



10, rue Marcel Dassault
CS 40501
78946 Vélizy-Villacoublay Cedex, France
Tél. : +33 (0)1 61 62 61 62
3DS.com



NOUS SOMMES LA

Rapport d'activité
2018 / 2019 / 2020

 **DASSAULT SYSTEMES** | The **3DEXPERIENCE**® Company



| | | | |
|-------|---|--|--|
| P. 02 | ÉDITORIAL | | |
| P. 06 | GOUVERNANCE | | |
| P. 08 | PROFIL | | |
| P. 10 | LE MODÈLE DE CRÉATION DE VALEUR | | |
| P. 12 | PERFORMANCES 2020 | | |
| P. 14 | OBJECTIFS ET ACTIONNARIAT | | |
| P. 16 | ENGAGEMENTS RSE | | |
| P. 18 | ENGAGEMENTS COVID | | |
| | | | |
| P. 22 | NOUS SOMMES LÀ OÙ... LA SCIENCE PROTÈGE NOS VIES | | |
| P. 40 | NOUS SOMMES LÀ OÙ... LA VILLE FAIT MONDE | | |
| P. 52 | NOUS SOMMES LÀ OÙ... LE FUTUR S'ENVOLE | | |
| P. 66 | NOUS SOMMES LÀ OÙ... LA FABRICATION FAIT SENS | | |
| P. 80 | NOUS SERONS LÀ DEMAIN | | |
| P. 88 | INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES | | |

L'expérience est humaine : l'expérience, c'est le plaisir de l'art, de la science et de la technologie pour imaginer et créer un monde meilleur pour tous. Un monde nécessairement durable.

Avec l'imagination, le savoir et le savoir-faire pour ressources, Dassault Systèmes souhaite contribuer durablement au bien-être de tous. Pour réaliser cette stratégie, nous nous attachons à asseoir notre leadership dans le domaine des Sciences de la vie et de la santé mais aussi dans deux autres domaines stratégiques : les industries manufacturières, ainsi que les infrastructures et les villes.

Nous sommes aux portes d'un nouveau monde où les industriels doivent créer de nouveaux territoires d'offre, arbitrer entre des scénarios d'usage et transfigurer la façon de produire. On ne peut le faire qu'en embrassant toutes les dimensions de ce que c'est qu'être humain : à la fois un être vivant, un être social et un être industriel. La capacité à imaginer, la passion d'apprendre, l'envie d'oser et l'art de faire deviennent essentiels. Dans ce monde, le virtuel est le lien entre l'imaginaire, l'utile et le durable.

NOUS SOMMES LÀ
OÙ LA SCIENCE PROTÈGE NOS VIES,
OÙ LA VILLE FAIT MONDE,
OÙ LE FUTUR S'ENVOLE,
OÙ LA FABRICATION FAIT SENS.

NOUS SERONS LÀ DEMAIN.

// Cette période sans précédent a été tout à la fois un défi, un apprentissage et un révélateur. //



PERFORMANCE 2020 ET VISION STRATÉGIQUE

Toutes les données sont en non-IFRS et à taux de change constant.

BERNARD CHARLÈS

Vice-président du conseil d'administration et Directeur général

CHARLES EDELSTENNE

Président du conseil d'administration

produits *Patient Cloud* ont connu une forte progression. Enfin, grâce à notre offre de solutions sur la plateforme pour les sciences de la vie, nous avons signé notre premier grand contrat, qui combine l'engagement avec myMedidata et Rave d'une part, et l'optimisation de la fabrication et de l'approvisionnement grâce à d'autres marques de Dassault Systèmes d'autre part.

Pour les petites et moyennes entreprises, nous développons nos leviers de croissance avec SOLIDWORKS, 3DEXPERIENCE WORKS et CENTRIC PLM. En 2020, SOLIDWORKS a compté plus de 20 000 nouveaux clients, atteint 230 000 abonnés Draftsight payants et vu une progression régulière des transactions 3DEXPERIENCE WORKS. CENTRIC PLM a connu une forte reprise au 4^e trimestre, confirmant sa position de leader sur le marché PLM pour le secteur Maison et mode.

Enfin, avec les grandes sociétés industrielles, nous avons enregistré, en 2020, un nombre important de mises en service de la plateforme 3DEXPERIENCE qui, pour l'essentiel, ont pu être faites à distance. Nous avons aussi signé bon nombre de contrats importants qui démontrent notre leadership et nous placent en bonne position pour améliorer nos performances en 2021.

Quelles sont les perspectives stratégiques de Dassault Systèmes ?

Nous avons adopté une stratégie consistant à aider à la transformation des trois grands secteurs de l'économie que sont le secteur manufacturier, le secteur des sciences de la vie et de la santé, et le secteur des infrastructures et des villes. Au cours des cinq années à venir, nous devrions être en mesure d'augmenter la contribution de Dassault Systèmes à ces trois secteurs de l'économie en tirant parti de la plateforme de l'industrie et des solutions d'intelligence des données. Dans le secteur manufacturier, les initiatives d'innovation durable génèrent une demande de modélisation de données, de simulation, et d'écoconception, et constituent un marché prometteur pour Dassault Systèmes.

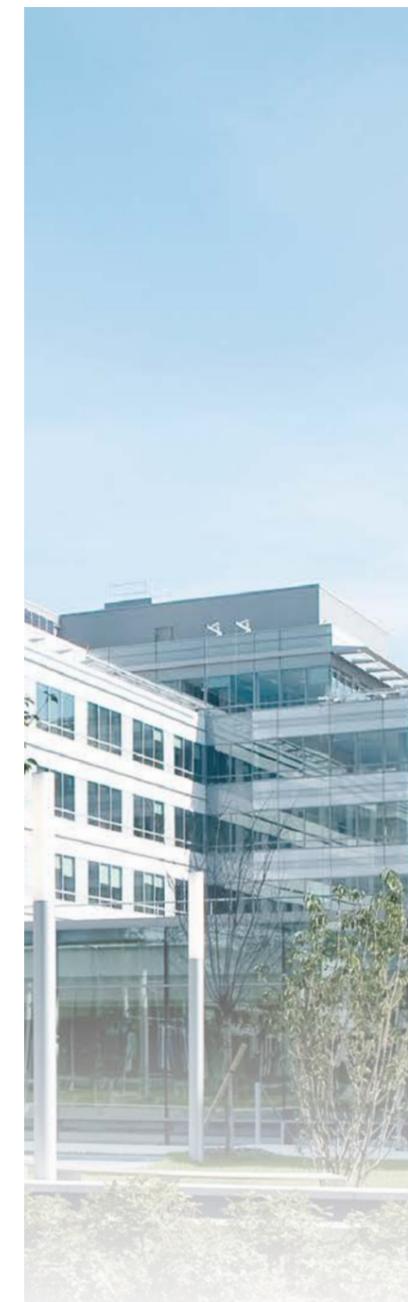
Par exemple, nous travaillons avec nos clients à redéfinir l'avenir de la mobilité

Comment décrieriez-vous le parcours de Dassault Systèmes en 2020 ?

Cette période sans précédent a été tout à la fois un défi, un apprentissage et un révélateur. Nous avons relevé le défi avec tous nos collaborateurs en apprenant de nouvelles méthodes de travail, bien sûr, mais aussi en portant une attention renforcée à toutes les situations créées par la crise chez nos clients, nos distributeurs, nos fournisseurs et nos collaborateurs. Cette crise a aussi joué un rôle de révélateur et accéléré un certain nombre de tendances. Ainsi, elle a mis en évidence le rôle essentiel de l'innovation collaborative dans les trois secteurs où nous sommes un partenaire stratégique dans la création de valeur. Grâce à une collaboration étroite, nous avons aidé nos clients dans la conduite de leurs opérations pendant la pandémie – en particulier les entreprises du secteur des Industries manufacturières. Dans le même temps, notre plateforme d'innovation a également permis à nos clients de préparer l'avenir et d'élaborer une nouvelle génération de portefeuilles d'offres, participant au développement durable.

Pour résumer notre performance de 2020, nous avons atteint nos objectifs, révisés en avril en raison de la pandémie, avec un chiffre d'affaires en hausse de 12 % à 4,5 milliards d'euros. Nos résultats soulignent la résilience du chiffre d'affaires récurrent, qui représente 80 % du chiffre d'affaires logiciel. En 2020, nous avons réalisé un bénéfice net dilué par action ("BNPA") de 3,77 euros, en hausse de 5 %. Les flux de trésorerie opérationnels ont progressé quant à eux de près de 5 % à 1,24 milliard d'euros.

Dans les Sciences de la vie, la dynamique de croissance est particulièrement satisfaisante en ce début d'année 2021, avec Medidata qui, d'ores et déjà, assure 94 % de son objectif de chiffre d'affaires annuel grâce aux progrès significatifs réalisés en 2020 : le nombre de clients de Medidata a progressé de 16 %, un nombre record de renouvellements pluriannuels de Rave EDC pour les essais cliniques a été signé, le taux d'attachement de ses lignes de produits et la ligne de



en offrant une expérience totalement intégrée du produit, de la conception à l'ingénierie et aux nouveaux services qui y sont associés. Pour nos clients, nos solutions sont essentielles pour répondre les premiers à l'évolution des comportements des utilisateurs dans de nombreux aspects de leur vie. Nous travaillons également avec les acteurs des sciences de la vie et de la santé pour les aider à se recentrer sur le patient. Enfin, nous contribuons aux initiatives de nombreux secteurs industriels, entités gouvernementales et nouveaux acteurs disruptifs émergents pour réinventer les infrastructures et les villes et créer un avenir durable.

En substance, nous considérons que les opportunités de marché pour Dassault Systèmes sont prometteuses. Les hypothèses qui sous-tendent nos objectifs à cinq ans comprennent une progression du chiffre d'affaires d'environ 10%. Ces hypothèses intègrent également une augmentation de la marge opérationnelle, qui correspond à un taux de croissance cumulé annuel moyen du BNPA d'environ 13% sur cinq ans. Nos initiatives en matière de chiffre d'affaires devraient selon toute probabilité augmenter notre base installée *cloud*, qui pourrait représenter environ 2 milliards d'euros de chiffre d'affaires *cloud* en 2025. Nous projetons donc de doubler à nouveau notre BNPA et de le porter à environ 6 euros par action en 2024, grâce à l'adoption de la **3DEXPERIENCE** par notre base installée et à l'expansion de notre base de clients.

Au début de cette année, nous avons élargi les ambitions de Dassault Systèmes pour les prochaines décennies en relevant le défi de créer le jumeau numérique du corps humain. En l'ajoutant au potentiel de nos trois secteurs, avec une place de leader pour deux d'entre eux – Industries manufacturières et Sciences de la vie et santé –, nous nous positionnons, grâce à nos initiatives de recherche et développement, sur un marché accessible que nous estimons à 100 milliards de dollars.

// Dassault Systèmes peut être un levier considérable pour l'innovation durable.



Comment les développements stratégiques de l'entreprise s'articulent-ils autour des enjeux environnementaux, sociaux et de gouvernance ?

Il est important de bâtir un monde plus durable et résilient, c'est le principal enseignement à tirer de l'année 2020. À cette fin, nous avons annoncé le lancement de la stratégie de développement durable de Dassault Systèmes pour 2025 et au-delà. Il s'agit d'une étape majeure dans notre parcours pour devenir le premier partenaire mondial en matière d'innovation durable.

Compte tenu de notre raison d'être, nous sommes convaincus que Dassault Systèmes peut être un levier considérable pour l'innovation durable afin de répondre aux défis actuels. Pour créer un monde meilleur, il faut proposer des solutions permettant d'explorer les champs du possible et d'imaginer le futur, et pas seulement d'utiliser les méthodes d'hier ou d'aujourd'hui. Une étude coécrite avec Accenture révèle le rôle décisif des jumeaux virtuels de Dassault Systèmes pour apporter environ 1 300 milliards de dollars de valeur économique et réduire les émissions de CO₂ de 7,5 Gt d'ici à 2030 dans cinq cas d'usage retenus par l'étude. Notre apport environnemental est essentiel car si nous sommes un catalyseur de la transformation numérique, nous sommes aussi un acteur indispensable à la transition énergétique grâce à notre capacité à gérer le cycle de vie des produits dans sa totalité.

Au sein de l'entreprise, nous nous engageons à réduire notre empreinte environnementale et à conduire nos activités de manière plus durable. Nous avons ainsi fixé un objectif de réduction de nos émissions de CO₂ à 5 tonnes par employé à l'horizon 2025, et allons annoncer cette année notre objectif de réduction dans le cadre de l'initiative Science Based Target (SBTi). Nous avons aussi rejoint le Global Compact des Nations unies et la Green Digital Coalition de l'Union européenne. Une équipe composée d'un membre du conseil d'administration, d'un membre du Comité exécutif opérationnel, et de la Directrice du développement durable dirige les initiatives environnementales.

En ce qui concerne la dimension sociale, nous avons pris l'engagement de maintenir les emplois dans l'entreprise, partout dans le monde, et sans aide gouvernementale durant cette crise, comme nous l'avons déjà fait en 2009 lors de la récession mondiale. De plus, nous avons continué à investir pour élargir nos équipes de recherche et développement. Nous avons ainsi intégré des ressources essentielles pour nos projets liés aux sciences des données, la mission de notre recherche et développement étant d'aider nos clients à développer l'innovation de demain.



Comment voyez-vous les perspectives pour 2021 ?

Avec l'hypothèse d'une reprise progressive de l'activité en 2021, nous visons une croissance du chiffre d'affaires de 9% à 10% pour 2021, et prévoyons une augmentation du chiffre d'affaires logiciel récurrent de 8% à 9%, avec une croissance du chiffre d'affaires licences et autres logiciels de 13% à 15%. Nous passons très progressivement à un modèle *cloud* et de souscription, et ce sans que cette transition ne s'opère au détriment de la croissance. En 2020, nous avons réussi à maintenir la marge opérationnelle organique, la seule dilution liée à l'acquisition de Medidata expliquant la baisse de marge à 30,2%. En 2021, nous visons une amélioration de 60 points de base pour atteindre une marge de 30,8%. Notre prévision de fourchette de BNPA est de 4,10 à 4,15 euros, soit une croissance d'environ 13% à 14% hors effets de change. Nous prévoyons donc une année de solide croissance organique du chiffre d'affaires en 2021 et sommes confiants dans nos moteurs de croissance à moyen terme, grâce à nos *Industry Solutions*, à nos équipes talentueuses à travers le monde et également à nos partenaires.

En conclusion, aucun de nous n'aurait pu anticiper 2020, mais malgré les difficultés, nous nous sommes rapprochés, étant tous membres d'une même entreprise. Nous tenons sincèrement à remercier nos collaborateurs, nos partenaires et nos clients. Nous n'oublions pas non plus la confiance et le soutien que nous recevons des analystes financiers et investisseurs. ✕



GOUVERNANCE



BERNARD CHARLÈS
Vice-président du conseil d'administration
et Directeur général



DOMINIQUE FLORACK
Directeur général adjoint



Autour de **PASCAL DALOZ**, le Comité exécutif opérationnel, avec, de gauche à droite :

- ELISA PRISNER**, Directrice de la transformation
- SAMSON KHAOU**, Directeur général adjoint, Asie-Pacifique
- PHILIPPE LAUFER**, Directeur général adjoint, Marques
- THIBAUT DE TERSANT**, Directeur général adjoint, Secrétaire général
- FLORENCE VERZELEN**, Directrice générale adjointe, Industries, Marketing et Développement durable
- PASCAL DALOZ**, Directeur général adjoint, Opérations et Finances
- ERIK SWEDBERG**, Directeur général adjoint, Amériques
- FLORENCE HU-AUBIGNY**, Directrice générale adjointe, Recherche et Développement
- LAURENCE BARTHÈS**, Directrice générale adjointe, Ressources humaines et Systèmes d'information
- OLIVIER RIBET**, Directeur général adjoint, EMEAR
- VICTOIRE DE MARGERIE**, Directrice du marketing corporate et de la communication

PROFIL

La mise en œuvre de notre stratégie s'appuie sur des éléments stratégiques opérationnels : les marques, les industries, les territoires géographiques. La vocation de nos marques est de faire vivre des communautés d'utilisateurs autour d'expériences mémorables et de développer des applications au sein de la plateforme **3DEXPERIENCE**.

Nos industries développent des "Solution Experiences" : des offres conçues pour créer de la valeur pour les entreprises et utilisateurs d'un secteur spécifique. Nos douze territoires géographiques ont la responsabilité d'être le moteur du développement de l'activité de Dassault Systèmes et de piloter le déploiement de notre modèle d'engagement client.

INDUSTRIES MANUFACTURIÈRES

DOMINIQUE FLORACK



SCIENCES DE LA VIE ET SANTÉ

TAREK SHERIF



INFRASTRUCTURES ET VILLES

SYLVAIN LAURENT



TRANSPORT ET MOBILITÉ

Laurence Montanari



AÉRONAUTIQUE ET DÉFENSE

David Ziegler



MARINE ET OFFSHORE

François-Xavier Dumez



ÉQUIPEMENTS INDUSTRIELS

Philippe Bartissol



HAUTES TECHNOLOGIES

Olivier de Percin



MAISON ET MODE

Philippe Loeb



PRODUITS DE GRANDE CONSOMMATION ET DISTRIBUTION

Philippe Loeb



SCIENCES DE LA VIE

Claire Biot



ÉNERGIE ET MATÉRIAUX

Thomas Grand



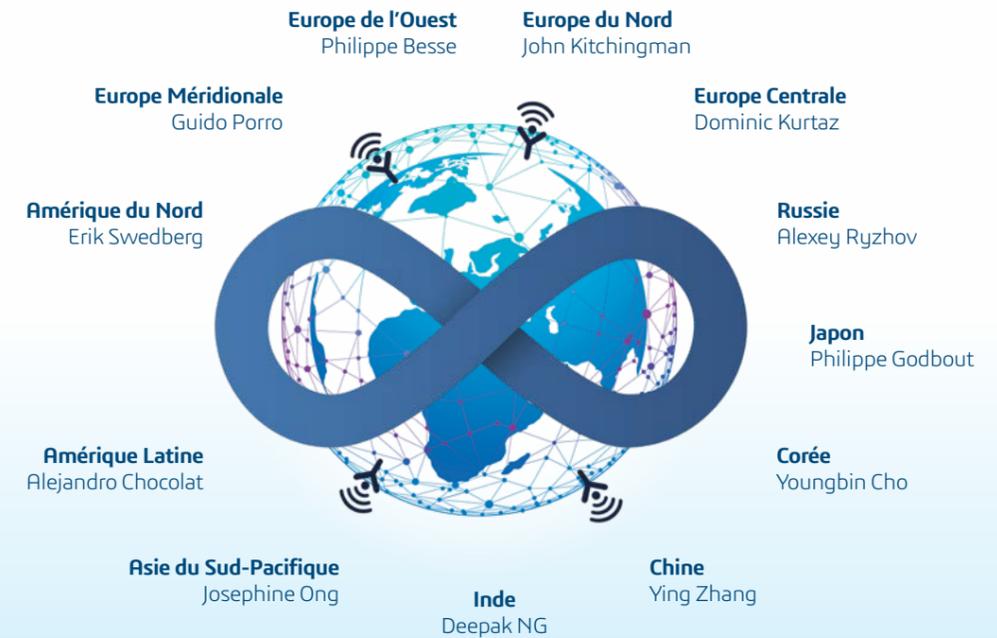
CONSTRUCTION, VILLES ET TERRITOIRES

Rémi Dornier



FINANCE ET LOGISTIQUE

Taherah Kuhl



3DEXCITE Tom Acland
CENTRIC PLM Christopher Groves
ENOVIA Stéphane Declée



SOLIDWORKS
Gian Paolo Bassi



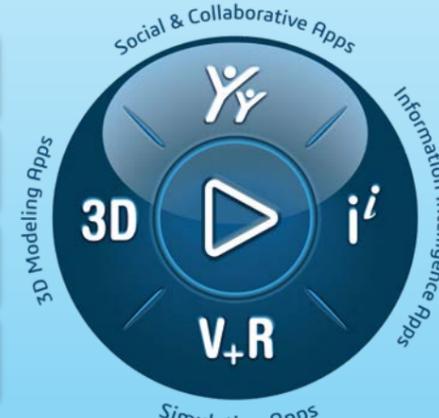
CATIA
Olivier Sappin



GEOVIA
Michelle Ash



BIOVIA
Jason Benedict



NETVIBES
Morgan Zimmermann



MEDIDATA
Tarek Sherif
Glen de Vries



SIMULIA Philippe Laufer
DELMIA Guillaume Vendroux
3DVIA Vincent Picou

LE MODÈLE DE CRÉATION DE VALEUR DE DASSAULT SYSTÈMES

NOS RESSOURCES



NOTRE MODÈLE D'AFFAIRES



NOTRE PARTAGE DE VALEUR

CAPITAL INTELLECTUEL

- 12 portefeuilles technologiques pour servir l'ensemble du cycle d'innovation
- 40 années cumulées de savoir industriel
- 935,4 M€ d'investissement en R&D (+26,8%)

CAPITAL HUMAIN

- 19789 collaborateurs issus de 133 pays
- Dont 41 % en R&D

CAPITAL SOCIAL & ÉCOSYSTÈME

- 12260 personnes dans notre écosystème de partenaires commerciaux (VaRs & CSI)
- + de 150 partenaires en recherche scientifique
- 33,4 M€ de subventions de recherche

CAPITAL FINANCIER

- Structure d'actionariat stable et de long terme
- x 1,8 de dette nette ajustée/EBITDAO
- 1241 M€ de flux de trésorerie opérationnel

CAPITAL NATUREL

- 65657 MWh d'énergie (43,9% renouvelable)
- 26982 téq. CO₂ d'émissions liées aux biens d'équipement

NOTRE RAISON D'ÊTRE

- Apporter aux entreprises et aux personnes des univers 3DEXPERIENCE, permettant d'imaginer des innovations durables, capables d'harmoniser produit, nature et vie.

3 SECTEURS CLÉS

- Industries manufacturières
- Sciences de la vie et santé
- Infrastructures et villes

UNE CLIENTÈLE DIVERSIFIÉE

- 290000 clients, de la startup à la multinationale, dans 11 industries

NOTRE IMPLANTATION GÉOGRAPHIQUE

- 12 Geos conduisent notre développement dans plus de 180 pays



3DEXPERIENCE®

HUMAN INDUSTRY EXPERIENCES

- Dassault Systèmes est une entreprise scientifique qui sert la science et la technologie pour une société durable.

NOTRE PORTEFEUILLE DE SOLUTIONS

- Fournir des processus et des solutions sur un *cloud* public/privé ou sur site, via licence ou abonnement, avec des conseils et des services.

NOS RÉSEAUX DE DISTRIBUTION

- Atteindre des clients et des nouveaux marchés via nos canaux directs, indirects et en ligne.

CAPITAL INTELLECTUEL & RELATIONS CLIENTS

- 44 brevets déposés
- 53 brevets accordés
- 25 ans de durée moyenne de collaboration avec notre Top 20 de clients

CAPITAL HUMAIN (collaborateurs)

- 87,6% des collaborateurs formés
- 82,5% niveau de fierté et de satisfaction
- 99% des collaborateurs ont un contrat à durée indéterminée.

CAPITAL SOCIAL & IMPACT SOCIÉTAL

- 160,8 M€ de charges d'impôts (24,9% taux effectif d'impôt)
- 38 projets soutenus par nos fondations
- 6 millions d'étudiants utilisent nos solutions 3DEXPERIENCE Edu.

CAPITAL FINANCIER (actionnaires)

- 3,77 € de bénéfice net par action (non-IFRS)

CAPITAL NATUREL (environnement)

- 39% de réduction d'émissions de CO₂ (incluant les effets de la Covid-19)
- 88,3% de nos principaux sites proposent le recyclage des déchets ordinaires (+ 5% versus 2019).

PERFORMANCES 2020

+12%
Croissance du chiffre d'affaires⁽¹⁾

30,2%
Marge opérationnelle⁽¹⁾

**+5% BNPA
à 3,77 €**

+5%
Flux de trésorerie opérationnelle

1,8x
Ratio dette nette ajustée/EBITDAO

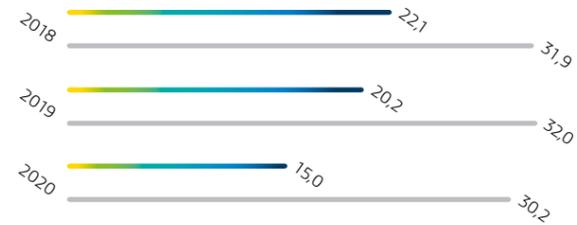
IFRS NON-IFRS⁽²⁾

(1) Non-IFRS, croissance à taux de change constant.
(2) Les données financières sont présentées suivant la norme IFRS. L'information financière complémentaire non-IFRS exclut le traitement comptable des produits constatés d'avance liés aux acquisitions, les coûts d'attribution d'actions de performance, de stock-options et les charges sociales. Associées, les amortissements des actifs incorporels acquis et les réévaluations des actifs corporels, les autres produits et charges opérationnels, nets, incluant les pertes de valeur du goodwill et d'actifs incorporels acquis, les avantages reçus des bailleurs liés aux acquisitions, certains éléments financiers non récurrents, ainsi que l'effet fiscal des ajustements non-IFRS et certains effets fiscaux non récurrents.
(3) La dette nette ajustée correspond à la position de la dette financière nette (emprunts nets de la trésorerie, des équivalents de trésorerie et des placements à court terme) ajustée des dettes de location de la norme IFRS 16. L'EBITDAO IFRS correspond au résultat d'exploitation IFRS ajusté des charges d'amortissement et de dépréciation des actifs incorporels et corporels et des charges non monétaires liées aux paiements en actions (à l'exclusion des charges sociales y afférentes).

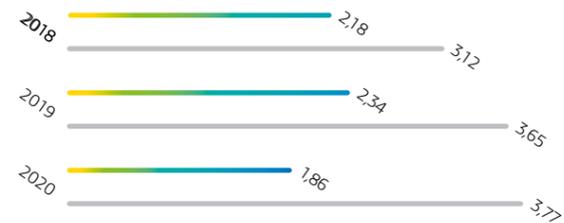
PROGRESSION ORGANIQUE ET PAR ACQUISITIONS DU CHIFFRE D'AFFAIRES DE +12%⁽²⁾ (M€)



EFFET DILUTIF DES ACQUISITIONS PARTIELLEMENT COMPENSÉ PAR UNE AMÉLIORATION ORGANIQUE DE LA MARGE OPÉRATIONNELLE (%)



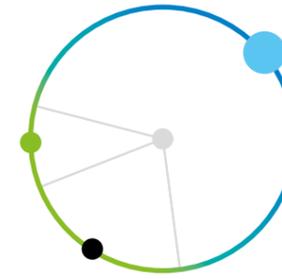
AUGMENTATION DE +5% DU BNPA⁽¹⁾ EN 2020 (€)



HAUSSE DES FLUX DE TRÉSORERIE OPÉRATIONNELS EN 2020⁽²⁾ (M€)

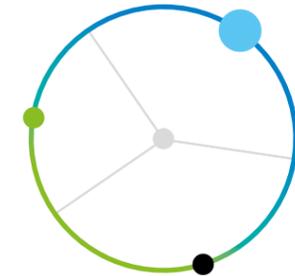
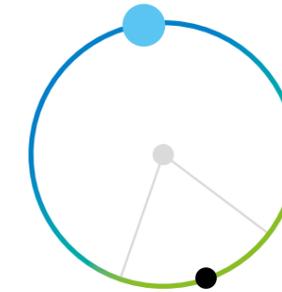


DÉSENDETTEMENT : BAISSE DU RATIO DETTE NETTE AJUSTÉE/EBITDAO⁽³⁾



3 SECTEURS CLÉS DE L'ÉCONOMIE⁽¹⁾

- 69% Industries manufacturières
- 21% Sciences de la vie et santé
- 10% Infrastructures et villes

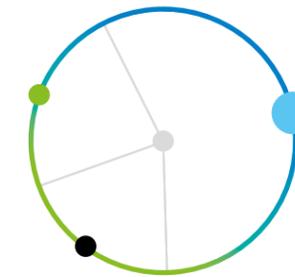
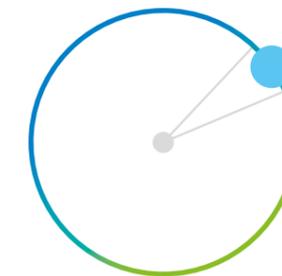


EXCELLENTE PERFORMANCE EN AMÉRIQUE ET PROGRESSION DE L'ASIE

- 37% Europe⁽²⁾
- 38% Amérique⁽²⁾
- 25% Asie⁽²⁾

LARGE PROPORTION DU CHIFFRE D'AFFAIRES RÉCURRENT

- 80% Logiciels récurrents⁽¹⁾
- 20% Nouvelles licences et autres chiffres d'affaires liés aux logiciels⁽¹⁾



DES LIGNES DE PRODUITS LEADERS AU SERVICE DE NOS CLIENTS⁽¹⁾

- 57% Innovation industrielle⁽³⁾
- 20% Sciences de la vie⁽³⁾
- 23% Innovation pour petites et moyennes entreprises⁽³⁾

UNE BASE INSTALLÉE DE 290 000 CLIENTS

- 20 000 nouveaux clients en 2020

(1) % du chiffre d'affaires logiciel non-IFRS.

(2) % du chiffre d'affaires non-IFRS.

(3) Les nouvelles lignes de produits comprennent les informations financières suivantes : 1) le chiffre d'affaires logiciel Innovation industrielle, qui comprend les marques CATIA, ENOVIA, SIMULIA, DELMIA, GEOVIA, NETVIBES/EXALEAD et 3DEXCITE ; 2) le chiffre d'affaires logiciel Sciences de la vie, qui comprend nos marques MEDIDATA et BIOVIA ; et 3) le chiffre d'affaires logiciel Innovation pour petites et moyennes entreprises, qui comprend la marque SOLIDWORKS ainsi que CENTRIC PLM, 3DVIA et la nouvelle famille 3DEXPERIENCE WORKS.

RÉALISATION DE NOS OBJECTIFS 2020 RÉVISÉS ET MISE À JOUR DE NOTRE PLAN PLURIANNUEL

Toutes les données sont en non-IFRS et à taux de change constant.

L'année 2020 a mis en évidence la résilience de notre modèle d'affaires et notre solide capacité d'exécution : nous avons atteint nos objectifs révisés en atténuant l'impact de la pandémie. Le chiffre d'affaires a augmenté de 12 %, le chiffre d'affaires récurrent représentant 80 % de notre chiffre d'affaires logiciel total. Le chiffre d'affaires logiciel est réparti de manière équilibrée à l'échelle mondiale grâce à nos efforts de diversification géographique : l'Asie rejoint désormais les régions Amériques et Europe, franchissant le cap du milliard d'euros de chiffre d'affaires logiciel. Ainsi, nous avons atteint un BNPA de 3,77 euros, en hausse de 5 % à taux de change constant.

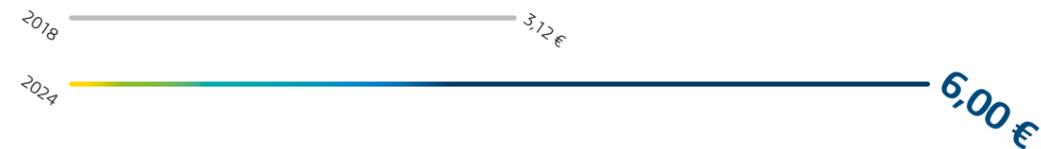
Grâce à la plateforme **3DEXPERIENCE** et au dynamisme dans les Sciences de la vie avec MEDIDATA, Dassault Systèmes est bien positionné pour l'année 2021. Nous visons une croissance du chiffre d'affaires total de 9 % à 10 %, avec une croissance du BNPA de 13 % à 14 %. Nos objectifs financiers tiennent compte de l'incertitude et de la complexité de l'environnement économique actuel.

Notre plan pluriannuel intègre une croissance du chiffre d'affaires d'environ 10 %, tirée par l'adoption de la **3DEXPERIENCE** par notre base installée et les nouveaux clients. Avec une expansion de la marge opérationnelle non-IFRS, le taux de croissance cumulé annuel moyen du BNPA devrait être d'environ 14 % entre 2020 et 2024 pour atteindre 6 euros.

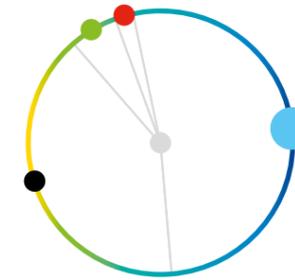
PASCAL DALOZ
Directeur général adjoint,
Opérations et Finances



2018-2024 OBJECTIF DE BNPA NON-IFRS

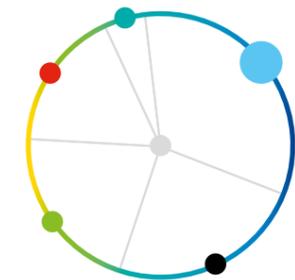


CARNET DE L'ACTIONNAIRE



RÉPARTITION DE L'ACTIONNARIAT (CAPITAL CONTRÔLÉ)

- 52 % Flottant
- 40 % Groupe Industriel Marcel Dassault
- 6 % Charles Edelstenne
- 2 % Bernard Charlès



RÉPARTITION DE L'ACTIONNARIAT (FLOTTANT)

- 33 % Amérique du Nord
- 24 % France
- 21 % Royaume-Uni et Irlande
- 17 % Europe continentale (hors France)
- 5 % Reste du monde

CONTACT ACTIONNAIRES

Tél. : +33 (0)1 61 62 69 24
E-mail : investors@3ds.com
<https://investor.3ds.com/fr>

ACTION DASSAULT SYSTÈMES

Cotée sur NYSE Euronext Paris et échangée sur le marché OTC américain

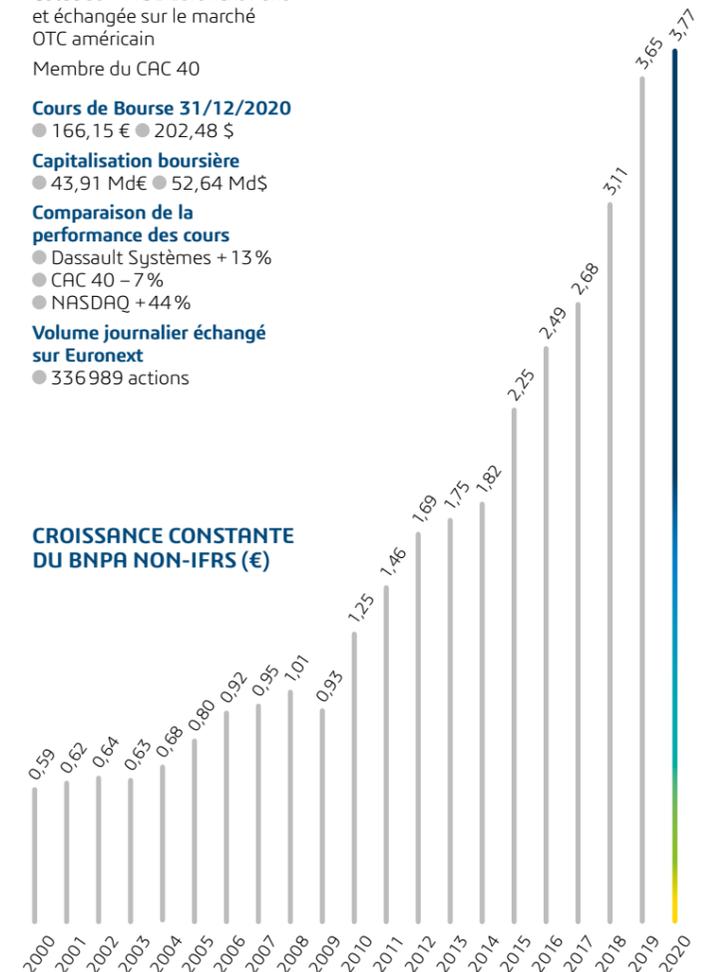
Membre du CAC 40

Cours de Bourse 31/12/2020
● 166,15 € ● 202,48 \$

Capitalisation boursière
● 43,91 Md€ ● 52,64 Md\$

Comparaison de la performance des cours
● Dassault Systèmes + 13 %
● CAC 40 - 7 %
● NASDAQ + 44 %

Volume journalier échangé sur Euronext
● 336 989 actions



CROISSANCE CONSTANTE DU BNPA NON-IFRS (€)

ÉVÉNEMENTS CLÉS POUR LES ACTIONNAIRES EN 2021/2022

Mercredi 28 avril 2021 Publication des résultats du premier trimestre
Mercredi 26 mai 2021 Assemblée générale annuelle des actionnaires
Mardi 27 juillet 2021 Publication des résultats du deuxième trimestre
Jedi 28 octobre 2021 Publication des résultats du troisième trimestre
Jedi 3 février 2022 Publication des résultats du quatrième trimestre

SOUTENIR LE DÉVELOPPEMENT DURABLE AVEC LES JUMEAUX NUMÉRIQUES VIRTUELS

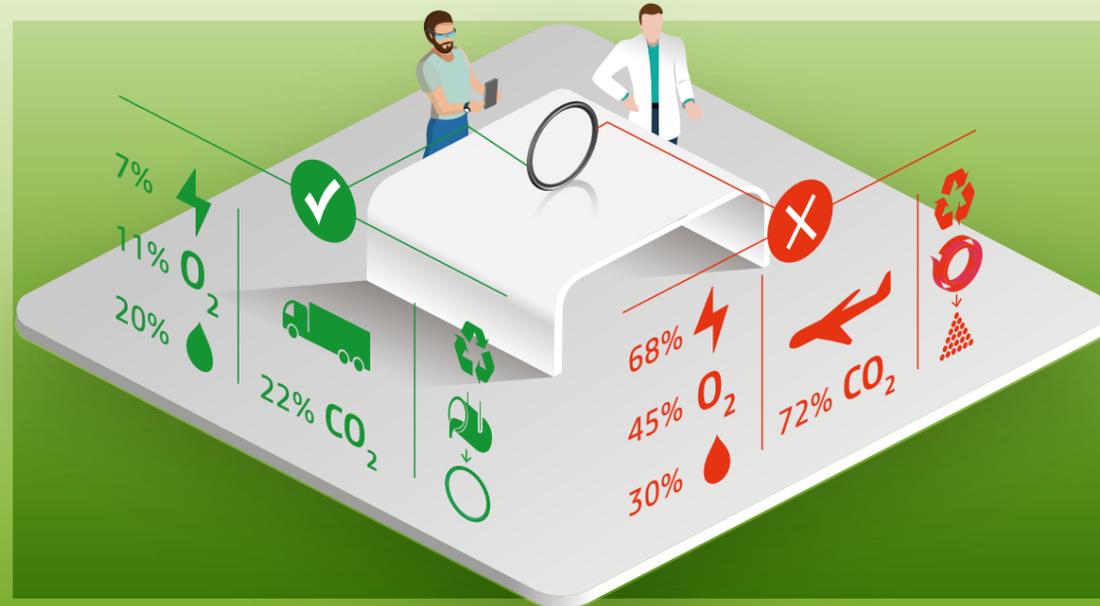
À Dassault Systèmes, nous sommes convaincus que les univers virtuels seront clés pour nos clients - et le monde - pour imaginer, concevoir et tester des produits, des matériaux et des processus de fabrication radicalement nouveaux nécessaires à l'économie plus durable de demain. Cependant, nous savons qu'être leader en matière de solutions technologiques durables signifie également être, nous-mêmes, une entreprise de technologie durable. Il ne s'agit pas seulement de ce que nous vendons, mais de qui nous sommes.

Dans un livre blanc publié en collaboration avec Accenture, nous avons constaté que l'utilisation de jumeaux numériques virtuels peut débloquer des bénéfices combinés de 1,3 billion de dollars US et des réductions en émissions de 7,5 GteqCO₂ d'ici à 2030. Cette technologie peut permettre à nos clients - et au monde entier - d'imaginer, de concevoir et de tester le plus rapidement possible les produits, matériaux et processus de fabrication radicalement innovants qui formeront le socle de l'économie durable de demain.

Dans l'industrie Construction, villes et territoires par exemple, les jumeaux numériques virtuels peuvent contribuer à réduire la consommation d'énergie des bâtiments de 30 % à 80 % en optimisant les opérations quotidiennes.

Dans l'industrie Produits de grande consommation et distribution, les décisions prises dès le stade de la conception peuvent avoir une incidence sur 80 % de l'impact environnemental d'un produit. L'utilisation des technologies de jumeaux numériques virtuels à ce stade critique du développement d'un produit peut contribuer à réduire considérablement son empreinte écologique.

Le problème croissant des déchets électroniques dans le secteur de la haute technologie pourrait être résolu par l'utilisation de jumeaux numériques virtuels, qui peuvent augmenter les taux globaux de recyclage des déchets électroniques en mettant à la disposition des participants de la chaîne de valeur en aval des informations sur le contenu matériel et chimique de produits spécifiques.



PERFORMANCE EN MATIÈRE DE DÉVELOPPEMENT DURABLE

Dassault Systèmes porte un engagement profond de développement durable, à la fois à travers l'impact de ses pratiques de gouvernance environnementale, sociale et d'entreprise, et dans les solutions technologiques qu'il délivre à ses clients.

RÉSULTATS CLÉS DE 2020

98,4%
de collaborateurs formés à l'éthique et à la conformité

38,5%
de femmes membres de l'équipe de direction

4,1 teqCO₂
par ÉTP, soit une réduction de 39% comparée à 2019 (incluant les effets de la Covid-19)

82,5%
taux de fierté et de satisfaction des collaborateurs mesuré par une enquête annuelle interne

CLASSEMENTS REMARQUABLES

#33
au classement mondial Forbes (meilleur employeur 2020)

AA
au classement MSCI ESG (2020) Résilience d'une entreprise aux risques environnementaux, sociaux et de gouvernance (ESG) importants et à long terme de l'industrie

#2
au classement Fortune Future 50 (2019) Sustainability All Stars

#21
au classement Corporate Knights (2020) des entreprises les plus durables au monde

#2
au sein du secteur "Logiciels"

PRENDRE SOIN DES GENS ET S'ENGAGER DANS LE MONDE, LES INITIATIVES DE DASSAULT SYSTÈMES DANS LA LUTTE CONTRE LA COVID-19

Dès le début de la pandémie, Dassault Systèmes s'est engagé à apporter des solutions concrètes à ses clients, à ses partenaires, aux communautés au sein desquelles il exerce ses activités ainsi qu'à ses collaborateurs.



CONTINUER LES ACTIVITÉS

La plateforme **3DEXPERIENCE** sur le *cloud* a permis aux clients la poursuite de leurs activités à distance. La crise de la Covid-19 a également mis en lumière la fragilité de certaines chaînes logistiques, et la plateforme fournit justement une solution complète pour définir, planifier et exécuter les processus de chaîne d'approvisionnement, couvrant l'ensemble des opérations industrielles jusqu'à la livraison du dernier kilomètre. EXALEAD-NETVIBES propose ainsi une solution d'organisation et de gestion des actifs critiques (p. 71).



ACCOMPAGNER LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Les méthodes de modélisation et de simulation permettant d'explorer la chimie des protéines offertes par BIOVIA Discovery Studio (p. 33), la plateforme *cloud* de MEDIDATA sur laquelle a été développé le vaccin de Moderna (p. 35), ou encore l'étude des mutations du virus au sein du Migal Galilee Research Institute (p. 35) : les solutions Dassault Systèmes ont très largement contribué à la mise à disposition rapide de vaccins.



ASSURER LA SÛRETÉ ET LA SÉCURITÉ

Pour piloter la réponse à la crise sanitaire, prévoir et gérer l'évolution au niveau des territoires français (p. 45), la plateforme **3DEXPERIENCE** s'est avérée essentielle. Elle a permis d'évaluer la dispersion du virus dans un hôpital de campagne à Wuhan (p. 46), et est utilisée pour simuler sa circulation dans tout type de lieu recevant du public (p. 47 et 49). La plateforme est également utilisée pour concevoir et gérer des hôpitaux adaptés à la lutte contre la Covid-19, et proposer des moyens locaux de désinfection.



POURSUIVRE LA FORMATION

Dassault Systèmes a également proposé des classes virtuelles sécurisées sur la plateforme **3DEXPERIENCE**, en aménageant un accès spécifique pour les enseignants, et en donnant accès, avec le programme Always on, à des licences CATIA et SOLIDWORKS pour les étudiants en distanciel.



SOUTENIR LES COMMUNAUTÉS D'ENTREPRENEURS ET ÉDUCATIVES

Le **3DEXPERIENCE** Lab, à travers le programme Open COVID-19, a soutenu plus de 150 équipes pour accélérer le développement de leurs projets, en les connectant à une communauté ouverte de 300 000 concepteurs, fabricants et experts (p. 82). La Fondation Dassault Systèmes a pour sa part lancé en urgence une initiative de soutien auprès d'hôpitaux et de centres de recherches médicales (p. 83).



S'ORGANISER EN INTERNE

Enfin, à travers son organisation, Dassault Systèmes a déployé le travail collaboratif de l'ensemble de ses processus professionnels sur sa plateforme, en favorisant les interactions, le partage de données et la création collective. Partout dans le monde, les réouvertures de sites ont été précisément gérées, et les occupations de chaque bureau planifiées quotidiennement depuis la plateforme **3DEXPERIENCE**.

THE ONLY PROGRESS IS HUMAN

/// L'initiative "The Only Progress is Human", lancée en février 2020, vise à sensibiliser aux défis sociétaux et environnementaux d'aujourd'hui, et à inciter à utiliser le monde virtuel pour promouvoir des innovations durables. L'initiative s'articule autour d'une série de dix défis. Avec le deuxième Acte, répondant aux défis de l'eau et de la consommation, "Water for Life", Dassault Systèmes s'engage à contribuer à l'initiative de l'ONU : la décennie liée à l'eau. Trois axes sont déployés afin de permettre à l'industrie, et non pas seulement aux institutions, de s'engager dans cette initiative.

Dans le cadre de cette démarche, Dassault Systèmes propose, grâce aux mondes virtuels, de mesurer et d'optimiser l'empreinte en eau des entreprises, de soutenir la croissance des innovations axées sur le développement durable et de mieux préparer les générations futures par la connaissance de cette ressource clé. Avec Mike Horn, explorateur professionnel de renom et engagé pour préserver notre planète, Bernard Charlès a lancé ce deuxième Acte avec une vidéo mélangeant virtuel et réel.

La surconsommation d'eau douce est l'une des plus grandes menaces auxquelles la planète est confrontée. L'utilisation irresponsable de l'eau pour produire des biens de consommation et des services met en péril la disponibilité des ressources, c'est pourquoi plusieurs des 17 objectifs de développement durable de la Décennie d'action des Nations unies portent sur l'eau, l'assainissement et la vie aquatique. Dassault Systèmes souhaite donner à ses clients les moyens de mieux comprendre leur impact sur les ressources en eau, et œuvrer à créer des approches de consommation plus durables, tout au long du cycle de vie de leurs produits.

Afin de résoudre les enjeux liés à l'eau et à la consommation, réduire notre consommation ne suffit pas. Il faut aussi innover, trouver des solutions durables. C'est ce que souhaite favoriser Dassault Systèmes à travers son **3DEXPERIENCE Lab**, un incubateur d'innovation ouverte qui encourage les créateurs et les passionnés développant des solutions concrètes pour relever les défis majeurs. L'un des plus récents partenaires du Lab est OceanHub Africa, une organisation dont la mission est d'accompagner de jeunes entreprises dont le projet porte directement ou indirectement sur la protection des océans.

Changer notre approche de l'eau nécessite également l'évolution de la mentalité et des compétences des générations futures. Dassault Systèmes s'est engagé dans l'éducation à travers le département **3DEXPERIENCE Edu**, qui donne accès aux solutions Dassault Systèmes à cinq millions d'étudiants chaque année, et aide les professionnels à se perfectionner tout au long de leur vie. Par ailleurs, La Fondation Dassault Systèmes, qui accompagne la transformation de l'éducation et de la recherche, a placé l'océan au cœur de son programme éducatif Mission Océan.

Victoire de MARGERIE
Directrice du marketing corporate
et de la communication



Actes II et III
WATER FOR LIFE
Comment contribuer à
préserver l'eau, notre ressource
la plus précieuse?

Préserver les ressources en eau face à l'augmentation de la population est une urgence. Un certain nombre d'initiatives mondiales ont été mises en place pour inciter les entreprises, les gouvernements et les communautés à s'unir pour conduire un changement positif. Dassault Systèmes a décidé de faire de l'eau, et des effets de la consommation sur elle, le nouveau point focal de sa campagne "The Only Progress is Human". "Water for Life" démontrera comment les mondes virtuels sont de puissants accélérateurs pour mesurer et optimiser l'empreinte en eau des entreprises, soutenir le développement d'innovations axées sur la durabilité, et éduquer les générations futures sur la préservation de cette ressource essentielle.

Acte I
ÉMOTION
Les mondes virtuels changent-ils la manière
dont nous vivons nos émotions?

Acte IV
VILLES
Les villes peuvent-elles s'adapter
à nos besoins croissants?

Acte V
ÉNERGIE
Peut-on produire plus d'énergie renouvelable
que l'on en consomme?

Acte VI
MOBILITÉ
Pourrions-nous faire le tour du monde
sans pour autant l'abîmer?

Acte VII
NATURE
Peut-on imaginer
une industrie 100% durable?

Acte VIII
SANTÉ
Peut-on imaginer un futur
dans lequel nous maîtriserions mieux notre santé?

Actes IX et X
HÉRITAGE ET AVENIR
Comprendre le passé peut-il nous aider
à mieux appréhender l'avenir?

NOUS
SOMMES
LÀ OÙ...

Dans le contexte de la pandémie de Covid-19, nos solutions ont soutenu l'écosystème de la santé pour la recherche, le développement clinique et la production de vaccins en un temps record, et nous avons continué à favoriser la conception et l'élaboration de solutions médicales et chirurgicales adaptées aux besoins de chaque patient.

LA SCIENCE
PROTÈGE
NOS VIES



L'année 2020 et la crise de la Covid-19 ont démontré la pertinence de l'acquisition de Medidata, finalisée à la fin de l'année 2019. La plus grosse opération de croissance externe de l'histoire de Dassault Systèmes s'inscrit parfaitement dans sa stratégie de long terme, à une période historique où les sciences de la vie connaissent une transformation majeure. Pour visualiser la structure moléculaire d'un virus ou pour innover dans les essais cliniques, la combinaison des technologies virtuelles des analytiques et de l'intelligence artificielle sont des leviers puissants. Le modèle de santé centré sur le patient nécessite de mieux comprendre la complexité du corps humain, de l'ADN jusqu'à l'organisme entier en passant par les cellules, les tissus et les organes. Par ailleurs la chirurgie entre dans l'ère de la simulation numérique. Le jumeau virtuel du corps humain devient une réalité pour se préparer aux procédures et concevoir les dispositifs médicaux dont un patient a besoin, afin de prévenir la maladie, de fournir des soins adaptés, de cibler les traitements et de réparer les dommages si nécessaire.



Vivre mieux et plus longtemps : le jumeau virtuel du corps humain

Tout au long de l'année 2020 et partout dans le monde, nous avons vu les systèmes de santé placés sous une contrainte énorme. La crise sanitaire a aussi révélé à quel point le jumeau virtuel d'expérience révolutionne l'ensemble du secteur – de la recherche jusqu'aux soins aux patients. L'industrie des sciences de la vie a réagi d'une manière inédite : collaborative, capable d'évoluer rapidement, et c'est la raison pour laquelle des vaccins sont sortis en 9 mois seulement, contre 15 ans en général. 2020 était aussi l'année où Bernard Charlés a révélé notre ambition de passer "de l'objet à la vie". Quelle différence y a-t-il entre un objet manufacturé et la vie ? La vie ne fait pas de pièces détachées, elle ne connaît pas la standardisation, elle est par essence même personnalisée.

Dans le domaine de la santé, la pertinence du modèle, nourri des données du monde réel, est cruciale. Car pour comprendre le corps humain, en bonne santé ou malade, nous avons besoin de réunir des disciplines scientifiques et médicales extrêmement différentes dans une approche holistique de l'individu, de son expérience et dans son contexte. Notre objectif est de permettre à toutes ces disciplines ensemble de visualiser, comprendre, tester et prédire ce qu'on ne peut pas voir – depuis l'effet d'un médicament sur la maladie jusqu'aux résultats d'une intervention chirurgicale – et ce, avant même que le patient commence son traitement. Il s'agit ainsi d'améliorer l'expérience du patient dans son ensemble et c'est ce que permet la plateforme d'innovation de Dassault Systèmes et Medidata – la seule plateforme d'entreprise scientifique intégrée de bout en bout.

Avec la plateforme **3DEXPERIENCE**, notre ambition est de servir tout l'écosystème de la santé : ensemble, nous agrégeons les savoirs et les savoir-faire, nous diffusons les pratiques médicales d'excellence, nous visualisons et prédisons les réponses à un traitement ou une intervention. Cette vision implique évidemment de placer le patient au centre et donc d'intégrer les enjeux de confiance, d'éthique et de protection des données personnelles.

La puissance combinée de marques telles que MEDIDATA (qui réalise 60 % des essais cliniques liés à la Covid-19 dans le monde), BIOVIA, SIMULIA, CATIA, SOLIDWORKS, DELMIA et NETVIBES apporte au secteur de la santé des solutions permettant de rendre accessibles à tous, dans le monde entier, les vaccins et thérapeutiques qui sont créés et produits.



Afin de faire face à de futures crises, la filière doit cependant gagner en agilité. Nous avons une formidable occasion de transformer le secteur. Dans le monde de la médecine de précision, le patient est au cœur et chaque aspect, de la conception d'une thérapie à son mode d'administration, doit être repensé. Les systèmes actuels ne sont pas configurés pour faire face à la complexité du processus de fabrication, ni à la nécessité de faire des ajustements très rapides.

Les 4 000 professionnels du secteur Sciences de la vie et santé chez Dassault Systèmes sont unis autour de cet objectif, avec un atout unique, celui de combiner la puissance des univers virtuels (modélisation et simulation) et l'exploitation des données de vie réelle.

Il y a eu un avant et un après le Boeing 777 ; il y aura un avant et un après le jumeau numérique du corps humain.

Tarek SHERIF
Cofondateur et co-CEO de Medidata,
Chairman du board Sciences de la vie et santé

La façon dont nous fournissons des connaissances aux praticiens sera influencée par la qualité des données, plus d'engagement, et de l'intelligence artificielle.





AVEC MYMEDIDATA, LE PATIENT PARTICIPE AUX ESSAIS CLINIQUES

Élément majeur de la recherche centrée sur le patient, myMedidata est la nouvelle plateforme qui réunit des capacités d'acquisition de données issues de divers dispositifs, de leurs traitements mais aussi d'échange directs avec les praticiens. MyMedidata comprend l'ensemble des outils *Patient Cloud* associés à la plateforme Rave, deux solutions conformes aux réglementations en vigueur. MyMedidata intègre également eConsent, un système électronique d'obtention du consentement des patients pour leur participation aux essais cliniques ; eCOA (electronic Clinical Outcome Assessments), un outil d'évaluation des résultats cliniques ; ePRO, pour intégrer les résultats apportés électroniquement par les patients ; Wearable Sensors, qui regroupe les données collectées par les biocapteurs et les technologies portables, ainsi que Virtual Trials.

Un réveil et une mobilisation autour de la santé

“Si Medidata est d'abord rattaché au traitement des données produites pendant les essais cliniques, nous travaillons également sur des données issues d'autres sources. En 2020, des centaines de millions de patients, des milliers de chercheurs ont accédé activement, de façon simultanée, à plus de trente téraoctets de données brutes, générées à partir de sources actualisées quotidiennement, au sein de l'environnement MEDIDATA. Des milliards de documents sont utilisés, et nous sommes fiers de participer à ce réveil de toute la société et à une mobilisation autour de la santé en général. Des méthodes et des outils nouveaux vont émerger dans tous les domaines thérapeutiques. Avant l'épidémie de la Covid-19, tout fonctionnait selon l'hypothèse que le soignant et le patient sont présents dans la même pièce. C'est le cas lorsque ce dernier est volontaire pour intégrer un essai clinique mené sur site, ou encore plus fréquemment, lorsqu'il consulte son médecin. Cette hypothèse n'était pas la bonne. L'innovation surgit désormais dans la façon de mener des essais virtuels et de penser autrement la recherche.

| | Subject | Consent | Screening 24 Jul 2020 | Visit 1 24 Jul 2020 | Visit 2 | Visit 3 | End of Study | Supply Accountability Log | Imaging Summary Data | Sensor Data |
|-------------------------|---------|---------|-----------------------|---------------------|---------|---------|--------------|---------------------------|----------------------|-------------|
| Subject | ● | | | | | | | | | |
| Subject Consent Status | | ○ | | | | | | | | |
| Consent Document Status | | ○ | | | | | | | | |
| Visit Date | | | ● | ● | ○ | ○ | ○ | | | |
| Demographics | | | ● | | | | | | | |
| Pregnancy Test | | | ● | | | | | | | |
| Imaging Assessments | | | ○ | | | | | | | |
| Medical History | | | ○ | | | | | | | |
| Physical Examination | | | ○ | | | | ○ | | | |
| Vital Signs | | | ● | ● | ○ | ○ | ○ | | | |

Plus de **23 000** essais cliniques ont déjà été conduits avec les solutions MEDIDATA.

Plus de **40%** des essais cliniques dans le monde s'appuient sur les solutions MEDIDATA.

La médecine de précision, qui a trouvé son origine dans le domaine de l'oncologie, repose sur l'analyse des caractéristiques moléculaires et génétiques des tumeurs. Les découvertes ont mis en évidence la survenue, au sein des cellules normales, d'altérations génétiques qui déclenchent des processus menant à la cancérisation, qui varient d'un patient à l'autre. Les progrès du séquençage du génome ont permis la mise au point de tests moléculaires et de thérapies ciblées sur ces phénomènes cancérogènes. Il s'agit d'exemples de la convergence des domaines biologique et numérique.

Cependant, un paradoxe découle de la médecine de précision. En effet, la médecine de précision signifie,

quasiment par construction, que le nombre de patients bénéficiant de ces thérapies est de plus en plus petit. Plus nous gagnons en précision, mieux nous définissons la population de patients, plus nous devons recueillir de données, plus il est difficile de les collecter et de générer les preuves en question. La transition des thérapies basées sur des cohortes importantes vers une véritable médecine de précision va donc transformer la façon dont nous faisons de la recherche et dont nous pensons les données. Et, lorsque j'évoque la convergence, je pense aussi à la façon dont on peut se représenter les différentes thérapies sur un diagramme de Venn, un ensemble correspondant aux molécules, un autre aux appareils médicaux et un autre aux thérapies numériques. La convergence signifie que la taille des intersections entre ces différents ensembles ira en s'accroissant. Enfin, nous devons nous poser la question de l'accès aux soins : comment proposer des thérapies aux patients de manière équitable, quel que soit leur environnement socio-économique ou leur situation géographique ?”

La transition vers une véritable médecine de précision va transformer la façon dont nous faisons de la recherche et la façon dont nous pensons les données.



Glen DE VRIES
Cofondateur et co-CEO
de Medidata



Quand les données sauvent des vies

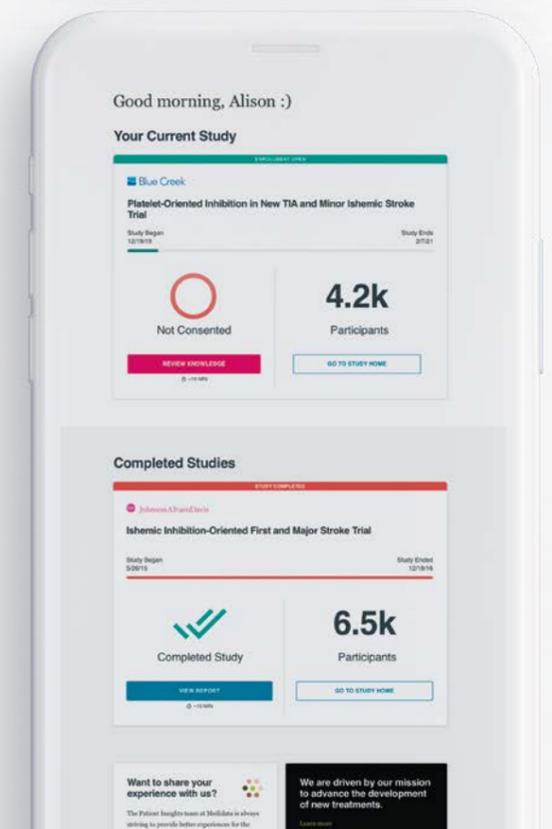
L'utilisation de données d'origines, de sources et de formats divers, parfois hétérogènes (et qui ne sont généralement pas rassemblées et combinées) constitue un axe de progrès particulièrement fécond pour la recherche médicale. Restructurées et mises en relation, ces données s'enrichissent mutuellement et constituent un actif porteur de promesse de progrès thérapeutique. Pour étudier la Covid-19, les chercheurs ont par exemple utilisé des bases de données rassemblant les demandes de remboursement auprès des assurances, des données démographiques ou liées au mode de vie, produites par des organismes de crédit ou par l'administration gouvernementale. Ces données, aux côtés de celles issues de laboratoires, viennent en appui des études, achevées ou en cours, sur l'impact de la Covid-19 auprès de populations spécifiques ou portant sur des prédictions d'hospitalisation.



Cependant, lorsqu'on évoque l'utilisation généralisée de données recoupées, restructurées et agrégées, se pose immédiatement la question de leur confidentialité. En effet, la data n'est pas constituée de chiffres abstraits, elle est intimement liée à l'expérience du patient, du citoyen. L'utilisation de ses données personnelles doit être précisément encadrée, mais des règles trop strictes empêcheraient justement d'utiliser efficacement ces données, notamment si elles interdisaient l'individualisation, la corrélation et l'inférence. L'individualisation, ou singularisation, signifie qu'au sein d'un groupe, il est possible de déterminer qui est une personne à laquelle les données se rapportent. La corrélation signifie qu'il est possible de connecter des données provenant de différentes sources à une personne unique. Et l'inférence signifie qu'il est possible de déduire quelque chose sur une personne simplement parce qu'elle fait partie d'un groupe. Ainsi, même s'il n'est pas possible de donner un nom à la personne en question, si l'un de ces trois éléments est possible, l'ensemble de données ne pourra pas être considéré comme anonyme.

Maintien du secret médical et confidentialité

En outre, les entreprises pharmaceutiques et informatiques travaillent sur des solutions pour mener à distance ou à domicile des études. Le recueil du consentement du patient soulève alors de nouvelles questions d'identification, de maintien du secret médical et de confidentialité. Les services à distance doivent en effet être mis en œuvre avec la même confidentialité que lors d'un face à face dans le cabinet du médecin, derrière une porte close. La ségrégation complète des données, séparées physiquement et logiquement, constitue sans doute une partie de la solution. Or, un grand laboratoire pharmaceutique, lorsque les essais cliniques sont lancés, transfère des données personnelles dans le monde entier, notamment pour des raisons de soumission de celles-ci aux régulateurs, et de respect de la législation. Après autorisation de mise sur le marché, la pharmacovigilance nécessite également d'évaluer des données issues de différents pays. Les données transitent donc d'un pays à l'autre. Il est alors indispensable de disposer de moyens légaux pour transférer, par exemple, des données de l'Union européenne vers les États-Unis.



MYMEDIDATA ECOA

- eCOA en ligne
- Connexion à son myMedidata pour remplir tous les formulaires de données patient nécessaires
- Évaluation personnelle accessible

MYMEDIDATA ECONSENT

- eConsent en ligne permettant aux patients de s'inscrire virtuellement à une nouvelle étude
- Guidé par une vidéo et des documents de consentement adaptés avant de signer virtuellement

RAVE ECOA

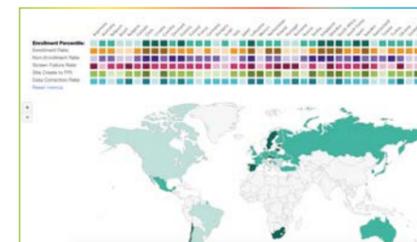
- Accès au compte pendant la période d'essai clinique
- Évaluation électronique des résultats cliniques (Clinical Outcome Assessment)
- Formulaire remplis en ligne par les patients

SENSOR CLOUD

- Intégration rapide de capteurs et d'appareils de qualité médicale
- Incorporation et analyse des données de toute technologie de santé numérique
- Standardisation des données via un modèle commun

MYMEDIDATA LIVE

- Visioconférence en direct avec le personnel des études cliniques
- Alternative aux rendez-vous planifiés sur site
- Saisie des données dans Rave EDC par l'équipe de recherche clinique



Favoriser le consentement éclairé du patient

Lorsqu'un patient intègre un essai clinique, il passe par plusieurs étapes, qui commencent par son implication dans le processus de consentement éclairé. Or, 35 % des patients potentiels refusent d'entrer dans un essai clinique parce qu'ils disent ne pas comprendre les informations qui leur sont données. Les patients utilisant le consentement sur papier montrent un taux de compréhension plus faible que ceux l'utilisant sous forme électronique, qui permet une pédagogie faisant appel à différents modes de communication. Avec eConsent, la solution de consentement électronique et à distance développée par MEDIDATA, les patients passent plus de temps à se renseigner sur l'essai clinique, et comprennent mieux l'objectif, les avantages, les risques d'une étude ainsi que leurs droits et responsabilités. eConsent améliore donc l'éducation et l'engagement des patients, ce qui se traduit également par une amélioration de la conformité et de la fidélisation au sein de l'étude.

Traiter et exploiter les données

Acorn AI, filiale de Medidata, utilise des données cliniques uniques, des analytiques avancées et une expertise humaine développées depuis vingt ans pour supporter la croissance des entreprises des sciences de la vie en accélérant leur développement sur le marché. La solution Intelligent Trial fournit notamment des données d'essais cliniques opérationnels intersectoriels en temps réel, permettant aux clients d'acquiescer un avantage concurrentiel en exécutant des essais cliniques avec une agilité accrue. Synthetic Control Arm®, la solution de bras de contrôle externe de MEDIDATA, utilise des données d'essais cliniques historiques et intersectorielles au niveau des patients pour remplacer ou compléter les bras de contrôle, en particulier dans les maladies dépourvues d'équilibre clinique. Ainsi, le bras de contrôle synthétique peut accélérer le développement clinique dans des situations dans lesquelles les essais contrôlés randomisés traditionnels ne sont pas réalisables ou imposent une charge indue aux patients.

Après l'acquisition et le traitement, l'exploitation nécessite aussi une expertise particulière des données. MEDIDATA Detect est un outil d'analyse statistique centralisé dont les algorithmes aident les chercheurs à interroger les données cliniques en mettant l'accent sur leur qualité et la sécurité des patients. La solution permet notamment, à partir d'expériences utilisateur différentes et complexes, de sources disparates et hétérogènes, de standardiser, d'agréger, de rassembler les données. MEDIDATA a simplifié ces analyses avancées en adoptant une approche de plateforme, les données circulant automatiquement sur le *cloud*, sans qu'il soit nécessaire de réaliser une extraction ou de télécharger les données.

Le comité européen de la protection des données a énoncé les bases juridiques sur lesquelles s'appuyer dans le cadre d'un essai clinique.



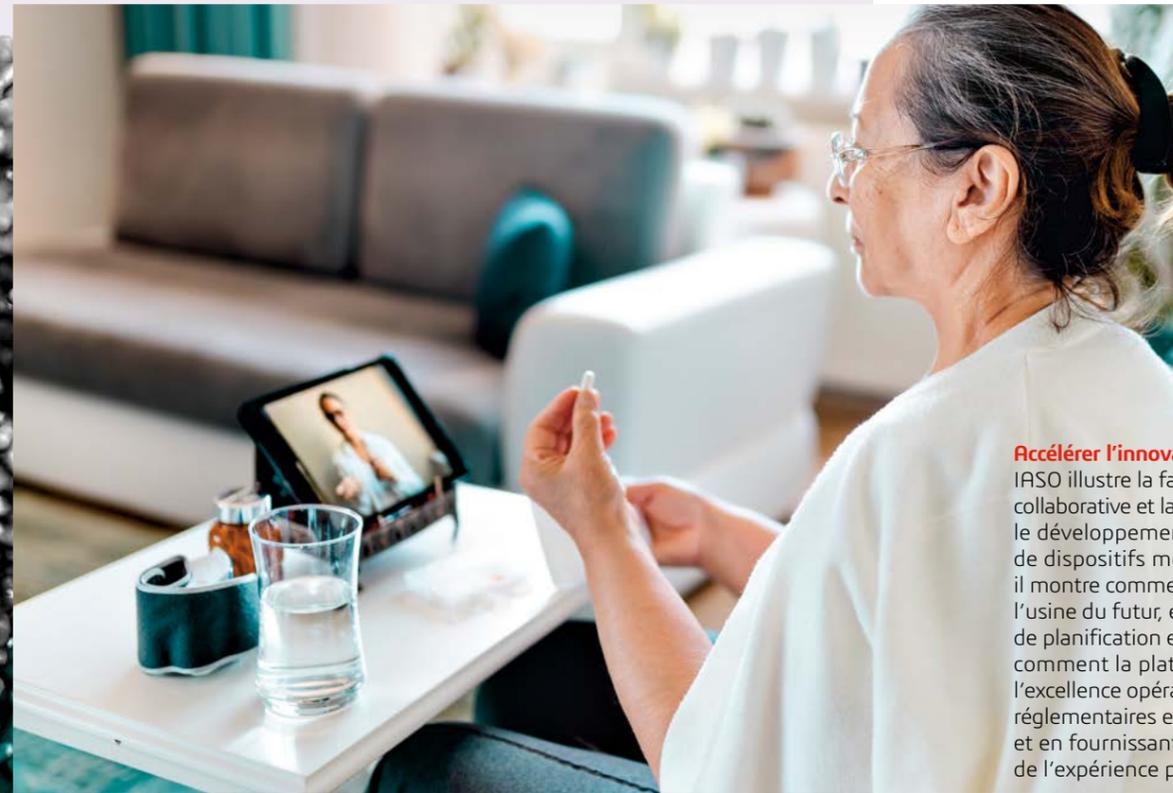
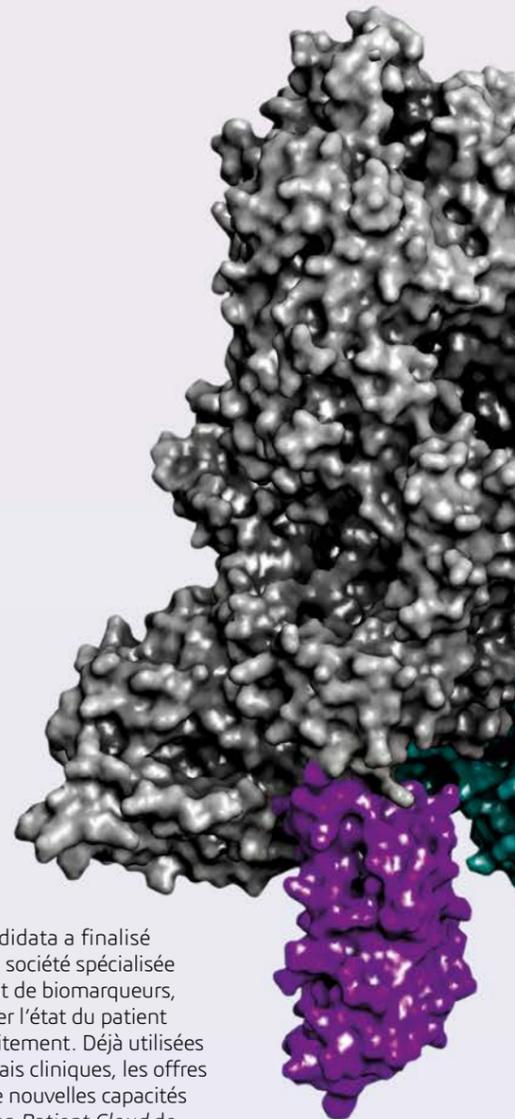
Médecine translationnelle, thérapies ciblées et sciences omiques

Le Dr David Fajgenbaum a changé la manière dont la maladie de Castleman est comprise et traitée. Il avait été diagnostiqué avec une forme de la maladie orpheline (maladie de Castleman multicentrique idiopathique) et est maintenant en rémission en raison d'un traitement de précision qu'il a identifié lui-même. Il a en effet créé et dirige une fondation, le Castleman Disease Collaborative Network, pour accélérer la recherche et les traitements de la maladie grâce à une approche en réseau collaboratif, faisant à la fois appel à la médecine translationnelle et aux thérapies ciblées, une approche devenue un modèle pour d'autres maladies rares. Elle intègre les vues des patients pour guider une recherche à fort impact et identifier les traitements qui peuvent être réutilisés contre la maladie de Castleman. Les sciences omiques, telles que la génomique, la protéomique, la transcriptomique et la métabolomique, ont permis le développement de nouvelles technologies : biocapteurs, outils diagnostiques, traitements. Le Dr Fajgenbaum l'affirme : "L'intégration des données cliniques sur la plateforme MEDIDATA Omics a vraiment transformé notre analyse et notre interprétation des données protéomiques." En lui sauvant la vie, et celle de milliers d'autres patients.



En octobre 2020, Medidata a finalisé l'acquisition de MC10, société spécialisée dans le développement de biomarqueurs, permettant de contrôler l'état du patient ou sa réponse à un traitement. Déjà utilisées dans de nombreux essais cliniques, les offres de MC10 apportent de nouvelles capacités d'analyse aux solutions *Patient Cloud* de MEDIDATA, notamment pour enrichir les données apportées par les patients (ePRO), ou pour l'évaluation des résultats d'essais cliniques (eCOA). Les acteurs de la santé disposeront ainsi d'encore plus de moyens pour gérer virtuellement les essais cliniques. Car les données, issues du monde réel, révèlent toute leur puissance lorsqu'elles peuvent rétroagir sur celui-ci, notamment à travers des dispositifs médicaux. Dans le cadre de la recherche sur les dispositifs, IASO, inspiré du nom de la déesse grecque de la guérison, est ainsi un démonstrateur illustrant le cycle de vie d'un produit biologique combiné à un auto-injecteur, destinés à l'oncologie. Il démontre la valeur que la plateforme 3DEXPERIENCE peut apporter aux acteurs cherchant à innover dans le domaine des médicaments combinés à un dispositif médical.

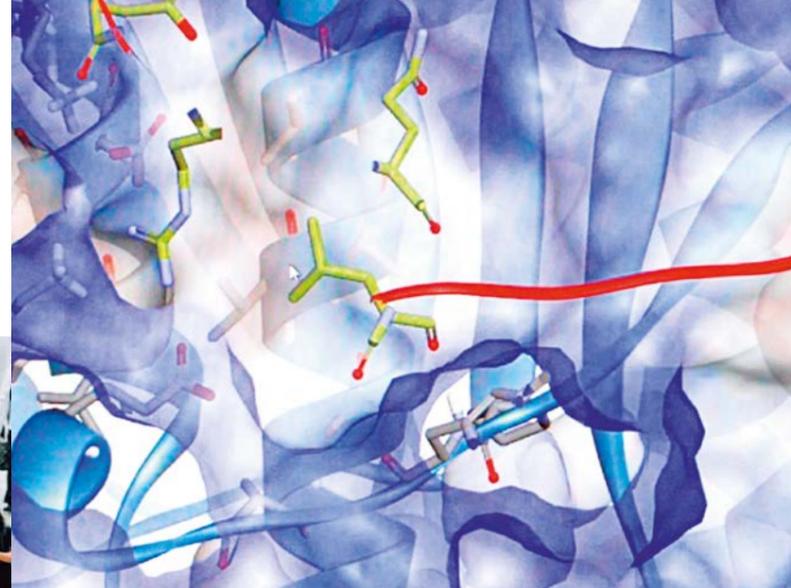
Le modèle a été construit avec BIOVIA Discovery Studio en utilisant la structure PDB 6M17 (récepteur ACE2 humain en complexe avec domaine RBD de la protéine spiculaire SARS-CoV-2) et 7DK4 (protéine spiculaire SARS-CoV-2 en conformation stabilisée pré-fusion avec deux domaines RBD vers le haut) en superposant les deux structures sur le domaine RBD commun.



Accélérer l'innovation avec l'expérimentation *in silico*
IASO illustre la façon dont la conception 3D, l'ingénierie collaborative et la simulation numérique font progresser le développement de médicaments candidats et de dispositifs médicaux. À l'étape de fabrication, il montre comment les entreprises peuvent organiser l'usine du futur, en imaginant de nouvelles solutions de planification et d'exécution. Enfin, IASO démontre comment la plateforme 3DEXPERIENCE favorise l'excellence opérationnelle, en optimisant les activités réglementaires et le système de gestion de la qualité, et en fournissant une vue transversale et unifiée de l'expérience patient.

S'appuyer uniquement sur l'expérimentation physique n'est en effet pas viable économiquement, notamment dans l'environnement Covid-19 en évolution rapide. Les scientifiques ont besoin de mieux comprendre comment les thérapies antivirales et les vaccins fonctionnent. Pour aider les chercheurs à identifier des molécules avec de nouvelles propriétés, BIOVIA a développé BIOVIA Discovery Studio, un environnement de modélisation et de simulation qui fournit aux chercheurs un ensemble complet d'outils, notamment des moyens de conception et d'analyse de produits biologiques, des simulations classiques, une conception basée sur la structure des fragments et le criblage virtuel, visant à identifier des molécules aux propriétés nouvelles. La solution intègre également la simulation pharmacocinétique du signal ADME (absorption, distribution, métabolisme et excrétion) et la prédiction de la toxicité de la molécule étudiée.





Modélisation des recherches moléculaires pour le vaccin Covid-19 par le Migal Galilee Research Institute.

500 000
personnes devraient être enrôlées dans des études longitudinales portant sur la Covid-19 aux États-Unis.

30 000
patients ont participé aux essais de phase III pour le vaccin contre la Covid-19 élaboré par Moderna.

La mise en évidence d'informations scientifiques exploitables

Le Migal Galilee Research Institute en Israël utilise les solutions BIOVIA depuis quatre ans dans le cadre de recherches multidisciplinaires consacrées à des projets de développement de vaccins contre le coronavirus aviaire. Lorsque la Covid-19 est devenue une pandémie, ce centre de recherche universitaire spécialisé dans la science du végétal, l'agriculture, la science environnementale, l'informatique, la nutrition et la biotechnologie a commencé à utiliser ces applications et ces outils de calcul pour étudier les mutations du virus de la Covid-19. L'Institut pilote ses processus de gestion des expérimentations en s'appuyant sur une approche numérique. Les chercheurs peuvent analyser rapidement les données recueillies depuis quatre ans et modéliser le comportement des protéines virales. Ils peuvent ainsi rationaliser le résultat des essais en s'appuyant sur les recherches antérieures, et décider quelles stratégies appliquer à l'avenir. Plus précisément, la solution BIOVIA Pipeline Pilot avec ses capacités de *machine learning* (apprentissage machine) peut rationaliser le cycle d'innovation des recherches en soutenant le déploiement rapide des flux de travail de la Data Science, accélérant la mise en évidence d'informations scientifiques exploitables. Parallèlement, BIOVIA Discovery Studio propose des méthodes de modélisation et de simulation permettant d'explorer les nuances de la chimie des protéines, et favorisant la découverte et le développement de thérapies à base de petites et grandes molécules.

Des données capturées par les patients

Pour mener ses essais visant à mettre au point son vaccin à ARN messenger contre la Covid-19, Moderna s'est par ailleurs appuyé sur la plateforme Rave Clinical Cloud de MEDIDATA. Les équipes de Moderna ont travaillé dans l'urgence avec la rapidité rendue nécessaire par la pandémie mondiale, en recourant à la plateforme *cloud* de MEDIDATA pour les étapes de développement. Cet essai clinique est ainsi l'un des plus importants à ce jour intégrant la capture

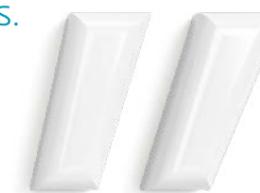
des données effectuée directement par les patients, limitant ainsi leurs déplacements dans les centres médicaux. La virtualisation de l'étude a en outre permis aux participants d'utiliser leurs propres dispositifs, ce qui leur évitait d'avoir à transporter un appareil fourni par l'équipe médicale. Moderna a utilisé plusieurs technologies de la plateforme Rave, parmi lesquelles Rave EDC pour la capture électronique des données, Rave eCOA pour l'évaluation électronique des résultats cliniques, et Detect pour l'analyse statistique centralisée.

Les essais cliniques du futur permettront ainsi aux patients de maximiser les chances d'obtenir rapidement une solution thérapeutique révolutionnaire et profitable. Car au final, toutes ces avancées poursuivent le même objectif : améliorer le parcours du patient. Qu'il s'agisse de traitement médical, quel qu'il soit, mais aussi chirurgical ou prothétique.



|| Nous utilisons BIOVIA Discovery Studio et Pipeline Pilot afin d'étendre nos recherches et d'enrichir nos outils informatiques.

Itai BLOCH
Computational chemist,
Migal Galilee Research Institute



Une prothèse pour vivre à nouveau sa passion

La raison d'être de BioDapt est précisément d'améliorer sans cesse l'efficacité des prothèses hautes performances destinées aux athlètes et aux amateurs de sports de plein air, en optimisant leur qualité et leur résistance. Aussi loin qu'il s'en souvienne, son CEO Mike Schultz a toujours aimé les sports mécaniques, motocross et motoneige, et il est devenu sportif professionnel dans cette dernière discipline, accomplissant ainsi son rêve d'enfant. En 2008, lors d'une compétition internationale, un grave accident détruit une de ses jambes, et l'amputation, une dizaine de centimètres au-dessus du genou, est la seule solution pour le sauver.

Au printemps 2009, Mike Schultz se dresse sur sa première jambe prothétique. Quelques mois plus tard, il comprend qu'il a besoin d'une prothèse plus élaborée pour pouvoir à nouveau pratiquer sa passion. Et il a la conviction qu'il peut en concevoir une lui-même. Mieux que personne, il sait comment son corps doit fonctionner pour revenir au plus haut niveau. Il connaît également le fonctionnement de la suspension et des composants mécaniques de ses machines. La jambe qu'il conçoit en utilisant ce double éclairage lui permet de remporter une médaille d'argent à l'épreuve de supercross des X Games d'été, sept mois après son accident.

C'est à ce moment-là que Mike comprend que sa prothèse peut aider d'autres personnes amputées. Début 2010, il fonde la société BioDapt dans le but de créer les prothèses pour membres inférieurs les plus performantes du marché, destinées aux sports d'action et aux sports motorisés. "SOLIDWORKS simplifie et accélère le processus de conception et nous permet de faire beaucoup plus de choses", s'enthousiasme Mike Schultz. "Nous pouvons concevoir les assemblages virtuellement, puis les tester numériquement avec SOLIDWORKS Simulation pour voir où se trouvent les points faibles." La solution permet en outre la conception collaborative au bureau ou en déplacement, ce qui est habituel pour Mike Schultz.

Sara, son épouse, témoigne du bonheur retrouvé des patients équipés de leur nouvelle prothèse : "Vous voyez leurs visages s'illuminer, car ils ont désormais la possibilité de faire ce qu'ils aiment, et confient à Mike : "Vous avez changé ma vie." Lors des Jeux paralympiques de 2018, dans la catégorie snowboard, neuf athlètes sont montés sur le podium, totalisant onze médailles : tous portaient un équipement BioDapt. Aujourd'hui, le Moto Knee peut être utilisé pour le snowboard, le ski, le cyclisme, le motocross, la conduite de véhicules tout-terrain, la musculation, l'équitation et les sports nautiques. Et la liste continue de s'allonger à mesure que BioDapt progresse en recherche et développement.



VOIR AU-DELÀ DES APPARENCES AVEC DAMAE MEDICAL

Le cancer de la peau, le plus répandu, se présente sous deux formes : le carcinome et le mélanome, cette dernière forme étant la plus grave. Son diagnostic tardif accroît les pertes de chance de survie, et chaque année, ce cancer fait plus de 10 000 décès en Europe. L'incidence du mélanome dans la population augmente depuis plusieurs décennies : depuis 1945, elle a doublé tous les dix ans. DAMAE Medical favorise un diagnostic précoce et en temps réel. La société a développé un nouveau dispositif d'imagerie portatif qui permet une visualisation 3D non invasive des tissus cutanés. En un seul contact sur la peau, l'appareil fournit, en temps réel,

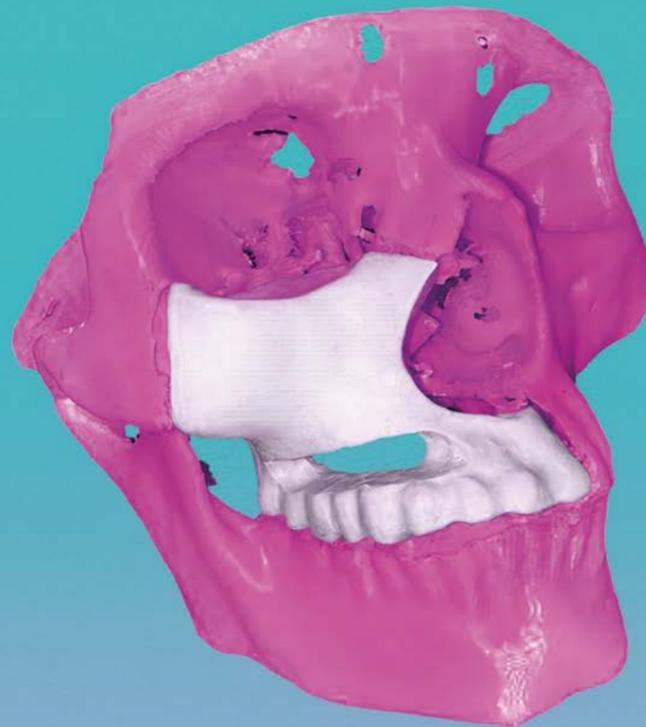


des images très similaires aux images histologiques traditionnelles. L'appareil portable repose sur une approche brevetée combinant la tomographie par cohérence optique (OCT) et la microscopie confocale par réflectance (CM), appelée LC-OCT (Line-field Confocal OCT). La startup française est accompagnée par le programme 3DEXPERIENCE Lab de Dassault Systèmes depuis novembre 2019.



LUCID IMPLANTS ET LA 3DEXPERIENCE

La société LUCID Implants utilise la plateforme 3DEXPERIENCE pour la conception d'implants personnalisés associés à une planification chirurgicale immersive. La plateforme est également utilisée pour le système de gestion de la qualité sur le *cloud*, notamment pour la surveillance in situ des machines, la capture des données et la traçabilité des pièces, ainsi que pour la gestion des stocks et de la logistique, des ventes et les rapports financiers. LUCID Implants bénéficie du soutien du programme 3DEXPERIENCE Lab depuis mars 2020.



Aucun individu n'a la même anatomie faciale

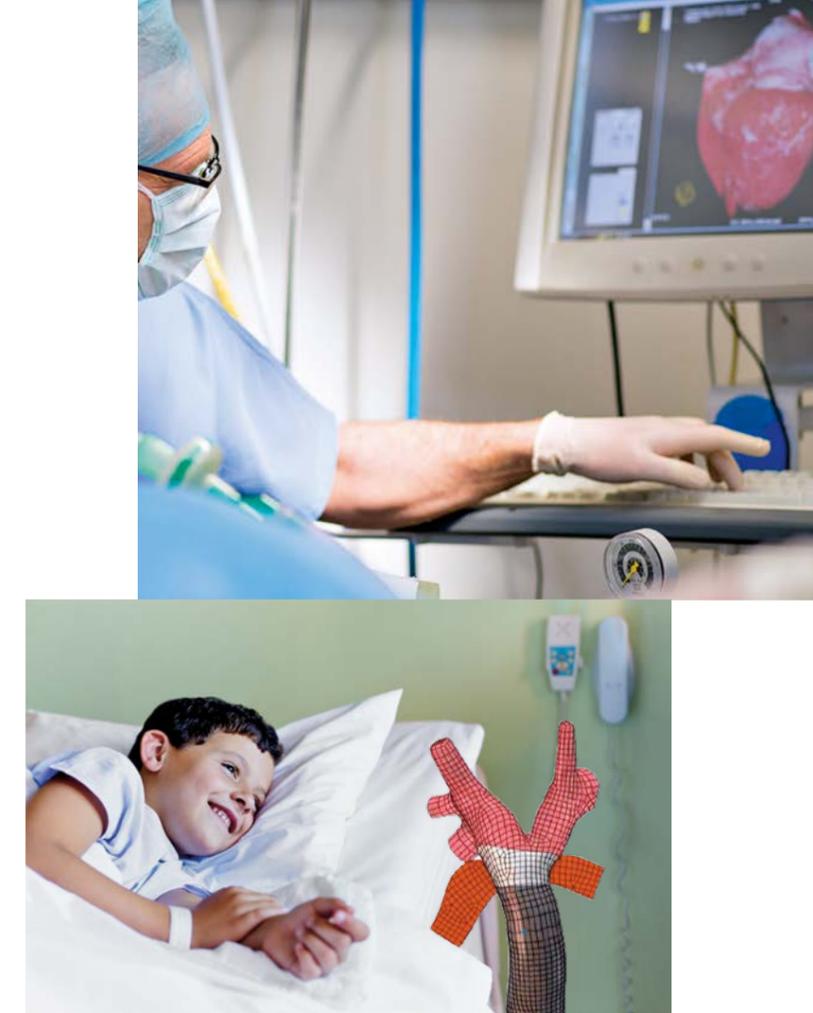
LUCID Implants est une société indienne de technologie médicale qui fournit des solutions chirurgicales personnalisées. Ses équipes conçoivent, développent, fabriquent et commercialisent des implants cranio-maxillo-faciaux et neurochirurgicaux dimensionnés et façonnés individuellement, pour s'adapter précisément à l'anatomie spécifique de chaque patient. La solution complète de LUCID intègre la planification virtuelle pour la simulation préchirurgicale 3D, des modèles anatomiques personnalisés pour une évaluation simulée basée sur des preuves, des guides chirurgicaux peropératoires spécifiques au patient pour une absolue précision, ainsi que des implants personnalisés pour un ajustement parfait.

En effet, aucun individu n'a la même anatomie faciale, alors que tous les implants conventionnels sont produits en série. Souvent, le chirurgien essaie d'adapter le patient au produit au lieu de faire l'inverse ! Dans les procédures traditionnelles de reconstruction faciale, le praticien doit choisir un implant disponible dans le commerce, tel qu'un treillis en titane, ou pratiquer une greffe osseuse autologue après prélèvement d'un greffon sur le corps du patient, d'une taille et d'une forme que le chirurgien doit adapter. Cette technique comporte des risques, et n'est souvent satisfaisante ni d'un point de vue esthétique, ni en termes de qualité de vie des patients. Les solutions personnalisées proposées par LUCID permettent également un contrôle complet sur la procédure chirurgicale et la chaîne de valeur, ce qui réduit au minimum les dommages tissulaires, le temps d'hospitalisation et le coût des soins. ✕

RÉPARER UN CŒUR D'ENFANT

Le Dr David Hoganson, chirurgien cardiovasculaire au Boston Children's Hospital, est né avec une malformation cardiaque congénitale qui a nécessité une opération à cœur ouvert de pointe. Après avoir exercé en tant qu'ingénieur, il a étudié la chirurgie cardiovasculaire avant de se spécialiser dans la chirurgie cardiaque pédiatrique. En tant que chirurgien, il réalise des interventions innovantes auprès de nouveau-nés et d'enfants atteints de cardiopathie congénitale en adaptant souvent des procédures destinées à être utilisées chez les adultes. En particulier, le Dr Hoganson a développé des thérapies révolutionnaires de transplantation et des protocoles d'ingénierie des tissus pulmonaires. De plus, il a été le pionnier de l'utilisation du jumeau virtuel d'un patient pour modéliser des configurations cardiaques complexes avant le traitement, permettant à l'équipe chirurgicale de simuler divers scénarios chirurgicaux *in silico*.

Par exemple, l'équipe du Dr Hoganson peut simuler la façon dont le flux sanguin changera en fonction des différentes approches de réparation ou de reconstruction, les aidant à choisir l'option chirurgicale la plus efficace. Dans les cas complexes, des patchs synthétiques peuvent être conçus et testés sur le jumeau virtuel pour correspondre précisément à la morphologie du patient et garantir des résultats optimaux. Il révolutionne également l'expérience du patient en utilisant les jumeaux virtuels avec la réalité virtuelle pour aider les patients et leurs familles à comprendre la maladie et à participer au plan de traitement. En combinant son expérience personnelle, sa formation en ingénierie et sa formation médicale, le Dr Hoganson ouvre la voie à de nouvelles pratiques, suscitant l'espoir de nombreuses familles dont les enfants peuvent maintenant s'épanouir alors qu'ils auraient pu ne pas survivre autrement.



NOUS
SOMMES
LÀ OÙ...

Les innovations digitales favorisent la réinvention de l'environnement bâti pour un univers urbain durable et résilient. Les ingénieurs, les architectes et les autorités locales ont ainsi les moyens de concevoir, construire et gérer des structures et des systèmes urbains efficaces, esthétiques, ouverts au monde, et garantissant l'avenir des générations futures.

LA VILLE
FAIT MONDE

C'est vers la ville du futur que converge l'essentiel des créations. Les deux tiers de l'humanité vivront dans les villes en 2050, c'est donc dans ces environnements urbains que se concentrera la majeure part du faire et de l'imaginaire. C'est là que se jouera notre avenir – un avenir nécessairement durable sachant harmoniser produit, nature et vie.

Le défi est de taille car les villes sont les créations humaines les plus complexes. On ne peut pas les traiter seulement comme des objets. C'est toute une expérience de vie qui s'y joue : à la fois des flux matériels (transports, énergie, déchets...), un équilibre entre des ressources et des espaces de natures diverses, et bien sûr des scénarios de vie incluant la santé, le travail, l'habitat, la sécurité... Agir sur nos infrastructures et nos villes, c'est relever les grands défis qui vont déterminer la qualité de vie des habitants, l'attractivité et le leadership d'un territoire. C'est agir sur toutes les filières de nos économies.

Un territoire fait système. Il est multidisciplinaire, multi-échelle. De l'extraction minière au bâtiment, de la création de matériaux innovants aux collectivités territoriales, les territoires doivent se penser comme une véritable filière intégrant services, gestion des ressources et urbanisme animée par des flux d'usages et des modèles virtuels, dans une économie des données. Les territoires de demain doivent se penser en filière, intégrant services, gestion des ressources et urbanisme. Ce sont de nouveaux réseaux de valeur, de nouveaux modèles économiques, de nouveaux savoirs. On le voit clairement avec les réseaux de valeur

impliquant de nouvelles infrastructures énergétiques. La transformation doit s'appuyer sur une dynamique d'innovation renouvelée et sur tous les outils que la science et l'ingénierie ont à offrir. Depuis 40 ans, Dassault Systèmes repousse le seuil de la complexité dans l'innovation - avions, systèmes de production, cœur humain... Ce défi, nous le relevons aussi avec les territoires. L'avenir des infrastructures et des villes passe par les univers virtuels et les plateformes de collaboration, c'est une certitude. Demain, pas un territoire ne sera pensé ou géré sans l'appui de son jumeau numérique.

Au-delà de la technologie, il s'agit de rapprocher les citoyens, les gouvernements et les entreprises en vue de développer des solutions pour une urbanisation durable et une meilleure qualité de vie, intégrant les besoins réglementaires, formatifs et scientifiques. Avec la plateforme d'innovation collaborative **3DEXPERIENCE**, Dassault Systèmes offre la possibilité de concevoir, simuler, planifier, développer, analyser et gérer les territoires de demain. Les jumeaux numériques d'expériences (modèles numériques dynamiques), nourris d'un très large ensemble de données géométriques, topologiques, démographiques, climatiques... permettent de simuler des scénarios, de créer des expériences pour aboutir à des solutions durables à tous ces défis.

Par exemple, en fabriquant un bâtiment hors site, on peut réduire le temps de construction, réduire l'empreinte carbone et l'empreinte matière tout en offrant un modèle économique viable pour le consommateur comme pour l'industrie. Ou encore, l'impact positif d'un véhicule électrique peut être amplifié par son intégration à un réseau électrique intelligent qui permet alors d'augmenter la part d'énergies renouvelables intermittentes acceptée par le réseau.

Dans l'économie d'expérience, ce sont les usages qui créent les infrastructures de demain. Inventons les usages de demain.

Sylvain LAURENT
Directeur général adjoint,
Chairman du board Infrastructures et villes

MODÉLISER ET PILOTER LES GRIDS ÉNERGÉTIQUES

ModeliScale est un projet collaboratif et innovant porté par Dassault Systèmes, à la convergence des mondes académique et industriel, visant la création du jumeau virtuel d'un système énergétique complet : production, transport, fourniture et usage. L'objectif est de simuler des scénarios prospectifs pour prédire le dimensionnement des installations ainsi que leur pilotage, à l'échelle d'un bâtiment, d'un quartier ou d'une ville. Les systèmes énergétiques, de plus en plus décentralisés, impliquent davantage d'acteurs et de consommateurs. L'insertion progressive de nouvelles sources de production et de consommation d'énergie modifie l'architecture de ces systèmes. L'utilisation des batteries des véhicules servant de stockage réclame une gestion précise du futur mix énergétique : de nouveaux moyens de modélisation et de simulation sont indispensables. ModeliScale répond à ces ambitions au travers de solutions de *ModSim* (modélisation et simulation) dans l'offre CATIA Systèmes. ModeliScale est soutenu par Bpifrance et la région Île-de-France.

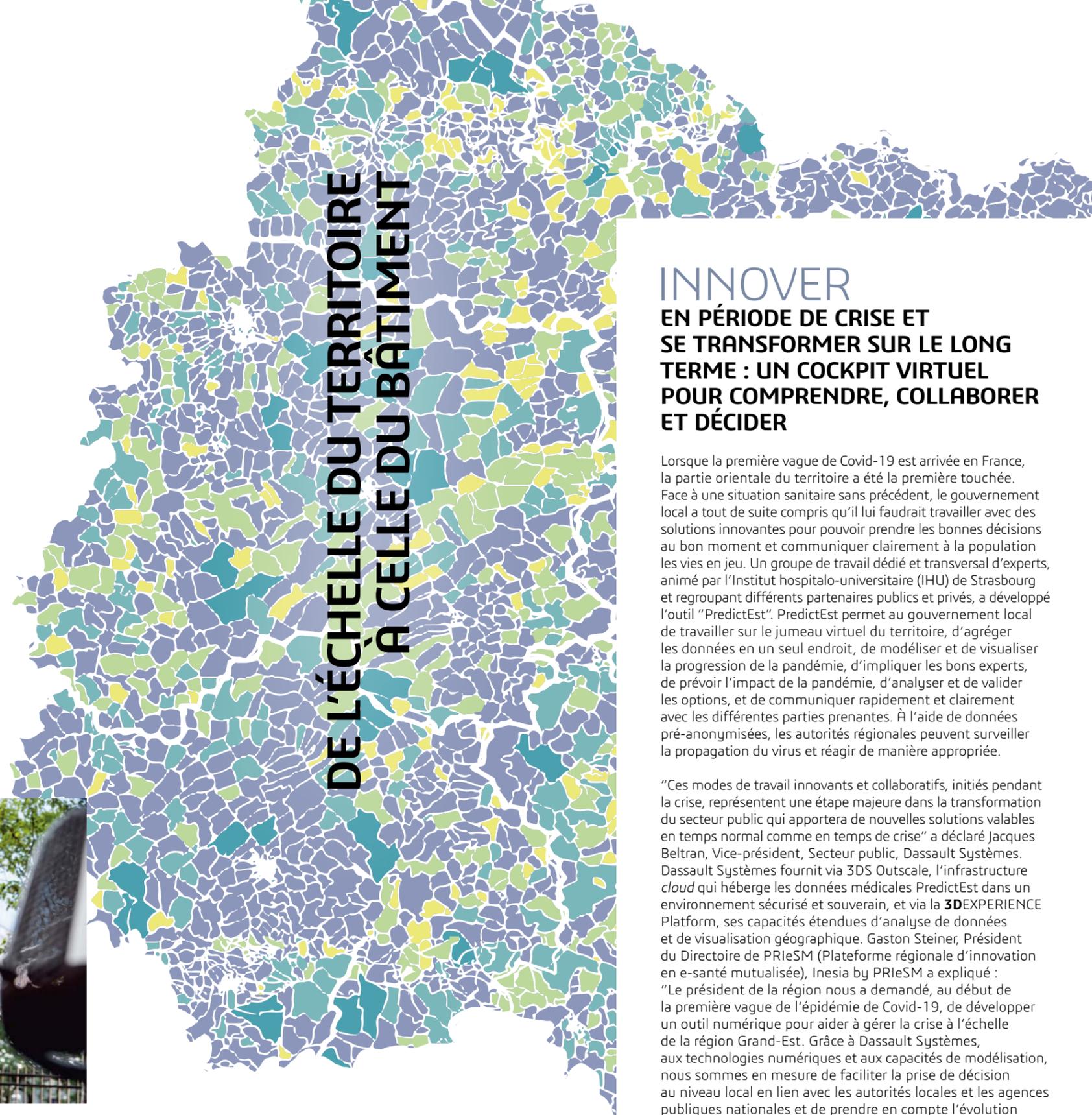
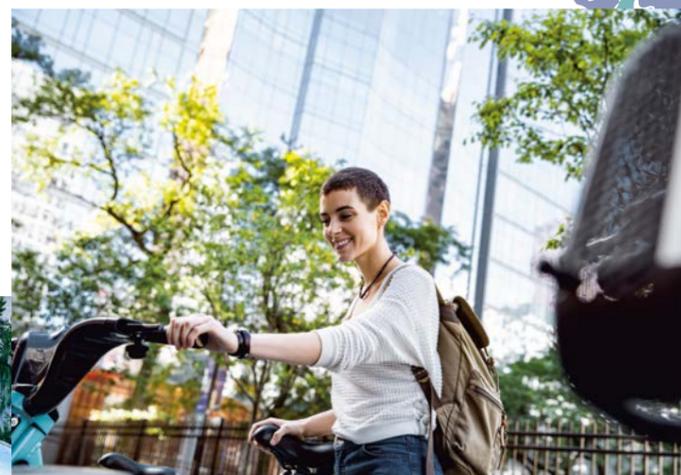




ANTICIPER LA VILLE DE DEMAIN

La croissance urbaine durable est entrée dans une nouvelle ère, confrontée à de nouveaux défis, et soumise aux pressions démographiques, réglementaires et du changement climatique. Les municipalités et les territoires sont désormais les moteurs du programme mondial de développement durable, et doivent répondre aux attentes des citoyens pour une vie meilleure dans des villes plus résilientes, numériques et attractives. Créer des villes intelligentes ne consiste pas seulement à connecter des interfaces numériques aux infrastructures traditionnelles, ou à rationaliser les opérations. Il s'agit de repenser, de définir et de relier des politiques plus fortes pour offrir une meilleure qualité de vie aux citoyens, tout en maîtrisant les coûts. L'introduction du jumeau virtuel de la construction à l'échelle du bâtiment va radicalement transformer le secteur de la construction. Il va faciliter l'optimisation des déchets, la recherche d'efficacité énergétique, l'utilisation de matériaux biosourcés et le calcul de l'empreinte carbone. Ces informations, aujourd'hui déclaratives, seront demain précisément produites et documentées. La première condition pour contribuer au développement durable est de construire des bâtiments qui soient plus efficaces en termes de consommation énergétique. La plateforme **3DEXPERIENCE** permet d'utiliser une approche modulaire

multidiscipline et non plus par corps de métier, favorisant la création de nouvelles expériences hautement paramétrables et la collaboration améliorant la qualité de vie dans les espaces du bâtiment. Au niveau de la ville, plus celle-ci grandit et se densifie et plus elle doit anticiper sa transformation, repenser et imaginer la cohérence de ses infrastructures avec les évolutions rapides et complexes, notamment des transports. Dassault Systèmes accompagne les autorités urbaines locales pour imaginer cette transformation, pensée à travers le prisme des flux énergétiques et de mobilité. L'anticipation des flux à travers les critères de durabilité permet d'envisager la ville de demain, son jumeau virtuel jouant les différents scénarios et favorisant la collaboration entre les bureaux d'études, les entreprises de construction et les services municipaux afin de mieux réguler, penser, structurer et orienter les schémas de développement. Le jumeau virtuel permet le partage des données, le travail collaboratif et le suivi de la mise en œuvre de tous les projets rassemblés en un seul endroit. C'est ainsi que les villes peuvent mieux penser le virtuel, pour transformer plus efficacement le réel. ✕



Taux de dépistage



INNOVER EN PÉRIODE DE CRISE ET SE TRANSFORMER SUR LE LONG TERME : UN COCKPIT VIRTUEL POUR COMPRENDRE, COLLABORER ET DÉCIDER

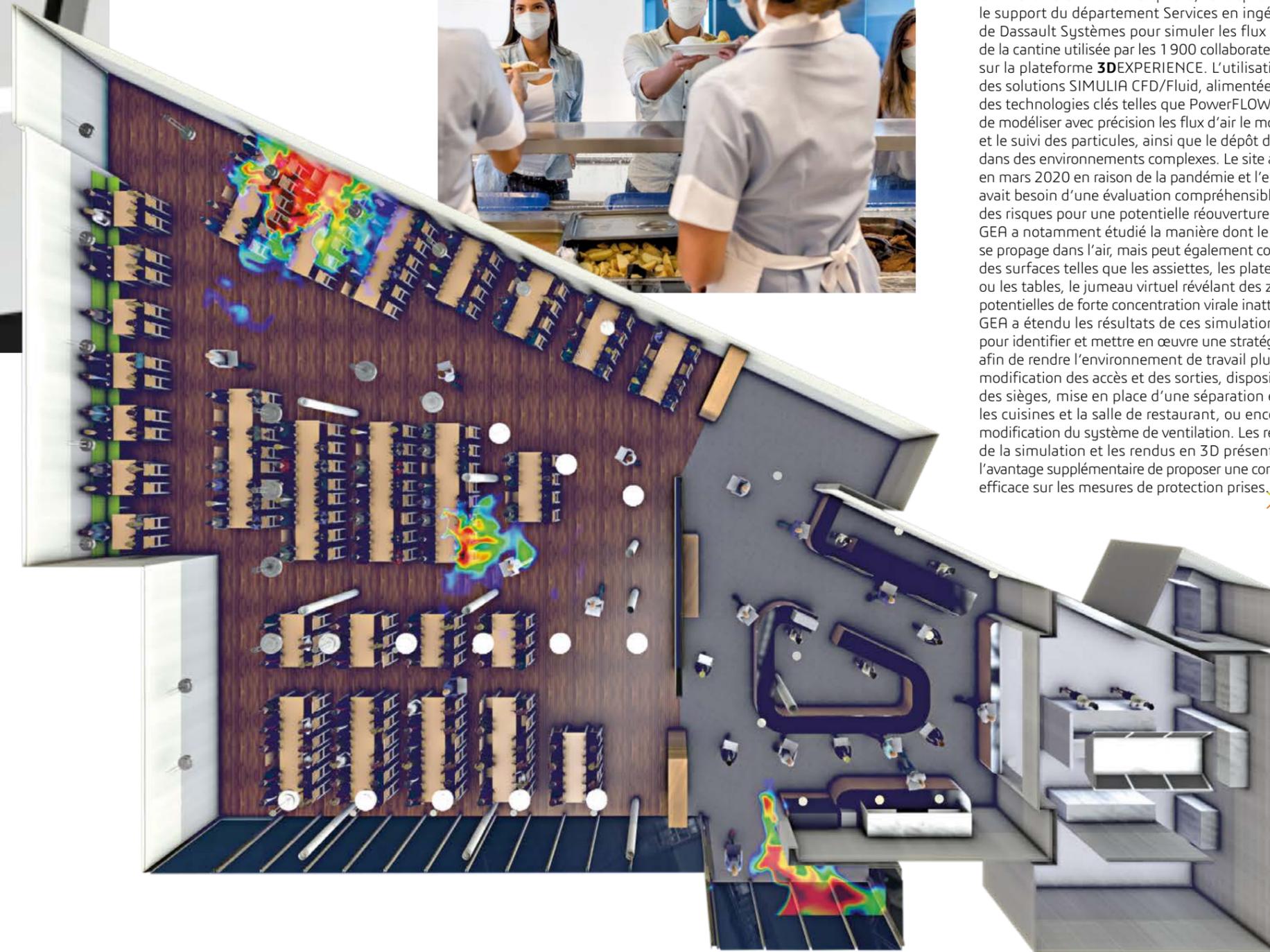
Lorsque la première vague de Covid-19 est arrivée en France, la partie orientale du territoire a été la première touchée. Face à une situation sanitaire sans précédent, le gouvernement local a tout de suite compris qu'il lui faudrait travailler avec des solutions innovantes pour pouvoir prendre les bonnes décisions au bon moment et communiquer clairement à la population les vies en jeu. Un groupe de travail dédié et transversal d'experts, animé par l'Institut hospitalo-universitaire (IHU) de Strasbourg et regroupant différents partenaires publics et privés, a développé l'outil "PredictEst". PredictEst permet au gouvernement local de travailler sur le jumeau virtuel du territoire, d'agréger les données en un seul endroit, de modéliser et de visualiser la progression de la pandémie, d'impliquer les bons experts, de prévoir l'impact de la pandémie, d'analyser et de valider les options, et de communiquer rapidement et clairement avec les différentes parties prenantes. À l'aide de données pré-anonymisées, les autorités régionales peuvent surveiller la propagation du virus et réagir de manière appropriée.

"Ces modes de travail innovants et collaboratifs, initiés pendant la crise, représentent une étape majeure dans la transformation du secteur public qui apportera de nouvelles solutions valables en temps normal comme en temps de crise" a déclaré Jacques Beltran, Vice-président, Secteur public, Dassault Systèmes. Dassault Systèmes fournit via 3DS Outscale, l'infrastructure *cloud* qui héberge les données médicales PredictEst dans un environnement sécurisé et souverain, et via la **3DEXPERIENCE Platform**, ses capacités étendues d'analyse de données et de visualisation géographique. Gaston Steiner, Président du Directoire de PRleSM (Plateforme régionale d'innovation en e-santé mutualisée), Inesia by PRleSM a expliqué : "Le président de la région nous a demandé, au début de la première vague de l'épidémie de Covid-19, de développer un outil numérique pour aider à gérer la crise à l'échelle de la région Grand-Est. Grâce à Dassault Systèmes, aux technologies numériques et aux capacités de modélisation, nous sommes en mesure de faciliter la prise de décision au niveau local en lien avec les autorités locales et les agences publiques nationales et de prendre en compte l'évolution de l'épidémie ou sa projection pour les semaines à venir" ✕

LA QUALITÉ DE L'AIR AU CŒUR DES ENJEUX DE LA VILLE DE DEMAIN

SIMULER ET ÉVALUER LA DISPERSION DU VIRUS DANS UN HÔPITAL DE WUHAN

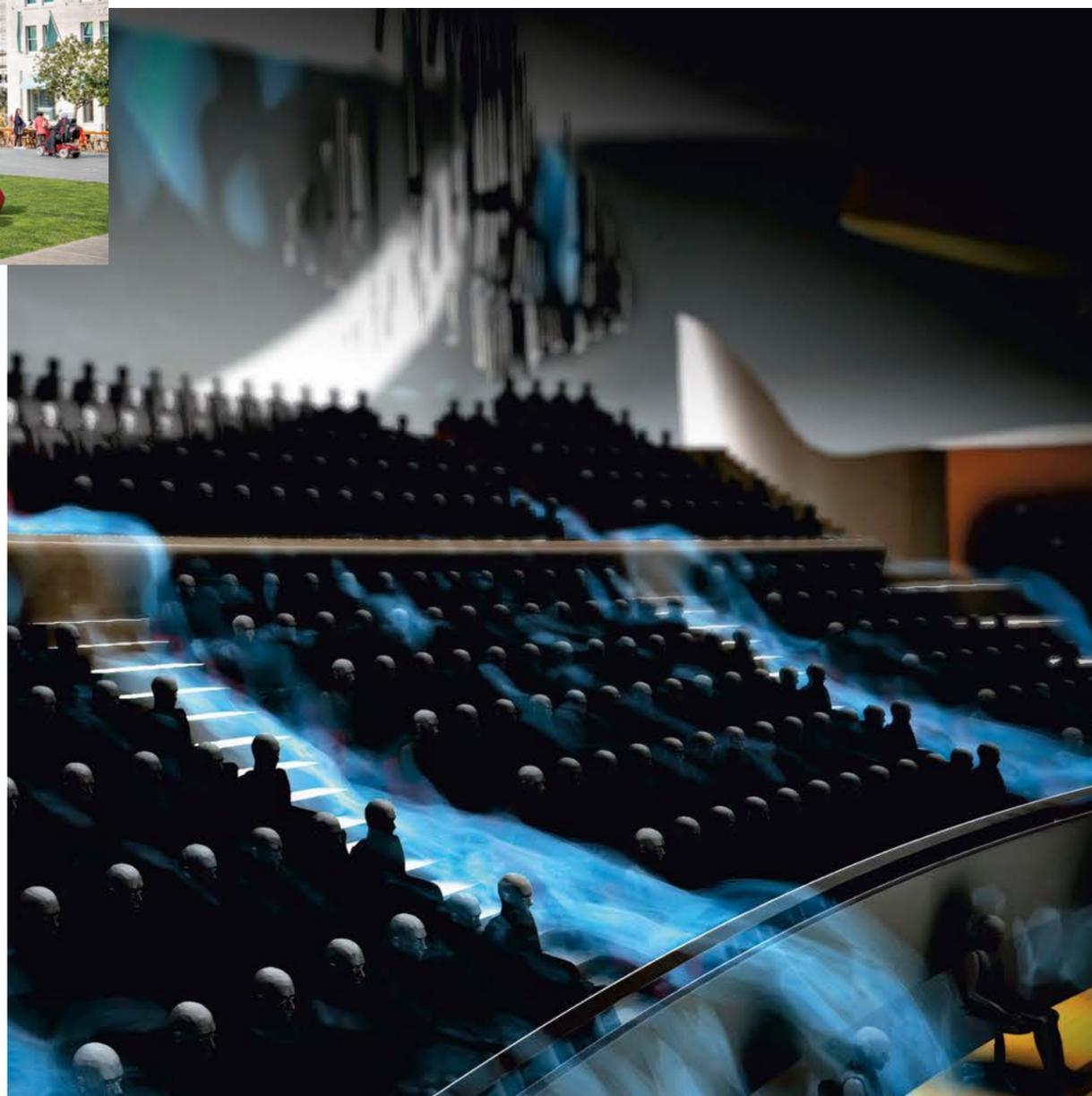
Au début de la pandémie de la Covid-19, les images montrant la construction en quatorze jours de l'hôpital modulaire de campagne Leishenshan, situé à Wuhan en Chine, ont fait le tour du monde. Les ingénieurs ont utilisé la plateforme **3DEXPERIENCE** pour simuler la diffusion du virus dans le système de ventilation de l'hôpital, prévenir les risques non planifiés et éviter la contamination des environnements avoisinants, notamment en minimisant l'infection croisée à l'intérieur de l'établissement, ainsi que les éventuelles répercussions du virus sur les communautés environnantes. La solution CFD XFlow de SIMULIA a permis la simulation de la distribution de l'air intérieur et l'optimisation de l'évacuation de la contamination dans les salles d'isolement à pression négative, afin de protéger au mieux les membres du personnel hospitalier. XFlow a aussi simulé l'impact des émissions d'aérosols et de gaz à l'extérieur de l'hôpital, permettant de déterminer la conception et l'implantation de l'hôpital modulaire. ✕



SÉCURISER LES ESPACES DE RESTAURATION EN ENTREPRISE

L'entreprise allemande GEA est un des acteurs majeurs de l'ingénierie d'usine, et fournit des technologies et des machines pour les secteurs alimentaire, boisson et pharmaceutique. Pour son usine d'CElde en Rhénanie-du-Nord-Westphalie, l'entreprise a demandé le support du département Services en ingénierie de Dassault Systèmes pour simuler les flux d'air de la cantine utilisée par les 1900 collaborateurs du site sur la plateforme **3DEXPERIENCE**. L'utilisation des solutions SIMULIA CFD/Fluid, alimentées par des technologies clés telles que PowerFLOW, permet de modéliser avec précision les flux d'air le mouvement et le suivi des particules, ainsi que le dépôt de surface dans des environnements complexes. Le site a fermé en mars 2020 en raison de la pandémie et l'entreprise avait besoin d'une évaluation compréhensible des risques pour une potentielle réouverture : GEA a notamment étudié la manière dont le virus se propage dans l'air, mais peut également contaminer des surfaces telles que les assiettes, les plateaux ou les tables, le jumeau virtuel révélant des zones potentielles de forte concentration virale inattendues. GEA a étendu les résultats de ces simulations pour identifier et mettre en œuvre une stratégie efficace afin de rendre l'environnement de travail plus sûr : modification des accès et des sorties, disposition des sièges, mise en place d'une séparation entre les cuisines et la salle de restaurant, ou encore modification du système de ventilation. Les résultats de la simulation et les rendus en 3D présentent l'avantage supplémentaire de proposer une communication efficace sur les mesures de protection prises. ✕





RÉDUIRE LES RISQUES DE CONTAMINATION AÉROPORTÉE DANS LES ESPACES PUBLICS

La crise de la Covid-19 a mis en lumière la manière dont les virus circulent dans l'air. Afin de pouvoir maintenir les espaces publics ouverts en toute sécurité ou de les rouvrir lors de la reprise de l'activité économique et sociale, les solutions de Dassault Systèmes permettent de simuler des scénarios et d'identifier des mesures d'atténuation efficaces. Cela est vrai pour un large éventail de lieux tels que les hôpitaux, les bâtiments administratifs et les bureaux, les lieux culturels et touristiques, les transports, etc.

Pendant la pandémie, Dassault Systèmes a initié une collaboration avec plusieurs hôpitaux français (AP-HP) pour simuler les flux de particules en suspension dans l'air et le dépôt ou le transport d'agents pathogènes. Ces projets étaient essentiels pour confirmer la valeur scientifique des simulations déployées autour des patients, de leur environnement et du risque de contamination au sein de l'hôpital. La mise en commun de l'expertise médicale et de terrain des équipes AP-HP et la simulation de Dassault Systèmes ont permis une nouvelle approche de la compréhension scientifique. Ces projets ont fourni des résultats immédiatement exploitables par les hôpitaux pour confirmer ou adapter les mesures d'atténuation qu'ils prévoyaient d'adopter :

- À titre d'exemple, les simulations réalisées ont permis à l'hôpital Bichat – Claude-Bernard AP-HP de réorganiser une salle de traumatologie en optimisant l'orientation des lits des patients, en comprenant la contamination de surface et en ajoutant des systèmes de filtration d'air au-dessus des patients Covid-19.
- Nos équipes SIMULIA ont également évalué avec l'hôpital Pitié-Salpêtrière à Paris l'adéquation de la réorganisation d'une salle de suivi post-intervention avant modifications. Ensemble, ils ont élaboré différents scénarios à l'intérieur de cette salle occupée par une dizaine de patients infectés ou en bonne santé pour définir les meilleures dispositions pour le personnel médical et la sécurité des patients. "Nous devons continuer à suivre une approche proactive afin de minimiser les conséquences de ce virus sur nos concitoyens et le système de santé", déclare Claire Biot, Vice-présidente en charge des industries de santé chez Dassault Systèmes. "La simulation peut être utilisée pour améliorer la sécurité dans les hôpitaux, les Ephad et les cliniques spécialisées, ainsi que pour optimiser le plan au sol d'hôpitaux qui ne sont pas encore construits. Cette collaboration s'inscrit dans le cadre de notre raison d'être dont l'objectif est d'harmoniser les produits, la nature et la vie, pour rendre le monde meilleur, plus sûr et plus sain.

"Grâce à l'expertise développée avec les hôpitaux, Dassault Systèmes a également aidé la Philharmonie de Paris, monument philharmonique de la capitale française, à se préparer à rouvrir en toute sécurité sa plus grande salle de concert. D'une capacité de 2 400 places, la Grande salle Pierre Boulez présente une configuration enveloppante qui plonge le public de la salle de concert dans la musique, et un système de ventilation unique dans chaque siège qui introduit tranquillement l'air frais et régule sa direction et sa vitesse. Équipé des données fournies par la Philharmonie de Paris, Dassault Systèmes a créé une maquette de la salle de concert à pleine capacité en 3D, et visualisé le flux d'air des balcons les plus hauts vers le sol de l'orchestre, afin d'évaluer les impacts du flux d'air sur la propagation des particules virales. La simulation a permis d'expérimenter et de comprendre comment l'air circule dans l'espace, d'évaluer l'efficacité des mesures préventives de la Philharmonie de Paris et d'en identifier de nouvelles si nécessaire.

"La sécurité du public, de nos artistes et de notre personnel n'est pas négociable. C'est pourquoi nous avons décidé de nous associer à Dassault Systèmes. Grâce à leur technologie de simulation de pointe, nous sommes prêts à rouvrir notre salle de concert dans les meilleures conditions", déclare Laurent Bayle, directeur de la Philharmonie de Paris.

"Notre collaboration avec la Philharmonie de Paris s'inscrit dans le cadre des efforts que nous entreprenons quotidiennement pour aider les entreprises à simuler, visualiser et analyser les conditions existantes, pour évaluer l'effet de scénarios hypothétiques, ainsi que pour identifier des solutions permettant de rouvrir et de fonctionner en toute sécurité", déclare Florence Verzelen, Directrice générale adjointe, Dassault Systèmes. "Dans la vie, les répétitions n'existent pas. Mais à l'heure où le monde réel met tout en œuvre pour sortir du confinement, les mondes virtuels rendent possibles des expérimentations qui permettent de révéler de nombreuses inconnues"



LA CONSTRUCTION IMMOBILIÈRE EN PLEINE TRANSFORMATION



Bâtiment ABC
de Grenoble
(Autonomous Building
for Citizens).

Bouygues Construction, partenaire de long terme de Dassault Systèmes, après une première phase de numérisation et d'automatisation de ses processus, ouvre la deuxième phase de sa transformation digitale : le but est de rendre l'accès à la construction plus abordable, de construire plus durable et d'améliorer la santé-sécurité. Les solutions Integrated Built Environment et Creative Building Design reposent sur une approche systémique de la gestion des projets, basée sur des modèles intégrés et collaboratifs utilisant le jumeau virtuel. L'approche sert clairement une stratégie climat ambitieuse pour réduire l'empreinte carbone des constructions. Bouygues Construction utilise de plus en plus le bois, qui stocke plutôt qu'il n'émet du carbone, ce qui suppose une évolution du secteur impliquant architectes, fournisseurs, fabricants et entrepreneurs. Ensuite, la plateforme **3DEXPERIENCE** permet la création d'une base de données des composants afin de pouvoir les réutiliser dans d'autres structures à la fin de la vie d'un bâtiment. Bouygues Construction et Dassault Systèmes accompagnent la transformation environnementale des villes grâce à des conceptions bioclimatiques telles que la production d'énergie solaire et éolienne, la collecte et la réutilisation des eaux de pluie et des eaux usées, et le développement de fermes urbaines. ✕



QUAND LES ROBOTS ÉLARGISSENT LE CHAMP DES POSSIBLES

L'agriculture nécessite aujourd'hui un investissement important en machines, mais génère des revenus relativement faibles. Par ailleurs, répondre aux exigences écologiques requiert que les agriculteurs consacrent plus de temps à certaines tâches, par exemple en substituant le désherbage mécanique à l'épandage d'intrants chimiques. La robotique peut aider les exploitants en effectuant un travail chronophage et à faible valeur ajoutée. Le projet d'AgreenCulture, une entreprise française, soutenue par le **3DEXPERIENCE** Lab, est de rendre l'écologie abordable en utilisant une plateforme agricole commune pour mutualiser le matériel, plutôt que chaque type de culture n'ait son robot et ses processus dédiés. L'entreprise utilise la plateforme **3DEXPERIENCE** pour modéliser et simuler, et accélérer le passage de l'idée originale jusqu'au produit final. AgreenCulture propose un système exclusif de positionnement d'une précision centimétrique, ainsi qu'un boîtier d'accès au *cloud* pour que les robots agricoles d'entreprises partenaires puissent se connecter à une intelligence artificielle de guidage et de positionnement. ✕

NOUS
SOMMES
LÀ OÙ...

L'émergence de déplacements plus fluides, plus simples, plus silencieux et plus sobres en énergie est rendue possible grâce aux univers virtuels qui permettent la conception, la modélisation et la simulation de nouvelles expériences de mobilité. Sur terre, sur mer, dans l'air ou dans l'espace.

LE FUTUR
S'ENVOLE



Pour rendre les déplacements plus sûrs, plus simples, et assurer une mobilité plus durable, le secteur aérospatial se réinvente continuellement, s'appuyant sur sa longue histoire et sa culture de l'innovation. Les priorités environnementales sont étroitement liées aux objectifs historiques tels que l'efficacité, la rentabilité et la conformité réglementaire, essentiels pour les entreprises. Pour les atteindre, elles construisent une expérience virtuelle jumelle de leur appareil, pour gérer l'intégralité de son cycle de vie, de l'analyse initiale à la modélisation de la conception 3D, en passant par la définition des exigences, l'obtention de la certification et la fabrication. Cette approche de système de systèmes simplifie les complexités d'ingénierie entre les composants mécaniques, électriques ou logiciels en utilisant un langage standard. Les ingénieurs peuvent ainsi optimiser la conception en évaluant des milliers d'hypothèses et en trouvant les configurations qui répondent le mieux à la liste des exigences.

INTERSTELLAR

Le groupe de recherche Interstellar Lab, basé en France et en Californie, construit et teste des stations expérimentales de bio-régénération visant l'autonomie. Sur la Lune, Mars ou la Terre.



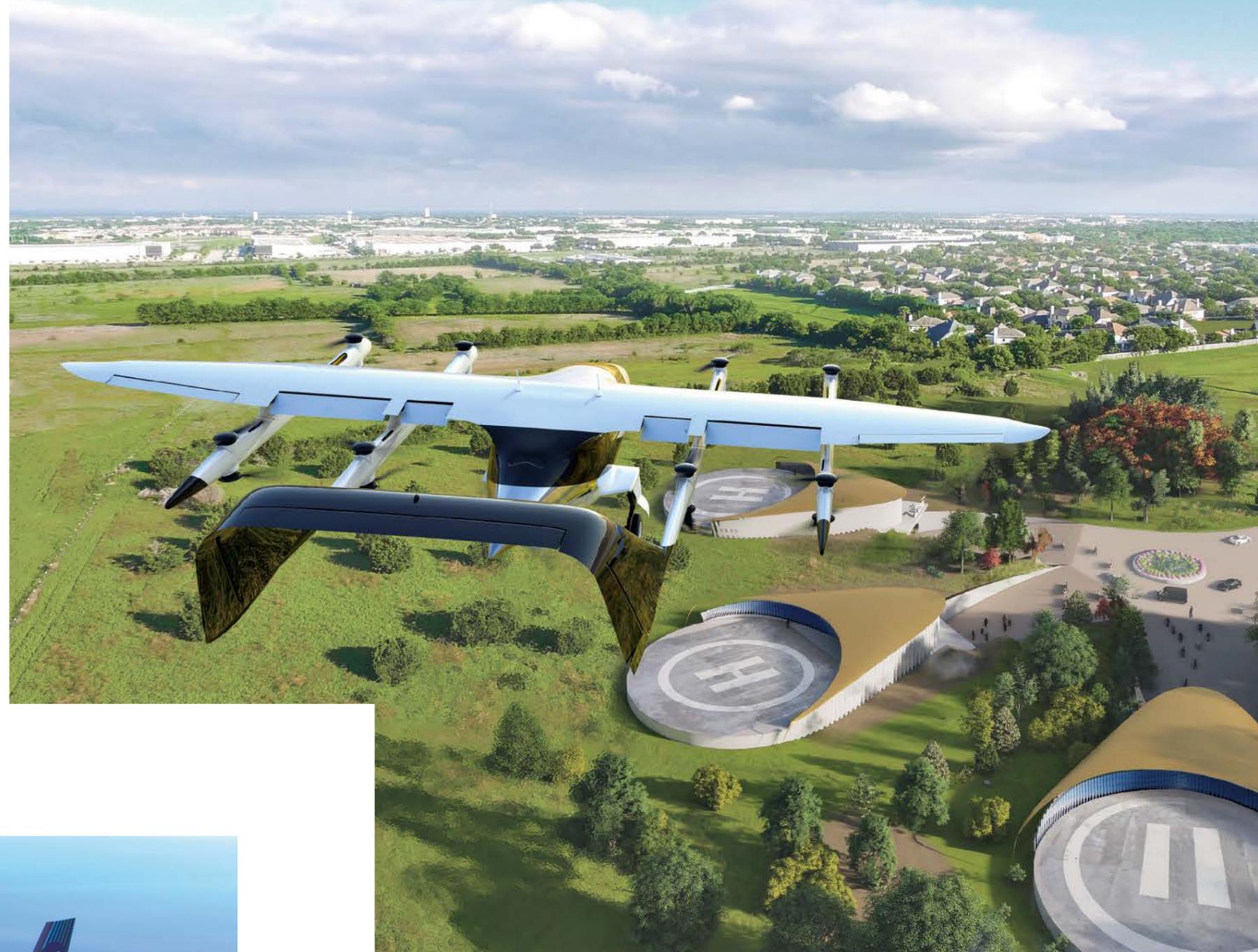
VERTICAL AEROSPACE

La startup britannique Vertical Aerospace lancera prochainement le premier eVTOL certifié, qui pourrait proposer ses premiers vols commerciaux dès 2024. (eVTOL : electric Vertical Take Off and Landing).



ZURI

La société tchèque Zuri associe sur ses eVTOL les voilures fixe, pour la partie horizontale du vol, et tournante pour le décollage et l'atterrissage.



XSUN

La société française XSun conçoit, teste et démontre les capacités de ses drones à longue portée fonctionnant à l'énergie solaire.

Des technologies spatiales pour une vie plus durable

La Lune sera, en 2023, la première étape vers des destinations plus lointaines comme la très convoitée Mars. Basée en France et en Californie, la startup Interstellar Lab s’inspire de la façon dont nous pourrions vivre dans l’espace et sur d’autres planètes pour construire et tester des stations expérimentales biorégénératives d’abord sur la Terre, puis répliquables sur la Lune ou sur Mars. Ces stations, modulaires et assemblables en villages, voire en villes, disposent de systèmes à environnement contrôlé en boucle fermée et permettent une vie en totale autonomie. Tout ou presque y est recyclé, rendant l’eau, l’air et la nourriture aussi renouvelables que possible, en réduisant de plus de 99% la surface nécessaire pour nourrir leurs habitants avec une économie de 98% des besoins en eau et un approvisionnement régulier en fruits et légumes toute l’année. Interstellar Lab associe l’expertise de la NASA, SpaceX, Airbus, Safran, Saint-Gobain et Dassault Systèmes. Ce dernier met à disposition la plateforme **3DEXPERIENCE** et la solution *Reinvent the Sky* afin de rassembler les nombreuses compétences impliquées dans le projet : biologistes, ingénieurs en aéronautique, spécialistes des systèmes de contrôle, experts en science des matériaux, architectes et mathématiciens. Adoptant l’approche de conception paramétrique de la plateforme, l’équipe d’ingénieurs et architectes d’Interstellar Lab peut procéder à de multiples itérations et simulations pour affiner et optimiser la conception et la fabrication des stations EBIOS et de leurs différents modules, les BioPods. Le jumeau virtuel de la station sera inestimable à mesure qu’Interstellar Lab progressera vers la construction et l’exploitation de ses modules. Basée sur le *cloud*, la solution offre à tout moment un accès sécurisé aux équipes, où qu’elles se trouvent.

L’avion électrique à décollage vertical réinvente la mobilité

Silencieuses, efficaces et sans émissions carbone, les machines eVTOL (pour electric Vertical Take Off and Landing) constituent la prochaine solution de mobilité intra- ou interurbaine de rupture. Un des pionniers du secteur, la startup britannique Vertical Aerospace, est sur le point de construire le premier eVTOL pour le transport de passagers certifié au monde avec le VA-X4, qui pourrait proposer ses premiers vols commerciaux dès 2024. Nettement plus silencieux et avec un coût de fonctionnement beaucoup moins élevé qu’un hélicoptère, cet avion vise le marché des voyages entre zones mal desservies par les trains à grande vitesse et par les compagnies aériennes régionales.

Pour s’assurer que ses processus soient opérationnels, notamment au regard du système de traçabilité des pièces, Vertical Aerospace anticipe l’existence de flottes

LE “NEW SPACE” COMME NOUVELLE FRONTIÈRE

“Pendant les 60 premières années de l’ère spatiale, l’industrie spatiale a été dominée par les grands programmes gouvernementaux. Désormais, les acteurs privés jouent un rôle de plus en plus important, les lancements se multiplient et le nombre de satellites opérationnels en orbite autour de la Terre, 3 400 aujourd’hui, pourrait passer à plusieurs dizaines de milliers au cours des 30 prochaines années. Le secteur est maintenant inspiré et relancé par une vague d’entrepreneurs novateurs en nouvelles technologies révolutionnaires. Avec la plateforme **3DEXPERIENCE**, les acteurs du spatial peuvent développer des solutions innovantes d’ingénierie, de fabrication et d’exploitation,

en modélisant des missions virtuelles qui seront au cœur de la durabilité dans l’espace et sur terre. Le paysage évolutif des réglementations internationales, de la géopolitique, du flux constant de nouvelles technologies et de nouveaux modèles commerciaux définit le contexte non seulement pour la prolifération des satellites, mais aussi pour le défi de la gestion des débris spatiaux en orbite. Estimés actuellement à plus de 28 000 objets, ils menacent la durabilité de l’activité spatiale. La gestion du trafic spatial sera la clé de la renaissance de l’industrie spatiale d’aujourd’hui.”

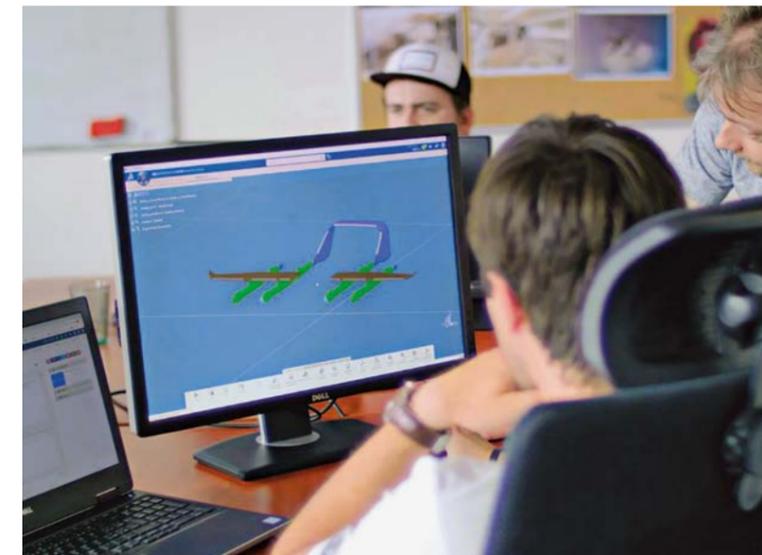
Jeff SMITH
Aerospace & Defense Strategy
& Innovation, Dassault Systèmes

d’avions en service en s’appuyant sur la plateforme **3DEXPERIENCE**. “Le *cloud* garantit la résilience de l’entreprise et nous permet de continuer à travailler en toute circonstance”, déclare Eric Samson, responsable de l’ingénierie chez Vertical Aerospace. “Nous construisons un avion à partir de zéro. Nous devons donc non seulement organiser nos processus actuels, mais aussi les pérenniser.” Un ensemble complet de fonctions permet aux ingénieurs de concevoir et de valider des structures composites. Ils utilisent également la plateforme pour chercher la meilleure façon de fabriquer la pièce, du début à la fin.

La plateforme rassemble toutes les équipes, l’accès aux solutions pouvant se faire dans l’application Web. La société élargissant son réseau de partenaires et de fournisseurs utilisera son modèle 3D enrichi pour transmettre des données numériques et des instructions spécifiques aux différents acteurs de la chaîne d’approvisionnement. Enfin, la plateforme **3DEXPERIENCE** offrira une traçabilité complète et aidera l’entreprise, à travers le CAA, à obtenir la certification DOA (Design Organization Approval) de l’EASA, l’Agence européenne de la sécurité aérienne.

Hybrider voilures fixes et tournantes

Un autre avion à décollage et atterrissage vertical est développé par Zuri, une entreprise tchèque, et met aussi l’accent sur l’hybridation des voilures fixe et tournante. Les multicoptères sont généralement conçus pour de courtes distances intra-urbaines et parfaits pour le décollage vertical, mais sont inefficaces pour les vols de croisière. Pour la partie horizontale du vol, Zuri s’appuie également sur des ailes, idéales pour parcourir des distances comprises entre 200 et 700 kilomètres, là où les VTOL sont plus rapides que les voitures et les avions de ligne (compte tenu du temps passé dans les aéroports). Dès le démarrage



du projet, Zuri a utilisé CATIA pour gérer l'analyse initiale, l'aérodynamique et les mesures, l'entreprise explorant ensuite le potentiel de la plateforme **3DEXPERIENCE** sur le *cloud*.

Toutes les équipes peuvent travailler sur la plateforme depuis n'importe quel appareil connecté à Internet, chaque individu apportant sa contribution dans son domaine d'expertise, tout en appréhendant, à travers les univers virtuels, l'expérience de l'utilisateur final. Avec ENOVIA, la plateforme permet également de réutiliser des processus ou des pièces communes pour accélérer la mise sur le marché. Pour déployer les tests et obtenir la certification de son avion, Zuri utilise des processus de sécurité intégrés et une traçabilité complète afin de se conformer aux multiples réglementations. Le jumeau virtuel est utilisé pour tester et vérifier le prototype numérique avant de lancer la construction physique, pour gérer et entretenir l'aéronef tout au long de son cycle de vie et pour offrir une expérience immersive aux investisseurs, clients et prospects.

Un drone solaire à aile double observe la Terre

La société française XSun s'attache à concevoir, tester et démontrer les capacités des drones à longue portée à énergie solaire, pour assurer des missions de surveillance, de recherche et de protection de l'environnement. Économique à produire et à exploiter, son tout dernier modèle offre un rayon d'action plus long, une autonomie accrue et une durabilité améliorée. Lors d'un test d'endurance mené en 2020, le drone de XSun a réalisé un vol autonome de 12 heures sur une distance de 600 kilomètres, sans aucune émission de carbone. Le drone pèse moins de 25 kilogrammes grâce à l'emploi généralisé de matériaux composites, a une envergure de plus de 4,5 mètres et une capacité de charge utile de 7 kilogrammes. Sa durée de vol pourrait être portée de 12 à 20 heures.

Le contrôle des oléoducs, des gazoducs et des voies ferrées, l'observation de la faune et de la flore dans les zones forestières, la surveillance de vastes étendues maritimes à des fins militaires, pour la détection des marées noires



et des déversements illégaux sont d'autres utilisations possibles. L'idée est d'adapter les missions de satellites spatiaux au secteur des drones, en les confiant à des machines capables de les réaliser de manière autonome. La conception des machines XSun, à deux ailes, permet d'accueillir deux fois plus de panneaux solaires. Ce concept, développé sur la plateforme **3DEXPERIENCE**, offre également un certain nombre d'avantages en termes de performances aérodynamiques, une piste traditionnellement ignorée par l'industrie aéronautique où l'aile unique a dominé jusqu'à présent.

Pipistrel accélère et fiabilise son processus de certification

Spécialisée dans la conception d'avions électriques et hybrides innovants et dans les batteries de propulsion, l'entreprise Pipistrel Vertical Solutions est née en Slovénie. Elle a également utilisé les solutions Dassault Systèmes pour accélérer le processus de tests de performance et évaluer la fiabilité des matériaux avant le prototypage physique. La certification, avec test obligatoire en vraie grandeur pour déterminer les fréquences naturelles de l'avion et l'amortissement structurel associé, est en effet une procédure très longue et coûteuse. Pipistrel a donc utilisé la solution de simulation réaliste SIMULIA Abaqus pour simuler et évaluer le comportement structurel de son nouvel avion Virus SW Electro 128 dans un environnement virtuel, accélérant le rythme de la certification de type avec pour résultat le tout premier certificat de type pour un avion électrique. Au lieu d'utiliser des mesures physiques avant de commencer les vols d'essai, Pipistrel a prouvé, avec les résultats positifs de tests virtuels, la fiabilité et la robustesse de la conception de la structure. L'EASA a reconnu le processus et les résultats des tests, ce qui a permis à Pipistrel d'accélérer la confirmation définitive de l'intégrité structurelle de l'avion nouvellement développé, avec des gains en termes de coût et de délai significatifs.

Digitale et durable : la prochaine étape de la transformation de la construction navale

Certains des grands principes de la construction navale ont été adoptés au ^{xvii} siècle. Cependant, sous l'impulsion d'une concurrence intense et de l'impératif du durable, une vague d'innovation traverse actuellement cette industrie pour développer des approches transformatrices.

NAVAIS : préparer le terrain pour la construction navale européenne de nouvelle génération

S'appuyant sur l'expérience éprouvée de Damen en matière de normalisation, l'une de ses divisions, Damen Shipyards Gorinchem, coordonne le programme New Advanced Value Added Innovative Ships (NAVAIS) en étroite coopération avec Netherlands Maritime Technology (NMT), Dassault Systèmes, Bureau Veritas, l'université technologique de Delft, MARIN (The Maritime Research Institute Netherlands) et 10 autres partenaires.

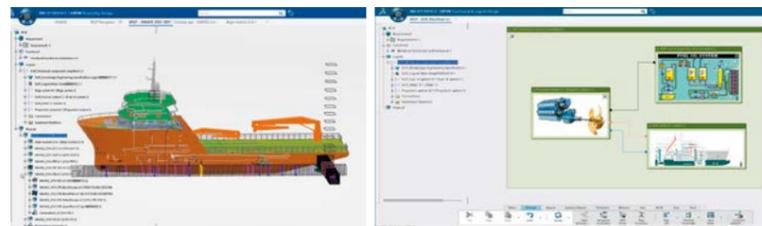
Cofinancé par Horizon 2020, le plus grand programme de recherche et d'innovation de l'UE à ce jour, NAVAIS vise à trouver de nouvelles méthodes de construction navale destinées à

L'APPROCHE MBSE DÉCODÉE

L'ingénierie de systèmes basée sur des modèles est indissociable de la sophistication sans cesse croissante des produits dans tous les secteurs. L'industrie Marine et offshore ne fait pas exception. Ses actifs sont des systèmes complexes qui impliquent des équipes multidisciplinaires traitant de la mécanique, de l'électronique, des logiciels, des télécommunications, des cyber-systèmes, de la chimie, des batteries, de l'hydro-dynamique, etc. Des moyens d'échange d'informations entre ingénieurs, par opposition à des documents, sont progressivement adoptés dans les segments de la construction navale et commerciale pour en réduire la complexité.

maintenir le leadership mondial de l'industrie européenne dans le domaine des navires complexes. En intégrant davantage le durable aux nouveaux projets, dès la conception.

Ce programme donne des orientations et des indicateurs de performance clés pour la conception et l'exploitation des navires à faible impact, en réduisant ou, de préférence, en éliminant les émissions (émissions d'échappement, pétrole, eau de ballast ainsi que les bruits aériens et sous-marins rayonnés) dans l'environnement. Afin d'augmenter l'efficacité de la conception des navires et la flexibilité des réseaux de production, NAVAIS explore des principes de conception et de production standards et modulaires. Ainsi, en s'appuyant sur une approche MBSE (Model-Based Systems Engineering), NAVAIS développe une approche de famille de produits modulaires soutenue par la plateforme **3DEXPERIENCE**, en se concentrant spécifiquement sur les ferries électroniques et les bateaux de travail (workboat). Le programme changera profondément la manière dont les nouveaux projets de construction navale sont abordés. Traditionnellement, ces projets impliquent un modèle commercial d'ingénierie à la commande où les spécifications sont définies et les travaux de conception sont effectués en fonction des besoins du client et de la destination du navire. La nouvelle approche implique un modèle commercial d'assemblage à la commande, ce qui se traduit par des délais plus courts, une qualité constante, des coûts de conception et de production réduits et une meilleure intégration de la chaîne d'approvisionnement tout en garantissant une concentration continue sur les besoins spécifiques des clients.



Pour y parvenir, les utilisateurs définissent des groupes de produits connexes qui partagent des caractéristiques, des composants, des sous-systèmes, des interfaces et des processus de fabrication. Ces groupes répondent à un large éventail d'exigences clients et divers modules sont créés avec les attributs requis pour remplir les différentes fonctions de la structure d'un navire. Il s'agit également de définir le processus de conception modulaire et la bibliothèque de modules réutilisables : les données de conception et de production, les règles métier, les documents et les informations spatiales sont stockés dans une bibliothèque, permettant aux utilisateurs de standardiser la production et de proposer des environnements multi-utilisateurs afin de créer des modèles, tester le comportement et centraliser les informations en utilisant une approche MBSE. NAVAIS est en train de définir une procédure d'approbation de classe entièrement nouvelle dans laquelle des modules préconçus sont approuvés pour prendre en charge l'évolution vers un modèle commercial d'assemblage à la commande. Bureau Veritas simule également l'efficacité énergétique du navire au sein de la plateforme **3DEXPERIENCE**. Le plan de

fabrication peut être simulé pour chaque module de production, et les plans de processus pour divers modules peuvent être combinés pour créer le plan de processus principal pour la cuve dans son ensemble. NAVAIS devrait se terminer en juin 2022 et démontrera la faisabilité de ces concepts pour la construction navale.

Un chantier naval sans papier grâce à la technologie du jumeau virtuel

CSSC Jiangnan Shipyard, l'une des plus grandes entreprises de construction navale de Chine, construit, répare et convertit des navires commerciaux. Fondée en 1865, elle jouit d'une solide réputation dans les navires complexes. Après des décennies de développement, l'entreprise souhaitait renforcer sa compétitivité, en se concentrant sur les navires de plus grande valeur tels que les transporteurs de gaz, les grands porte-conteneurs et les navires scientifiques tout en s'éloignant de la production en série de navires de faible valeur tels que les vraquiers. En 2015, Jiangnan Shipyard a choisi la plateforme **3DEXPERIENCE** pour diriger la transformation numérique du groupe CSSC et amener l'industrie de la construction navale chinoise à un niveau technologique supérieur.

La transformation a consisté à passer d'une organisation de chantier naval traditionnelle basée sur des documents et des plans 2D, à un chantier naval sans papier plaçant le modèle 3D au centre de ses processus de conception et de production. Pour assurer la continuité numérique et disposer d'une solution basée sur des modèles 3D intégrant l'ensemble de ses processus de bout en bout, Dassault Systèmes a aidé Jiangnan Shipyard à définir, à partager et à suivre des indicateurs de performance clés basés sur des cas d'utilisation typiques. Le premier navire jamais conçu et construit en utilisant cette approche basée sur un modèle 3D est le Haixun 160. Pas un seul morceau de papier n'a été utilisé pour sa conception ou sa construction. Il n'a fallu que trois mois aux ingénieurs et aux ouvriers pour construire les différentes parties du navire et les assembler. Sur place, les équipes n'ont plus à utiliser des plans 2D souvent complexes. Chaque détail du navire peut être examiné de près directement sur le modèle 3D ; un ordinateur portable ou une tablette suffit pour accéder à toutes ces informations détaillées.

Les principaux avantages sont :

- Évitez les interprétations sujettes aux erreurs lors de la fabrication grâce à l'utilisation directe de la 3D : il y a une correspondance parfaite entre monde réel et virtuel, avec un fil conducteur numérique fiable de bout en bout.
- En utilisant la technologie du jumeau virtuel avec la réalité virtuelle, la plateforme **3DEXPERIENCE** peut simuler les actions de l'équipage à bord telles que la marche, les opérations et la maintenance, ce qui a aidé le chantier naval à détecter les problèmes au début de la phase de conception, à contrôler et gérer efficacement les coûts de construction, à raccourcir le temps de cycle et à améliorer la qualité de construction.
- L'utilisation de modèles 3D au lieu de dessins a permis de réduire les erreurs grâce à une compréhension plus fine.

Jiangnan Shipyard prévoit d'aller plus loin et de tirer parti du jumeau virtuel pour aider les armateurs à effectuer la maintenance des navires tout au long de leur cycle de vie.



NOUS
SOMMES
LÀ OÙ...

La révolution industrielle s'appuie sur la communication mondiale, les machines interconnectées, l'internet des objets, le *cloud*, l'intelligence artificielle, l'analyse des données massives et l'apprentissage machine, et permet la création de nouvelles expériences, plus riches en signification et plus durables pour les femmes et les hommes.

LA FABRICATION FAIT SENS

Pendant les deux derniers siècles, les industries manufacturières ont imaginé, développé et fabriqué les produits utiles dont la société et l'économie avaient besoin, et les produits dont nous avons tous rêvé pour nous-mêmes. L'industrie s'est aussi appliquée, de manière continue, à rendre les produits accessibles au plus grand nombre, dans des délais les plus brefs possible. Et ceci, combiné à l'accroissement de la population, nous a fait prendre conscience que l'industrie est indispensable pour servir la collectivité et, dans le même temps, que nos ressources terrestres sont rares et précieuses.

L'industrie a toujours été "bilancielle" mais n'avait pas – la nature – dans son logiciel. Chez Dassault Systèmes, nous sommes convaincus que le ressort fondamental de la Renaissance de l'industrie au XXI^e siècle est d'harmoniser produit, nature et vie. L'ambition zéro carbone en est une des dimensions en ce début de siècle.

L'industrie du XXI^e siècle, c'est une nouvelle façon de voir le monde, d'inventer, d'apprendre, de produire et de commercer, mariant virtuel et réel. C'est un réseau de création, de production et d'échange d'expériences dans un modèle d'intégration horizontalisée. De nombreuses entreprises, à commencer par Tesla, offrent de nouvelles solutions pour des nouveaux marchés et nous montrent que la nouvelle économie, qui est fondamentalement une économie d'usage, crée beaucoup plus de valeur – la valeur d'usage – que ne l'ont fait les filières du siècle passé. "L'usine" de demain ne fabriquera plus des produits mais des expériences, de nouveaux usages qui nécessitent la mise en place

d'écosystèmes très différents des *supply chains* du passé dans leur structure et dans les modèles économiques associés.

L'économie aujourd'hui s'organise autour de place de marchés qui rapprochent l'offre et la demande, le global et le local. Les plateformes numériques d'expérience sont les infrastructures du XXI^e siècle et transforment déjà le commerce (regardez Amazon), la distribution, les transports et l'hôtellerie. C'est maintenant au tour de l'industrie. Le numérique, grâce aux expériences virtuelles, à la réalité augmentée et à la simulation réaliste, est aujourd'hui ce que l'imprimerie était à la renaissance au XV^e siècle. Le modèle virtuel, le jumeau numérique, va révolutionner notre rapport au savoir et au savoir-faire, qui eux seuls, avec les données, différencient les innovateurs de ceux qui se seront contentés d'automatiser les processus actuels. Les industriels, incluant les startups et petites et moyennes entreprises qui vont maîtriser les données d'usage des expériences virtuelles, avant même celles des expériences réelles, vont pouvoir développer de nouvelles offres à forte valeur ajoutée.

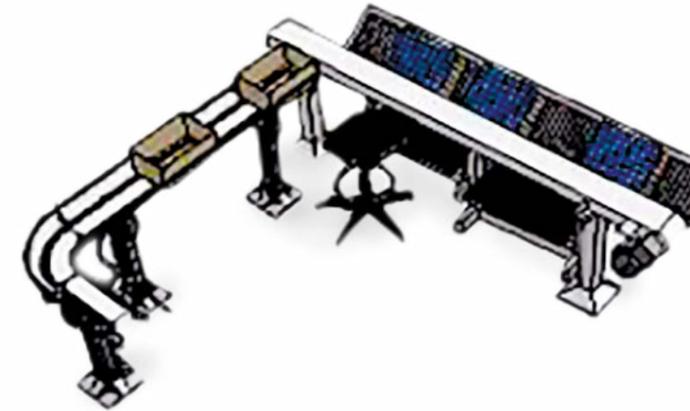
En conclusion, la révolution vertueuse de l'industrie manufacturière est la clé d'un avenir durable. C'est ce que nous appelons harmoniser produit, nature et vie. L'ambition de notre plateforme **3DEXPERIENCE** est d'offrir l'environnement collaboratif numérique – à la fois plateforme d'innovation, plateforme d'opération et *marketplace* – nécessaire à l'émergence et au développement des nouveaux réseaux de valeurs durables du futur.

Dominique FLORACK
 Directeur général adjoint,
 Chairman du board Industries manufacturières

QUAND L'OBSERVATION ET L'ANALYSE RÉVÈLENT LA RÉALITÉ DE LA PRODUCTION

INTERPRÉTER ET ORGANISER LA DONNÉE TEXTUELLE AVEC LES ONTOLOGIES ET L'ANALYSE SÉMANTIQUE ISSUES DE L'IA

En 2020, Dassault Systèmes a renforcé ses capacités en science des données en faisant l'acquisition de la société française Proxem, spécialiste des services de traitement sémantique avancé (ou issu de l'intelligence artificielle, IA), basé sur le *Natural Language Processing* (NLP) et le *Machine Learning*. Les solutions et le savoir-faire de Proxem permettent de transformer les données textuelles en ontologies et aperçus exploitables par les entreprises. La combinaison des applications de modélisation et de service de données à base d'IA permettra aux utilisateurs de la plateforme **3DEXPERIENCE** d'automatiser la remontée des connaissances contenues dans les exigences, les réglementations, les retours des clients ou des revendeurs, les rapports du service après-vente, les contrats, ainsi que dans les publications scientifiques, les rapports de recherche ou les résultats d'essais cliniques, afin d'enrichir l'expérience du jumeau virtuel. Cela créera des opportunités de collaboration sans précédent favorisant l'innovation et la création de nouveaux produits et services, tout en facilitant la planification et l'exécution à travers l'entreprise étendue.



PRÉVENIR LES TROUBLES MUSCULO-SQUELETTIQUES DANS L'USINE DE L'OCCITANE

MyHealth@Work est une offre de Dassault Systèmes basée sur la solution DELMIA, mise au point avec L'Occitane en Provence comme client pilote. L'Occitane souhaitait prévenir la survenue de troubles musculo-squelettiques (TMS) parmi son personnel occupant des emplois postés. En capturant la réalité des situations et les différents modes opératoires pour chaque poste de travail, la solution pose un diagnostic qui permet, à partir du jumeau virtuel de chaque station, d'avoir une vue partagée de son niveau de risque. Dans l'usine de L'Occitane en Provence, ce travail d'évaluation a été mené très rapidement, pour les postes de l'atelier de production et de conditionnement des produits, une tâche que les ingénieurs méthodes n'auraient pas eu le temps ni les moyens de réaliser. Ils ont désormais accès à un tableau de bord MyHealth@Work s'appuyant sur la solution Ergonomic Workplace Design, qui regroupe deux algorithmes : Smart Posturing Engine permet de positionner un mannequin virtuel de façon automatique et Ergo4All fait le calcul ergonomique de la posture pour déterminer le niveau de risque articulaire ou musculo-squelettique qu'elle pourrait générer. L'usage d'un outil mathématique et objectif responsabilise tous les acteurs de l'écosystème de la santé au travail. Il change le métier des méthodes, dont les responsables peuvent désormais consacrer plus de temps à la prévention : le jumeau virtuel du poste de travail et le mannequin virtuel associé constituent en effet un outil pédagogique puissant pour sensibiliser l'opérateur et l'aider à devenir acteur de sa santé.



QUAND LES OPÉRATIONS INDUSTRIELLES SE RATIONALISENT POUR UN DÉVELOPPEMENT PLUS DURABLE



APPLIQUER LES PRINCIPES DE L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE DANS L'INDUSTRIE

L'économie circulaire représente un changement systémique qui renforce la résilience à long terme, génère de meilleures opportunités de croissance et apporte des gains environnementaux et sociétaux. Elle consiste à éliminer les déchets, à garder les matériaux dans le cycle et à utiliser les énergies renouvelables. L'application de ces principes représentera un progrès majeur dans cinq domaines clés de la fabrication : ciment, aluminium, acier, plastique et alimentaire. La fabrication circulaire constitue également un argumentaire commercial pour la durabilité, là où une valeur multi-parties prenantes est créée. Ces nouvelles opportunités impliquent également une complexité considérable. Il ne s'agit plus d'une unité d'analyse dans la chaîne d'approvisionnement, mais de l'ensemble du réseau de valeur et de l'écosystème ; les fournisseurs, les usines de production, le marché, les consommateurs finaux et les détaillants. Naviguer dans cette complexité pour créer des expériences innovantes et durables est une tâche difficile ; cela nécessite une diversité de connaissances et de savoir-faire avec une main-d'œuvre responsabilisée et exige de relier les personnes, les idées et les données à l'intérieur et à l'extérieur de l'entreprise. Les mondes virtuels enrichis par la modélisation, la simulation, l'optimisation, la collaboration, l'exécution et la performance des processus métier nous servent à repousser les limites ; cela nous permet de donner aux gens les moyens de tester des possibilités infinies d'innovation vers un avenir durable. ✕

RÉVOLUTIONNER LA PEINTURE DE CARROSSERIE AVEC LE SMART PAINTSHOP

Partenaire des constructeurs automobiles du monde entier depuis plus de 50 ans, Geico Taikisha, leader mondial des systèmes automatisés de peinture automobile, est sur le point de révolutionner ce secteur. La collaboration du groupe italo-japonais avec Dassault Systèmes va améliorer la flexibilité de la production des constructeurs automobiles, à une époque où la personnalisation de masse prend une importance croissante. La modularité est également une priorité, car de nombreux clients doivent gérer des plateformes multivoitures et l'introduction de nouveaux produits. La mise en œuvre des solutions DELMIA libère le potentiel du Smart Paintshop, conçu comme l'atelier de peinture automobile du futur : des solutions intelligentes et connectées améliorent l'efficacité, la sécurité, la qualité et les coûts des travaux de peinture – tout en considérant des objectifs environnementaux ambitieux. Une plateforme numérique gère les communications entre les processus et les systèmes du consommateur final, complétée par un système IoT et des technologies permettant la gestion de l'énergie et du design.

Le Paintshop Execution System est entièrement adapté à son environnement spécifique, DELMIA Apriso permettant de créer des connaissances approfondies tout au long du processus de peinture : le système Smart Paintshop gère, guide et documente chaque étape avec une précision extrême. Avec cette innovation, Geico Taikisha offre une solution de bout en bout à ses clients de l'industrie automobile. Elle les aidera à s'adapter à la demande croissante de produits de haute qualité, à faible coût et à des niveaux élevés de personnalisation.

ASSURER LA RÉSILIENCE DE LA CHAÎNE D'APPROVISIONNEMENT

La crise de la Covid-19 a violemment mis en lumière la fragilité de certaines *supply chains*, mais la sécurisation de la chaîne logistique amont, dans de nombreux secteurs industriels, est depuis longtemps identifiée comme vitale pour la survie de l'entreprise. La plateforme **3DEXPERIENCE** fournit une solution complète pour la conception, la planification, la simulation et l'optimisation continue des processus globaux de la chaîne d'approvisionnement dans un environnement virtuel. Cela commence par la gestion des coûts liés aux fournisseurs avec les solutions ENOVIA. L'approbation et la qualification de chaque nouveau composant avant son introduction dans un produit sont extrêmement importantes pour garantir la réutilisation des composants, introduire des pièces de fournisseurs privilégiés et minimiser les coûts de validation. Lorsque les chaînes d'approvisionnement sont perturbées, la première étape du processus de récupération consiste à collecter et à interpréter les données afin de comprendre le réseau d'approvisionnement existant avant de pouvoir l'optimiser ou le repenser, si nécessaire. En connectant les données de l'entreprise, des fournisseurs, des clients et du marché à la plateforme **3DEXPERIENCE**, NETVIBES propose des solutions de surveillance des réseaux d'approvisionnement capables de détecter les perturbations et de contribuer à réduire leur impact. Si un fournisseur est à risque, le service des achats peut consulter PartSupply sur la Marketplace **3DEXPERIENCE** pour trouver le fournisseur alternatif d'une pièce similaire. De l'approvisionnement à la distribution, la plateforme **3DEXPERIENCE** aide à concevoir des chaînes d'approvisionnement plus efficaces, à planifier une production agile et à sécuriser la chaîne complète en aval. ✕



DESIGN FOR LIFE : DES ACTIONS SIGNIFICATIVES POUR LE MONDE D'AUJOURD'HUI

Depuis 2016, Dassault Systèmes dirige un programme appelé Design for Life, axé sur les pratiques et processus innovants pour la durabilité dès la conception. En 2020, Dassault Systèmes a recueilli de puissants témoignages de designers et d'architectes tournés vers l'avenir dont le travail se situe au carrefour de la technologie, de la science et de la nature – pour un impact radicalement positif sur le monde d'aujourd'hui. Cette initiative a été menée en collaboration avec *Dezeen*, l'influent magazine de design et d'architecture.



ANNE ASENSIO

VICE-PRÉSIDENTE DESIGN EXPERIENCE,
DASSAULT SYSTÈMES

Simuler dans l'inconnu pour appréhender les possibles

“Les designers utilisent la technologie comme un catalyseur de réflexion, notamment dans une relation renouvelée avec la nature, nos conditions de vie et nos environnements. Il s'agit de questionner les modalités de métamorphose du monde. Les technologies numériques, comme la simulation, sont plus généralement utilisées par les ingénieurs afin de comprendre et de réduire les risques inhérents aux projets industriels – gestion du poids, impact logistique (maîtriser ce qui pourrait être) – alors que, pour le designer, il s'agit de simuler dans l'inconnu avec des scénarii créatifs, d'appréhender les possibles comme capacité d'imagination pour réfléchir et juger la pertinence de leur travail.

La technologie introduit de l'objectivité dans le projet de design. Et si elle n'est pas convoquée pour la recherche de performance ou d'optimisation, elle permet une perspective systémique, au caractère durable, comme mesure de l'impact du geste “design”. Les technologies deviennent la nouvelle matière première des designers et proposent à ce titre de nouveaux critères de jugement, au côté de la subjectivité et de l'intuition. La critique du design dans sa dimension industrielle comme accélérateur du consumérisme trouve dans les apports de projection et de représentation que proposent les technologies du numérique un moyen de révéler les fins véritables de sa démarche : le design pour le bien-être des gens.

Le monde du design élabore ses projets en mode “recherche-action” au cœur de communautés vibrantes et connectées. Les espaces virtuels de cocréation, comme ceux de la plateforme **3DEXPERIENCE**, offrent l'opportunité aux designers de réinventer leur pratique et d'apprendre en faisant. L'initiative Design for Life incarne la possibilité de représenter l'imaginaire en tant qu'éléments tangibles et concrétisables, d'être inspiré par la structure du vivant. L'imagination s'y trouve transformée en représentation du monde”



ARTHUR MAMOU-MANI

ARCHITECTE

Favoriser un design durable basé sur des processus naturels

Arthur Mamou-Mani s'intéresse à l'architecture conçue et fabriquée numériquement. Son cabinet croit en l'innovation, l'artisanat et dans le rôle de l'architecture au sein de la société. Dans ses bureaux londoniens, il crée un design durable basé sur des processus naturels et réalise ses projets dans un *fab lab* intégré. Cette boucle empirique permet d'itérer, d'échouer et d'apprendre sans cesse. Une installation va illustrer les convictions de l'agence en matière d'économie circulaire. Conçue avec la solution XGen permettant la création de modèles paramétriques au sein de la plateforme 3DEXPERIENCE, l'installation est constituée d'une grille dynamique de modules imprimés en 3D évoluant à travers l'espace comme si elle était emportée par le vent. Des modules en acide polylactique (PLA) sont imprimés en 3D sur place. Le PLA est un plastique biosourcé à base de sucre fermenté, se présentant sous forme de granulés. Sur place, un broyeur montre comment le recyclage est effectué à une échelle très fine. Le broyeur transforme une pièce déjà imprimée en granulés qui peuvent servir immédiatement à une nouvelle impression. Arthur Mamou-Mani l'affirme : "Il est très important que les concepteurs commencent à penser au-delà de leur projet, ils doivent réfléchir à l'origine du matériau, à sa destination, à la manière de le reconfigurer, tout le cycle de vie du projet doit être pris en compte"





Collaboration avec la styliste Ruth Carter sur le film *Black Panther*, photographie Disney Marvel 2018.

JULIA KOERNER DESIGNER

S'inspirer d'une aile de papillon pour créer un textile

Le travail de Julia Koerner, designer installée entre Salzbourg et Los Angeles, brouille les frontières entre l'architecture, la mode et la conception de produits. Elle utilise largement l'impression 3D, et dessine en s'inspirant de formes naturelles. Son projet le plus récent a été le design de majestueux vêtements pour le film *Black Panther*, réalisé par Ryan Coogler pour la franchise Marvel, elle s'est notamment inspirée de formes naturelles. Explorant les possibilités du biomimétisme, sa création repose, par exemple, sur des photographies macro d'ailes de papillon, numérisées et retraitées par un algorithme pour être traduites en modèles 3D. Après avoir traité les photographies en milliers de pixels cartographiant les ailes et les couleurs du papillon, le motif est reproduit en brins imprimés en 3D sur du tissu flexible, mouvant comme une forme biologique, qui exprime un flux organique prenant vie à chaque mouvement. ✕



MICHAEL PAWLYN ARCHITECTE

Explorer la richesse infinie du biomimétisme

Michael Pawlyn est un architecte britannique reconnu pour l'importance qu'il accorde au biomimétisme et à l'innovation inspirée par la nature. Son agence, Exploration Architecture, utilise cette approche pour repenser la construction et développer des solutions utilisant les ressources de manière beaucoup plus durable. "Des structures biologiques complexes, comme une coquille, sont d'une efficacité incroyable, et avec la conception informatique et l'impression 3D, il devient plus facile d'imiter cette complexité et cette efficacité", explique-t-il. En modélisant un crâne d'oiseau et en agrandissant sa structure pour l'imprimer en 3D, Michael Pawlyn crée par exemple un pavillon économe en matière, robuste et incroyablement léger. Comme dans les coquilles et les feuilles, des surfaces très minces sont transformées en structures solides par pliage ou incurvation. Mutualiser la science, l'art et la conception informatique favorise le rapprochement avec des fonctionnements biologiques pour créer une architecture économe en matériaux et n'émettant aucune pollution. ✕



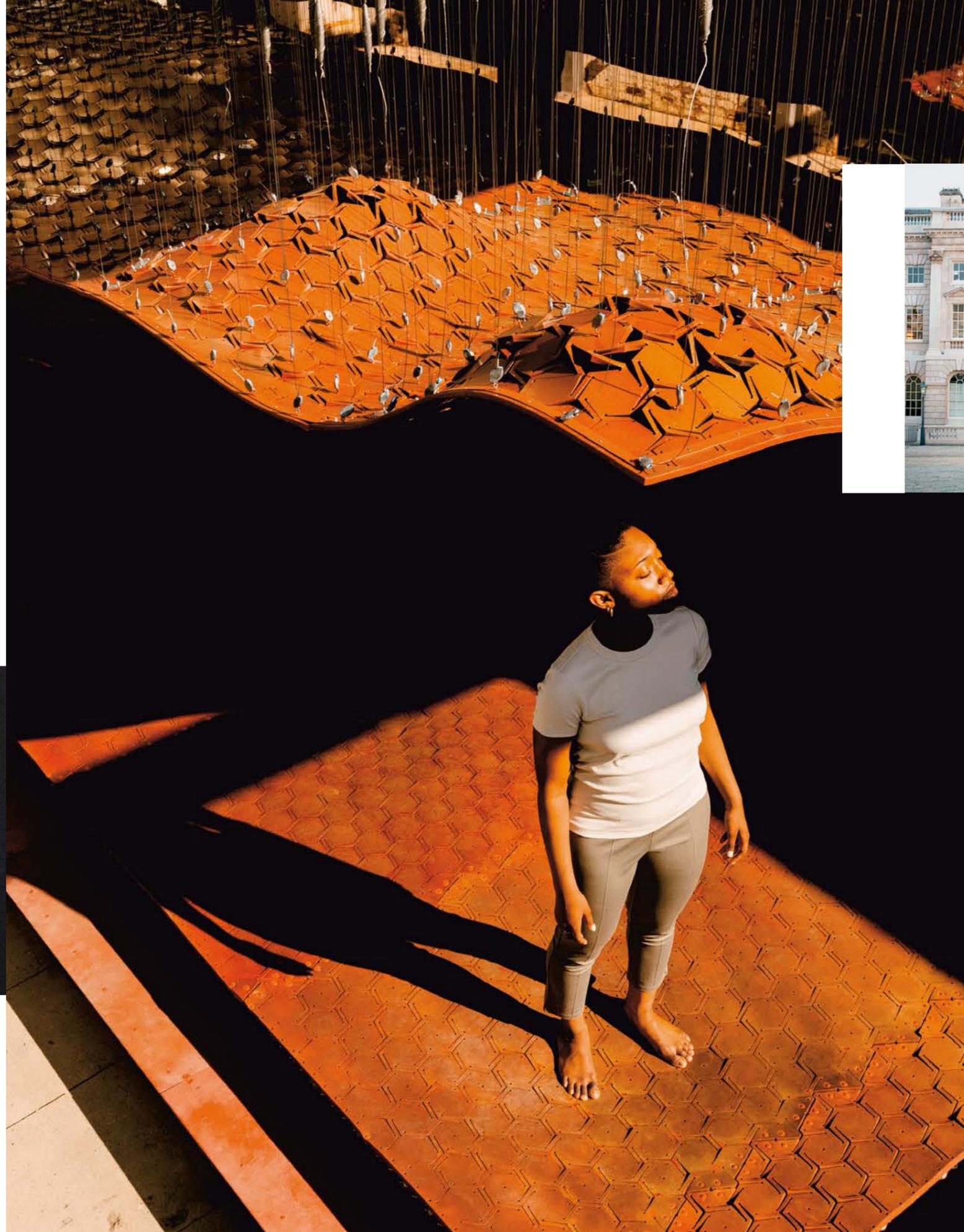
THIERRY MÉTROZ

DIRECTEUR DU DESIGN
DE DS AUTOMOBILES

Ressusciter un mythe avec la DS Aero Sport Lounge

À propos de la DS, voiture mythique créée en France en 1955, Roland Barthes écrivait dans ses *Mythologies* que "l'automobile est aujourd'hui l'équivalent assez exact des grandes cathédrales gothiques : je veux dire une grande création d'époque, conçue passionnément par des artistes inconnus, consommée dans son image, sinon dans son usage, par un peuple entier qui s'approprie en elle un objet parfaitement magique." En 2009, le groupe PSA remet en avant la marque DS, symbole de l'élégance à la française alliée à des avancées technologiques concentrées dans une ligne d'une grande modernité. Thierry Métroz, directeur du design de DS Automobiles, explique que le concept car DS Aero Sport Lounge reprend les marqueurs initiaux de tradition et d'esprit d'avant-garde de la DS originale en multipliant les innovations techniques, sur le véhicule mais aussi concernant sa création.

"80% de notre processus de conception est numérique", explique-t-il. L'équipe de designers utilise la modélisation paramétrique pour créer la forme initiale de la voiture offrant notamment une moindre résistance au vent. Le design est ensuite affiné en réalité virtuelle immersive. ✕



NASSIA INGLESSIS

DESIGNER, INGÉNIEUR
ET ARTISTE

Créer des possibilités d'échange et d'interaction

Designer, ingénieur et artiste plasticienne, Nassia Inglessis est fondatrice d'un studio de design expérimental : Studio INI est basé à Londres et à Athènes, et crée des environnements expérientiels immersifs. *Urban Imprint* est un moyen de réinventer un paysage urbain : l'environnement malléable et flexible se construit autour de ses habitants, l'empreinte du pied au sol se reflétant par une déformation équivalente du plafond. *Disobedience* est un mur cinétique de 17 mètres qu'il est possible de traverser, son revêtement dynamique se déformant et s'ouvrant lorsqu'un visiteur y pénètre. Un câble d'acier se plie sous ses pas, et le revêtement fait de plastique recyclé se déforme. Ses moyens et processus de conception permettent au Studio INI de passer très rapidement du numérique au physique, en testant des conceptions complexes. "Nous avons toujours une main sur l'ordinateur et une main sur le matériau", résume Nassia Inglessis. ✕

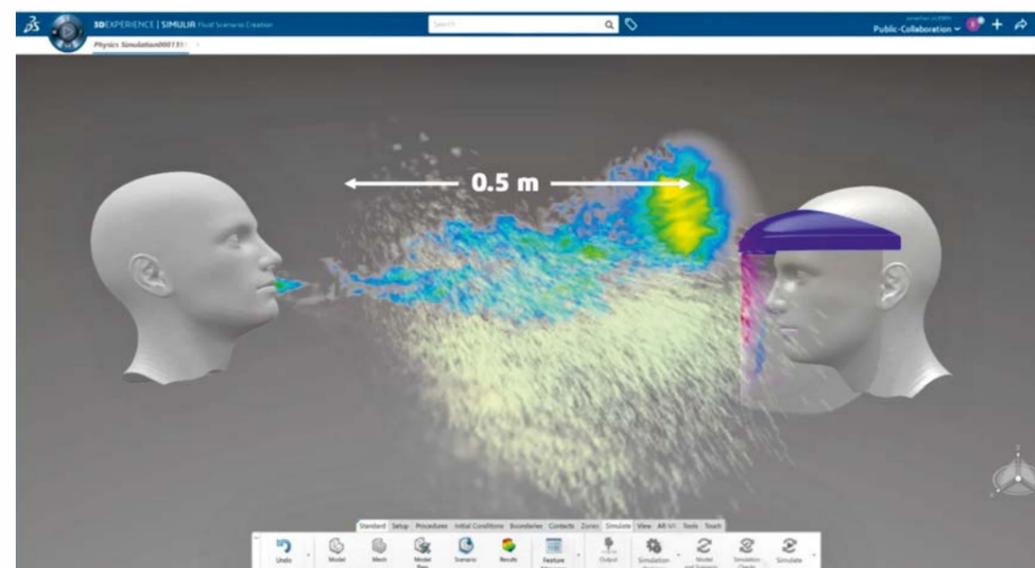
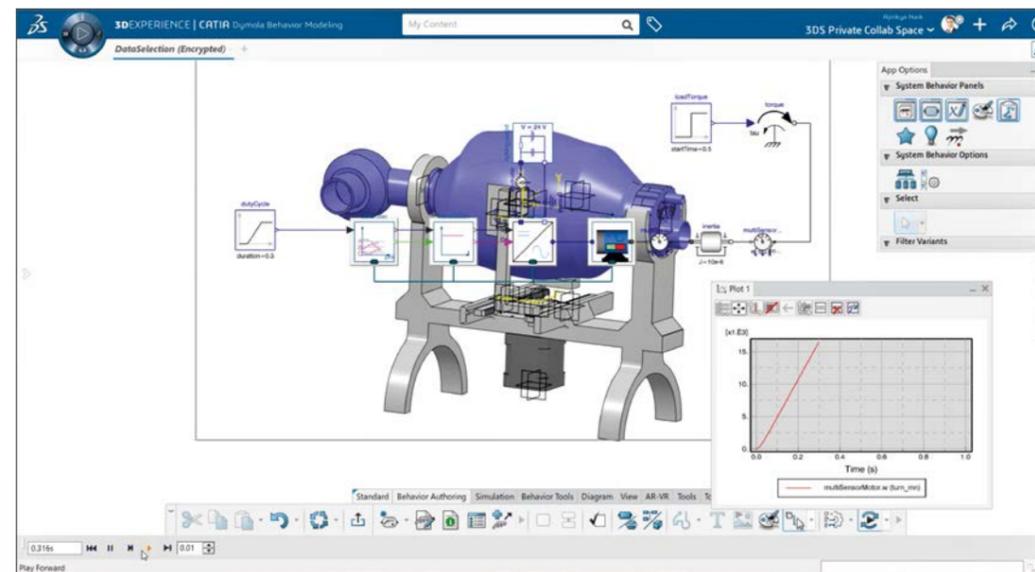
NOUS SERONS LÀ DEMAIN

Parce que le monde a plus que jamais besoin d'intelligence collective, d'innovation, de créativité, nous participons au développement des talents qui relèveront les défis de l'avenir, et encourageons les initiatives qui ouvrent de nouvelles perspectives.

RELEVER LE DÉFI DE LA COVID-19 GRÂCE À L'INTELLIGENCE COLLECTIVE

Dès le début de la pandémie, le laboratoire d'innovation **3DEXPERIENCE Lab** a identifié les besoins et les difficultés rencontrées localement, et constaté que de nombreuses personnes portant des projets pour agir contre le virus de la Covid-19 travaillaient seules. L'idée était alors de les rassembler pour fédérer les énergies et capitaliser sur l'intelligence collective. Designers, ingénieurs, scientifiques, décideurs ont été appelés à partager leurs besoins et leurs solutions à travers une communauté ouverte dédiée par le **3DEXPERIENCE Lab**. Ce dernier pouvant alors qualifier le projet et l'accompagner dans sa croissance. La communauté Open Covid-19 bénéficie d'un moyen efficace d'avoir une vue d'ensemble de la lutte contre la pandémie : elle dispose de toutes les informations à jour portant sur les progrès pharmaceutiques et scientifiques, les respirateurs, les écrans, les avancées des fabricants et des laboratoires. Plus de 150 projets ont ainsi été soutenus, concernant la conception et la réalisation d'écrans faciaux dans les *fab labs*, les simulations numériques de dispersion du virus dans l'air suite à la toux ou l'éternuement, la simulation de la propagation dans l'air ou encore les respirateurs...

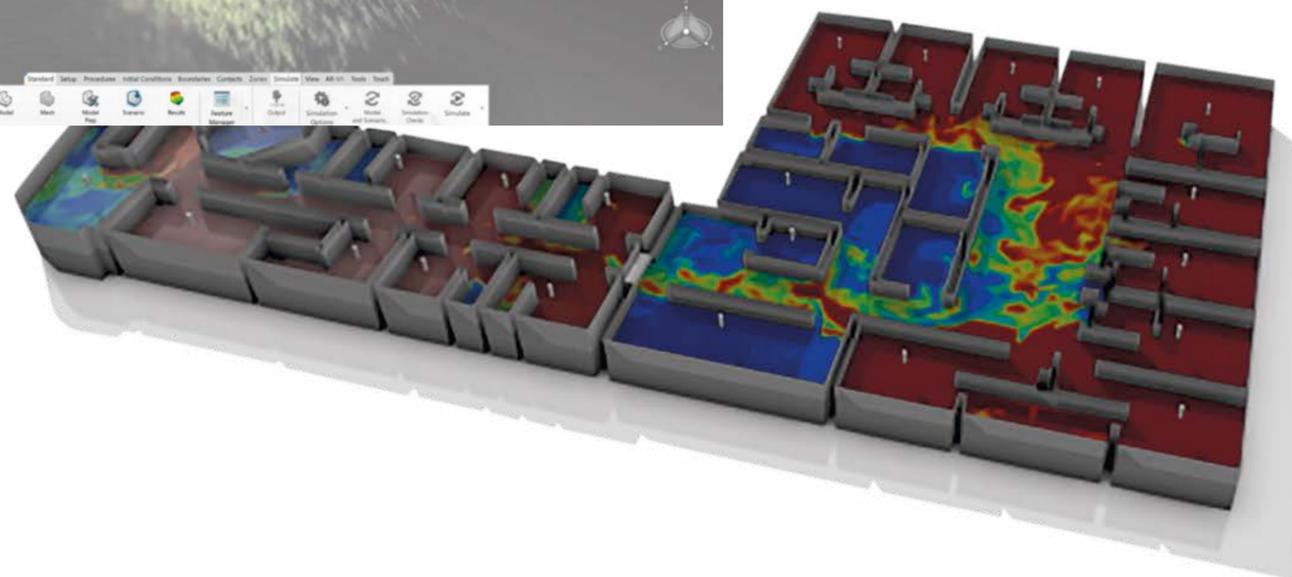
Trois projets sont particulièrement remarquables : en Inde, la startup Inali Foundation, qui s'était déjà fait connaître en réalisant un bras artificiel destiné aux personnes souffrant de handicap, a réalisé un prototype de respirateur intelligent. Huit jours seulement ont été nécessaires, grâce au soutien de l'équipe indienne du **3DEXPERIENCE Lab** et au travail des mentors, concepteurs venant du monde entier aider sur le *cloud*. Aux États-Unis, avec le réseau de laboratoires *fab labs* nous avons accompagné la conception d'écrans faciaux (*FaceShields*) avec l'appui des équipes américaines du **3DEXPERIENCE Lab** et de **SOLIDWORKS**. Les données de géolocalisation ont permis de mettre en contact ces *fab labs* avec les hôpitaux et les personnels de santé situés à proximité. En France, avec le soutien de l'équipe **SIMULIA**, la simulation des flux d'air dans les locaux de l'hôpital Saint-François à Marange-Silvange a permis d'optimiser rapidement les conditions d'accueil des patients Covid-19 et d'inspirer de nombreux acteurs.



De haut en bas : le prototype virtuel de respirateur intelligent d'Inali, celui des écrans faciaux et la simulation de locaux de l'hôpital Saint-François à Marange-Silvange.

SOUTENIR LA RECHERCHE ET L'ÉDUCATION PENDANT LA PANDÉMIE

Dans un contexte de propagation de la Covid-19, **La Fondation Dassault Systèmes** a mobilisé l'ensemble de ses équipes pour apporter rapidement son soutien à différentes initiatives contribuant à transformer l'éducation et la recherche grâce à la technologie 3D et aux univers virtuels. Elle a fait un don à l'Institut Gustave Roussy (Villejuif, région parisienne) pour ses travaux traitant des effets du SARS-CoV-2 sur les patients atteints de cancer, et au Breath Center de l'université de Riverside en Californie pour l'étude des solutions que l'ingénierie peut apporter pour atténuer les dommages causés par la respiration artificielle et améliorer l'état des malades. La Fondation a aussi mis en place un partenariat avec Ecodair, un organisme favorisant l'emploi solidaire, dans le but de fournir des ordinateurs aux étudiants du Foyer Jeunes Travailleurs des Apprentis d'Auteuil de Versailles, afin de leur permettre de suivre leurs cours en distanciel. Enfin, ConnectNext lancé en 2020, un programme qui vise à renforcer les liens entre le monde académique et l'industrie en Inde, a permis à 16 000 étudiants, enseignants et industriels d'échanger à distance pendant la période de confinement. Cette initiative a reçu un CSR Award décerné par la Chambre de commerce franco-indienne.





DÉVELOPPER LES ZONES RURALES ET FAIRE ÉMERGER LES TALENTS EN INDE

La Fondation Dassault Systèmes Inde a soutenu en 2020 plusieurs projets en faveur du développement des zones rurales, mettant en avant des solutions d'énergie photovoltaïque pour alimenter des pompes d'irrigation, des asperseurs ou encore des systèmes de purification d'eau potable. L'énergie solaire est également utilisée pour inventer de nouveaux systèmes de pasteurisation, de déshydratation et de réfrigération portable pour le transport de médicaments. À terme, l'objectif est d'accompagner les villages vers l'autosuffisance en énergie et l'autonomie en matière alimentaire, grâce à des stratégies de productions de fruits et légumes innovantes, durables et locales. Une volonté de gestion des déchets en vue d'un recyclage utile permettra le développement d'un écosystème circulaire. Deux autres projets soutenus s'inscrivent plus

particulièrement sur la problématique de l'eau : l'un porte sur un système flottant de collecte des déchets sur les lacs et les rivières, l'autre vise à limiter la pollution des voies navigables. La Fondation Dassault Systèmes Inde a poursuivi et amplifié son action en faveur de l'émergence de nouveaux talents. Le programme "Made in 3D", déployé par La Fondation Dassault Systèmes en Europe depuis 2016 et destiné à susciter les vocations de futurs entrepreneurs de l'innovation chez les collégiens, a été adapté avec succès en Inde. Enfin, le programme ConnectNext a permis une nouvelle forme de collaboration et de médiation entre les entreprises et les étudiants indiens, les premières repérant les futurs talents, les seconds présentant leurs compétences à travers des *webinars* et des événements virtuels.

FORMER LES FUTURES GÉNÉRATIONS D'INGÉNIEURS AFRICAINS

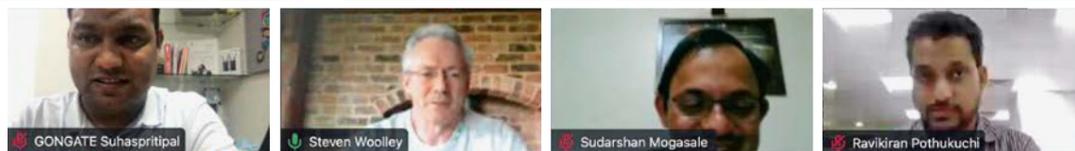
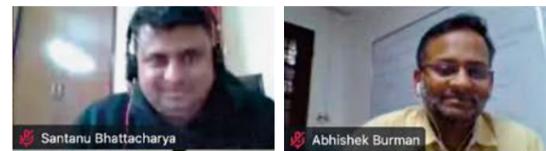
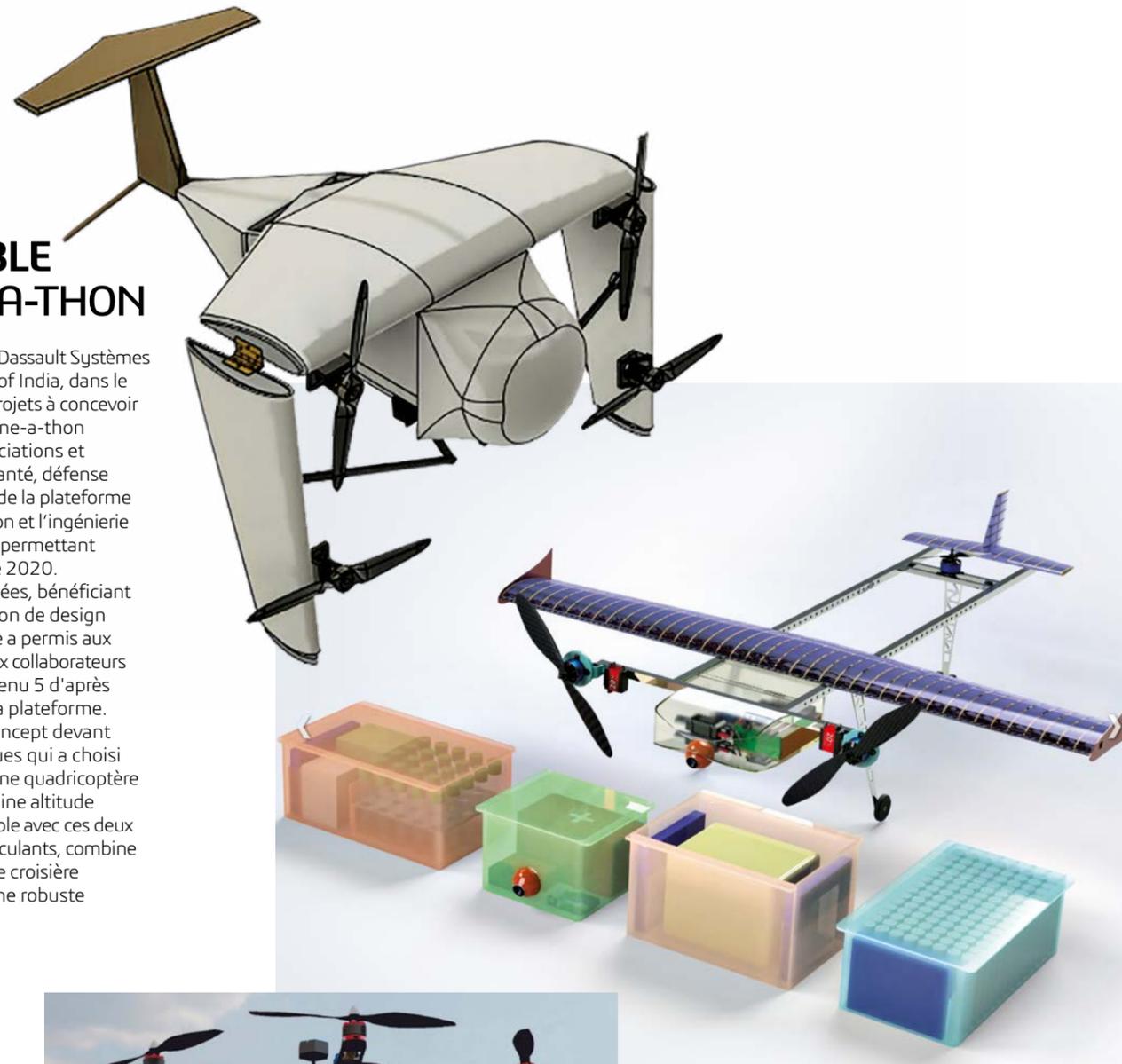
InnoTechLab, dont la création a été rendue possible grâce au soutien de La Fondation Dassault Systèmes, est un laboratoire d'innovation technologique inauguré en octobre 2020 à Yaoundé (Cameroun) en présence du ministre de l'Emploi et de la Formation professionnelle et du ministre des Petites et Moyennes Entreprises. Ce centre permettra d'allier l'expérimentation et la formation à la maîtrise des technologies numériques et de la simulation 3D. Grâce au mécénat de compétences, des collaborateurs de Dassault Systèmes partageront leurs connaissances pour contribuer à la formation d'une nouvelle génération d'ingénieurs africains. Les domaines visés sont le génie industriel, la planification urbaine, l'énergie, l'agriculture, la logistique, la mobilité ou encore les sciences de la vie

et la santé connectée. InnoTechLab est par ailleurs l'acteur central d'une stratégie de montée en compétences des jeunes ingénieurs à travers tout le continent africain. En parallèle, en Éthiopie, l'Académie Haile-Manas, soutenue par La Fondation Dassault Systèmes US, a initié son projet d'école innovante à Debre Birhan qui accueillera 400 jeunes filles et garçons talentueux venus de tout le pays. Ils bénéficieront d'un enseignement pluridisciplinaire de grande qualité et développeront des compétences professionnelles notamment en ayant accès à un espace pédagogique "Makers". Les enseignants seront formés afin d'accompagner les élèves dans le cadre d'ateliers périscolaires où ils pourront s'initier à la conception 3D et aux technologies de l'ingénierie.



PROPULSER LE DURABLE EN INDE AVEC DRONE-A-THON

Drone-a-thon est un hackathon virtuel organisé par Dassault Systèmes avec le **3DEXPERIENCE Lab** et la Drone Federation of India, dans le but d'encourager les étudiants ou les porteurs de projets à concevoir des drones sur la plateforme **3DEXPERIENCE**. Drone-a-thon s'adresse aux universités, aux startups et aux associations et s'organise en quatre catégories : agriculture, ville, santé, défense et logistique, l'objectif étant d'utiliser les solutions de la plateforme pour assurer la conception de produits, leur simulation et l'ingénierie des systèmes. La première étape a proposé un défi permettant une première sélection entre le 19 et le 31 octobre 2020. La deuxième étape a engagé les équipes sélectionnées, bénéficiant d'une formation à la plateforme, dans un hackathon de design de drones du 9 au 20 novembre. La troisième étape a permis aux dix équipes sélectionnées de présenter leur drone aux collaborateurs Dassault Systèmes et à un jury interne, qui en a retenu 5 d'après un vote sur une communauté des utilisateurs de la plateforme. En phase finale, ces 5 équipes ont défendu leur concept devant un jury de professionnels industriels et académiques qui a choisi 3 projets. Ainsi, TERNEAGLE, vainqueur, est un drone quadricoptère pouvant passer en mode planeur une fois une certaine altitude atteinte, sa structure aérodynamique étant compatible avec ces deux types de vol. PEGASUS, un VTOL muni de rotors basculants, combine l'ascension verticale d'un hélicoptère et la vitesse de croisière d'un avion. AGRO-RAPTOR est quant à lui un drone robuste destiné à emporter des charges importantes.



PARLER LE LANGAGE DE L'INNOVATION AVEC LE PURDUE CENTER

"Le langage de l'innovation dans le futur sera la simulation", affirmait le Dr R. Byron Pipes, lors de l'inauguration du **3DEXPERIENCE Education Center of Excellence in Advanced Composites**. Professeur émérite d'ingénierie et directeur exécutif du Centre de modélisation et de simulation des composites de l'Indiana Manufacturing Institute de l'université Purdue, R. Byron Pipes est un spécialiste mondial dans l'étude des composites. "La base de connaissances que nous avons créée se trouve aujourd'hui dans des livres, des périodiques et des articles universitaires. À terme, elle résidera dans les outils de simulation. C'est l'avenir", ajoute-t-il. L'objectif du Centre d'excellence est de créer un environnement d'apprentissage de la recherche sur la fabrication et la performance des composites avancés, ouvert à tous les niveaux d'études, afin de constituer les forces vives de l'avenir pour l'industrie 4.0. Le centre de Dassault Systèmes est situé au sein de l'Indiana Manufacturing Institute dans le Purdue Research Park. Un des matériaux en cours de développement, un nouveau composite thermoplastique, pourrait aider le marché de la mobilité aérienne urbaine et des drones, ainsi que celui des plateformes aérospatiales, à se développer. En donnant aux concepteurs la possibilité d'essayer virtuellement des types de matériaux et des procédés de fabrication innovants, l'objectif est d'accélérer la création de nouveaux systèmes. Avec les étudiants d'aujourd'hui, et des générations à venir.

INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

SIÈGE DASSAULT SYSTÈMES

10, rue Marcel Dassault – CS 40501
78946 Vélizy-Villacoublay Cedex,
France
Tél. : +33 (0)1 61 62 61 62

SIÈGES GÉOGRAPHIQUES AMÉRIQUE DU NORD

175 Wyman Street,
Waltham, MA 02451, États-Unis
Tél. : +1 781 810 3000

AMÉRIQUE LATINE

85 Avenue Jornalista Roberto Marinho
13^e étage – suite 131
04576-010 São Paulo, Brésil
Tél. : +55 (11) 2348-9900

EUROPE CENTRALE

Meitnerstrasse 8
70563 Stuttgart, Allemagne
Tél. : +49 711 273000

EUROPE DU NORD

Riley Court, Suite 9, Milburn Hill Road
CV4 7HP Coventry, Royaume-Uni
Tél. : +44 (0) 247 685 7400

RUSSIE

Kuntsevo Plaza
Yartsevskaya Street, 19
121552 Moscou, Russie
Tél. : +7 495 935 89 28

EUROPE MÉRIDIONALE

Innovazione 3
Via dell' Innovazione, 3
20126 Milano Bicocca
MI, Italie
Tél. : +39 02 3343061

EUROPE DE L'OUEST

10, rue Marcel Dassault – CS 40501
78946 Vélizy-Villacoublay Cedex,
France
Tél. : +33 (0)1 61 62 61 62

INDE

Oberoï Commerç
International Business Park
Goregaon (East)
400063 Mumbai, MH, Inde
Tél. : +91 2244764567

ASIE DU SUD-PACIFIQUE

9 Tampines Grande Level 6
528735 Singapour
Tél. : +65 6511 7988

CHINE

China Central Place, Tower 2,
Bureau 707-709, No.79,
Jianguo Road Chaoyang District
100025 Pékin, Chine
Tél. : +86 10 6536 2288

CORÉE

ASEM Tower 9F, 517 Yeongdong-daero
06000 Gangnam-gu, Séoul,
Corée du Sud
Tél. : +82 232707800

JAPON

ThinkPark Tower 20F
2-1-1, Osaki, Shinagawa-ku,
141-6020 Tokyo, Japon
Tél. : +81 3 4321 3500

**Pour plus d'informations,
rejoignez-nous sur www.3ds.com**

Contact avec les investisseurs

Tél. : +33 (0)1 61 62 69 24
Fax : +33 (0)1 70 73 43 59
E-mail : investors@3ds.com

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier toutes celles et ceux qui nous ont aidés à créer ce rapport d'activité :

Mahel ABAAB-FOURNIAL, Reut ASA, Anne ASENSIO, Richard AUOIRE, Marie Pierre AULAS, Patrick BALL, Nichole BERG, Christelle BERTAUD, Santanu BHATTACHARYA, Fabrice BONNIFET, Lori BONYNGE, François-José BORDONADO, Nina BORGES, Karen BUCKNER, Fanny CABANNE, Rachel CALLERY, Julien CALVIAC, Coralie CAMPARMO, Philippe CHARLÈS, Patrick CHOMBART, Tad CLARKE, Katherine COREY, Karin CUDD, Stéphane CYR, Céline DANTZER-DELFINO, Dominique FLORACK, Veronika DANIELOVA, Maryann DENNEHY, Pedro DIEZ COCERO, Rémi DORNIER, Caroline DRUCKER, Marie DUMAS, François-Xavier DUMEZ, Denis DUNAT, Jonathan DUTTON, Hubert ENGELMANN, Dr. David FAJGENBAUM, Mélanie FICHER, Hillary FORSYTHE, Stéphanie FOURNIER, Frédéric GAL, Jean-Marc GALEA, Géraldine GANDVEAU, Laurence GERMOND, Eric GREEN, Paul GROOTENDORST, Ankita HANDA, Shree HARSHA, Bernadette HEARNE, Ossian HEULIN, Kristina HINES, Dr. David HOGANSON, Joseph HORINE, Neno HORVAT, Simon HUFFETEAU, Michal ILLICH, Nassia INGLESSIS, Sabrina KHOUGHANE, Julia KOERNER, Philippe LAHARRAGUE, Olivier LAHAYE, Sylvain LAURENT, Alex LAURENS, Natasja LEGRAND, Nick LERNER, Micaëla LEVEILLE NIZEROLLE, Steven LEVINE, Alice LIU, Suzanne LOCKE, Anne LOKIEC, Firas MAHMOUD, Arthur MAMOU-MANI, Maeva MANDARD, Claudia MARQUES, Victoire de MARGERIE, Michael MARSHALL, Laura MARX, Florence MATHIEU, François MATHIEU, Nadège MAZURAIS, Clifford MEDLING, Emeric de MENTHIERE, Thierry MÉTROZ, Akio MORIWAKI, Steven MORSE, John MOSELEY, Grace MU, Paul OESTREICHER, Ottavio PATRUCCO, Michael PAWLYN, Dr. R. Byron PIPES, Laurent POINOT, Andre QUEIROS, Arturo RAFIDIARISOR, Manuel REI, Rani RICHARDSON, Alyssa ROSS, Lilian SCHMALENSTROER, Mike SCHULTZ, Tarek SHERIF, Fabrice SERVANT, Jeff SMITH, Eric W. SMOLDT, Bregje STEEG, Alice STEENLAND, Anna STOCKA, Norbert STRENG, Hadrien SZIGETI, Jiří TĚHNÍK, Jutta TREUTLEIN, Frédéric VACHER, Emmanuel VANOLI, Vincent VIDAL, Davorka VILUS VIČIČ, Glen de VRIES, Tim WEBB, Raymond XU et Morgan ZIMMERMANN.

Crédits iconographiques : AgreenCulture, Alain-Charles Beau, BioDapt, BIOVIA, Boston Children's Hospital, Bouygues Construction, Thom Carroll, Ruth Carter, CMSC, Damae Medical, Damen, Dassault Systèmes, DELMIA, Disney Marvel, GEA, Getty Images, Nicolas Grosmond, Sébastien d'Halloy, Nassia Inglessis, InnoTechLab, Interstellar, Julia Koerner, L'Occitane, La Fondation Dassault Systèmes, La Philharmonie de Paris, Mathieu Leborgne, Lucid Implants, MEDIDATA, Thierry Métroz, Migal Galilee Research Institute, NAVAIS, Valentina Neri, Laurent Nivalle, Michael Pawlyn, Proxem, Mike Schultz, Vertical Aerospace, Florian Voggenede, Luke Walker, Drew Wiedemann, Xsun et Zuri. ©2021 Dassault Systèmes. Tous droits réservés. 3DEXPERIENCE, l'icône du Compass, le logo 3DS, CATIA, BIOVIA, GEOVIA, SOLIDWORKS, 3DVIA, ENOVIA, EXALEAD, NETVIBES, MEDIDATA, CENTRIC PLM, 3DEXCITE, SIMULIA, DELMIA, et IFWE sont des marques commerciales ou des marques déposées de Dassault Systèmes, société européenne (SE) immatriculée au Registre du Commerce et des Sociétés de Versailles sous le numéro B 322 306 440, ou de ses filiales aux États-Unis et/ou dans d'autres pays. Toutes les autres marques sont la propriété de leurs détenteurs respectifs. L'utilisation de toute marque déposée de Dassault Systèmes ou de ses filiales est soumise à leur approbation expresse et écrite.

Conception et réalisation : HAVAS PARIS