

Zeitschrift: Ingénieurs et architectes suisses
Band: 118 (1992)
Heft: 9

Artikel: Modélisation du complexe autoroutier souterrain à Neuchâtel
Autor: Berger, Michel / Hermenjat, Michel
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-77756>

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: 17.03.2025

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

Par Michel Berger,
ing. élec. EPFZ/SIA
MIB génie logiciel
Rue du Crêt-Taconnet 30
2000 Neuchâtel
et
Michel Hermenjat,
Mac Espace SA
Ruelle Vautier 2
1400 Yverdon-les-Bains

Modélisation du complexe autoroutier souterrain à Neuchâtel

En général, les tunnels sont conçus par l'ingénieur civil en tenant surtout compte des contraintes imposées par la géométrie de la chaussée et la nature des sols. L'étude des équipements techniques et de la signalisation routière intervient à un moment ultérieur, où la géométrie du tunnel est déjà figée. C'était également le cas de la traversée en tunnel de Neuchâtel par l'autoroute N5 dont les travaux de génie civil sont sur le point d'être achevés. Dans le cadre de l'étude des installations de ce complexe autoroutier souterrain, une attention particulière a été consacrée aux aspects visuels de l'aménagement et de la signalisation comme facteurs importants de la sécurité du trafic. La notion de «lisibilité» des tunnels a fait l'objet d'un article publié récemment dans cette revue¹. Or, la recherche d'une solution optimale supposait de pouvoir se rendre compte à l'avance de la manière dont les différents éléments de la signalisation se présenteront dans le champ visuel des conducteurs pour être en mesure d'y apporter les modifications et corrections nécessaires. Pour ce faire, on a recouru à la modélisation sur micro-ordinateur Apple Macintosh à l'aide du logiciel 3DTurbo+, mise en œuvre par la société Mac Espace à Yverdon-les-Bains. L'objet à représenter – dans l'espace et en couleurs – comprenait:

- un tronçon d'autoroute de 8,5 km de longueur avec plusieurs jonctions et un échangeur;
- les ouvrages de génie civil: tunnels et galeries;
- le terrain aux abords de l'ouvrage;
- les parapets (plusieurs types) et les glissières;
- un millier d'éléments de signalisation: divers types de portiques, 15 types de signaux routiers, une centaine de panneaux indicateurs avec texte;

¹«Lisibilité pour les tunnels», par Maurice Etienne, IAS 117 (4.9.1991) 19, p. 301-307.

– les éléments de marquage sur la chaussée: lignes de sécurité, flèches, îlots hachurés.

Les éléments de la signalisation, dont une partie est variable, ont été constitués en bibliothèque, puis assemblés et mis en place de cas en cas.

Collecte et saisie des données

Deux bureaux de géomètres pour la définition du site et du tracé, quatre bureaux d'ingénieurs pour la description des ouvrages de génie civil et un bureau technique spécialisé pour les éléments de la signalisation ont contribué à la constitution d'un «dossier» d'environ 1 m³ de plans et de listings.

Pour la définition de l'ouvrage, un «pas» de 10 m dans l'axe a été retenu. L'ensemble de la maquette est constitué d'un nuage de 198 000 points définis par leurs trois coordonnées avec une précision de 1 mm. Ces points sont reliés par 222 000 lignes pour représenter 89 000 surfaces complexes dans l'espace. A elles seules, ces données occupent 9 Mo de mémoire. 16 couleurs de base ont été attribuées aux divers éléments avec 16 niveaux de dégradés pour représenter les ombres en fonction de la position de l'éclairage.

Les caractères nécessaires à la composition des textes des panneaux indicateurs ont d'abord été construits en trois dimensions, puis appliqués sur les panneaux pour pouvoir être observés sous tous les angles. La «peinture» des lignes de sécurité et des surfaces de marquage sur la chaussée s'est révélée être une des opérations les plus laborieuses: il s'agissait en effet de «coudre» ces éléments flottant dans l'espace sur la surface de la chaussée. Les panneaux à texte et les marquages occupent d'ailleurs environ la moitié du fichier de données. Si certaines données de départ ont bien été fournies sous forme informatisée, dans d'autres cas, une saisie voire une élaboration manuelle ont

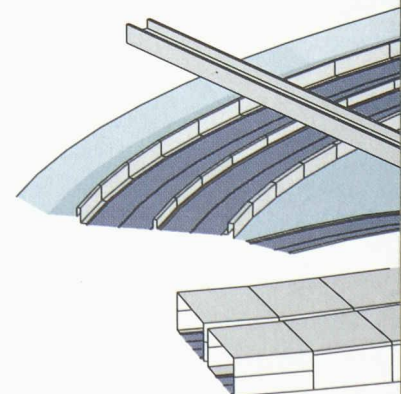
été nécessaires. Mais cette fastidieuse constitution des données en fichiers était un préalable nécessaire à leur exploitation.

Exploitation des données

Une fois ces données disponibles en mémoire sous la forme souhaitée, le puissant logiciel utilisé a permis de réaliser les différentes vues demandées.

Notons que sur un modèle Apple Macintosh IIfx, le calcul de l'image en perspective d'un solide, à partir d'un point de vue défini nécessitait environ 7 minutes de calcul. Sur les modèles plus récents, ce temps de calcul n'est plus que de 2 à 3 minutes. Le transfert d'une image calculée sur une imprimante laser prend une vingtaine de minutes selon sa richesse en détails. Mais l'image affichée à l'écran peut également être enregistrée et conservée sous forme de fichier pour être rappelée par la suite. Ainsi, il est possible de créer des animations, c'est-à-dire des séquences d'images fixes. Les fichiers images peuvent être transférés sur cassette vidéo selon les normes en vigueur.

Le champ de vision d'un conducteur à travers le pare-brise de sa voiture est assez fidèlement représenté par un dessin au format A3. Or, la technique d'impression utilisée (par sublimation) a permis de rendre les images calculées avec une définition telle que les chiffres d'un panneau d'indication de vitesse situé à 150 m de l'observateur sont encore lisibles.



Pour l'étude des aspects visuels du projet, 350 images fixes ont été calculées et imprimées, constituant quatre albums dont plusieurs versions ont été réalisées. Conformément au but de la modélisation, les versions successives de ces albums ont été étudiées par les différents spécialistes qui ont ainsi pu apporter au projet les améliorations nécessaires (fig. 2 et 3). Les économies réalisées grâce à la modélisation justifient à elles seules le coût de l'opération.

Des 350 images élaborées, 70 simulent la vision des 70 caméras vidéo de surveillance dont sera équipé l'ouvrage. La modélisation permet un choix optimal de leurs emplacement et orientation. Les 280 autres images représentent ce qu'un automobiliste circulant sur la voie de droite verra à proximité de chaque élément de signalisation, soit en moyenne tous les 60 m du tronçon.

L'avantage décisif de la modélisation informatique face aux maquettes traditionnelles est la facilité avec laquelle il est possible d'apporter des modifications au projet et d'en observer les effets.

D'autre part, à la différence notable des maquettes en dur, nécessairement réalisées à une échelle fortement réduite, le modèle mathématique utilisé conserve les données numériques correspondant aux dimensions réelles des objets à représenter,

avec la précision choisie, soit 1 mm dans notre cas, ce qui permet de visualiser par la suite telle ou telle partie de l'ouvrage à l'échelle désirée. Les normes de télévision en vigueur prévoient le défilement de 25 images par seconde. D'autre part, une voiture roulant à la vitesse de 80 km/h avance de 22 m par seconde, soit d'environ 90 cm par 1/25 de seconde. Autrement dit, pour représenter par un film la traversée d'un tunnel en automobile, il faut disposer de prises de vues réalisées tous les 90 cm du parcours. Une séquence de 20 secondes de projection correspondant à un parcours de 440 m a déjà été réalisée. Le calcul des 500 images successives qui la constituent a demandé pas moins de

48 h de calcul! La réalisation d'un film plus long est à l'étude.

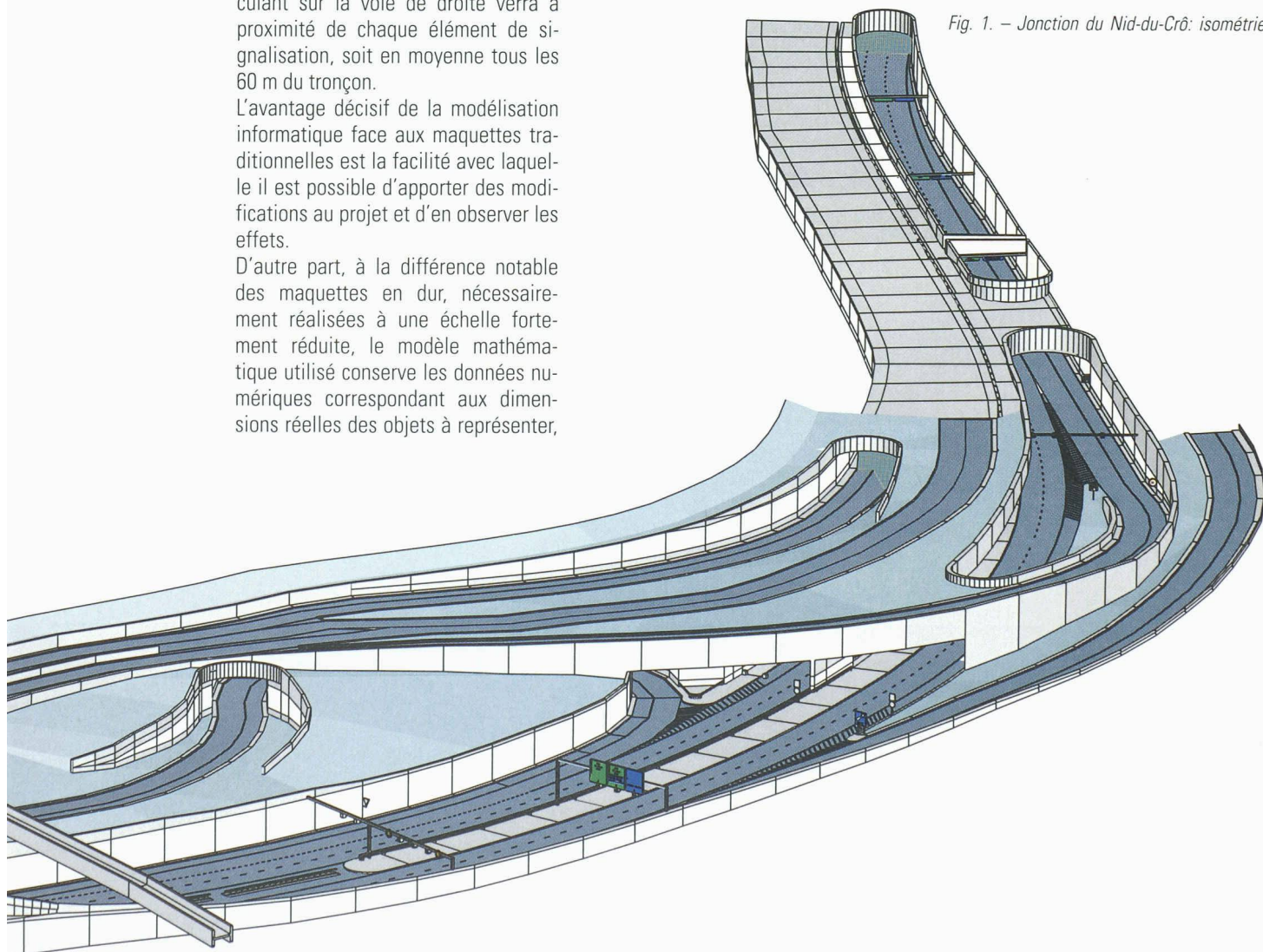
Le logiciel 3DTurbo+

3DTurbo+ est un logiciel de dessin en trois dimensions, assisté par ordinateur, d'emploi universel et fonctionnant sur site Apple Macintosh. Il est l'œuvre d'un concepteur français, M. Jean-Paul Harmand.

Conclusion

Comparée aux maquettes traditionnelles, la modélisation sur micro-ordinateur s'est révélée souple, efficace et économique. Le matériel Apple Macintosh comme le logiciel 3D Turbo+ ont confirmé les avantages qu'on attendait d'eux.

Fig. 1. — Jonction du Nid-du-Crô: isométrie.



Voir figures 2 à 5 aux pages suivantes

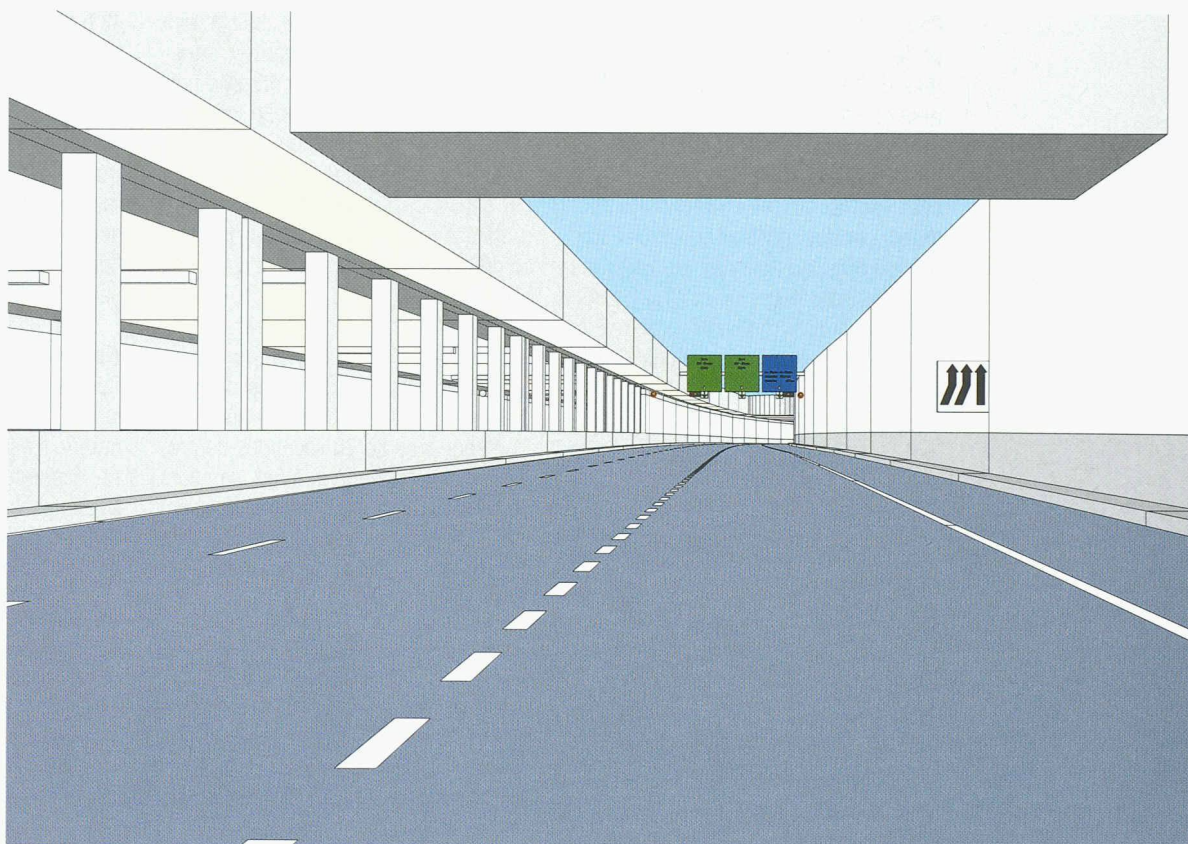
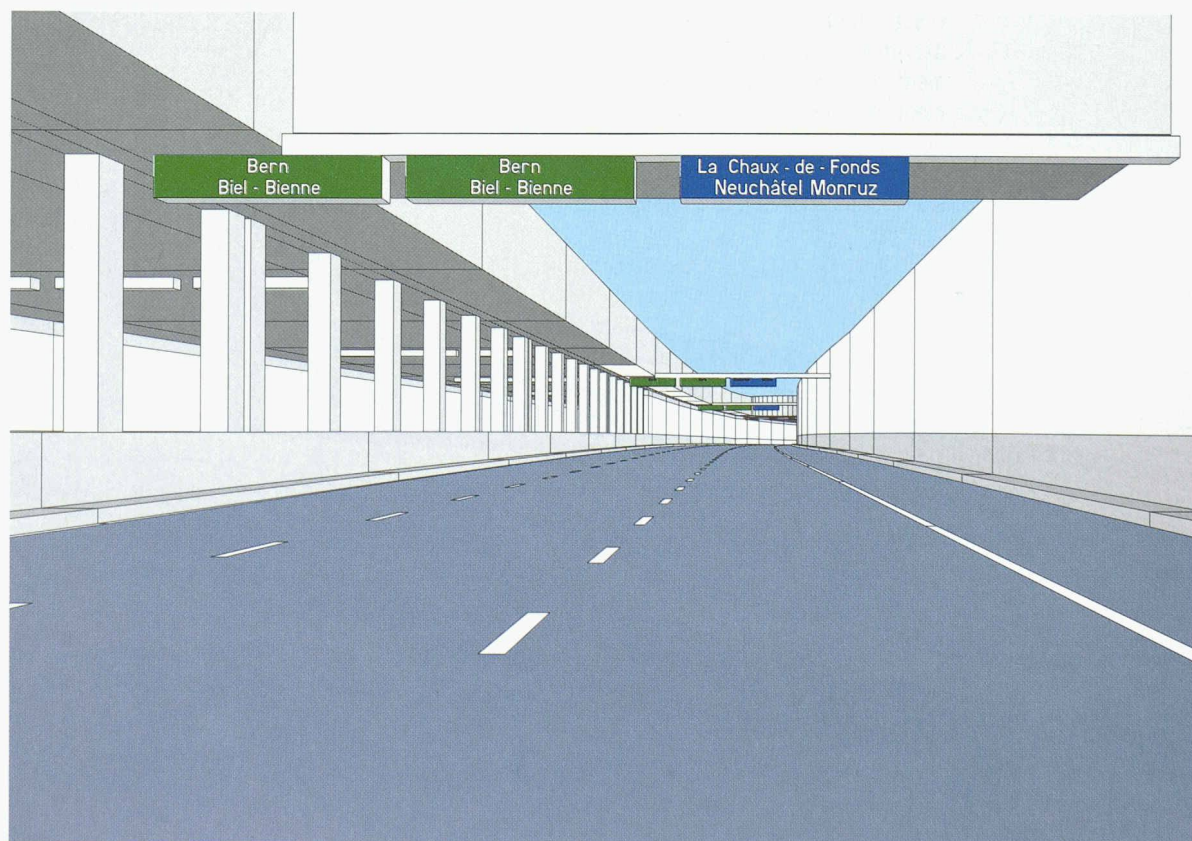


Fig. 2 et 3. – Signalisation d'un tronçon en tranchée. En haut: variante abandonnée car les panneaux ne pouvaient pas être placés dans l'axe des voies de circulation. En bas: variante retenue avec des panneaux mieux distribués.



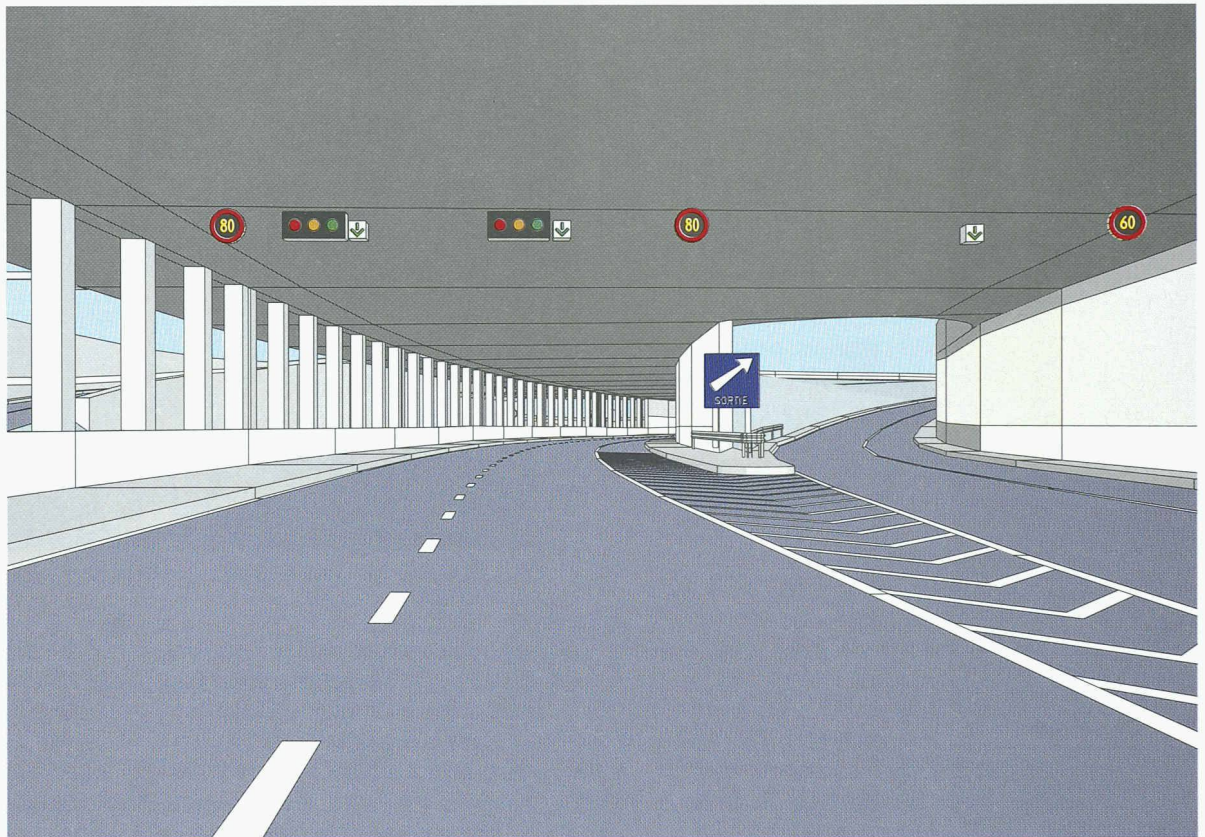


Fig. 4. – Sortie d'autoroute souterraine. Une signalisation claire est un gage de sécurité.

Fig. 5. – Vue d'un tronçon extérieur.

