



Vers un écosystème urbain durable?

Applications et recherche en
architecture biomimétique

*Olivier Scheffer
Directeur R&D*



Un acteur de référence de l'architecture moderne Une démarche environnementale innovante inspirée du vivant



– Identité

- 15 années d'existence
- 25 personnes
- CA 2 M€, Fds Prop. 1 M€
- 20 bâtiments construits (de 2 à 70 M€, tous types, France & étranger)
- Lauréat du Pavillon de la France à l'expo universelle de Milan 2015
- nombreux prix et distinctions

– Innovation :

- 20% CA investi en R&D
- 3 demandes de brevets (2 délivrés OEB et Chine)
- 3 labellisations
- prix EDF bas carbone 2011
- conseil scientifique
- 15+ partenaires de recherche



LIFE'S PRINCIPLES

Biomimicry DesignLens

Biomimicry.net | AskNature.org

Rendre nos écosystèmes urbains compatibles avec le vivant, voire régénérateurs du vivant

« La vie crée les conditions favorables à la vie »

Les conditions opératoires de la vie sur Terre:

- Le système Terre est fini et borné (ressources limitées)
- L'environnement est en équilibre dynamique
- La vie est basée sur l'eau, le soleil et la gravité
- La vie est basée sur des processus cycliques interdépendants (écosystèmes, systèmes complexes,...)

Les grands principes de la vie :

- Evoluer pour survivre
- S'adapter à des conditions changeantes
- Être à l'écoute de son environnement local et réactif
- Utiliser une chimie bénigne pour l'environnement
- Utiliser les ressources de manière efficiente
- Trouver l'équilibre entre augmentation de la taille, augmentation des systèmes support et différenciation des fonctions

Concepts clés:

- diversité
- processus cycliques et boucles de rétroactions positives
- coopération et auto-organisation
- assemblage et construction bottom-up
- chimie douce et recyclage
- multifonctionnalité et recombinaison
- adaptation de la forme à la fonction
- résilience par variations, redondance et décentralisation

Blox (D01) Saint-Ouen: un bâtiment écosystème, régénérateur de biodiversité et qualité de vie (prix EDF Bas Carbone 2011)

– Multifonctionnalité et mutualisation:

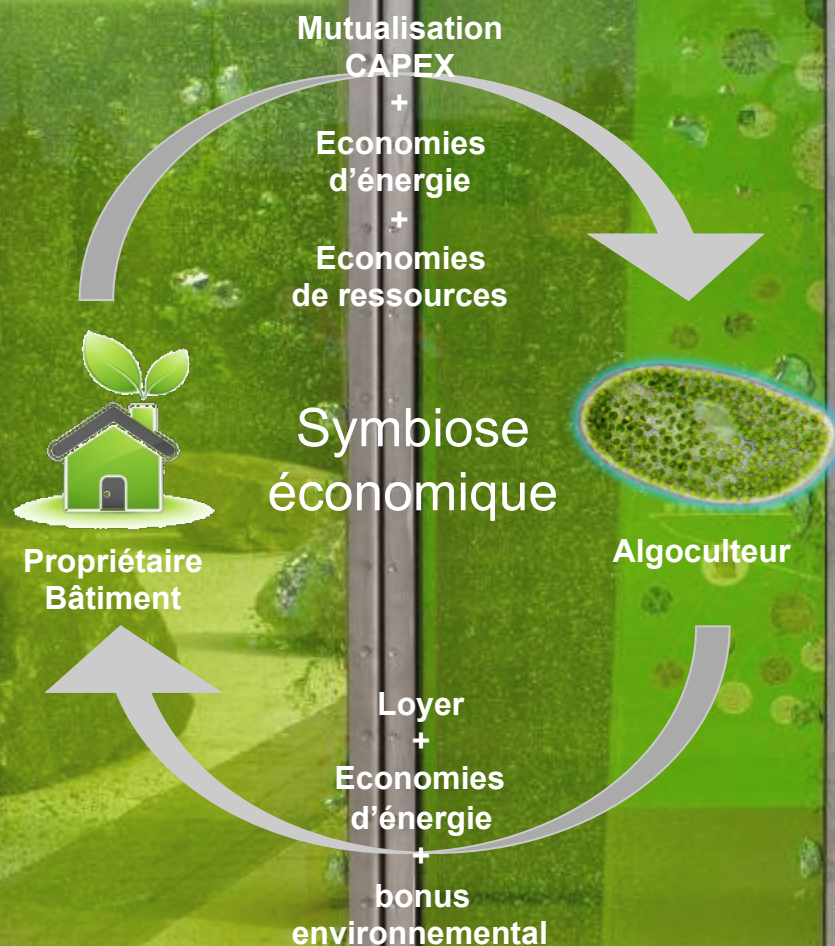
- bâtiment mixte de 52.300 m²
 - logements collectifs (7.000 m², 117 logements)
 - centre commercial (Leroy Merlin)
 - parkings (800 places dont prises électriques tri-phasées)

– Utilisation efficiente des ressources locales (82% EnR)

- échanges thermiques avec la nappe phréatique à travers le cuvelage des parkings et inertie de la paroi moulée
- échanges thermiques entre groupe froid du Leroy-Merlin et planchers chauffants et ECS des logements
- récupération de la chaleur sur les eaux grises
- bio-climatisation et ventilation naturelle (double-orientation des logements)
- appoint géothermique de la ville

– Régénération de la biodiversité et qualité de vie:

- 4.000 m² de toitures végétalisées, dont 2.500 m² de toiture-terrasse en végétalisation intensive et semi-intensive (40 cm de substrat mi-organique/mi-minéral) pour des jardins potagers partagés
- sélection d'espèces végétales du bassin fluviale, pour assurer une continuité avec le fleuve et le parc voisin
- récupération des eaux de pluie et régulation du flux hydrique vers le réseau EP
- lombri-compostage des déchets organiques des logements pour la régénération du substrat



Une ferme verticale d'algoculture urbaine en synergie avec le bâtiment

Les microalgues, pilier de notre biosphère :

- captent 2 à 5 fois plus de CO₂ qu'une forêt en pleine croissance: elles absorbent 30% du CO₂ de notre atmosphère et produisent 50% de notre oxygène
- à l'origine de la chaîne alimentaire marine
- d'une grande richesse moléculaire
- capacité à croître à partir de déchets

Cultiver des microalgues en ville en « biofaçades »

- Intégration de systèmes de culture de microalgues (photobioréacteurs) au sein de façades actives

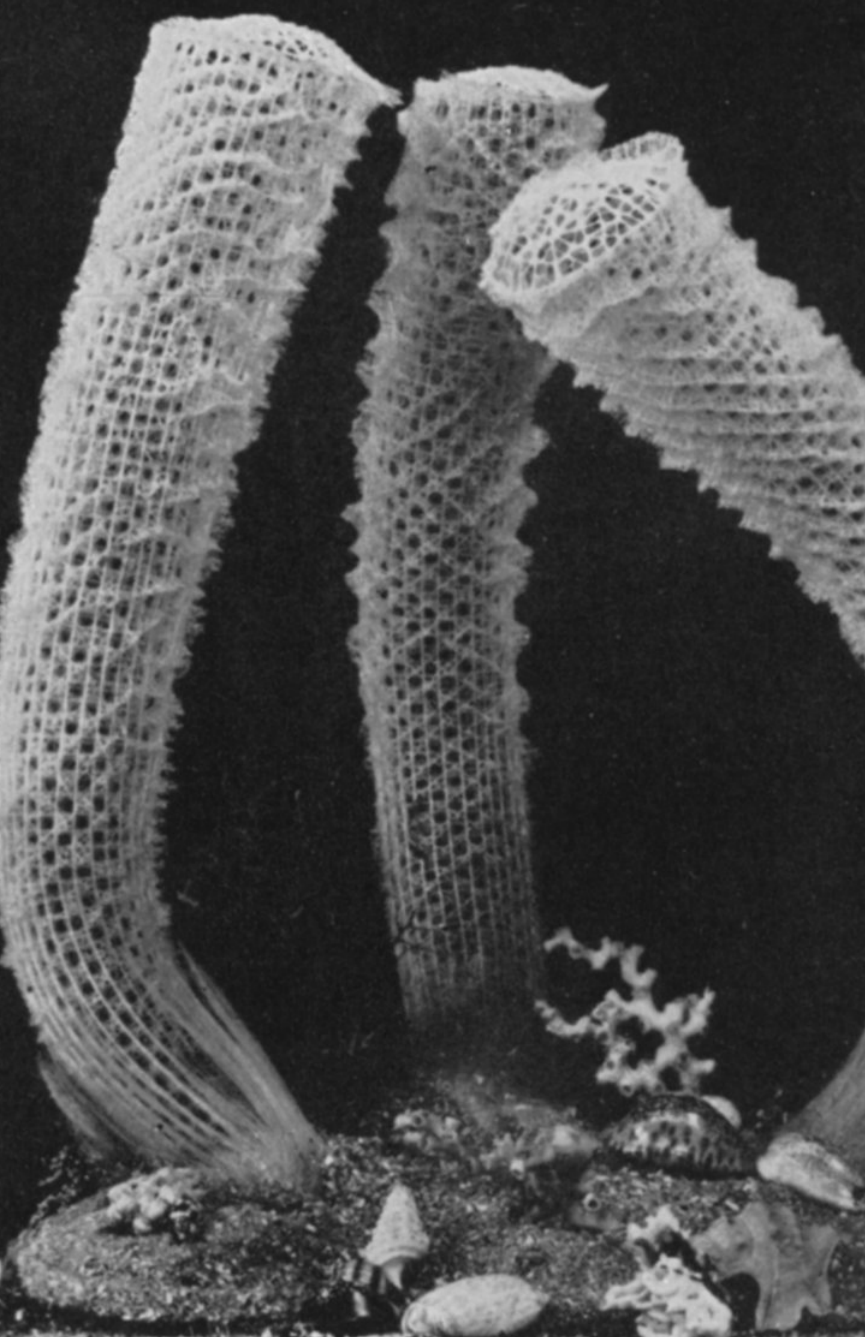
En symbiose thermique et chimique avec le bâtiment hôte

- ventilation naturelle de la double-peau
- valorisation des déperditions thermiques du bâtiment
- valorisation de la chaleur des photobioéacteurs pour le bâtiment (ECS, planchers chauffants)
- captation du CO₂ des chaudières pour les cultures
- valorisation des eaux grises pour les nutriments
- valorisation des eaux de pluie pour les cultures

6 ans de R&D:

- premiers prototypes testés depuis 2 ans, brevetés
- premier pilote de biofaçade fin 2015*

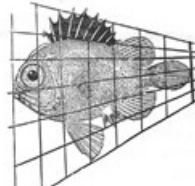
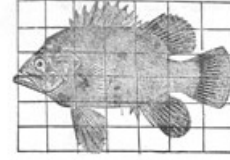
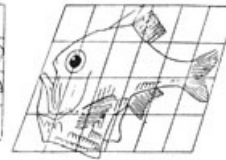
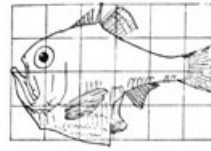
*FUI15 labellisé par Advancity et Valorial, avec le CNRS (GEPEA), AlgoSource Technologies, Séché Environnement, VIRY, OASIIS, R.F.R, XTU et le CSTB, et financé par: MEDDE, Régions Ile-de-France et Pays de la Loire, Ville de Paris



Eponge des fonds sous-marins Oepectela Aspergillum

Morphogénèse et efficience

coaxial circles, as in Fig. 520, and then filling into the new system,



_ Performances des formes naturelles

- dans la nature, la forme est produite en minimisant matière et énergie utilisées...et en optimisant les fonctions et propriétés permettant une adaptation maximale à l'environnement

_ L'exemple de *Oepectela Aspergillum* :

- c'est la forme structurale la plus résistante connue des chercheurs à ce jour, que ce soit en pression, en torsion ou en flexion...or
- Elle extrait de l'acide silicique de l'eau de mer qu'elle transforme à froid en silice, matériau de base très fragile
- Elle développe un squelette selon une géométrie extrêmement particulière en réseau cylindrique élaboré, comprenant six niveaux de l'échelle du nanomètre à l'échelle du centimètre, imbriqués en plusieurs treillis

_ La morphogénèse évolutionniste au service de l'adaptation à l'environnement:

- les formes des organismes biologiques émergent de processus internes en interaction dynamique avec leur environnement - afin d'optimiser leurs performances et leurs capacités d'adaptation à cet environnement sur de multiples générations

D'Arcy Thompson, « On Growth and Form » (1917)

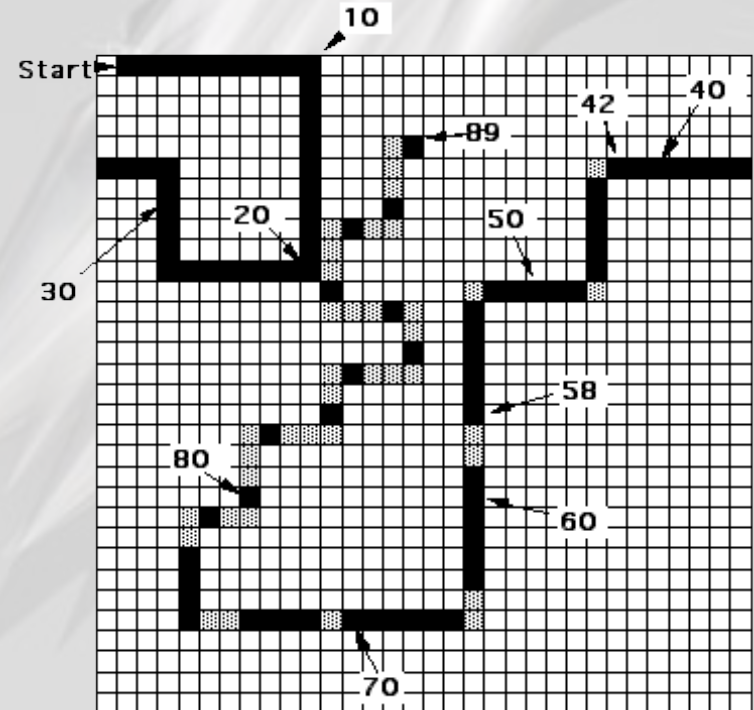
- ce n'est pas la forme qui est génétiquement codée, mais le processus d'auto-génération de la forme dans un environnement donné

Alan Turing, « The chemical process of morphogenesis » (1952)

Design génératif et évolutionniste

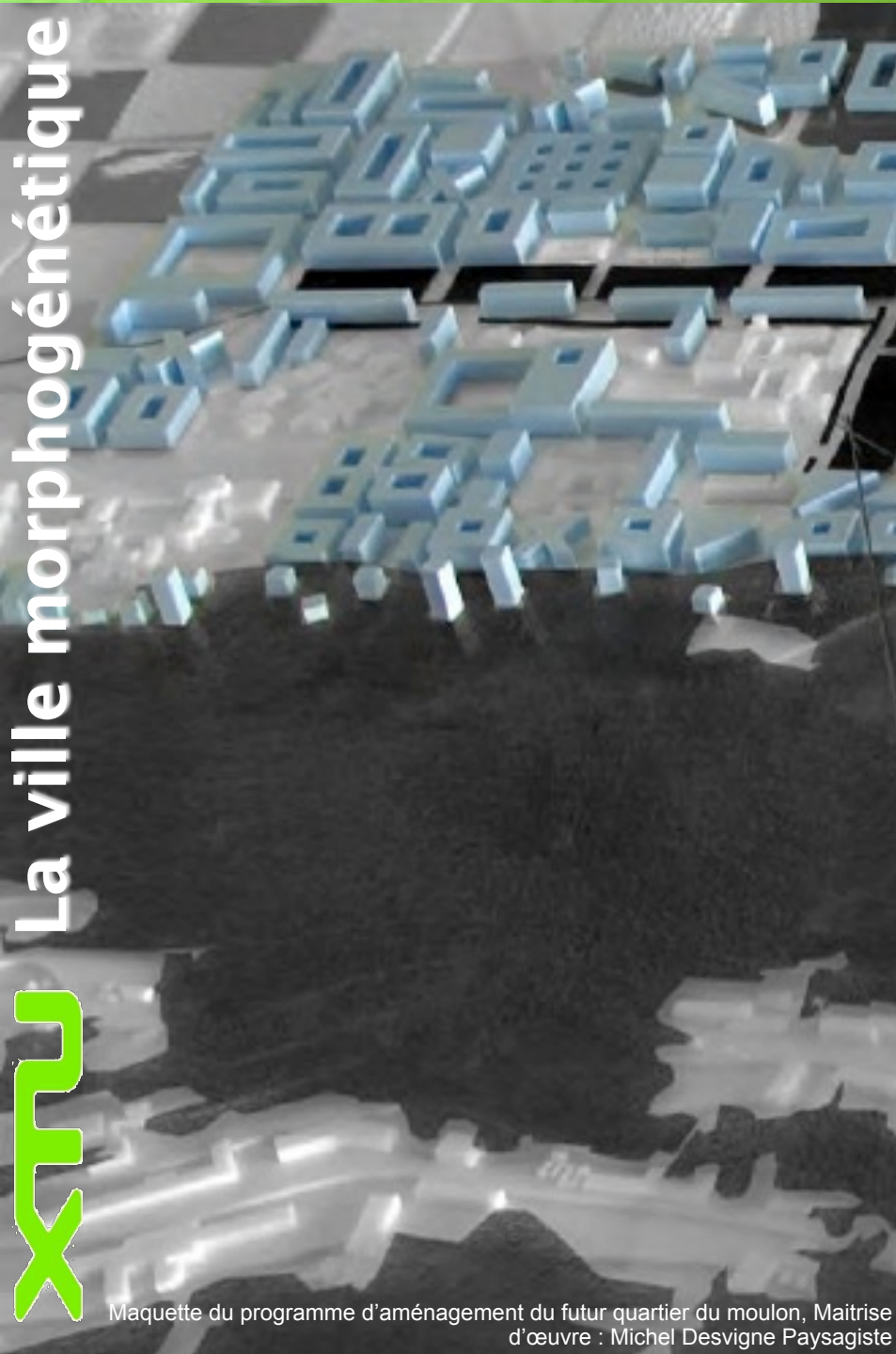
_ La transcription au design génératif et évolutionniste

- modélisation de formes de plantes adaptées aux conditions d'un environnement donnée (vent, soleil, terrain,...) par codage du processus de croissance en l'activant dans un environnement actif
- optimisation multiobjectifs / multicritères par algorithmes génétiques et informatique évolutionniste



¹ Aristid Lindenmayer, « L-systems » (1968)

² Jefferson et Taylor, « The Tracker » (1985)

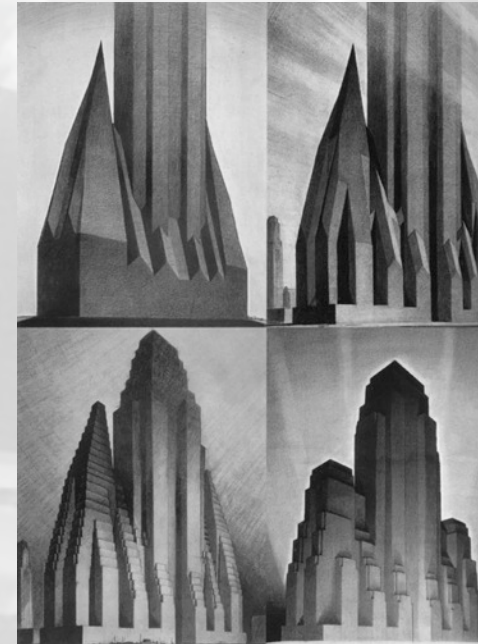


Expérimentation sur le plateau de Saclay, secteur du Moulon

*Projet de diplôme d'Olivier Scheffer, Master Spécialisé « Création et Technologie Contemporaine », ENSCI 2011, en partenariat avec OIN Paris Saclay, Laboratoire ARIAM-LAREA de l'ENSA Paris La Villette (programmation), Philippe Pappaert (rendu 3D), et XTU

— **Déterminer la forme de l'emprise au sol et du gabarit-enveloppe de bâtiments sur 24 parcelles, optimisant les paramètres suivants**

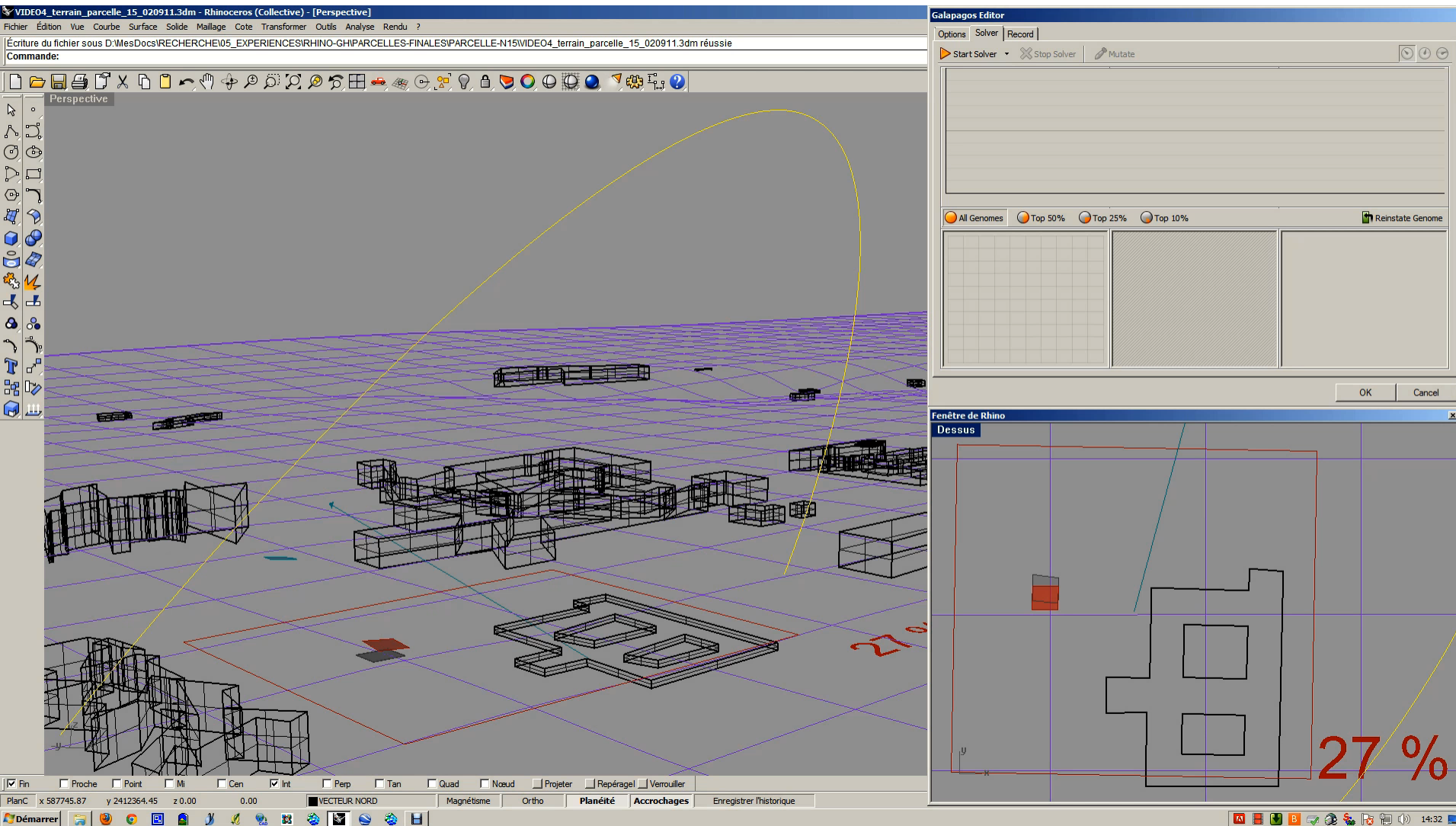
- Ensoleillement direct minimal l'été
- Minimiser l'empreinte aux vents dominants
- Hauteur maximale de 20m
- Emprise au sol sur la parcelle de 45%

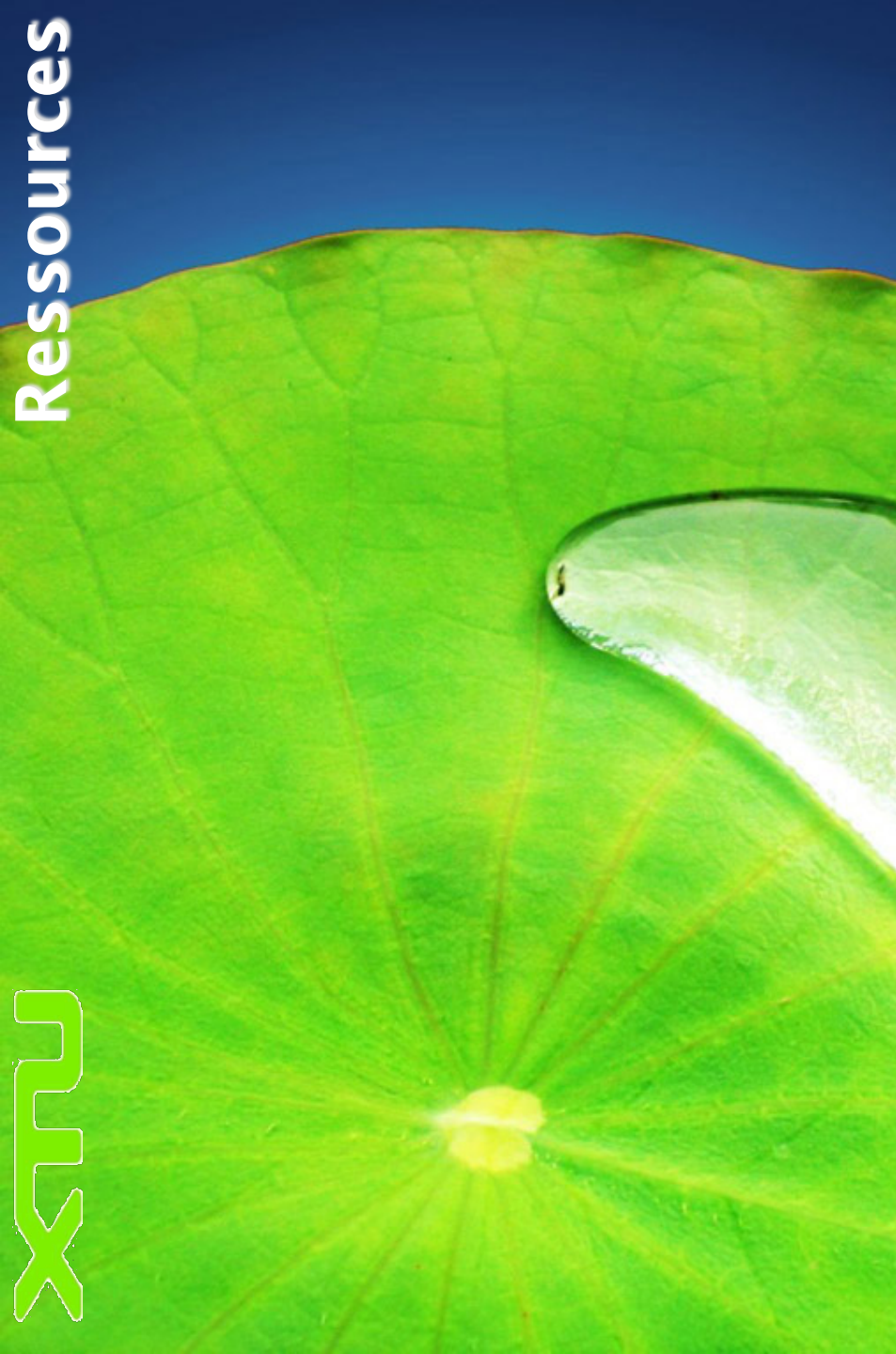


Evolution de l'immeuble à redents, variations de Hugh Ferriss sur les gabarit-enveloppes résultant de la loi de zonage de 1916
Source: Delirious New York, Rem Koolhaas, 1978

Modélisation évolutionniste de formes urbaines durables

Modélisation évolutionniste de formes urbaines durables





Pour aller plus loin:

[Hyper-urbanisation: la marée grise](#)

[Le développement durable au coeur du biomimétisme](#)

[L'architecture biomimétique: quand l'architecture s'inspire de la nature](#)

[Villes émergentes, villes mutantes: la théorie des systèmes complexes et de l'évolution appliquée à la modélisation urbaine](#)

[Urbanisme morphogénétique: processus d'exploration évolutionniste de formes urbaines durables](#)

www.x-tu.com

Merci

Contact:

Olivier Scheffer (Directeur R&D)

Tél : 06 0730 9119

olivier.scheffer@x-tu.com

