiver dans l'architecture ou le tissu bâti durant la conception du projet.
6. **Appropriation** : manière dont les usagers utilisent le jardin d'hiver et l'évolution de cet usage.

Annexes

Degrés-jours : unité de mesure dérivant des besoins en chaleur d'une région permettant de dimensionner le système de chauffage.

Degrés-jours sur un mois =
(Température de base : 18°C)
– (Température moyenne mensuelle)
x nb de jours

$$\text{Janvier : } (18 - 5.5) \times 31 = 387.5$$

$$\text{Février : } (18 - 5.5) \times 28 = 350$$

$$\text{Mars : } (18 - 7) \times 31 = 341$$

$$\text{Avril : } (18 - 9) \times 30 = 270$$

$$\text{Mai : } (18 - 12) \times 31 = 186$$

$$\text{Juin : } (18 - 15) \times 30 = 90$$

$$\text{Juillet : } (18 - 17.5) \times 31 = 15.5$$

$$\text{Août : } (18 - 17.5) \times 31 = 15.5$$

$$\text{Septembre : } (18 - 15.5) \times 30 = 75$$

$$\text{Octobre : } (18 - 11.5) \times 31 = 201.5$$

$$\text{Novembre : } (18 - 7.5) \times 30 = 315$$

$$\text{Décembre : } (18 - 5.5) \times 31 = 387.5$$

$$\text{Total} = 2634.5^2$$

Moins de 1000 degrés-jours	Climat doux
1000 à 2200 degrés-jours	Climat tempéré
2200 à 3500 degrés-jours	Climat froid
Plus de 3500 degrés-jours	Climat très froid

Annexes

Ensoleillement :

Pourcentage du temps où le ciel est dégagé.

Janvier : 23%

Février : 29%

Mars : 35%

Avril : 42%

Mai : 42%

Juin : 36%

Juillet : 41%

Août : 41%

Septembre : 41%

Octobre : 35%

Novembre : 26%

Décembre : 23%

Moyenne annuelle = 34.5% ²

²“Carte topographique Charsfield, altitude, relief”, Cartes topographiques, consulté le 3 janvier 2023, <https://fr-fr.topographic-map.com/map-mp4mz4/Charsfield/>

03. Ford Foundation

Le Ford Foundation Center présente une typologie de bureau en forme de C, favorisant les interactions visuelles entre occupants tout en permettant aux bureaux de bénéficier de la lumière naturelle provenant des façades vitrées Sud et Ouest ainsi que de la toiture transparente. L'intention originelle était de concevoir une typologie différente d'immeuble de bureaux en offrant aux occupants un environnement agréable, profitant de la vue sur le jardin d'hiver tout en prenant conscience de l'existence des autres occupants, générant un esprit communautaire. Concernant sa structure monumentale, celle-ci fut fortement inspirée des structures de ponts et d'autoroutes. Ainsi, ce projet permit à l'architecte K. Roche d'obtenir le Pritzker Prize en 1982.



Informations générales

Localisation :	<i>Manhattan, New York, US</i>
Architectes :	<i>Roche Dinkeloo Associates</i>
Propriétaire :	<i>Ford Foundation</i>
Date de construction :	<i>1963-1967</i>

Vue aérienne
Ford Foundation
Echelle : 1:7000



Contexte/Climat

Latitude : 40.7°

Altitude : 33m

Orientation : Sud - 16° Est

Masque : le soleil étant relativement bas en hiver, les bâtiments alentours constituent des obstacles à la pénétration du rayonnement solaire dans le bâtiment. En été, un immeuble d'environ 100m de haut constitue un masque partiel entre 11h et 14h.

Nombre de degrés-jours annuel : 2476*

* Voir annexes p108

Ce nombre de degrés-jours correspond à un environnement froid. Les températures varient entre 1°C en hiver et 25°C en été, ce qui correspond à un écart de température élevé. Les besoins en chauffage sont donc importants durant la saison d'hiver.

Ensoleillement moyen sur l'année : 54%*

* Voir annexes p109

Cela correspond à un ensoleillement important, donc un ciel souvent dégagé. De plus, cet ensoleillement est relativement constant tout au long de l'année, variant entre 48% et 63%.

Durée d'ensoleillement direct théorique solstice d'hiver:
7h30 (8h à 15h30)

Durée d'ensoleillement direct théorique solstice d'été:
5h (9h à 14h)

Hauteur soleil solstice d'été midi heure solaire vraie:
73° (voir coupe ci-contre)

Hauteur soleil solstice d'hiver midi heure solaire vraie:
27°¹

¹"Calcul de la position du soleil dans le ciel pour chaque localisation à n'importe quel moment", consulté le 17 décembre 2022, https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=fr

Jardin d'hiver, caractéristiques

Dimensions :

Longueur : 30.5m

Largeur : 29m

Hauteur : 35.5m

Surface au sol : 884.5m²

Volume : 31'400m³

Vitrage Sud :

Surface : 1494m²

Inclinaison par rapport au sol : 90°

Protections solaires : les volumes des bureaux aux derniers étages bloquent une partie du rayonnement solaire pénétrant par les façades Sud et Ouest. En dehors de cela, aucune protection solaire n'est prévue contre le vitrage extérieur.

La hauteur du jardin d'hiver étant très importante, l'air chaud aura tendance à stagner au niveau de la toiture permettant de conserver une température soutenable au niveau du sol lors des chaleurs importantes.

Ventilation : le bâtiment est muni d'un système mécanique aspirant l'air vicié des bureaux et le réinjectant dans le jardin d'hiver sous la toiture. L'air du jardin d'hiver est par la suite aspiré au niveau du sol pour être recyclé et renvoyer dans les bureaux ou bien être évacué en extérieur.²

²s. n. "Künstliche Umweltbedingungen : Ford Foundation-Center, New", Text/html,application/pdf;text/html, 1 septembre 1968. <https://doi.org/10.5169/SEALS-333315>

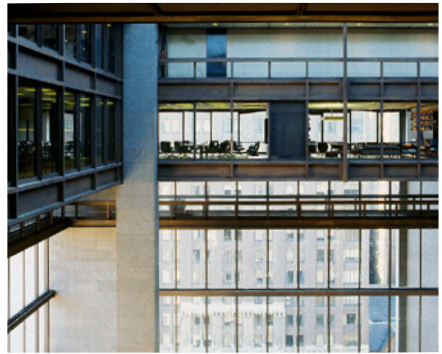
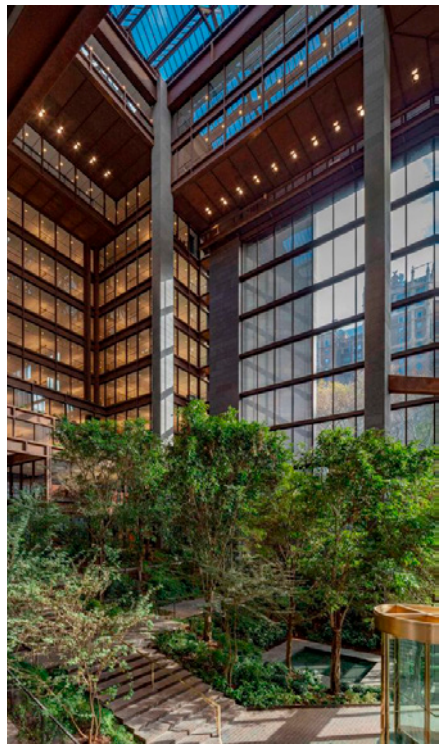
Intégration architecturale

Le bâtiment s'ouvre sur ses façades Sud et Ouest positionnant les bureaux loin de la rue. Le jardin d'hiver joue ainsi un rôle d'espace intermédiaire entre ces deux milieux, préservant les locaux du bruit et de la pollution extérieure.

Les modules de bureaux sont organisés autour du jardin d'hiver de telle sorte qu'ils semblent graviter autour. Cet effet est accentué par les décalages des niveaux inférieurs et supérieurs générant des terrasses du côté du jardin d'hiver et un couvert en extérieur côté rue (voir coupe). Les occupants profitent ainsi de la luminosité et de la vue sur le jardin d'hiver et sur l'extérieur du bâtiment.

A l'échelle urbaine, la présence de ce jardin d'hiver monumental enrichit le paysage urbain et intègre l'architecture et ses habitants dans le tissu bâti en prenant en compte les caractéristiques urbaines alentour comme la couleur des bâtiments voisins, les alignements ainsi que les espaces auxquels le bâtiment est rattaché tels que le parc "*Tudor City Greens*" accolé au bâtiment dont la végétation semble coloniser l'intérieur de l'édifice.

Le profil particulier des trois piliers monumentaux placés à l'extérieur du bâtiment est issu de considérations climatiques et urbaines. Leur profil en losange allongé est sculpté, d'une part, par la course solaire dans le but de maximiser la pénétration des rayonnements et, d'autre part, par la structure urbaine du quartier, les piliers s'alignant aux limites parcellaires.



Plan d'étage type

Le bâtiment est accolé à un parc au Sud-Est et positionné entre deux rues situées au Nord-Est et au Sud-Ouest. Ces trois lieux de circulation sont connectés entre eux grâce au jardin d'hiver du bâtiment pleinement accessible aux piétons, générant un espace semi-public. De plus, ce même espace protège les bureaux en limitant grandement le bruit issu des véhicules, ainsi que la pollution entrant dans le bâtiment.

Le plan présente l'ensoleillement théorique du jardin d'hiver à 11h45 au solstice d'hiver lorsque le soleil est au plus haut (26° par rapport au sol). Le profil des piliers permet une pénétration optimale du rayonnement solaire.

En été, seul un bâtiment constitue un masque partiel durant la journée entre 11h et 14h.

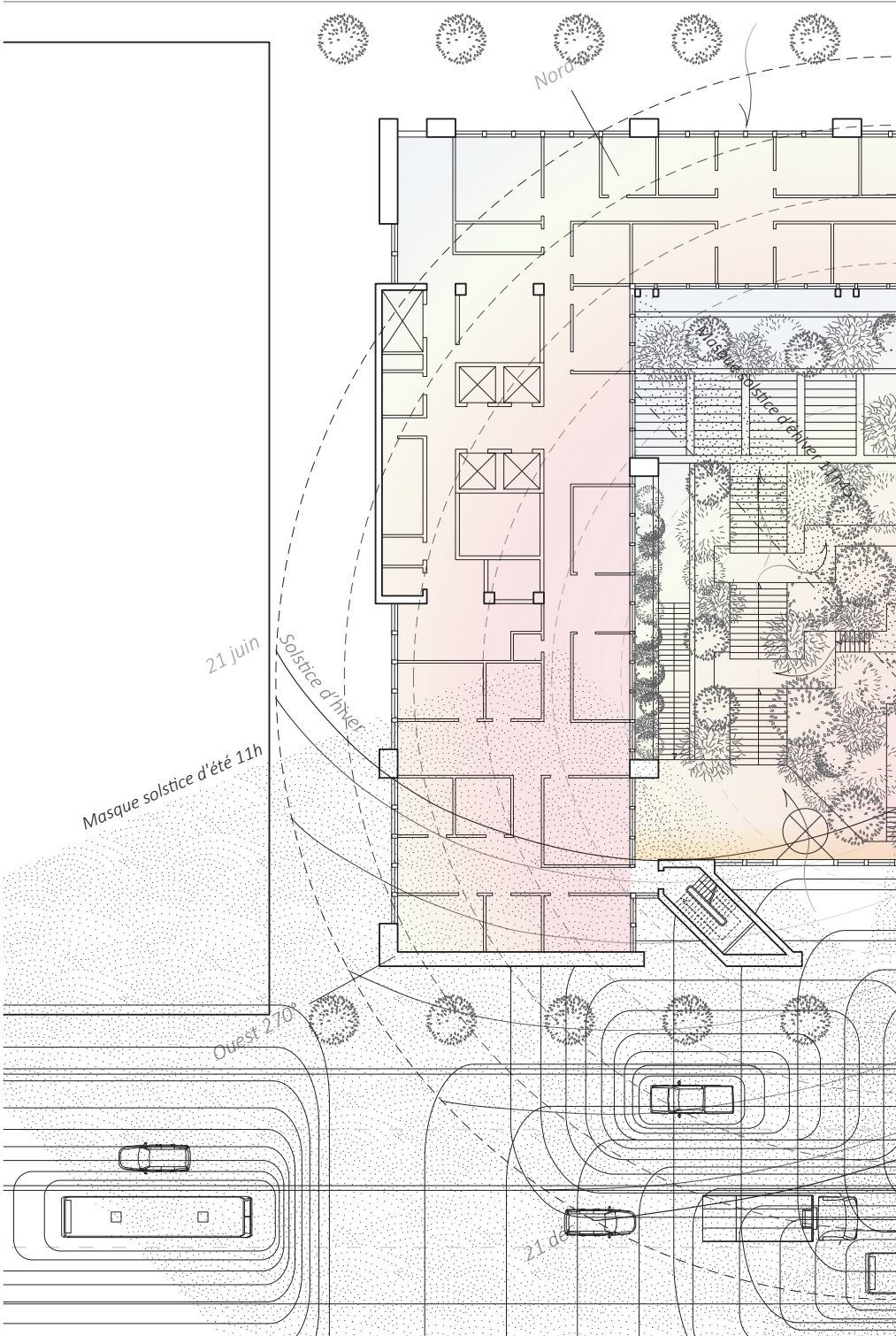
(Ci-contre)

*Images intérieure extérieure jardin d'hiver
Ford Foundation*

Pinterest. "ceramix.co.za |
Building, Ford foundation,
Architecture".

Consulté le 14 janvier
2023.

<https://www.pinterest.com/pin/ceramixco-za--552183604288650715/>



Nord

21 juin

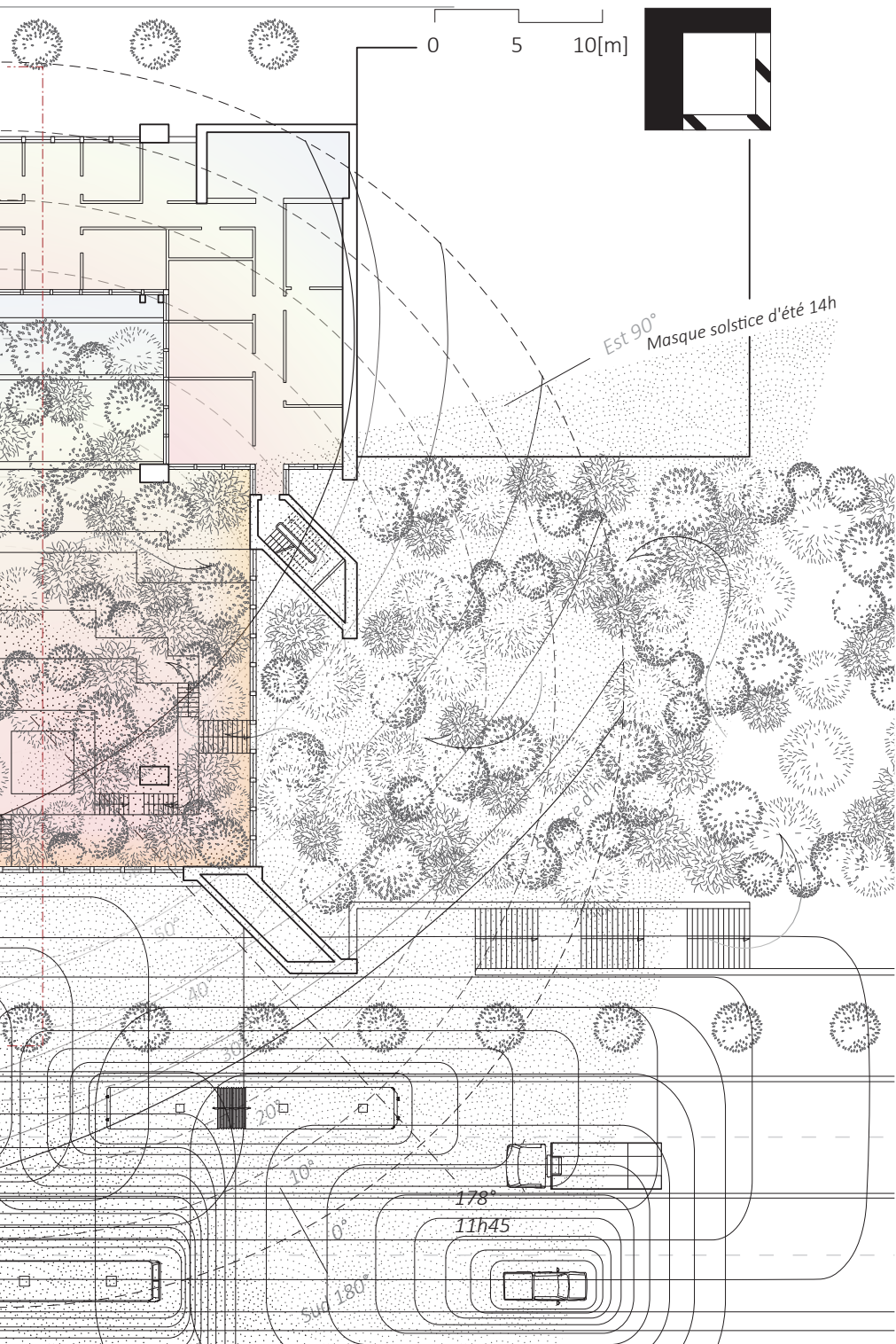
Solstice d'hiver

Masque solstice d'été 11h

Plus grande terrasse d'été

OUEST 270

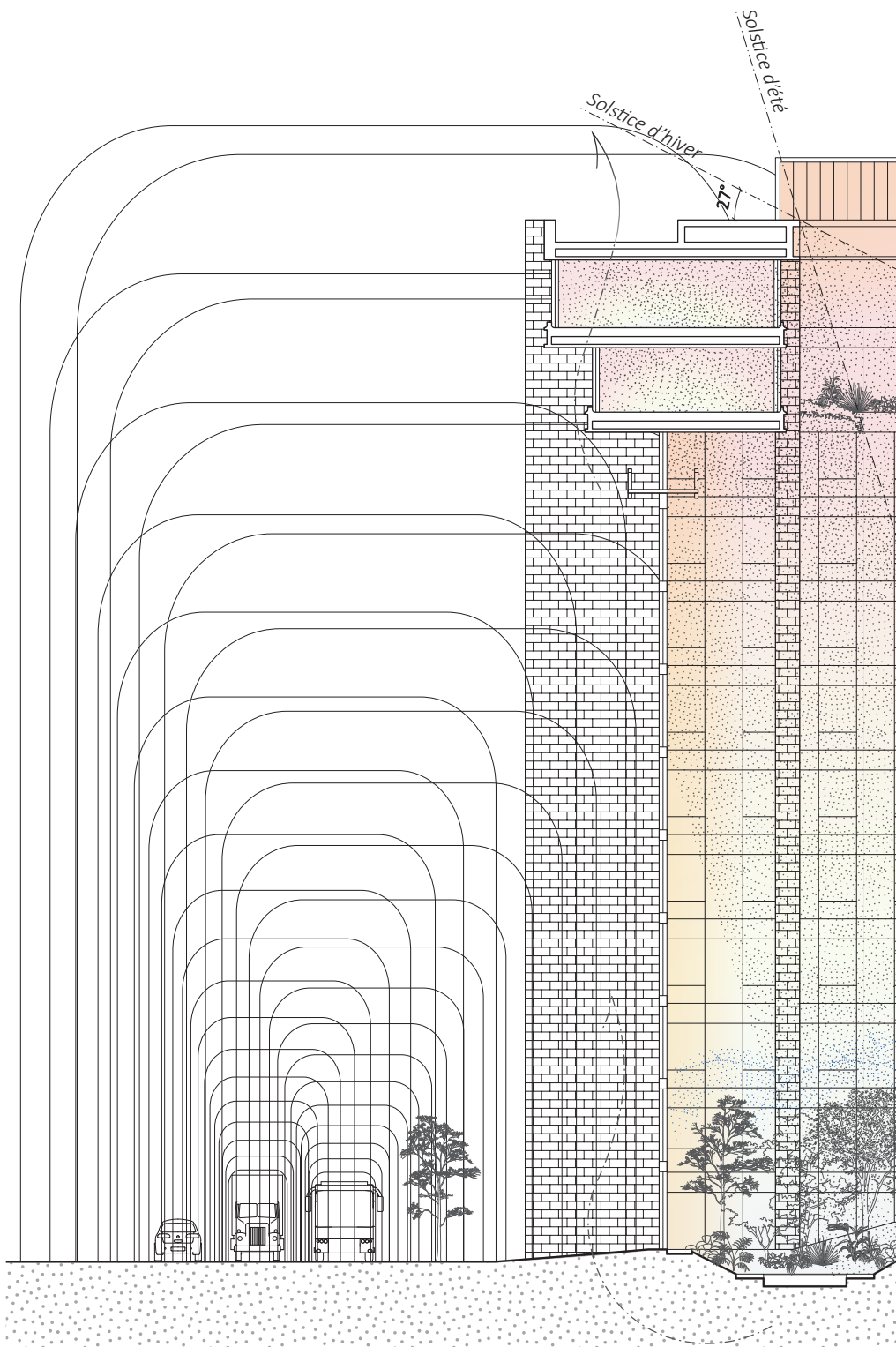
21 décembre

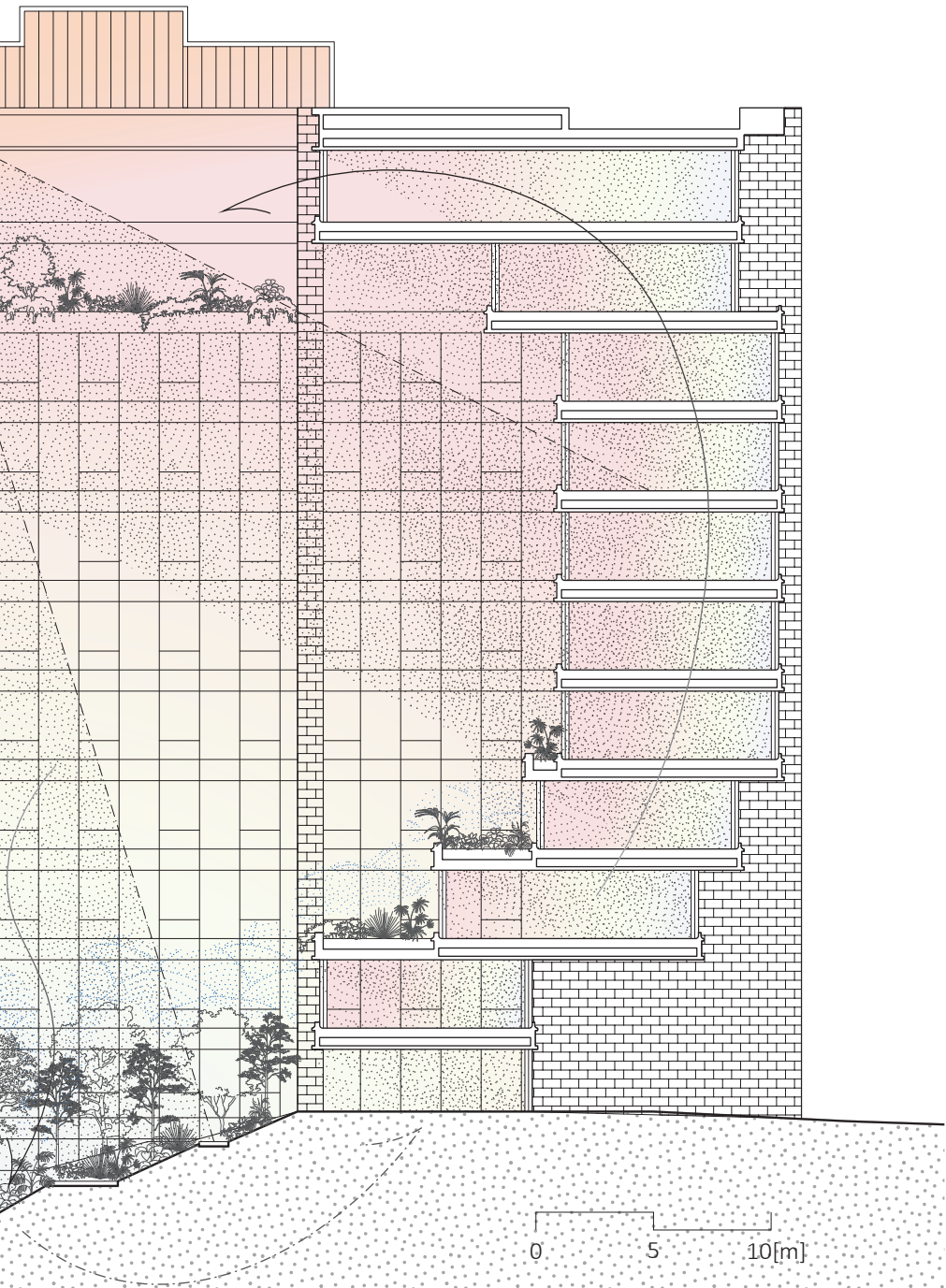


Coupe

La coupe montre que les façades vitrées ne sont pas les seules à contribuer à l'ensoleillement du jardin d'hiver. La toiture transparente apporte un gain de luminosité important aussi bien en hiver (luminosité indirecte) qu'en été (luminosité directe).

L'air chaud ayant tendance à monter, la chaleur s'accumule principalement sous la toiture. Le système de ventilation génère alors un mouvement d'air artificiel amenant cet air chaud au niveau du sol qui est par la suite purifié et réinjecté dans les locaux ou bien évacué par le pilier central. L'air vicié des locaux est alors de nouveau évacué sous la toiture.





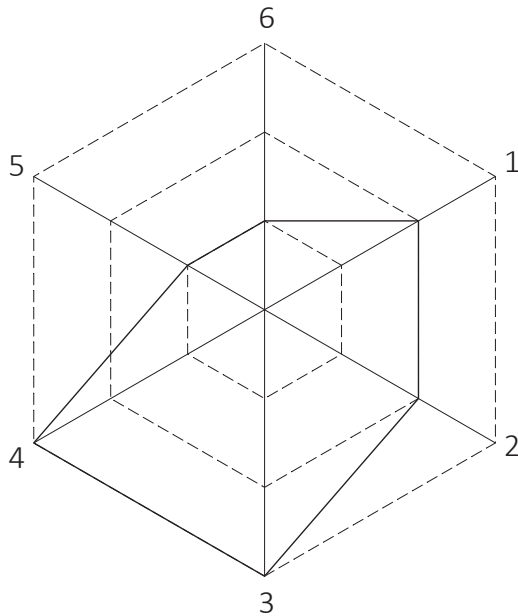
Conclusion

Ce qui fait la particularité de ce jardin d'hiver est qu'il possède des fonctions supplémentaires à celles vues jusqu'ici étant donné qu'il intègre des considérations urbaines en plus des considérations climatiques. En effet, il joue un rôle décisif dans l'incorporation du bâtiment au tissu urbain existant. Premièrement, il conserve la skyline en permettant au bâtiment d'atteindre une hauteur similaire aux immeubles alentour tout en occupant toute la parcelle disponible. Deuxièmement, cet espace étant rendu public, il permet de conserver la continuité entre les rues et le parc en offrant la possibilité aux piétons d'agrémenter leur promenade en traversant ce jardin d'hiver monumental. Ici, le jardin d'hiver urbanise le territoire dans le sens premier du terme, à savoir, créer du lien social plutôt que de le dégrader.³

³ Guidetti Laurent, "Manifeste pour une révolution territoriale", Zürich: Espazium, 2021, p37

De plus, cet artefact architectural protège les occupants de l'environnement dense, bruyant et pollué caractérisant les grandes villes en se positionnant comme un filtre, un espace de transition entre la rue et les bureaux. Ainsi, ce jardin d'hiver propose un moyen d'intégrer le bâtiment au tissu bâti tout en préservant ses occupants du bruit et de la pollution, dialoguant avec son environnement climatique et urbain.

Enfin, au niveau typologique, cet espace si imposant semble mettre en crise la définition du jardin d'hiver. Selon celle donnée en début d'énoncé (p5), cet espace peut être défini comme tel mais son échelle et son utilisation tendent à le définir plutôt comme un "parc intérieur".



1. **Efficacité énergétique** : optimisation effet de serre, principes thermodynamiques, confort thermique passif.
2. **Luminosité** : pénétration de la lumière naturelle au sein du bâtiment.
3. **Paysage, vue** : importance de la vue et du paysage, son influence sur la conception du jardin d'hiver.
4. **Protection contre l'environnement extérieur** : intempéries ainsi que bruit et pollution.
5. **Intégration architecturale et/ou urbaine** : intégration du jardin d'hiver dans l'architecture ou le tissu bâti durant la conception du projet.
6. **Appropriation** : manière dont les usagers utilisent le jardin d'hiver et l'évolution de cet usage.

Annexes

Degrés-jours : Unité de mesure dérivant des besoins en chaleur d'une région permettant de dimensionner le système de chauffage.

Degrés-jours sur un mois =
(Température de base : 18°C)
– (Température moyenne mensuelle)
x nb de jours

Janvier : $(18 - 1) \times 31 = 527$

Février : $(18 - 2) \times 28 = 448$

Mars : $(18 - 6) \times 31 = 372$

Avril : $(18 - 11) \times 30 = 210$

Mai : $(18 - 17) \times 31 = 31$

Juin : $(18 - 22) \times 30 = \text{négatif}$

Juillet : $(18 - 25) \times 31 = \text{négatif}$

Août : $(18 - 24) \times 31 = \text{négatif}$

Septembre : $(18 - 20) \times 30 = \text{négatif}$

Octobre : $(18 - 14) \times 31 = 124$

Novembre : $(18 - 9) \times 30 = 330$

Décembre : $(18 - 4) \times 31 = 434$

Total = 2476⁴

Moins de 1000 degrés-jours	Climat doux
1000 à 2200 degrés-jours	Climat tempéré
2200 à 3500 degrés-jours	Climat froid
Plus de 3500 degrés-jours	Climat très froid

Annexes

Ensoleillement :

Pourcentage du temps où le ciel est dégagé.

Janvier : 48%

Février : 48%

Mars : 49%

Avril : 50%

Mai : 50%

Juin : 53%

Juillet : 59%

Août : 63%

Septembre : 63%

Octobre : 62%

Novembre : 54%

Décembre : 49%

Moyenne annuelle = 54%⁴

⁴ "Climat, météo par mois, température moyenne pour Manhattan (New York, États-Unis) - Weather Spark", consulté le 2 janvier 2023, <https://fr.weatherspark.com/y/24600/M%C3%A9t%C3%A9o-moyenne-%C3%A0-Manhattan-New-York-%C3%8gtats-Unis-tout-au-long-de-l'ann%C3%A>

04. Immeuble Bois-le-Prêtre

Menacée de destruction, la tour de logements construite en 1962 par l'architecte Raymond Lopez fut l'objet d'un projet de réhabilitation en 2005. Le projet consista en l'adjonction de volumes habitables et de balcons tout autour du bâtiment à chaque étage.

Les architectes A. Lacaton et JP. Vassal furent lauréats du prix Pritzker en 2021 grâce à leur démarche éprouvée dans plusieurs de leurs projets dont cette réhabilitation.



Informations générales

Localisation : 17^{ème} Arrondissement, Paris, France

Architectes : Frédérique Druot, Anne Lacaton,
Jean-Philippe Vassal

Propriétaire : Paris Habitat

Date de construction : 2008-2011

Vue aérienne
Ford Foundation
Echelle : 1:5000



Contexte/Climat

Latitude : 48.9°

Altitude : 43m

Masque : aucun masque significatif aux alentours. Le bâtiment étant une tour, le jardin d'hiver se prête très bien à ce type d'édifice, la hauteur permettant de s'affranchir des obstacles et du relief au sol.

Nombre de degrés-jours annuel : 2391*

* Voir annexes p130

Ce nombre de degrés-jours correspond à un environnement froid. Les différences de températures oscillent entre 4°C en hiver et 20°C en été. Les besoins en chauffage sont donc importants durant la saison d'hiver.

Ensoleillement moyen sur l'année : 44%*

* Voir annexes p131

Cela correspond à un ensoleillement correct. Néanmoins, on observe des différences importantes entre l'hiver (27%) et l'été (61%), présentant un ciel relativement nuageux durant l'hiver.

Durée d'ensoleillement direct théorique solstice d'hiver:
8h (8h à 16h)

Durée d'ensoleillement direct théorique solstice d'été:
14h (5h à 19h)

Hauteur soleil solstice d'été midi heure solaire vraie:
65°

Hauteur soleil solstice d'hiver midi heure solaire vraie:
18°¹

¹"Calcul de la position du soleil dans le ciel pour chaque localisation à n'importe quel moment", consulté le 17 décembre 2022, https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=fr

Jardin d'hiver, caractéristiques

Dimensions (jardin d'hiver individuel) :

Longueur : 7.2m

Largeur : 2m

Hauteur : 2.5m

Surface au sol : 14.4m²

Volume : 36m³

Vitrage Sud : façades légères vitrées coulissantes en menuiserie d'aluminium.

Surface : 18m²

Inclinaison par rapport au sol : 90°

Séparation jardin d'hiver/habitation : baie vitrée verticale composée de parois coulissantes.

Protections solaires : des rideaux sont positionnés d'une part, du côté intérieur de la baie vitrée séparant l'extérieur du jardin d'hiver et d'autre part, du côté habitation de la séparation vitrée entre jardin d'hiver et bâtiment.

Intégration architecturale

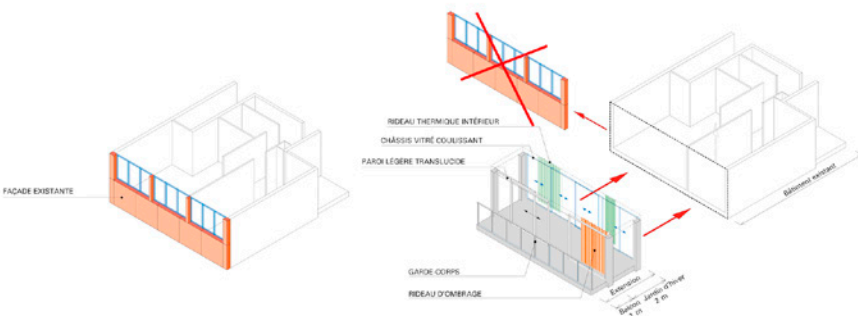
Ce projet présente un ensemble de jardins d'hiver accolés tout autour du bâtiment existant sur chaque étage, constituant des extensions aux logements existants. La structure de ces espaces additionnels étant autoportante, sa fixation au bâtiment est ponctuelle et permet d'éviter à la structure existante d'être redimensionner afin de supporter ces charges supplémentaires. Composée d'éléments préfabriqués, le montage de cette structure fut relativement rapide et permit d'éviter de déloger les habitants pendant la durée du chantier en intervenant depuis l'extérieur du bâtiment.

Une fois les extensions installées, les façades existantes furent remplacées par des baies vitrées coulissantes permettant d'accéder aux extensions nouvellement réalisées (image ci-dessous).²

² "Tour Bois-le-Prêtre by Druot, Lacaton & Vassal (253AR) — Atlas of Places", consulté le 3 janvier 2023, <https://www.atlasofplaces.com/architecture/tour-bois-le-pretre/>

"We are much more interested in the principle of addition than in simply replacing what is there with something new."
Anne Lacaton³

³ "ReduceReuseRecycle.pdf", consulté le 3 janvier 2023, <https://www.lacatonvassal.com/data/documents/20130415-18380412 ReduceReuseRecycle.pdf>



Remplacement façades

"lacaton & vassal", Consulté le 12 janvier 2023. <http://www.lacatonvassal.com/?idp=56#>

Chaque jardin d'hiver est ainsi considéré comme un espace additionnel ajouté au volume existant, s'inscrivant dans la continuité des pièces qu'il jouxte. Ces espaces supplémentaires n'ont pas de programmes ni de fonctions précises et sont par conséquent utilisés librement par les occupants, chacun d'entre eux s'appropriant différemment cet espace en fonction de ses besoins et de ses possessions.

L'intégration des jardins d'hiver au bâtiment existant se fait par l'épaississement et la dissolution de ses façades, apportant une certaine fluidité, c'est-à-dire permettant aux espaces d'être moins contraints. Cela est rendue possible par les systèmes de baies vitrées coulissantes permettant aux logements de s'ouvrir à la vue en laissant l'extérieur pénétrer à l'intérieur (voir images et plan pages suivantes).



Plan d'étage type

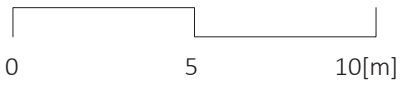
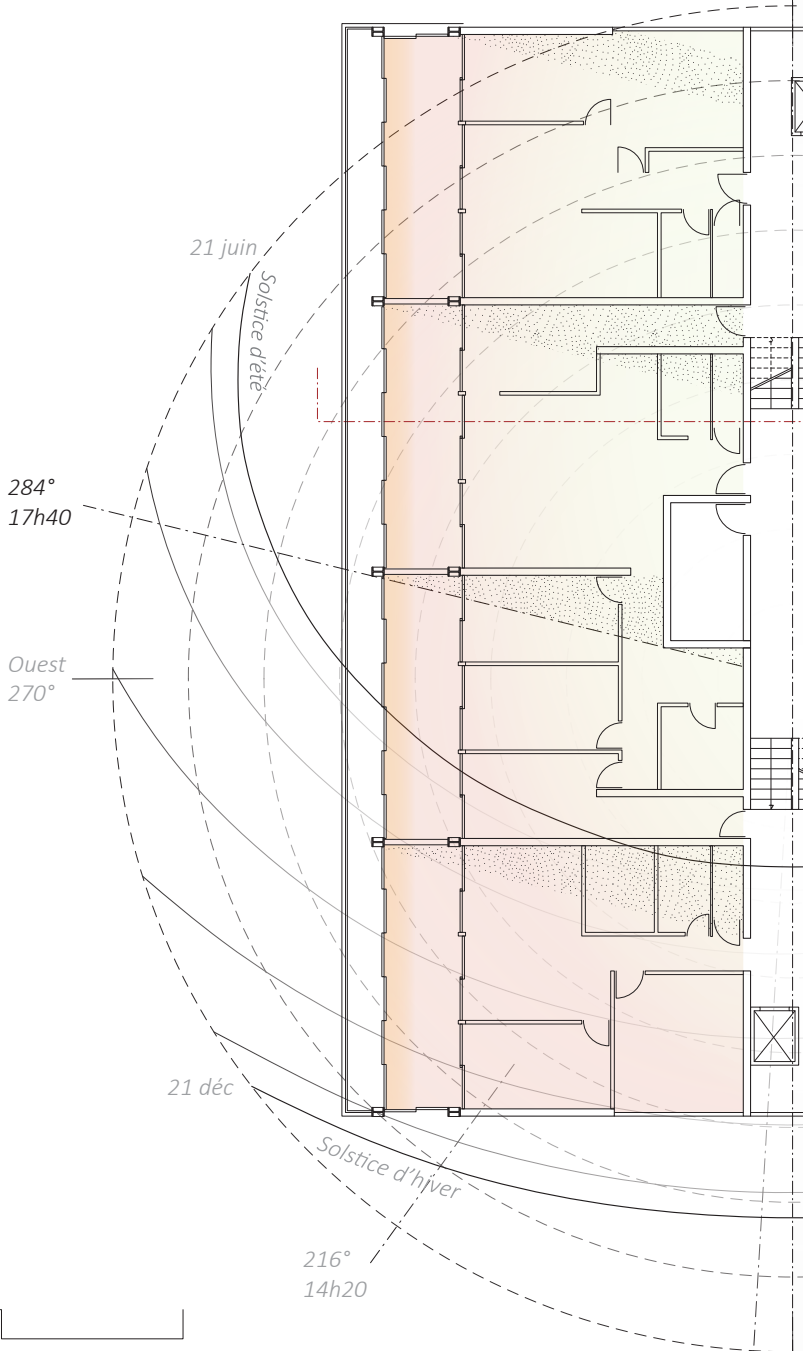
La partie droite du plan représente l'ensoleillement de l'immeuble en hiver et les températures intérieures qui en découle. Le rayonnement solaire direct pénétrant dans les logements durant cette période de l'année n'atteint pas le fond des logements en façades Est et Ouest. Les extensions aux Sud, quant à elles, jouissent d'un ensoleillement optimal durant toute la journée, profitant du rayonnement solaire direct du lever au coucher du soleil, soit 8h d'ensoleillement journalier au solstice d'hiver.

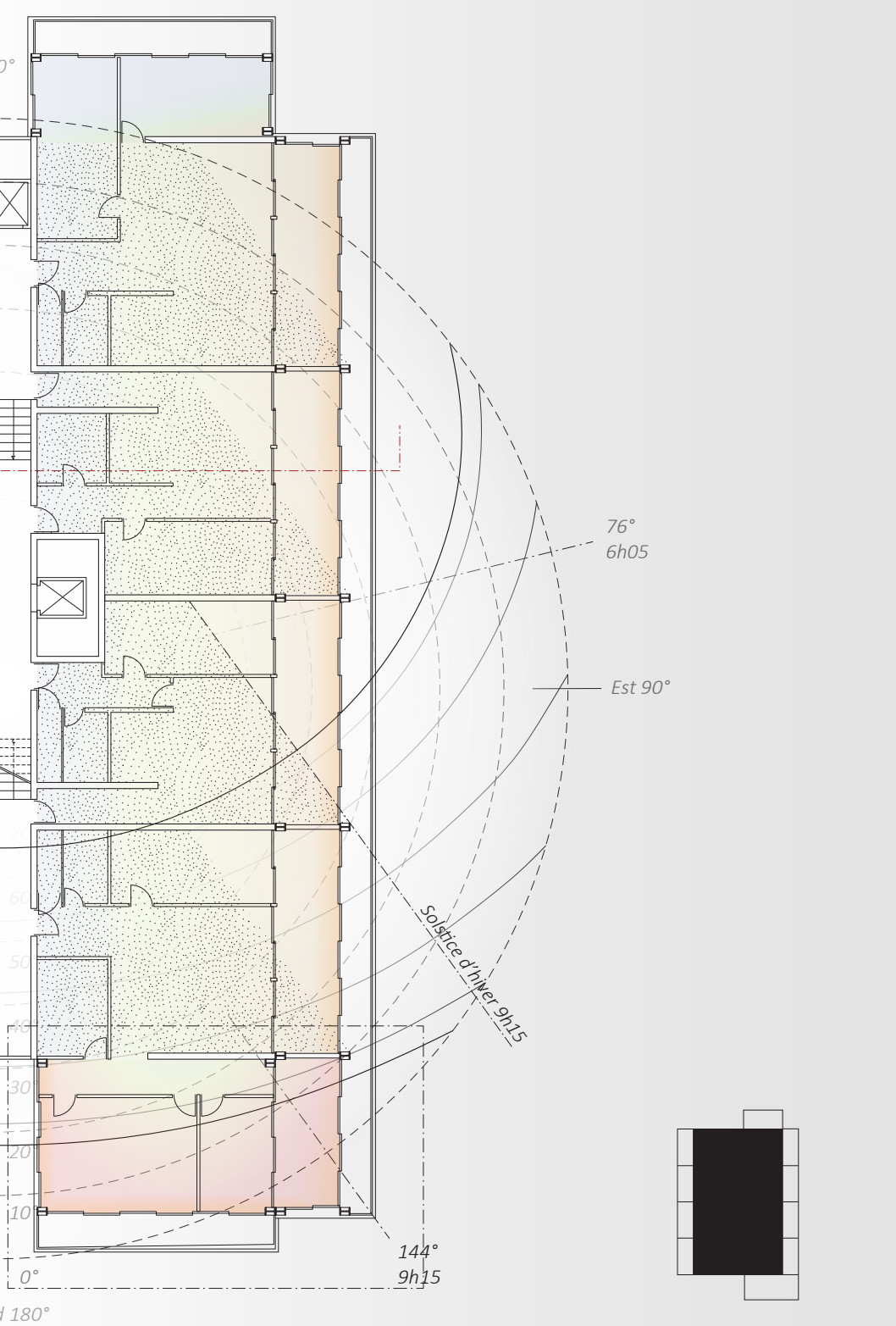
La partie gauche du plan représente l'ensoleillement en été et les températures intérieures qui en résultent. Le rayonnement solaire direct pénétrant les logements peut occasionner des surchauffes dans les jardins d'hiver en façade Sud.

Durant cette période, le soleil entre profondément dans les logements de 6h à 8h en façade Est et de 16h à 19h en façade Ouest.

*(Ci-contre)
Images bâtiment et
diversité des espaces intérieurs
générés par les jardins d'hiver⁴*

⁴"lacaton & vassal", Consulté
le 12 janvier 2023. [http://
www.lacatonvassal.
com/?idp=56#](http://www.lacatonvassal.com/?idp=56#)



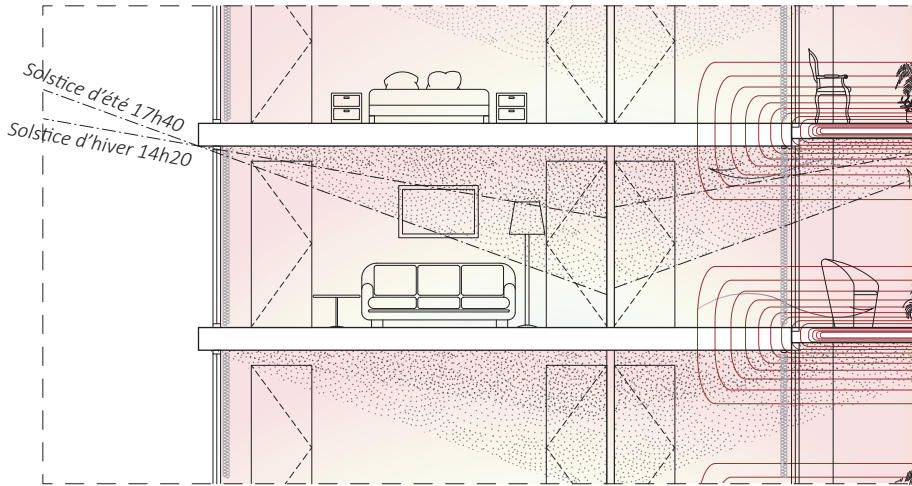
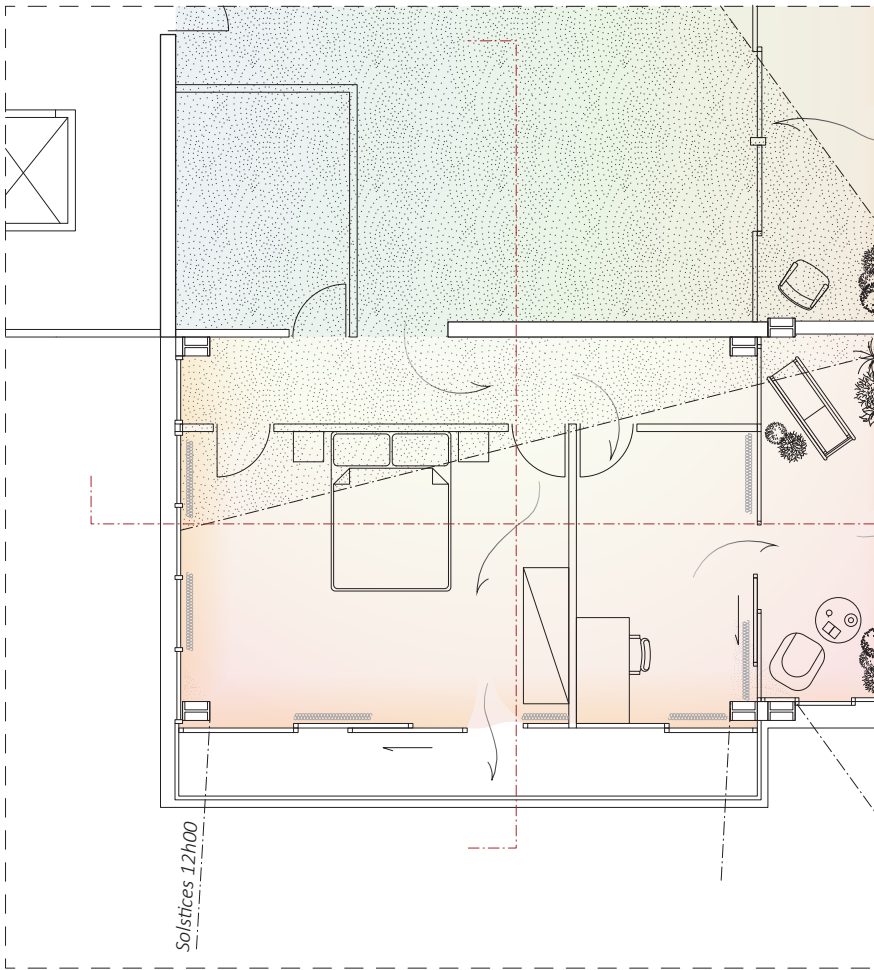


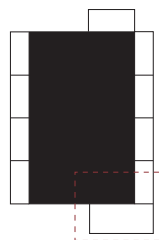
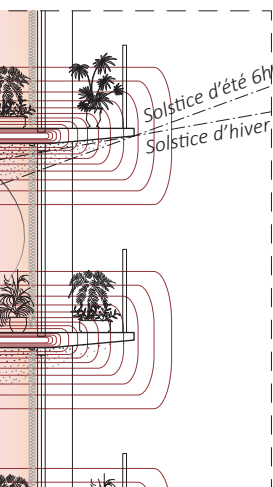
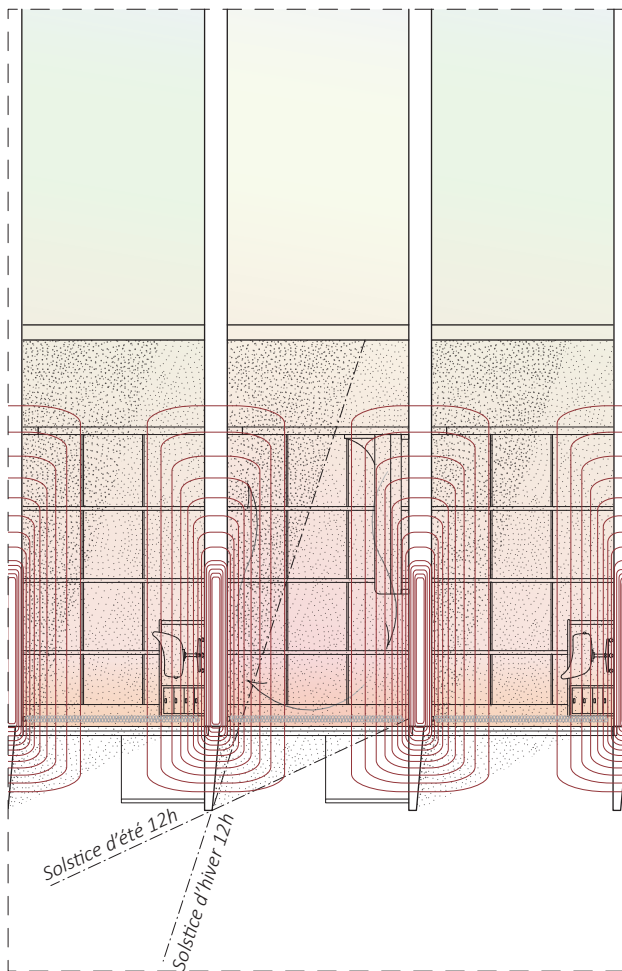
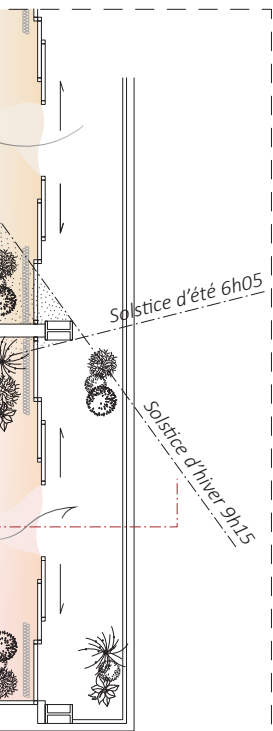
Plan : agrandissement sur jardin d'hiver Sud

Cet agrandissement présente la manière avec laquelle le soleil illumine le logement à 12h et lorsque le soleil se lève aux solstices (hauteur soleil environ 15° par rapport au sol). Les jardins d'hiver situés sur la partie droite du plan sont composés de deux parois coulissantes transparentes doublées de rideaux. Ce système permet d'une part, de fluidifier et d'agrandir les espaces de vie, et d'autre part, de se renfermer en s'isolant de l'extérieur la nuit durant l'hiver.

Les coupes montrent la pénétration du soleil dans les logements ainsi que l'appropriation de ses espaces additionnels par les habitants.

En hiver, la chaleur absorbée par les dalles durant la journée est par la suite restituée dans les jardins d'hiver et dans les logements par rayonnement. La multiplicité de ses dalles optimise ces gains de chaleur, les étages inférieurs et supérieurs bénéficiant de cet avantage.



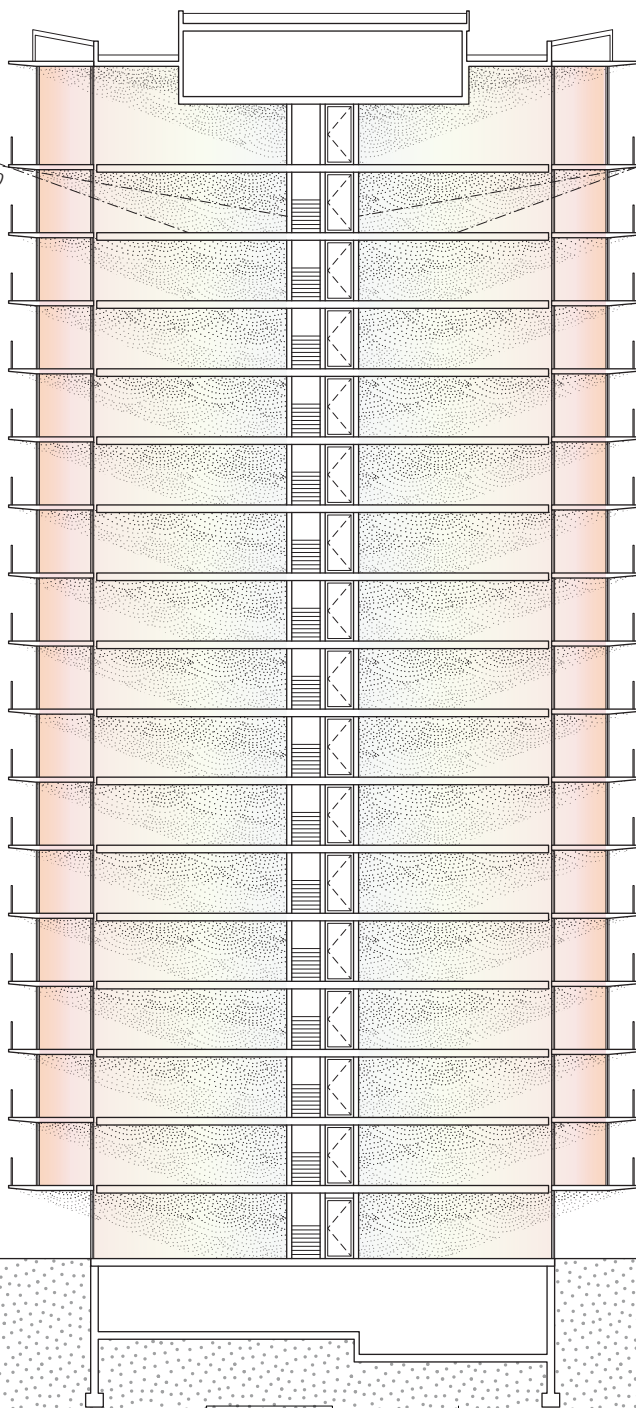


Chaque jardin d'hiver est ainsi considéré comme un espace additionnel ajouté au volume existant, s'inscrivant dans la continuité des pièces qu'il jouxte. Ces espaces supplémentaires n'ont pas de programmes ni de fonctions précises et sont par conséquent utilisés librement par les occupants, chacun d'entre eux s'appropriant différemment cet espace en fonction de ses besoins et de ses possessions.

L'intégration des jardins d'hiver au bâtiment existant se fait par l'épaississement et la dissolution de ses façades, apportant une certaine fluidité, c'est-à-dire permettant aux espaces d'être moins contraints. Cela est rendue possible par les systèmes de baies vitrées coulissantes permettant aux logements de s'ouvrir à la vue en laissant l'extérieur pénétrer à l'intérieur (voir images et plan pages précédentes).

Solstice d'été 17h40
Solstice d'hiver 14h20

Solstice d'été 6h05
Solstice d'hiver 9h15



0 5 10[m]

L'intégration physique et structurelle des jardins d'hiver n'est ici pas aussi substantielle que dans les précédentes études de cas étant donné qu'ils ont été ajoutés et ne participent donc pas fondamentalement à l'organisation du bâtiment existant. Contrairement aux autres études de cas, si l'on retire les jardins d'hiver de la Tour Bois-Le-Prêtre, le bâtiment conservera son intégrité et son fonctionnement. Néanmoins, ces jardins d'hiver n'en demeurent pas moins indissociables du bâtiment existant étant donné qu'ils apportent de grandes améliorations énergétiques et spatiales, assez significatives pour l'avoir épargné d'une démolition certaine.

Il n'est plus question ici d'un seul jardin d'hiver mais bien d'un ensemble d'espaces connectés les uns avec les autres par leur structure et liés au bâtiment, non pas dans sa conception, mais par les bienfaits qu'ils lui procurent. Chaque jardin d'hiver pris indépendamment ressemblerait à une extrusion ponctuelle malvenue, source de pertes de chaleur importantes. Ainsi, il est impossible de les dissocier. Il faut les considérer comme faisant partie d'un tout d'où résulte une typologie nouvelle.

Conclusion

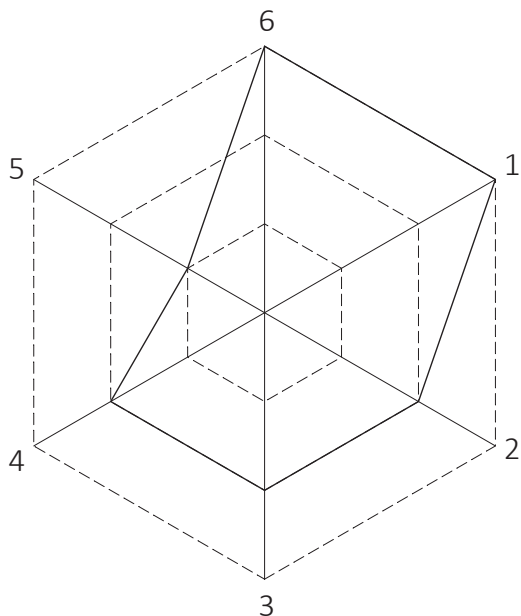
Le jardin d'hiver n'est ici plus un espace central intégré au programme du bâtiment durant sa conception, mais est considéré comme un espace additionnel non chauffé résultant de la dissolution et de l'épaississement de ses façades permettant à l'environnement extérieur de s'immiscer au sein du bâtiment. Il profite ainsi des avantages climatiques tels que l'effet de serre, chauffant de manière passive les logements, diminuant de moitié leurs besoins en chauffage.

En plus de leurs avantages énergétiques non négligeables, ces jardins d'hiver apportent un gain en matière de qualité de vie et fournissent des espaces non programmés, libres, dont les utilisations varient en fonction des besoins des occupants – mais aussi en fonction des saisons. Ainsi, le jardin d'hiver apporte au bâtiment une certaine résilience, c'est-à-dire une capacité d'évolution et d'adaptation. Le programme étant de plus en plus soumis au changement, il ne constitue qu'un moment, qu'une période dans le cycle de vie du bâtiment. Celui-ci n'est pas un objet figé, mais bel et bien un lieu de vie soumis à l'évolution de ses habitants et de leurs besoins (voir concept de maison évolutive, interview F. Tanguay p148).

Enfin, le jardin d'hiver montre un nouveau potentiel à travers cette stratégie de réhabilitation, intégrant en plus des considérations précédentes des considérations d'ordre social. En agissant depuis l'extérieur, la transformation s'est réalisée sans déloger les habitants. De plus, en évitant la démolition, la qualité et la surface des logements ont été accrues tout en conservant le prix du loyer, proposant des logements plus grands et moitié moins chers que dans un immeuble contemporain.⁵

⁵"ReduceReuseRecycle.pdf", consulté le 3 janvier 2023, <https://www.lacatonvasal.com/data/documents/20130415-18380412ReduceReuseRecycle.pdf>

Ainsi, ce projet de réhabilitation montre qu'il est possible d'implémenter les bienfaits et les qualités du jardin d'hiver sur des bâtiments n'ayant pas été conçus pour en posséder, se servant de l'existant comme d'une ressource à exploiter et à améliorer.



1. **Efficacité énergétique** : optimisation effet de serre, principes thermodynamiques, confort thermique passif.
2. **Luminosité** : pénétration de la lumière naturelle au sein du bâtiment.
3. **Paysage, vue** : importance de la vue et du paysage, son influence sur la conception du jardin d'hiver.
4. **Protection contre l'environnement extérieur** : intempéries ainsi que bruit et pollution.
5. **Intégration architecturale et/ou urbaine** : intégration du jardin d'hiver dans l'architecture ou le tissu bâti durant la conception du projet.
6. **Appropriation** : manière dont les usagers utilisent le jardin d'hiver et l'évolution de cet usage.

Annexes

Degrés-jours : unité de mesure dérivant des besoins en chaleur d'une région permettant de dimensionner le système de chauffage.

Degrés-jours sur un mois =
(Température de base : 18°C)
– (Température moyenne mensuelle)
x nb de jours

Janvier : $(18 - 4) \times 31 = 434$

Février : $(18 - 5) \times 28 = 364$

Mars : $(18 - 8) \times 31 = 310$

Avril : $(18 - 11) \times 30 = 210$

Mai : $(18 - 14) \times 31 = 124$

Juin : $(18 - 18) \times 30 = 0$

Juillet : $(18 - 20) \times 31 = \text{négatif}$

Août : $(18 - 20) \times 31 = \text{négatif}$

Septembre : $(18 - 16) \times 30 = 60$

Octobre : $(18 - 12) \times 31 = 186$

Novembre : $(18 - 8) \times 30 = 300$

Décembre : $(18 - 5) \times 31 = 403$

Total = 2391 ⁶

Moins de 1000 degrés-jours	Climat doux
1000 à 2200 degrés-jours	Climat tempéré
2200 à 3500 degrés-jours	Climat froid
Plus de 3500 degrés-jours	Climat très froid

Annexes

Ensoleillement :

Pourcentage du temps où le ciel est dégagé.

Janvier : 29%

Février : 36%

Mars : 41%

Avril : 46%

Mai : 46%

Juin : 54%

Juillet : 61%

Août : 59%

Septembre : 54%

Octobre : 43%

Novembre : 32%

Décembre : 27%

Moyenne annuelle = 44%⁶

⁶ «Climat, météo par mois, température moyenne pour Manhattan (New York, États-Unis) - Weather Spark», consulté le 2 janvier 2023, <https://fr.weatherspark.com/y/24600/M%C3%Agt%C3%Ago-moyenne-%C3%Ao-Manhattan-New-York-%C3%8gtats-Unis-tout-au-long-de-l'ann%C3%Age>

Synthèse

La typologie du jardin d'hiver étant par essence multifonctionnelle, chacun des espaces analysés précédemment présente plusieurs fonctions, plusieurs caractéristiques souvent similaires mais dont l'importance hiérarchique varie.

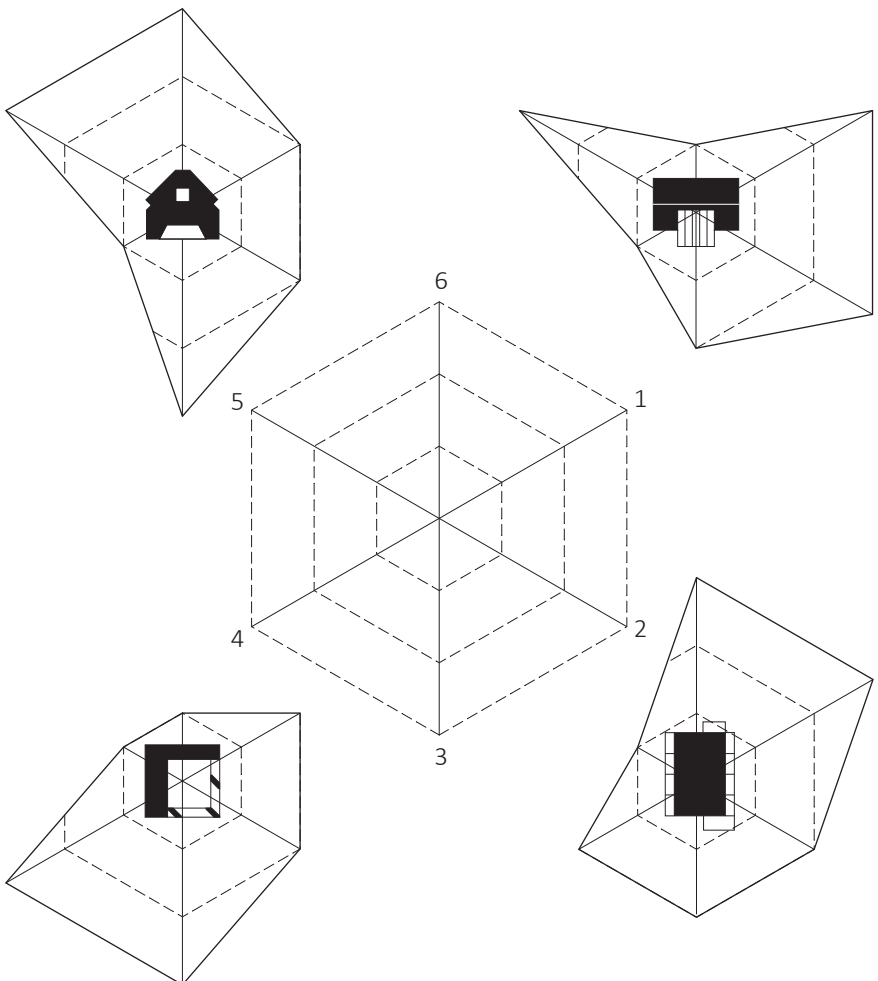
Ses caractéristiques issues de ces analyses sont les suivantes :

1. **Efficacité énergétique** : optimisation effet de serre, principes thermodynamiques, confort thermique passif.
2. **Luminosité** : pénétration de la lumière naturelle au sein du bâtiment.
3. **Paysage, vue** : importance de la vue et du paysage, son influence sur la conception du jardin d'hiver.
4. **Protection contre l'environnement extérieur** : intempéries ainsi que bruit et pollution.
5. **Intégration architecturale et/ou urbaine** : intégration du jardin d'hiver dans l'architecture ou le tissu bâti durant la conception du projet.
6. **Appropriation** : manière dont les usagers utilisent le jardin d'hiver et l'évolution de cet usage.

Ainsi, les jardins d'hiver analysés présentent tous ces mêmes caractéristiques mais chacun d'entre eux leur accorde une certaine importance qui varie selon les besoins des concepteurs.

Ce qui fait la particularité de cet espace est son ambivalence, le fait que sa fonction ne soit pas clairement définie mais simplement influencée par le programme du bâtiment, laissant les usagers l'utiliser à leur convenance. Le jardin d'hiver semble devenir un espace à la fois indispensable et additionnel, un espace structurellement contraint et en même temps libre dans son utilisation.

Ainsi, cet artéfact architectural dense et subtil ne dépend pas uniquement de contraintes environnementales extérieures mais aussi de besoins intérieurs, ceux du bâtiment et de ses usagers. Le jardin d'hiver est soumis, d'une part, aux cycles circadien et saisonnier et, d'autre part, aux cycles de vie du bâtiment et de ses occupants, changeant et évoluant au cours du temps. Cette ambivalence se retrouve donc dans la position qu'occupe le jardin d'hiver. Se plaçant au centre de ces considérations, il cherche à opérer une synthèse entre ces deux milieux en satisfaisant les besoins des occupants tout en s'adaptant à l'environnement proche.



Conclusion

Le jardin d'hiver, une leçon d'architecture frugale.

Depuis les débuts du jardin d'hiver, la question de la relation entre l'environnement extérieur et le microclimat intérieur est prééminente et intrinsèque à sa typologie. C'est ce qui le définit dans sa globalité, à savoir, un espace tampon, un espace de transition, une interface entre deux milieux distincts, appartenant aussi bien à l'un qu'à l'autre.

Ce qui définit cet artéfact architectural est donc en premier lieu son contexte, son environnement et le climat dans lequel il s'intègre. Une analyse fine et intelligente de la localisation géographique est essentielle. Elle permet de tirer le meilleur parti des caractéristiques du site, à savoir la course du soleil et la latitude déterminant l'orientation, mais aussi les masques solaires et l'environnement alentour, rural ou bien urbain, dont les conditions et les défis varient grandement.

Une forme de dépendance a donc été mise en exergue entre les conditions météorologiques et physiques, et cet artéfact architectural, ce dernier modifiant et modelant sa forme par nécessité.

L'environnement extérieur n'est pas le seul à étendre son emprise sur le jardin d'hiver. Certes, c'est un espace non chauffé mais il est clos et directement lié à l'intérieur du bâtiment, faisant de cet espace une pièce à part entière. Par conséquent, il est soumis au programme du bâtiment et aux besoins de ses occupants. Néanmoins, ce qui différencie le jardin d'hiver des autres pièces est son statut d'espace additionnel, d'espace libre, permettant aux usagers de se l'approprier, c'est-à-dire de l'utiliser et de l'occuper selon leur convenance et leurs besoins à un moment donné.

Ainsi, le jardin d'hiver se retrouve dépendant du milieu extérieur pour des raisons principalement climatiques et influencé par le milieu intérieur, par les besoins du bâtiment et de ses usagers, ce qui en fait un espace, d'une part, climatiquement tempéré, et d'autre part, anthropologiquement déterminé.

Une notion sous-jacente mais capitale sous-tend ces dépendances. La temporalité. En étant intimement lié aux conditions climatiques, le jardin d'hiver est soumis à deux cycles naturels d'échelles de temps différentes. Le cycle saisonnier, modifiant le climat au cours de l'année, et le cycle circadien, faisant varier de manière drastique les conditions extérieures entre le jour et la nuit. Outre cela, le programme du bâtiment étant de plus en plus sujet au changement et ses usagers évoluant au cours de leur existence, l'utilisation du jardin d'hiver et son appropriation s'en retrouvent changées. Cet artéfact est ainsi fortement lié au cycle de vie du bâtiment et de ses occupants.

Le jardin d'hiver intégrant de nombreuses considérations et dépendant de multiples facteurs spatio-temporels changeants, il semble impossible pour un tel espace de concilier autant d'éléments de façon efficiente. Ces considérations ne pouvant pas toutes être pleinement satisfaites, la priorité doit donc être mise sur les facteurs et les considérations jugées les plus importantes et les plus pertinentes, faisant du jardin d'hiver une typologie extrêmement diverse, variant en fonction du contexte mais aussi en fonction des envies et besoins des concepteurs. Ce sont pour toutes ces raisons que chaque jardin d'hiver est un artéfact unique. Ainsi, toutes ces considérations et ces facteurs sont présents en chaque jardin d'hiver selon des proportions variables (voir p133).

De surcroît, le jardin d'hiver présente une capacité d'adaptation et de résilience indispensable étant donné qu'elle permet à cet artéfact architectural figé et permanent d'absorber les changements et les évolutions du temps.

En revanche, bien qu'il soit dépendant de ces cycles et de ces facteurs, le jardin d'hiver ne les subit pas et permet même de s'en affranchir dans une certaine mesure, comme en témoigne sa faculté à adoucir les saisons d'automne et d'hiver, les raccourcissant au profit du printemps et de l'été (diagramme p44). En effet, le jardin d'hiver demeure tout de même un espace d'agrément où la notion de confort est omniprésente. Ce confort se manifeste d'une part, par des gains, en apportant de la luminosité et de la chaleur au bâtiment tout en lui faisant profiter des potentielles vues sur le paysage extérieur ; et d'autre part, en protégeant l'intérieur du bâtiment des intempéries mais aussi contre tout autres désagréments, tel que la pollution, le bruit et les odeurs. Le jardin d'hiver se comporte donc tel un filtre, ne laissant passer à l'intérieur du bâtiment que les conditions météorologiques favorables au confort intérieur, mais protégeant des conditions extérieures défavorables. Le confort intérieur s'en retrouve grandement amélioré, aussi bien dans son atmosphère que dans son ambiance, variant constamment au rythme des saisons, connectant le bâtiment avec le contexte extérieur.

"Ici, chaque jour greffé sur le précédent jour n'a d'autres ambitions que de faire vivre bien ses occupants"

O. Vleeschouwer¹

¹ Vleeschouwer, Olivier, "Serres et Jardins d'Hiver", Di 1 ban. Paris: Flammarion, 2000, p10

Pour finir, le jardin d'hiver ne doit pas être vu comme une solution spécifique à une problématique donnée. C'est un artéfact architectural modelé par le compromis, la polyvalence et la multifonctionnalité, cherchant à apporter une réponse permanente à des contraintes changeantes sous forme d'espace de transition, dialoguant et échangeant constamment avec l'environnement extérieur et le microclimat intérieur, à la recherche d'un équilibre subtil et salutaire.

Cet énoncé théorique montre à travers le prisme du jardin d'hiver comment un artéfact architectural réfléchi et conçu grâce à une analyse fine et intelligente de son environnement physique et climatique permet de simplifier l'architecture en réduisant le nombre d'éléments la constituant. C'est ce qui est entendu par "*frugalité*", celle-ci étant atteinte à travers la multifonctionnalité et la résilience. En d'autres termes, l'architecture se simplifie de telle sorte que ses composants répondent chacun à plusieurs fonctions tandis qu'une seule de ses fonctions peut être remplie par plusieurs composants.² Cette approche limite ainsi le nombre d'éléments et d'installations mis en place dans un bâtiment en privilégiant des systèmes ingénieux, polyvalents et passifs plutôt que des installations technologiques, spécifiques et coûteuses. Ces systèmes ingénieux définissent l'architecture non pas comme une frontière fermée et imperméable, mais comme une troisième peau, une interface qui, à l'instar du jardin d'hiver, constitue un espace médiateur permettant au microclimat généré par l'architecture de dialoguer et d'échanger avec le milieu extérieur.

² Colin Moorcroft, "*Designing for survival*", Architecture Design 7, 1972

N'étant pas automatisés, ces systèmes passifs polyvalents nécessitent une aide extérieure afin de fonctionner de façon optimale. L'action de l'Homme et une certaine connaissance de l'installation sont donc nécessaires. Un système passif ne peut fonctionner convenablement que si l'individu adopte un comportement adapté. Sans cela, ces systèmes passifs sont bien souvent inefficaces et peuvent même engendrer les effets contraires de ceux recherchés. Un jardin d'hiver mal isolé durant les nuits d'hiver et toujours connecté avec le reste du bâtiment aura pour conséquence de faire chuter la température intérieure bien plus rapidement que d'ordinaire. Par conséquent, dans le but de jouir de leurs bénéfices, ces systèmes passifs requièrent la responsabilisation des individus. Ainsi, en plus de lier le microclimat intérieur avec l'environnement extérieur, ces artéfacts architecturaux passifs reconnectent les individus avec ces deux milieux à travers des actions quotidiennes leur faisant prendre conscience de leur lieu de vie, cette même conscience que les installations technologiques dites "smart" leurs avaient usurpées en agissant en leur nom. C'est donc par ces gestes, par cette connaissance pratique et par la compréhension que l'Homme se lie de nouveau avec son lieu de vie, son environnement et son territoire.

"La frugalité refuse l'hégémonie de la vision techniciste du bâtiment et maintient l'implication des occupants. Ce n'est pas le bâtiment qui est intelligent, ce sont ses habitants."

A. Bornarel, D. Gauzin-Müller, P. Madec³

³ A. Bornarel, D. Gauzin-Müller, et P. Madec, "Manifeste pour une frugalité heureuse", consulté le 6 janvier 2023, <https://www.frugalite.org/fr/le-manifeste.html>

Interviews

François Tanguay

G. E

Extraits de l'interview avec François Tanguay

Réalisé le 07.12.2022

Durée : 1h22

F. Tanguay : Bâisseur, constructeur autodidacte, communicateur.

Pourriez-vous me parler de cette habitation dans sa globalité ?

La Maison de paille est un lieu-dit à flanc de montagne à 600 ou 700m en face des monts d'Auvergne, merveilleusement exposé au soleil d'après-midi avec une vue sur l'éternité.

La première décision prise fut que la maison devait s'intégrer dans le décor de la Maison de paille. C'est un terrain assez montagneux, nous avons donc décidé de reculer la maison dans le terrain. La maison était ainsi invisible depuis l'arrière, le terrain et le toit étant au même niveau. C'était notre but, à fois de l'ouvrir à la lumière et à la fois de lui fournir une grande inertie thermique. Une ouverture au soleil avec cette serre que nous avons décidé d'intégrer dans la maison et non pas d'exclure pour de nombreuses raisons, la mettre à l'abri du vent d'une part, et d'autre part, nous sommes partis avec l'idée que cette serre serait comme une zone tampon saisonnière. Elle est vitrée dans sa connexion avec la maison donc elle laisse passer la lumière. Cette espace est disponible en hiver lorsque le soleil est assez chaud, sinon elle reste fraîche. Ce système a vraiment bien fonctionné. L'on s'y installe au moindre moment où il fait soleil. C'est devenu une sorte de salon, l'endroit où l'on mange, où l'on prend l'apéro et puis on a une connexion immédiate avec l'extérieur.

Chauffage radiant basse température.

Le système de chauffage est composé de tuyaux sous dalle dans du gravier dans lesquels de l'air chaud circule très lentement (air chaud provenant d'un poêle). Sinon, l'air ne transmet pas sa chaleur à la dalle. Résultat, l'air chaud revient à 15-16°C alors qu'il rentrait à des chaleurs très élevées. Donc la chaleur est vraiment "perdue" dans le plancher. Ce qui est remarquable est qu'un plancher radiant chauffé à 15-16°C avec de l'air chaud génère une chaleur ressentie de 20-22°C alors que l'air ambiant n'est qu'à 16-18°C.

Cette maison est basée sur beaucoup d'inertie avec des murs épais

en paille, un toit végétal et un plancher chauffant. J'ai fait des maisons semblables au Québec que l'on pouvait abandonner par -30°C pendant 3 semaines sans que la température ne descende en dessous de 10°C .

Ce qu'on a fait dans le fond, c'est **réduire la demande énergétique en simplifiant la démarche. Il n'y a pas de technologie dans la maison**, juste un ventilateur, un bout de tuyau dans du gravier, des murs très isolants et un espace tampon qu'est le jardin d'hiver. **C'est un habitat bioclimatique. Ça suppose que l'on conçoive avec le lieu où s'est construit.**

Le jardin d'hiver joue-t-il un rôle dans le confort thermique de cette habitation ?

Absolument, quand le soleil est dans le jardin d'hiver, il devient largement assez chaud pour qu'il partage sa chaleur avec la maison.

Y-a-t-il des pertes thermiques dues au jardin d'hiver ?

Pas vraiment d'après ce que nous dit la propriétaire. Il y a du double vitrage partout sauf entre l'intérieur de l'habitation et le jardin d'hiver. Les écarts de températures ne sont pas importants et la toiture végétale protège bien le jardin d'hiver. De plus, cet espace est bien occupé, c'est un lieu de vie. S'il y a une perte thermique elle est minime. En revanche, **il y a un gain de confort et de qualité de vie qui lui ne se mesure pas mais qui est bien réel.**

Une de mes grandes influences est Edward Mezrie, qui est un peu un de mes grands gourous qui a écrit sur les maisons solaires ainsi que Ken Kern (Nord Américain) grand inspirateur des années 1970 et 1980 dans le domaine de l'auto construction. Une des choses qu'il nous a appris à tous est de **concevoir la maison comme un tout qui vit avec les saisons**. Le cœur de la maison peut être petit mais le tout peut être grand. Vous n'avez pas besoin d'occuper toute la maison durant les 12 mois de l'année. Faites des bâtiments utilitaires côté Nord, qu'il y ait des espaces tampons utiles sans nuire au cœur de la maison. Le jardin d'hiver au Sud est un parfait exemple de cette stratégie. **C'est un ajout à l'espace central qui 8 mois dans l'année sera tout à fait fréquentable et les 4 autres mois durant certaines occasions**. Mais lorsqu'il ne sera pas fréquentable, la serre permettra de limiter l'écart de température entre l'intérieur de la maison et l'extérieur. **Elle constitue une isolation**

utile (principe coquille ou isolation par volumes successifs).

Considérez-vous que ce jardin d'hiver est un ajout, un espace additionnel ?

Non le jardin d'hiver est indissociable du reste de la maison mais sa fonction, son utilité varie selon la saison. Il faut aussi prévoir le soleil d'été. Un dépassement de toit pour éviter le soleil d'entrer directement dans la maison mais lui permettant de pénétrer loin l'hiver. D'où l'intérêt de ne pas mettre un mur opaque entre le jardin d'hiver et la maison. **La luminosité est fondamentale. Le soleil ce n'est pas que de l'énergie thermique, c'est de la lumière.** Les hivers peuvent être un peu gris et longs alors on prend toute la lumière que l'on peut prendre.

Pourtant, j'ai lu dans certains ouvrages qu'il était conseillé de réaliser un mur épais ayant une masse thermique importante entre le jardin d'hiver et la maison. Qu'en pensez-vous ?

J'étais fasciné par le mur trombe. Le problème c'est que ça coûte de la lumière. J'ai fait des murs alternés mur trombe, vitrée. Mais ce mur de masse ne chauffera pas la maison, il maintiendra la température de la serre.

Que pensez-vous de réaliser un potager dans un jardin d'hiver ?

J'ai aussi fait dans un autre projet un potager dans un jardin d'hiver. Ce n'est pas simple. **Lorsque l'on rentre de la végétation et de l'humidité dans un endroit clôt, ce n'est pas évident à gérer.** Dans le contexte que je connais, ce que je préfère c'est de dire qu'en mars - avril il fait assez doux pour commencer les semis pour prendre de l'avance. Mais de là à faire un jardin d'hiver cultivé, oui, mais c'est une toute autre aventure. On le voit aujourd'hui, tout ce que ça demande comme technologie pour faire pousser trois salades dans un lieu clôt. Je pense que pour une maison avec utilisation domestique, **il faut garder les choses simples.**

Quelle est selon vous l'orientation la plus favorable pour un jardin d'hiver ?

Tout d'abord, y-a-t-il la possibilité de s'orienter comme on le souhaite? Moi j'ai toujours préféré orienter les maisons un peu à l'Est du Sud car **c'est le matin que la maison a le plus besoin d'énergie**, pas l'après-midi. Ça ne me gêne pas d'aller jusqu'à 25° - 30° à l'Est du Sud.

Savez-vous à quel moment des considérations énergétiques se sont ajoutées au jardin d'hiver en plus de ses autres fonctions ?

Jusqu'au choc pétrolier (1973) on ne s'est pas spécialement préoccupé de l'aspect énergétique solaire bien que l'architecture traditionnelle de certains pays l'utilisait déjà. On peut dater ça au début des années 1970, il y a eu d'abord ce réveil architectural au solaire d'abord passif. Philippe Strombe était dans cette mouvance de créer une réserve de chaleur sans artifice mécanisé.

Le premier projet que j'ai réalisé avec ce système de serre intégrée date de 1977-78. Je me suis rendu compte que la serre avait commencé à prendre de l'importance dans le Sud-Ouest américain dans les zones où les hivers ne sont pas trop froids et où il y avait un mouvement naissant d'auto construction dans les années 1960s qui expérimentait beaucoup de choses (dômes Buckminster Fuller, maison en terre, etc). Les travaux de B. Fuller ont ouvert les horizons en matière de formes architecturales. On est parti dans tous les sens, il y a eu beaucoup de bricolage. Dans les années 1970s, on a vu apparaître le concept du solaire, des principes bioclimatiques, des matériaux bio-sourcés et **murs en ballots de paille** que j'aime beaucoup car **ce matériau génère un confort et une tranquillité intérieure** en plus d'être économique et à la portée de tout le monde.

J'organisais des travaux sur des chantiers d'auto-constructeurs et je montrais que la construction était à la portée de tous. **La serre n'est qu'un élément dans tout ce système. On ne peut pas l'extraire comme un objet. C'est à l'intérieure d'une démarche.**

Il faut avoir un sens de l'économie. C'est surtout une question du bon matériau au bon moment, à la bonne place. Ce ne sont pas des maisons que l'on fait aujourd'hui mais de l'investissement. **La maison est devenue un objet spéculatif.** Ce ne sont pas des lieux de vie. Les gens construisent ou rénovent et revendent. Des gens vivent en faisant cela. Au prix où les maisons se vendent, beaucoup vont redécouvrir la valeur de l'auto-construction.

Maison évolutive

Je ne suis pas un architecte mais je peux aider les gens à concevoir leur maison. Je leur demandais combien de temps ils avaient pour la planifier ? **Parce qu'une maison c'est comme un bébé. Il faut la planifier pendant 8 à 9 mois avant de la construire. Ce n'est pas un objet une maison, c'est un lieu de vie.** J'essayais toujours de vendre ce concept que la maison est évolutive. Avez-vous besoin d'avoir la troisième chambre à coucher tout de suite maintenant ? Sinon on peut faire le cœur de la maison et laisser l'opportunité d'agrandir plus tard. Les gens sont formatés et conçoivent trop la maison comme un objet de consommation et pas comme un lieu de vie qui peut se transmettre. **Donnez une chance à la maison d'évoluer en même temps que vous car vous n'évoluerez pas comme vous penser.**

Concernant les normes, je me demandais comment vous avez pu construire en auto-construction ?

Lorsque l'on a fait la Maison de paille, on s'est fait dire par tout le monde que nous n'aurions jamais le permis de construire une maison pareille. Arrêtez de rêver ! Hervé Denonain (l'architecte) a négocié habilement et c'est passé très facilement. Qui a dit qu'impossible n'est pas français ? C'est drôle, je n'ai jamais autant entendu ce mot qu'en France. De fait, de nombreuses personnes ont pu construire ce type de maison assez facilement un peu partout en France dans des milieux plutôt ruraux.

J'ai même gagné une bouteille de champagne en pariant que le toit serait posé en une journée, ce qui était inconcevable pour le voisin. Ce même voisin m'a dit que la maison allait brûler comme elle était construite en paille. Alors j'ai commencé à mettre le feu à la maison, sachant que la paille ne brûlerait pas car trop compactée.

Moi, ce qui me fait plaisir, c'est que j'ai fait des petits. C'est-à-dire des gens qui comme moi ne sont pas des professionnels mais qui se sont créés un territoire d'intervention. C'est la chose qui me flatte le plus. On ne sait jamais ce qu'on laisse derrière soi. Il ne faut jamais se sous-estimer ou se surestimer. Toutes les personnes à qui j'ai transmis mes expériences ont mieux fait.

Personne n'est totalement inutile, on peut au moins servir de mauvais exemple.

Extraits de l'interview avec G. E

Réalisé le 14.12.2022

Durée : 1h32

G. E : Propriétaire et constructrice de la Maison de paille.

Pourriez-vous me parler globalement de votre jardin d'hiver et de son fonctionnement au cours des saisons ?

Ce n'est pas une serre de jardinier où l'on fait des petits plans, bien que j'en fasse. Le vitrage de la séparation entre la maison et le jardin d'hiver est un simple vitrage permettant au soleil d'entrer. Mais la nuit, il n'y a pas de soleil. On a donc décidé de mettre en place **des rideaux très épais que l'on ferme la nuit**. Néanmoins, si la journée il n'y a pas de soleil, il ne fait pas très chaud en hiver. Ce lieu refroidit un peu la grande pièce derrière où il y a le poêle.

Donc ça c'est l'hiver. Lorsqu'il y a du soleil, la serre va chauffer mais refroidit lorsque le temps est nuageux. L'été, si l'on ne fait rien, le soleil entre dans la serre et il fait trop chaud. Donc il a fallu mettre des protections (stores horizontaux) pour empêcher le soleil de pénétrer dans la serre malgré le fait que le bâtiment ait été conçu en fonction de la course du soleil. Cette protection nous donne un couvert devant la maison. On est à 700m d'altitude. Il y a donc un microclimat et il ne fait jamais très chaud sauf une quinzaine de jour l'été, les hivers n'étant plus très rigoureux.

De quelle manière vous êtes-vous appropriée ce jardin d'hiver ? A quelles activités, quelles fonctions cet espace est-il dédié ?

La cuisine étant intégré et ouverte sur le salon, il n'y a aucune table à manger. Par conséquent, **on utilise la serre comme salle à manger été comme hiver**. De plus, il y a un coin proche du mur végétal qui est une sorte de petit salon mais qui ne remplace pas le salon de l'intérieur. Donc **on se sert de ce jardin tous les jours, matin, midi et soir sauf lorsque l'on mange dehors le printemps et l'été**.

Ce jardin d'hiver est-il indispensable pour vous et pour le confort de la maison ? Quelle valeur ajoutée apporte-t-il ?

Pouvez-vous imaginer votre maison sans ce jardin d'hiver ?

Il nous permet d'avoir un salon-salle à manger plus grand. Il m'est difficile d'imaginer la maison sans car il a toujours été présent. Je me rappelle un vieil ami qui m'avait dit : **"A c'est quand même bien d'être là, on est dedans tout en étant à l'extérieur"** On a vraiment l'impression **d'être dehors**. Les baies vitrées font environ 10m de long. On se lève le matin, on est **devant la vue qui est extraordinaire**, sur la montagne qui est au loin et sur la terrasse et les arbres juste devant. Mais cela aurait pu être un seul et même espace, sauf qu'en général, on ne fait pas un salon avec 10m de baie vitrée. Néanmoins, je n'arrive pas m'imaginer que ça puisse être autrement. **C'est une pièce à vivre qui fait vraiment partie intégrante de l'habitation.**

C'est vrai qu'au printemps il m'arrive de faire des semis pour faire mon potager. Mais ça me permet aussi d'avoir des plantes qui ne sont pas indigènes. J'ai des citrons en ce moment même, qui ne sont pas encore murs, et un papyrus. L'été, le jardin d'hiver se vide, et l'hiver, on rentre toutes ces plantes qui ne supportent pas le froid. **Donc c'est plus une orangerie qu'une serre.**

De quelle manière ce jardin d'hiver contribue-t-il au confort thermique de l'habitation ? Y-a-t-il des pertes thermiques importantes ?

Il y a un gain thermique au printemps lorsque le soleil commence à pénétrer dans le jardin d'hiver, favorisant la montée en température. Les baies vitrées prennent le soleil et chauffent la maison. On ressent cette chaleur lorsque l'on va dans le jardin d'hiver. **Donc l'après-midi, lorsqu'il y a du soleil comme aujourd'hui, (14 décembre) on peut arrêter le poêle.** Le soleil à cette époque de l'année se couche vraiment en face de la serre. Ainsi, entre 13h - 13h30 et 16h30 - 17h, il chauffe le jardin d'hiver. De plus, comme on est sur un terrain en pente, il n'y a aucun obstacle car les tilleuls devant, qui nous procurent de l'ombre en été, n'ont plus de feuilles en hiver. **De plus, le soleil entre jusqu'au fond de la maison, profonde de 15-20m.**

Au niveau visuel, il y a un jeu de perception avec la réflexion du paysage contre les baies vitrées. J'ai été étonnée de voir l'extérieur se refléter dans les vitres. **Ça procure un avantage visuel et nous sommes sensible à cela.**

Le toit de la maison est un toit végétal qui a été vandalisé. On l'a donc refait en 2000. On ne parlait pas encore de bioclimatique à l'époque. **Cette maison est une expérimentation et l'une des premières dans son genre.** Concernant ses performances en matière d'isolation, aucun pont froid n'a été détecté.

Bibliographie

Littérature

Bill Yanda et Rick Fisher, *"Une Serre Solaire pour chauffer votre maison et pour jardiner toute l'année"*, Paris Eyrolles, 1976

Philippe Rahm, *"Histoire naturelle de l'architecture: comment le climat, les épidémies et l'énergie ont façonné la ville et les bâtiments"*, Deuxième édition, Paris: Pavillon de l'Arsenal, 2020

François Tanguay, *"Petit manuel de l'habitat bio-climatique"*, Edition de Mortagne, 1988

Olivier Vleeschouwer, *"Serre et Jardins d'Hiver"*, Di 1 ban, Paris: Flammarion, 2000

Guidetti Laurent, *"Manifeste pour une révolution territoriale"*, Zürich: Espazium, 2021

Colin Moorcroft, *"Designing for survival"*, Architecture Design 7, 1972

Sites internet - Conférences

Anna Chavepayre, *"Nous sommes le paysage"*, SUPERONDA TALK, 2021, <https://www.youtube.com/watch?v=nQRoCwDnXkc>

"DEXMA et les Degrés-Jours", Centre de Support DEXMA, consulté le 7 décembre 2022, <https://support.dexma.com/hc/fr/articles/360007866374-DEXMA-et-les-Degr%C3%A9s-Jours>

"Calcul de la position du soleil dans le ciel pour chaque localisation à n'importe quel moment", consulté le 17 décembre 2022, https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=fr

"Green Houses", Consulté le 1 décembre 2022, <https://www.greenart.info/greenhouses/index.html>

"HISTOIRE NATURELLE DE L'ARCHITECTURE", 2021, <https://www.youtube.com/watch?v=xDawzcySw2U>

"La Tour-de-Peilz | maison | labac", consulté le 10 janvier 2023, <https://labac.ch/fr/travaux/la-tour-de-peilz-maison>.

Alain Bornarel, Dominique Gauzin-Müller, et Philippe Madec, *"Manifeste pour une frugalité heureuse"*, consulté le 6 janvier 2023, <https://www.frugalite.org/fr/le-manifeste.html>

Solution ERA, *"Qu'est-ce que la masse thermique?"*, Solution ERA, 13 janvier 2020, <https://solutionera.com/articles/habitat-ecologique/maison-bioclimatique/masse-thermique/>.

"Quel est LE MEILLEUR ISOLANT pour faire un maximum d'économies ? - YouTube", consulté le 28 décembre 2022, <https://www.youtube.com/watch?v=SgvtVaR0RKE&list=PLtuGeLFS3-fJ9lwWBnegCPLHJXxt3prg&index=1&t=3s>

"SHED", consulté le 10 janvier 2023, http://www.greenart.info/public_html/greenhouses/SHED/index.html

Etudes de cas

01 La maison de paille

"*Climat, météo par mois, température moyenne pour Romagnat (France) - Weather Spark*". Consulté le 31 décembre 2022. <https://fr.weatherspark.com/y/49212/M%C3%A9t%C3%A9o-moyenne-%C3%A0-Romagnat-France-tout-au-long-de-l'ann%C3%A9>

Tanguay, François, "*Interview François Tanguay*", 7 décembre 2022

G. E, "*Interview G. E*", 14 décembre 2022

"*LA MAISON DE PAILLE 1*", Consulté le 21 décembre 2022, <https://eguillemette.blog4ever.com/photos/la-maison-de-paille-1>

"*Calcul de la position du soleil dans le ciel pour chaque localisation à n'importe quel moment*", consulté le 17 décembre 2022, https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=fr

02 Delta House

Cartes topographiques. "*Carte topographique Charsfield, altitude, relief*". Consulté le 3 janvier 2023. <https://fr-fr.topographic-map.com/map-mp4mz4/Charsfield/>

"*Climat Norwich: températures, précipitations, quand partir*". Consulté le 31 décembre 2022. <https://www.climatsetvoyages.com/climat/angleterre/norwich>

"*Delta*". Consulté le 3 janvier 2023. http://www.greenart.info/public_html/greenhouses/Delta/index.html

"*Green Houses*". Consulté le 1 décembre 2022. <https://www.greenart.info/greenhouses/index.html>

"*Calcul de la position du soleil dans le ciel pour chaque localisation à n'importe quel moment*", consulté le 19 décembre 2022, https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=fr

03 Ford Foundation

"A Large Office Greenhouse: The Ford Foundation Headquarters Built in 1967". Consulté le 2 janvier 2023. <https://www.domusweb.it/en/speciali/modern-work/2021/a-large-office-greenhouse-in-1967-the-ford-foundation-headquarters-was-built.html>

"AD Classics: The Ford Foundation / Kevin Roche John Dinkeloo and Associates | ArchDaily". Consulté le 1 décembre 2022. <https://www.archdaily.com/436653/ad-classics-the-ford-foundation-kevin-roche-john-dinkeloo-and-associates>.

Cartes topographiques, *"Carte topographique Manhattan, altitude, relief"*, Consulté le 2 janvier 2023. <https://fr-fr.topographic-map.com/map-bmktj/Manhattan/?center=40.75242%2C-73.9696&zoom=16>

"Climat, météo par mois, température moyenne pour Manhattan (New York, États-Unis) - Weather Spark", Consulté le 2 janvier 2023. <https://fr.weatherspark.com/y/24600/M%3%A9t%3%A9o-moyenne-%3%A0-Manhattan-New-York-%3%89tats-Unis-tout-au-long-de-l'ann%3%A9e>

Design Highlights: Ford Foundation Center for Social Justice Restoration - 05.18.2020, 2020, <https://vimeo.com/432495560>.

"Calcul de la position du soleil dans le ciel pour chaque localisation à n'importe quel moment", Consulté le 20 décembre 2022. https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=fr

s. n. *"Künstliche Umweltbedingungen : Ford Foundation-Center, New"*, Text/html,application/pdf,text/html, 1 septembre 1968. <https://doi.org/10.5169/SEALS-333315>

"Ford Foundation Building", s. d. <http://s-media.nyc.gov/agencies/lpc/lp/1970.pdf>

Pinterest. *"ceramix.co.za | Building, Ford foundation, Architecture"*, Consulté le 14 janvier 2023, <https://www.pinterest.com/pin/ceramixcoza--552183604288650715/>

04 Immeuble Bois-le-Prêtre

"1_ANNE LACATON_PRES_LIGHT.pdf", Consulté le 3 janvier 2023. https://www.vd.sia.ch/sites/vd.sia.ch/files/1_ANNE%20LACATON_PRES_LIGHT.pdf

"20130415-18380412ReduceReuseRecycle.pdf", Consulté le 3 janvier 2023. <https://www.lacatonvassal.com/data/documents/20130415-18380412ReduceReuseRecycle.pdf>

"Climat, météo par mois, température moyenne pour Paris (France) - Weather Spark, Consulté le 2 janvier 2023. <https://fr.weatherspark.com/y/47913/M%C3%A9t%C3%A9o-moyenne-%C3%A0-Paris-France-tout-au-long-de-l'ann%C3%A9>

"Conférence d'exception avec Anne Lacaton, prix Pritzker d'architecture", 2022. <https://www.youtube.com/watch?v=bRWJpQlsHsE>.

"lacaton & vassal", Consulté le 12 janvier 2023. <http://www.lacatonvassal.com/?idp=56#>

"Tour Bois-le-Prêtre by Druot, Lacaton & Vassal (253AR) — Atlas of Places", Consulté le 3 janvier 2023. <https://www.atlasofplaces.com/architecture/tour-bois-le-pretre/>

Compléments bibliographiques

Aureli, Pier Vittorio., *"Less Is Enough: On Architecture and Asceticism"*, s. d., 40

Frey Pierre, *"Learning from Vernacular: Towards a New Vernacular Architecture"*, Arles: Actes Sud, 2010

Birrer, Chloé, et Lisa Guiraud, *"Abri urbain. Prototype d'une structure habitable"*, 2016

Rouge, Mélanie, et Alexandre St-Amour, *"Lagom"*, 2015.

Bruno Känel et Sean Pasquier, *"FRAMING OF URGENCY, Une nouvelle typologie de serre"*, pdf, 31 août 2020

Marion Beuchat et Claire Montégudez, *"Le projet du confort dans l'architecture du XXème siècle L'école de Plein Air - Suresnes"*, pdf, juin 2022

Enoncé théorique projet de master

EPFL - Architecture - Semestre d'automne 2022-2023

Duncan Fouchet

Sous la direction de :

Professeur Enoncé théorique : Jérôme Chenal

Directeur pédagogique : Alexandre Blanc

Maître EPFL : Romain Dubuis