

La Simulation d'Emboutissage

Les outils de simulation d'emboutissage ont atteint un haut niveau de maturité. Très largement adoptés dans l'industrie automobile, chez les constructeurs et les équipementiers de rang 1 et 2, ils commencent à intéresser les PME/PMI.

L'emboutissage est un procédé de mise en forme très largement répandu dans l'industrie, permettant d'obtenir des pièces de surface non développable à partir de feuilles de tôle mince, montées sur presse. Très utilisé dans le secteur automobile pour la fabrication des éléments de carrosserie, l'emboutissage est également très présent dans d'autres secteurs, tels que le mobilier métallique, l'électroménager, ou encore la ferblanterie. Comme le souligne Vincent Ferragu, directeur de la société Autoform : « La simulation numérique a fait son apparition dans les métiers de l'emboutissage au début des années 90. Dès cette époque, les industriels ont souhaité exploiter la méthode de calcul par éléments finis afin d'anticiper les problèmes de formage. Très rapidement, des codes spécialisés, tant du point de vue des solveurs que des interfaces graphiques, ont vu le jour. Le développement de meilleurs spécifiques à la modélisa-

tion pour le formage (intégrés ou non aux logiciels de simulation d'emboutissage), ont permis un passage beaucoup plus rapide de la CAO vers le calcul, avec pour résultat une amélioration significative des temps de pré processing. Puis l'arrivée du maillage adaptatif dans les solveurs a permis de réduire les temps de calculs, tout en améliorant la précision des résultats ». Au début des années 2000, la simulation d'emboutissage était déjà largement adoptée chez les constructeurs automobile, cependant la conception des surfaces d'outil restait laborieuse en CAO et ralentissait les itérations lors des mises au point virtuelles avec la simulation. Une deuxième révolution a alors vu le jour, avec l'arrivée des logiciels de conception rapide de surface d'outils, permettant à l'utilisateur de développer un concept (développement de l'habillage et plus récemment des outils secondaires) directement dans l'environnement de simulation

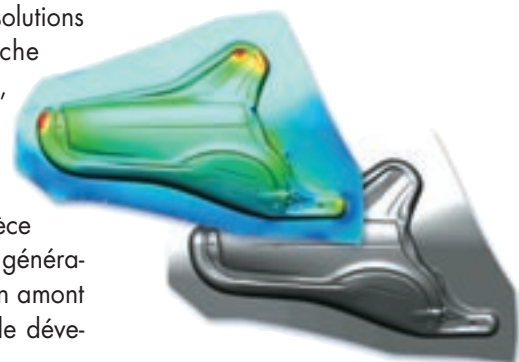
d'emboutissage, avec la possibilité de lancer immédiatement les calculs.

Approches Inverse et Incrémentale

La simulation d'emboutissage est aujourd'hui parfaitement intégrée dans le processus de validation des constructeurs automobiles, lesquels poussent fortement (pour ne pas dire contraignent) leurs sous-traitants à s'équiper en logiciels de simulation. On en trouve principalement deux catégories : d'un côté les logiciels orientés « conception pièce/outillage », et de l'autre les logiciels orientés « validation et mise au point ». La première catégorie regroupe les solutions basées sur l'approche dite « inverse », permettant d'obtenir par le calcul une mise à plat du modèle 3D de la pièce finie. Ces outils sont généralement utilisés très en amont dans le processus de déve-

loppement, pour l'étude de faisabilité produit, l'évaluation de concept et l'anticipation des problèmes de formage. Ils permettent une estimation rapide des taux de déformation et de contrainte, ainsi que la localisation des amincissements dans la pièce. Ils peuvent également servir à estimer, à partir de la pièce finie, la quantité de matière qui sera nécessaire à sa réalisation. La seconde catégorie de solutions regroupe les logiciels basés sur l'approche dite « incrémentale ». Ceux-ci interviennent plutôt à l'issue de la phase d'étude de l'outillage, pour valider précisément le procédé de formage (qualité et tolérancement de la pièce), et minimiser sa mise au point. Ces solutions permettent de réaliser un calcul exact des déformations, des contraintes, et des amincissements dans toute la pièce. Le logiciel modélise

Résultats de simulations d'emboutissage d'une aile arrière de Jaguar réalisée avec PAM-Stamp2G.

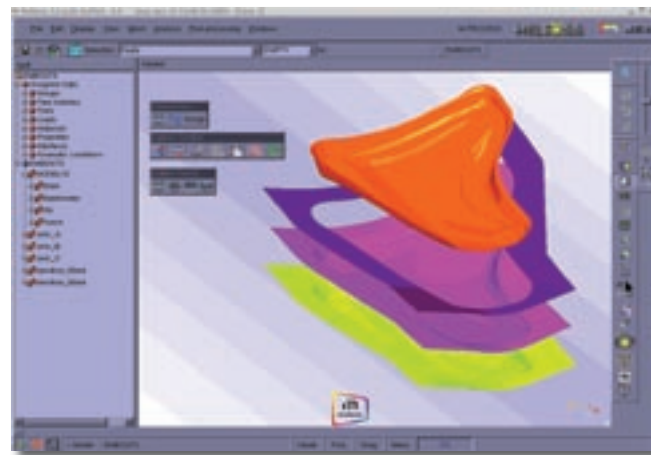


le comportement du matériau au contact de l'outil, en prenant en compte les paramètres spécifiques de la matière ainsi que les paramètres du process. Les résultats de la simulation font alors apparaître les défauts éventuels : plis, amincissements, ruptures, défauts géométriques dus au retour élastique, etc.

Des performances et une productivité accrues

L'un des axes de progrès récents en matière de simulation d'emboutissage a été la prise en compte du phénomène de retour élastique ou springback. Comme l'explique Vincent Ferragu : « Après emboutissage, à l'ouverture des outils, une tôle est soumise au phénomène inévitable et plus ou moins marqué de déformation par retour élastique (déplacements positifs ou négatifs de certaines zones de la pièce, vrillage, etc.). Le retour élastique se manifeste d'autant plus lors de l'emboutissage de tôles d'aciers à haute limite élastique (HLE) ou d'aluminium, dont l'utilisation est croissante dans l'industrie automobile. Pour obtenir une pièce dans les tolérances finales souhaitées, l'effet du retour élastique doit donc être compensé en rectifiant l'outil d'emboutissage selon une géométrie adéquate ». Jusqu'à une époque récente, la recherche de cette géométrie idéale de l'outil était purement empirique et reposait entièrement sur le savoir-faire et l'expérience de l'outilleur. La compensation des effets du

retour élastique sur la pièce était donc laborieuse, et coûteuse. Cette époque est aujourd'hui pratiquement révolue. Depuis plusieurs années déjà, la simulation d'emboutissage permet d'estimer de manière fiable l'effet du retour élastique sur la pièce, et les premières solutions permettant de calculer les corrections à apporter à l'outillage afin de le compenser, voient le jour. Comme le souligne Vincent Ferragu : « Dans l'immédiat, le travail des éditeurs est essentiellement axé sur l'amélioration du calcul de retour élastique dans l'optique de réaliser des calculs fiables dans tous les cas, ce qui n'est



Mecalog propose une solution simulation de type incrémentale bâtie autour du solveur Radioss et mettant en avant les aspects métiers propres à l'emboutissage.

pas encore possible à ce jour. Les travaux concernant la compensation du retour élastique en modifiant automatiquement les surfaces des outils d'emboutissage sont aussi de toute dernière actualité. Cette phase est en effet l'étape logique après l'analyse des effets du retour élastique sur la tôle, et des solutions ont déjà vu le jour. Le domaine de l'interface de la simulation avec les systèmes CAO, notamment Catia V5, est aussi très intéressant

pour les industriels. Plus globalement, tout apport permettant d'augmenter la productivité des industriels (optimisation automatique, outils métiers spécifiques, simulation de nouveaux matériaux, etc.) est évidemment le bienvenu... ».

Les solutions disponibles

Aujourd'hui, les deux principaux éditeurs de solutions industrielles de simulation d'emboutissage sont les sociétés Autoform Engineering et ESI-Group. Toutes deux proposent une gamme complète de solutions logicielles adaptées à chaque étape de la chaîne process :

de l'étude de faisabilité d'un concept produit à la mise au point et à la validation virtuelle d'un processus d'emboutissage complet, en passant par la conception rapide et l'optimisation des surfaces d'outils (serre-flan, habillage, outils secondaires) à partir des données CAO de la pièce. Signalons toutefois que d'autres éditeurs proposent également des solutions dans le domaine de la simulation d'emboutissage. C'est le cas par exemple

de Mecalog, au travers de MProcess : un environnement de simulation multi-procédés basé sur le solveur Radioss, conçu de manière à mettre en avant les aspects métiers propres à différents procédés de mise en forme, dont l'emboutissage. Comme le souligne Erwan Beauchesne, ingénieur R&D groupe Process chez Mecalog : « Nous ne proposons qu'une solution de simulation de type incrémentale, la ligne de conduite de Mecalog étant de miser sur la précision des résultats de simulation de la phase d'emboutissage, puis de la phase de retour élastique. L'enjeu est de proposer des résultats les plus précis possibles en vue d'une réutilisation en tant que données initiales pour des calculs de crash ou de fatigue, ou dans le cas de simulation des phases d'assemblage des pièces embouties ». Par ailleurs, soulignons qu'un nombre croissant de solutions de CFAO orientées conception d'outillages, intègrent désormais des algorithmes de mise à plat des pièces basés sur la méthode de calcul inverse, permettant d'obtenir des résultats de faisabilité. C'est le cas notamment des solutions Logopress, Visi-Progress (de Vero International Software) et de TopSolid'Progress (de Mlssler), pour n'en citer que quelques unes.

A l'assaut des PME/PMI

Les éditeurs de solutions de simulation d'emboutissage s'intéressent ...

... Pour lire la suite, abonnez-vous !