



# Ville numérique 3D

vers une vision plus connectée  
du territoire

Sophie Barré

Labo des paysages, Paris

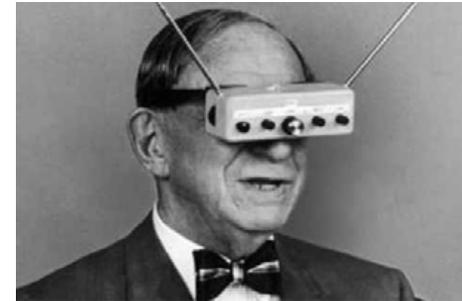
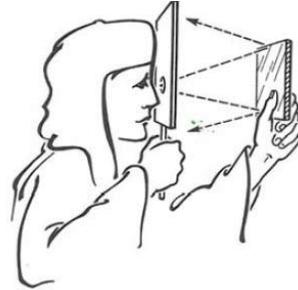
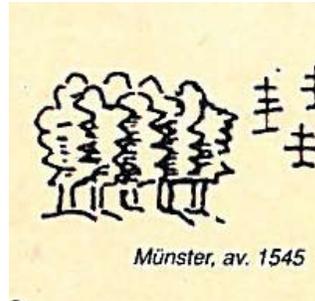
Conseil et Production - Ville numérique / Projets 3D



## JUSTE UN TÉMOIGNAGE...

- **Ingénieur paysagiste, 15 ans chef de projet 3D**  
(perspectives, animations, films, interfaces temps réel, applications mobiles, réalité augmentée, projets VR)
- **Quelques constats** sur l'évolution de la maquette numérique 3d pour le territoire - Exemples
- **Retour d'expérience** sur une maquette numérique créée pour accompagner la co-conception d'un écoquartier





## LES MODES DE PERCEPTION ÉVOLUENT

- 2D : Dessins, Cartes, Plans
- 3D : De l'histoire ancienne !
  - Axonométrie, perspective (fini la hiérarchie subjective du moyen-âge)
  - Plan relief, Maquette-objet
  - Stéréoscopie par Wheatstone dès 1838, et au cinéma dès 1915 !
  - Réalité Augmentée dès la Renaissance avec l'expérience de Brunelleschi

et rien n'est abandonné au fil de l'évolution numérique...



## LES MODES DE PERCEPTION ÉVOLUENT

- **4D** = Mouvement
  - des objets (animation)
  - des caméras (film ou temps réel)
  - de celui qui observe (mobilité, interactivité)
- **Virtualisation** de plus en plus fidèle à la réalité -> Ubiquité
- **Hybridation réel/virtuel** :
  - Incrustations image et vidéo désormais précises grâce au géoréférencement.
  - Réalité Augmentée, VR immersive -> Appel aux sens, à l'action.



# DE NOUVELLES DIMENSIONS POUR LES DONNÉES



## Dimensions spatio-temporelle/ L.O.D. / L.O.I.

(toujours en définition !)

- 2D = cartes/SIG, plans, images
- + 2.5D = attribut élévation et/ou hauteur
- + 3D
- + 4D = temps : 4D, phasage, temps réel
- + coûts
- + performance...

- > Maquette porteuse d'«intelligence» (sémantique, structure)
- > Démarche BIM pour le bâtiment, les infrastructures...

## La complexité n'est plus éludée !

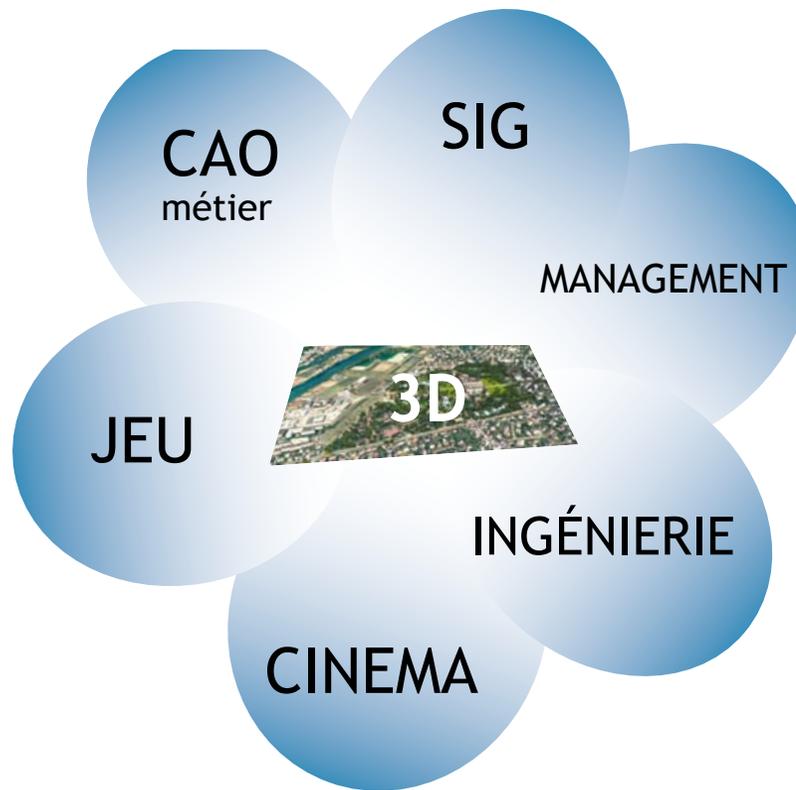
Informations pertinentes et centralisées rendues intelligibles, visibles en temps réel.

-> Vision multi-échelles, synthétique ou détaillée, requêtes et analyses, outil d'expertise /décision /édition /optimisation /communication.



# LA 3D À LA CONVERGENCES DES TECHNOLOGIES

Fonctions transposables entre secteurs (dont le besoin commun est de voir et de manipuler la donnée, et dont le langage commun est l'octet !).



**D'où l'importance pour les échanges**  
des formats et normes - Ouverture du code API

**Mais toutes ces technologies sont-elle  
faciles à maîtriser ?**

Outils professionnels ou grand public ?

Culture numérique à acquérir

Question de la polyvalence, de la spécialisation

**En conséquence, comment raconte-t-on  
le territoire aujourd'hui ?**

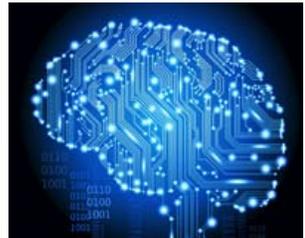
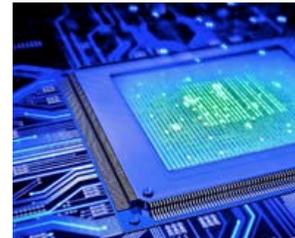
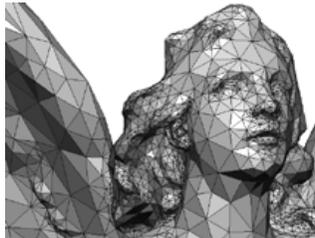
On ne fait pas que l'observer, on expérimente sur son double virtuel. Avec la navigation libre et l'affichage de données croisées, la «Narration» n'est plus plaquée sur une vision étroite du réel. Elle devient moins linéaire et imposée, mais interactive, plus intuitive.



# SYMBIOSES ENTRE TECHNOLOGIES AVEC DE NOUVEAUX WORKFLOWS

## Chaîne de travail plus intégrée entre :

- L'acquisition (géométrie et image par scanner, laser - drone - géolocalisation),
- La restitution géométrique (modélisation, impression 3D),
- Le chemin des données (web et cloud, Smart city avec capteurs et big data en temps réel),
- Les interfaces homme-machine (user design et conception multisupports)
- Les méthodes de partage et de collaboration,
- L'usage de la «logique objet» des méthodes de modélisation, prenant en compte le cycle de vie (PLM, BIM, CIM , et bientôt le «LIM» pour Landscape...)



# LA 3D AU SERVICE D'UN TERRITOIRE PLUS CONNECTÉ



**La 3D apporte une vision précise et partagée des projets  
et engage un processus vertueux**

basé sur l'engagement des co-constructeurs du modèle  
des différents corps de métier

et sur l'anticipation (voir, tester, vérifier avant de prendre des décision)

# LA 3D AU SERVICE D'UN TERRITOIRE PLUS CONNECTÉ...

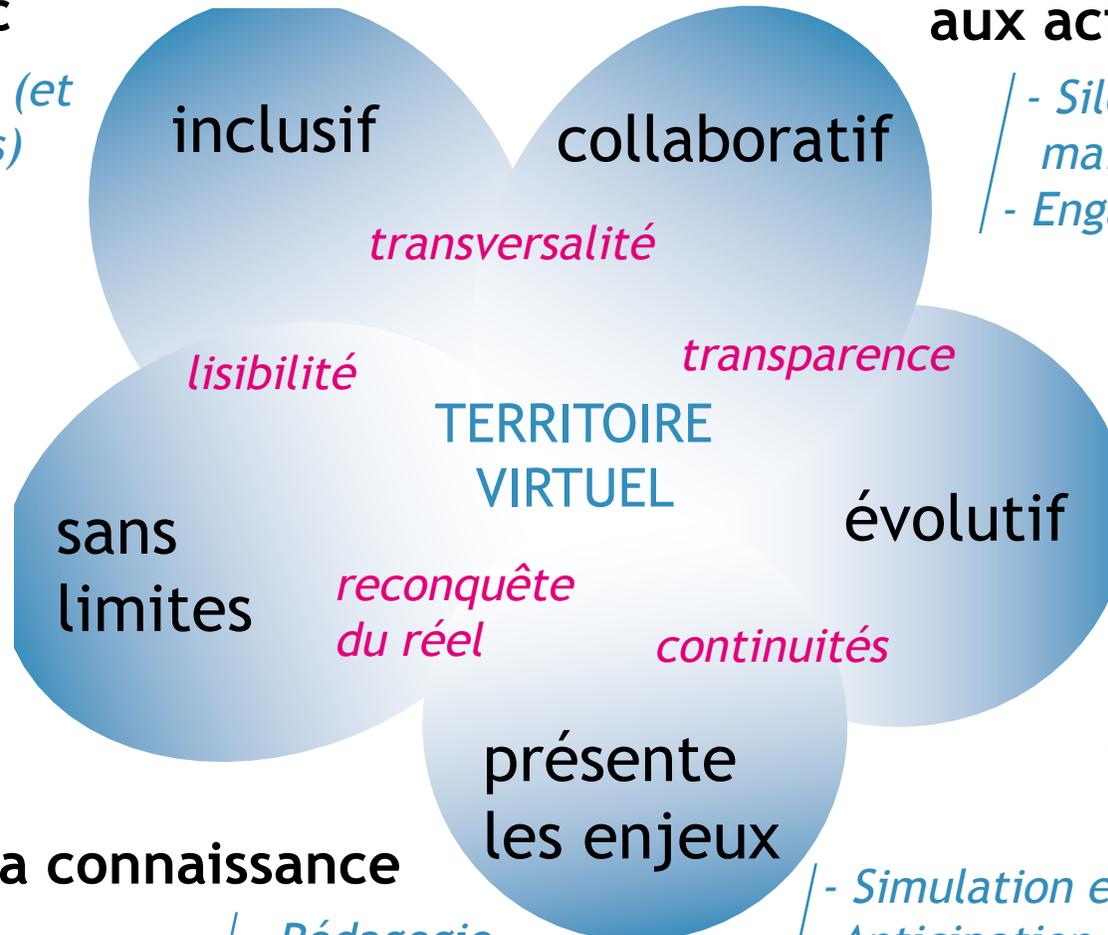


## ...au public

- Open data (et leur limites)
- Participatif
- Accessible ?

## aux acteurs

- Silos de données métier mais interconnectées
- Engagement



## à l'espace

- Vision naturelle au-delà des périmètres
- Vision du sous-sol

## au temps

- Passé, présent, futur, et évolution. (Mémoire, Gestion)
- Données pérennes

## à la connaissance

- Pédagogie
- Appel à l'action

- Simulation et Contrôle
- Anticipation et Optimisation



# LA 3D AU SERVICE D'UN TERRITOIRE PLUS CONNECTÉ



**Un double virtuel** du bassin de vie pour y tester ses idées



*Atelier créatif sur les paysages de Plozévet (TUP)*

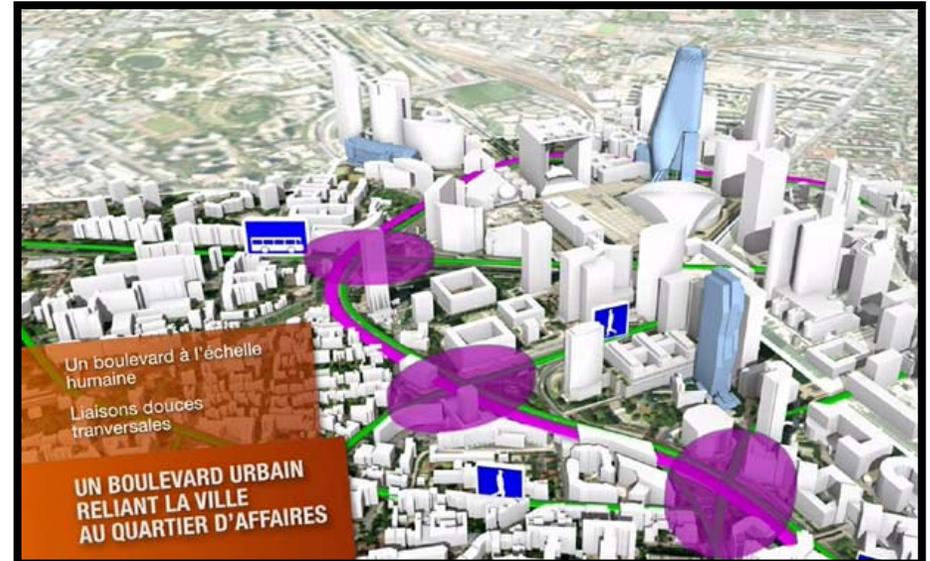


# LA 3D AU SERVICE D'UN TERRITOIRE PLUS CONNECTÉ

**Un support pédagogique pour présenter les enjeux complexes :**  
Scénariser et choisir les degrés d'abstraction ou de réalisme



*Film et interface extension de tramway TCOB en Suisse (GVA)*



*Film pédagogique PLU de Puteaux (GVA)*



# LA 3D AU SERVICE D'UN TERRITOIRE PLUS CONNECTÉ

## Exemple de l'application SQY Pôle Gare :

- Nouvelle dynamique inter-service
- Projet réajusté une fois vu modélisé
- Montée en compétence sur la 3D
- Indicateurs à mettre en place sur ce moyen de communiquer (profil user, nb téléchargement, économie réalisée)

Laurent Charrier:  
Responsable  
Géomatique  
Stratégie globale 3D

Sabine Fotia: Chargée de  
projet à la DSI  
Chargée de la coordination  
du projet application 3D

Yolande Philibert:  
Chef de projet  
aménagement  
espace public  
Garante de la  
réalisation du projet  
pôle gare



Romain Forsans :  
Responsable de  
communication  
Définition et suivi du plan  
de communication lié à  
l'application 3D

Sophie Barré:  
Chef de projet  
communication 3D  
(GVA)  
Prestataire privé de la  
CASQY. Réalisation de  
l'application et transfert  
de compétences

Pascal Guegan:  
Expert 3D  
Expertise technique  
sur le volet 3D



## Vérifier, Informer dès le chantier

Téléchargement blue-tooth sur chantier sans wifi,  
ou chez soi via le magazine local ou le site web de  
l'agglomération.



# LA 3D AU SERVICE D'UN TERRITOIRE PLUS CONNECTÉ



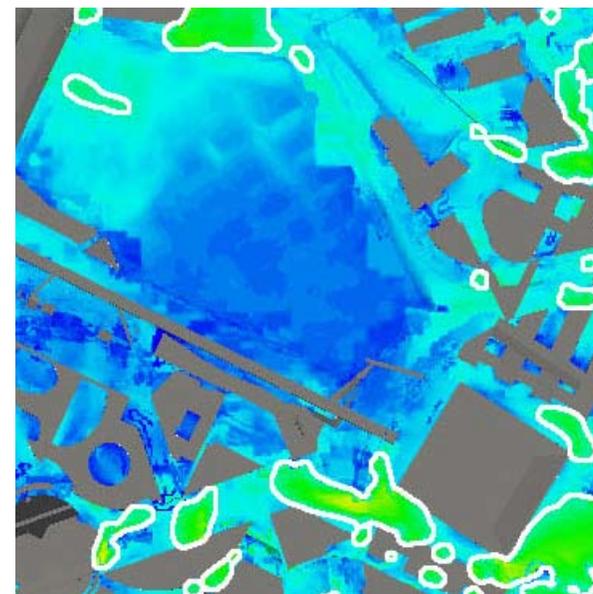
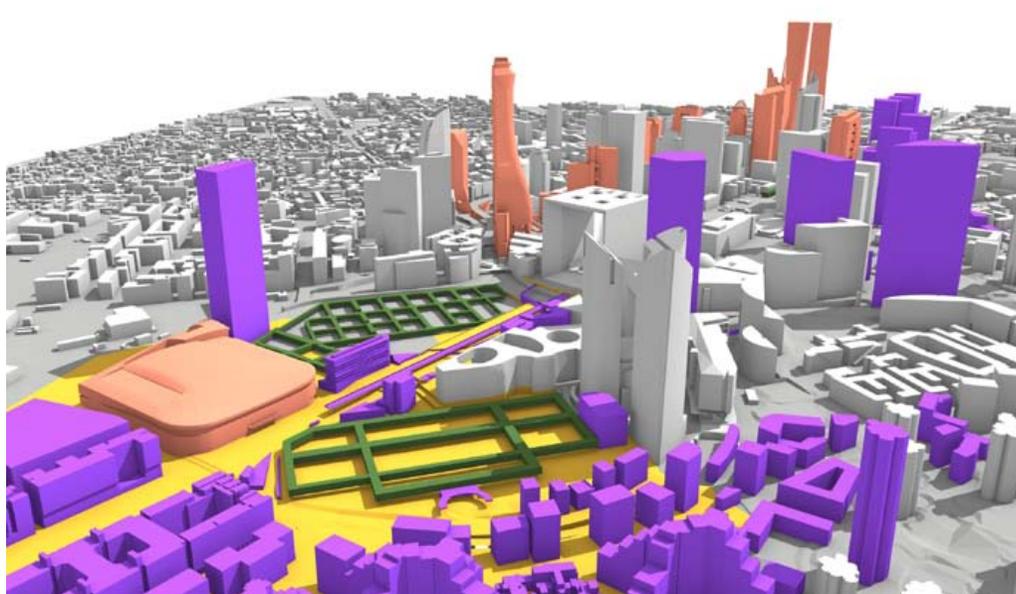
**Certaines fonctions de consultation deviennent des «classiques» :**  
navigation en temps réel, affichage interactif d'informations, plan augmenté et réalité augmentée sur appareils mobiles, usage de QRcode, exploitation du cloud, ...

**«L'expérience» de la VR en immersion 360°** avec casque de Réalité Virtuelle, utilisée pour l'industrie et l'entertainment rend la visite virtuelle encore plus réaliste !



# LA 3D AU SERVICE D'UN TERRITOIRE PLUS CONNECTÉ

**Analyses et simulations (ombres, bruit, chaleur, vent, crues, trafic etc.)**  
pour une vision éclairée, réaliste pour agir sur son territoire et anticiper !



*Simulations de vent et ensoleillement à La Défense pour conclure sur le confort des usagers et les prescriptions paysagères - EPADESA (Optiflow - RFR Elements - GVA)*



# LA 3D AU SERVICE D'UN TERRITOIRE PLUS CONNECTÉ

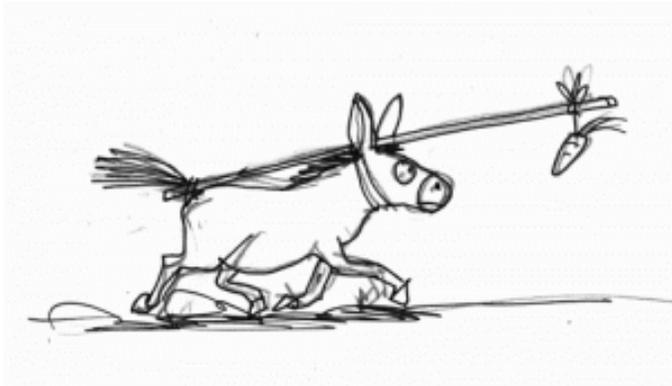
**Accès aux doubles virtuels et «augmentés» des sites, sur place ou à distance** pour un usage technique, pédagogique ou de communication.



*Vision technique d'usine pour les agents de Veolia (GVA)*



*Exploration botanique du jardin privé du siège de la Coface (TUP)*



**L'ATTITUDE ? «L'ENVIE D'AVOIR ENVIE !»**  
**de faire sa transition numérique** (cf PTNB sur 3 ans - Esprit d'incitation)

**Génération 3D ?** TPE/PME ou grands comptes ? Chacun sa culture, chacun ses moyens, son chemin (prudent mais ambitieux) vers l'exploitation de la 3D.

1/ **Les outils à dispositions se multiplient** et émergent de nouveaux besoins en matière de représentation 3d de territoire.

2/ Comme plusieurs chemins sont possibles, il reste à **clarifier ses objectifs**, en anticipant au maximum ses besoins à court et moyen termes,

3/ puis à **dimensionner les moyens** d'y arriver.

= Analyser ses atouts en amont, faire le tri parmi les solutions et prestataires, pour choisir les bons outils et workflows pour des usages précis.

**Être efficace et prudent** : être accompagné, apprendre sur des projets pilotes, transposer, capitaliser.

# L'ATTITUDE «JUSTE» A TROUVER



**La machine n'est pas intelligente**, c'est la stratégie d'usage qui compte et la dynamique de mise en place du projet numérique :

## - Le bon outil pour le bon usage.

= éviter : la «boite noire» absconse, le «couteau suisse» irréaliste, ou encore le«canapé-lit» non performant ! Penser «efficacité».

## -> Niveaux de détail et d'information adaptés

-> **Se concentrer sur la donnée «essentielle»** (utile, robuste, bien décrite et sourcée, pérenne, évolutive, inter-opérable, à la définition demandée). Elle place le curseur de la qualité, et assure pertinence et durabilité du modèle numérique !



# EXEMPLE

## Accompagnement de co-conception d'écoquartier



Modèle InfraWorks 360 pour ZStudio (expert BIM), l'Agence TER (maître d'œuvre), et Grand Paris Aménagement (Maître d'ouvrage mandataire pour la Ville du Vésinet)



# LE PROJET D'ÉCOQUARTIER «Parc Princesse»

**Un site boisé d'exception** en bords de Seine au Vésinet, avec ancien asile impérial aux façades et enceintes classées,

**Une ZAC, avec 11 projets d'architecture** (30 logements collectifs), des équipements et des services

## Enjeux principaux :

- Cohérence et qualité architecturale,
- Respect des arbres en place,
- Renforcer les axes et liaisons douces,
- L'eau comme matrice de biodiversité.

**Le choix de la 3D comme outil de récolement** pour compiler, voir, vérifier et présenter la progression de la co-conception.



# PÉDAGOGIE sur la démarche 3D auprès des acteurs du projet

**4/ Socle Projet**  
Modélisation centimétrique texturée suivant plans projet et nature des sols

**3/ Habillage du Socle Existant**  
Placage de l'orthophoto

**2/ MNT**  
Triangulation d'une surface (modèle numérique de terrain)

**1/ Données topographiques :**  
Polygones 3d de la BD Topo + Points topo géomètre sur la ZAC

**1/ Façades** Reportage photographique et préparation des textures de façades du bâti existant de la ZAC et proche de la ZAC.

**2/ Modélisation manuelle du bâti existant texturé** - En s'aidant des photos et de l'orthophoto, des plans obtenus sont des "bâtiments" de la BD Topo. Les modèles obtenus sont des low-poly texturés, dont le niveau de détail est proche d'un LOD 2 de la norme CityGml : c'est le photoréalisme extérieur qui compte, tout en restant léger en géométrie. Import géolocalisé des modèles dans Infraworks.

**3/ Préparation du bâti générique** Tri des contours de toiture donnés par la BD Topo (suppression du bâti détaillé, tri entre toits plat et pentus, redécoupage des toitures et correction manuelle des abbréviations de hauteur, à l'aide du fichier géomètre et de l'orthophoto). Préparation d'attributs utiles (fonction, hauteur). Import dans Infraworks. Paramétrage du rendu des façades génériques.

**4/ Intégration de modèles de bâtiments projet** dans la scène Infraworks de récolement général de la ZAC. Niveau de détail selon l'avancement de la conception (modèle 3d simple esquisse sans matériaux, fichier BIM, modèle 3d lowpoly réaliste).

**1/ POSITION** Récolement des bases de données arbres en fichier excel ONF, du dessin autocad du relevé géomètre, et des fiches pdf du géomètre. Préparation des fichiers shapes de positionnement d'arbres avec attributs (identification, dimensions, notes...)

**2/ MODELES** Simplification de la palette végétale (par genre et aspect). Modélisation d'arbres légers botaniquement plausibles par espèce (dans un modèleur). Import dans la bibliothèque d'objets 3d végétation d'Infraworks

**3/ PARAMETRAGE** Développement d'une méthode de paramétrage automatique des modèles d'arbres selon leurs attributs : hauteur et circonférence du tronc, hauteur et envergure du houppier. Programmation de l'affichage des attributs de l'arbre en infobulle (hauteur, numéro d'arbre, travaux...).

**Modèle numérique de terrain**  
Sophie Barré / Olivier Ceinik  
ZSTUDIO - Novembre 2015

**Modélisation du Bâti**  
Sophie Barré / Olivier Ceinik  
ZSTUDIO - Novembre 2015

**Préparation d'arbres paramétriques**  
Sophie Barré / Olivier Ceinik  
ZSTUDIO - Novembre 2015



# ÉTAPES

**Modéliser l'existant** (topographie, bâtiments proches texturés)

**Représenter les arbres** relevés avec la géométrie exacte des troncs et houppiers, et accès à leur description individuelle (script paramétriques d'appel des modèles hybrides d'arbres créés dans la bibliothèque)

**Intégrer d'autres couches «biodiversité»** (arbres, limites 6m, habitat chiroptères, jardins filtrants, berges et noues plantés, prairies)

**Traduire en 3d les consignes architecturales** du maître d'oeuvre

**Intégrer les projets architecturaux** à différentes phases de conception (leur fournir socle et arbres 3d, récupérer et optimiser leur 3d) : esquisse, AVP blanc générique, puis texturé en phase pré-PC

**Versionning et présentation** à chaque grande étape de la conception

**Contenu organisé** dans le modèle et sa bibliothèque, lié à la base de donnée du projet en local, et partagé dans le cloud avec les personnes autorisées



## ÉTAPES (SUITE)

### **Modéliser l'espace public**

topographie du projet et matériaux au sol  
eau : lac, noues, jardins filtrants  
ponts, pergolas, clôtures et mobilier urbain  
arbres conservés et arbres plantés

### **Ajouter des détails** (réalisme renforcé et donne une échelle)

véhicules, personnages, mobilier, arbustes, massifs  
= possible car la navigation dans le modèle complet reste fluide

### **Créer une visite virtuelle «guidée» des espaces publics,**

(chemins de caméra et export vidéo) présentée en réunion publique  
dans un film monté de 4 minutes.

# PRESENTATIONS 3D de l'avancement des projets

par le maître d'oeuvre à chaque étape



*Réunion MO - MOE - Ville*



*Cette réunion a débuté par 1h de navigation dans la maquette, support à l'Agence TER pour expliquer son concept et y montrer l'intégration des premières esquisses d'architectes. Cette vision partagée a ouvert les discussions.*



# TERRAIN

Texturage selon nature des sols

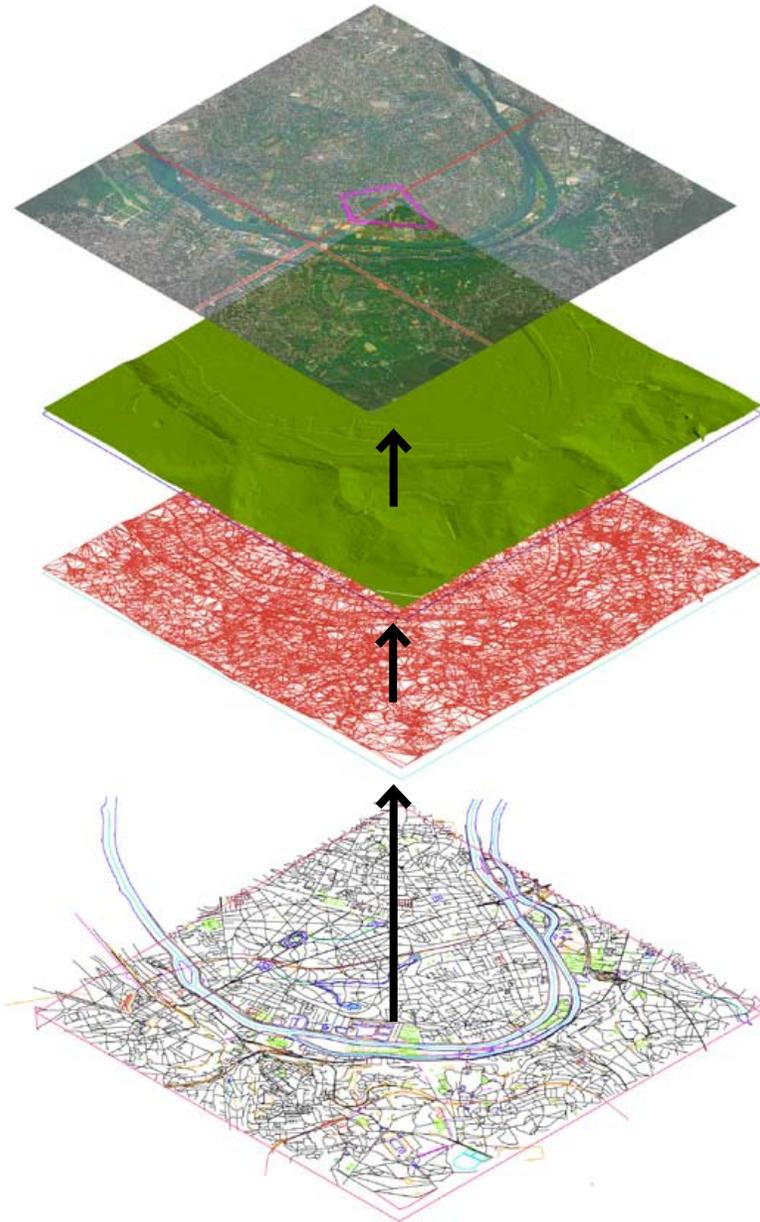
Orthophotographie retouchée

Triangulation en Surface

Traitement des **Données topographiques**

- **existantes** : polygones 3d (lignes de rupture, talus, axes des routes, soutènement...), courbes de niveau, polygones 2d, semis de points

- **et projet** : plan de nivellement monté en 3D à partir de plans et coupes



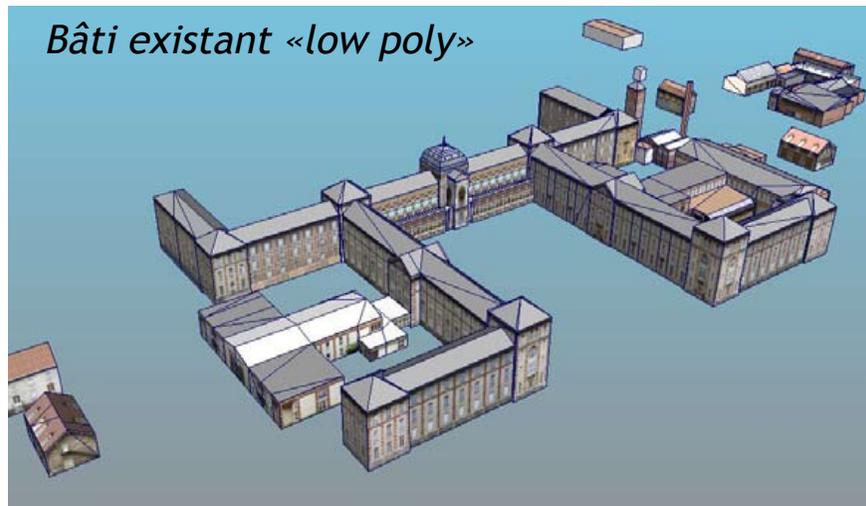


## Campagne photographique pour façades texturées

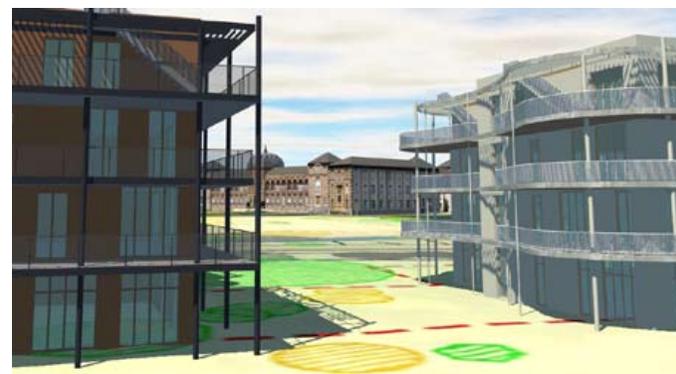
# BÂTI



*Bâti existant «low poly»*



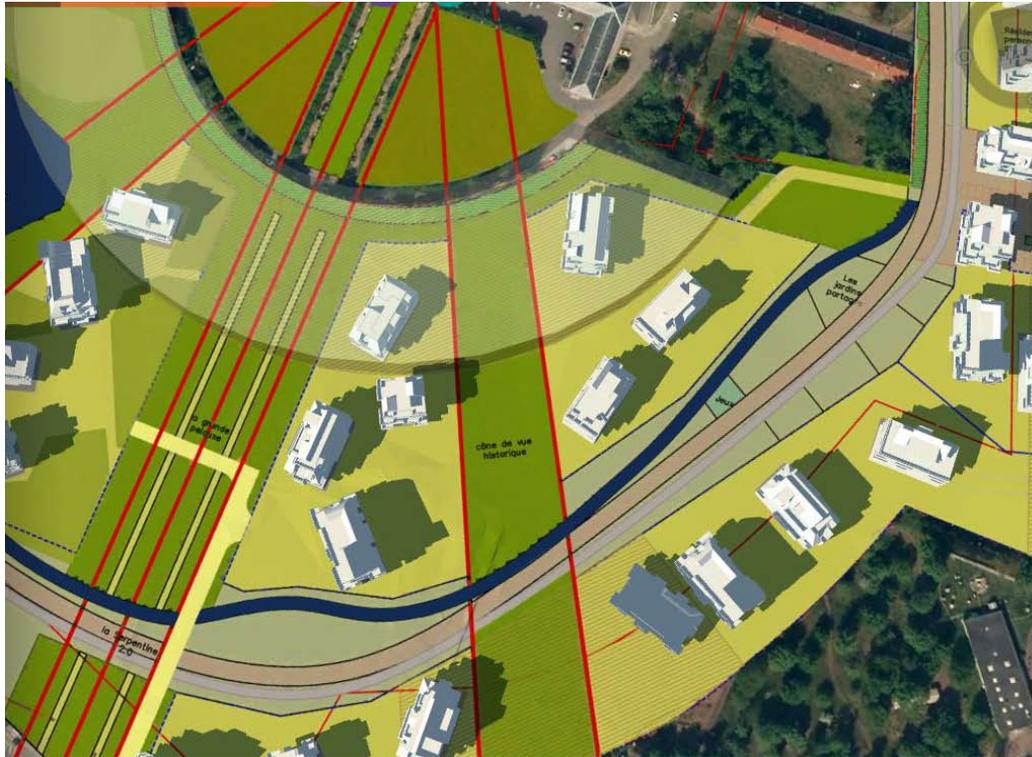
*Bâtiments projet optimisés*





# BÂTIMENTS : LOD évolutif

- Esquisses du maître d'oeuvre mandataire pour comprendre les prescriptions
- Esquisses des architectes, blanches puis texturées
- Projets AVP, texturés
- Projets pré-PC, texturés





# VÉGÉTAL : identité, ambiances et transparences !



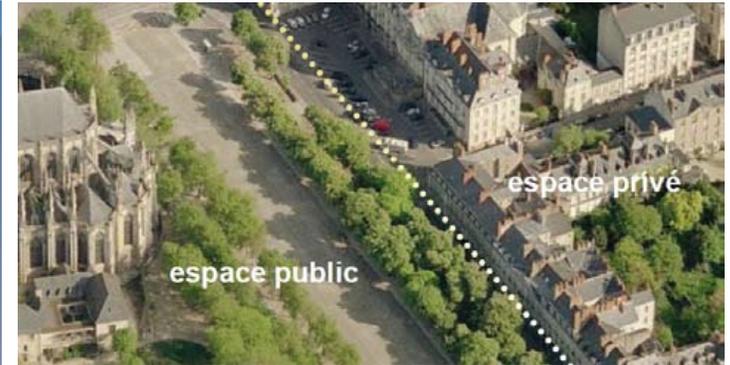
*Entrée du projet (capture maquette Infraworks 360)*



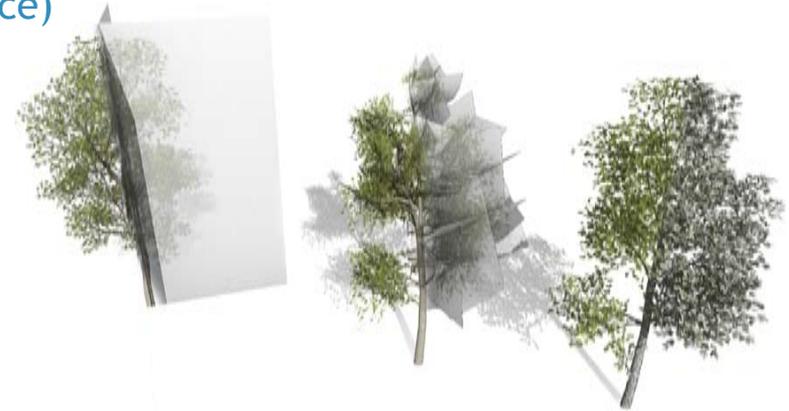
*Autres projets, autre végétation, autres ambiances...*



# VÉGÉTAL : l'oublié de la 3D ? Vers plus de précision.



- **Inventaires limités**  
aux périmètres de gestion (couverture incomplète)
- **Contraintes spatiales** (zone 6m du tronc, croissance)
- **Transparences**  
Hauteur, volume et transparence des houppiers
- **Plausibilité botanique**  
Palette typologique ou générique ? âge, saison ?
- **Géométrie du modèle**  
Billboard, hybride, ou Full 3d ? réalistes ou symbolique ?  
Paramétrique ou pas ?





## VISITE VIRTUELLE du site lors de réunions publiques



*Lors des deux premières réunions, la maquette servait de complément dynamique aux documents présentés : Navigation, points de vues importants prédéfinis, vérifications des covisibilités à la demande d'architectes ou d'habitants en cours de réunion.*

*Lors de la dernière réunion, à la demande du Maire, le projet d'espace public a été présenté dans un film de 4min tiré du modèle.*



# VISITE VIRTUELLE du site

navigation en temps réel sur Infraworks 360

(ci-dessous : capture d'écran de l'interface - image brute)

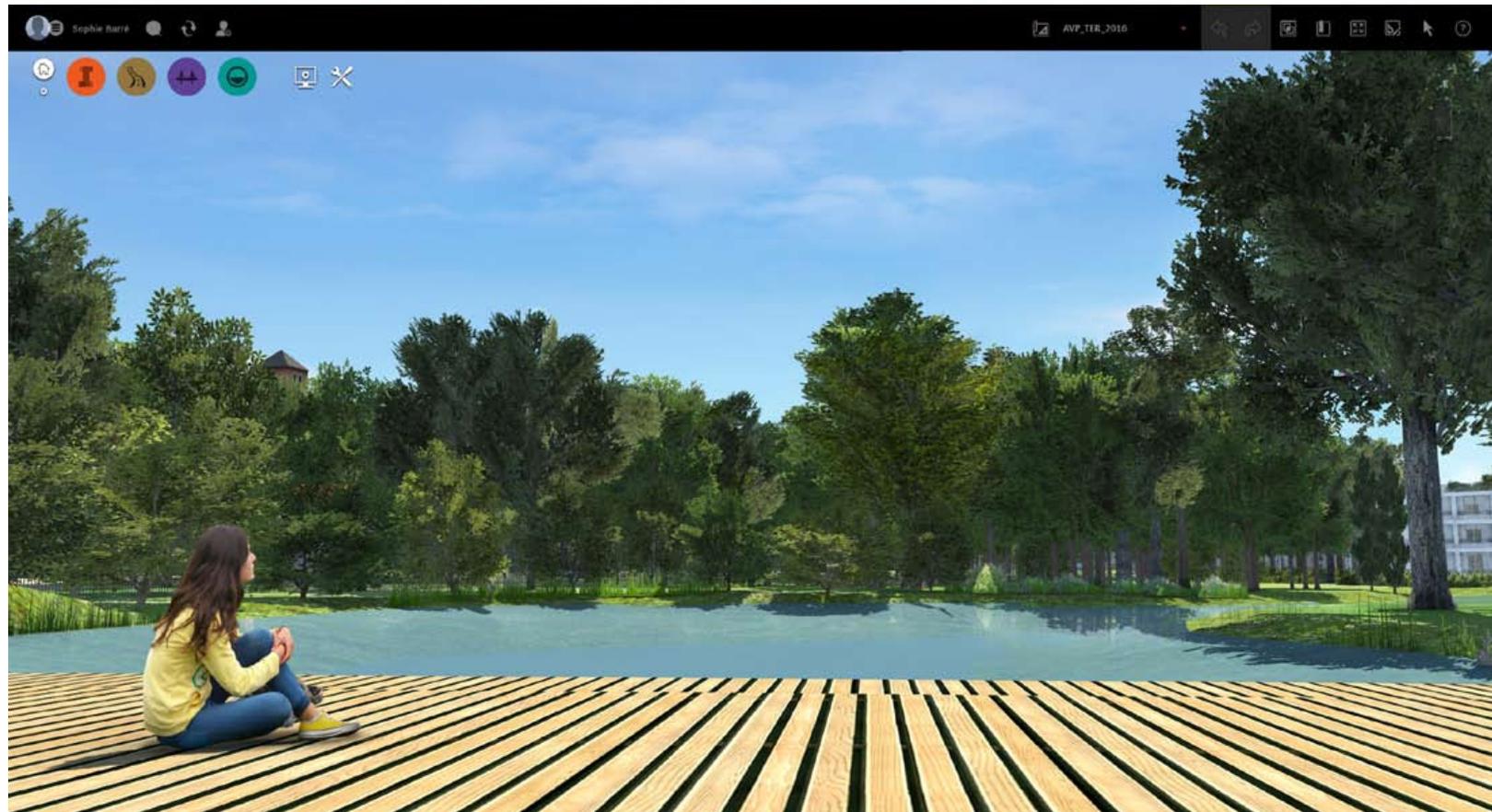




# VISITE VIRTUELLE du site

navigation en temps réel sur Infraworks 360

(ci-dessous : capture d'écran de l'interface - image brute)

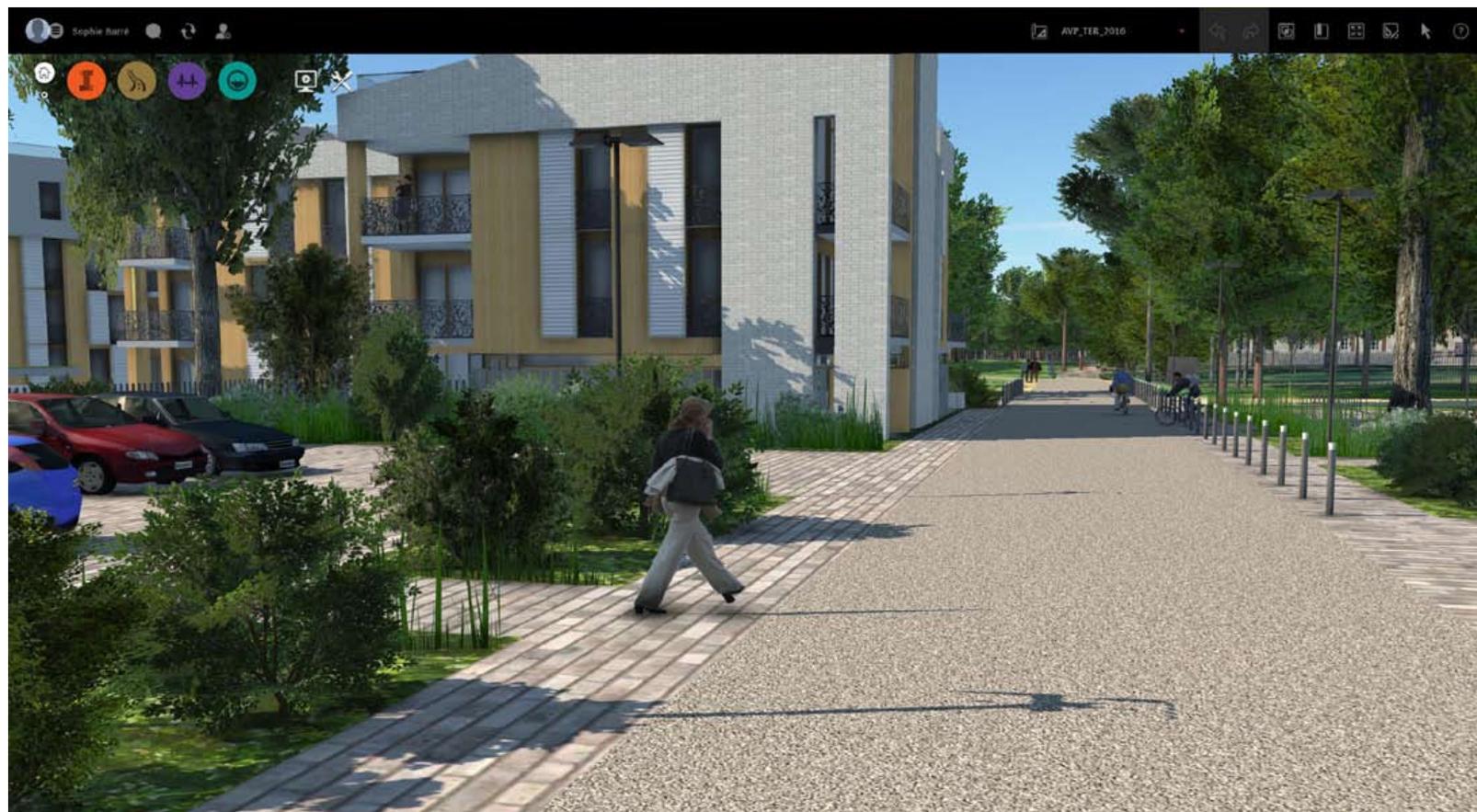




# VISITE VIRTUELLE du site

navigation en temps réel sur Infraworks 360

(ci-dessous : capture d'écran de l'interface - image brute)





# VISITE VIRTUELLE du site

navigation en temps réel sur Infraworks 360

(ci-dessous : capture d'écran du film - image brute issue de la maquette)



Visite du futur  
éco-quartier



# VISITE VIRTUELLE du site

navigation en temps réel sur Infraworks 360

(ci-dessous : capture d'écran de l'interface - image brute)





# BILAN SUR CE PROJET

## Exploitation au maximum de l'outil choisi :

- Modèle exigeant : grand territoire avec bâti existant photo-réaliste, 2700 arbres scriptés, 31 projets intégrés, espace public 3d, mobilier, personnages...
- Outil support de travail, aide à la vision synthétique et précise des aménagements proposés, outil support de présentations, et exploitation finale par un film

## Pour les acteurs du projet :

- Montée en compétence sur la 3D des maîtres d'œuvre et d'ouvrage
- Pas de perturbation des méthodes de travail des architectes
- Outil d'aide à la conception, à la concertation, à la décision
- Prise de conscience des possibilités de capitalisation, d'exploitation ultérieure

**Article :** <http://civilfrance.typepad.com/blog/2016/12/visite-virtuelle-dun-ecoquartier-dans-infraworks-360-le-parc-princesse.html>

**Voir le film «Parc Princesse» issu d'Infraworks :** <https://vimeo.com/193780064>



CONTACT :  
s b @ labo des paysages . com