

JANVIER
2024

POSITION PAPER

estp

CONSTRUCTEURS D'UN NOUVEAU MONDE

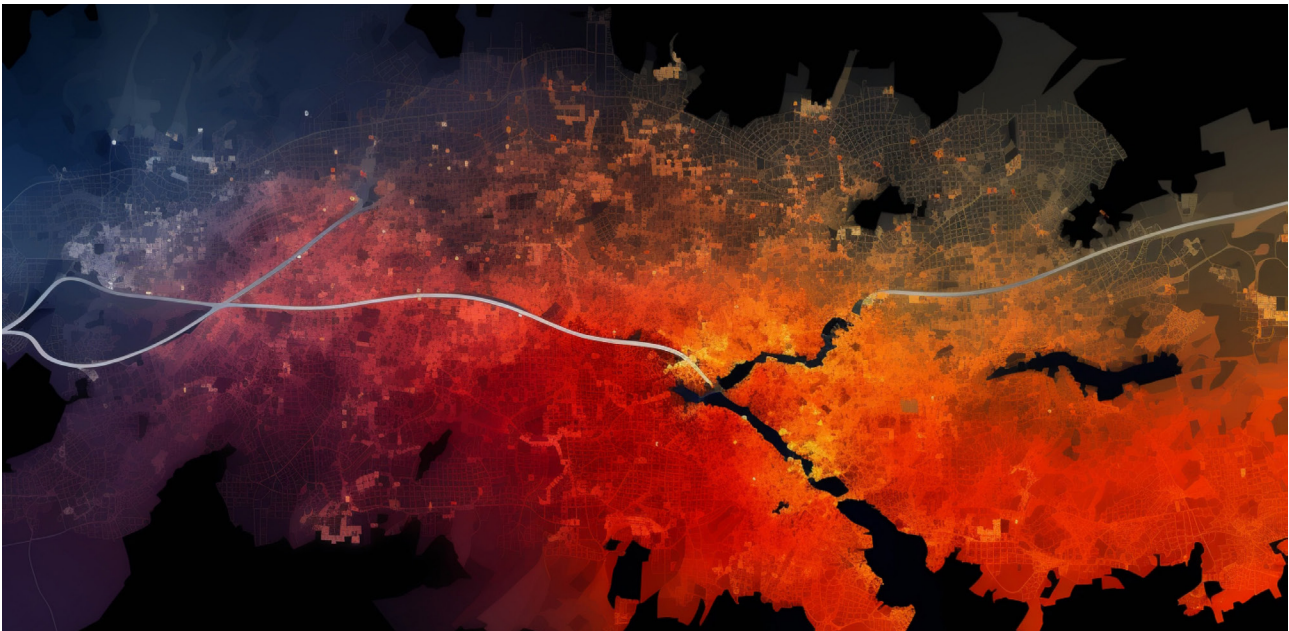
ÎLOTS DE CHALEUR URBAINS

Quelles solutions pour que nos villes
restent vivables ?

Par/by
GILLES BÉTIS
Responsable du
développement
et de l'innovation
ESTP/Head of
Development
and Innovation,
ESTP

URBAN HEAT ISLANDS

A decarbonization solution
already revolutionizing
the construction industry



L'îlot de chaleur constitue un véritable défi pour les métropoles, confrontées à des températures toujours plus élevées, notamment en période estivale. Non seulement ce phénomène n'est pas sans conséquences sur la santé ni sur le bien-être des habitants, mais les risques s'accroissent à mesure de l'accélération du dérèglement climatique.

L'îlot de chaleur urbain traduit l'incapacité d'un milieu très urbanisé à évacuer la chaleur accumulée tout au long de la journée, une fois la nuit tombée. La différence de température peut alors atteindre plusieurs degrés avec les températures des zones rurales environnantes. Question urbanistique mais aussi éminemment sociale et politique, la lutte contre l'îlot de chaleur doit être érigée en priorité si nous voulons que nos villes restent vivables à l'heure où les périodes de canicules vont augmenter en nombre, en durée et en intensité.

Les enjeux sont tout d'abord sanitaires, mais aussi énergétiques et économiques.

Quelles sont les solutions ? Comment repenser la ville pour faire face à cette nouvelle donne climatique ?

COMPRENDRE LES FACTEURS QUI FAVORISENT L'ACCUMULATION DE CHALEUR

Certaines caractéristiques de nos villes sont propices à l'accumulation de chaleur. Les matériaux utilisés dans la construction jouent un rôle prépondérant et

The heat island is a real challenge for metropolises facing increasingly high temperatures, particularly in summer. Not only does this phenomenon have an impact on the health and well-being of city dwellers, but the risks are increasing as climate change accelerates.

The urban heat island reflects the inability of highly urbanized areas to dissipate accumulated heat throughout the day, once night falls. This can result in a temperature difference of several degrees with surrounding rural areas. The fight against the heat island is not only an urban planning issue, but also an eminently social and political one, and must be made a priority if we want our cities to remain livable as heatwaves are set to increase in number, duration and intensity.

The stakes are first and foremost health-related but also encompass energy and economic considerations.

What are the solutions? How can we rethink the city to confront this new climatic reality?

UNDERSTANDING HEAT BUILD-UP FACTORS

Some of cities features foster heat build-up. The materials used in construction play a key role, and some highly contribute to overheating. This is particularly true for dark materials, whereas light materials reflect more solar energy. Albedo measures this reflective capacity. In concrete terms, the higher the albedo, the greater the reflection and the less heat the material stores.

constituent, pour certains, d'importants facteurs de surchauffe. C'est le cas notamment des matériaux sombres là où les matériaux clairs, eux, réfléchissent davantage l'énergie solaire. L'albédo mesure cette capacité de réflexion. Concrètement, plus l'albédo est élevé, plus la réflexion est importante, et moins le matériau emmagasine de chaleur.

La demande croissante de logements dans les villes a également poussé les constructeurs et les collectivités à ériger des bâtiments hauts, piégeant la chaleur et ne favorisant pas la circulation de l'air, ce qui constitue un facteur aggravant. On parle alors de canyons urbains en référence à des zones encaissées, par nature complexes à rafraîchir.

Les îlots de chaleur résultent aussi de phénomènes anthropiques, dus aux activités humaines, générant 24 heures sur 24 une quantité additionnelle de chaleur dans l'espace urbain. Outre la pollution et les gaz à effet de serre qu'ils émettent, les véhicules à moteur thermique en sont un exemple majeur.

L'usage de la climatisation est un autre facteur aggravant. L'efficacité des climatiseurs destinés à refroidir l'air intérieur des bâtiments fait oublier la quantité de chaleur qu'ils libèrent à l'extérieur, augmentant la température de l'air ambiant dans les zones urbanisées. Le tout au prix d'une dépense énergétique très importante.

Si l'air extérieur ne peut se refroidir suffisamment durant la nuit, alors la ventilation nocturne des bâtiments sera insuffisante pour permettre un rafraîchissement naturel efficace avant une nouvelle journée de canicule.

LUTTER CONTRE L'ÎLOT DE CHALEUR: UN ENJEU POUR LE GÉNIE CIVIL

Deux axes sont à considérer. Le premier vise à réduire la quantité de chaleur absorbée par les espaces extérieurs et les bâtiments du tissu urbain, en choisissant matériaux et ombrages, en végétalisant et en faisant la chasse aux calories inutilement dissipées.

The growing demand for housing in cities has also prompted builders and communities to erect tall buildings that trap heat and hinder air circulation, which is an aggravating factor. These are known as urban canyons, in reference to areas that are steep and, by their very nature, difficult to cool.

Heat islands also result from anthropogenic phenomena, stemming from human activities generating additional heat in urban areas 24/7. In addition to the pollution and greenhouse gases they emit, combustion-powered vehicles are a major example.

Another aggravating factor is the use of air conditioning. The efficiency of air conditioners designed to cool indoor air belies the amount of heat they release outside, raising the ambient air temperature in urbanized areas. All this comes at a very high energy cost.

If the outside air cannot cool down sufficiently during the night, then nighttime ventilation of buildings will be insufficient to provide effective natural cooling before another day of heatwave.

COMBATING THE HEAT ISLAND: A CHALLENGE FOR CIVIL ENGINEERING

There are two main points to consider. The first is to reduce the amount of heat absorbed by outdoor spaces and buildings in the urban fabric, by choosing the right materials and shading, greenery and by actively addressing unnecessary heat loss.

The second is to refresh the atmosphere, both indoors and outdoors, in the various living and working places.

Reflecting and shading

There are many solutions available to fight against heat islands, starting with those designed to reduce





Le deuxième s'attache à rafraîchir l'atmosphère, tant extérieure qu'intérieure, dans les différents lieux de vie et d'activité.

Réfléchir et ombrager

De nombreuses solutions existent pour lutter contre les îlots de chaleur, à commencer par celles visant à réduire l'accumulation de chaleur dans l'espace urbain. L'une d'elles consiste à travailler avec des matériaux réfléchissants, donc avec un albedo élevé. Un toit blanc a par exemple tendance à réfléchir la chaleur, alors qu'un toit noir a tendance à l'absorber. En revanche, il faut prendre garde à l'impact de l'énergie solaire réfléchi par les sols et par les murs, sur les personnes à proximité de ces surfaces blanches, car ce seront elles qui capteront et accumuleront cette chaleur, d'où des risques potentiels sur leur bien-être ou sur leur santé.

Pour se protéger efficacement des rayons solaires, les ombrages - qu'ils soient fixes ou amovibles, textiles ou intégrés à l'architecture - sont de plus en plus utilisés. Ils permettent de protéger les surfaces extérieures trop minérales et trop foncées, ainsi que les murs ou les terrasses des bâtiments. Brise-soleil ou volets mobiles sont des solutions à privilégier, alors que les stores intérieurs sont à proscrire car ils enferment la chaleur derrière les surfaces vitrées. Les nouveaux types de verrages actifs à la disposition des architectes - thermochromes, électrochromes, photochromes (voire photovoltaïques) - permettent de s'isoler de la chaleur l'été, tout en permettant les apports solaires bénéfiques en hiver.

Végétaliser et gérer la ressource hydrique

La végétalisation est également une solution pertinente, qui génère deux effets bénéfiques. Tout d'abord, qu'elle soit grimpante ou de haute tige, la végétation constitue un ombrage naturel. Ensuite, elle rafraîchit l'atmosphère par le biais de l'évapotranspiration, capacité de ses feuilles à évaporer l'eau puisée par ses racines et à rafraîchir ainsi l'air ambiant.

Mais, encore faut-il que cette végétation dispose d'une quantité d'eau suffisante durant toute la durée des

heat accumulation in urban spaces. One of them is to work with reflective materials, which have a high albedo. For instance, a white roof tends to reflect heat, while a black roof tends to absorb it. However, caution is needed regarding the impact of solar energy reflected by white surfaces on individuals nearby, as they may absorb and accumulate this heat, with potential risks to their well-being or health.

To provide effective protection against solar radiations, shading devices - whether fixed or removable, textile or integrated into the architecture - are being increasingly employed. They help protect outdoor surfaces that are too mineral and dark, as well as walls and terraces of buildings. Sunshades or movable shutters are preferred solutions, whereas interior blinds should be avoided as they trap heat behind glass surfaces. The new types of active glazing available to architects - thermochromic, electrochromic, photochromic (and even photovoltaic) - provide insulation from summer heat, while allowing beneficial solar gains in winter.

Greening and managing water resources

Greening is also a relevant solution, generating two beneficial effects. Firstly, whether climbing or tall-stemmed, vegetation provides natural shade. Secondly, it refreshes the atmosphere through evapotranspiration, the ability of its leaves to evaporate the water drawn by its roots, thus cooling the surrounding air.

However, this vegetation still needs to hold sufficient water throughout the droughts and heatwaves periods expected in the coming decades.

This brings us to a crucial concept: the management of water resources. A real civil engineering issue, the question of urban heat islands is inevitably linked to the management of rainwater and precipitation in urban areas. Ensuring proper management of local water reserves, whether under normal or exceptional conditions, calls for the development of reserves such as rain gardens, rain trees, Stockholm pits and reservoir pavements, as well as ditches and

périodes de sécheresse et de canicules, auxquelles il faut s'attendre durant les prochaines décennies.

Réside là une notion très importante : celle de la gestion de la ressource hydrique. Réelle problématique de génie civil, la question de l'îlot de chaleur est inéluctablement liée à celle de la gestion des eaux pluviales et des précipitations en milieu urbain. Garantir une bonne gestion des réserves d'eau locales, que ce soit en régime usuel ou en régime exceptionnel, implique l'aménagement de réserves de type jardins de pluie, arbres de pluie ou fosses de Stockholm, chaussées réservoirs, mais aussi de noues et de jardins submersibles qui permettront également la limitation des crues. Les sols minéraux seront désimpermeabilisés pour permettre l'infiltration des précipitations. Il est par exemple possible de s'orienter vers des enrobés, des bétons ou des pavés drainants.

Corolaire de ces dispositifs de rafraîchissement bio-inspirés, la question de la conception aéraulique des quartiers est cruciale pour permettre la circulation de l'air frais au gré des régimes de vents dominants. Couplée à des plans d'eau, des bassins, voire des jets d'eaux ou des dispositifs de brumisation, la circulation de l'air rafraîchi permettra d'abaisser les températures aux environs.

Maximiser l'inertie et le déphasage thermique, évacuer la chaleur

Pour améliorer le confort d'été, nous recherchons deux qualités pour nos bâtiments : d'une part, qu'ils puissent accumuler et conserver la fraîcheur intérieure pendant plusieurs jours, ce qu'on appelle l'inertie thermique. D'autre part, qu'ils retardent l'intrusion du front de chaleur venant de l'extérieur du bâtiment pendant au moins la durée du jour, c'est le déphasage thermique.

Des matériaux isolants à grand déphasage thermique, comme les panneaux de fibre de bois, seront alors utilisés à l'extérieur, alors que les dalles de plancher et les murs maçonnés renforceront l'inertie thermique à l'intérieur. Si, de plus, nous utilisons des matériaux géosourcés tels que la terre crue, par exemple pour les cloisons intérieures, alors la régulation passive de l'humidité intérieure sera également améliorée, renforçant le confort intérieur perçu.

Pour permettre un confort optimal durant de longues périodes de chaleur estivale, il est nécessaire de « recharger » cette inertie thermique intérieure aux heures fraîches de la nuit en sur-ventilant le bâtiment, et de permettre aux matériaux isolants extérieurs de « décharger » la quantité de chaleur accumulée pendant la journée, pour autant que la température extérieure puisse baisser suffisamment.



submersible gardens, which will also help to limit flooding. The restoration of mineral soils permeability will allow rainfall infiltration. Options include draining asphalt, concrete or paving stones.

As a corollary to these bio-inspired cooling mechanisms, the issue of the aeraulic design of neighborhoods is crucial to enable the circulation of fresh air according to prevailing wind patterns. Coupled with water features such as ponds, basins, or even water jets and misting devices, the circulation of cooled air will help lower temperatures in the vicinity.

Maximizing thermal inertia and phase shifting, dissipating heat

To improve summer comfort, we look for two qualities in our buildings: firstly, they must be able to accumulate and retain interior coolness over several days, known as thermal inertia. Secondly, they should delay the intrusion of external heat for at least the duration of the day.

Insulating materials with a high thermal phase shift, such as wood fiber panels, will then be used externally, while floor slabs and masonry walls will reinforce thermal inertia indoors. In addition, if we use geosourced materials such as raw earth, for example, for interior partitions, then passive regulation of indoor humidity will also be improved, enhancing perceived indoor comfort.



Réduire les apports anthropiques

Une autre disposition majeure dans la lutte contre les îlots de chaleur consiste à réduire toutes les sources anthropiques qui émettent de la chaleur en extérieur. Cela implique notamment de réduire, et si possible de supprimer, l'usage de la climatisation, et de passer d'une mobilité thermique à une mobilité électrique ou douce.

En intérieur il s'agira de limiter les sources de chaleur que représentent l'éclairage, en privilégiant l'éclairage naturel, les puits de lumière et l'éclairage LED, mais aussi les différents appareils électriques et électroniques, en particulier les équipements bureautiques ou audiovisuels, surtout lorsque personne ne les utilise ou ne les regarde.

Rafrâichir les bâtiments

À partir du moment où les mesures précédentes ont été prises, ou si elles s'avèrent insuffisantes ou inapplicables, l'enjeu est de se détourner de l'usage de la climatisation pour privilégier d'autres moyens de rafraîchissement. Certains, fondés sur des principes assez anciens tels que les badguirs traditionnels perses (attrapes-vent), les puits canadiens ou les puits provençaux, restent efficaces et inspirants aujourd'hui. Au-delà, il est possible d'utiliser des dispositifs géothermiques utilisant la fraîcheur du sol ou de ressources hydriques. Pour refroidir l'air intérieur, on pourra déployer des systèmes de ventilation, préférablement double-flux, permettant un rafraîchissement adiabatique, basé sur le froid généré par l'évaporation de l'eau. Un principe intéressant est celui des pompes à chaleur à absorption couplés à des panneaux solaires thermiques, générant du froid à partir de la chaleur du soleil. Lorsqu'il y a production de chaleur fatale, elle peut être captée, par exemple pour produire de l'eau chaude sanitaire ou pour être réinjectée dans un réseau de chaleur urbain.

For optimum comfort during long periods of summer heat, it is necessary to «recharge» this internal thermal inertia during the cooler hours of the night by over-ventilating the building. Additionally, allowing the exterior insulating materials to «discharge» the amount of heat accumulated during the day is crucial, provided the outside temperature can drop sufficiently.

Reducing anthropogenic inputs

Another significant measure in the fight against urban heat islands involves reducing all anthropogenic sources of heat emitted outdoors. This notably means reducing, and if possible eliminating, the use of air conditioning, and switching from thermal mobility to electric or sustainable mobility.

Indoors, the focus should be on limiting heat sources such as lighting, by prioritizing natural lighting, skylights and LED lighting. As well as various electrical and electronic appliances, especially office or audiovisual equipment, particularly when not in use or being watched.

Cooling buildings

Once these previous measures have been taken, or if they prove insufficient or inapplicable, the challenge is to move away from the use of air conditioning and prioritize alternative cooling methods. Some, based on relatively ancient principles such as traditional Persian badguirs (wind catchers), Canadian wells, or Provençal wells, remain effective and inspiring today. Additionally, geothermal systems can be used, drawing coolness from the ground or water resources.

To cool indoor air, ventilation systems can be deployed, preferably double-flow systems, allowing for adiabatic cooling based on the cold generated by

S'ENGAGER POUR LA RECHERCHE ET L'INNOVATION

Développer une approche transdisciplinaire

L'ESTP est l'école d'ingénieurs de référence pour la construction durable. En parallèle de la formation d'ingénieur qui couvre les domaines du génie thermique et du micro-climatisme, nous proposons des formations Mastère Spécialisé d'expert de la construction et de l'habitat durables, de maîtrise d'œuvre en travaux de génie écologique. Avec la Fondation ESTP, nous avons également créé cette année une nouvelle chaire sur le sujet du génie civil écologique, en partenariat avec AgroParisTech et la Fondation AgroParisTech, Art et Métiers, l'Union professionnelle du génie écologique (UPGE), VINCI Construction et le groupe Eiffage.

water evaporation. An interesting principle involves absorption heat pumps coupled with thermal solar panels, generating cold from the sun's heat. When waste heat is produced, it can be captured, for example to produce domestic hot water or to be re-injected into a district heating network.

A COMMITMENT TO RESEARCH AND INNOVATION

Developing a transdisciplinary approach

ESTP is the benchmark engineering school for sustainable construction. In addition to our engineering training in thermal engineering and micro-climate control, we offer Specialized Master's programmes in sustainable construction and housing expertise, as



De son côté, notre Institut de recherche participe à différents projets d'envergure pour répondre à la problématique des îlots de chaleur urbains, par exemple en transformant le campus de l'ESTP à Cachan en un laboratoire vivant, et en un lieu d'innovation ouverte et partenariale dans l'étude des solutions à apporter dans la lutte contre l'îlot de chaleur.

D'une approche initiale limitée à quelques milliers de m², le projet a vocation à fournir les lignes directrices d'un aménagement qui concernera la quasi intégralité des 7 hectares du campus, puis à s'intégrer dans les trames vertes, bleues, brunes, noires ou aériennes de la commune de Cachan et des communes environnantes. Cet aspect multi-scalaire de la place à la métropole, est un des plus structurants de l'approche systémique à développer.

Avec d'autres partenaires académiques, entrepreneuriaux et territoriaux, nous participons à des projets collaboratifs visant à construire la connaissance, les outils et les techniques nécessaires à la progression de l'état de l'art en la matière.

La clé de la réussite de ce type de projets réside dans le fait de travailler de manière transdisciplinaire, en

well as project management for ecological engineering works. In collaboration with the ESTP Foundation, we have also created a new chair this year focusing on ecological civil engineering, in partnership with AgroParisTech and the AgroParisTech Foundation, Art et Métiers, the Professional Union for Ecological Engineering (UPGE), VINCI Construction and Eiffage Group.

Our Research Institute is involved in various large-scale projects to address the issue of urban heat islands, such as transforming the ESTP campus in Cachan into a living laboratory, and an open and collaborative innovation hub for studying solutions to combat urban heat islands.

Originally limited to a few thousand square meters, the project aims to provide guidelines for the development of nearly the entire 7-hectare campus, integrating into the green, blue, brown, black, or aerial networks of the town of Cachan and surrounding municipalities. This multi-scale aspect, from the local place to the metropolis is one of the most structuring elements of the systemic approach to be developed.

intégrant une large étendue de compétences : agronomie, biologie, climatologie, géographie, technologie, urbanisme, sciences humaines et sociales, économie, droit, sciences politiques, design fonctionnel et artistique. Faire collaborer des experts habitués à évoluer dans la spécificité de leur domaine soulève de grands défis en matière de gouvernance et d'hybridation des équipes.

Adresser les problématiques et les verrous

Faire avec l'existant

Par nature, les projets de rénovation urbaine ou d'adaptation au changement climatique interviennent sur un tissu urbain déjà existant : bâtiments, voiries, réseaux souterrains.

Intégrer des fosses de plantation, des réservoirs, des dispositifs d'infiltration lorsque l'espace en sous-sol est déjà occupé par des réseaux électriques, de gaz, de télécommunication, d'eau et d'assainissement nécessite une reprise importante qui ne se justifie généralement que dans le cadre d'une requalification importante d'un quartier, développant à la fois de nouveaux usages, un gain de qualité de vie, la création de valeur socio-économique et permettant bien sûr de limiter la vulnérabilité de la ville aux aléas du réchauffement climatique.

Concernant la rénovation thermique des bâtiments et l'amélioration de leur confort d'été, les difficultés techniques et réglementaires sont nombreuses au regard des enjeux que soulèvent les bâtiments patrimoniaux. Dans ce cas, une approche systémique permettra de concevoir des solutions innovantes, principalement actives. Par exemple, on mettra en avant le rafraîchissement adiabatique et la surventilation lorsqu'il n'est pas possible de modifier le déphasage thermique de l'enveloppe d'un bâtiment historique ou de lui adjoindre les ombrages qui seraient nécessaires.

Together with other academic, entrepreneurial and territorial partners, we participate in collaborative projects aimed at building the knowledge, tools and techniques needed to advance the state of the art in this field.

The key to success of such project lies in working in a transdisciplinary way, integrating a wide range of expertise: agronomy, biology, climatology, geography, technology, urban planning, humanities and social sciences, economics, law, political science, functional and artistic design. Bringing together experts accustomed to working in their own specific fields raises major challenges in terms of team governance and hybridization.

Addressing issues and challenges

Working with existing infrastructures

By their very nature, urban renewal and climate change adaptation projects are carried out on existing urban fabric: buildings, roads and underground networks. Integrating planting pits, reservoirs and infiltration devices when the underground space is already occupied by electricity, gas, telecoms, water and sanitation networks, requires a major overhaul. That is generally only justified in the context of a major requalification of a district, introducing new uses, enhancing quality of life, creating socio-economic value and, of course, limiting the city's vulnerability to the hazards of climate change and global warming.

When it comes to thermal renovation of buildings and improving their summer comfort, there are many technical and regulatory challenges, especially for heritage buildings. In such cases, a systemic approach will enable us to design innovative solutions, mainly active ones. For example, emphasis will be placed on adiabatic cooling and over-ventilation when it is





Faire des choix, penser le transitoire et le long terme

La renaturation des villes implique aussi de repenser la ville avec une vision à long terme. Si un voile d'ombrage remplit directement sa fonction dès son installation, ce n'est pas le cas d'un arbre, qui a besoin pour pousser de quelques années ou décennies avant de faire de l'ombre sur un bâtiment ou rafraîchir plusieurs dizaines de mètres carrés.

Des choix sont également nécessaires, qui permettront de maximiser l'impact de la transformation, d'arbitrer entre possibilités techniques, réduction des vulnérabilités, valeur d'usage créée et contraintes économiques. Plusieurs scénarios sont à évaluer, pour retenir celui qui satisfera au mieux les différents critères de choix.

Développer l'environnement numérique de conception et de mesure

Les outils numériques dont nous disposons et que nous devons continuer à développer, généralement intégrés sous l'appellation de jumeau numérique, permettront ces analyses prospectives, puis l'observation et l'analyse du comportement pendant l'intégralité du cycle de vie du système observé.

En phase de conception, différents scénarios représentatifs d'hypothèses de réchauffement climatique permettront de choisir des options de conception initiale, et de prévoir leur évolution durant les années et les décennies à venir. Ces scénarios se basent sur la constitution et la fédération de modèles physiques, thermiques, hydraulique, aérauliques, socio-économique, de croissance végétale, de développement et de dissémination de la biodiversité... On peut penser plus particulièrement à l'impact de la croissance de la végétation, ou aux projets de modification ou de densification de l'espace public et de du bâti qu'il est possible d'anticiper.

Nous sommes engagés dans une course contre la montre pour garder vivables nos villes. Au temps nécessaire pour penser, concevoir et mettre en œuvre cette adaptation, répond la rapidité observée et incontestable de l'élévation des températures moyennes de la planète.

Plus qu'un axe de recherche et d'innovation, c'est une mission pour l'ESTP que de contribuer à l'émergence des solutions nécessaires à la préservation du cadre de vie urbain. ●

not possible to modify the thermal phase shift of the envelope of a historic building, or add the necessary shading.

Making choices, thinking transitional and long-term

Urban renaturation also means rethinking the city with a long-term vision. While a shade sail immediately fulfils its function upon installation, this is not the case for a tree, which needs a few years or decades to cast shade on a building or cool several square meters.

Choices are also necessary to maximize the impact of the transformation, balancing technical possibilities, vulnerability reduction, created use value and economic constraints. Several scenarios need to be evaluated, in order to select the one that best satisfies different selection criteria.

Developing the digital design and measurement environment

The digital tools we have and need to continue developing, generally integrated under the name of digital twin, will enable these prospective analyses, as well as the observation and analysis of behavior during the entire life cycle of the system observed.

In the design phase, different scenarios representing global warming hypotheses will help to choose initial design options, and predict their evolution over the coming years and decades. These scenarios are based on the constitution and federation of physical, thermal, hydraulic, aeraulic, socio-economic, plant growth, biodiversity development and dissemination models. Consideration should be given to the impact of vegetation growth, or to projects of public space and building modification or densification, that can be anticipated.

We are engaged in a race against time to keep our cities livable. The time needed to think, design and implement this adaptation is met with the observed and undeniable speed of the rise in average global temperatures. More than just a focus for research and innovation, it is ESTP's mission to contribute to the emergence of the necessary solutions for preserving the urban living environment. ●

estp

CONSTRUCTEURS D'UN NOUVEAU MONDE



L'ESTP est l'école qui forme en France le plus grand nombre de professionnels dans le domaine de la construction durable, des infrastructures, de l'aménagement, de l'immobilier et de l'efficacité énergétique.

Accréditée par la CTI et membre de la Conférence des Grandes écoles, elle est reconnue comme Etablissement d'Enseignement Supérieur Privé d'Intérêt Général (EESPIG).



Avec des campus à Cachan, Paris, Troyes, Dijon et Orléans, l'ESTP regroupe ses activités de recherche-innovation au sein de son Institut de recherche.

Dans toutes ses activités de formation et de recherche, l'école se distingue par ses liens très étroits avec le monde professionnel, son ouverture internationale et ses engagements au cœur des enjeux de transition écologique et numérique.

L'ESTP propose des modèles flexibles de coopération et d'accompagnement des entreprises dans leur démarche de recherche et d'innovation (thèses de doctorat, travaux de fin d'études, études industrielles, consultance, ateliers d'innovation...).

UNE QUESTION ?
UN PROJET ?



GILLES BÉTIS

Responsable du développement et de l'innovation, ESTP

✉ gbetis@estp.fr

+33 (0)1 49 08 56 44