

# cad-magazine

LE NUMÉRIQUE AU SERVICE DE LA CONCEPTION

MANUFACTURING.FR

#241

Septembre - Octobre 2024 • 13 € • cad-magazine.com

ÉVÉNEMENT

## L'IA ET LE VIRTUEL POUR SE FORMER

ISSN 1293-1950

REPÈRES

P. 24

EN QUOI LE PLM DOIT se réinventer constamment ?

PRODUIT

P. 26

LES SOLUTIONS AUTODESK pour diminuer l'empreinte carbone

SOLUTION

P. 20

SIMULER POUR ÉVITER la surchauffe des batteries

BE 5.0

# salon INDUSTRIES DU FUTUR

Numérique • Environnement • Industrie 5.0 • Management

**26 & 27**  
nov. 2024

Parc Expo  
Mulhouse

## L'IA comme accélérateur de transformations !

### Au programme :

- 250 exposants et acteurs de l'industrie
- 4 conférences plénières : IA, cyber, cas d'usage...
- 80 ateliers et conférences



Inscrivez-vous  
gratuitement



Libre comme... - Photos Cineas Production

Inscription et programme sur [industriesdufutur.eu](http://industriesdufutur.eu)

# ÉDITO



## NÉ UN 4 JUILLET !



**CIMAX, L'ÉDITEUR DE JAUTOMATISE, CAD MAGAZINE, MANUFACTURING ET L'ORGANISATEUR D'ÉVÉNEMENTS COMME LE MANUFACTURING TOUR ET MANUFACTURING DIGITAL INNOVATION A ÉTÉ PLACÉ EN REDRESSEMENT JUDICIAIRE LE 4 JUILLET 2024.**



**Philippe RENAUDINEAU**

Directeur des publications  
du groupe CiMax

On pourrait dire qu'une conjonction de mauvais signaux nous y a contraint, l'entreprise étant mal préparée aux intempéries que la décennie 2020 allait nous servir sur un plateau... en plomb, malheureusement !

Successivement, moins de 15 jours après son acquisition, nous avons dû faire face à une crise sanitaire qui a paralysé l'activité pendant plusieurs mois, suivie de la flambée des coûts énergétiques, d'accès restreint aux matières premières et aux composants qui ont montré la fragilité et la vulnérabilité des industriels face à certains fournisseurs et pays. Sans oublier les différentes crises politiques nationales et internationales et leurs conséquences sur le plan économique.

Avec l'acquisition de CiMax en 2020, nous savions qu'un vrai challenge s'offrait à nous, l'âge d'or de la presse étant terminé depuis bien longtemps. Mais nous avons parié sur une réorganisation douce et un redéploiement vers des activités plus digitales, pour y faire face. La conjonction massive, brutale et durable des événements

○ nous a conduits à faire des choix plus douloureux, telle qu'une restructuration massive pour faire face à la nouvelle donne d'un marché décroissant, chaotique et largement imprévisible.

Ce 4 juillet est donc une 3ème naissance pour CiMax.

Après sa création, en 2002, son changement de propriétaire en 2020 et ce nouveau départ avec le redressement judiciaire et l'oxygène qu'il va nous procurer durant toute la période d'observation. Aujourd'hui, l'entreprise a terminé sa restructuration, elle est en ordre de bataille pour faire face aux aléas conjoncturels et structurels de nos métiers. Le poids des dettes sociales levé, l'activité stable - même si elle est conjoncturellement réduite - CiMax est sur la voie du redressement.

Un coup de pouce du marché serait donc salutaire !

Vous aimez nos sites, nos journaux, nos événements, et vous nous le dites régulièrement lors de nos rencontres et sur les réseaux sociaux. Ces appréciations

positives, ces encouragements à poursuivre, sont pour nous un formidable moteur d'énergie, et nous vous en remercions. Mais si elles ne s'accompagnent pas d'un soutien financier, même minime, nos activités ne sauraient être durables et pérennes.

L'information, l'organisation d'événements de qualité ont un coût. Sans une participation au financement de cette matière qui vous est utile dans votre quotidien, elle n'a tout simplement pas d'avenir.

Par conséquent, si vous souhaitez continuer à nous lire, à participer à nos événements, découvrir des usines remarquables dans nos vidéos ou faire parler des vôtres, apportez-nous votre soutien.

○ Merci de votre confiance et belle fin d'été à tous ! —



# Manufacturing Digital Innovation



©General Motors



©Oem



©Braincube



©UniWersal Robots

Le rendez-vous de l'innovation digitale  
industrielle proposé par

 **MANUFACTURING.FR**

Plus d'infos sur  
notre site



# SOMMAIRE



26

## 01 ÉDITO

01 Né un 4 juillet

## 04 EN BREF

04 Nouveaux produits, partenariats, acquisitions, réussites commerciales : la vie des entreprises et de notre secteur d'activité en quelques lignes.

## 12 ÉVÈNEMENTS

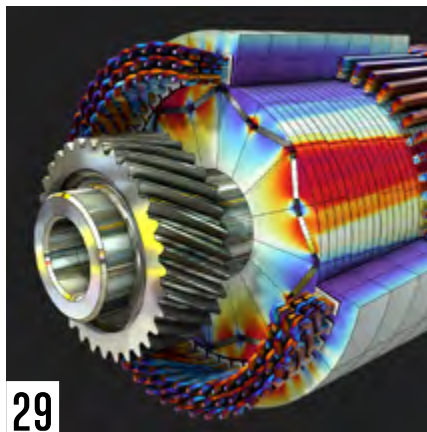
12 L'IA et le virtuel pour se former

## 16 INNOV'ACTION

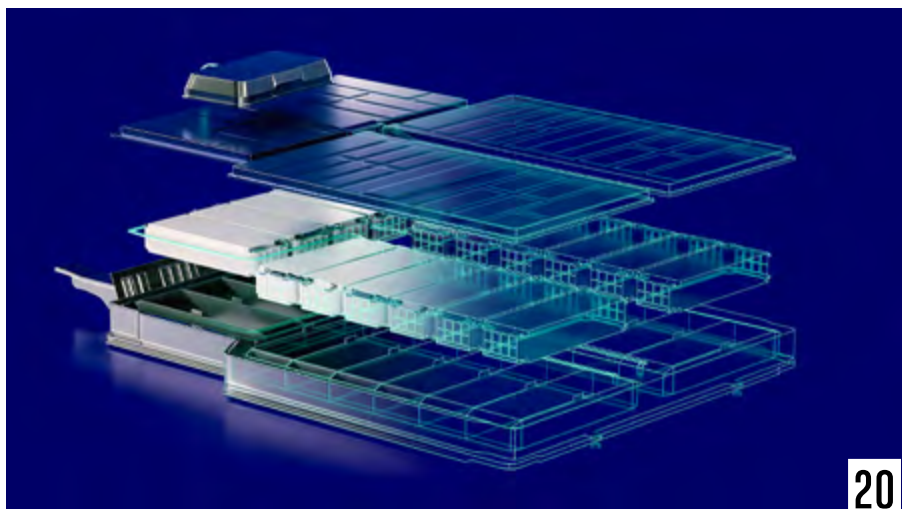
16 L'innovation sous toutes ses formes pour doper votre créativité.



24



29



20

## 20 SOLUTIONS

20 Simuler pour éviter la surchauffe des batteries

22 Aura Aero : le futur Tesla Aéronautique ?

## 24 REPÈRES

24 En quoi le PLM doit se réinventer constamment ?

## 26 PRODUITS

26 Les solutions Autodesk pour diminuer l'empreinte carbone

29 Optimiser les performances des moteurs électriques

32 Materialise Magics : le roi de l'impression 3D, ou presque

34 Le jumeau numérique des usines de process selon Hexagon

## 40 COUP DE COEUR

40 Reconstruire des seins grâce à l'impression 3D

Crédits couverture : ©AdobeStock

## VIE DES SOCIÉTÉS

### MAHINDRA & MAHINDRA SÉLECTIONNE LA PLATEFORME 3DEXPERIENCE

Le fabricant indien de voitures et d'engins agricoles adopte la plateforme PLM de Dassault Systèmes disponible sur le Cloud pour gérer l'intégralité du processus de développement de ses nouveaux produits. Mahindra & Mahindra utilisera les Industry Solutions Experiences « *Drive Emotion* », « *Global Modular Architecture* » et « *Smart Safe and Connected* » de l'éditeur français basées sur la plateforme 3DEXPERIENCE pour connecter plusieurs milliers d'utilisateurs internes et externes.



### SIEMENS REJOINT LA GLOBAL BATTERY ALLIANCE

Siemens Digital Industries Software annonce son adhésion à la Global Battery Alliance (GBA), une plateforme de collaboration qui rassemble des organismes internationaux, des ONG, des acteurs industriels, des universitaires et plusieurs gouvernements. La GBA s'est fixé trois objectifs fondamentaux : « *établir une chaîne de valeur circulaire pour les batteries, instaurer une économie à faible émission de carbone dans cette chaîne de valeur, et sauvegarder les droits de l'homme et le développement économique* ». En se fondant sur ces principes, Siemens souhaite introduire dans l'industrie des batteries des pratiques innovantes et écoresponsables permettant de réduire au minimum l'impact sur l'environnement, de créer de nouvelles opportunités d'emploi et de générer une valeur économique supplémentaire pour les communautés du monde entier.

### L'EMPLOI DES CADRES AU BEAU FIXE DANS L'INDUSTRIE

Expectra (branche du Groupe Randstad) vient de publier les résultats de la 22ème édition du baromètre des salaires des cadres. En 2024, le marché du travail des cadres en France continue de bien se porter puisque cette catégorie bénéficie d'une situation de plein-emploi relativement stable. Pour autant, cette dynamique est ralentie par une conjoncture économique et une croissance moins favorables.

Cependant, l'industrie fait partie des secteurs qui tirent leur épingle du jeu et affiche une forte progression salariale en 2024 de +3,9%, et les fonctions industrielles entrent dans le top 10 des plus fortes progressions salariales. Par exemple, parmi les postes les plus revalorisés on trouve l'ingénieur en génie des procédés qui connaît une évolution de son salaire de +8,3%. Autre information, le salaire médian des cadres s'établit à 52 720 euros en 2024. Enfin, le Nord-Est bénéficie de la plus forte dynamique, avec une progression moyenne de 6,2%.





## DOVETAIL ELECTRIC AVIATION ADOpte SIEMENS XCELERATOR

Siemens Digital Industries Software annonce que Dovetail Electric Aviation (Dovetail), une entreprise spécialisée dans « l'aviation écoresponsable », a sélectionné le portefeuille de logiciels Siemens Xcelerator pour concevoir des systèmes de propulsion à zéro émission utilisant des batteries et la technologie hydrogène-électrique. Ces systèmes seront installés dans les avions à propulsion classique que les compagnies aériennes régionales utilisent pour le transport de passagers et de fret. Elles pourront ainsi réduire leurs coûts d'exploitation de jusqu'à 40 % tout en décarbonant véritablement le transport aérien.

Basée en Australie et implantée en Espagne, Dovetail est actuellement la seule entreprise au monde à convertir les Cessna 208 en appareils électriques à zéro émission utilisant des batteries, et la seule à concevoir une adaptation hydrogène-électrique pour le Beechcraft King Air, l'avion le plus vendu de sa catégorie.

La version cloud de NX sera utilisée pour développer ses systèmes de propulsion et ses moteurs, en permettant à ses équipes espagnoles et australiennes de collaborer à distance. L'entreprise pourra ainsi transformer plus vite ses concepts en prototypes viables, ce qui lui permettra d'économiser du temps lors de la conception et de réduire le nombre de reprises techniques.

## VALEO DÉPLOIE 3DEXPERIENCE SUR 15 000 POSTES

L'équipementier automobile Valeo va déployer la plateforme 3DExperience de Dassault Systèmes à plus de 15 000 utilisateurs dans différents domaines tels que la R&D, les achats ou la production. Tous seront connectés dans un système virtuel de développement et d'ingénierie doté de capacités de conception générative et de data science. Ce déploiement soutiendra également l'optimisation des dépenses en recherche et développement de l'entreprise.

Valeo s'appuiera sur les solutions industrielles « Global Modular Platform » et « Smart, Safe & Connected » de l'éditeur français pour accélérer la transformation digitale des activités de recherche et développement du Groupe.



## JUMEaux NUMÉRIQUES À L'ASSAUT DE LA COUPE DE L'AMERICA

Les jumeaux numériques gagnent peu à peu tous les secteurs. Dernier exemple, l'équipe du défi français pour la Coupe de l'America utilise des logiciels Siemens Xcelerator pour créer un jumeau numérique de leur voilier de compétition. L'équipe Orient Express Racing Team, qui participe à la 37ème édition de cette course nautique a étroitement collaboré avec le département Simcenter Engineering Services de Siemens pour mieux comprendre le fonctionnement en conditions réelles des systèmes hydrauliques de vol et d'aéronautique qui contrôlent les voiles, le gouvernail et les volets de foil. Des jumeaux numériques de ces systèmes ont été



créés, paramétrés et validés sur le plan fonctionnel, de même que les bibliothèques dédiées. « Les voiliers ont évolué de façon spectaculaire depuis l'arrivée de la technologie du foil, qui leur permet de voler au-dessus de l'eau. La gestion des deux fluides et de toutes les nouvelles technologies de vol est devenue un véritable défi, car le jeu a complètement changé », commente Stephan Kandler, P-DG de K-Challenge et d'Orient Express Racing Team. « Les jumeaux numériques et les essais virtuels ont constitué une avancée majeure qui a permis d'améliorer la R&D des bateaux en complément de la navigation réelle. »

## VIE DES SOCIÉTÉS



### DASSAULT SYSTÈMES PARTENAIRE DE JLR

JLR (Jaguar Land Rover) et Dassault Systèmes étendent leur partenariat avec le déploiement de la plateforme 3DExperience dans l'ensemble des programmes automobiles du constructeur. Ce partenariat d'une durée de cinq ans ouvre une nouvelle phase de collaboration à long terme : plus de 18 000 collaborateurs à travers le monde utiliseront des jumeaux virtuels pour augmenter l'efficacité de leurs activités d'ingénierie automobile et de fabrication numérique.

JLR utilise à la fois sur site et sur le cloud l'ensemble du portefeuille d'Industry Solution Experiences dédié à l'industrie transport et mobilité et basé sur la plateforme 3DExperience de Dassault Systèmes. Ses équipes chargées de l'idéation, des cahiers des charges, de l'ingénierie des systèmes basés sur des modèles (MBSE), de la conception et de la fabrication assistées par ordinateur (CFAO), ainsi que de sa chaîne de valeur, seront connectées dans un environnement virtuel collaboratif et pourront ainsi accéder aux connaissances et au savoir-faire disponibles.

## LA MODÉLISATION SURFACIQUE À L'HONNEUR CHEZ JABRA

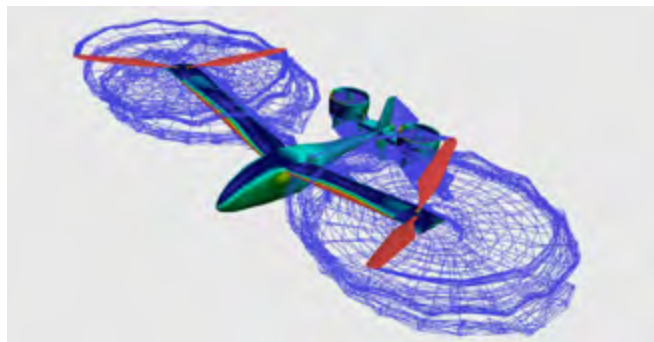
Depuis la crise sanitaire et l'explosion du télétravail qui en a découlé, les casques audios de téléconférence se sont multipliés dans les foyers et au bureau. C'est le créneau du fabricant Jabra qui utilise la solution Creo de PTC comme CAO de référence, en particulier pour ses fonctionnalités avancées de modélisation des surfaces. «*La conception d'un casque était autrefois relativement simple, mais ce n'est plus le cas aujourd'hui*», explique Claus Ellegaard Madsen, ingénieur mécanicien principal chez GN, l'entreprise à l'origine de la marque Jabra. «*Les casques modernes sont basés sur des conceptions organiques très complexes afin d'offrir la meilleure expérience possible à l'utilisateur. La réalisation de ces conceptions organiques s'avérerait impossible sans le concours de Creo.*»

Elliot Clarke, UK & I regional director chez PTC, souligne l'importance de Creo ISDX pour Jabra : «*ce module permet de contrôler tout ce qui concerne les surfaces*», explique-t-il. «*Ils commencent par des courbes, construisent des surfaces sur ces courbes et peuvent vraiment contrôler le flux et la courbure des surfaces lorsqu'elles se connectent*».



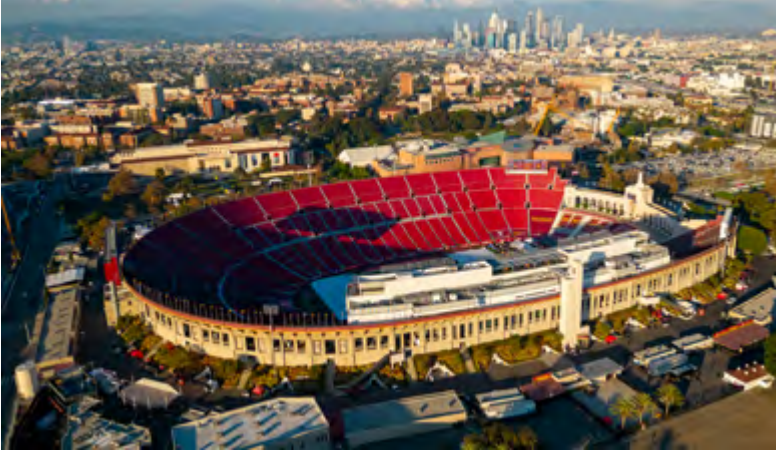
## ALTAIR RACHÈTE RESEARCH IN FLIGHT

L'éditeur de logiciels de simulation numérique Altair a récemment fait l'acquisition de Research in Flight qui développe des logiciels de



dynamique des fluides numériques (CFD) notamment à destination des secteurs de l'aérospatiale et de la défense. Son logiciel FlightStream est un «*solveur de flux*» qui comble le fossé entre les simulations CFD haute-fidélité et les besoins des ingénieurs et des concepteurs. Il se caractérise par une vitesse de calcul très élevée, une faible empreinte hardware et une interface simplifiée. C'est donc un outil adapté aux itérations de conception rapides à un stade précoce, et aux études aérodynamiques approfondies pour les applications aérospatiales et de défense et au-delà. FlightStream peut capturer des écoulements subsoniques à supersoniques, y compris des effets compressibles et il bénéficie d'une capacité unique de vorticités de surface. Il tire parti des points forts des solveurs d'écoulement de la méthode des panneaux et les améliore avec des techniques de calcul modernes pour fournir un solveur rapide capable de gérer des phénomènes aérodynamiques complexes.





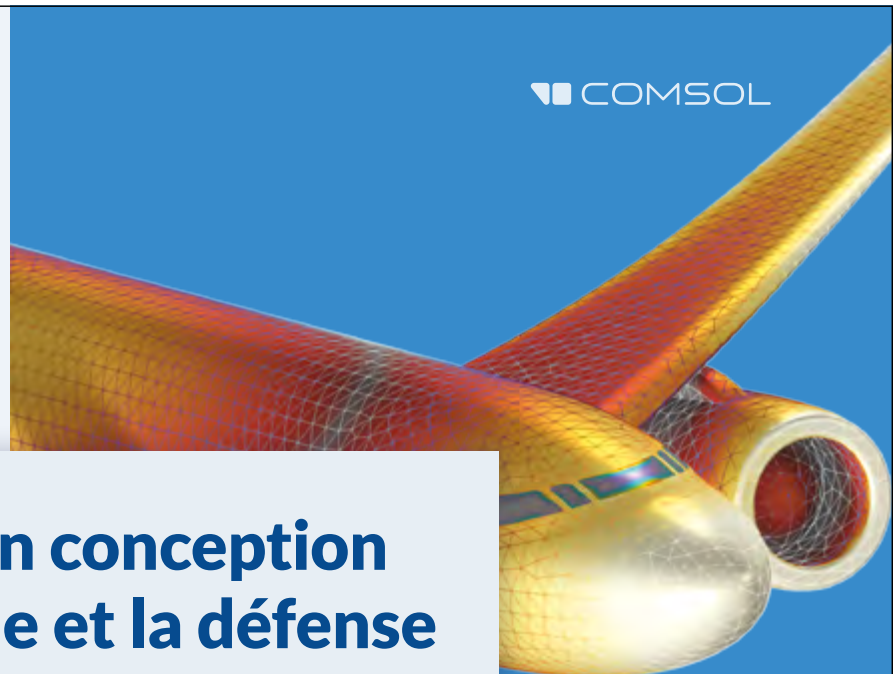
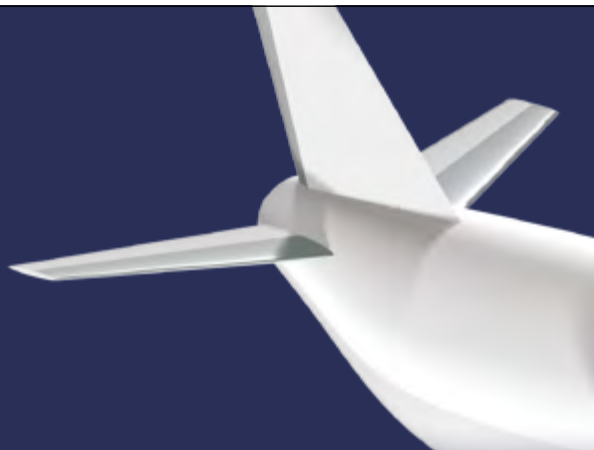
## LES JO DE LA 2028 S'APPUIENT SUR LA PLATEFORME AUTODESK

Les jeux olympiques sont une formidable occasion pour les fournisseurs de solutions numériques de mettre à l'épreuve leurs produits et de communiquer sur leur réalisation. Autodesk, par exemple, annonce que son portfolio sera utilisé pour concevoir et construire les nouvelles installations qui seront employées pour les JO de Los Angeles dans quatre ans. Un plan de construction d'une valeur de plus d'un milliard de dollars, en intégrant des principes de conception durable.

La plateforme Design and Make d'Autodesk soutiendra le plan «pas de nouveaux lieux permanents» de LA28 : un engagement pour adapter les infrastructures existantes ou en construisant des infrastructures temporaires. Les solutions de l'éditeur aideront à rénover les plus de 40 sites de compétition et les principaux sites non compétitifs de Californie du Sud pour les Jeux LA28, y compris le LA Memorial Coliseum.

## AVEVA SIGNE UN ACCORD AVEC AWS

L'éditeur de logiciels de conception et d'exploitation d'équipements industriels Aveva vient de signer un accord stratégique avec Amazon Web Services (AWS). L'objectif est de permettre aux industriels d'accéder aux applications en mode SaaS (Software-as-a-Service). Ensemble, Aveva et AWS cherchent à créer «une capacité de cartographie sur les plateformes AWS, ce qui pourrait réduire le délai de valorisation, et la complexité de la gestion des données dans un contexte industriel caractérisé par de nombreux silos et divers standards de données» dicit l'éditeur.



COMSOL

## Devenez leader en conception pour l'aérospatiale et la défense

avec COMSOL Multiphysics®

La simulation multiphysique favorise l'innovation des produits A&D pour plus de sécurité et de performance. En construisant des modèles toujours plus proches de la réalité, les ingénieurs développent, testent et vérifient leurs conceptions plus rapidement.



SCANNEZ MOI POUR EN SAVOIR PLUS  
[comsol.fr/feature/aerospace-defense](https://comsol.fr/feature/aerospace-defense)

## VIE DES SOCIÉTÉS



### SIEMENS VA COLLABORER PENDANT 5 ANS AVEC BAE SYSTEMS

Siemens et BAE Systems signent un accord de collaboration de cinq ans afin d'accélérer l'innovation numérique de l'entreprise britannique spécialisée dans le domaine aérospatial/défense. Le premier objectif est de mettre en œuvre la plateforme d'ingénierie Siemens Xcelerator, au sein de BAE Systems Air, la division aéronautique de l'industriel, sous la direction de FalconWorks, son service de recherche et de développement.

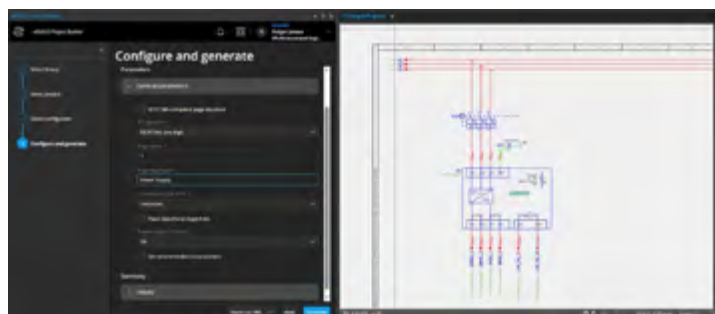
Le second est de développer en commun les outils de conception et de fabrication de demain. Il s'appuie sur la récente mise en œuvre de Siemens NX pour l'ingénierie et de Teamcenter, pour le PLM. Des solutions informatiques de type Edge et des outils de validation technologique ont également été utilisés avec succès dans plusieurs centres Catapult et de développement technologique.

## TENDANCES TECHNO

### CAO : LA NOUVELLE VERSION D'HYPERMILL

Editeur allemand spécialiste de la FAO, Open Mind présentera ses dernières nouveautés à l'occasion du prochain salon Micronora 2024 qui se déroulera en septembre. Son logiciel phare Hypermill est utilisé dans le secteur de la micromécanique pour l'usinage de pièces de haute précision notamment pour l'industrie horlogère et joaillière, mais également le médical. La version 2024 du logiciel de FAO a encore étendu ses fonctionnalités de tournage et amélioré de nombreux algorithmes sous-jacents. La reprise simplifiée de matière résiduelle et l'interaction avec les contrôleurs des machines sont des exemples de l'évolution du logiciel. La principale évolution de Hupermill Turning Solutions est la prise en charge de la tourelle pour les machines de tournage. Les machines de tournage dotées d'une broche principale, d'une tourelle et d'une commande Siemens sont désormais

représentées par un jumeau numérique avec tous les outils, grâce à Hypermill VirtualMachining. L'équipement de la tourelle avec des porte-outils et des outils s'effectue confortablement dans la machine virtuelle et il est utilisé pour la simulation du code CN. Une autre application utile de la technologie Virtual Machining est la relecture des points de mesure. Il est possible de voir en un coup d'œil, sur le modèle 3D de la pièce, quels points de mesure sont hors tolérance. Cela facilite l'analyse des imprécisions et de l'usure des outils après le fraisage et permet de les compenser côté CAO/FAO. Par ailleurs, Hypermill 2024 propose quelques nouveautés sur le thème « la CAO pour la FAO ». Le logiciel prend en charge l'importation des données PMI (informations sur la fabrication du produit) et MBD (définition basée sur un modèle) dans différents formats, comme Step, Catia V5, Solidworks, Creo et Siemens.



### SOLUTION OPTIMISÉE DE CALCUL MULTIPHYSIQUE CLÉ

Ansys collabore avec Supermicro et Nvidia pour fournir du matériel clé en main, pour accélérer la vitesse de calcul des logiciels de simulation multiphysique de l'éditeur américain. Grâce à la combinaison étudiée de leurs offres respectives hardware et software, Ansys assure que l'exécution de ses codes logiciels permet de traiter des modèles plus grands et plus complexes, et jusqu'à 1 600 fois plus rapidement. Les trois acteurs se sont en effet penchés sur le choix et le dimensionnement des infrastructures de calcul pour obtenir



les meilleurs compromis possibles. La configuration du matériel pour la simulation multiphysique est une tâche



## TROUVER CHAUSSURE À SON PIED GRÂCE À ASICS ET DASSAULT SYSTÈMES

Le fabricant de chaussures de sport et l'éditeur français collaborent autour d'un nouveau concept pour proposer des chaussures de sport haut de gamme totalement personnalisées. «*L'Asics Personalization Studio*» est un service de conception et de production de semelles sur mesures, destinées à faciliter la récupération physique tout en améliorant les performances. Il combine l'expérience de l'équipementier sportif et celle des jumeaux virtuels de Dassault Systèmes.

Située près de Paris, cette usine ultra-compacte utilise la plateforme 3DExperience pour la modélisation des semelles et l'impression 3D pour leur fabrication à la demande. La semelle est constituée d'une structure en treillis épaisse fabriquée à partir d'un matériau très flexible et respirant. Le degré de souplesse peut être modifié avec précision en fonction des différentes parties du pied afin de favoriser la récupération physique tout en réduisant les tensions et en améliorant les performances.

## ATALANTE X : L'EXOSQUELETTE POUR LA RÉÉDUCATION

Wandercraft a été fondé en 2012 par un groupe d'ingénieurs qui refusaient d'accepter que le fauteuil roulant reste le seul moyen de déplacement pour les personnes privées de la marche et pensaient qu'ils pourraient créer une meilleure solution de mobilité et d'autonomie. Wandercraft développe, fabrique et commercialise les exosquelettes de marche autonomes.

Son dernier modèle, l'Atalante X, est un exosquelette de marche mains libres pour la rééducation. Pour sa conception, l'entreprise parisienne a employé Simcenter de Siemens Digital Industries Software notamment pour prouver par la simulation qu'un seul airbag est plus sûr et plus fiable qu'un système multi-airbag. Et réduire ainsi les risques de blessures pour les utilisateurs.

L'entreprise a collaboré avec des experts en simulation de l'Université de Strasbourg et utilisé Simcenter Madymo pour combiner l'analyse par éléments finis et le multicorps. La simulation a permis d'économiser trois jours de travail d'ingénierie pour chaque itération de l'assemblage du prototype. On rajoutera une réduction du temps de configuration pour les essais et la simulation d'un jour à deux heures, soit une diminution de 75%.

L'entreprise a récemment annoncé que son exosquelette personnel à utiliser à la maison sera lancé sur le marché mondial dans quelques années.



## EN MAIN

complexe qui peut avoir un impact significatif sur les performances, les coûts et la productivité.

Par rapport aux mêmes simulations Ansys exécutées sur des CPU, la plateforme «*hardware*» propulsée par Nvidia et optimisée par Supermicro permet de réaliser des gains de performances massifs :

**Ansys Fluent** : accélération de 24x en utilisant 8 GPU Nvidia H100, où 1 GPU  $\approx$  1 500 cœurs de CPU.

**Ansys Mechanical** :  $\approx$  6x plus rapide en ajoutant un GPU Nvidia H100, où 1 GPU + 8

cœurs de CPU  $\approx$  100 cœurs de CPU.

**Ansys LS-Dyna** : accélération de 4 fois en utilisant un Superchip CPU NVIDIA Grace par rapport à 36 cœurs de CPU.

Enfin, l'éditeur affirme que sa technologie d'intelligence artificielle accélère encore les simulations multiphysiques. Par exemple, le cadre d'automatisation et d'optimisation d'Ansys optiSLang AI+ génère des modèles améliorés qui permettent d'augmenter la vitesse de 1 600 fois par rapport aux approches sans IA.

## TENDANCES TECHNO

### DATAKIT : UNE NOUVELLE VERSION EST DISPONIBLE

Datakit fournit à ses utilisateurs une nouvelle version chaque trimestre de son logiciel d'échange de données CAO.

Parmi les nouveautés, la dernière version permet de :

- Récupérez les PMI Creo View, quel que soit le mode utilisé pour concevoir ou stocker les fichiers : Creo ou Creo View.
- Lire tous les attributs Catia V6 / 3DEXperience (couleur, visibilité, etc.) pour les versions 2023x et 2024x.
- Gérer la visibilité des composants dans une vue créée dans Inventor.
- Tenir compte des « *added leaf prototype components bounding box* » de Revit.
- Gagner du temps lors de l'importation de pièces SolidEdge comprenant une grande quantité de « *bodies* ».

Notons également la compatibilité avec les nouvelles versions majeures de CAO :

- Catia V5 jusqu'à V5-6R2024,
- Fusion 2.0-18460,
- Parasolid 36.1,
- série NX 2312 (jusqu'à 2312.4000).

De plus, une version japonaise de Crossmanager est désormais disponible.



### L'INFORMATIQUE QUANTIQUE AU SERVICE DE L'INGÉNIERIE ÉLECTRIQUE

Classiq, plateforme pour la création de logiciels quantiques, annonce son partenariat avec Nvidia et BMW Group pour optimiser les systèmes mécatroniques grâce à l'informatique quantique dans le secteur automobile. Le partenariat vise à résoudre les calculs complexes pour déterminer l'architecture optimale des systèmes électriques et mécaniques. Cette problématique implique la définition de la meilleure combinaison de composants, allant des moteurs électriques et des batteries aux systèmes de refroidissement, ainsi que leur connexion. L'objectif de ce projet est d'améliorer l'efficacité et de réduire le gaspillage d'énergie, ce qui peut notamment accroître l'efficacité des véhicules électriques.

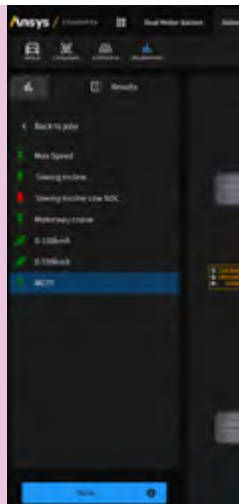
L'approche de Classiq utilise des algorithmes quantiques de pointe tels que l'Algorithme d'Approximation Quantique Optimale (QAOA) ou l'algorithme de Harrow-Hassidim-Lloyd (HHL), pour résoudre ce défi. Ce dernier exploite l'encodage en amplitude et l'encodage numérique pour résoudre et convertir efficacement des équations linéaires complexes, grâce à un nouveau processus de Conversion Quantique Analogique en Numérique (QADC).

Le projet a permis aux experts du BMW Group de créer un programme quantique extrêmement sophistiqué. Cette réalisation a été rendue possible grâce aux capacités de modélisation et de compilation de la plateforme Classiq. L'implémentation de ces circuits quantiques, larges et complexes, a été simulée à l'aide des GPU de Nvidia et de la plateforme Nvidia CUDA-Q.

### ANSYS LANCE CONCEPTEV

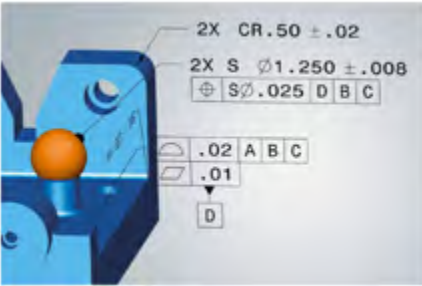
Ansys ConceptEV est la première offre SaaS cloud-native de l'éditeur. Elle permettra aux ingénieurs de composants et de systèmes d'utiliser une approche basée sur les modèles pour concevoir les groupes motopropulseurs de véhicules électriques. Cela facilitera les décisions de conception précoces pour améliorer l'autonomie des véhicules électriques et réduire le temps de charge des batteries, les coûts de développement et accélérer la mise sur le marché.

ConceptEV est une solution accessible « *unique en son genre* », capable de relier la conception des composants aux exigences au niveau du système. Elle permet d'apporter et suivre des modifications aux spécifications et aux composants, afin d'évaluer et de quantifier rapidement les compromis entre les systèmes pour une conception optimale du groupe motopropulseur. L'approche basée sur les modèles facilite l'analyse du système vis-à-vis des exigences, réduisant ainsi les erreurs, et des décisions optimales pendant la phase de conception.



## AUTOMATISER LA CRÉATION DES SCHÉMAS ÉLECTRIQUES

La génération automatique de schémas électriques permet d'obtenir des résultats plus rapides et de réduire le nombre d'erreurs. Le fournisseur de solutions Eplan a développé différentes approches techniques pour ce processus, même s'il n'est pas nouveau. Parmi ces approches, le logiciel eBuild basé sur le cloud, avec lequel les utilisateurs peuvent générer leurs projets d'un simple clic de souris, et dont la nouvelle version 2025 est désormais disponible.



L'interface utilisateur a été optimisée afin d'obtenir une meilleure vue d'ensemble du projet, et ce plus rapidement. Par exemple, grâce à la nouvelle barre de navigation, les utilisateurs gardent un œil à tout moment sur le processus de configuration et de génération d'eBuild. Et, avec la nouvelle aide contextuelle Inline app, ils

obtiennent des résultats plus rapides.

Il suffit aux utilisateurs de se connecter à Eplan Cloud pour accéder à leurs propres projets via l'organisation de leur entreprise dans le cloud. Aucune installation de logiciel n'est nécessaire. Dans Project Builder - une partie d'Eplan eBuild - il est possible de sélectionner les macro-bibliothèques correspondantes, puis de configurer et/ou générer le projet. Le nouveau Navigateur aide les utilisateurs en ce domaine en facilitant le processus de sélection. La cohérence des données de bout en bout, de la structuration du produit à la réalisation du projet, est également assurée côté système par le respect de directives et de normes.

Grâce à Eplan eBuild dans le cloud, il est désormais possible de créer des schémas à partir d'un navigateur Internet. Les avantages sont évidents selon l'éditeur : les schémas peuvent non seulement être créés au cours du processus de conception de la construction, mais également être mis à disposition beaucoup plus tôt au cours de la procédure d'appel d'offres ou de la phase de pré-planification du projet.



## ÉVÉNEMENTS



### NOUVELLE ÉDITION DU SALON BE 5.0 À MULHOUSE

Le salon BE 5.0 Industries du Futur vous propose deux jours dédiés aux questions du numérique, de l'environnement, de l'industrie et de l'humain. Les 26 & 27 novembre 2024 au Parc Expo à Mulhouse, vous pourrez rencontrer 250 offreurs de solutions de l'industrie 5.0, à l'échelle française et européenne, notamment les régions transfrontalières. En un seul lieu, prenez contact avec vos futurs partenaires sur leur stand ou lors de B2B meetings, rencontrez et échangez avec vos pairs lors de moments de convivialité organisés au sein du salon. Désormais incontournable, l'IA sera à l'honneur comme accélérateur de transformations.



### LE BIG DATA ET L'IA ONT LEUR SALON PARISIEN

Les données et leur traitement par intelligence artificielle deviennent l'enjeu de la décennie pour les industriels. D'où l'importance d'un salon comme Big Data & AI Paris 2024 qui se déroulera les 15 & 16 octobre à la Porte de Versailles de Paris. Cette 13ème édition a pour ambition d'offrir aux décideurs et acteurs de l'écosystème 2 jours immersifs dans l'univers du Big Data et de l'IA en France pour s'informer, obtenir les outils nécessaires pour répondre aux nouveaux enjeux et défis d'intégration en échangeant avec les experts les plus pointus du secteur, et ainsi consolider leurs projets.

## COMPTE-RENDU

# L'IA ET LE VIRTUEL POUR SE FORMER

**L'IA, les technologies immersives et les jumeaux numériques bousculent l'industrie manufacturière. Comment créer et utiliser à moindre coût ces modèles virtuels pour former les salariés ? Peut-on utiliser ces mêmes modèles pour optimiser des postes de travail, implanter de nouveaux équipements ? Autant de questions posées à trois interlocuteurs spécialistes du domaine à l'occasion de Manufacturing Digital Innovation 2024, l'évènement que nous avons organisé en mai dernier autour du thème de l'intelligence artificielle.**

**Fabricant de ressorts sur mesure, CGR International utilise des jumeaux numériques pour former ses salariés. Quels salariés et pour les former, à quoi ?**

**Calixte Mengoua :** Le recrutement et la formation des salariés sont en effet de véritables difficultés dans notre secteur où nous avons besoin de beaucoup de technicité. Chez CGR, c'est plutôt des jumeaux réels qu'on utilise, puisqu'on forme par l'intermédiaire de tutoriels vidéos. Nous avons créé une méthodologie pour capitaliser notre savoir-faire. Elle consiste à écrire le métier avec nos experts, nos réglers les plus expérimentés. C'est l'apprenant en fonction de ses capacités qui prend le temps de se former pendant son temps de travail, à son rythme, au réglage des machines en visionnant ces vidéos. Cela permet de connecter nos équipes au monde du digital, de faire tomber les appréhensions des anciens vis-à-vis du numérique et d'intégrer plus vite les nouveaux entrants et intérimaires. On a divisé par deux le temps de formation, gagné en productivité, et réduit nos coûts. En outre, grâce aux outils de traduction automatique à base d'IA, nous pouvons traduire ces tutoriels pour nos différentes filiales étrangères.



ON A DIVISÉ PAR DEUX LE TEMPS DE FORMATION, GAGNÉ EN PRODUCTIVITÉ, ET RÉDUIT NOS COÛTS. EN OUTRE, GRÂCE AUX OUTILS DE TRADUCTION AUTOMATIQUE À BASE D'IA, NOUS POUVONS TRADUIRE CES TUTORIELS POUR NOS DIFFÉRENTES FILIALES ÉTRANGÈRES.

**CALIXTE MENGOUA**, Quality, Lean & Kaizen Coach, CGR International.



**Chez Arcelor Mittal, le jumeau numérique est employé pour concevoir de nouveaux sites industriels. Explication ?**

**Dominique Geeraert :** Si on parle de modéliser des cas critiques, exemple gérer des ponts roulants automatiques, nous avons en effet des modèles de simulation pour positionner au mieux nos produits dans nos usines. Ces jumeaux numériques permettent d'anticiper ces cas critiques, pour vérifier les algorithmes de placement suivis par ces ponts. Nous sommes aussi impliqués dans un ambitieux plan de décarbonation : réduire nos émissions de CO2 de 35% d'ici 2030 et être neutre carbone d'ici 2050. Cela implique d'optimiser nos processus, de mettre en place de nouveaux sites de production, donc de former les opérateurs et la maintenance. On est aujourd'hui dans les phases de conception ou des phases de mise à jour de certaines lignes. Donc on utilise des copies virtuelles de ces nouvelles



*Les jumeaux numériques sont utilisés désormais pour de nombreuses applications, l'une d'entre elles : la formation des opérateurs est souvent oubliée, pourtant il y a beaucoup à y gagner...*

lignes pour comprendre comment les opérer, les maintenir. Et cela nécessite d'avoir de l'immersion, d'être vraiment à l'échelle 1 dans ces environnements. On exploite pour cela nos données 3D sur des cas d'usage qui sortent du bureau d'études et de la conception de produits. Nos sites font plusieurs centaines de mètres, voire kilomètres carrés et donc on doit intégrer un certain nombre d'équipements et s'assurer que tous fonctionnent bien ensemble. Donc c'est dans ce cadre-là qu'on utilise de la réalité virtuelle. Nous utilisons également une autre forme d'immersion, avec des vidéos réalisées en 360°. Quand il faut plusieurs semaines, voire mois, pour monter un module de réalité virtuelle, quelques semaines pour un module de réalité augmentée, on parle de jours pour des modules 360°. On capture tout, que ce soit en données volumétriques ou que ce soit en vidéo ou en photo, et ça permet vraiment de pouvoir utiliser ces données pour préparer des opérations de maintenance sans forcément revoir tout

le site, en particulier avec les fournisseurs pour qu'ils puissent à distance aussi voir les choses en 360.

**Olivier, de la caméra 360° à l'immersif, on va dire un ou deux degrés de plus ou presque ? Quels sont les cas d'application industrielle que vous avez le plus souvent mis en œuvre ?**

**Olivier Heim :** Ils sont nombreux, mais la formation avec de la réalité augmentée devient un véritable cas d'école. Nous avons travaillé avec la marine nationale, par exemple, pour créer du contenu de formation en maintenance ou de préparation d'aéronefs. On peut utiliser un fichier CAO, spatialiser du contenu autour de cette CAO, puis l'opérateur se déplace autour de l'hélicoptère réel pour être guidé étape par étape de manière spatialisée pour vérifier toutes les procédures de maintenance. Cela peut être employé pour des salariés qui n'ont aucune formation sur le sujet et vont apprendre directement

en réalité augmentée. Non seulement la formation est plus attirante pour eux, mais en plus les études montrent un degré supérieur d'intégration des compétences et de rétention de l'information qui passe de 20% à 80% !

Rajoutons que la formation se fait de manière quasi autonome, donc moins de formateurs à mobiliser, et la possibilité d'exploiter les compétences pointues de ces formateurs pour répondre à des questions ou des situations plus complexes. Et puis l'auto-évaluation peut également être une solution pour vérifier le niveau de formation de l'opérateur.

**Pour créer un modèle numérique, il faut le scanner, il faut prendre des photos, ou utiliser des modèles CAO existants. Mais à quoi sert l'IA pour accélérer cette phase de construction ?**

**Dominique Geeraert :** Aujourd'hui, pour créer des modèles 3D, ça prend du temps.



## COMPTE-RENDU



**Calixte, comment faites-vous pour passer d'un tutoriel de réglage machine qui peut durer 3 heures à une vidéo d'une dizaine de minutes ?**

**Calixte Mengoua :** On s'est inspiré des recettes de cuisine délivrées en 3 mn par Laurent Mariotte à la télévision. Il donne les points clés de la réussite du plat, mais n'explique pas comment éplucher les légumes ou monter des blancs en neige... Avec les experts métier nous avons suivi la même démarche : se concentrer sur les phases majeures, les opérations clés à maîtriser.

**Quels sont les pré-requis techniques pour utiliser des modèles 3D en simulation immersive ?**

**Olivier Heim :** Soit on a le modèle 3D, et dans ce cas-là, il faut souvent le convertir et l'adapter, ou l'optimiser en fonction du matériel utilisé. Dans le cas contraire, il faut reconstituer le modèle 3D à partir de scans, un peu d'IA et beaucoup de travail manuel pour rendre le modèle 3D opérationnel. Il faut savoir aussi ce que l'on garde, ce que l'on enlève, car tout n'est pas utile. Donc il faut une méthodologie dès le début pour gagner du temps et construire un modèle efficace et au minimum de sa granularité. Ce niveau de détail est directement lié à la formation visée. C'est d'ailleurs à cette étape de définition du besoin que nous aidons nos clients à définir le scénario de formation, le modèle numérique juste nécessaire à la transmission du savoir-faire et la démarche pédagogique à mettre en œuvre efficacement le module de formation.

**Dominique, au sein d'Arcelor Mittal, vous avez lancé une association Défi4, quoi s'agit-il ?**

**Dominique Geeraert :** C'est un centre de formation focalisé sur les régions des Hauts-de-France et du Grand-Est pour les industriels et construits par des industriels. On s'est aperçu que la culture digitale devenant nécessaire pour accompagner les collaborateurs dans la maîtrise des outils numériques de plus en plus présents dans leur quotidien. Nous avons donc mis en place chez ArcelorMittal un certain nombre de formations très pratiques basées sur

des ateliers, des kits pédagogiques où les personnes peuvent expérimenter. On rejoint vraiment cette notion de s'approprier les choses, que ce soit en physique avec nos cockpits 4.0 ou que ce soit avec de la réalité virtuelle ou que ce soit avec de l'IA : pouvoir expérimenter les choses en formation. Evidemment d'autres industriels de la région avaient la même problématique. Nous nous sommes donc associés avec sept autres partenaires pour faciliter la transition digitale des métiers de la production, de la logistique ou encore de la qualité. Nous avons des Labs au sein d'Arcelor Mittal qui permettent de former les opérateurs avec des modules autour de la réalité virtuelle, de l'internet des objets, la gestion des données, l'intelligence artificielle, etc. C'est une approche mutualisée mais ouverte aux grands groupes industriels ou PME qui n'ont pas les compétences en interne. Ces industriels viennent expérimenter sur des cas d'usage industriels au sein de nos ateliers capables d'accepter 200 personnes par jour et comprendre la valeur ajoutée de ces technologies dans l'efficacité opérationnelle. ■



**QUAND IL FAUT PLUSIEURS SEMAINES, VOIRE MOIS, POUR MONTER UN MODULE DE RÉALITÉ VIRTUELLE, QUELQUES SEMAINES POUR UN MODULE DE RÉALITÉ AUGMENTÉE, ON PARLE DE JOURS POUR DES MODULES 360°.**

**DOMINIQUE GEERAERT,**  
Directeur, Arcelor Mittal – Defi 4.

On accède à des modèles existants, soit internes, soit de fournisseurs, mais pour les scénariser, nous avons besoin de modéliser un environnement immersif plus complet pour favoriser une interaction plus réaliste, à l'aide de scripts. L'IA nous permet par exemple de reconstituer des environnements à partir de simples photos et d'images 3D. Créer par IA, les avatars peuvent aussi enrichir l'interaction. Aujourd'hui, ces avatars sont relativement statiques ou suivent un chemin prédéterminé. Mais nous travaillons sur une animation plus libre de leurs actions afin de favoriser l'interaction avec les apprenants et donc la mémorisation des gestes à réaliser. Rajoutons que ces techniques de formation virtuelle sont également très utiles pour sensibiliser les salariés à la sécurité, un élément majeur dans notre secteur.

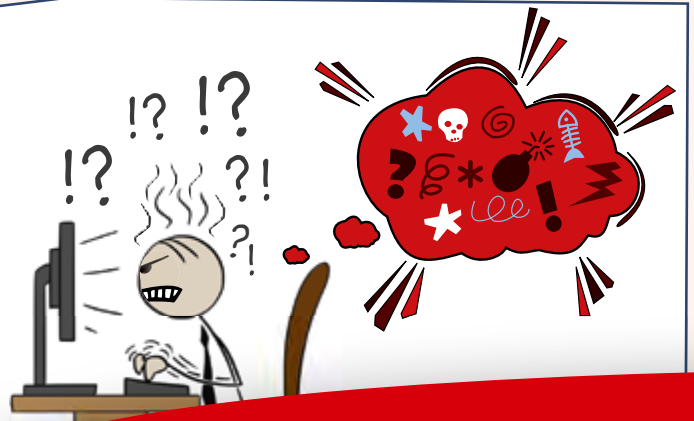


**CELA PEUT ÊTRE EMPLOYÉ POUR DES SALARIÉS QUI**

**N'ONT AUCUNE FORMATION SUR LE SUJET ET VONT APPRENDRE DIRECTEMENT EN RÉALITÉ AUGMENTÉE. LA FORMATION EST PLUS ATTIRANTE POUR EUX, MAIS EN PLUS LES ÉTUDES MONTRENT UN DEGRÉ SUPÉRIEUR D'INTÉGRATION.**

**OLIVIER HEIM,** CEO, 6Freedom.





Cad Xp a fait le plein de nouveautés

Nouvelle interface, recherches facilitées, possibilités accrues pour la communauté.



**CADxp**

CAO et nouvelles technologies



BON...  
ALLONS VOIR  
SUR **CADxp**.\*  
UN MEMBRE AURA  
PEUT-ÊTRE  
UNE SOLUTION



...\*&£3-Û:\*\$?!  
I@^&~%/\*./  
=  
!

**WAOUH!**

\* LE SEUL FORUM  
EN FRANÇAIS DE  
DISCUSSION ET  
D'ENTRAIDE DE LA  
COMMUNAUTÉ CAO



TROUVEZ DES RÉPONSES  
SUR **CADxp**\* ET REJOIGNEZ  
LES 40 000 MEMBRES !

[www.CADxp.com](http://www.CADxp.com)

## UNE MOISSON DE PROJETS SÉRIEUX DU FARFELUS. L'INNOVATION SOUS TOUTES SES FORMES POUR DOPER VOTRE CRÉATIVITÉ.



### RÉALITÉ VIRTUELLE

## DES CHAUSSURES DE RÉALITÉ VIRTUELLE



L'univers du jeu vidéo représente aujourd'hui un chiffre d'affaires supérieur à celui généré par le cinéma. Autant dire qu'il pulse sans arrêt d'innovation pour relancer l'intérêt des joueurs. Dernière en date, des chaussures de réalité virtuelle ! L'entreprise londonienne Freeaim a en effet développé une sorte de patins à roulettes à enfiler par-dessus ses chaussures. Motorisées et connectées en Bluetooth à votre console de jeux, elles répercutent vos déplacements réels dans l'univers virtuel du jeu utilisé, tout en vous permettant de rester sur place. Dans les vidéos mises en lignes par la startup on voit l'utilisateur contenu dans une zone de moins de 4

mètres carré et sécurisé par une sorte de youpala pour adulte. Il peut marcher, courir lentement, pivoter, contourner des obstacles, et s'accroupir.

Après les casques de VR, les manettes de contrôle et même des vestes haptiques répercutant les sensations sur le torse des joueurs, c'est donc au tour de leurs pieds de prendre la tangente virtuelle. Le fabricant annonce que ses chaussures pèsent chacune 1,2 kg et offre une autonomie comprise entre 1,5 et 2 heures selon le poids de l'utilisateur. Elles peuvent être employées sur n'importe quel sol dur et donnent l'impression de faire du patin à glace.

Si pour l'instant ces chaussures un peu spéciales fonctionnent avec les jeux vidéo, d'autres applications pourraient voir le jour. Dans le domaine de la santé par exemple pour la rééducation fonctionnelle, mais aussi pourquoi pas dans l'industrie pour former le personnel à circuler dans des zones dangereuses ou difficile d'accès.

Une levée de fonds de plus de 300 k€ devrait permettre à Freeaim d'optimiser ses chaussures VR pour permettre le saut, la course et la marche arrière. Ces dispositifs devraient être commercialisées en 2025 autour de 1000 dollars.



### ÉNERGIE

## BATTERIES RECHARGEABLES : UNE PETITE RÉVOLUTION ?

La course à la performance des batteries électriques occupe bon nombre de laboratoires du monde entier. L'Institut des Sciences et Technologies de Gwangju (GIST), dirigée par le professeur Chanho Pak, innove en la matière. Leur prototype de batterie au zinc-brome sans écoulement (FLZBB) serait capable de tenir 10.000 cycles de charge !

On vous passe les détails techniques dans lesquelles il est question de « carbone mésoporeux dopé à l'azote »... pour signaler que non seulement ces batteries tiennent de très nombreuses recharges, mais sont aussi non-inflammables. Pour l'instant le coût de production reste trop élevé, mais l'équipe de recherche travaille sur cet aspect et ambitionne d'aboutir à une solution grand public. Et donc une alternative plus sûre aux batteries lithium-ion traditionnelles.





VISION

## DE L'INTELLIGENCE DANS VOS JUMELLES

On connaissait les applications Shazam, Birdnet, ou encore Plantnet disponibles sur smartphone capables de reconnaître une musique captée par le micro, un oiseau à son pépiement, ou une plante par sa photo. Désormais ce sont des jumelles qui adoptent l'intelligence artificielle.

Swarovski Optik lance les jumelles AX Vision 10x32 boostée à l'IA et capable d'identifier environ 9 000 espèces d'animaux en cinq secondes grâce à une caméra de 13 mégapixels. Vous pouvez également prendre une photo ou une vidéo de votre observation et partager ces informations y compris la géolocalisation à vos contacts grâce à la connexion avec votre smartphone. Fonctionnant de manière autonome sans connexion constante au smartphone, elles ont une autonomie de 15 heures avec une batterie rechargeable. Evidemment, elle combine également la qualité des optiques Swarovski avec un grossissement de x10 pour un champ de vision de 1 000 mètres. La qualité à un prix : 4600 €.



TRANSPORTS

## UN TAPIS ROULANT DE 500 KM POUR LIVRER VOS COLIS

La pénurie de chauffeurs routiers s'accroît et dans le même temps, les commandes en ligne explosent. Comment dans ces conditions assurer le transport de ces millions de tonnes de marchandise ? La solution pourrait être la construction de lignes logistiques automatisées sous la forme de tapis roulant géants capables de convoier des containers sur de grandes distances.

C'est en tout cas le pari futuriste que le Japon et la Suisse envisagent sérieusement. Le projet helvète baptisé CST pour Cargo sous terrain devrait ouvrir en 2031. La première ligne de 70 kilomètres de long doit relier Zurich à Härkingen (nord de la Suisse). Ce premier tronçon transportera des petits conteneurs automatiques posés sur des rails. A terme, 500 km de voies souterraines permettront de relier le lac Léman au lac de Constance d'ici 2045.

Semblable au projet suisse, le programme japonais vise également les 500 km pour une ligne de transport à la fois souterraine et aérienne. Elle suivra les axes routiers entre Tokyo et Osaka et ouvrira en 2034

selon le ministère des transports nippons. Mais cette fois-ci c'est un gigantesque tapis roulant qui acheminera les colis ! Ces derniers seront placés sur des palettes supportant jusqu'à une tonne de marchandise. Les responsables du projet estiment que ce type d'infrastructure pourrait remplacer 25000 chauffeurs de poids lourds chaque jour. Si ce type de projet semble particulièrement intéressant d'un point de vue efficacité et

diminution des émissions de gaz à effet de serre, les coûts sont à la démesure des projets : plus de 210 milliards d'euros pour le système japonais. Sans compter les impacts négatifs liés à des travaux colossaux dans une zone en plus minée par les secousses sismiques...



© Doc. CST



## TRANSITION ÉCOLOGIQUE

### EN ROUTE VERS DES ENGIN DE CHANTIER ÉLECTRIQUES

D'ici 2029, plus d'un tiers des machines hors-route devraient être électriques selon une étude d'Interact Analysis. Une transition en cours depuis 2020 avec le lancement du PSS «*Électrification des engins mobiles*» qui vise à explorer de nouvelles technologies et à relever les défis de l'électrification pour soutenir la communauté industrielle dans cette transformation majeure.

Pour répondre à ce défi, le Cetim a conçu, développé et réalisé un engin de chantier 100% électrique, avec un niveau de performance équivalent à celui du modèle d'origine. Avec ce projet, le Cetim développe des méthodologies pour mener la transformation d'engins thermiques en engins électriques et accompagner les industriels à l'électrification de leurs produits.

L'électrification ne se limite pas au remplacement du moteur thermique par un moteur électrique, mais vise à optimiser l'architecture système pour une efficacité énergétique et des performances dynamiques accrues. Le pack batterie installé au cœur de la mini-pelle permet une utilisation intensive de l'engin pendant une durée de 3h00 à 3h30, offrant un bon confort d'utilisation et des performances sans compromis. De même, grâce au développement innovant d'un collecteur tournant



électrohydraulique, la tourelle et les chenilles sont désormais 100% électriques. Ainsi, quatre moteurs électriques garantissent une performance optimale pour les opérations de rotation, de mouvement linéaire et de traction des chenilles. Au total, l'intégration mécanique témoigne d'un travail méticuleux, permettant de conserver l'aspect extérieur et l'ergonomie d'une mini-pelle diesel tout en améliorant significativement l'expérience utilisateur.

À ce stade du projet, le démonstrateur est entièrement fonctionnel et validé, avec des tests CEM (compatibilité électromagnétique) réussis. Les avantages ? réduction des émissions polluantes et sonores, amélioration de l'efficacité énergétique, et simplification de la maintenance.



## CONSTRUCTION NAVALE

### UN NAVIRE DÉCARBONÉ À PROPULSION HYBRIDE HYDROGÈNE

Le consortium ZEPH2, lauréat de l'appel à projets croisement de filière de la Région Bretagne en juin 2022 et composé de 5 entreprises (Zéphyr et Borée, Piriou, Sofresid Engineering, Entech et CompositIC), annonce la remise des

études de conception du projet ZEPH2 en vue de l'industrialisation d'un navire de maintenance en mer (CTV) à faible empreinte carbone.

Les CTV (Crew Transfer Vessels) sont des navires de service utilisés pour transférer

des techniciens et des équipements sur les éoliennes à des fins d'installation et de maintenance des parcs éoliens offshore. Ce projet a pour objectif de réaliser un CTV à faible empreinte carbone grâce à une consommation énergétique réduite et l'utilisation d'hydrogène pour hybrider la propulsion et alimenter la consommation du bord. Le navire sera décarboné de l'ordre de 50% à 70% par rapport à un navire conventionnel à propulsion diesel, grâce à une hybridation de la puissance de 30%. Long de 28 m, le navire pourra transporter jusqu'à 24 techniciens de maintenance. Hybride, il embarquera 800 kW de piles à combustible associées à une capacité de stockage de 350 kilos d'hydrogène.



Le projet est labellisé par les pôles de compétitivité : Pôle Mer Bretagne Atlantique et EMC2.



## TRANSPORTS

### RÉALITÉ AUGMENTÉE ET SÉCURITÉ ROUTIÈRE

De plus en plus d'automobiles proposent des affichages tête haute pour communiquer des informations sur les paramètres de conduite voire sur les conditions de circulation. Reste que ce type de dispositif oblige le conducteur à quitter la route des yeux. En outre, selon l'éclairage, l'efficacité n'est pas toujours au rendez-vous. Une chercheuse de l'Université de Cambridge, Jana Skirnewskaja, propose une solution à ces difficultés en utilisant les données d'un lidar et la réalité augmentée pour informer le conducteur notamment des dangers cachés. L'objectif

est logiquement de prévenir tout risque d'accident.

Le système reprend les nuages de points générés par le Lidar qui définissent les contours des obstacles ou des individus et les transforme en éléments identifiables par le conducteur. C'est un laser de très faible puissance qui lui transmet l'information directement en superposition à sa vision. Cet affichage en réalité augmentée 3D permet à ce dernier de prendre immédiatement conscience de la nature et de la taille de l'objet en question.

Prototype pour l'instant, cette solution fonctionnera à l'avenir en temps réel et n'importe où à condition d'entraîner un modèle de machine learning et d'intégrer un processeur graphique, ce qui permettra d'identifier automatiquement la nature des obstacles. Reste que pour l'instant les véhicules le plus avancés n'utilisent encore que des caméras. Il faudra donc attendre que les véhicules soient équipés d'un ou de plusieurs Lidar afin d'obtenir un aperçu complet de l'environnement du véhicule et de trier les bonnes informations à projeter sur l'œil du conducteur.



## MATÉRIAUX

### UNE ALTERNATIVE AUX PLÂTRES ET ORTHÈSES

Une équipe de l'université de technologie de Nanyang à Singapour a créé un nouveau «tissu plastique» qui peut devenir souple ou rigide à volonté comme la peau/carapace des pangolins. Cette structure comporte de petites tuiles imprimées en 3D, reliées par des fibres métalliques qui les traversent. En contractant ces fibres grâce à un appareil électrique, les tuiles s'imbriquent et la structure devient rigide. Les tuiles peuvent également être enfermées dans un étui souple avec une pression d'air négative en continu, notamment pour un usage dans la robotique molle.

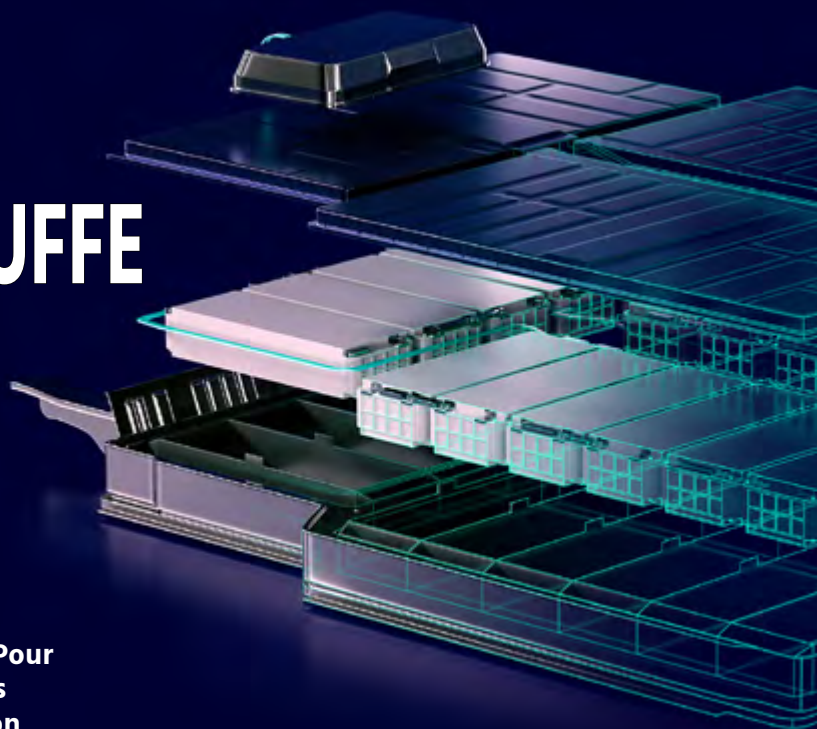


Plusieurs applications potentielles sont envisagées comme le montre cette vidéo. <https://www.youtube.com/watch?v=z2sWWRY9oFO&t=24s>



## ≡ CAS D'ÉCOLE ≡

# SIMULER POUR ÉVITER LA SURCHAUFFE DES BATTERIES



**Le défaut majeur des batteries électriques, c'est leur propension à chauffer, voire à surchauffer. Pour éviter cet emballement et optimiser ses modèles au lithium, Forsee Power a remplacé la simulation 1D et les feuilles de calcul par la simulation CFD, en l'occurrence Simcenter de Siemens.**

La plupart du temps, les industriels qui conçoivent des batteries au lithium utilisent des méthodes empiriques et des tests physiques pour évaluer leur capacité à soutenir la charge sans s'échauffer. Il s'agit en effet d'éviter les risques d'emballement thermique et de surchauffe dans des conditions de fonctionnement extrêmes. La simulation 1D et les feuilles de calculs sont souvent mises à contribution. C'est d'ailleurs ce que faisait Forsee Power, avant d'adopter la simulation CFD et notamment Simcenter Star-CCM+ proposé par Siemens Digital Industries Software. Résultats ? Réduction des délais et des coûts de conception, optimisation des niveaux de fidélité du développement des produits, meilleure compréhension de la répartition de la température dans les batteries dans différentes conditions de fonctionnement, enfin meilleure dissipation thermique.

### ANTICIPER LES DIFFICULTÉS GRÂCE À LA SIMULATION

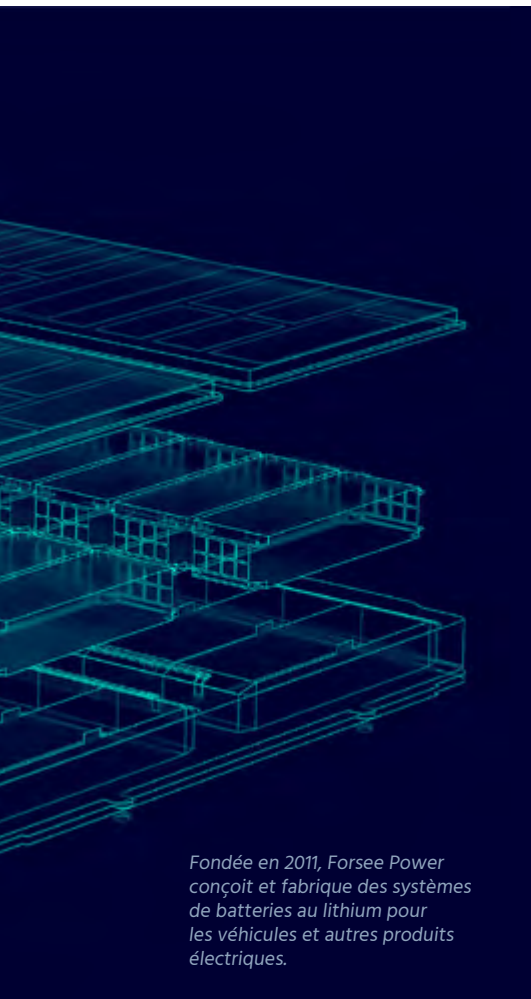
Fondée en 2011, Forsee Power conçoit et fabrique des systèmes de batteries au lithium pour les véhicules et autres

Exemple des produits développés par l'entreprise française.



produits électriques. Pour optimiser ses produits, les rendre à la fois plus performants et plus fiables vis-à-vis notamment de cette problématique thermique, l'entreprise doit déterminer avec précision les performances thermiques de l'ensemble d'une batterie en se basant sur les paramètres thermiques d'une seule cellule, et cela au début de leur conception. Les méthodes utilisées jusque-là ne donnaient pas d'informations adéquates concernant les points chauds locaux d'une batterie, le système de refroidissement de celle-ci risquait d'être inefficace. « Grâce à Simcenter Star-CCM+, nous avons pu déterminer avec précision les performances thermiques dès le début de la phase de conception », explique Kinny Ruan, ingénieur en mécanique chez Forsee Power.

**EN CONFIAINT LES TÂCHES DE CALCUL AU LOGICIEL SIMCENTER, LES INGÉNIEURS ONT PU SE CONCENTRER DAVANTAGE SUR L'ÉLABORATION D'IDÉES DE CONCEPTION ET LA DÉFINITION DES CONDITIONS LIMITES, CE QUI A RÉELLEMENT AMÉLIORÉ LES PERFORMANCES DES PRODUITS. »**



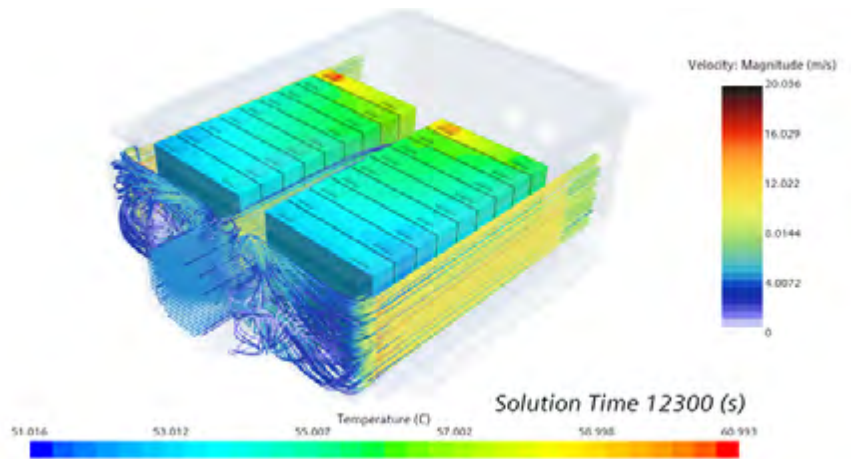
Fondée en 2011, Forsee Power conçoit et fabrique des systèmes de batteries au lithium pour les véhicules et autres produits électriques.

Grâce à l'interface CAO de Simcenter Star-CCM+, les ingénieurs de Forsee Power ont importé directement les conceptions dans le modèle de la batterie. À l'aide des données d'échauffement transmises par le fournisseur des cellules, le logiciel simule et vérifie l'efficacité de la dissipation thermique de ces composants, tels que les canaux de refroidissement et les ventilateurs. Il est alors possible de procéder à des ajustements en fonction des besoins du client, puis de déterminer rapidement les performances de dissipation thermique de la batterie. Ce processus peut remplacer la plupart des expérimentations physiques traditionnelles, rationalisant ainsi la phase de conception globale.

« En confiant les tâches de calcul au logiciel Simcenter, les ingénieurs ont pu se concentrer davantage sur l'élaboration d'idées de conception et la définition des conditions limites, ce qui a réellement amélioré les performances des produits », déclare Ken Yan, ingénieur en simulation chez Forsee Power. En outre, en créant des variantes personnalisées de produits standardisés, l'entreprise peut répondre aux exigences d'une grande variété



Ce graphique montre que les données de la simulation thermique correspondent étroitement aux données expérimentales, avec une marge d'erreur de seulement 5 %.



La surchauffe, le problème majeur des batteries électriques contre lequel les industriels se battent grâce à la simulation de type CFD.



Le nouveau modèle de batterie de forte puissance.

d'utilisations. Son approche n'est pas la « taille unique » ; chaque client reçoit une solution polyvalente et fiable.

### UNE MARGE D'ERREUR DE 5% ENTRE RÉEL ET VIRTUEL

Simuler n'empêche pas de s'assurer de la fiabilité des calculs assurés par le logiciel. En 2022, Forsee Power a dévoilé la batterie de forte puissance Pulse 0.5, conçue pour le marché des véhicules hors route, c'est-à-dire les véhicules utilisés

dans l'agriculture, l'industrie, la sylviculture et l'exploitation minière, etc. En utilisant Simcenter Star-CCM+ lors de la conception de ce nouveau modèle, les ingénieurs ont pu vérifier la précision du logiciel dans un environnement extrême à 40° Celsius. Une comparaison approfondie des résultats expérimentaux et des résultats de la simulation a montré une marge d'erreur inférieure à 5 %. Le logiciel a correctement calculé les températures haute et basse, démontrant ainsi clairement qu'il était capable de simuler un essai physique. —

## REPORTAGE

# AURA AERO : LE FUTUR TESLA AÉRONAUTIQUE ?

L'aviation civile et militaire est dans la ligne de mire des autorités pour s'engager dans la décarbonation de leurs activités. Si l'avion transcontinental électrique n'est pas pour demain, des projets novateurs voient le jour comme celui d'Aura Aero qui s'est appuyé sur le logiciel full cloud de PTC Onshape.

L'avenir de l'aéronautique se fera-t-elle au détriment des grands constructeurs ? La question se pose quand on découvre Aura Aero et ses ambitions : devenir le « *Tesla aéronautique* ». Cette entreprise française conçoit, développe et fabrique, au cœur de l'écosystème aéronautique toulousain, des avions 100% électriques et hybrides-électriques. Dans le premier cas, il s'agit d'un biplace destiné à la formation des pilotes civils ou militaires, à la voltige ou au loisir. Cet avion baptisé Integral est doté d'une innovation rare : un parachute de cellule, conçu pour la descente contrôlée et protégée en cas de problème important. Par ailleurs, dans sa version 100 % électrique, l'appareil fait figure de modèle en termes d'éco-responsabilité. Le second programme, se nomme ERA (Electric Regional Aircraft). Il est conçu pour améliorer l'efficacité du transport régional. L'avion est propulsé par huit moteurs électriques alimentés par des batteries et deux turbogénérateurs, cette configuration hybride devant significativement réduire les émissions de gaz à effet de serre. Premiers vols prévus fin 2026, début 2027 et déjà 8 milliards d'€ de pré-commandes !

### PTC ONSHAPE : À CONTRE-COURANT DE L'INDUSTRIE AÉRONAUTIQUE

Pour leurs projets, l'entreprise a choisi une infrastructure de conception 100%

cloud et notamment le logiciel Onshape de PTC. Un choix original quand la grande majorité des aéronefs sur la planète sont développés sous Catia ou 3DEXperience de Dassault Systèmes. La conception et le prédimensionnement des pièces sont réalisés sur Onshape, ce qui évite de solliciter les spécialistes qui gèrent, eux, les calculs plus pointus sur des solutions dédiées.

Environ 150 personnes collaborent en simultané grâce à la disponibilité du logiciel en SaaS. A la fois des concepteurs, mais également d'autres métiers comme la production ou la simulation. « *Tout est virtualisé, y compris les logiciels de simulation avancée comme Patran ou Nastran qui tournent sur des machines virtuelles. Beaucoup de nos collaborateurs sont en télétravail et utilisent différents types de machines, du PC traditionnels au Mac, voire des tablettes. Un confort indéniable. Et puis cette simplicité d'accès autorise un travail en temps réel sur les modèles CAO 3D.* » détaille Marc Germain, Chief Digital Officer Aura Aero. Adieu aux approximations et erreurs de communication, sources de coûts importants liés à des modifications tardives dans le processus de conception ! Désormais, tous les acteurs autorisés, internes comme externes, accèdent aux données les plus récentes, sans investissement lourd lié à l'achat et à la maintenance de serveurs.

Alban Semon, Operations Capabilities Manager : « *Le cloud et l'accès en SaaS ne posent pas de problème, mais nécessite tout de même de la rigueur dans les process mis en place. Si la gestion des documents, des droits d'accès... est assurée par les fonctions PDM d'Onshape, nous utilisons le logiciel PTC Arena pour le PLM de plus haut niveau comme les flux de documents, la gestion des modifications, les boucles de validation, la traçabilité, etc.* »

### ALLER PLUS VITE À LA BONNE SOLUTION

Grâce à cette infrastructure cloud-native, Aura Aero annonce avoir réduit de 80 % le temps de conception dédié au fuselage du biplace Integral et limité considérablement le risque d'erreurs humaines. Ce fuselage, composé d'un assemblage de bois et de fibres de carbone, tire sa résistance en partie de l'orientation des veines du bois. Auparavant, les menuisiers et les mécaniciens devaient ajuster chaque pièce à la main, une tâche fastidieuse et sujette aux erreurs. « *Nous n'avons pas fait de plans 2D. Tout a été réalisé et validé par les autorités aériennes sur les modèles 3D issus d'Onshape. Et comme il y a beaucoup de petites pièces, nous avons gagné un temps énorme sur cette phase. Reste que nous avons dû démontrer aux autorités de certification la possibilité de valider nos propositions issues d'Onshape...* »



ERA est un projet d'avion de transport régional propulsé par huit moteurs électriques alimentés par des batteries et deux turbogénérateurs. Une configuration hybride devant réduire les émissions de gaz à effet de serre. Premiers vols prévus fin 2026, début 2027 et déjà 8 milliards d'€ de pré-commandes !

Environ 150 personnes d'Aura Aero collaborent en simultané grâce à la disponibilité du logiciel en SaaS.

Pour lutter contre les émissions de gaz à effet de serre, Aura Aero conçoit, développe et fabrique, au cœur de l'écosystème aéronautique toulousain, des avions 100% électriques et hybrides-électriques.

© AURA-AERO



L'entreprise a en outre bénéficié d'une continuité numérique et d'une flexibilité indispensable à une startup en pleine croissance. Les équipes louent cette libération des contraintes techniques habituelles (limitations de la carte graphique ou de la mémoire des ordinateurs) offerte par le cloud. Ce dernier assure aussi une montée en cadence optimale tout en renforçant la cybersécurité. Indiscutablement, la productivité globale s'en est ressentie. «Les mises à jour se font de manière totalement transparente toutes les 3 ou 4 semaines et n'ont entraîné aucune perte d'exploitation depuis 4 ans. Dernière précision, l'aspect Open Source d'Onshape nous permet de développer nos propres fonctionnalités» ajoute David Roche, Deputy Chief Digital Officer.

## LA RATIONALISATION POUR MAÎTRE-MOT

L'approche d'Aura Aero adopte une stratégie numérique complète qui s'appuie sur la création de jumeaux numériques pour chaque avion produit. Réalisés à l'aide d'Onshape, ces doubles numériques représentent fidèlement chaque appareil

tout au long de leur cycle de vie. Nourris par des données en temps réel, ces clones virtuels permettent des simulations, l'apprentissage automatique et facilitent la prise de décision.

Lorsqu'un mécanicien avion peut immédiatement consulter les dernières conceptions de l'atelier, s'émancipant ainsi de la dépendance aux dessins sur papier, le processus de fabrication est à la fois sécurisé et accéléré. Dans un même temps, la créativité trouve ses aises : grâce à la fonction de ramification et de fusion d'Onshape, les ingénieurs se permettent d'explorer des idées alternatives sans affecter la conception principale. Ils peuvent ainsi tester, évaluer et avancer sur les voies parallèles du projet global sans prendre le risque de le compromettre. Chaque modification, instantanément sauvegardée, est accessible par tous les membres de l'équipe. D'une part, il en ressort une fusion des meilleures solutions et la conception s'affine. D'autre part, le confort de travail et la satisfaction des équipes augmentent, ne serait-ce qu'en chassant ce stress lié à la perte potentielle d'une journée de travail.

Dernier atout mis en avant par les équipes, la facilité de prise en main. Un avantage indéniable pour une entreprise en expansion rapide de ses effectifs. La plateforme Onshape joue un rôle essentiel en garantissant une visibilité maximale des données. Les nouveaux collaborateurs bénéficient d'une courbe d'apprentissage rapide de cette solution et deviennent pleinement opérationnels en quelques jours seulement.

## BIENTÔT UNE NOUVELLE USINE

Pour assurer l'entrée en production de l'avion Era, dès 2026, et au vu de la demande croissante, Aura Aero prévoit la construction d'une nouvelle usine à l'aéroport Toulouse-Francazal où l'entreprise est déjà implantée. Bureau d'études, ateliers de fabrication, chaînes de montage et installations d'essais continueront ainsi à baigner dans la riche histoire aéronautique. Un développement qui s'inscrit dans cette stratégie de l'entreprise visant à augmenter sa capacité de production tout en maintenant ses standards. —

## ≡ AVIS D'EXPERT ≡

# EN QUOI LE PLM DOIT SE RÉINVENTER CONSTAMMENT ?

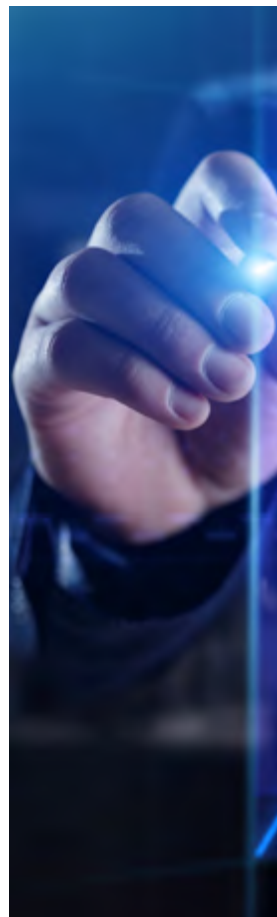
**Le PLM (Product Lifecycle Management) est un ensemble de processus et d'outils qui, par nature, crée, transforme, stocke, met à disposition, l'information technique du produit. Ce périmètre très vaste soumet le PLM à un ensemble de contraintes et d'évolutions dans la façon dont cette information technique est traitée : aujourd'hui plus encore, où la digitalisation de cette information 'Produit' est sur toutes les lèvres : digital twin, IA... Le PLM doit s'adapter et devancer ces évolutions pour se présenter en réelle opportunité de productivité et d'efficacité.**

**Par Yannick Gourdon, Principal, Mews Partners  
et Jean-Baptiste Didiot, Senior Partner, Mews Partners**



← Yannick Gourdon,  
Principal, Mews Partners

← Jean-Baptiste Didiot,  
Senior Partner, Mews  
Partners



Quelles sont les tendances d'évolution du PLM ? Au-delà des buzz words, quelles sont les forces qui influencent vraiment sa transformation aujourd'hui ?

### UNE REDÉFINITION DU PLM MOTIVÉ PAR DES CHANGEMENTS MÉTIER

Une des premières forces d'évolution est constituée par des changements du côté des métiers de l'ingénierie : nouvelles méthodes de travail, recherche d'une meilleure intégration des équipes, élargissement du périmètre traité, anticipation de futures contraintes réglementaires.

Du côté des nouvelles méthodes de travail, l'arrivée du 'Model Based' sur les activités amonts d'ingénierie (ingénierie

système) constitue un bouleversement majeur : la cohérence des informations produit ne se fait plus uniquement sous forme de 'documents', ou de 'données', mais désormais sous forme de modèles, ce qu'on sait faire depuis longtemps pour les modèles 3D... En outre, l'intégration pleine et entière de l'ingénierie système dans le PLM par les modèles, implique de lier 'numériquement' cette information évolutive avec l'aval des activités d'ingénierie, pour assurer la traçabilité et l'évolutivité globale du produit. Cette tâche est d'autant plus ardue que le Model Based System Engineering ne se diffuse que très lentement chez les industriels compte tenu des besoins en nouvelles méthodes et compétences.

Une autre force d'évolution majeure est la place de plus en plus importante des logiciels embarqués dans les nouvelles versions de produits. L'ingénierie logicielle a toujours été traitée un peu 'à part' des

autres disciplines d'ingénierie, avec ses propres méthodes et outils et ses cycles plus rapides. Mais il devient capital de mieux l'intégrer avec les autres disciplines d'ingénierie du fait de l'imbrication plus forte entre produit physique et logiciels : le PLM et l'ALM (Application Lifecycle Management) ne peuvent plus vivre leur vie chacun de leur côté ! Ils doivent s'intégrer et s'articuler pour mieux maîtriser la cohérence du produit final.

Mais la meilleure intégration des disciplines d'ingénierie entre elles ne se limitent plus seulement au périmètre du 'Produit' lui-même : un fort levier d'efficacité pour atteindre le 'right first time' et pour développer efficacement le levier de croissance des Services, est d'avoir une approche cohérente et intégrée entre le développement du Produit et de ce qui sert à le fabriquer et à le maintenir en condition opérationnelle. Le PLM doit désormais s'élargir et intégrer au mieux toutes les disciplines telles que l'ingénierie de fabrication (Manufacturing Engineering), l'ingénierie de Service, mais aussi toutes les activités en aval de l'ingénierie comme la fabrication et la maintenance du produit.

Les impacts environnementaux du produit deviennent également de plus en plus un



sujet, et les industriels doivent anticiper de futures probables réglementation : le PLM doit s'adapter pour contribuer à produire plus rapidement des analyses de type ACV (Analyse de Cycle de Vie), à calculer l'empreinte carbone du produit de sa conception à son démantèlement.

## LES NOUVELLES TECHNOLOGIES COMME MOTEUR COMPLEMENTAIRE DE L'ÉVOLUTION DU PLM

La deuxième grande tendance d'évolution du PLM est permise par des opportunités et améliorations technologiques sur les outils du PLM eux-mêmes.

Certaines de ces évolutions technologiques paraissent presque 'anciennes' et certains imaginent qu'elles sont déjà pleinement opérationnelles chez les industriels. Par exemple, le basculement du PLM sur des solution 'Cloud', est très loin d'être largement répandu, même si tous les éditeurs PLM ont des solutions Cloud voire SaaS d'ores et déjà prêtes : ce passage au cloud reste aujourd'hui une réflexion clé dans les projets d'amélioration ou de remplacement de PLM dont les enjeux portent sur l'arbitrage sur la sensibilité des

données dans le cas d'un Cloud externe à l'entreprise, la possibilité de se passer ou pas de fonctionnalités 'spécifiques', la question de la maîtrise des données...

Ce type d'évolution technologique et l'élargissement du périmètre traité, touche également les autres domaines de l'entreprise (ERP pour le Manufacturing, CRM pour les équipes Marketing / Ventes...). Cela conduit de plus en plus à une 'plateformisation' des architectures d'entreprise : en lieu et place d'une myriade d'outils dans chaque domaine métier, qu'il faut péniblement interfacer, on converge de plus en plus vers une grande plateforme par domaine (un ERP, un CRM, un PLM élargi...) : il faut alors articuler au mieux ces grandes plateformes, bien définir qui est maître de quel périmètre de données pour assurer la cohérence des flux d'information.

L'évolution la plus en vue, qui touche bien entendu plus largement que le PLM, est l'introduction de l'Intelligence Artificielle (IA). Au-delà du phénomène de mode, l'IA peut avoir une réelle utilité en améliorant la productivité sur certaines activités précises du PLM : par exemple pour 'dégrossir' une analyse d'impact, pour suggérer un design optimal

en fonction de contraintes... Ce sont là des pistes prometteuses, même si peu de choses sont encore déployées opérationnellement. Cette absence de mise en œuvre s'explique en partie car il faut 'nourrir' l'IA avec les règles et l'expertise de conception de l'entreprise, donc finalement avec une part importante de sa propriété intellectuelle : cela ne peut s'envisager que dans le cadre d'une IA 'interne' à l'entreprise.

## UNE ÉVOLUTION PROTÉIFORME ET CONTINUE

Le PLM est un système en perpétuelle évolution, protéiforme chez les industriels, c'est un organisme vivant qui se nourrit des grandes tendances métiers et technologiques. Les implémentations de ces tendances s'observent de façon hétérogène selon les secteurs industriels, l'avancement PLM et la maturité des solutions à disposition sur le marché. Le PLM n'a en fait pas fini d'apporter son lot de nouveautés, comme le digital twin, le PLM résilient et adaptable ou bien le PLM sémantique qu'on voit poindre en tant qu'idées ou concepts et qui feront le lit de futures grandes évolutions PLM à suivre dans un futur plus ou moins proche. ■

## NOUVEAUTÉ

# LES SOLUTIONS AUTODESK POUR DIMINUER L'EMPREINTE CARBONE

**Pour lutter contre les émissions de gaz à effet de serre dans le secteur de la construction, Autodesk lance un nouvel outil de mesure de l'empreinte carbone et diverses intégrations avec des solutions partenaires.**

Le secteur de la construction est souvent montré du doigt pour son impact sur l'environnement. Selon les analystes, il représenterait près de 40 % des émissions de gaz à effet de serre émit chaque année. C'est pourquoi Autodesk propose plusieurs solutions nouvelles pour accompagner l'utilisation de ses logiciels d'AEC et d'optimiser les phases de conception et de construction dans un optique de durabilité.

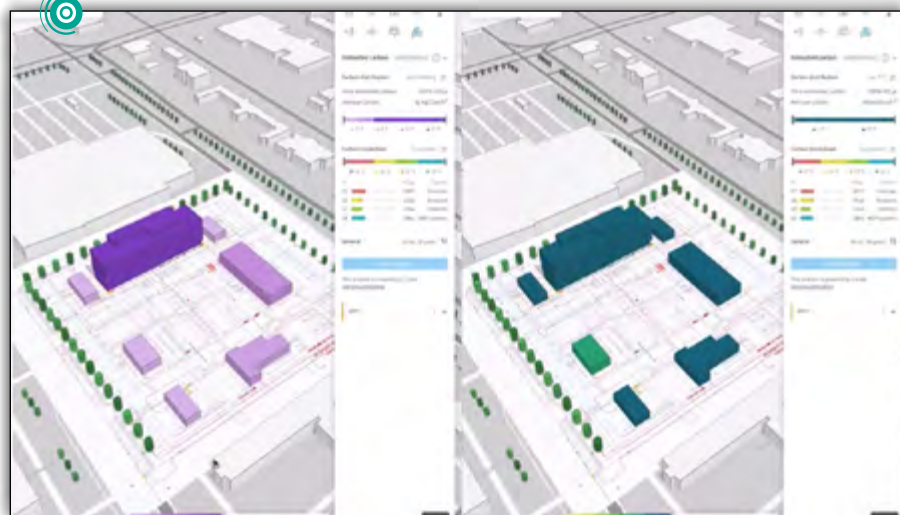
### COMPRENDRE L'ORIGINE DES ÉMISSIONS DE CARBONE

Intégré à Autodesk Forma, Total Carbon Analysis permet de suivre l'empreinte carbone d'un bâtiment, de sa planification à sa conception détaillée. Cette application utilise l'intelligence artificielle pour analyser l'impact carbone de chaque décision conceptuelle dès le début de la planification du projet. Des tableaux de bord permettent d'évaluer les compromis entre le carbone incorporé et le carbone opérationnel. En complément, de nouvelles fonctionnalités d'Autodesk Insight mesurant l'impact carbone de l'éclairage, du chauffage, de la ventilation et de la climatisation, des éléments architecturaux, des matériaux de construction et bien plus encore, seront bientôt disponibles. Concevoir dans une optique de développement durable nécessite

également des données complètes. C'est pourquoi, Autodesk a renforcé son alliance stratégique avec Esri et lance de nouvelles intégrations d'ArcGIS Basemaps avec Civil 3D et AutoCAD. L'objectif est de fournir aux ingénieurs civils des données géospatiales détaillées et des capacités de cartographie.

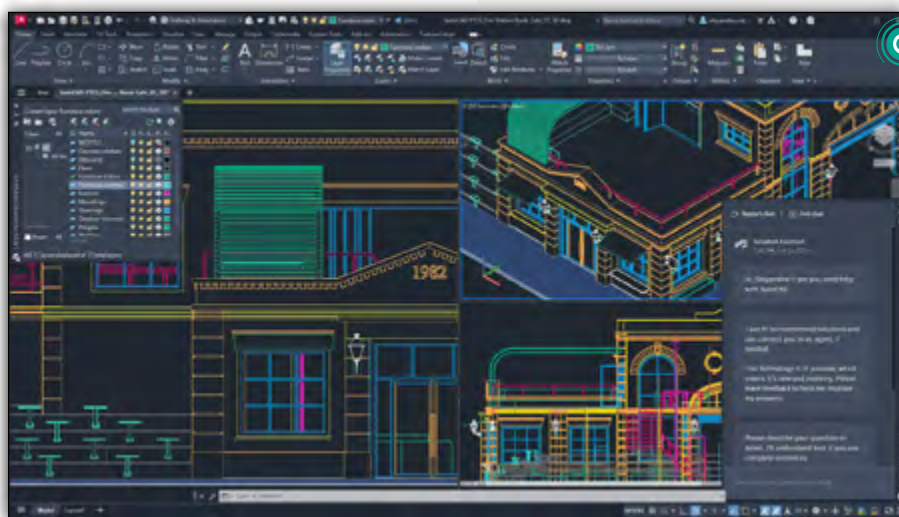
*Le secteur du bâtiment est l'un des domaines les plus émetteurs de gaz à effet de serre.*

*Total Carbon Analysis intégré au logiciel Forma donne de précieuses informations sur les émissions de dioxyde de carbone.*



### DE LA CONCEPTION À L'EXPLOITATION DES BÂTIMENTS

Une meilleure visibilité des conditions existantes permet aussi d'optimiser les conceptions minimisant les impacts environnementaux et les perturbations écologiques. Outre les flux de travail



Les utilisateurs de Docs peuvent partager des PDF d'annotations qui se synchronisent automatiquement avec AutoCAD 2025 dans une couche de traçage.

de conception, les clients de l'éditeur bénéficient désormais de l'intégration entre ArcGIS Online et Info360 Asset d'Esri. Les équipes d'exploitation et de maintenance des réseaux d'eau et d'assainissement peuvent ainsi accéder plus facilement aux données sur l'état des actifs, à l'analyse des risques et aux plans de remise en état.

Mais les émissions de carbone dans le domaine du bâtiment ne s'arrêtent pas à leur conception et à leur construction. Toute la phase d'exploitation est également source de nuisances environnementales. Or, aujourd'hui, de plus en plus de projets font appel aux modèles de données BIM, contenant

de précieuses informations sur les biens physiques. Du coup, les maîtres d'œuvre peuvent fournir à leurs clients de véritables jumeaux numériques s'appuyant sur ces données. Cela leur permet une exploitation beaucoup plus efficace, mais aussi plus frugale pendant toute la durée de vie des actifs. Autodesk Tandem est l'offre de jumeau numérique pour les bâtiments, développée par l'éditeur. Elle sera bientôt disponible pour tous les abonnés de BIM Collaborate Pro sous le nom de Tandem pour AEC. Cela signifie que les entreprises AEC seront en mesure d'étendre et de diversifier leurs services afin de fournir une représentation numérique vivante des projets, ainsi que des manuels du propriétaire, des données sur les actifs et des informations sur la garantie, tous

# NOUVEAUTÉ



connectés au modèle 3D. En règle générale, 95 % des données saisies dans le secteur de la construction ne sont pas utilisées. Cependant, Tandem for AEC mettra vos données au travail, en accélérant la préparation opérationnelle afin d'apporter une nouvelle valeur à vos clients.

En plus de tirer davantage de valeur des données, il est important que ces données soient plus faciles à utiliser. Désormais, les équipes d'AutoCAD 2025 peuvent utiliser l'outil d'importation des annotations avec les PDF stockés dans Docs pour maintenir une synchronisation en direct au fur et à mesure que des annotations sont ajoutées. Cela signifie que les utilisateurs de Docs peuvent partager des PDF d'annotations qui se synchronisent automatiquement avec AutoCAD 2025 dans une couche de traçage. Ces connexions réduisent la documentation et accélèrent la collaboration au sein de vos équipes. —

## L'IA SE GLISSE PARTOUT

On rajoutera deux dernières informations d'Autodesk à propos de l'IA, avec le lancement de « *ML Deluge* » pour son logiciel InfoDrainage. Bientôt disponibles, de nouvelles mises à jour permettront une plus grande interactivité avec l'outil d'apprentissage automatique, et une expérience plus complète lorsque les utilisateurs se déplacent autour des contrôles des eaux pluviales. Lorsque vous apposerez des étangs et des rigoles sur des surfaces existantes, vous obtiendrez une carte de déluge mise à jour avec une analyse fonctionnant automatiquement en arrière-plan, afin que vous puissiez comprendre rapidement et facilement les impacts de votre conception de drainage.

L'IA fait également entrer la CAO dans une nouvelle ère. Avec AutoCAD 2025, les utilisateurs peuvent améliorer la réutilisation du contenu et la normalisation des dessins grâce aux derniers outils Smart Blocks, alimentés par l'IA d'Autodesk. Les nouvelles fonctionnalités comprennent la recherche et la conversion, qui vous permettent de rechercher rapidement des objets dans vos dessins et de les convertir en blocs nouveaux, existants ou suggérés.

Avec le nouvel outil Détection d'objets, vous pouvez gagner du temps grâce à l'automatisation qui nettoie les dessins en reconnaissant les objets et en les convertissant en blocs. Encore en phase d'aperçu technique, la détection d'objets continuera d'évoluer et de s'améliorer.

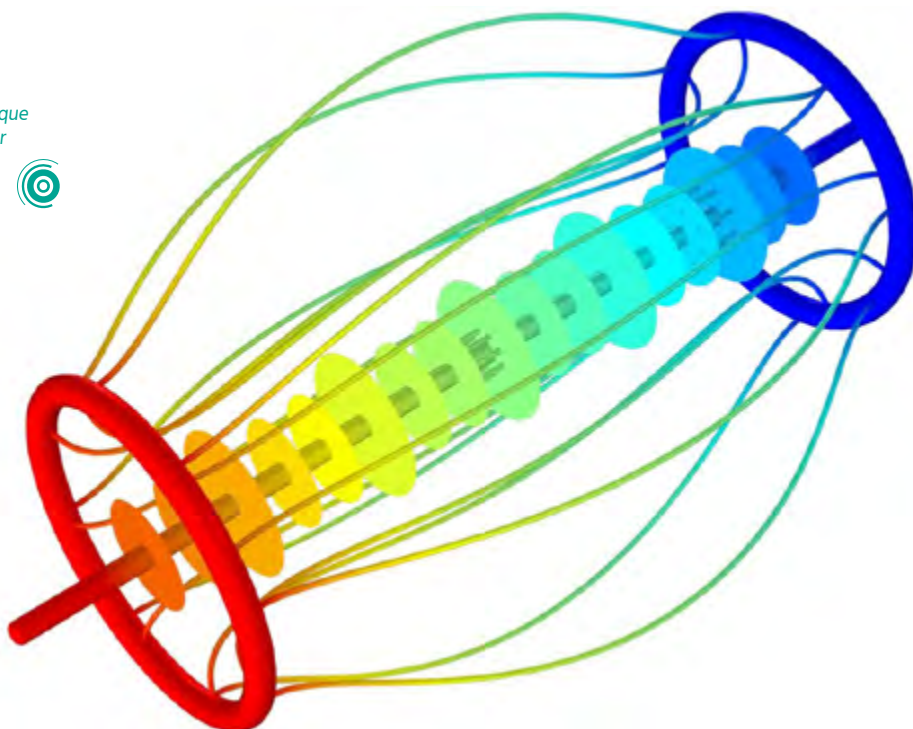
## ≡ MISE À JOUR ≡

# OPTIMISER LES PERFORMANCES DES MOTEURS ÉLECTRIQUES

**L'électrification à grands pas des moyens de transport poussent les industriels à produire des moteurs électriques plus performants et/ou plus économiques à construire. Le module AC/DC de Comsol Multiphysics se destine précisément à cette phase de R&D avec des fonctions dédiées.**

Comsol Multiphysics et le module AC/DC offrent un large éventail de fonctionnalités pour la modélisation, la simulation et l'optimisation des machines à flux radial ou axial telles que les machines à aimants permanents, à réluctance ou à induction. Ce module intègre différentes méthodes numériques pour étudier les champs électromagnétiques et les IEM/CEM en résolvant les équations de Maxwell. Par ailleurs, les capacités multiphysiques du logiciel Comsol couvrent également d'autres effets physiques sur les modèles électromagnétiques : transfert thermique, mécanique des structures et acoustique.

*Electrostatique : distribution du potentiel électrique dans un isolateur haute-tension.*

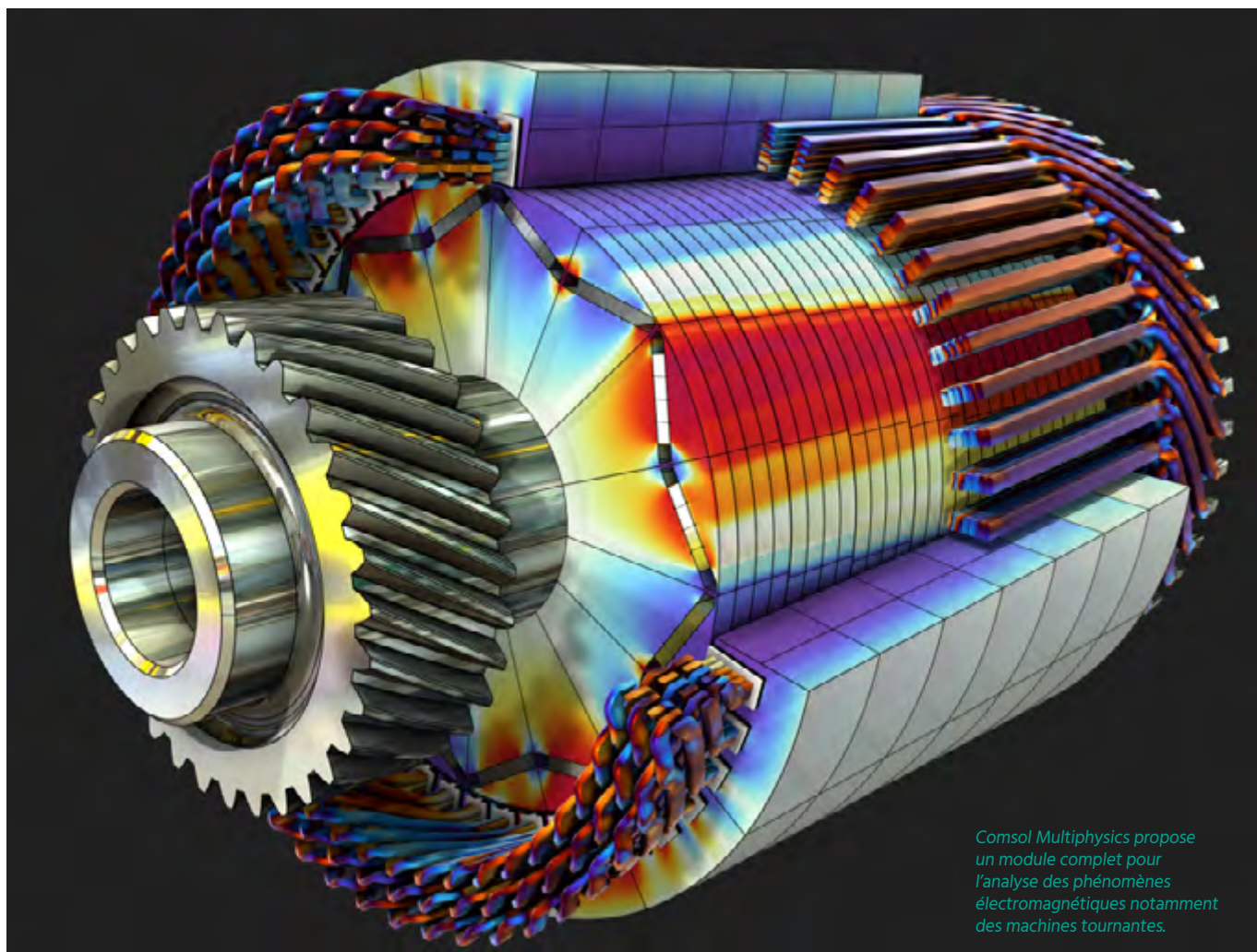


## SIX CAS D'USAGE DU MODULE AC/DC :

### 1. COURANTS ÉLECTRIQUES

Analyser les dispositifs résistifs et conducteurs en modélisant les courants continus, transitoires ou alternatifs. Dans des conditions statiques et de basse fréquence, et lorsque les champs magnétiques sont négligeables, la modélisation des courants électriques est suffisante pour obtenir des résultats précis. Les calculs, basés sur la loi d'Ohm, sont rendus très efficaces par la résolution du potentiel électrique. Sur la base du champ de potentiel résultant, un certain nombre de quantités peuvent être calculées : résistance, conductance, champ électrique, densité de courant et dissipation de puissance.

Avec le module AC/DC, vous pouvez effectuer des analyses stationnaires, dans le domaine des fréquences et dans le domaine temporel, ainsi que des analyses de petits signaux. Dans les domaines temporel et fréquentiel, vous pouvez également tenir compte des effets capacitifs.



*Comsol Multiphysics propose un module complet pour l'analyse des phénomènes électromagnétiques notamment des machines tournantes.*

## 2. ELECTROSTATIQUE

Analyser les dispositifs capacitifs et les isolants électriques en utilisant les calculs d'électrostatique. Cette approche est applicable aux structures diélectriques où aucun courant ne circule et où les champs sont déterminés par le potentiel électrique et la distribution des charges. La méthode des éléments finis (FEM) et la méthode des éléments de frontière (BEM) sont toutes deux disponibles pour résoudre le potentiel électrique, et peuvent être combinées pour une méthode hybride éléments finis-éléments de frontière. Sur la base du champ de potentiel calculé, un certain nombre de quantités peuvent être calculées : matrices de capacitance, champ électrique, densité de charge et énergie électrostatique.

## 3. MAGNÉTOSTATIQUE

Calculer les champs magnétostatiques, les inductances parasites et les forces sur les bobines, les conducteurs et les aimants. Vous pouvez choisir dans une base de données de matériaux qui comprend un large éventail de matériaux magnétiques non linéaires, ou définir vos propres matériaux non linéaires. Une variété de formulations est disponible en fonction de la présence de courants, de matériaux magnétiques ou des deux. Les méthodes FEM et BEM sont toutes deux disponibles pour la magnétostatique en l'absence de courant, et peuvent être

combinées en une méthode hybride qui mixe éléments finis et éléments de frontière. Pour le cas le plus général, où sont présents à la fois des sources de courant et des matériaux magnétiques, une formulation en champ vectoriel permet de définir le potentiel électrique et les courants d'entrée, et de calculer la distribution de la densité de courant, les

### NOUVEAUTÉS 6.2

- Nouveau solveur plus rapide pour les machines électriques.
- Support de la périodicité pour les bobines Conducteur simple et Multispire homogénéisés.
- Nouvelles interfaces et nouveaux couplages multiphysiques pour les moteurs et les générateurs.
- Réorganisation des couplages multiphysiques magnétomécaniques.
- Amélioration de la gestion des solides et des liquides pour l'interface Champs magnétiques.
- Fonctionnalité Espace libre pour l'interface Champs magnétiques.
- Fils de litz pour les domaines de type bobines multispire.
- La fonctionnalité Paire périodique étendue au 2D axisymétrique.



Résistance du fil de la bobine par unité de longueur, utilisée pour spécifier les propriétés d'un conducteur Milliken (l'un des conducteurs principaux d'un câble sous-marin triphasé).

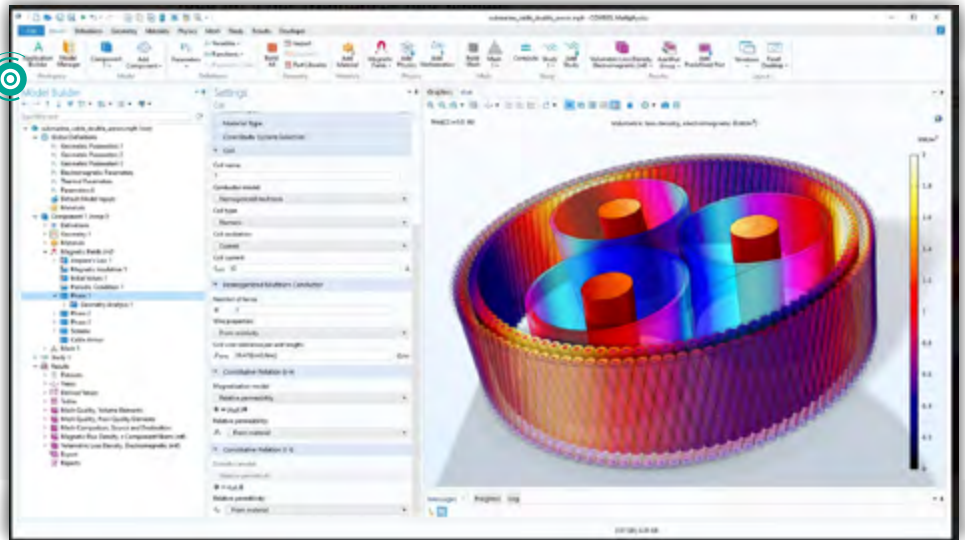
champs magnétiques, les forces magnétiques, la dissipation de puissance et les inductances mutuelles.

Les bobines peuvent être modélisées soit de manière explicite, en calculant la distribution exacte du courant dans chaque fil, soit de manière homogène, ce qui est très efficace pour les bobines avec de nombreuses spires. Les formes complexes de bobines sont automatiquement traitées en calculant les distributions de courant des bobines.

#### 4. CHAMPS ÉLECTROMAGNÉTIQUES

Lors de la modélisation de câbles, fils, bobines, solénoïdes et autres dispositifs inductifs, le champ magnétique est généré par des courants électriques circulant dans des matériaux conducteurs. En général, pour les champs variables dans le temps avec des effets d'induction significatifs, il y a un couplage bidirectionnel entre les champs électriques et magnétiques. Dans ces cas, une formulation de champ vectoriel est nécessaire, généralement lorsque l'épaisseur de peau est de l'ordre de la taille du dispositif, mais que la longueur d'onde est beaucoup plus grande.

La modélisation dans le domaine fréquentiel, l'analyse des petits signaux et la modélisation dans le domaine temporel sont prises en charge en 2D et 3D. Une formulation spécialisée est disponible, particulièrement adaptée à la modélisation magnétique dans le domaine temporel des matériaux présentant une caractéristique E-J fortement non linéaire, comme les supraconducteurs.



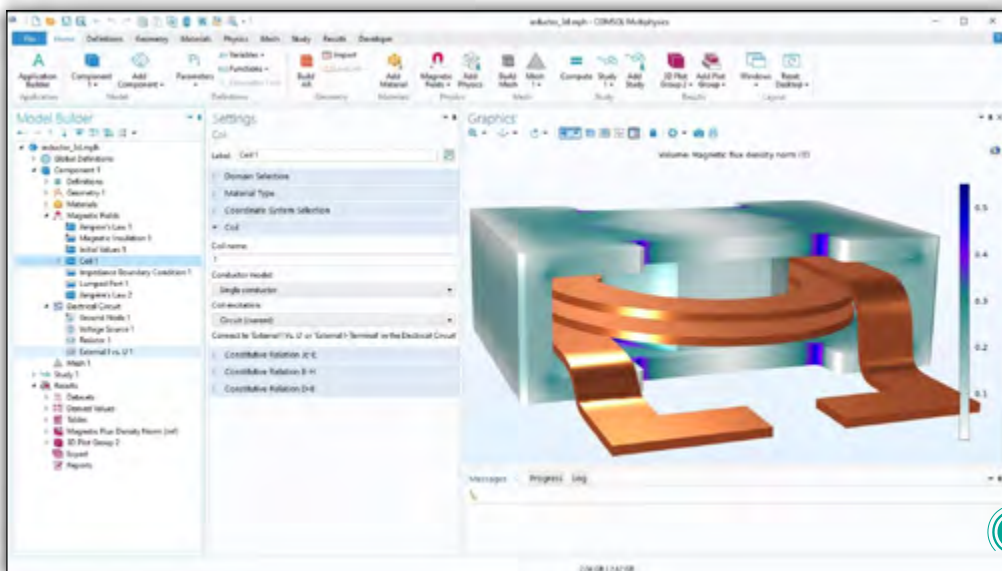
#### 5. MACHINES TOURNANTES

Des fonctionnalités spécifiques aux machines tournantes permettent de modéliser les moteurs et les générateurs. Vous étudiez par exemple le comportement des moteurs à induction ou à aimants permanents, en capturant notamment les pertes par courants de Foucault qui se produisent dans les aimants. Dans tout modèle utilisé pour simuler un mouvement électromagnétique, vous examinez la dynamique des corps rigides ou flexibles sous l'influence des forces et des couples magnétiques, des courants induits et des configurations des charges mécaniques et des ressorts.

La fonctionnalité générale de maillage mobile permet la modélisation des mouvements linéaires qui permettent de comprendre le fonctionnement des composants impliquant des plongeurs, comme dans les interrupteurs magnétiques, les solénoïdes ou tous types d'actionneurs.

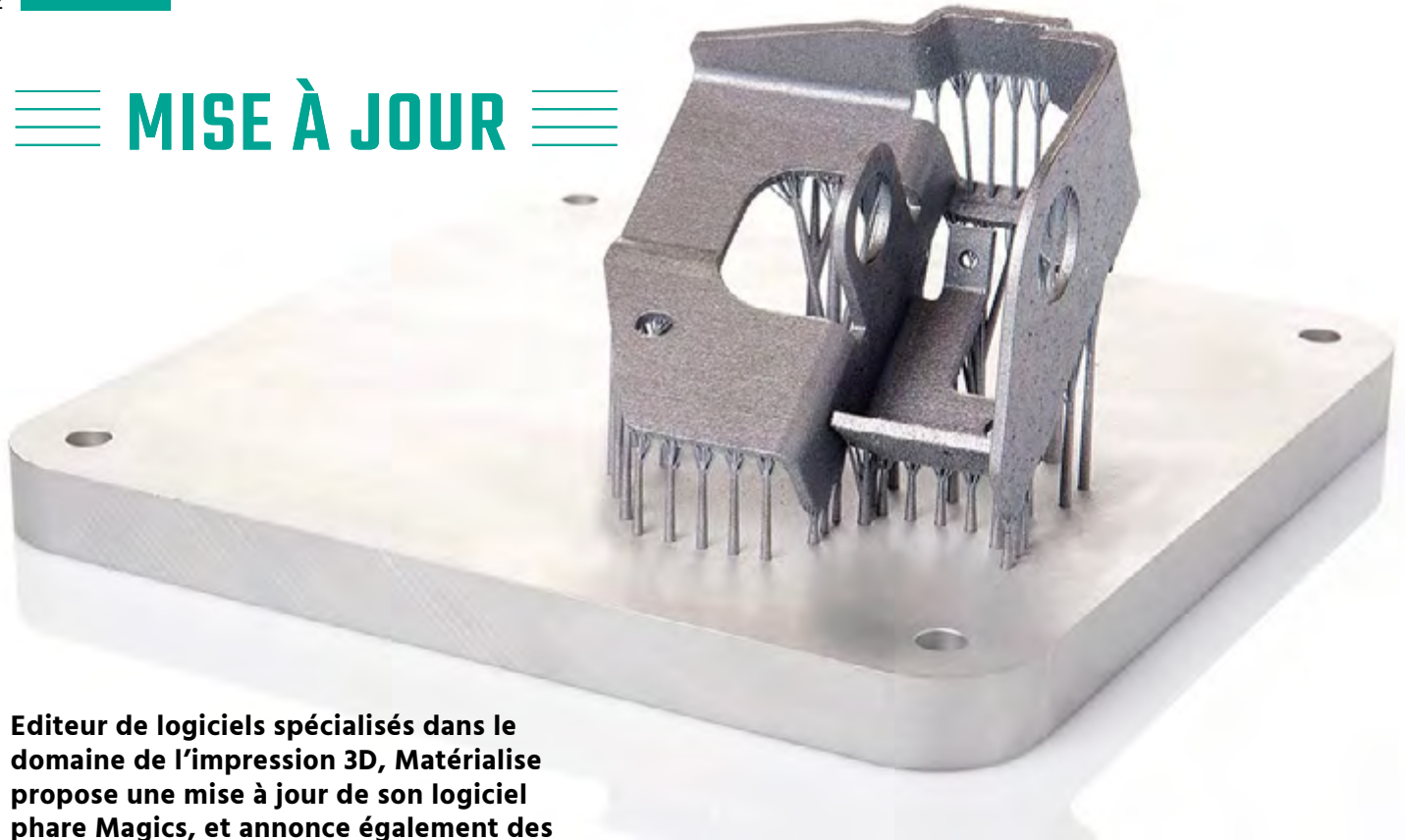
#### 6. CIRCUITS ÉLECTRIQUES

Créer des systèmes réduits pour modéliser des courants et des tensions dans des circuits comprenant des sources de tension et de courant, des résistances, des condensateurs, des inductances et des dispositifs semi-conducteurs. Les modèles de circuits électriques peuvent également se connecter à des modèles de champs distribués en 2D et 3D. En outre, les topologies de circuit peuvent être exportées et importées au format SPICE netlist.



Un inducteur est modélisé en 3D en utilisant l'interface Champ magnétique et la fonctionnalité Bobine est connectée à l'interface Circuits électriques afin de déterminer l'excitation en courant.

## ≡ MISE À JOUR ≡



**Editeur de logiciels spécialisés dans le domaine de l'impression 3D, Materialise propose une mise à jour de son logiciel phare Magics, et annonce également des partenariats avec Ansys, nTop et EOS.**

# MATERIALISE MAGICS : LE ROI DE L'IMPRESSON 3D, OU PRESQUE

**P**our imprimer une pièce en 3D, il est nécessaire de préparer sa géométrie, notamment pour découper en tranches imprimables le modèle STL issu de CAO. C'est à cette étape que beaucoup d'entreprises font appel au logiciel Magics de l'éditeur Materialise. Même si la plupart des machines propose le même type d'outil, ceux-ci s'avèrent moins puissants que la solution de l'éditeur belge.

Magics permet en effet de faire beaucoup de choses à partir de votre format STL. Par exemple, le module Lattice prend également en charge les structures en treillis, d'où la possibilité de créer des pièces complexes avec des ensembles de données plus légers qui sont traités plus rapidement et avec plus de précision. Une autre mise à jour importante est le module Nests. Il permet de placer automatiquement de nombreuses pièces sur une plateforme de construction afin d'imprimer plusieurs pièces à la fois et de créer un emballage protecteur personnalisé.

Sur l'aspect CAO, la nouvelle version facilite le contrôle des flux de travail BREP grâce à ses fonctions telles que Supprimer la face, Face conique, Miroir, Couper ou perforet et les mesures. Vous pouvez également créer des primitives CAO natives telles que des barres de traction pour des pièces de qualité. Mais aussi utilisez des scripts personnalisés ou prêts à l'emploi dans l'outil d'automatisation des flux de travail « *Workflow Automation* » pour gagner du temps.

Quant à l'ouverture des fichiers sur l'écran d'accueil ou dans les scènes de la pièce ou de la plate-forme Magics, elle se fait par simple glisser-déposer. Citons encore la souplesse d'édition en peaufinant des modèles individuels dans la scène de pièce, ou en éditant plusieurs pièces dans la scène de plate-forme.

Quant aux accords annoncés par l'éditeur belge, l'intégration de la simulation Ansys permet d'identifier les points faibles des conceptions et des supports avant l'impression métallique par fusion laser sur lit de poudre (LPBF). La collaboration avec nTop devrait accélérer le cycle de conception production de pièces imprimées en 3D. L'intégration de l'API de modélisation implicite de nTop Core avec Magics 3D Print Suite et le NxG Build Processor de Materialise permet, de son côté, un échange transparent des fichiers de conception entre les équipes de conception et de fabrication.

Enfin, Materialise poursuit sa collaboration avec EOS afin de réduire les coûts d'inspection des pièces métalliques imprimées en 3D dans les secteurs de l'aérospatiale et de la médecine. Materialise intégrera plusieurs sources de données de processus d'EOS, y compris la tomographie optique (OT) et les données de la caméra du lit de poudre, avec les outils d'analyse et de corrélation de l'IA du système Quality & Process Control (QPC) de Materialise. —

# M MANUFACTURING TOUR

Le Tour de France de l'Innovation Industrielle

8

ÉTAPES  
PAR AN



PRÉSENTIEL  
OU DISTANCIEL



VISITE  
D'USINE

1200  
INDUSTRIELS  
RÉUNIS



Toutes les infos sur le Manufacturing Tour : <https://manufacturing.fr/2024-manufacturing-tour-lecteur/>

Votre contact : Philippe RENAUDINEAU - Email : [p.renaudineau@groupe-cimax.fr](mailto:p.renaudineau@groupe-cimax.fr) - Mobile : 06 67 03 66 76

## ≡ MISE À JOUR ≡

# LE JUMENTA NUMÉRIQUE DES USINES DE PROCESS SELON HEXAGON

**Les acteurs d'installations industrielles subissent de fortes pressions en matière de critères ESG, de numérisation de leurs opérations, mais aussi du vieillissement de leurs infrastructures et systèmes d'information, et de la hausse de leurs coûts de maintenance. Pour y répondre, Hexagon lance une version totalement refondue de son offre HxGN SDx2.**

Une des divisions d'Hexagon baptisée Asset Lifecycle Management s'adresse principalement aux industries de process comme le pétrole, la chimie ou l'agroalimentaire. Après une réécriture complète pour basculer vers un outil 100% cloud et SaaS, elle annonce une nouvelle version de son logiciel SDx2 qui leur est directement destiné. Ce logiciel est en effet une infrastructure capable d'intégrer les données au sein d'un jumeau numérique de la phase de projet (conception et développement) et de la phase opérationnelle. Il répond aux problématiques des entreprises disposant d'opérations physiques et d'actifs industriels importants. Mais comme le souligne Alain Bernadeau, Directeur avant-ventes, « cette plateforme devient la pierre angulaire de notre offre. Elle communique déjà avec nos principaux outils de conception et de gestion opérationnelle à destination des installations massives. Mais nous allons également y intégrer nos solutions départ de gamme comme CADWorx et Bricscad. Donc à terme, SDx2 sera également disponible pour des projets de plus petite envergure. »

### INTÉGRER DES DONNÉES DE SOURCES MULTIPLES

Evidemment l'intégration de données transactionnelles et de données temps réel provenant d'applications multiples de CAO, de PLM, d'ERP, de MES, etc. au sein d'une seule plateforme de traitement exige de faire des choix, et le respect des standards d'échange



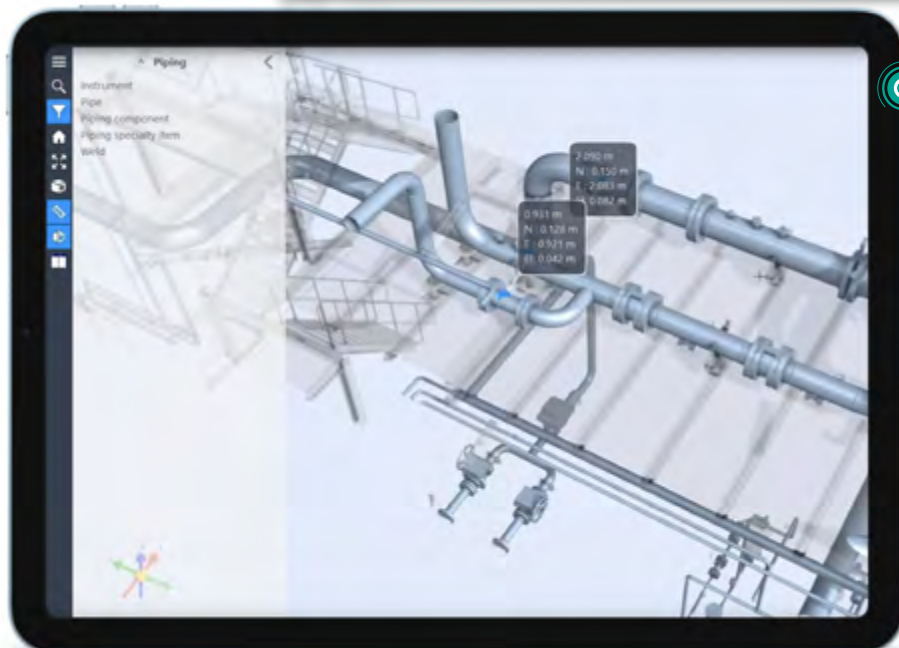
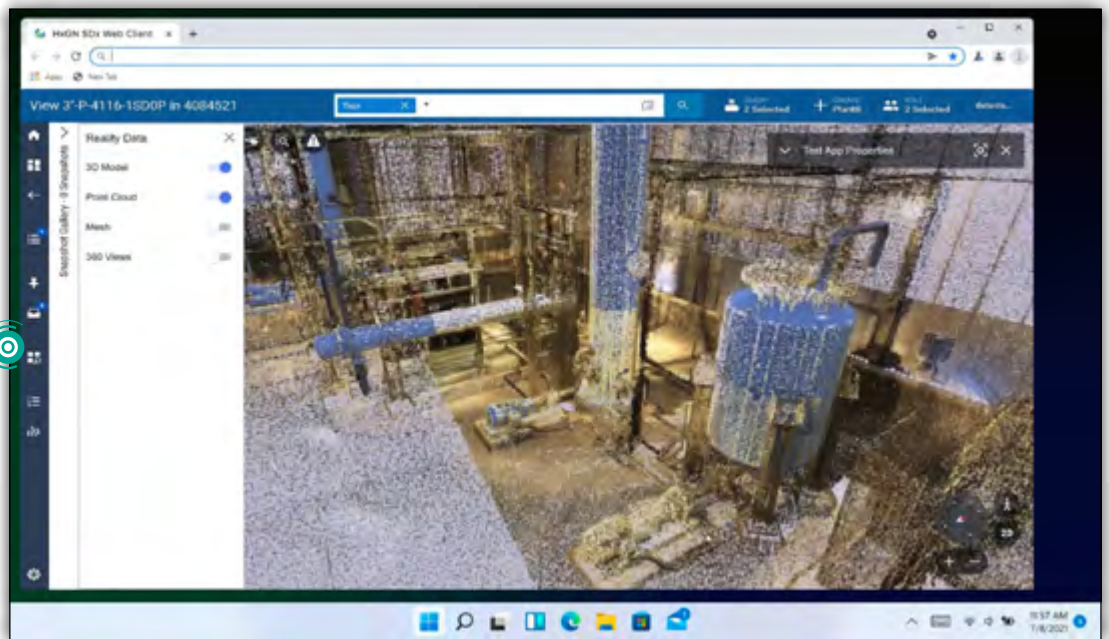
HxGN SDx2 permet de créer des jumeaux numériques qui associent différentes sources de données, processus de travail et systèmes d'information pour fournir ainsi une information contextualisée et adaptée au rôle des différents utilisateurs.

de l'industrie. « Nous proposons pour cette phase des services d'intégration d'une part pour nos propres logiciels et d'autre part pour les solutions concurrentes ou complémentaires tels qu'Aveva E3D, NavisWorks d'Autodesk et les formats IFC 2x3. Après conversion des modèles de données, l'utilisateur de SDx2 bénéficiera des mêmes capacités de visualisation, de reporting, de préparation des flux de travail... quelle que soit l'origine de données » affirme Alain Bernadeau. Hexagon assure également l'intégration des données 2D type AutoCAD, PDF ou Microstation. Le logiciel utilise des algorithmes d'IA pour extraire l'intelligence des plans et générer automatiquement les tags à chaque élément reconnu. Enfin, côté production, l'éditeur a développé les connecteurs adéquats pour récupérer les données issues de SAP Plant Maintenance, d'IBM Maximo, Hexagon EAM (ex Infor) bien sûr, mais aussi les infos temps réel provenant d'Aveva Pipe et d'Aspen IP 21.

### POUR L'INGÉNIEURIE ET L'EXPLOITATION

Une solution donc pour construire un jumeau numérique d'installations industrielles, mais pour quoi faire ? En premier, détecter les conflits, fréquents dans ce type d'installations. L'accès aux données et aux informations en temps réel réduit les temps d'arrêt imprévus et les coûts de maintenance. Les outils de visualisation d'ingénierie intégrés favorisent la communication et la collaboration entre les acteurs d'un projet ou d'un site industriel. En second, cartographier les informations, en l'occurrence complètes et connectées sur les actifs pour améliorer l'accès aux données et l'efficacité des équipes. Enfin, gérer les lots de travail et les modifications d'ingénierie pendant toute

Reconnaissance  
d'équipements  
industriels au sein d'un  
nuage de points 3D.



L'accès SaaS à la solution  
hébergée dans le cloud  
permet aussi d'utiliser des  
tablettes pour accéder au  
jumeau numérique des  
installations

## DEUX POINTS FORTS DE SDX2

- **L'IA et l'apprentissage automatique** qui permettent d'automatiser les processus et facilite la collecte et la gestion des données. Par exemple lors de l'analyse des plans 2D, SDx2 identifie et assigne les bonnes informations aux tuyaux, vannes, symboles, instruments, etc. L'éditeur travaille sur une même reconnaissance d'entités au sein de nuages de points 3D en s'appuyant également sur la topologie 2D afin de résoudre certaines incertitudes.
- **La visualisation avancée** : le passage d'une gestion de l'information fondée sur des documents à celle d'une gestion orientée objets permet d'exploiter des rapports visuels qui associent les conceptions 2D et 3D et les met à jour en continu. Le logiciel permet par exemple d'afficher des plans 2D et des modèles 3D côte à côte avec une synchronisation des deux vues lors de navigation à la souris.

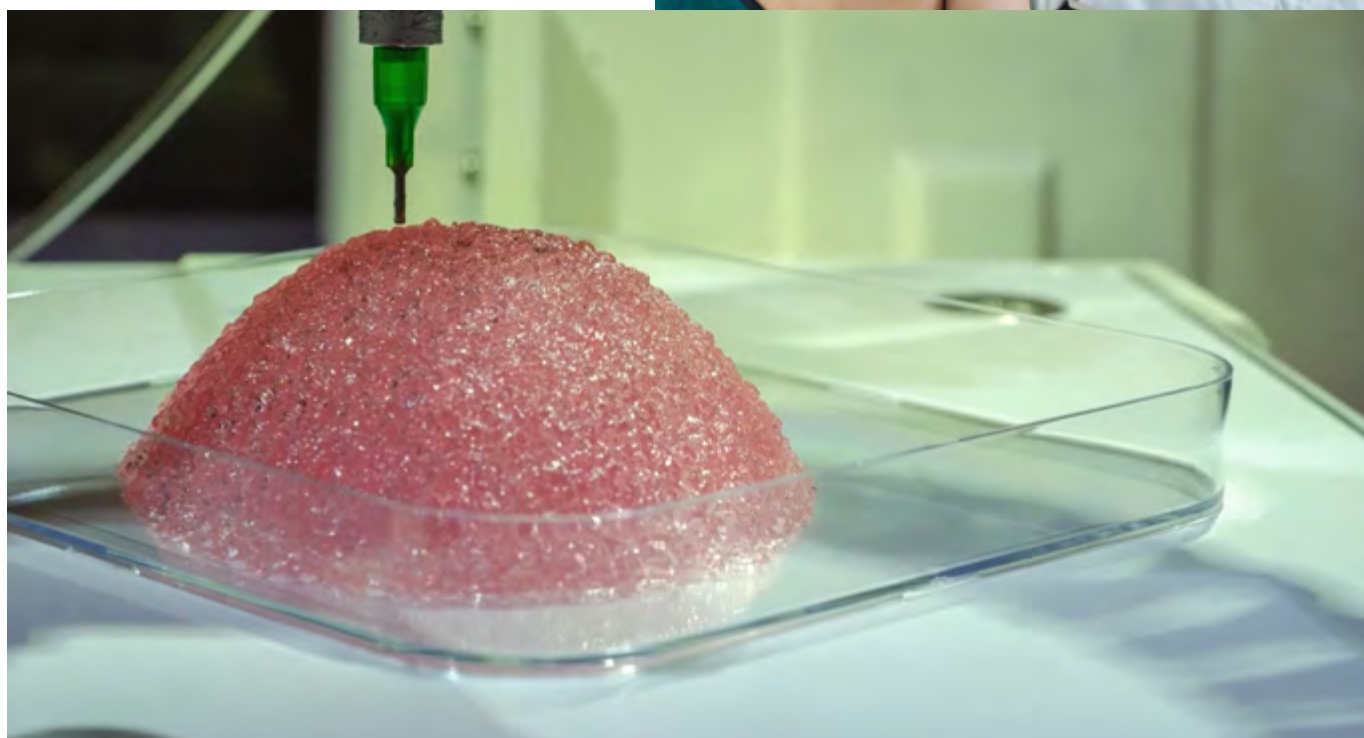
la durée de vie des unités de production. « La centralisation des données de projet et d'exploitation sur une plateforme unique est d'ailleurs ce qui nous différencie souvent des offres concurrentes », ajoute Alain Bernadeau. « Autre différence à noter de SDx2 : son orientation plus gestion opérationnelle de la production que gestion de la conformité réglementaire ».

## UNE SOLUTION 100% CLOUD ET SAAS

SDx2 est donc une plateforme cloud accessible à travers un mode d'usage type SaaS. C'est Hexagon qui reste l'interlocuteur unique des clients, même si c'est Microsoft Azure qui assure

l'infrastructure informatique du service. A noter que l'éditeur continu SDx on premise pour les « clients sensibles »... « Les accès restent donc très flexibles pour chaque client, avec une allocation automatique des ressources en fonction des pics de charge, des licences non nominatives, et des mises à jour automatiques sans interruption de services. Et si les clients souhaitent tester des fonctions majeures avant leur mise en service, ils peuvent le faire avant leur implémentation » ajoute Alain Bernadeau. Autre avantage de cette solution cloud, pas besoin d'utiliser une machine de guerre pour faire tourner les applications, et la possibilité de travailler avec des logiciels tiers qu'ils soient dans le cloud ou sur le PC. —

**Healshape est une jeune entreprise lyonnaise qui a développé un savoir-faire unique dans le domaine de l'ingénierie tissulaire et de la bio-impression 3D. Elle a élaboré une technologie permettant la reconstruction mammaire avec les propres cellules des patientes et des composants naturels et résorbables.**



# RECONSTRUIRE DES SEINS GRÂCE À L'IMPRESSION 3D

Le cancer du sein touche plus de 60 000 femmes en France chaque année. Après les soins, vient une étape importante, celle de la reconstruction mammaire qui passe par la chirurgie. Seulement une femme sur cinq ayant subi une mastectomie entreprend la démarche, par peur des complications médicales, une faible confiance dans la fiabilité des prothèses, ou encore de la qualité du résultat final

Une startup lyonnaise créée en 2020 pourrait changer radicalement la donne avec une technologie de reconstruction à base d'impression 3D et des propres cellules de la patiente.

Cette technologie parfois baptisée impression 4D est expérimentée depuis quelques années. Healshape se propose de passer à l'échelle « industrielle » pour l'appliquer aux femmes d'ici la fin de la décennie.

Baptisée UR Shape, cette bioprothèse est une matrice 100% naturelle fabriquée à partir de matières biosourcées, imprimée en 3D et résorbable. En association à du lipofilling (méthode d'augmentation mammaire), elle permet de régénérer les tissus de la femme pour un résultat esthétique et naturel grâce à la personnalisation rendue possible par l'impression 3D.

Tout démarre avec un modèle 3D du sein malade avant l'opération et le prélèvement des tissus seins sur la patiente. Des tissus adipeux pour reconstruire le sein et de la peau pour reconstituer le mamelon. Ces cellules sont cultivées en laboratoire pour prendre la forme désirée avant d'être réimplantées dans cette matrice 3D servant de support. Sous la peau pour le sein et remplacés les tissus détruits par le cancer, alors que le mamelon est, lui, suturé. L'ensemble du processus devrait prendre entre un et deux mois. Seule limite à cette technologie, la bio-impression d'Healshape ne permet pas de reconstruire les nerfs ni les fonctions biologiques du sein. —



**Revue Bimestrielle  
100% numérique**

## BULLETIN D'ABONNEMENT

Je m'abonne pour un an à **cad-magazine**  
100% numérique **78.10 € TTC**

Je paye par chèque bancaire ou postal à l'ordre de CIMAX  Je paye par virement  Je paye par mandat administratif

Nom ..... Prénom ..... Fonction .....

Société .....

N° TVA intracommunautaire .....

Adresse .....

Code postal ..... Ville ..... Tél. ....

email ..... @ .....

L'abonnement ne sera pris en compte qu'accompagné de son règlement.  Je souhaite recevoir une facture acquittée.

bulletin a renvoyer par mail à : [ana@groupe-cimax.fr](mailto:ana@groupe-cimax.fr)

La législation européenne (RGDP) évolue, veuillez cocher la case suivante :

J'accepte que les informations saisies dans ce formulaire soient utilisées, exploitées, traitées pour permettre de me recontacter, pour recevoir : les newsletters, les propositions d'abonnement, rester informé sur vos produits et ceux de vos clients, dans le cadre de la relation commerciale qui découle de cette demande d'abonnement.

Non je ne veux rien recevoir en dehors du bulletin d'abonnement

Vous êtes libre de changer d'avis ultérieurement et vous pouvez actualiser les détails vous concernant ou demander à ne plus rien recevoir à tout moment à [ana@groupe-cimax.fr](mailto:ana@groupe-cimax.fr)

En application de l'article L27 du 6 janvier 1978, ces informations sont nécessaires à l'enregistrement de votre commande et aux services qui y sont associés.  
Les destinataires sont uniquement les services chargés de l'exécution de l'enregistrement de votre abonnement, et autres services internes.  
Vous pouvez accéder aux informations vous concernant et procéder éventuellement aux rectifications nécessaires auprès du service diffusion de [cad-magazine](http://cad-magazine.com).



B E S A N Ç O N / F R A N C E

24→27 septembre 2024

# micronora

salon international des microtechniques  
et de la précision

zoom  
2024

les microtechniques  
intelligentes



micronora

Précision  miniaturisation   
intégration de systèmes complexes 

[www.micronora.com](http://www.micronora.com)

