

Tours PB22 à La Défense STRATÉGIE MORPHOGÉNÉTIQUE

Architecte et ingénieur des Ponts et Chaussées, Philippe Chiambaretta pratique l'architecture de façon prospective. Partant du postulat qu'elle est le résultat d'un processus de production qui rend compte de l'équilibre complexe des forces politiques, économiques, techniques et culturelles, il considère que, pour comprendre ce processus et y participer, il faut savoir intervenir directement sur le code génétique de chaque projet avant d'en définir la forme. Injecter des gènes durables pourra-t-il mener à la conception de « tours vertes » ? Voici une exploration conceptuelle menée sur un programme environnementalement controversé.



Lorsque, en 2006, l'État engage une consultation pour le renouvellement du quartier d'affaires de La Défense, le groupe Foncière des régions (GFR), propriétaire d'un ensemble immobilier datant des années 1970, confie à l'agence PCA la mission d'explorer la possibilité sur cette emprise d'un projet ambitieux. L'architecte propose la construction de deux tours : l'une à usage tertiaire d'une hauteur de 235 mètres, l'autre, résidentielle, de 145 mètres. La quasi-totalité des tours de La Défense sont conçues selon un processus d'extrusion. Leur forme peut être dessinée à partir d'une base polygonale qui est « étirée » verticalement afin d'obtenir un volume. Le processus de création se réduit donc à un plateau type dessiné une fois puis répété à chaque étage. Le plan de relance « La Défense 2015 » prônant l'audace, il convient de renoncer à cette géométrie. Pour rompre avec le schéma habituel des tours d'ancienne génération, pour échapper aux cylindres ou parallélépipèdes tronqués, l'agence PCA adopte une démarche de développement formel du bâtiment, fondée sur une logique de croissance et non d'extrusion, en somme une logique plus « naturelle » qu'industrielle et standardisée.

Optimiser le rapport aux éléments naturels

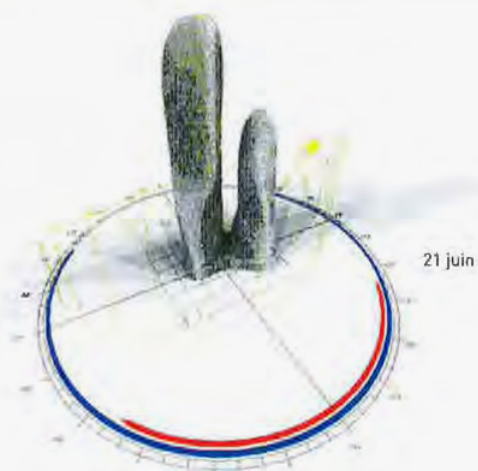
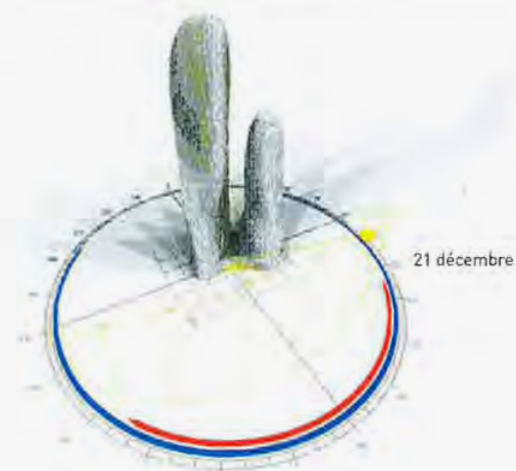
Prolongeant une expérimentation initiée en 2004 pour la réalisation de la nouvelle façade du Centre de création contemporaine de Tours¹, Philippe Chiambaretta développe un « scan » vertical où les plateaux subissent un jeu de déformations et de rotations progressives, discontinues mais perçues en façade comme un mouvement continu très sculptural. Afin d'éviter un résultat purement formel, l'architecte pressent qu'il faudrait donner un sens à ces déformations. Les tours sont, par leur hauteur, très exposées aux éléments climatiques : leur silhouette organique est l'aboutissement d'une démarche

plaçant les exigences environnementales au cœur du processus de conception. Le recours aux technologies numériques de modélisation et de simulation permet d'introduire dans les gènes du projet les objectifs d'un développement durable. Ainsi, la déformation et la rotation des plateaux optimisent-elles à chaque étage la prise au vent, les vues et l'ensoleillement. Le projet est modélisé par itérations successives sur 3ds MAX en essayant de satisfaire au mieux ces objectifs². Ce travail empirique fait ensuite l'objet d'une simulation a posteriori à l'aide des logiciels Ecotect et Fluent.

Représenter pour ajuster

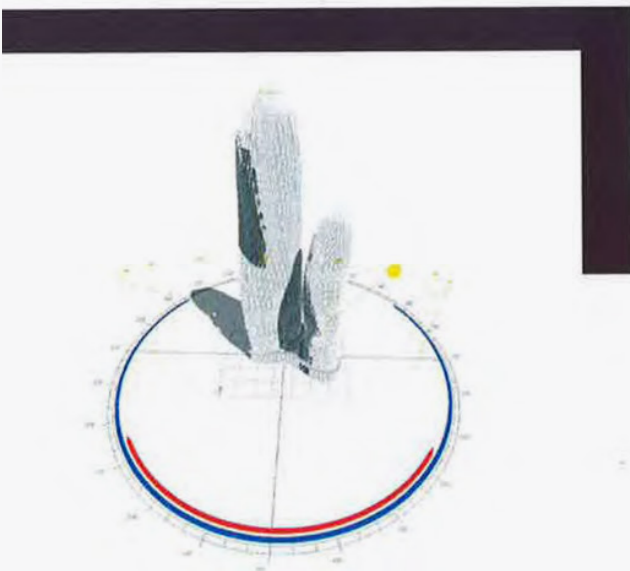
Ecotect est un outil d'analyse des performances environnementales du bâtiment, qui intervient dès la phase de conception. À partir de fichiers de données météorologiques, la direction, la fréquence et la vitesse des vents dominants sont directement visualisées sur un modèle géométrique. Une grille d'analyse en 3D de ce modèle peut être élaborée, elle permet le dialogue avec d'autres outils utilisant la technologie de la mécanique des fluides, comme le logiciel Fluent, dont les résultats sont à nouveau importables dans Ecotect. Ainsi sont réalisées des simulations – par exemple sur la circulation de l'air entre les bâtiments et autour, dans un univers urbain complexe. Ici, elles ont rendu possible la validation de la morphologie asymétrique des tours. Parmi les nombreuses fonctions offertes par ce logiciel, figure aussi la réalisation d'un héliodion virtuel, c'est-à-dire l'affichage de la position et la

Irradiations solaires cumulées : la morphologie irrégulière des plateaux génère des effets d'autoprotection de la tour sur elle-même.





Le site PB22 est situé à une limite franche entre la Dalle de la Défense et la ville de Puteaux, rendant toute connexion difficile. Le projet propose de faire émerger de nouvelles liaisons par la construction d'un socle. Il réside dans un programme mixte intégrant des bureaux, logements, hôtel, résidence hôtelière ainsi que des commerces et des espaces d'exposition au rez-de-dalle.



i

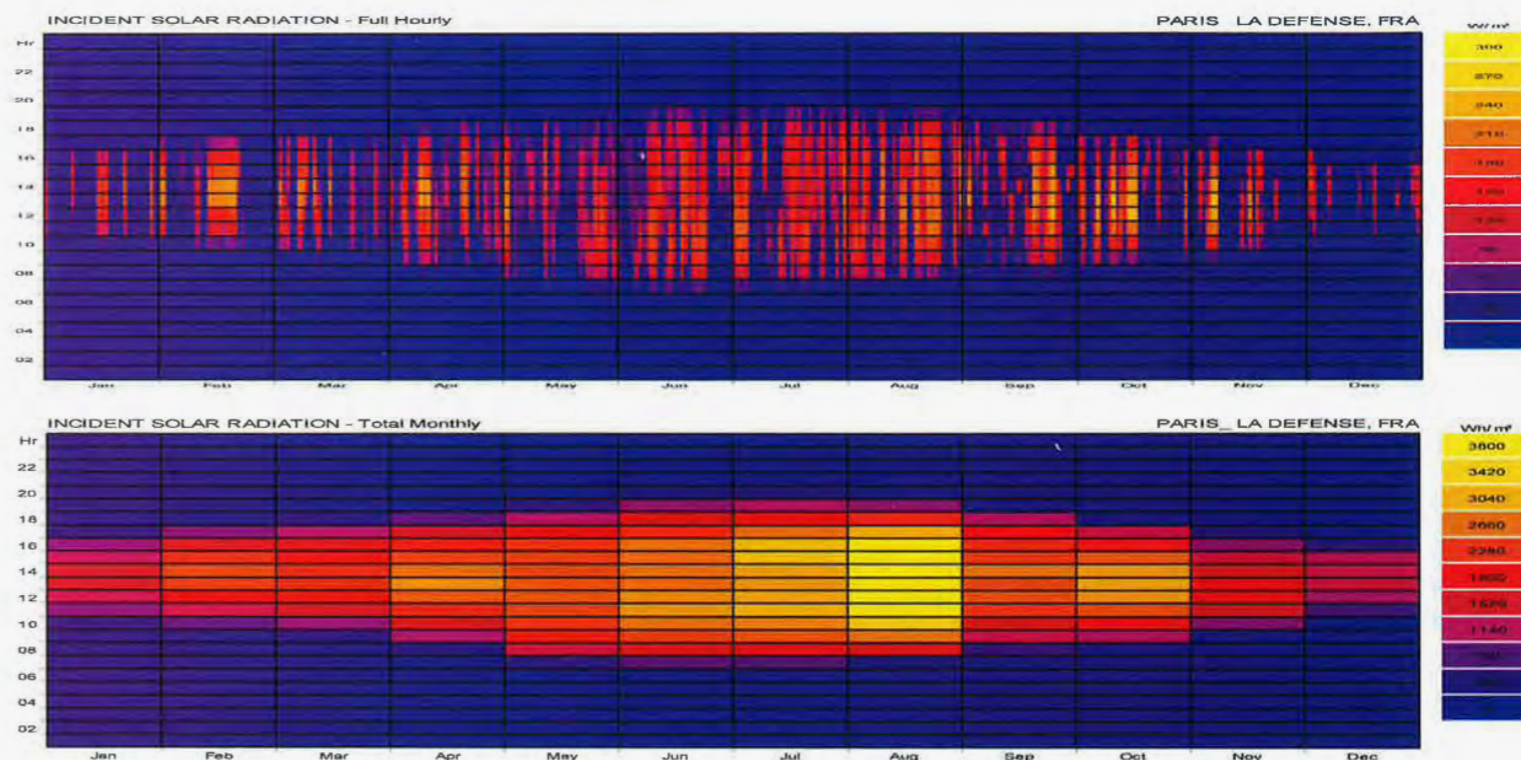
Pour en savoir plus

- www.pca-architecture.com (Philippe Chiambaretta Architectes / Production Conception Architecture)
- <http://edmondchippinti.blogspot.com>
- Jusqu'au 18 février 2009, sur le parvis de la Défense, l'EPAD organise une exposition sur le concours de la Tour Signal. La maquette du projet PB22 développé par PCA y sera présentée.
- *Tours Architectures*, Philippe Chiambaretta/PCA : deux projets. Textes de Marie-Ange Brayer, Alain Julien-Laferrière, Clément Dirié, Aurélien Gilier, Éditions Monografik, (monografik-editions.com).

Sites des éditeurs de logiciels mentionnés

- www.autodesk.fr
- www.ecotect.com
- www.wolfram.com
- www.fluent.com

Analyse du rayonnement sur les tours PB22 /19 octobre 2007



Les deux tours, l'une de bureaux – à l'activité diurne – et l'autre de logements et hôtels – à l'activité nocturne – répondent à des préoccupations thermiques opposées. La première, avec son excédent d'apport interne (ordinateurs), est concernée par une thermique d'été, et donc à des questions de rafraîchissement. La deuxième relève plutôt d'une thermique d'hiver, avec des questions de chauffage. Leur morphologie offre des orientations variables aux différents étages, afin de gérer au mieux l'ensoleillement.

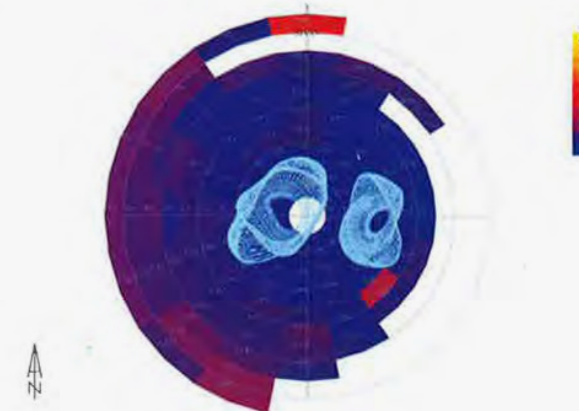
trajectoire du soleil par rapport au modèle, à n'importe quelle date ou heure. Les ombres sont projetées sur le modèle à un instant donné ou, par exemple, superposées pour représenter l'ensoleillement de toute une journée. Ce programme permet de visualiser à l'aide d'un code couleur le rayonnement solaire incident sur les différentes surfaces. Le concepteur peut alors prendre en compte cette information pour traiter la façade de façon optimale. Après modification, il est possible de quantifier les effets des différentes approches de protection solaire envisagées. Sur le projet PB22, chaque plateau en se décalant crée un pare-soleil pour le niveau inférieur, la dimension des décalages a pu être réglée de manière très rigoureuse de façon à réduire les apports solaires lorsque cela se révélait nécessaire. La profondeur du débord, variant de 40 centimètres à 2,40 mètres en partie sud, est donc dimensionnée par rapport à l'orientation. Ces fonctions permettent encore d'estimer la production d'énergie de chaque panneau solaire tout au long de l'année et de les positionner à l'endroit le plus rentable : 7 000 mètres carrés de panneaux photovoltaïques sont ainsi intégrés à la forme du débord sur les nez de dalles non accessibles de la tour de bureaux.

Privilégier le low tech pour réduire les coûts

Contrairement à la plupart des projets de « tours vertes », le principe d'une double peau unique enveloppant l'ensemble n'est pas retenu, car il est économiquement hors de portée.

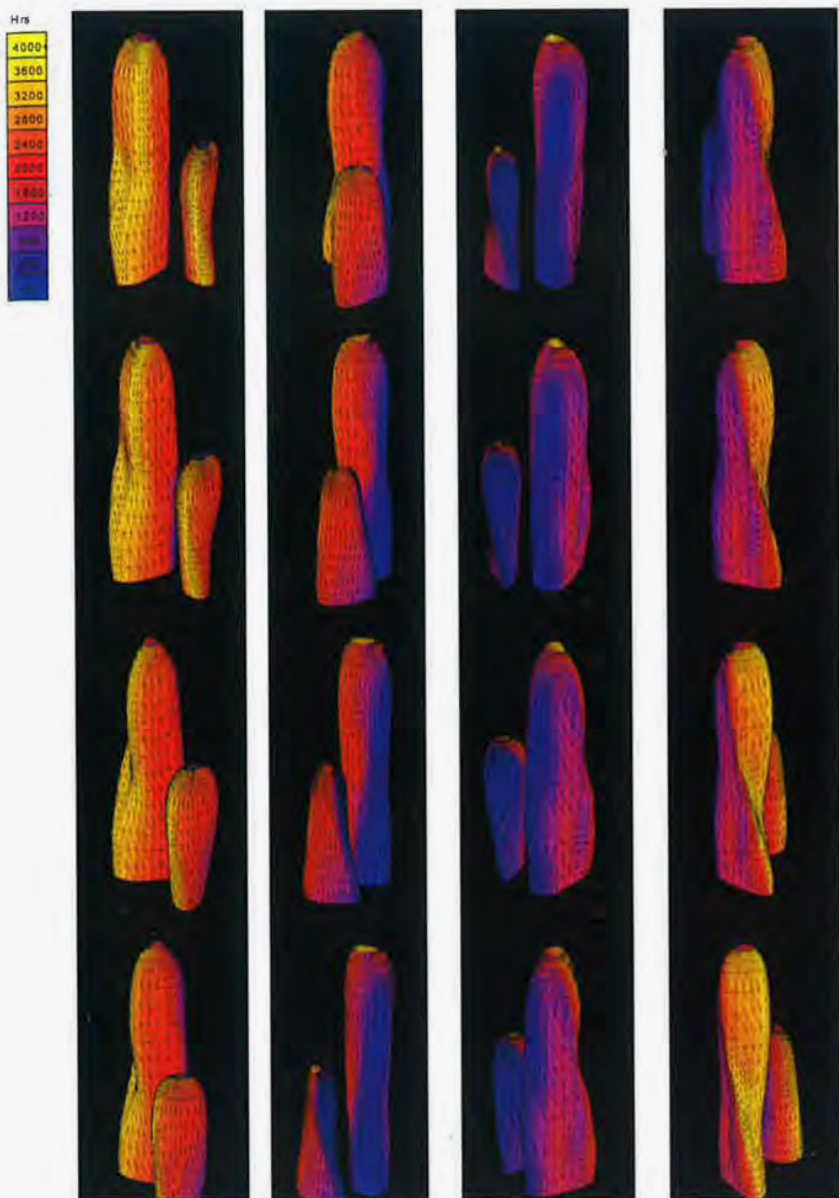
Vents dominants

Températures de vent minimum



L'orientation et la forme en goutte des tours réduisent leur résistance au vent. On peut estimer qu'une réduction de 15 % de la pression moyenne du vent exercée sur une tour permet de diminuer la rigidité du noyau et l'épaisseur du voile périphérique de 10 %, soit l'équivalent de 1 800 m³ de béton économisé, 1,5 million d'euros sur le coût de la construction avec un gain de surface utile de 450 m² à SHON constante, selon le bureau d'études Franck Bouütté.

Simulations d'ensoleillement sur les tours

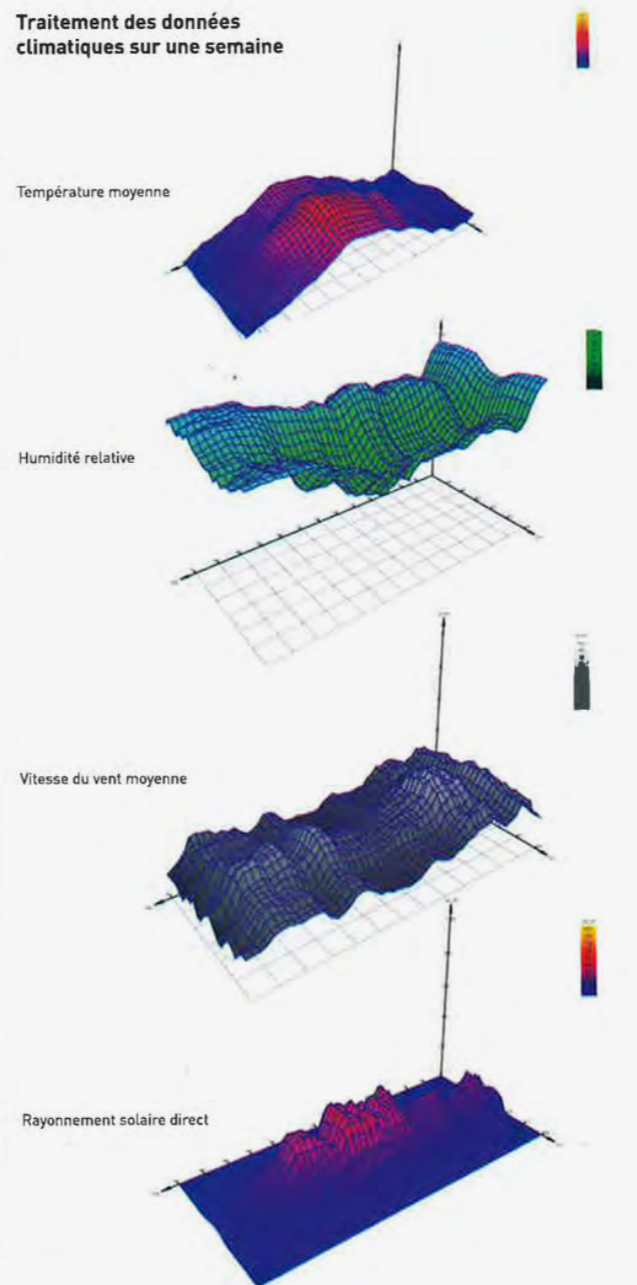


PB22 sunlight from towers
Total Sunlight Hours
Value Range: 0.0 - 4000.0 Hrs
© ECOTECT v5

Analyses des données de rayonnement

MONTH	AVAIL Wh/m2	INCIDENT Wh/m2	TOT.Wh	ABSORBED Wh/m2	TOT.Wh
Jan	44318	9117	596	8382	417
Feb	58551	12049	788	8434	552
Mar	86937	14227	931	9959	651
Apr	126536	19864	1299	13905	910
May	163238	24284	1589	16999	1112
Jun	184959	28397	1858	19878	1300
Jul	197520	32008	2094	22405	1466
Aug	191655	35070	2294	24549	1608
Sep	121043	21745	1422	16222	996
Oct	92541	19119	1251	13383	875
Nov	51949	11166	730	7816	511
Dec	27969	5399	353	3780	247
TOTALS	1347214	232445	15206	182711	10644

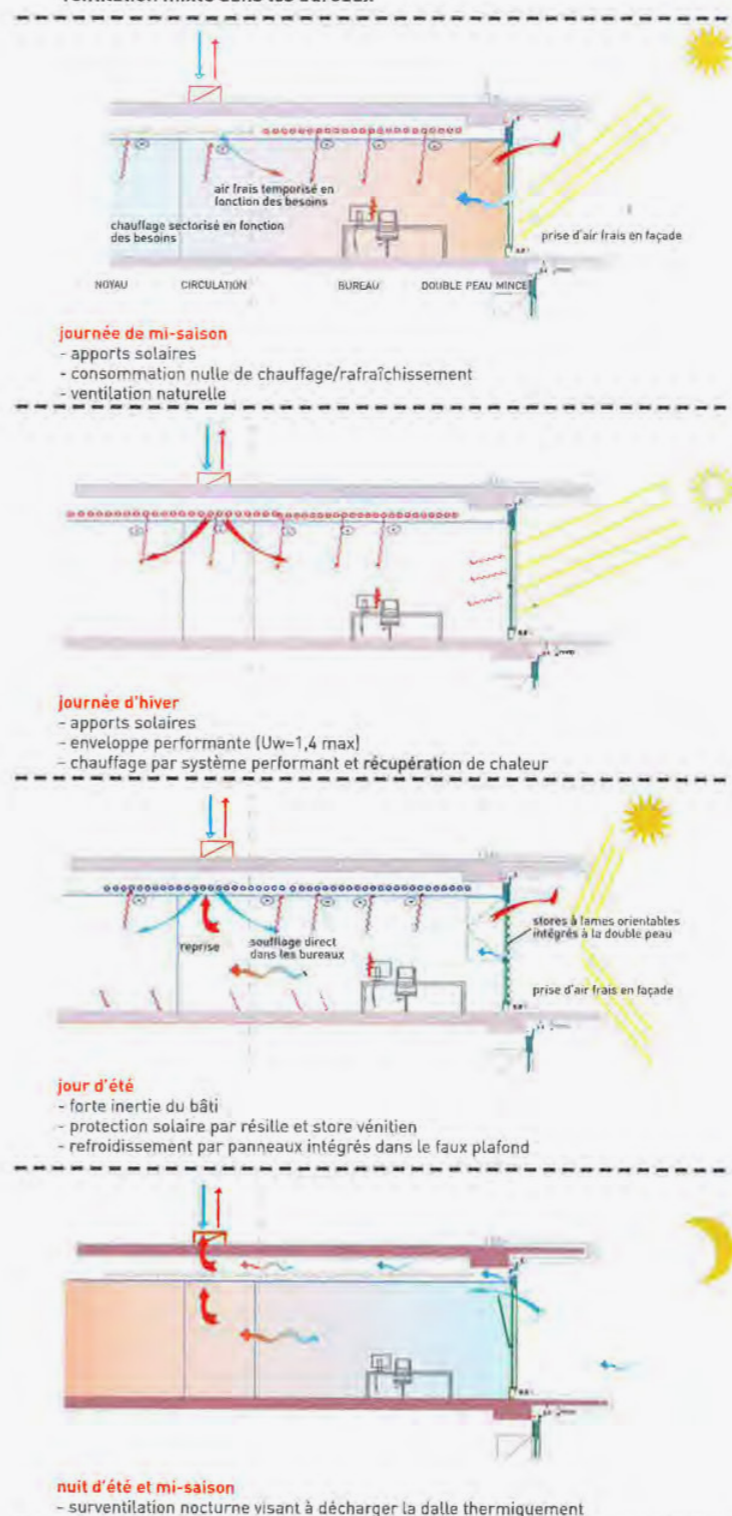
Traitement des données climatiques sur une semaine



Maquette complexe

Le recours au prototypage rapide, c'est-à-dire à une chaîne d'outils performants permettant des représentations du projet peu dispendieuses est d'autant plus justifié que les formes sont complexes. Si la maquette de ce projet de tours reste réalisable par des procédés traditionnels, le caractère organique de sa forme rend sa fabrication longue et coûteuse. S'ajoutant aux modèles numériques 3D déjà évoqués, la création d'un modèle stéréo-lithographique (exportation du fichier au format STL) permet la réalisation d'une maquette solide à l'aide d'une machine utilisant un laser et procédant par ajout de matière, par tranches successives. Le procédé nommé frittage consiste à chauffer une poudre sous l'action du laser et à solidifier ainsi chaque couche successivement. La douceur des formes obtenues souligne les qualités plastiques du projet.

Ventilation mixte dans les bureaux



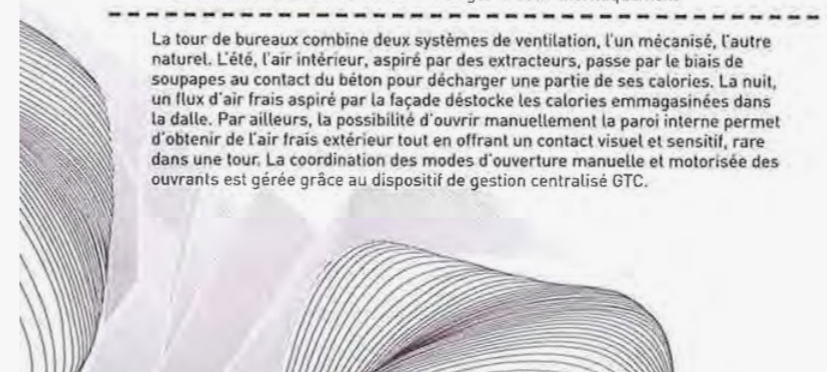
Philippe Chiambaretta privilégie des stratégies simples pour chacune des questions posées. Les usages résidentiels et tertiaires, aux besoins et consommations différents, sont compartimentés chacun dans une tour. Les façades en retrait sont constituées d'éléments standard mais performants ; les débords comprennent des chéneaux de récupération des eaux de pluie qui servent également de support à des échelles coulissantes pour le nettoyage des façades, sans utiliser d'autre énergie que celle du personnel d'entretien. Des jardins ouverts sur une double hauteur constituent un réservoir d'air tempéré assurant le confort des espaces de vie ainsi qu'une protection visuelle pour les logements situés en regard des bureaux.

Au-delà de l'expérimentation

« Le principe de génération automatique de la forme à partir de quelques paramètres est intellectuellement séduisant mais demeure inadapté à certains programmes architecturaux ou urbains », admet le fondateur de PCA. De fait, la morphogenèse n'est pas la seule approche méthodologique de l'agence. Néanmoins, la part intuitive engagée sur les tours devrait rapidement céder la place à une démarche plus rationnelle, notamment vers des solutions logicielles telles que Mathematica, un outil de calcul formel intégrant un moteur de calcul symbolique et numérique³. « Il s'agit de voir jusqu'où peut mener ce type de démarche très scientifique de détermination de la forme et identifier ce moment où l'architecte doit reprendre la main. » Pour cela, Philippe Chiambaretta compte renforcer la compétence scientifique au sein de son agence. Le développement durable comme vecteur de créativité peut être une manière de questionner le rapport entre sciences et arts. L'enjeu est de taille : l'émergence probable d'une nouvelle esthétique architecturale. ☒

dominique jézéquellou

1. Le Centre de création contemporaine de Tours est doté d'une seconde peau assurant les fonctions communicantes et esthétiques du bâtiment. Une vague, formée par des lames de plexiglas éclairées par des LEDs, dessine un paysage discontinu évoquant certaines pratiques de l'art cinétique.
2. 3ds MAX est un logiciel de modélisation, de rendu et d'animation 3D développé par la société Autodesk. C'est un des logiciels de référence dans le domaine de l'infographie.
3. Avec Mathematica, les résultats des calculs sont utilisables sous forme de texte, de formules ou d'images. Un langage de programmation permet de créer de nouvelles applications. Un protocole de communication facilite l'échange de données avec d'autres logiciels et d'autres langages.





↳ Fiche technique

Lieu : La Défense, Paris.
Maîtrise d'œuvre : Philippe Chiambaretta/PCA.
Maîtrise d'ouvrage : Groupe Foncière des régions (GFR).
Bureaux d'études : Agence Franck Boutté (environnement), Setec TPI (structure), Flack and Kurtz (fluides), CEEF (façades), Odile Soudant Light Design (éclairage), Terrasol (études géotechniques et géologiques), Lerchs Bates (circulations verticales), Edmondo Occhipinti (simulations soleil/vent).
Surface : 150 000 m².
Hauteurs : 235 m (tour A), 145 m (tour B), 12 m (dalle).
Calendrier : 2006-2008.