

# Projet G.O.U.T.T.E

"Global Optimized Urban Transformation  
as a Technical Ecosystem"

Latorre Juliette  
Legros Jeremy  
Sergent Ugo

Génie des systèmes  
Urbains - UTC

## Contexte

Nous avons la conviction que de profonds changements dans l'organisation de nos villes peuvent diminuer drastiquement les impacts néfastes des activités humaines sur la biosphère. Dans ce projet, nous proposons une manière d'adapter les villes aux enjeux climatiques, écologiques, économiques et socio-politiques d'aujourd'hui et de demain. Nous avons la volonté commune de présenter un plan urbanistique de reconfiguration d'une ville moyenne qui soit à la fois novateur et réalisable sur le long terme. Pour ce projet, quatre mots d'ordre :

L'abandon de  
la voiture

Pour s'émanciper des transports thermiques individuels en général. Ce postulat impose un resserrement des distances.

Pour arrêter de grignoter sur les espaces ruraux, même pour des écoquartiers, et éviter le paradoxe des écoquartiers neufs.

La ville construite  
sur elle-même

L'optimisation  
et le juste  
nécessaire

Ne plus gaspiller, abaisser les besoins, valoriser les rejets et la plurifonctionnalité des systèmes pour rentabiliser leur construction.

Pour une gestion économe des ressources, une fiabilité et une résilience maximales, et parce que la Smart-City est trop énergivore.

Le low-tech

## Concept

- Pour les villes européennes de 50 à 80 mille habitants.
- Une déconstruction de la périphérie urbaine étalée et une reconstruction plus dense en forme de goutte.
- Un centre-ville historique patrimonial conservé et rénové.
- Une ville "biotope", un fonctionnement écosystémique entre faune, flore, habitants et systèmes urbains.
- Une qualité de vie maximale et une résilience accrue face aux enjeux climatiques.

## Thématiques de l'écosystème urbain

### Forme urbaine (Goutte)

Construire la ville sur elle-même, préserver le patrimoine, resserrer les distances, inclure la nature au plus proche des habitants, les protéger faces aux aléas climatiques.

### Contrôle du microclimat urbain

Puits canadiens et architecture bioclimatique, ville intérieure et extérieure.

### Production et stockage énergétique

Sobriété et économies, production et stockage locaux et sans terres rares, maîtrise des irrégularités du vent pour optimiser la production éolienne.

### Architecture et répartition des fonctions urbaines

Mixité et accessibilité, et rénovation du centre-ville, mobilité des personnes.

### Agriculture urbaine et périurbaine, nature urbaine

Agriculture vivrière, durable, locale et inclusion de la ruralité dans la ville, organisation du transport des marchandises.

### Système eaux usées (EU) & éclairage public (EP)

Fusion de deux systèmes en circuit quasi-fermé, traitement biologique et éclairage par bioluminescence

# Forme urbaine

## Les grands principes

- Une enveloppe urbaine compacte reconstruite à partir d'une périphérie éparpillée.
- Un centre-ville historique préservé et rénové.
- Un diamètre extérieur ne dépassant pas les 2,5km et une hauteur comprise entre 200m et 350m.
- Une façade extérieure étudiée aérodynamiquement pour la production et les économies d'énergie.
- Un couloir vert pour permettre à la ville de respirer.
- Une forme fermée pour protéger les habitants des aléas climatiques.

Figure 1 : schéma de l'organisation au sol prévue par le projet GOUTTE

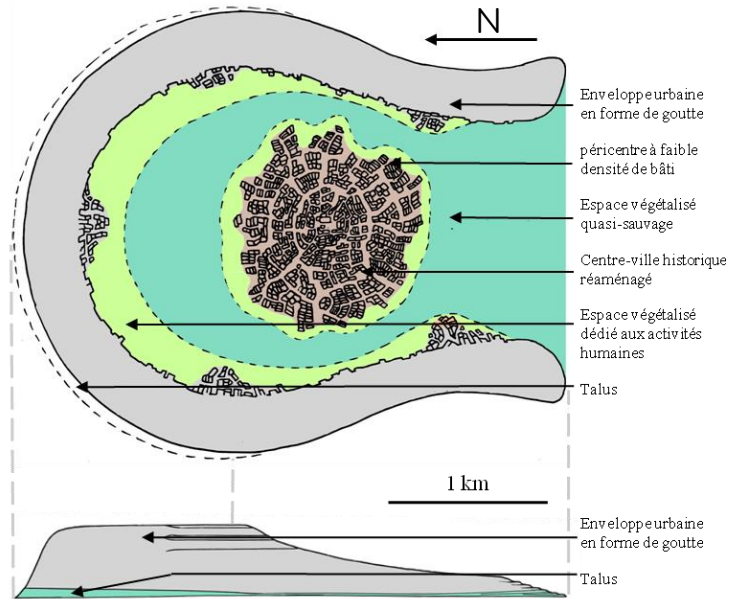
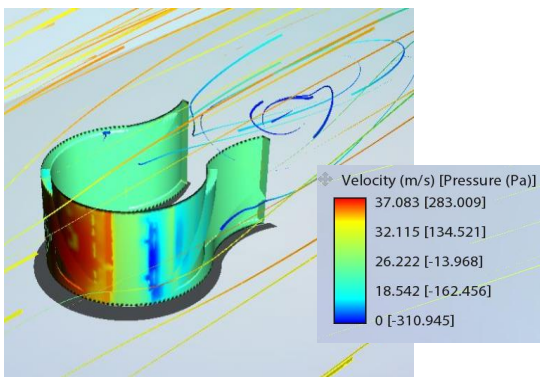


Figure 2 : vue de profil de l'enveloppe urbaine prévue par le projet GOUTTE

La ville s'organise en trois zones principales, l'enveloppe urbaine, la boucle verte et le centre-ville. La construction de l'enveloppe urbain se fait *morceau par morceau*, au fur et à mesure de la déconstruction de la périphérie. Le premier immeuble s'élève, les habitants d'un quartier y sont déplacés, et ainsi de suite. Ainsi, sa face intérieure est très *hétérogène* et présente un dédale urbain agréable à vivre, personnalisable, bien que dans des matériaux clairs qui réfléchissent et diffusent la lumière dans la ville (ex : plâtre, pierre...). Tandis que l'extérieur est *étudié* pour faciliter l'écoulement de flux laminaires dans des canalisations pour une aération naturelle. On suppose que le vent dominant vient du nord, et que l'ensoleillement maximal est au Sud. D'autres formes peuvent être imaginées pour d'autres configurations.

## Microclimat urbain



$$T_{sort, \text{été}} = 12 + (30 - 12)e^{\left(\frac{20 \times 75 \times \pi \times 0,5}{1,884 \times 1500}\right)} = 19,8^\circ\text{C}$$

$$T_{sort, \text{hiver}} = 12 + (0 - 12)e^{\left(\frac{20 \times 75 \times \pi \times 0,5}{1,884 \times 1000}\right)} = 8,56^\circ\text{C}$$

Le microclimat urbain est *régulé* naturellement grâce aux flux d'air. L'enveloppe bloque les vents principaux et ne permet que l'infiltration de courants lents qui en font le tour. Toute la façade intérieure est protégée. Des bouches d'aération refermables peuvent créer des vents amplifiés au travers de l'enveloppe, et des puits canadiens de grande dimension (diamètre de tuyau de 50cm de diamètre et de 75m de long minimum), creusés entre le talus au nord et l'intérieur, servent de régulateurs de température et de moteurs de ventilation. Pour combattre les phénomènes d'îlot de chaleur en été, sans aucune consommation d'énergie, ces puits recrachent par 30°C un air à 19,8°C. Et pour réchauffer l'air dans la goutte en hiver, par 0°C en surface, ils recrachent un air à 8,56°C. La forme en goutte évite tout phénomène de canyon urbain.

# Production et stockage de l'énergie

La principale source d'énergie de la ville sont des **éolienne haute puissance** fixées sur la paroi externe de la goutte, dans de larges nervures où les courants de vent sont conduits, à haute altitude et aux points les plus larges où la vitesse des vents est démultipliée. à 200-300m d'altitude, les vents sont plus réguliers, et le gain de vitesse créé par la forme urbaine est très profitable, car la puissance électrique produite est proportionnelle au cube de la vitesse du vent! La piste des panneaux solaires est étudiée en fonction de la localisation de la ville et de l'avancement de la recherche sur des panneaux solaire biologiques (sans métaux rares). Cette énergie électrique est utilisée pour les transports, les usages domestiques, les industries et l'éclairage des bâtiments. Le surplus d'énergie non consommé instantanément est stocké dans des **volants cinétiques**, installés dans les fondations de l'enveloppe.



## Architecture / fonctions urbaines (enveloppe urbaine)

L'enveloppe urbaine doit contenir toutes les fonctions urbaines qui étaient présentes dans l'ancienne ville. Ces fonctions sont le logement, les services, les industries, les commerces, les bureaux, mais aussi les réseaux des eaux, d'électricité, de chauffage, etc. La répartition spatiale des grandes fonctions sociales et économiques telles que le logement et les industries est illustrée sur le croquis en figure 5 ci-dessous. La couronne bâtie autour du centre ville s'agence selon deux grands **espaces de vie** principaux, la ville externe 1 et la ville intérieure 3.

Figure 4 : Croquis d'une galerie extérieure

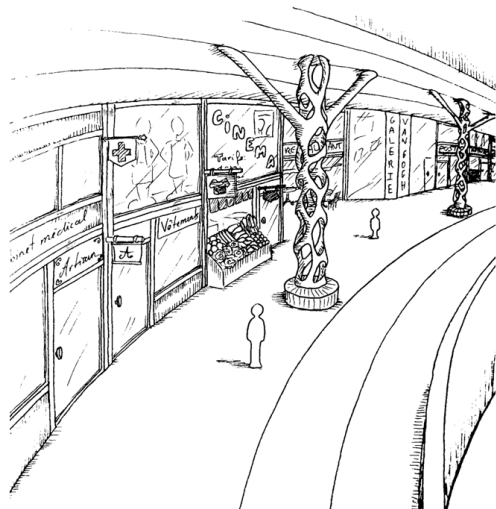


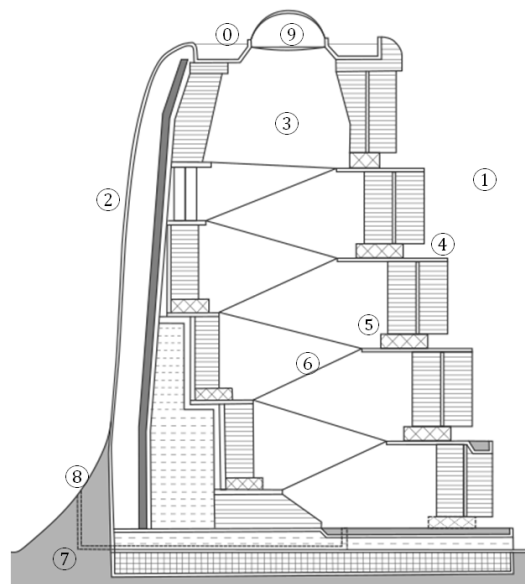
Figure 5 : Représentation des fonctions urbaines et des lieux principaux

### Légende des lieux et installations :

- |                                    |               |
|------------------------------------|---------------|
| ① Paroi externe orientée Sud       | ⑥ Passerelles |
| ② Paroi externe orientée Nord      | ⑦ Talus       |
| ③ Ville intérieure                 | ⑧ Puits       |
| ④ Galeries externes - Vue figure 4 | ⑨ Verrières   |
| ⑤ Galeries internes                | ⑩ Bassins     |

### Légende des fonctions urbaines :

- |  |
|--|
| Zone de stockage (ressources et énergie) |
| Logements et bureaux                     |
| Industries                               |
| Terre pleine                             |
| Data center                              |
| Commerces et services                    |



La ville intérieure est éclairée par une double verrière parcourant tout le contour de la goutte et redirigeant les rayons du soleil vers le bas, en plus de nombreuses ouverture au niveau des galeries. Les commerces en façade sud ont une double ouverture. C'est un atout inestimable de la ville considérant les **enjeux du changement climatique**. Elle offre un espace protégé et régulé suivant des principes physiques simples, et ne craint donc aucune panne. Comme une coquille, l'enveloppe urbaine protège ses habitants des fortes chaleurs, des hivers rudes, des vents et des tempêtes qui sont, d'après les experts du GIEC, appelés à se multiplier.

Les hauteurs de l'enveloppe sont connectées entre elles par des ascenseurs, ainsi que par un **double réseau de transport suspendu**, connecté au centre-ville, dont le schéma de desserte est inspiré des nervures des feuilles.

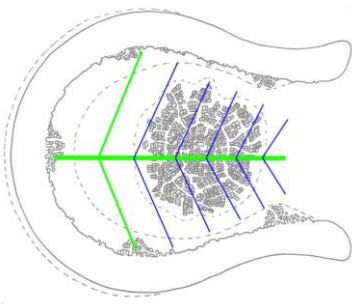


Figure 6 : Schéma du réseau de transport (réseau central en vert, nervures en bleu)

- Le premier réseau de câbles présente des capsules individuelles sécurisées à pédalier. C'est un peu comme prendre un vélo suspendu.
- Le second est parcouru de capsules à grande capacité, alimentées électriquement, où des pédales reliés à des génératrices de courant sont disponibles pour contribuer à l'alimentation du véhicule.

Mais le moteur principal de ce réseau en commun est la gravité ! Puisqu'à chaque station des galeries externes, la hauteur de départ des câbles est réglée par un opérateur sur un grand axe vertical. Ainsi, les trajets se font toujours en pente, un frein est intégré à l'attache au câble, et la gravité fait le plus gros du travail.

## Architecture / fonctions urbaines (emprise au sol)



### Centre-ville

- Aménagement de toutes les voies pour les mobilités douces avec voies séparées et signalisation (sauf trajets de bus urbains qui deviennent à minima des trolleybus, et les tramways et métros existants qui gardent du service et sont améliorés pour une l'accessibilité maximale de tous les lieux.)
- Trottoirs et ruelles végétalisés, trame verte connectée à la boucle verte, voies recouvertes de matériaux perméables à l'eau (fissures, pavés larges...) pour prévenir les inondations.
- Conservation des bâtiments historiques, rénovation énergétique des autres (façades authentiques conservées), Installation d'équipements de collecte d'eaux pluviales sur les toits.

### Boucle verte

- Desserte des transports en commun qui font le lien entre le centre-ville et l'enveloppe
- Urbanisation limitée près de ces deux lieux de vie (logements en architecture bioclimatique, écoles...)
- Passerelles pour les mobilités douces

## Agriculture urbaine / Nature urbaine

La nature est amenée au plus proche des habitants par la boucle verte, véritable canal de biodiversité animale et végétale dans la ville, connectée au tissu végétal du centre, et remontant aux galeries des étages 1 et 2 de l'enveloppe externe par le talus qui connecte ces grands parcs suspendus au sol.

Cette nature remplit de nombreuses fonctions. Au delà des fonctions de régulation climatique et sanitaires (assainissement de l'air, absorption du carbone, rafraîchissement de l'atmosphère...), l'inclusion d'un milieu rural dans la ville remplit des fonctions sociales et productrices.

- Boucle verte : promenades récréatives, jardins partagés, vergers, potagers, sylviculture (au cœur de la boucle), exploitations en aquaponie...
- Espace périurbain : activités d'agriculture qui nécessitent ensuite une transformation (élevage, céréales...), en agriculture biologique et selon de pratiques respectueuses des sols et de la biodiversité (type permaculture).

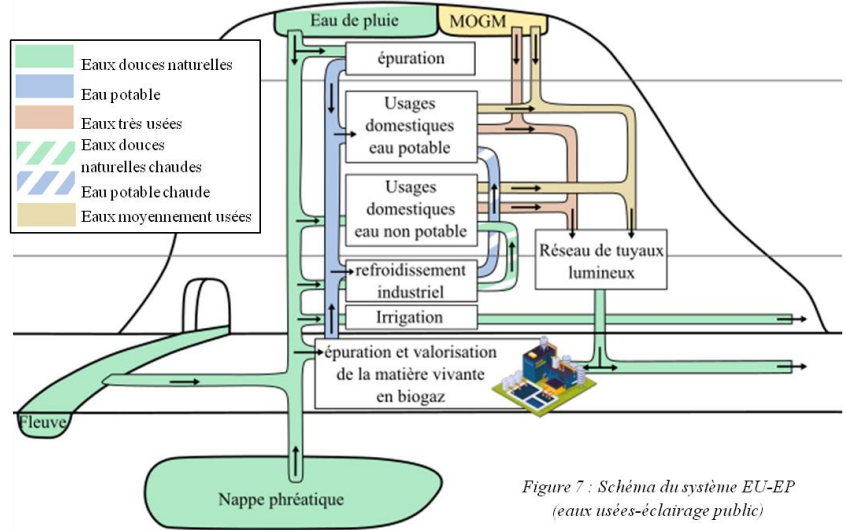
Les réseaux de transport en commun (tramway, métro...) sortent de la ville et parcourent l'espace périurbain. Dans cette zone, ils sont principalement utilisés pour relier les fermes au rez-de chaussée de l'enveloppe où se trouvent les industries agro-alimentaires. Une fois transformés, ils sont acheminés dans les hauteurs, ou bien aux stations de transport en commun du centre-ville où se situent directement les centres de distribution.



# Systeme EU&EP

Un système cumulé pour le traitement des eaux et l'éclairage public est installé, grâce à des sources bactériennes de traitement génétiquement modifiées pour produire des protéines bioluminescentes.

L'eau peut être puisée dans trois endroits. Les eaux pluviales récupérées sur les toits de l'enveloppe urbaine (cette source est à prioriser car, placée en hauteur, elle demande une alimentation presque nulle des pompes électriques), puis les eaux de surface (fleuve, lac...) et enfin les nappes phréatiques. Ces sources complémentaires servent en priorité à alimenter les circuits ouverts de refroidissement des industries et d'irrigation situés au sol.



Intrants : sucres, bactéries, un peu d'eau / Rejets : Matière organique, lumière, surplus d'eau

Le réseau puise l'eau et en traite une partie (directement sous les toits ou bien au sol), puis envoie les eaux utilisables soit dans les échangeurs thermiques du mur de data-centre et les industries pour se réchauffer, soit directement aux bureaux, habitations et autres lieux d'usages.

Les eaux usées sont envoyées dans deux réseaux parallèles en fonction de leur type de pollution. Ces réseaux d'eaux usées se séparent et parcourent la ville comme des capillaires sanguins, et parcourent les surfaces de bâtiments, des voies et du mobilier urbain, sous la forme de petits tuyaux blancs passant inaperçus de jour. Les Micro-Organismes Génétiquement Modifiés (MOGM), majoritairement des protéobactéries anaérobies, y sont dispersés et commencent le traitement. Le soir, des sucres sont injectés à plusieurs endroits du réseau, ce qui déclenche la synthèse d'une protéine bioluminescente suffisamment puissante pour éclairer les alentours d'une douce lueur bleutée. Cet éclairage doux ne consomme aucune électricité et est respectueux de la faune à rythme circadien. Lorsque tout le sucre est consommé, le réseau d'éclairage public s'éteint, mais les bactéries continuent de traiter l'eau. En fin de circuit, l'eau se retrouve dans des stations d'épuration au sol pour traiter les pollutions aux métaux par exemple. La matière organique est valorisée en combustible ou en compost, et l'eau est réinjectée dans le réseau.

## Schéma bilan des interactions entre systèmes urbains et des avantages de la forme urbaine GOUTTE

