

**Zeitschrift:** Ingénieurs et architectes suisses  
**Band:** 121 (1995)  
**Heft:** 3

**Artikel:** Des maquettes en bois à l'incrustation informatique  
**Autor:** Boskovitz, Pierre  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-78582>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 10.01.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Des maquettes en bois à l'incrustation informatique

Par Pierre Boskovitz,  
rédacteur

Depuis des siècles sinon des millénaires, les bâtisseurs établissent plans et dessins à l'intention des maîtres d'ouvrage pour préfigurer l'œuvre qu'ils proposent de réaliser. Plans, coupes, élévations, axonométries ou perspectives ne sont cependant que des représentations en deux dimensions et par nature réductrices d'une réalité qui, elle, est tridimensionnelle. Le caractère spatial d'une œuvre architecturale est, on le sait, mieux rendu par des maquettes, comme on a notamment pu s'en convaincre l'an dernier à Venise, grâce à une exposition somptueuse qui a réuni pour la première fois un ensemble de superbes maquettes d'époque, en bois, de l'architec-

ture de la Renaissance italienne, signées des plus grands noms et enfin restaurées!<sup>1</sup>

De nos jours cependant, l'informatique nous permet de répondre par de nouvelles solutions au vieux problème que constitue la visualisation des ouvrages par anticipation, en vue de procéder à des évaluations, comparaisons, modifications ou choix.

## Modélisation informatique

Grâce aux ordinateurs, on peut aujourd'hui saisir et stocker dans des fichiers les données descriptives d'un ouvrage, réel ou fictif, et en générer par programme les perspectives en fonction de points de vue variés. Les images ainsi obtenues peu-

vent être affichées à l'écran ou imprimées. Il est également possible de générer une succession d'images correspondant à une perspective qui évolue suivant le déplacement du point de vue (d'un automobiliste par exemple) pour constituer un film vidéo. Cette technique de modélisation informatique a notamment été utilisée, pour l'étude de la signalisation de la traversée souterraine de Neuchâtel par l'autoroute N5, ce qui a fait l'objet d'un article paru dans nos pages en 1992.<sup>2</sup> Le modèle informatique ainsi généré a permis alors de procéder, à moindres frais, à l'amélioration du projet avant sa réalisation.

La modélisation informatique présente plusieurs avantages. Premièrement, les cotes introduites et mémorisées sont des cotes réelles, ainsi le modèle est certes virtuel mais il est en vraie grandeur. Les coordonnées topographiques sont au millimètre. Il en résulte que des représentations peuvent en être produites à n'importe quelle échelle. Un deuxième avantage consiste en le fait que le modèle informatique est modifiable à volonté et devient par là un outil de travail. Troisièmement, les représentations peuvent être traitées par les imprimeurs directement en vue de leur publication. *Mac Espace SA* à Yverdon-les-Bains, dont le dynamisme – même dans la période difficile que connaît le secteur de la construction – force l'admiration, est une jeune société spécialisée dans la modélisation informatique et les travaux qui y sont liés. Pour ses activités, elle utilise une famille de logiciels performants, œuvre du mathématicien français Jean-Paul Har-



Fig. 1. – Extension d'un quartier résidentiel en Provence: Hyères, domaine de Sainte-Eulalie (architecte: Michel Kalt)

<sup>1</sup>La Renaissance, de Brunelleschi à Michel-Ange: la représentation de l'architecture, Venise, Palazzo Grassi

<sup>2</sup>BERGER, M. et HERMENJAT, M.: «Modélisation du complexe autoroutier souterrain à Neuchâtel», IAS, 118 (1992) 9, pp.176-179

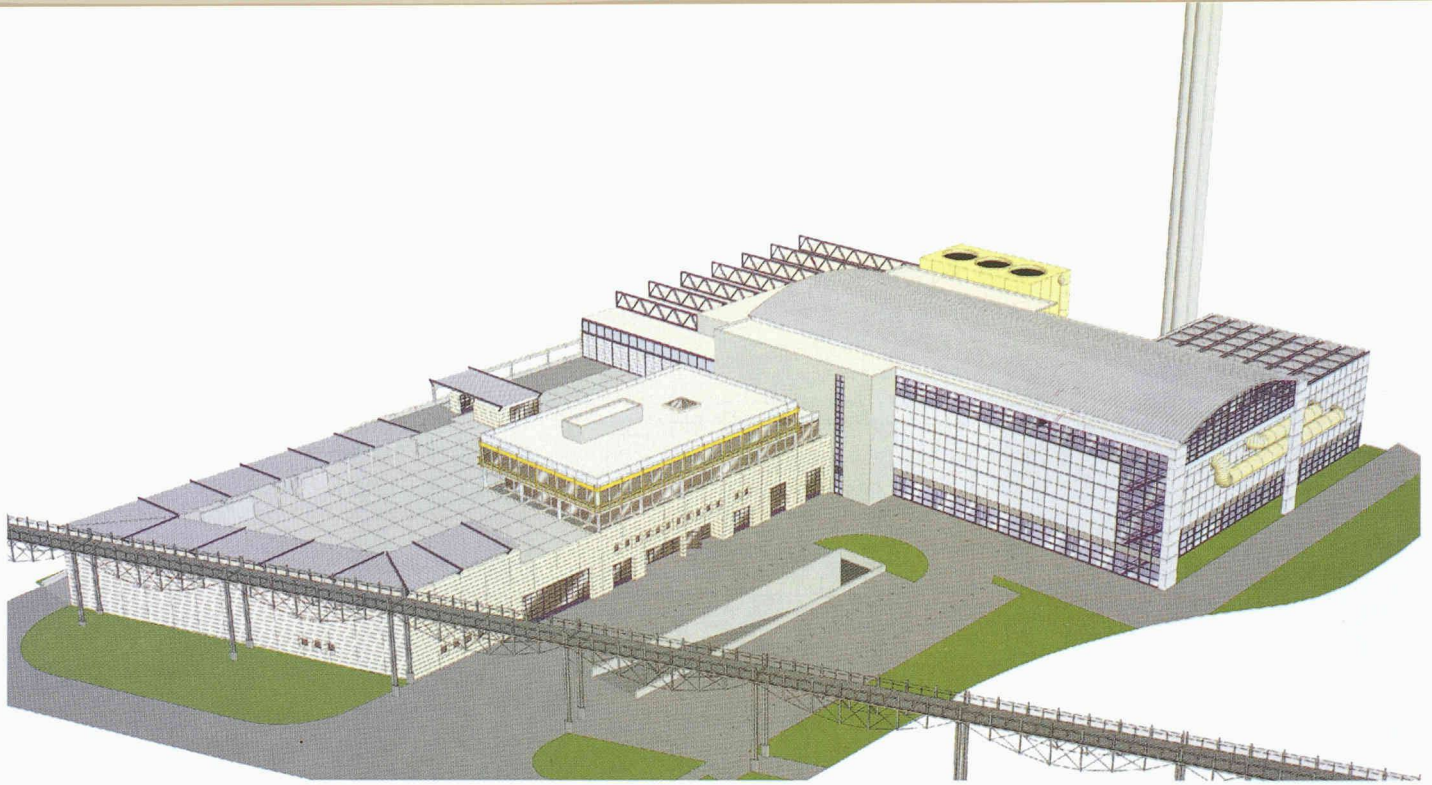


Fig. 2. – Projet de l'usine TRIDEL (Traitement par recyclage et incinération des déchets lausannois)

mand et diffusés en France par la maison SoftX.

Le logiciel *3D Turbo PRO*<sup>3</sup> permet la construction d'un modèle en trois dimensions et sa visualisation filaire (arêtes) ou solide (élimination des faces cachées), le passage de dessins 2D à des modèles 3D et vice versa, voire l'animation. Il permet de manipuler des fichiers comprenant plus d'un

<sup>3</sup>Signalons à ce sujet l'ouvrage de CLAUDE SOIROT: «3D Turbo: modélisation en 2D et 3D», paru en 1993 dans la collection «Ressources» chez Armand Colin.

million de vecteurs ou 200 000 polygones complexes, tout en n'occupant que quelque 6 Mo de mémoire. Dans la version native du logiciel fonctionnant sur micro-ordinateur *Apple Power Macintosh*, le calcul d'une perspective filaire à partir d'un tel fichier nécessite moins d'une seconde. Une palette d'outils permet en outre de créer des corps par révolution, extrusion, tubage, embossage ou recouvrement, mais aussi par addition, soustraction et fusion de volumes complexes, à l'aide d'opérateurs booléens.

*3D Turbo PRO* est un modèleur géométrique général conçu pour une large gamme d'applications. L'architecture de la base de données et les algorithmes utilisés ont été spécialement développés pour fonctionner sur les ordinateurs *Macintosh* par l'auteur de ce logiciel performant. La productivité du logiciel est encore augmentée par l'interface utilisateur originale qui permet une meilleure interactivité que celle proposée par le constructeur.



Fig. 3. - Extension d'un quartier résidentiel en Provence: Hyères, domaine de Sainte-Eulalie (architecte: Michel Kalt)

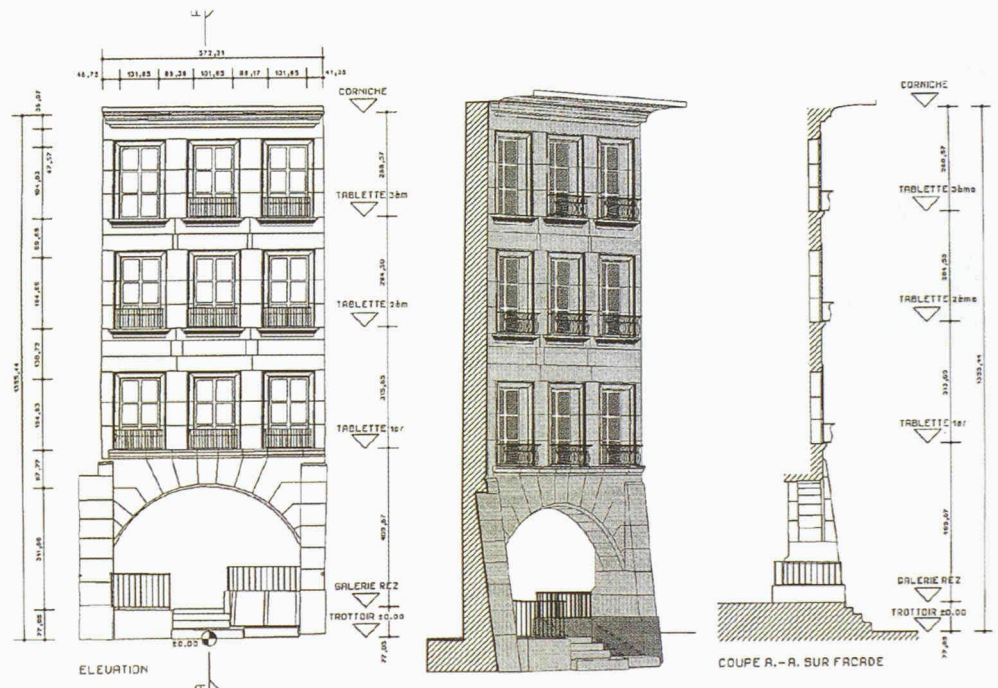


Fig. 4. – Relevé par télémétrie et modélisation de la façade d'une maison dans la vieille ville de Berne

Enfin, *3D Turbo PRO* est un logiciel «ouvert», c'est à dire capable de communiquer avec d'autres à travers divers formats, aussi bien en entrée qu'en sortie. Notons, en particulier, sa capacité à recevoir, en mode texte, des listes de coordonnées provenant de diverses sources et de les intégrer dans un seul et même fichier.

#### Contrôle d'impact visuel par «incrustation»

L'insertion d'un ouvrage dans un site, on le sait, modifie l'aspect de ce dernier. Or nous sommes de plus en plus sensibles à cet impact visuel et de plus en plus exigeants à l'égard de projets de construction que nous tenons à évaluer en détail de ce point de vue également. Dans le cas des maquettes physiques, comme jusqu'à tout récemment dans celui des modèles informatiques, la représentation du site était très schématique. Une étape supplémentaire dans l'approche de la vraisemblance a été franchie avec la nouvelle technique de photomontage informatique utilisée

par *Mac Espace SA*. Elle permet de montrer l'ouvrage projeté dans son futur environnement, pour en contrôler l'impact visuel par l'intégration d'une vue en perspective dans une photographie prise sur le terrain et digitalisée.

Cette intégration est possible même si l'on ne connaît pas la position de l'appareil de prise de vue, dans le cas de vues aériennes par exemple. Dans ce cas, on procède au calage à l'aide de repères.

Pour certains travaux récents, le maître de l'ouvrage a voulu disposer de représentations produites par une seule et même technique de visualisation pour pouvoir comparer de la manière la plus objective possible les projets en compétition. Ce fut notamment le cas pour le concours du viaduc de Lully (FR), dont nous avons rendu compte dans notre numéro 17 de l'an dernier<sup>4</sup>: l'ensemble des illustrations de notre article et celle figurant en couverture ont été réalisées par *Mac Espace SA*.

Cette méthode d'«incrustation» a également été employée dans

le cadre d'autres projets, comme, par exemple, celui de *TRIDEL*, la future nouvelle usine d'incinération des ordures à Lausanne, ou pour l'hôpital de Sully à La Tour-de-Peilz ou, encore, pour le concours du pont autoroutier sur la Mentue.

#### Relevé par télémétrie

Une autre technique novatrice employée par *Mac Espace SA* et nommée *Laser 3D*, permet de procéder par télémétrie à un relevé précis d'ouvrages existants, que ce soit en vue de la documentation du patrimoine immobilier – par exemple pour la conservation des monuments historiques, comme dans le cas de certaines façades de la vieille ville de Berne – ou en vue de l'intégration de telles données dans des maquettes informatiques de nouveaux ouvrages, comme dans le cas du quartier de la Défense à Paris.

Dans ce dernier exemple, il fallait d'une part réaliser le relevé de 1,5 km de tunnel existant

<sup>4</sup>«Viaduc de Lully/FR», *IAS*, 120 (1994) 17, pp. 290-297

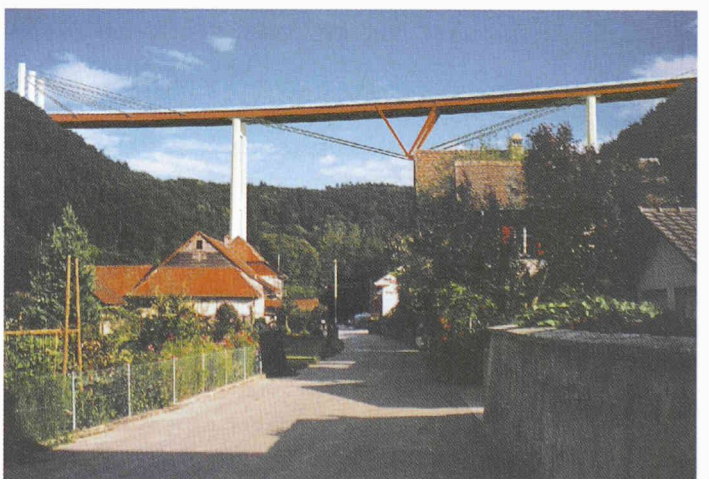


Fig. 5. – Concours pour un pont autoroutier sur la Mentue: l'incrustation des modèles dans une photographie permet une comparaison impartiale de l'impact visuel des six projets en lice. (Voir pages 34-39 de ce numéro)

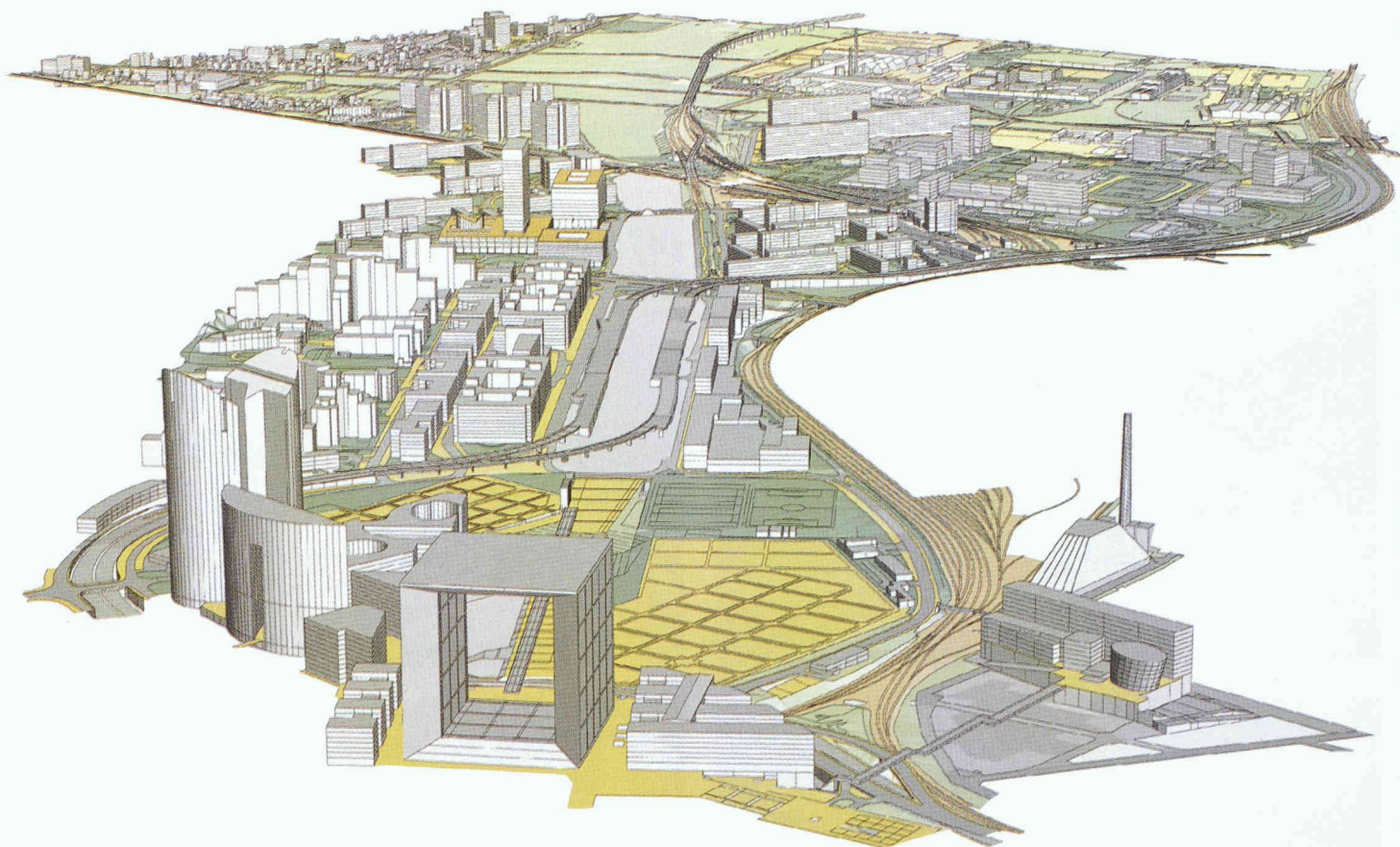


Fig. 6. - EPAD (Etablissement public pour l'aménagement de la Défense): perspective générée à partir d'un fichier contenant des données en provenance de diverses sources: photogrammétrie aérienne, plans cadastraux et relevé télémétrique

avec trois jonctions souterraines, d'autre part créer le modèle d'un tunnel projeté contigu, long de 4 km, passant sous l'Arche de la Défense.

*Laser 3D* est un logiciel d'acquisition de données concernant la position de points situés dans l'espace, en vue de leur stockage et restitution ultérieure. A partir d'un ordinateur portable *Macintosh PowerBook*, *Laser 3D* pilote un instrument motorisé de relevé. Ce dernier comprend une partie télémètre qui permet de mesurer, par l'émission d'un rayon infrarouge, la distance entre l'instrument et un point facilement accessible, matérialisé par un prisme. La précision de cette mesure est de  $\pm 8$  mm sur une distance de 1000 m. L'autre partie de l'instrument est un théodolite qui permet, par la mesure des angles, le calcul de la distance des points visés mais difficilement accessibles. Dans ce cas, les points sont positionnés sur un plan de référence préalablement défini. Par la mise en œuvre de deux instruments

dont l'éloignement est connu et à partir desquels on vise le même point, on peut procéder à des relevés par triangulation.

De plus, un pointeur laser monté sur l'instrument peut faciliter la visée optique.

Une fonction de recalage automatique permet de changer la position de l'instrument sans perte de temps, possibilité particulièrement intéressante dans le cas de relevés d'intérieurs.

En utilisant un laser tournant pour la projection de l'intersection d'un ouvrage avec un plan (vertical par exemple), il est possible de relever les données nécessaires à une coupe.

Les éléments ainsi relevés – points, plans ou objets – sont affectés d'un ou de plusieurs attributs, hiérarchisés et stockés dans une base de données exploitable par d'autres logiciels. *Laser 3D* est directement compatible avec *3D Turbo PRO* et peut échanger des fichiers avec d'autres logiciels dans le format DXF. L'acquisition est contrôlée en temps réel sur l'écran de l'or-

dinateur. L'installation est autonome et peut donc fonctionner sur le terrain.

*Laser 3D* est aussi capable de commander les mouvements de l'instrument et de servir ainsi au marquage au laser de points aux coordonnées déterminées.

### Simulation de l'évolution de la végétation

Dans le cas de plans d'aménagement, un logiciel spécialisé, *AMAP* (pour Atelier de modélisation de l'architecture des plantes) et élaboré en collaboration avec le *Centre international de recherches agronomiques pour le développement (CIRAD)*, à Montpellier, permet de simuler l'évolution de la végétation, soit la croissance des plantes, l'envergure des arbres ou la densité de leur feuillage.

### Conclusion

Les techniques de modélisation mentionnées trouvent encore une application inattendue dans ce que l'on peut nommer la «scénographie assistée par ordi-

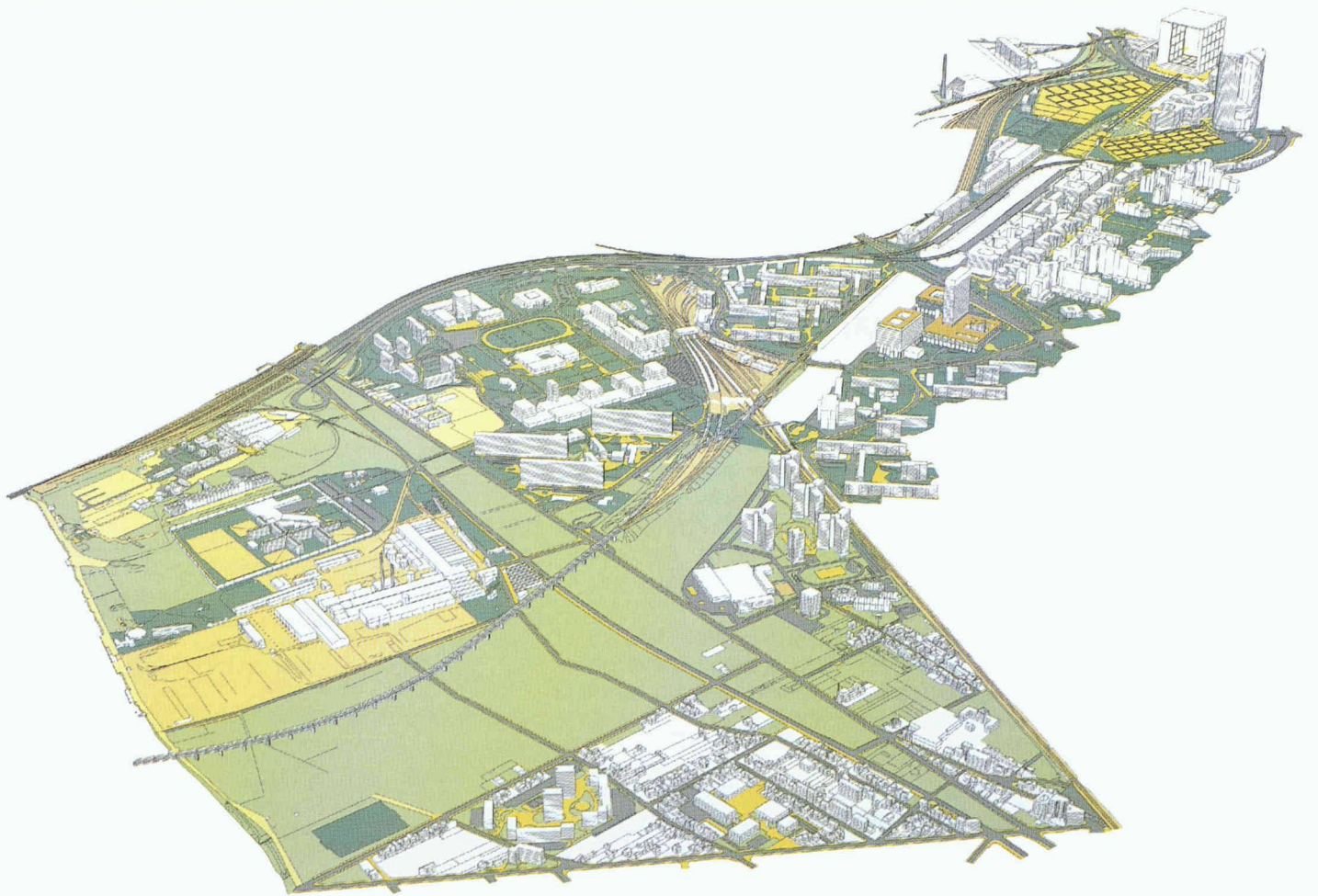


Fig. 7. - EPAD: vue isométrique

### Outils logiciels de SoftX

*Power Draw*: logiciel de dessin (DAO) en deux dimensions avec la possibilité de construction de perspectives

*3D Turbo PRO*: modelleur (CAO/DAO) en trois dimensions avec passage de deux à trois dimensions et vice versa

*Laser 3D*: logiciel d'acquisition de données en deux ou trois dimensions avec commande d'instrument (*Geodimeter System 500 de Geotronics*), technique en concurrence avec la photogrammétrie terrestre

*Amap*: simulateur de la croissance de la végétation (CIRAD)

Chacun de ces logiciels peut gérer les formats suivants:

- a) format commun propre aux logiciels *SoftX*,
- b) format DXF (échange de données avec *Autocad*, etc.),
- c) format PostScript vectoriel constituant une passerelle vers les arts graphiques et l'édition.

nateur». Grâce à cette démarche, il est possible de simuler et de contrôler l'emplacement de décors de théâtre et leurs effets. La constitution d'une base de données décrivant la configuration spatiale des différents théâtres du continent permet l'adaptation des décors d'une scène à l'autre.

Dans un registre d'applications plus courant, l'incrustation des modèles électroniques dans des photographies, parfois prises depuis le jardin même des opposants à un projet, permet aux protagonistes de se faire une idée précise de l'impact visuel de l'ouvrage projeté et éventuellement de convaincre les opposants que leurs craintes ne se justifient pas.

Grâce à leur clarté, les documents produits par les procédés énumérés facilitent la prise de décision et diminuent le nombre et la durée des réunions de travail (ce qui n'est certainement pas le moindre des avantages)! Enfin, les économies que l'on peut réaliser en améliorant les ouvrages encore à l'état de projet plutôt que de procéder à des modifications coûteuses dans la réalité, justifient largement les coûts de la modélisation.