



Risques industriels :

Quel avenir pour la modélisation 3D ?

Les outils de modélisation 3D, utilisés pour l'analyse fine de scénarii accidentels, présentent des performances intéressantes du fait de l'intégration de nombreux paramètres physiques (relief, obstacles...). Les pouvoirs publics ont pourtant décidé d'en limiter l'utilisation dans le cadre des études de danger élaborées pour les PPRT.

Claire JANIS-MAZARGUIL

La modélisation tridimensionnelle (3D) appliquée à la dispersion atmosphérique est employée depuis une quinzaine d'années. Son usage s'est cependant surtout développé depuis cinq ans avec l'élaboration d'études de danger dans le cadre des plans de prévention des risques technologiques (PPRT) relatifs à la loi « Bachelot » de 2003. Elaborés par l'Etat en concertation avec les parties concernées, ces PPRT ont pour objectif la maîtrise de l'urbanisation à venir et existante. Tout industriel exploitant une installation présentant des risques graves (et répertoriée comme site « Seveso seuil haut ») doit présenter une étude de danger approfondie qui scénarise l'ensemble des accidents majeurs potentiels sur la base de calculs effectués par des logiciels 2D ou 3D. Pour Arnaud Albergel, directeur général de l'entreprise Aria Technologies : « *l'approche 3D appliquée aux risques accidentels est une démarche prospective qui permet d'émettre des hypothèses et de*

déterminer des zones réalistes d'exclusion ». Des zones de risques correspondant à chaque scénario accidentel possible sont définies et cartographiées (zones rouges : expropriation des habitants, zones bleues : possibilité de délaissement et zones jaunes : travaux de mise en sécurité du bâti existant). « *Toutes les modélisations utilisées dans le cadre d'études de danger ont pour but de calculer les distances d'effet. Ainsi, l'administration juge si, en cas d'accident, la distance est suffisamment importante entre l'usine et les habitations afin que le site industriel puisse continuer son activité* », indique Claude Souprayen, directeur environnement et risques de la société Fluidyn.

Un modèle de précision et de réalisme

La 3D permet d'obtenir des distances d'effet plus proches de la réalité mais qui se révèlent plus difficiles à cartographier pour les Dreal ; le nuage

III

I 1

Cartographie sur photo aérienne de l'impact en moyenne annuelle du trafic routier sur la qualité de l'air au voisinage du tracé du Tram (réseau routier et trafic modifié par la mise en service du Tram).

I 2

Nuage 3D au seuil limite d'inflammabilité de gaz méthane (CH₄) associé à la ruine d'un réservoir cryogénique (gaz naturel liquéfié) sur le pas de tir de lancement de fusée (Japon).

I 3

Visualisation 3D au seuil de toxicité du nuage d'un mélange CH₄+CO₂+H₂S (toxique et inflammable) issu d'une fuite accidentelle sur une unité de traitement de gaz extrait en mer Caspienne. (Besoin pour le dimensionnement des installations et l'évacuation des personnels)

III modélisé en 3D aura en effet une forme plus complexe qu'en 2D.

D'autre part, la 3D permet d'affiner certaines approches réalisées avec des outils 2D et d'apporter une meilleure compréhension de phénomènes physiques complexes. « *La visualisation des polluants atmosphériques peut en effet être réalisée en 2D ou 3D mais cette dernière est plus réaliste grâce à la précision du calcul. Les modèles 3D prennent en compte les mécanismes d'obstacles rencontrés grâce à une grille de calcul intégrée qui traduit les effets dynamiques et thermiques* », remarque Arnaud Albergel. Les modèles numériques tridimensionnels visent à simuler les rejets de gaz en prenant en compte l'ensemble des phénomènes intervenant de façon significative sur la dispersion, qu'ils soient liés à l'atmosphère comme la turbulence thermique ou au site comme les obstacles ou le relief. « *En effet, de nombreuses constructions et obstacles (bâtiments, merlons, murs, réservoirs,...) sont présents sur un site industriel et tendent à modifier les écoulements atmosphériques (turbulences et vent). Et l'unique méthode décrivant ces écoulements se fait par la résolution des équations de la mécanique des fluides en 3D* », note Claude Souprayen. Aussi, l'approche 3D décrit-elle plus précisément les phénomènes physiques ; elle représente donc de façon plus explicite la réalité du terrain en comparaison de l'approche analytique (2D). Elle apporte des informations qualitatives en plus des résultats quantitatifs et permet d'observer aisément l'évolution du nuage que se soit en perspective ou dans des coupes.

Même si les logiciels 3D ont de nombreux avantages et peuvent être considérés comme plus performants car ils prennent en compte les obstacles de tout genre et, de fait, tendent à réduire les périmètres (zones de risques), ils ont aussi leurs limites. Parmi les principaux inconvénients de ces codes de calcul, on peut citer la difficulté de mise en œuvre, l'importance des données détaillées à réunir, un coût plus élevé... Remy Bouet, responsable de l'unité Explosion-Dispersion de la direction générale de la prévention des risques de l'Inéris note : « *Dès que l'on fait de la modélisation, il faut donner des valeurs aux paramètres d'entrée. Le calage de ces paramètres est particulièrement important dans les modèles 3D car il influence très fortement les résultats et donc les distances d'effet.* » Selon Claude Souprayen, « *la modélisation 3D exige plus de données physiques (hauteur des bâtiments, présence de merlons,...) et l'exploitant du site industriel devra notamment fournir le plan de masse afin de créer une maquette numérique 3D. Il faut ensuite mailler l'ensemble, avant que le logiciel ne réalise l'ensemble des calculs en une nuit (pour un domaine de 2 km de long sur 2 km de large). Ce laps de temps est long en comparaison des outils de calcul 2D (modèle gaussien) qui n'intègrent pas de maillage et qui calculent en quelques secondes des formules analytiques* ».

Un moratoire pour en limiter l'utilisation...

Lorsque l'utilisation des logiciels 3D s'est développée, les Dreal ont tiré la sonnette d'alarme car elles se sont

aperçu que les résultats des études de danger qui leur avaient été remis étaient très hétérogènes. Les calculs liés au paramétrage des données d'entrées peuvent être différents selon les bureaux d'étude car, rappelons-le, la modélisation 3D est très sensible aux données d'entrée du fait de sa précision. Cédric Bourillet, sous-directeur des risques accidentels à la direction générale de la prévention des risques du MEDDTL remarque : « *Nous tentons en permanence de travailler avec les outils les plus affinés et nous ne remettons pas en cause la 3D, mais nous lui reprochons une perte d'homogénéité. Aussi avons-nous publié une circulaire en juillet 2009 (BRTICP/2009-326/CD du 22/07/09) limitant l'utilisation de ces logiciels car les PPRT relèvent d'affaires sérieuses pour lesquelles des riverains peuvent être exposés.* »

Cette circulaire restreint l'utilisation des codes de calcul 3D aux sites intégrant des obstacles naturels et anthropiques importants (de l'ordre d'une centaine de mètres et plus) s'interposant au cours de la migration du nuage. Le texte limite aussi leur usage aux sites pour lesquels les phénomènes dangereux (notamment ceux liés à l'industrie de la chimie) présentent des effets particulièrement lointains. Il précise également qu'il appartient à l'exploitant de s'assurer de l'adaptation du niveau de complexité de l'outil aux mécanismes physiques à modéliser et au contexte. Dans tous les cas, la circulaire recommande de faire appel à un tiers expert pour la validation des paramètres de modélisation et du maillage retenu pour la modélisation 3D.

III

III Elle précise que l'utilisation de ce type d'outil nécessite du personnel « spécialisé », du matériel de calcul performant et surtout des données complètes et précises dont l'acquisition est indispensable pour la modélisation. « *Le niveau d'expertise de l'utilisateur doit être poussé pour modéliser l'ensemble des équations de la mécanique des fluides. L'expert devra ensuite définir le maillage adéquat qui sera plus ou moins fin ; ce qui déterminera le prix de l'étude* », souligne Rémy Bouet. L'entreprise KTT Ima s'est spécialisée dans la conduite d'études 3D. « *Nous effectuons des compte-rendus pour le compte d'industriels. Selon la complexité de la topographie et donc du modèle utilisé, le prix des études varie de 2 000 à 20 000 euros* », note Wolfgang Kunz gérant de l'entreprise. Les pouvoirs publics demandent la réalisation de modélisations sur mesure de chaque PPRT ; le choix du logiciel adéquat est laissé aux exploitants. L'entreprise Fluidyn a par exemple mis au point l'outil tridimensionnel baptisé PanePR dédié à la dispersion accidentelle 3D des fuites sur des sites industriels. Ce logiciel permet d'établir des cartographies des concentrations ou des doses toxiques, de définir des zones de danger et d'évaluer des volumes explosifs associés à des accidents industriels. De son côté, la société Aria Technologies propose le logiciel Aria Risk qui repose sur des modules de calculs 3D pour la météorologie et la dispersion (modèle à bouffées ou à particules) et prend en compte la topographie, l'effet des bâtiments et les vents faibles.

... et un groupe de travail pour en clarifier les usages

Pour faire suite à la parution de la circulaire de juillet 2009 qui pose les conditions d'utilisation des logiciels 3D, le MEDDTL a chargé l'Ineris de mettre en place et d'animer un groupe de travail à l'automne de la même année. « *Ce groupe composé d'une trentaine de personnes (concepteurs et utilisateurs de logiciels, industriels,* III



I Essai de dispersion d'ammoniaque à grande échelle réalisé par l'Ineris pour la validation des données de simulation 3D.

Les trois grands types de modélisation

« *La circulaire de juillet 2010 distingue trois grandes familles de modèles plus ou moins sophistiqués. Si les outils 3D prennent en compte la topographie du site de l'usine, les modèles 2D peuvent suffire si le terrain est plat* », souligne Wolfgang Kunz, gérant de la société KTT Ima. Ces trois familles sont, par ordre de complexité croissante :

- les modèles gaussiens qui permettent d'estimer la dispersion des gaz passifs. Pour rappel, le gaz est dit passif lorsqu'il n'apporte aucune perturbation mécanique à l'écoulement atmosphérique et se disperse du fait de la seule action du fluide porteur, l'air ;
- les modèles intégraux à utiliser dès que le rejet perturbe l'écoulement atmosphérique de l'air. L'outil intégral utilise un modèle gaussien pour la modélisation des nuages de gaz passifs (dès leur rejet ou après une dilution suffisamment importante) ;
- les modèles 3D ou CFD (Computational Fluid Dynamics) qui prennent en compte la complexité de l'environnement (obstacles, relief...) en s'appuyant sur la résolution des équations de la mécanique des fluides.

III scientifiques) réalise un travail très technique afin de déterminer les paramètres les plus influents sur les résultats et donc sur les distances d'effet », témoigne Remy Bouet. Arnaud Albergel complète : « Ce groupe a pour objectif de définir une méthodologie unique d'application des technologies 3D afin que tous les bureaux d'étude puissent avoir des résultats similaires. D'autre part, le second objectif est de donner à l'administration une méthode lui permettant d'évaluer si cette technologie est employée correctement. » Parmi les axes de travail, Claude Souprayen cite « la réalisation d'une explication de texte scientifique des phénomènes physiques et des équations à résoudre, la pratique numérique (réalisation du maillage) et des inter-comparaisons de pratiques avec des cas types (études de scénarii similaires avec des outils différents) ».

Pour les pouvoirs publics, de nombreux progrès ont été accomplis et les résultats sont bien meilleurs que ceux obtenus il y a deux ou trois ans. « Malgré tout, les réunions doivent se poursuivre et les efforts doivent être portés à la fois sur les résultats de la modélisation et sur la manière dont le logiciel est utilisé, ainsi que sur les compétences du modélisateur pour effectuer le paramétrage des données d'entrée », note Cédric Bourillet. Les logiciels 3D seront complètement acceptés quand le groupe achèvera son travail sur le sujet (la date n'est pas encore déterminée). « Nous avons effectué une synthèse des travaux résumant les bonnes pratiques et nous en sommes à la phase rédactionnelle finale ; nous espérons proposer une version du projet cet été », espère Claude Souprayen. Le groupe de travail planche en effet sur l'élaboration

d'un guide élaboré selon trois niveaux de lecture et dédié à l'ensemble des acteurs concernés, aux utilisateurs et aux inspecteurs des services de l'Etat. Ce document devrait concourir à lever le moratoire ; même si l'ensemble des PPRT aura probablement été élaboré au moment de la sortie du guide. « Néanmoins, les études de danger qui doivent être mises à jour tous les cinq ans pourront sans doute s'appuyer sur la modélisation 3D qui est un outil d'avenir », conclut Remy Bouet sur un ton rassurant. ■

Parce que chacun a droit à la qualité de l'air qu'il respire au quotidien.....



Atmos'Fair

Conférence Internationale Air Intérieur Émissions industrielles

www.atmosfair.fr

21 et 22
Juin 2011
Paris

Organisation

En partenariat avec / In partnership with

WEBS World Event Business Solutions

AP PEL Réseau Eco-Entreprises

FuMea

UCIE

bertin TECHNOLOGIES

AMC ASSOCIATION MAROCAINE DE CATALISE ET ENVIRONNEMENT

ECOLE DES MINES D'ALSACE ALLIÉS D'ALSACE

FRANCE CHINE BUSINESS FRANCE 法中环境

JONES DAY