

CHAPITRE 1

MODÉLISATION 3D D'ENVIRONNEMENTS GÉOMÉTRIQUES

RÉSUMÉ

La modélisation 3D d'environnements correspond à un besoin industriel fort, et elle a de nombreuses applications. Nous montrons en première partie de ce chapitre que pour la plupart des environnements conçus par l'homme, cette modélisation peut se faire à l'aide de primitives géométriques simples, d'où le nom de "modélisation d'environnements géométriques". Les parties 2 et 3 présentent les deux techniques principales utilisées pour obtenir de telles modélisations : la stéréovision / photogrammétrie, technique ancienne et bien maîtrisée, et la triangulation / télémétrie laser, technique plus récente et prometteuse. De façon prospective, nous terminons en présentant en quatrième partie d'autres technologies, non utilisées à l'heure actuelle pour la modélisation d'environnements, mais qu'il est intéressant de connaître.

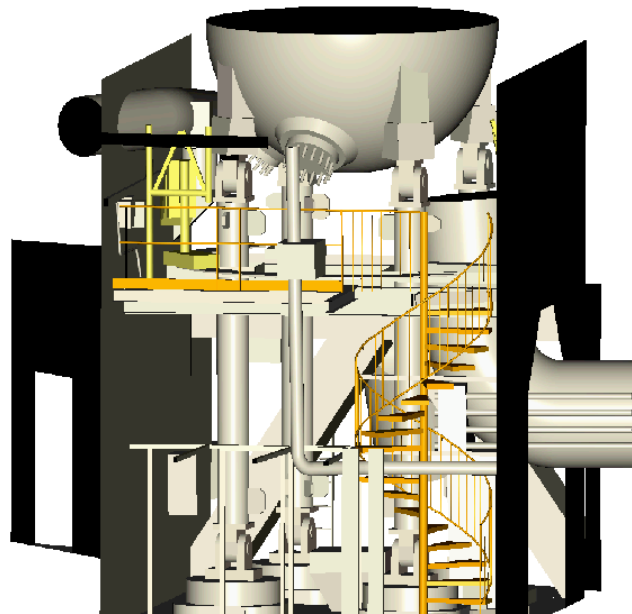


Figure 1-1 : Accès au Générateur de Vapeur, centrale nucléaire de Fessenheim (image EDF)

1) BESOINS INDUSTRIELS EN MODÉLISATION 3D D'ENVIRONNEMENTS

1.1 LES MODÈLES "TELS QUE CONSTRUITS"

La CAO, Conception Assistée par Ordinateur, est désormais utilisée partout dans l'industrie. La conception de nouveaux projets fait de plus en plus appel uniquement à la CAO. C'est le cas par exemple de la nouvelle génération de centrales nucléaires d'EDF, le "palier N4". En illustration, les figures 1-1 et 1-2 montrent les détails de l'intérieur de deux centrales nucléaires dont les modèles CAO sont connus.

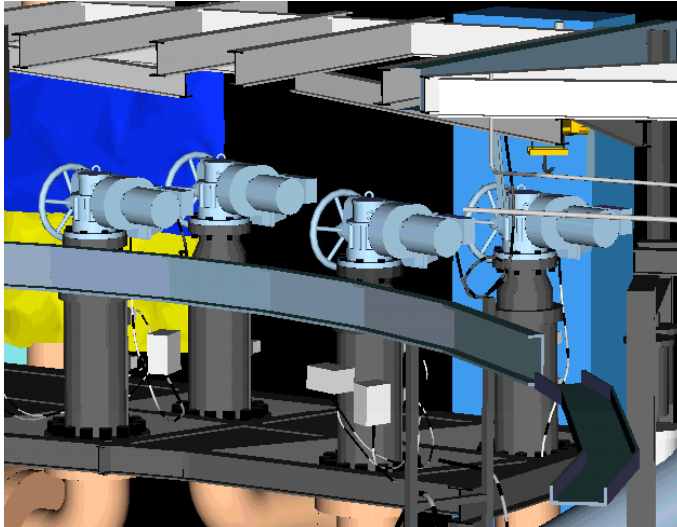


Figure 1-2 : Vannes "carré d'as", centrale nucléaire de Cruas (image EDF)

Curieusement, les plans dont on dispose pour décrire l'intérieur de ces installations industrielles représentent rarement avec exactitude la réalité construite. Ceci est vrai pour les plans papier, toujours utilisés sur d'anciennes installations ; c'est également vrai pour

les plans CAO. La durée de vie de ce type d'équipements est de plusieurs dizaines d'années : on peut comprendre qu'après vingt ans de fonctionnement, ayant vu passer maintenance et réparations en tous genres, les plans ne soient plus à jour, mais ce phénomène s'observe aussi lors de la livraison des installations par le maître d'ouvrage au maître d'œuvre.

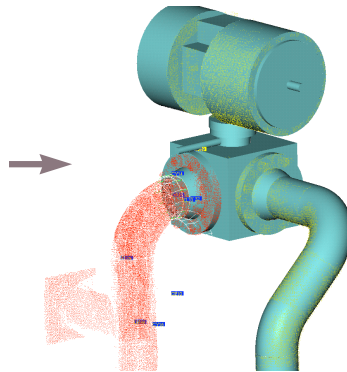
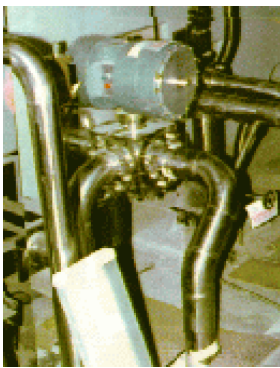


Figure 1-3 : vanne RCV "Telle Que Construite" (image EDF)

Ce phénomène, surprenant vu de l'extérieur, est parfaitement connu des gens du métier, et peut s'étendre à divers types de grandes installations : usines chimiques et pétrochimiques, grands navires, etc. Il peut

s'expliquer : les réalisateurs de l'installation ont pour mission principale de la rendre

opérationnelle, en se conformant au mieux aux plans, mais la conformité aux plans n'est pas une priorité absolue. Si certains matériels ne sont plus disponibles et peuvent être remplacés par d'autres qui assurent la même fonction, le chef de chantier peut décider de les utiliser, sans le reporter sur les plans. Il y a aussi des oublis ou des erreurs de conception, et les réalisateurs s'adaptent, là aussi sans reporter leurs modifications sur les plans. Par ailleurs, au cours de la vie de l'installation, si certaines parties doivent être réparées ou changées, ces modifications ne sont pas systématiquement reportées sur les plans.

Or, pour de multiples applications, la connaissance exacte de la réalité construite est utile : opérations de manutention, changement de matériel (changement de générateur de vapeur), planification d'intervention humaine en milieu hostile (préparation de mission, utilisation de la réalité virtuelle pour immerger l'opérateur dans son futur environnement), planification d'opération robotisée, etc. Il est alors nécessaire de disposer de modèles CAO dits "Tels Que Construit" (TQC).

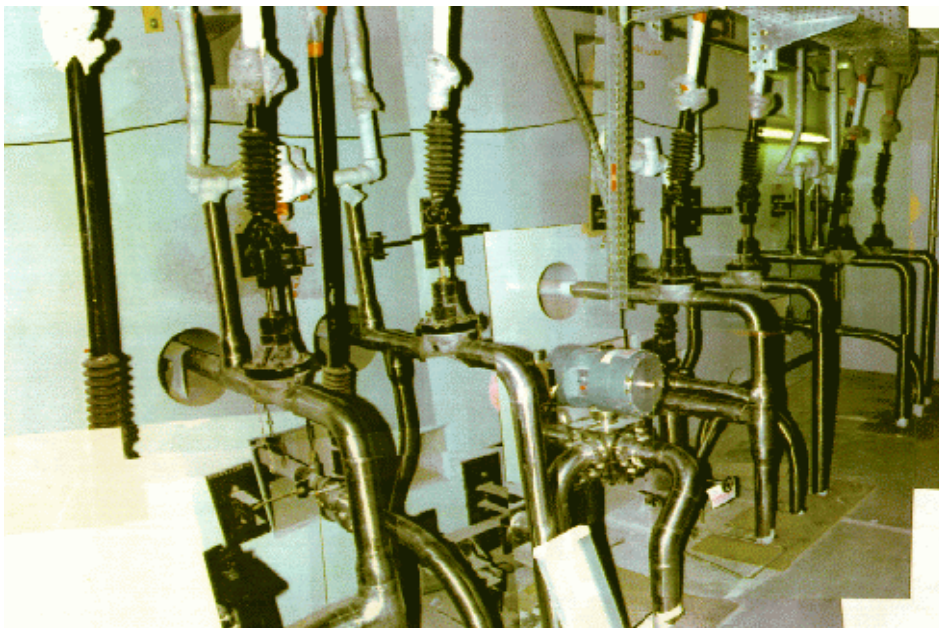


Figure 1-4 : zone "RCV" d'une centrale nucléaire (image EDF)

On peut voir sur la figure 1-4 l'un des environnements que l'on peut souhaiter modéliser. Il s'agit d'une salle industrielle en environnement radioactif contenant principalement des tuyauteries, vannes et pompes.

Il y a deux grandes familles de techniques pour la modélisation CAO d'environnements géométriques : la photogrammétrie, ou la stéréovision au sens large (décrits en partie 2), et les techniques de triangulation et télémétrie laser (partie 3).

La figure 1-3 montre la modélisation géométrique de l'un des éléments de l'environnement de la figure 1-4 (vanne située au centre, en bas). A droite de la

figure 1-3 est représenté un modèle CAO en cours de construction, basé sur des points de mesure scannés sur la vanne (technique de télémétrie laser).

La construction de modèles "Tels Que Construit" est déjà une réalité industrielle. A l'heure actuelle, elle est principalement basée sur la photogrammétrie, mais les techniques de triangulation et télémétrie laser prennent une importance grandissante. Sur les services offerts par des entreprises ou organismes spécialisés, consulter par exemple les sites de : Blue Ridge Metrology, Inc. [Web BlueRidge], 3 Space Inc. [Web 3Space], Framatome Technologies [Web Framatech], Vision Metrology Services [Web VMS].

1.2 TYPES D'ENVIRONNEMENTS ET DE MODÉLISATIONS

Les **types d'environnements** concernés par la modélisation CAO peuvent être divisés en deux domaines :

- *environnements conçus par l'homme*, destinés à un travail coopératif avec des hommes, des machines ou des robots, et dont les caractéristiques géométriques sont connues : usine, centrale, station orbitale, avion, site sous-marin, etc.
- *environnements inconnus ou partiellement connus*, naturels ou artificiels. Citons les applications de surveillance de site, intervention robotique sur Mars, intervention sur un site détruit (sécurité civile, intervention sur le site de Tchernobyl après l'explosion de la centrale), etc.

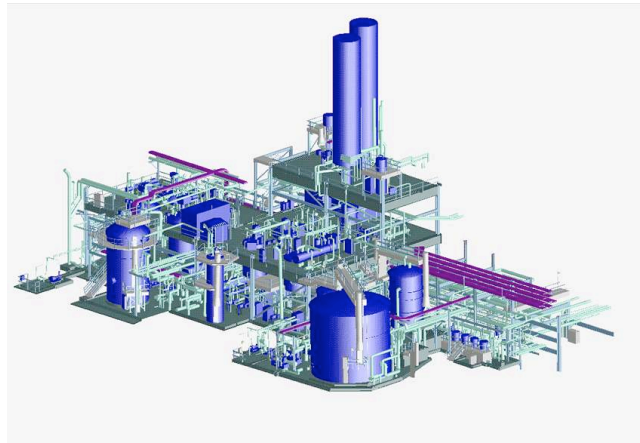


Figure 1-5 : Usine chimique Dupont de Nemours, Victoria (image MENSI)

Sur ces différents environnements, on peut répartir les **types de modélisations** en deux catégories :

- *Modélisation de formes libres* : utilisée pour tout type de surface non assimilable à une forme simple. La modélisation par facettes, utilisée pour un grand nombre d'applications, rentre dans cette catégorie. D'autres modélisations font appel à des modèles mathématiques plus élaborés (surfaces splines, de Bézier, etc.). Applications : domaines industriels où les surfaces courbes sont recherchées, comme la carrosserie, le design (automobile, etc.) ; certains domaines où ces surfaces ne sont