

Arche Climatique[©]

— GROUPE

Guy Schneider, architecte environnementaliste – David Héron, architecte
Marc Ponzio (Ch), énergétique – Joseph Kleinpeter, expert qualité de l'air
– Bruno Jansem, urbaniste – Ingerop - Capem-, Terrao.

présente
↓

La nef Climatique[©]

Nef des arts - Chambray lès Tours

phV

Wth

dB

CO₂

Terre
+

Biodiv

MP10

**Constat partagé : l'empreinte autoroutière...
lieu privilégié d'une mobilisation climatique**

L'autoroute Urbaine 2.0 ABC, un haut potentiel en termes de structuration urbaine
susceptible de contribuer à lever des défis civilisationnels majeurs.



l'autoroute urbaine

modèle type : noeud de connexion A10- Chambray lès Tours

RÉPONSE MULTIFONCTIONNELLE

Bâtir des services multifonctionnels ... sur un axe majeur, favorisant la création d'une ville-jardins polycentriques à température modérée.

Une réponse qui aurait pu être énoncée par R.Unwin

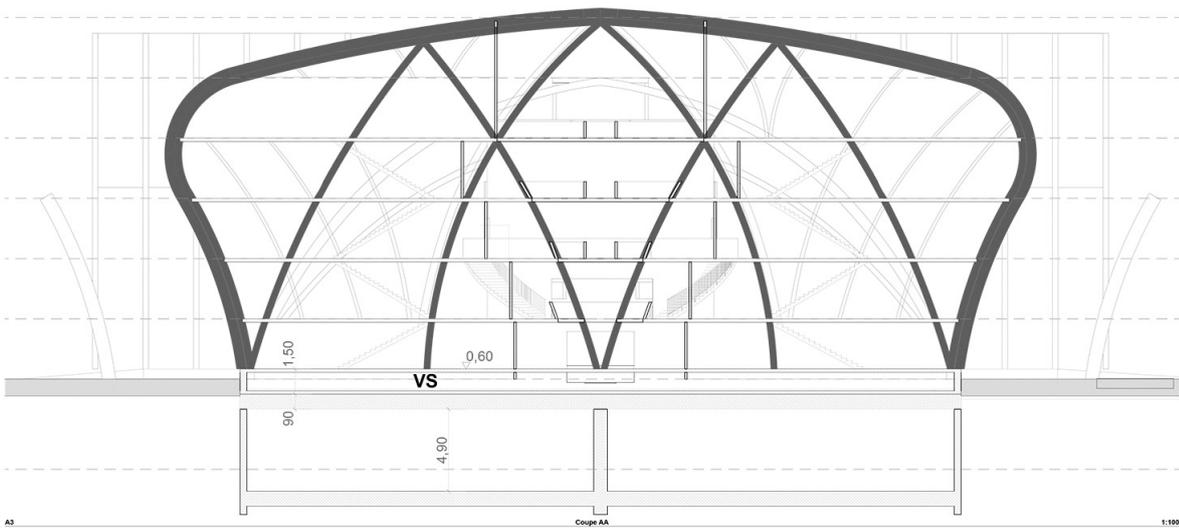
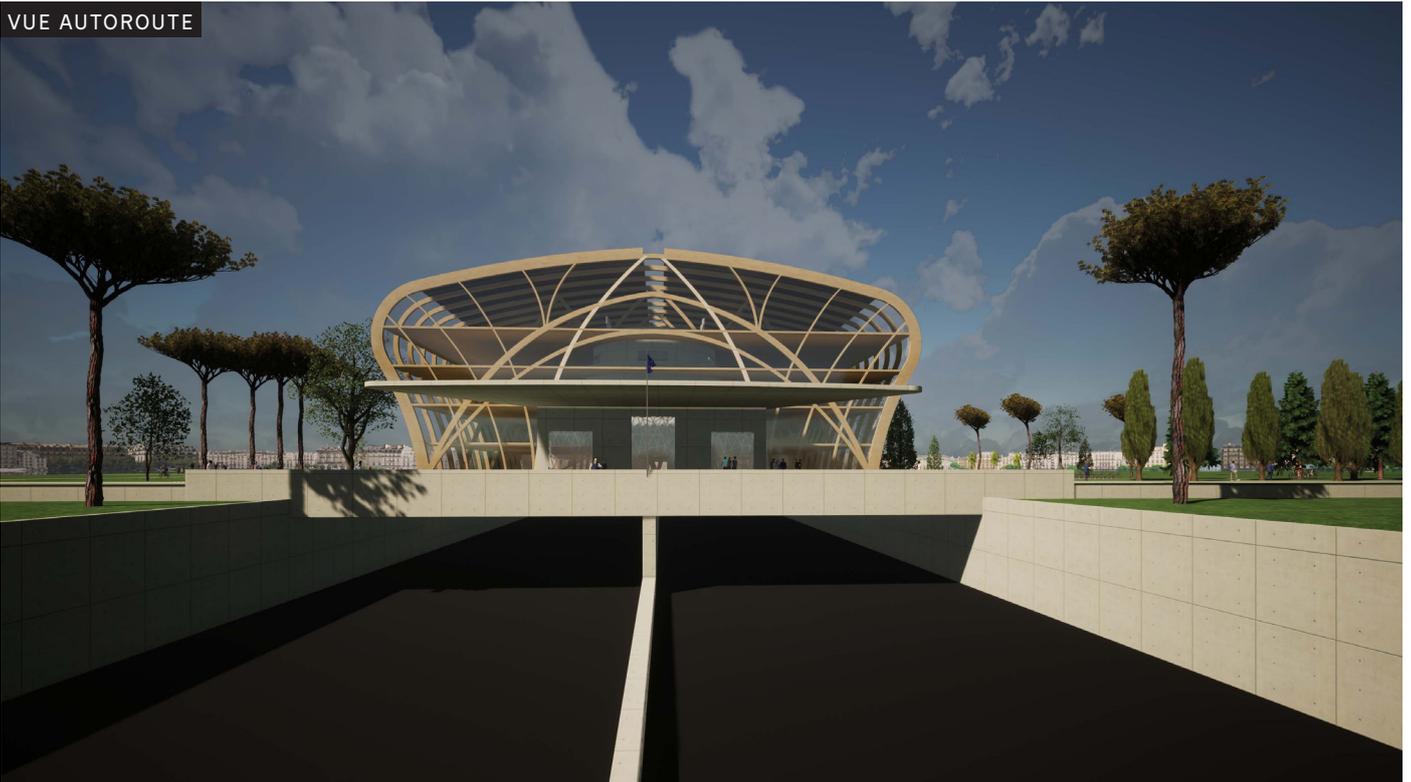
Le coût de l'infrastructure monofonctionnelle d'un champ photovoltaïque au-dessus d'une autoroute plombe inéluctablement le prix du kWh. Mais en faire le toit d'un espace urbanisé multifonctionnel contribue à produire de l'énergie verte, dépolluer l'air ambiant et créer de l'espace de vie sans consommation foncière, piège à sons.

Une telle «**fabrique urbaine de valeurs durables**» fondée sur des technologies éconnovantes se révèle alors viable, vivable sur les plans urbanistiques, économiques, financiers, environnementaux et sociaux :
c'est la proposition de la Nef Climatique 2.0.

Net Climatic®



VUE AUTOROUTE



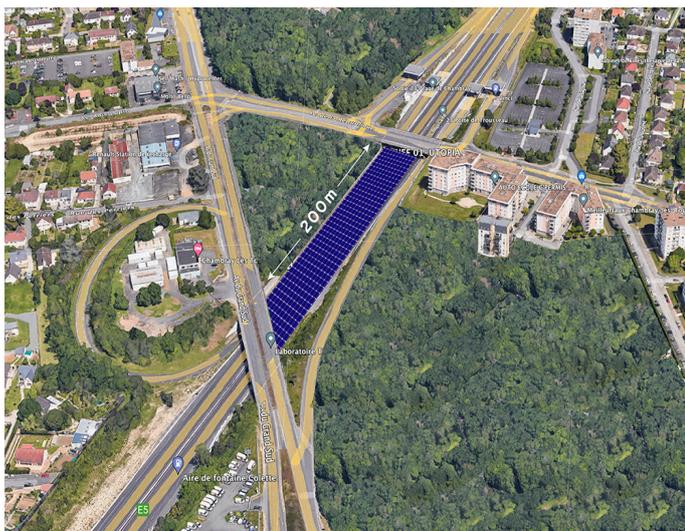
COUPE DE PRINCIPE

Tours lès Chambrey - A10



AVANT

PROGRAMMATION VINCI



PROPOSITION DE L'ARCHE CLIMATIQUE LA NEF CLIMATIC DES ARTS 2.0 TOURS

L'OPPORTUNITÉ

Prototype emblématique d'une Nef Climatique 2.0 à Chambrey lès Tours

Une première cellule pluridisciplinaire, l'Arche Climatique, composée d'experts architectes, urbanistes, énergéticien, expérimentés et insérés dans le tissu local s'est retrouvée autour d'une vision éco-innovante déjà circonscrite portée le groupe Arche Climatique.

Il s'agit de développer un démonstrateur sur un tronçon encaissé de 200m de l'autoroute A10 axe radial emblématique de Tours avec un objectif premier de créer un **PEM (pôle d'échanges multimodaux)**.

Ce site présente des atouts croisés existants d'infrastructures résidentielles jouxtant de grandes zones commerciales et d'une opportunité de plateforme multimodale.

Dans le cadre de l'étude de la couverture de ce tronçon d'autoroute bordé de 2 zones à forts potentiels, nous avons créé la **Nef Climatique des Arts**, version 2 de la nef proposé à Strasbourg.



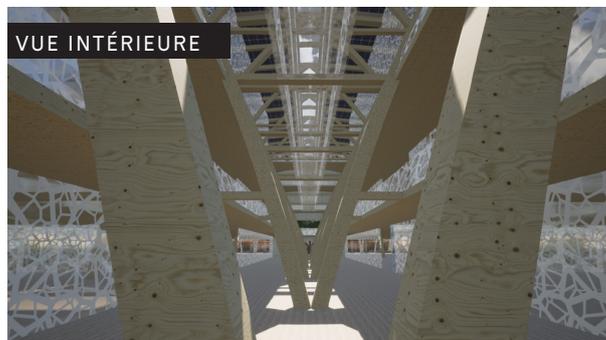
VUE DES JARDINS

Objectifs & Moyens

À la croisée de l'urgence atmosphérique et de l'innovation technologique

Rentabiliser les zones de chaleur, Produire localement de l'électricité verte, de l'hydrogène et créer un absorbeur de pollution routière avec des résultats objectifs :

1. Réduction des empreintes carbone et de la pollution des microparticules avec l'installation de centrales de types Terraou ou TraApart
2. Production d'énergie électrique photovoltaïque et de production thermique (par échangeur) distribuée sur un quartier d'habitations ou autoconsommées.
3. Végétalisation sur des profondeurs importantes de part et d'autre, pour augmenter l'hygrométrie relative des abords et disposer d'absorbeurs de CO₂, produisant une augmentation de zones vertes.
4. Valorisation des niveaux de plateaux commerciaux, tertiaires, stationnement...
5. Création d'une plateforme multimodale, piste piétonne, piste cyclable, parking mobilités ouvertes.
6. Absorption acoustique



VUE INTÉRIEURE



VUE ENTRÉE & PEM



VUE DU CIEL

Chiffres tangibles

CRÉATION DE VALEUR
FINANCIÈRE

36.000

de surface d'activités en
plateaux dans la nef climatique

PRODUCTION ÉLECTRIQUE
PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES
(360 Wc)



et vont produire environ
380 000 kWh/an

Cela représente la consommation
annuelle d'environ :

130 MÉNAGES

PRODUCTION THERMIQUE
TUBES À CONCENTRATION



et vont produire environ
700 000 kWh/an
Cela représente l'énergie nécessaire
pour chauffer environ :

100 MÉNAGES

GAIN DE ZONES VERTES
CONJOINTES

Augmentation des zones végétales
le long de la nef climatique et
diminution des zones polluées telles
que les jardins familiaux, certaines
écoles, l'habitat de proximité.

LONGUEUR DE LA NEF

200 m

avec piste cyclable et zone
piétonne connexion

RÉDUCTION DES POLLUTIONS

Solution Terraos (technologie active). Elle consiste à la mise en place
d'unités de traitement groupées, aspirant l'air en un flux rejoignant les
unités de traitement par lavage. Ces unités dépolluent non seulement les
particules (à **97%**) mais aussi les autres polluants d'intérêts comme les
oxydes d'azote (à 73%), les COV, les HAP, 30 à 40% du CO2 .

Absorption acoustique

PASSAGE DE LAISON DES QUARTIERS LATÉRAUX - FIN DE LA RUPTURE



STRASBOURG • LAUSANNE • TOURS

Arche Climatique[©]

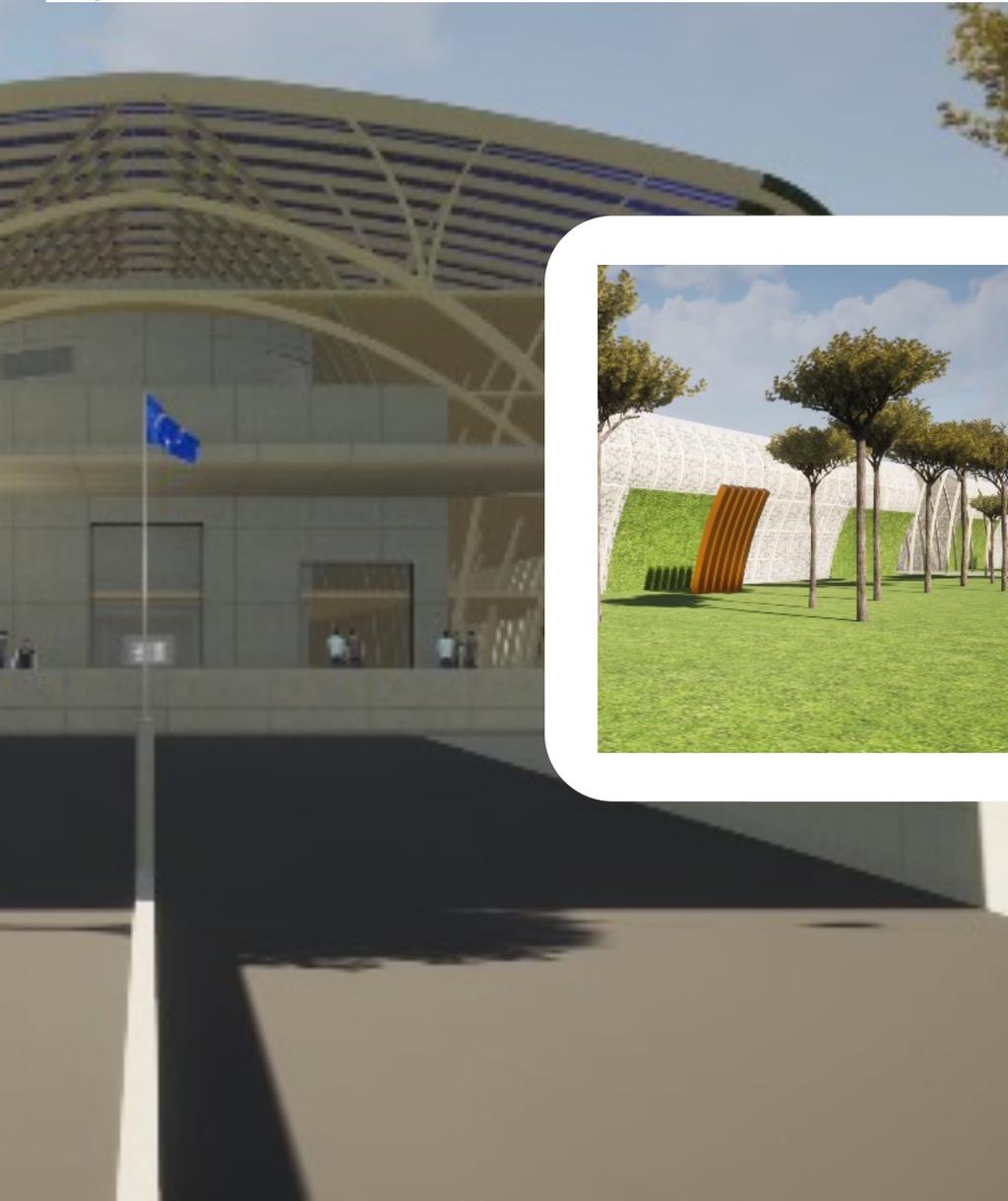
— GROUPE



Net Climatic[©] 2.Tours

Conception graphique & animation





NEF CLIMATIQUE – TOURS (FR)

MEMORANDUM

FAISABILITE & CHIFFRAGES PRELIMINAIRES

VI – 23-03-2022



TABLE DES MATIERES

- Objectif du document
- Concepts énergétiques
- Chiffrage





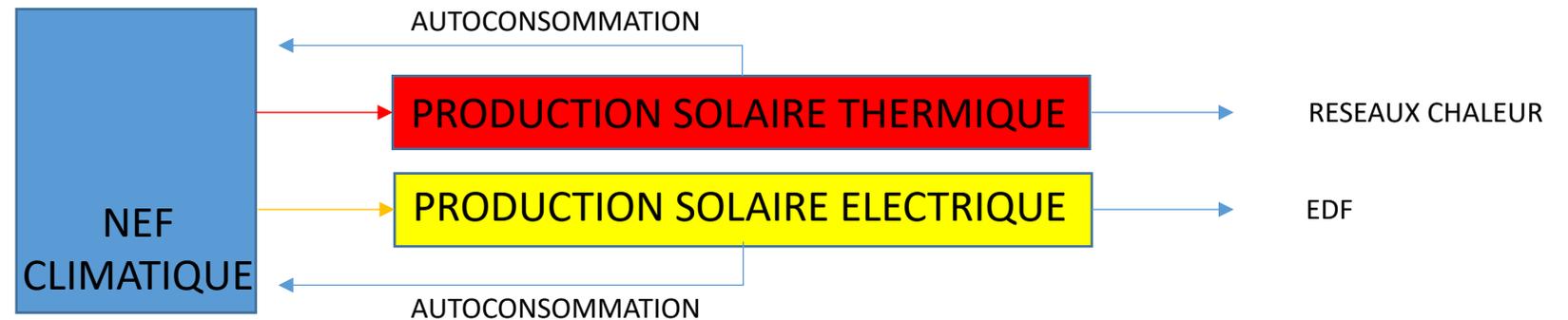
OBJECTIFS

Ce document a pour but de fixer le cadre des études entreprises pour valoriser les possibilités de production d'énergies thermiques et électriques, d'une Nef climatique sise sur un tronçon autoroutier périphérique à la cité de Tours.

L'énergie produite sera autoconsommée par le bâtiment en fonction de ses besoins, le solde valorisé sur des réseaux publiques ou privés, l'idée étant de pouvoir raccorder le bâtiment sur un réseau de chauffage urbain thermique, de manière similaire au raccordement sur le réseau EDF.

CONCEPT ENERGETIQUE

Un bâtiment tel que la Nef climatique a un réel potentiel de production énergétique de part sa surface importante. Sis à proximité de bâtiments à grandes consommations, par exemple le CHRU de Tours, il peut contribuer à l’approvisionnement énergétique de ceux-ci.



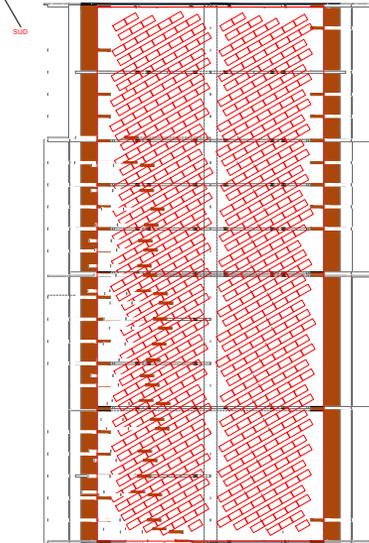
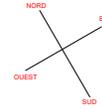


CONCEPT ENERGETIQUE

Le projet de Nef énergétique de Tours à le potentiel de produire de l'énergie solaire photovoltaïque ou thermique selon une répartition modulable. Dans cette première étude nous avons répartis les surfaces de manière identique.

Production thermique : grâce à l'emploi de capteurs plans sous vide, pouvant produire à des températures jusqu'à 180°C, le potentiel de production annuel est de environ **700'000 kWh an**, ceci représente un équivalent de plus de 100 logements.

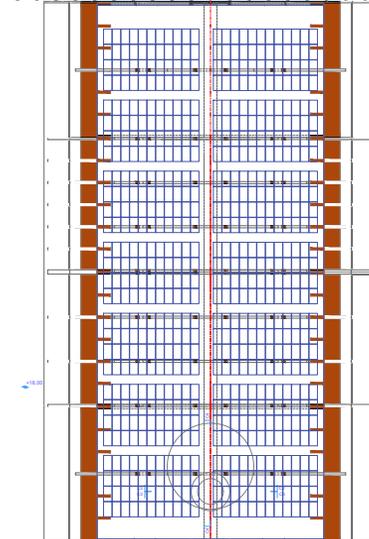
Production photovoltaïque : en utilisant des PV de grandes dimensions et de grande puissance, le productible est d'environ **380'000 kWh an**, soit l'équivalent de la consommation de 130 ménages.



625
PVT SOLAR
625 * 1.4 kWth (80°C)
= 875 kW th



644 PV
RECOM PUMA 650 Wc (236 x 130 cm)
644 * 650 Wc
= 418 kWc





ESTIMATION DES COUTS

INSTALLATIONS THERMIQUES

Centrale de production de chaleur par panneaux thermiques solaires sous vide, pompes à chaleurs alimentées par un réseau de sondes géothermiques, réservoirs de stockage d'eau chaude de grandes dimensions. Installations prévues pour l'alimentation propre du bâtiment et la valorisation de cette énergie à l'extérieur.

Production solaire 1'800'000.-- €

Production PAC géothermie, locaux techniques 3'700'000.-- €

INSTALLATIONS PHOTOVOLTAIQUES

Centrale de production photovoltaïque de grande capacité, 644 PV de 650 Wc, toutes installation de transformation comprise.

Production solaire 600'000.-- €



Volet qualité de l'air et climat en lien avec l'énergie

Joseph Kleinpeter

Pour les enjeux généraux : reprendre ceux de la fiche en rajoutant la liaison/liens interquartier et l'opportunité du pôle d'échange multimodal des Forges (cf. la version actualisée 10 mai 22 pour cette partie de la fiche) ?

Sur le volet spécifique de la qualité de l'air, la Nef climatique non seulement gère la pollution émise par le trafic en souterrain, mais de surcroît, par insufflation, est à même d'assainir l'air localement aux alentours, inversant ainsi à son bénéfice l'impact de la proximité d'un trafic autoroutier.

Sur le volet transversal « air-climat-énergie », la Nef climatique produit par son e-fabrique solaire de l'énergie dépolluée et décarbonée et va plus loin en mettant en place des solutions innovantes de captage de CO₂ et d'échange de chaleur.

1- Contribution au traitement de l'air vicié

La qualité de l'air est ainsi un enjeu majeur à court terme avec la perspective de la mise en place d'une ZFE, Zone à faible émission réglementaire en écho notamment au contentieux européen ayant concerné l'Eurométropole de Strasbourg pour non-respect de valeurs limites européennes et plus largement le non-respect de valeurs guides de l'Organisation mondiale de la santé. Une attention est à porter sur les émissions locales aussi bien des transports que du résidentiel, du tertiaire et de l'industrie.

Et un accent est à mettre sur les particules fines résiduelles puisqu'à moyen terme les centrales biomasse à énergie renouvelable se développeront et le renouvellement du parc routier visant à promouvoir les véhicules non thermiques aura eu raison des gaz d'échappement, mais pas de l'usure des pneus, freins et moteurs ni de la resuspension des particules déposées.

Deux solutions sont proposées : Terraio et TrapApart

La solution Terraio (technologie active) consiste, sur les 200 m de tunnel, à la mise en place de six unités de traitement groupées par deux en trois endroits (voire toute centralisée profitant du vide sanitaire du tablier), aspirant l'air tous les 50 m hors extrémités en un flux rejoignant les unités de traitement par lavage. Ces unités dépolluent non seulement les particules (à 97 %), mais aussi les autres polluants d'intérêts comme les oxydes d'azote (à 73 %), les COV, les HAP, etc. L'eau de traitement est ensuite régénérée en station d'épuration. L'air dépollué est quant à lui insufflé localement dans le quartier à des endroits choisis :

- à haute densité humaine potentielle : Espaces verts, passage interquartiers de la Nef, stations de transports publics, etc.
- et/ou des zones de pollution potentielle : chauffages collectifs, autres nœuds routiers, etc. Il est même envisageable une gestion de la qualité de l'air intérieur des locaux de la Nef utilisant cet air plus propre qu'à l'extérieur.

Ce système présente également l'avantage d'éviter la redéposition des particules sur la chaussée ce qui assainit progressivement les voies et conduit à une régulation automatique de la capacité de traitement selon la pollution présente, optimisant ainsi la consommation d'énergie du système. Un suivi in situ des teneurs en particules est à prévoir en lien avec l'AASQA locale ATMO Grand Est.

À noter que c'est cette même technologie basée sur un barbotage de l'air extérieur dans l'eau avec échange thermique qui a été récemment retenue pour le traitement des émissions des centrales thermiques à biomasse de deux réseaux de chaleur de l'agglomération de Strasbourg dont celui de Hautepierre qui jouxte la localisation du projet de Nef climatique. Ces modules

Terraosave sont labélisés par la fondation Solar Impulse de Bertrand Piccard parmi les solutions applicables de suite pour répondre aux enjeux environnementaux, climatiques et énergétiques.

Les besoins en énergie estimés à environ 1 à 3 kWh pour une unité de traitement sont couverts par la fabrique photovoltaïque. Le coût d'investissement sur 200 m de tunnel pour 6 stations d'aspiration et de traitement est estimé 750 k€ avec un coût de fonctionnement de 75 k€ traitement de l'eau compris.



Échangeur Terraosave



Unité Terraosave Métro de Séoul



Panier catalytique TrapApart

La solution TrapApart (technologie passive) actuellement en expérimentation sur l'axe autoroutier concerné par le projet de Nef. Les particules sont captées par catalyse en affleurant les unités de traitement grâce aux turbulences induites par le trafic et notamment en souterrain (effet piston). Cette technologie est le fruit de recherches du réputé Laboratoire de Catalyse de l'université de Strasbourg, ce qui a conduit à la création de la startup TrapApart intégrée dans le groupe SicatCatalyst. Cette technologie certes à moindre rendement que les solutions actives, mais sans besoin d'énergie mérite toutefois d'être expérimentée, car à terme les émissions du trafic vont baisser du fait du renouvellement du parc réduisant fortement les gaz d'échappement, mais avec des émissions résiduelles de particules (usure des pneus, freins, moteurs et resuspension). Dans une démarche de Nef avec démonstrateurs de solutions innovantes il pourrait être imaginé de combiner les deux solutions actives et passives ou bien d'équiper séparément les deux axes du tunnel séparés par le mur central et avec suivi comparatif de taux de particules dans l'air ambiant).

Le coût d'une telle installation est estimé à (... en cours) avec un coût annuel de fonctionnement de... limité à la régénération des paniers catalyseurs.

2- Contribution aux enjeux transversaux air-climat-énergie

Sans revenir sur les aspects énergétiques de l'e-fabrique (cf. chapitre spécifique), le principe même de Terraosave a conduit à la mise au point aujourd'hui opérationnelle de :

- captage de 30 à 40 % du CO₂ (principal gaz à effet de serre) de l'air passant dans l'eau par un procédé de carbonatation, avec perspective de réutilisation du combiné chimique sous forme piégée dans la construction, l'industrie ou bien stockage souterrain. À noter que Terraosave propose aussi par ailleurs une technologie pour le captage de CO₂ de combustion par l'oxycombustion adiabatique concentrant le CO₂ alors utilisable par exemple dans des serres pour favoriser la croissance des plantes.
- Récupération d'énergie par échange de chaleur dans les unités de traitement contribuant à optimiser, au besoin, le chauffage ou la climatisation
- et permettant également de réguler l'humidification/déshumidification et même la désinfection de microbes et virus comme testé pour le Covid 19.