

# 1

## PRÉSENTATION DU GROUPE ET DE SES ACTIVITÉS

<b>1.1</b>	<b>HISTOIRE</b>	<b>40</b>	<b>1.4</b>	<b>UNE ORGANISATION TECHNIQUE D'EXCELLENCE</b>	<b>46</b>
<b>1.2</b>	<b>LE MARCHÉ DE LA R&amp;D EXTERNALISÉE</b>	<b>41</b>	<b>1.5</b>	<b>ACTIVITÉS</b>	<b>47</b>
1.2.1	Évolution de la R&D mondiale et tendances du marché de la R&D externalisée	41	1.5.1	Activité par secteur et zone géographique	47
1.2.2	Position concurrentielle	42	1.5.2	Les secteurs d'activité d'ALTEN	48
<b>1.3</b>	<b>OBJECTIFS ET STRATÉGIE</b>	<b>43</b>	1.5.3	ALTEN Innovation	49
1.3.1	Le positionnement stratégique	43	<b>1.6</b>	<b>ORGANIGRAMME</b>	<b>56</b>
1.3.2	Stratégie de développement	45			
1.3.3	Les objectifs financiers et extra-financiers	45			

## 1.1 HISTOIRE

## 30 ans d'histoire

Depuis sa création, la croissance d'ALTEN suit trois axes stratégiques : un positionnement sur des prestations d'ingénieurs de haut niveau, un enrichissement continu de son offre par le développement de nouvelles compétences et prestations et la proximité géographique de ses clients (en France comme à l'étranger).

1988

Création d'ALTEN par 3 ingénieurs issus de Grandes Écoles, qui assurent la direction du Groupe.

1989 – 2000

ALTEN poursuit sa croissance, double ses effectifs et reste bénéficiaire pendant toute cette période.

ALTEN crée ses premières filiales en France et à l'étranger.

ALTEN poursuit son déploiement régional à travers des agences.

Le Groupe complète son implantation régionale et filialise ses activités en Belgique avec la création d'une société.

**Introduction d'ALTEN SA au Second Marché de la Bourse de Paris le 1<sup>er</sup> février 1999.**

ALTEN poursuit son implantation à l'étranger en Allemagne, en Espagne, en Belgique, et prend le contrôle à 100 % d'une société en Grande-Bretagne. Le Groupe acquiert 4 sociétés.

ALTEN élargit ses prestations avec la création de filiales spécialisées en matière d'Architectures Réseaux, de Systèmes ouverts, de Client/serveur, et de Technologies Objet.

2001 – 2010

ALTEN accélère sa politique de croissance externe pour maintenir son rythme de développement dans un environnement économique moins favorable et procède à l'acquisition sur cette période de 9 nouvelles sociétés à l'étranger et 7 en France.

La stratégie de développement externe d'ALTEN lui permet ainsi de devenir l'un des leaders européens dans le management de projets en R&D.

Pour répondre à la demande croissante des clients en *Work Packages*<sup>(1)</sup> et *offshore/nearshore*<sup>(2)</sup>, ALTEN a regroupé au sein d'une division dédiée l'offre « Projets Structurés » et acquiert une Société spécialisée dans les bureaux d'études R&D et Design en *Work Packages*.

L'offre *nearshore* s'est étoffée grâce à une acquisition en Roumanie et comprend désormais la Tchéquie, la Slovaquie, la Pologne, la Roumanie et le Vietnam.

Plus de 25 % du chiffre d'affaires du Groupe est alors réalisé hors de France.

ALTEN dépasse son objectif de 6 000 collaborateurs avec un an d'avance en 2005.

ALTEN maintient une croissance organique soutenue (16,2 %) réalisée principalement dans les secteurs de l'Énergie, du Ferroviaire, de l'Aéronautique et de la Banque.

ALTEN a confirmé la quasi-intégralité de ses référencements et partenariats en Europe et fait partie des prestataires référencés E2S, dans les cinq premiers prestataires en ingénierie du groupe EADS (source : PAC 2009)<sup>(3)</sup>.

La détérioration de l'activité économique a affecté la plupart des secteurs d'activité et principalement l'Automobile. Ses référencements ont été confirmés et ALTEN a poursuivi sa croissance sur d'autres secteurs tels que l'Aéronautique, l'Énergie ou la Banque/Finance.

**ALTEN devient leader français des projets structurés.**

(1) Prestations sous-traitées avec mise à disposition de moyens techniques (locaux, moyens informatiques, logiciels métiers).

(2) Services consommés en France et réalisés à l'étranger (dans les pays proches géographiquement : *nearshore* ou dans les pays éloignés voire très éloignés : *offshore*).

(3) Étude réalisée par Pierre Audoin Conseil.

2010

ALTEN poursuit le redéploiement de son offre vers les projets structurés. Cette stratégie l'a conduit à renforcer et structurer sa Direction technique, et à mettre en œuvre les processus d'évaluation CMMI.

2011 – 2020

Entre 2011 et 2018, ALTEN a acquis 48 sociétés à l'international et 3 sociétés en France. ALTEN renforce notamment sa présence en Allemagne, en Scandinavie, au Royaume-Uni, en Europe de l'Est et aux États-Unis.

2011

ALTEN poursuit la structuration de sa Direction technique, développe ses centres d'expertises et devient leader de l'offre *Work Packages*.

ALTEN a continué à gagner des parts de marché.

Le chiffre d'affaires dépasse le milliard d'euros et le Groupe compte 14 800 collaborateurs.

ALTEN a poursuivi sa stratégie de croissance organique et a accéléré son développement par croissance externe, en vue de développer ses positions de marché à l'international.

2014

**Au 1<sup>er</sup> janvier 2014, ALTEN entre au compartiment A d'Euronext.**

2015 – 2018

ALTEN a accéléré sa stratégie de développement fondée sur une politique de croissance externe dynamique et ciblée, tout en maintenant sa capacité de développement organique. Pour la première fois depuis sa création, ALTEN réalise désormais plus de 50 % de son chiffre d'affaires à l'International. Les États-Unis deviennent la deuxième zone géographique d'activité du Groupe en 2017. **ALTEN dépasse les 2 milliards d'euros de chiffre d'affaires.**

2019

ALTEN a poursuivi sa politique de croissance externe ciblée en réalisant 7 acquisitions à l'international. Pour la deuxième année consécutive, le Groupe a réalisé une croissance totale supérieure à 15 % et une croissance organique supérieure à 10 %.

2020

ALTEN a perdu 5 000 projets du fait de la crise sanitaire. Les secteurs les plus fortement touchés ont été l'Aéronautique et l'Automobile. Malgré cela, ALTEN a su maîtriser l'impact grâce à sa gestion rigoureuse. 9 acquisitions ont été réalisées en 2020, dont 6 en Europe.

2021

Les effets de la crise COVID sont effacés sauf dans les secteurs de l'Automobile et de l'Aéronautique Civile. La croissance organique de 2021 a permis de récupérer le nombre de projets perdus en 2020 et de dépasser les 40 000 Ingénieurs. Le Groupe a poursuivi sa politique de croissance externe en réalisant 7 acquisitions en France et à l'international.

2022

La croissance externe s'est poursuivie en réalisant 8 acquisitions à l'international. Le Groupe a atteint 47 500 ingénieurs. Plus que jamais, le Groupe est confiant sur sa capacité à conforter sa position de leader de l'Ingénierie et du Conseil en Technologies.

## 1.2 LE MARCHÉ DE LA R&D EXTERNALISÉE

### 1.2.1 ÉVOLUTION DE LA R&D MONDIALE ET TENDANCES DU MARCHÉ DE LA R&D EXTERNALISÉE

Depuis la dernière décennie, le Digital (IoT, Cloud, Data, AR/VR, IA/Machine Learning, PLM et jumeau numérique, Cybersécurité, UX/UI, etc.) se développe très fortement d'une part dans le cycle Produit (en conception, production ou en exploitation / maintien en conditions opérationnelles), d'autre part dans la relation client (web et mobile, UX/UI). Les incertitudes liées à la géopolitique ou aux perspectives de l'économie mondiales ont

eu un effet relativement mesuré sur l'investissement en R&D qui va poursuivre sa croissance à un rythme élevé (+ 6 % par an d'ici 2025).

En France, selon le cabinet Pierre Audoin Conseil (PAC), l'évolution attendue du marché de l'ICT (Ingénierie et Conseil en Technologies) accessible à ALTEN est synthétisée dans le tableau suivant :

(en millions d'euros)	2020	2021	21/20	2022	22/21	2023	23/22	2024	24/23	2025	25/24	2026	26/25
Aéronautique, Spatial et Défense	1 175	1 240	5,5 %	1 325	6,9 %	1 406	6,1 %	1 486	5,7 %	1 572	5,8 %	1 658	5,5 %
Transport Terrestre	1 322	1 440	8,9 %	1 583	9,9 %	1 684	6,4 %	1 804	7,1 %	1 930	7,0 %	2 062	6,8 %
Télécoms et Multimédia	408	427	4,7 %	451	5,6 %	472	4,7 %	493	4,4 %	514	4,3 %	535	4,1 %
Énergie et Sciences de la Vie	1 486	1 558	4,8 %	1 655	6,2 %	1 741	5,2 %	1 838	5,6 %	1 937	5,4 %	2 038	5,2 %
Autres	2 047	2 180	6,5 %	2 352	7,9 %	2 507	6,6 %	2 659	6,1 %	2 810	5,7 %	2 954	5,1 %
<b>TOTAL CONSEIL EN TECHNOLOGIES (PÉRIMÈTRE ALTEN CŒUR DE MÉTIER)</b>	<b>6 438</b>	<b>6 845</b>	<b>6,3 %</b>	<b>7 366</b>	<b>7,6 %</b>	<b>7 810</b>	<b>6,0 %</b>	<b>8 280</b>	<b>6,0 %</b>	<b>8 763</b>	<b>5,8 %</b>	<b>9 247</b>	<b>5,5 %</b>

## 1.2.2 POSITION CONCURRENTIELLE

Depuis plusieurs années, ALTEN confirme sa place de leader mondial du marché de l'Ingénierie et du Conseil en Technologies. ALTEN intervient également au sein des services IT, principalement en Conseil en infrastructures, réseaux, cloud et cybersécurité.

Le marché du Conseil en Technologies reste très fragmenté, notamment hors de France, où une multitude de petits acteurs sont présents à côté des leaders du marché. En France, où le marché est le plus structuré, ALTEN détient une part de marché de l'ordre de 15 %.

Historiquement, trois catégories d'acteurs se distinguent sur ce marché :

- des spécialistes complets du Conseil en Technologies proposant R&D et STIE (Scientifique, Technique, Industrielle, Embarquée) : catégorie à laquelle appartient ALTEN, elle regroupe des acteurs principalement européens ayant un fort ancrage local et une forte spécialisation verticale par secteur (Aéronautique, Automobile, etc.) ;
- des spécialistes STIE plus ou moins intégrés le long de la chaîne de valeur et travaillant sur toutes les étapes de développement des produits. Ils disposent généralement d'une expertise forte dans un nombre très limité de secteurs ;
- des acteurs traditionnels de l'IT (tels que les ESN) qui se positionnent sur le STIE identifié comme relais de croissance et levier de renforcement de leur relation client.

D'autres acteurs essayent néanmoins de pénétrer ce marché, notamment en Europe :

- les acteurs de l'intérim, tels Randstad avec le rachat d'Ausy il y a plusieurs années ; plus récemment Adecco avec le rachat d'Akka ;
- les acteurs indiens qui ont une appétence grandissante pour le marché européen qu'ils espèrent développer sur le modèle principalement offshore, à l'instar de leur modèle aux USA.

La consolidation du marché se poursuit, en raison des difficultés pour de nombreux acteurs de taille modeste de soutenir des référencements complexes et d'être référencé lorsque les donneurs d'ordre réalisent des massifications fortes (certains donneurs d'ordre ont réduit les short lists dites Tier One à moins de 5 acteurs référencés sur le Conseil en Technologies) ou demandent de créer des structures de delivery industrialisées. Il en résulte des gains de parts de marché qui peuvent être conséquents pour les grands acteurs.

Les enjeux de la transition écologique et de digitalisation des process industriels - impliquant pour la majorité des acteurs, quels que soient leur taille ou leur secteur d'activité, d'optimiser mais également d'augmenter leurs budgets de dépenses externes - vont accentuer ce phénomène de massification des fournisseurs.

Cette évolution du paysage concurrentiel reflète aussi une demande clients qui se complexifie : transformation numérique du monde industriel, convergence des technologies, avec l'internet des objets (IoT), diversification des offres et des modes d'engagement, projets transnationaux complexes, recours à l'offshore et au nearshore, massification, gains de productivité, etc.

Seuls les grands acteurs français ont une présence internationale et sont capables de répondre à l'évolution de cette demande. Parmi eux, ALTEN, à travers son portefeuille clients, son expertise sectorielle, son empreinte géographique ou encore son positionnement précurseur sur les services à plus forte valeur ajoutée, tels que la réalisation de projets intégralement externalisés en mode *Work Packages*, gérés localement ou selon une organisation transnationale éprouvée, dispose des atouts nécessaires pour demeurer leader de ce marché.

(Source : Teknowlogy PAC 2022)

## 1.3 OBJECTIFS ET STRATÉGIE

### 1.3.1 LE POSITIONNEMENT STRATÉGIQUE

Une offre pour l'ensemble des projets technologiques de l'Ingénierie et des *IT Services*.

#### Positionnement d'ALTEN

Le Groupe ALTEN intervient sur tous les projets porteurs d'enjeux technologiques pour le compte des directions techniques, Recherche & Développement et des Directions des Systèmes d'Information des grands comptes de l'Industrie, des Télécoms et du Tertiaire, nécessitant l'intervention d'Ingénieurs-Consultants de haut niveau.

	Niveau de risque	Positionnement	Marge brute estimée	% Activité du Groupe
	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ IP, <i>Risk sharing</i>, Édition Logiciel</li> <li>▶ Capex liés aux activités de prototypage, tests et pré-production</li> </ul>	Aléatoire & long terme	0%
	3	<b>Work Packages</b> avec Direction technique & Méthodes Méthodologies et outils propres	25 à 35 %	60%
	2	<b>Time &amp; Material (AT)</b> Avec VA de management RH et risque de l'IC Nb : 2+ Conseil à haut niveau		38%
	1	Staffing, <i>Free-lance</i>	5 à 18 %	2%

Pour information :  
 Niveau 5 = équipementier, Tier - 1 avec usine et production  
 Niveau 6 = industriel, OEM - intégrateur complet

Ce positionnement stratégique s'appuie sur :

### 1 deux business lines :

- l'Ingénierie,
- les IT Services.

### 2 des offres de niveau Ingénieur couvrant l'ensemble des projets technologiques de l'Ingénierie et des IT Services :

- l'offre *Core business* ALTEN ;
- des offres spécifiques au travers de filiales spécialisées en Conseil et Expertise ;
- Conseil :
  - MI-GSO|PCUBED, CORTAC, META PM  
Conseil en PMO et Conduite de changement,
  - AVENIR CONSEIL, QUICK RELEASE  
Conseil et Formation en PLM Management et PDM,
  - OPTIMISSA, NEXEO  
Conseil IT en Finance de Marchés,
- Expertises :
  - LINCOLN, SDG GROUP  
*Data Science* – BI,
  - AIXIAL, CMED  
*Life Sciences* : CRO et Opérations cliniques,

- CADUCEUM

*Life Sciences* : Qualité et Manufacturing,

- ATEXIS

*Customer Support* et MCO,

- WAFER SPACE, SI2CHIP

VLSI – *Chip & Micro-component design*,

- CLEVERTASK

Transformation digitale,

- AFOUR, VOLANSYS

Ingénierie produit,

- ICONEC

Télécommunications,

- QUALITANCE

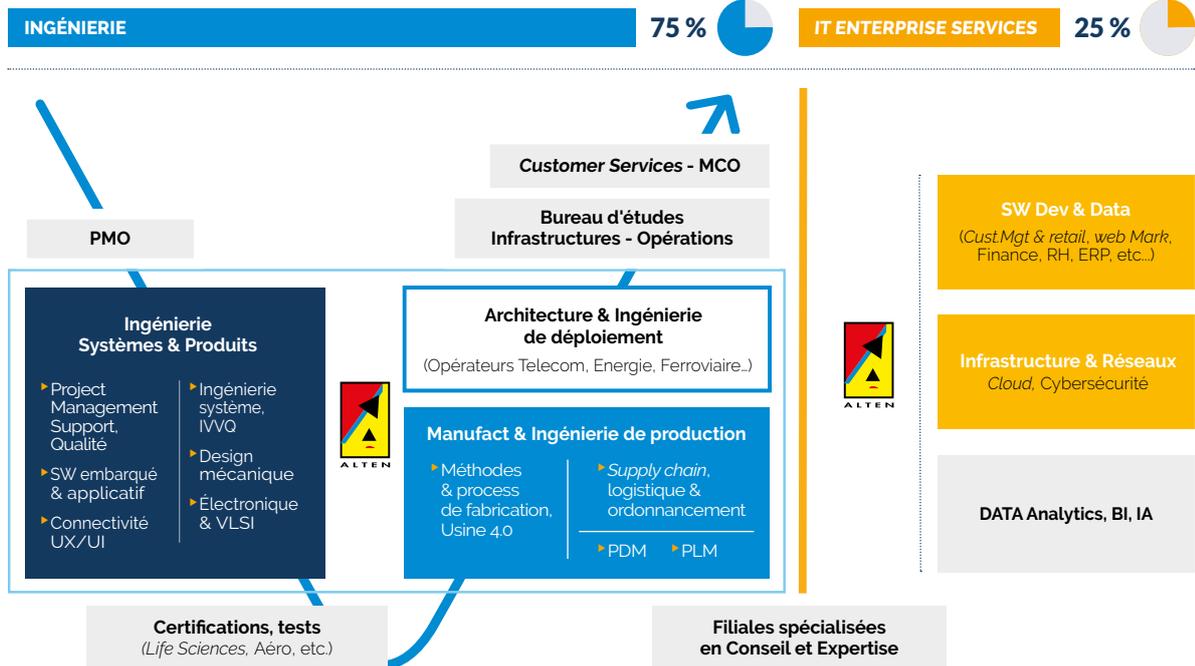
Software développement,

- METHODS

Architectures Cloud et transformation digitale,

- ANOTECH

Bureau d'études – Infrastructures – Opérations – Oil & Gas.



ALLEN est un Groupe d'Ingénierie (75 %) et d'IT Services (25 %) avec un positionnement digital à 80 %.

ALLEN a pour cœur de métier historique l'Ingénierie et est reconnu depuis plus de 30 ans comme le partenaire technologique de référence des grands comptes de l'industrie. Le Groupe a développé un positionnement complémentaire et historique dans les IT Services pour apporter des réponses technologiques à forte valeur ajoutée sur :

- la maîtrise de bout en bout du cycle de vie applicatif ;
- les tests logiciels ;
- la maîtrise et la valorisation des données ;

- les infrastructures et les réseaux ;
- la migration vers le Cloud, la protection des données et la Cybersécurité ;
- l'intégration de logiciel tiers, tels que des ERP, des CRM ou des outils de PLM ;
- la formation aux méthodes et métiers de l'IT. L'ALLEN Academy, déployée dans plusieurs pays du Groupe, propose ainsi des cursus de certifications internationales : ISTQB, IREB, IQBBA, SAFe, Scrum.org, ITIL, PMI.

### 1.3.2 STRATÉGIE DE DÉVELOPPEMENT

ALTEN a tous les atouts pour poursuivre son développement dans toutes les zones géographiques, à savoir :

- Un positionnement et des offres adaptés aux enjeux de ses clients ;
- Des centres d'excellence technologiques sectoriels ;

- Une excellente organisation du *delivery*, mondialement reconnue ;
- Une situation financière lui permettant d'accélérer sa croissance.

### 1.3.3 LES OBJECTIFS FINANCIERS ET EXTRA-FINANCIERS

Les objectifs à moyen terme et à compter de 2023 porteront sur :

- le renforcement de l'attractivité « employeur » pour recruter les meilleurs talents ;
- la poursuite de la structuration managériale ;
- l'augmentation de l'internationalisation de nos structures transverses commerciales et techniques ;
- le fait de « Marketer » davantage nos organisations Delivery Offshore et Nearshore pour répondre aux besoins croissants des clients, et gagner de nouvelles parts de marché ;
- la poursuite de la croissance externe ciblée;

ALTEN est confiant sur ses objectifs afin d'atteindre une marge opérationnelle supérieure ou égale à 10 %.

Les efforts de structuration se poursuivront pour franchir de nouvelles étapes de développement afin d'atteindre l'objectif de 70 000 Ingénieurs à fin 2026.

Par ailleurs, ALTEN poursuivra le déploiement de sa démarche de responsabilité sociétale dans les différents pays du Groupe avec pour axes de travail :

- la multiplicité des parcours et le développement des compétences au travers des universités internes, tout en favorisant l'inclusion et la promotion de la diversité ;
- le développement de solutions innovantes et durables conciliant les dimensions économique, environnementale, sociétale, pour créer de la valeur pour ses clients et les faire bénéficier des meilleures pratiques en matière de technologie ;
- une démarche d'achats responsables visant à accompagner la performance RSE des fournisseurs ;
- un engagement en faveur de l'environnement avec :
  - la réduction des émissions de gaz à effet de serre,
  - l'utilisation de ressources naturelles de manière raisonnée,
  - l'information et la sensibilisation des collaborateurs à la protection de l'environnement.

Le Groupe est confiant, plus que jamais, sur sa capacité à conforter sa position de leader de l'Ingénierie et du Conseil en Technologies.

## 1.4 UNE ORGANISATION TECHNIQUE D'EXCELLENCE

ALTEN a mis en place une organisation technique d'excellence reconnue mondialement.

Les méthodologies de gestion de projet ALTEN sont évaluées *Capability Maturity Model & Integration* (CMMI Services) niveau 3.

### L'OFFRE CONSULTING

Compétences ALTEN	Apport de la mission de consulting
Compétences fonctionnelles	Intervention sur des phases amont de spécification nécessitant une bonne compréhension de l'organisation, des enjeux et des métiers du client, et conduisant à la formalisation de cahiers des charges.
Compétences techniques	Renforcement capacitaire sur des phases de conception et d'études, ou apport technologique sur des compétences de niche à forte valeur ajoutée.
Compétences support	Renforcement du pilotage du projet sur ses différentes composantes (planification, qualité, contrôle des coûts, pilotage fournisseurs, etc.), ou accompagnement du client dans sa conduite du changement, au travers d'actions de formation par exemple.

### L'OFFRE WORK PACKAGES

Les *Work Packages* comportent plusieurs niveaux de responsabilité et de partage des risques et peuvent être réalisés soit chez le client, soit en externalisation partielle ou totale sur site ALTEN.

Ils sont pilotés par la Direction technique d'ALTEN qui constitue une équipe structurée et multidisciplinaire (PMO, encadrement technique et Ingénieurs projet), en adéquation avec les niveaux d'engagement définis avec le client. Elle met à la disposition du client des moyens logistiques (locaux, logiciels métier, liaisons sécurisées, etc.). En fonction des enjeux clients, ALTEN peut déployer des organisations spécifiques dans le

cadre des projets transnationaux, nécessitant une coordination accrue avec plusieurs équipes dans différents pays, voire faire intervenir une de ses structures *offshore* (Roumanie, Inde, Maroc) sur certaines phases du projet.

L'offre *Work Packages* constitue une véritable barrière à l'entrée pour la concurrence, les process, la méthodologie, les outils, la capacité d'organisation et de management et les structures indispensables à leur réalisation nécessitant d'importants investissements et une courbe d'expérience résultant de plusieurs années de mise en œuvre.

### UNE CAPACITÉ DE DELIVERY OFFSHORE UNIQUE SUR LE MARCHÉ AU SERVICE DE LA COMPÉTITIVITÉ DES CLIENTS

ALTEN réalise près de 60 % de ses projets structurés en France dont une partie est externalisée. Pour cela, elle dispose de structures *offshore* en Roumanie, au Maroc et en Inde.

Ce modèle d'organisation consiste à confier à l'équipe *front office* située à proximité du client dans le pays du donneur d'ordre, la responsabilité du pilotage du projet et la gestion de l'interface avec une autre partie de l'équipe de réalisation dans un centre *offshore* ALTEN (*back-office*). Le client travaille alors avec l'équipe ALTEN de proximité qui transférera ensuite à son centre *offshore* une partie des activités à réaliser. Cela permet de conserver auprès des clients des équipes qui maîtrisent les exigences, la culture et la langue du client. La part *offshore* peut ainsi varier de 20 % à 70 % en fonction des projets concernés. La montée en compétences est assurée par incubation d'une partie des équipes *offshore* dans le pays d'origine de la prestation et peut être complétée par l'envoi temporaire de collaborateurs vers le centre *offshore*. L'organisation globale de la Direction technique est garante des processus de contrôle qualité et d'exécution des projets qui doivent être les mêmes quel que soit le pays de réalisation de l'activité.

Cette approche permet de gagner en compétitivité sur l'offre en *Work Packages* d'ALTEN tout en garantissant un niveau de performance élevé par l'application des processus standard d'ALTEN.

#### Zoom sur :

##### **Le talent des équipes ALTEN au service de la réussite des projets**

Des outils et des process uniques sur le marché pour identifier les compétences nécessaires à la bonne réalisation des projets, aussi bien en interne qu'en externe.

Des dispositifs d'évaluation des compétences et de la performance pour détecter, valoriser et faire évoluer les meilleurs potentiels.

Des filières de formation pour anticiper les futurs besoins en technologie ou en management de projet.

## 1.5 ACTIVITÉS GRI 102-2 GRI 102-6

### 1.5.1 ACTIVITÉ PAR SECTEUR ET ZONE GÉOGRAPHIQUE

Les principaux secteurs d'activité dans lesquels le Groupe ALTEN opère sont décrits pages 48 et suivantes du présent Document. Les tableaux ci-dessous complètent ces informations.

**Répartition du chiffre d'affaires consolidé par principal secteur d'activité pour la période couverte par les données financières historiques :**

	2021	2022
Aérospatial	11,6 %	13,0 %
Défense & sécurité / Maritime	6,2 %	5,5 %
Automobile/ Ferroviaire	19,4 %	20,0 %
Electronique	3,9 %	4,1 %
Commerce de détail, services, médias & secteur public	16,5 %	18,4 %
Banque, finance et assurance	10,6 %	10,4 %
Industries	6,0 %	5,4 %
Télécoms	5,6 %	5,6 %
Sciences de la vie	9,5 %	8,7 %
Énergie	10,8 %	8,8 %

**Répartition du chiffre d'affaires par principales zones géographiques :**

Pays	Exercices		Exercices		Variation	
	2021	%	2022	%	Variation	Dont organique hors effet de change
France	1 031,9	35,3 %	1 178,2	31,1 %	14,2 %	12,3 %
International	1 893,3	64,7 %	2 604,9	68,9 %	37,6 %	20,7 %
<i>Amérique du Nord</i>	378,2	12,9 %	561,6	14,8 %	48,5 %	18,5 %
<i>Allemagne</i>	263,2	9,0 %	329,0	8,7 %	25,0 %	21,6 %
<i>Scandinavie</i>	172,6	5,9 %	183,6	4,9 %	6,4 %	9,6 %
<i>Benelux</i>	169,5	5,8 %	198,2	5,2 %	16,9 %	15,9 %
<i>Ibérique</i>	259,1	8,9 %	323,3	8,5 %	24,8 %	21,8 %
<i>Asie-Pacifique</i>	166,3	5,7 %	318,4	8,4 %	91,4 %	30,1 %
<i>Italie</i>	198,0	6,8 %	250,2	6,6 %	26,3 %	26,3 %
<i>Royaume-Uni</i>	140,2	4,8 %	263,2	7,0 %	87,7 %	26,8 %
<i>Suisse</i>	63,3	2,2 %	66,0	1,7 %	4,3 %	-3,1 %
<i>Europe de l'Est</i>	62,8	2,1 %	85,6	2,3 %	36,3 %	37,9 %
<i>Autres</i>	19,9	0,7 %	25,7	0,7 %	29,2 %	19,3 %
<b>TOTAL</b>	<b>2 925,2</b>	<b>100 %</b>	<b>3 783,1</b>	<b>100 %</b>	<b>29,3 %</b>	<b>17,7 %</b>

## 1.5.2 LES SECTEURS D'ACTIVITÉ D'ALTEN

ALTEN, leader de l'Ingénierie et des *IT Services*, accompagne la stratégie de développement de ses clients dans les domaines de l'innovation, de la R&D et des systèmes d'information.

### Automobile

ALTEN est positionné sur les environnements qui concentrent la valeur ajoutée et les investissements R&D tels que l'Ingénierie des motorisations (thermique et électrique) et des systèmes embarqués (*ADAS, infotainment, connectivité*), et le véhicule autonome. ALTEN déploie également l'innovation digitale pour aider ses clients, constructeurs et équipementiers, à optimiser leur compétitivité sur l'ensemble du cycle (conception, usine 4.0, *supply chain*) ou encore proposer de nouveaux services de mobilité au consommateur final.

### Ferroviaire

ALTEN accompagne les acteurs majeurs du Ferroviaire sur quatre domaines d'intervention: le matériel roulant, la signalisation (contrôle/surveillance/automatisation du trafic), l'infrastructure (réseau et gares) et la relation client (services web et mobile, systèmes d'information voyageurs, services innovants basés sur l'analyse de la *data*).

### Aéronautique

Dans le secteur Aéronautique, ALTEN est un catalyseur de la transformation de ses clients et participe à leur stratégie d'innovation incrémentale pour soutenir le développement de nouvelles fonctionnalités et nouveaux systèmes (hybridation, hydrogène, commandes de vol, etc.). ALTEN accompagne également les constructeurs et équipementiers dans le déploiement de nouvelles technologies (*Big Data, IoT, réalité augmentée, etc.*) au niveau de l'usine (*manufacturing engineering, usine 4.0*) et de la *supply chain* mais également dans le domaine du *customer services* et des *airlines*. De la maintenance prédictive aux plateformes de service client collaboratives, ALTEN combine sa connaissance des processus métiers et son expertise digitale, dans le but de fournir des solutions innovantes à ses clients.

### Spatial

Grâce à son expertise technique (structure, thermique, mécanique du vol, électronique spatiale, Ingénierie système, logiciel embarqué, etc.), ALTEN est présent sur l'ensemble du cycle de vie des satellites et des lanceurs (conception, fabrication et exploitation) avec une présence historique de plus de 20 ans dans des environnements clés tels que l'électronique spatiale et l'AIT (Assemblage, Intégration et Tests). ALTEN participe notamment à divers projets de développement pour répondre aux défis de lanceurs plus flexibles et compétitifs ainsi qu'au déploiement d'outils permettant à ses clients d'exploiter au mieux les différentes installations de communication avec les satellites.

### Défense

Fort de son savoir-faire en Ingénierie (systèmes embarqués, mécanique, etc.), ALTEN accompagne les industriels à la fois dans le développement d'avions et de véhicules de combat tous terrains, mais également sur l'ensemble des systèmes de pointe (communication, armement, radars, sécurité, etc.) intégrés sur ces infrastructures.

### Sécurité

Dans le secteur de la Sécurité, ALTEN intervient notamment en développement des systèmes de contrôle des espaces et des systèmes d'identification biométrique (systèmes embarqués, traitement des signaux, développement applicatif, IA, *Big Data, Cloud*). ALTEN aide également ses clients à sécuriser leurs systèmes d'information ainsi qu'à développer et déployer des solutions de cybersécurité.

### Naval

ALTEN accompagne les leaders industriels des systèmes navals de défense dans la conception des navires et des sous-marins, dans le développement des systèmes embarqués et dans la transformation digitale du secteur.

### Énergie

ALTEN se positionne comme un fournisseur de services *End-to-End* (Ingénierie R&D, méthodes industrielles, *Supply chain, Digital, etc.*) et participe aux projets stratégiques de grande envergure nécessitant de forts besoins en Ingénierie dans les domaines du *New Built* (Ingénierie du nouveau nucléaire), de l'exploitation et du maintien en condition opérationnelle, du *commissioning* et de la mise en service, du démantèlement et du traitement des déchets, du transport et de la distribution.

### Sciences de la vie

Le Groupe ALTEN dispose d'une offre diversifiée grâce à plusieurs sociétés spécialisées et à haut niveau d'expertise (CRO & Pharmacovigilance, R&D Produits, Procédés, *Data engineering*), pour apporter une solution globale de services à l'ensemble des industriels du médicament et des dispositifs médicaux. Le Groupe aide ses clients à optimiser les coûts de R&D, exploiter les données de santé et implémenter les outils et les méthodes de l'industrie 4.0.

### Télécoms & Médias

Partenaire de premier plan des opérateurs télécoms, des équipementiers et des groupes de médias, ALTEN intervient notamment dans le déploiement des infrastructures très haut débit (FTTH, 5G), la virtualisation des réseaux (SDN, NFV, SD-WAN, etc.), la transformation vers le *Cloud*, la révolution de l'internet des objets (IoT) et l'amélioration de l'expérience client des applications mobiles.

### Banque, Finance, Assurance – Retail

Fort de son expertise technologique (Applicatif, *Cloud, IA, Cybersécurité, etc.*) et de sa connaissance métier (*compliance, finance de marché, etc.*), ALTEN aide ses clients à faire évoluer et à sécuriser leurs systèmes d'information, à développer leurs nouveaux services et à optimiser leur relation client. La digitalisation du parcours client, l'utilisation de l'intelligence artificielle pour la détection des fraudes et des risques, ou encore le développement des services de paiement instantané sont des projets auxquels ALTEN contribue activement dans ce secteur.

## Focus projets

### ÉcoloT4.0 – Écoconception d'un capteur intelligent pour la maintenance prédictive : ALTEN, lauréat de l'appel à projets ADEME 2022

L'industrie 4.0 et le déploiement massif d'objets connectés permet de mieux produire, contrôler les ressources, piloter les données et ainsi réduire l'impact environnemental et les coûts de production. ALTEN est persuadé que l'écoconception est adaptée aux systèmes industriels de la Smart Factory. L'écoconception réduit l'impact environnemental de ces objets de bout en bout, dès le développement du système industriel et pendant son utilisation.

Dans cette optique, le projet « PERFECTO 2022 ÉcoloT4.0 » propose la mise en place d'un outil de mesure et d'aide à l'écoconception d'une solution globale (*Hardware* et *Software*) et son expérimentation pour l'écoconception d'un capteur intelligent, afin de réaliser des opérations de maintenance prédictive sur des outils coupants dans une usine 4.0. Optimiser ces processus, éviter les pannes, réaliser des gains sur l'usure de ces outils ainsi que sur les consommations énergétiques sont les principaux objectifs visés par ALTEN, SIEMENS DI CS et GREENSPECTOR, avec une mise en application concrète dans les usines d'un partenaire leader de l'industrie aéronautique.

### IA dans l'industrie 4.0 : ALTEN rejoint le programme de partenariat de STMicroelectronics pour optimiser la performance industrielle

Suite au SIDO de Lyon, le plus grand salon européen dédié à l'IoT, l'IA et la robotique, ALTEN a annoncé en septembre 2022 qu'il rejoignait le Partner Program de STMicroelectronics, un des leaders mondiaux des semi-conducteurs. Cette initiative vise à développer l'industrie 4.0 en renforçant la mise en œuvre de solutions avancées d'intelligence artificielle embarquée, pour les systèmes et process industriels. Un objectif rendu possible grâce à l'utilisation de la technologie NanoEdge™ AI Studio de STMicroelectronics, fonctionnant sur des microcontrôleurs STM32, déjà intégrés dans la plupart des systèmes clients, ainsi que sur les futurs capteurs intelligents (ISPU – Intelligent Sensor Processing Unit).

## 1.5.3 ALTEN INNOVATION

L'initiative **SMART DIGITAL** structure la R&D et l'innovation du Groupe ALTEN. Ses neuf programmes principaux délimitent des champs de recherche très complémentaires et transverses à tous les différents secteurs de nos clients. De fait, cette « **boîte à outils de R&D** » nous permet de toujours trouver des sujets d'innovation pouvant intéresser n'importe quel client d'ALTEN ou de ses filiales, déjà en place ou en prospection. Elle est donc un vecteur de croissance du Groupe.

### 1.5.3.1 Smart Factory 4.0

Les usines d'aujourd'hui doivent être plus flexibles, plus communicantes et plus efficaces, tout en restant au service de l'humain. Ce programme explore tous les sujets fondateurs de l'usine 4.0 : l'IoT, le jumeau numérique, l'IA, la réalité augmentée, la robotique, le système informatique intégré ou encore la

### Hydrogène : décarboner l'aviation civile à l'horizon 2035

En septembre 2020, Airbus annonçait vouloir développer un avion 100% hydrogène d'ici à 2035. À ses côtés, les équipes ALTEN œuvrent pour répondre à cet objectif révolutionnaire : mettre sur le marché un avion 0 émission, totalement décarboné ; l'hydrogène remplaçant le kérosène.

L'avion à hydrogène soulève des défis en termes de conception et d'opération. Il a la particularité de transporter de l'hydrogène à -273 °C. Cependant, maintenir l'hydrogène à température cryogénique n'est pas chose aisée. Les équipes ALTEN interviennent justement sur toute la conception ainsi que sur l'analyse mécanique et thermique afin d'assurer l'intégrité du réservoir d'hydrogène et de garantir la sécurité des passagers.

Ce partenariat de développement R&D entre Airbus et ALTEN représente une véritable opportunité d'innovation majeure tout en répondant aux défis environnementaux à grande échelle. Trois concepts d'avion ont été envisagés à ce jour et des premières expérimentations sont à l'étude pour préparer l'arrivée de l'avion propulsé à l'hydrogène dans les aéroports en 2035.

### Mécanique spatiale : cap sur Phobos

ALTEN opère depuis plus de 10 ans sur l'ingénierie mécanique du secteur spatial, auprès des grands industriels, des acteurs du New Space et du CNES. Sur l'ensemble du cycle de développement du produit, depuis l'architecture jusqu'à l'intégration et les tests, en passant par la conception et les analyses détaillées, le Groupe intervient sur les satellites de télécommunications, d'observation et de navigation mais également sur les infrastructures orbitales, les lanceurs et les rovers. Grâce à la diversité des sujets adressés sur cette spécialité, ALTEN a développé son propre bureau d'études à Toulouse. Les équipes ALTEN sur place, spécialisées en conception et calcul, ont notamment contribué à un projet d'envergure porté par le CNES : le projet du rover MMX. L'objectif de cette mission est d'envoyer en 2024 un rover sur une lune de Mars, Phobos, pour pouvoir l'étudier.

cybersécurité. Toutes ces technologies doivent s'intégrer les unes aux autres au service d'une production plus efficace sur les plans économiques, écologiques et humains.

Les équipes de recherche ALTEN Labs Toulouse ont réalisé un démonstrateur physique d'Usine 4.0 d'assemblage de drones, en partenariat avec SIEMENS Digital Industries : la plateforme « Mini Plant ». Elle permet de matérialiser tous les projets menés au sein du programme Smart Factory 4.0.

En utilisant les technologies du **jumeau numérique**, les équipes françaises, allemandes et espagnoles d'ALTEN simulent le comportement d'une usine complètement digitalisée et travaillent à son optimisation dans un monde virtuel, plus facile à manier et moins coûteux que le monde réel. Le projet Digital Twin Plant a permis de construire celui de la Mini Plant 4.0 de manière à pouvoir analyser tous les impacts de nos innovations sur les processus industriels et leur efficacité.

En particulier, nous étudions la **convergence entre les systèmes d'information d'entreprise (IT) et les systèmes de gestion industrielle et de production (OT Operating Technology)**. Deux sujets ont été particulièrement adressés en 2022 : la sécurité des systèmes informatisés et le contrôle du temps de réponse face à une inflation d'objets connectés. Un standard cybersécurité (PSSI) a été appliqué sur notre démonstrateur Mini Plant avec un manuel d'application facilement exploitable. Nous avons également travaillé l'architecture IT/OT sur le jumeau numérique de l'usine afin de mieux visualiser les problématiques de gestion des données en temps réel.

L'usine du futur doit permettre une meilleure anticipation et une gestion globale et dynamique de la production, avec une mesure précise de sa qualité, en abordant aussi bien l'aspect humain des opérateurs que l'outil de production lui-même.

Nous avons ainsi mené des travaux visant à analyser en temps réel les mouvements des opérateurs sur chaîne afin de les simuler très précisément : une caméra détecte les mouvements réels de l'opérateur que l'on transpose par traitement d'image dans un jumeau numérique. Des techniques d'apprentissage automatique en améliorent la précision et le réalisme. Cette qualité d'image permet d'anticiper les risques humains : le projet « **Analyse Comportementale par perception des opérateurs** » associe la reconnaissance d'image à une Intelligence Artificielle (IA) pour analyser les mouvements corporels en temps réel et réduire les risques de blessure de l'opérateur tout en proposant des conseils sur la posture la plus adéquate.

La **maintenance prédictive & prescriptive**, dont les concepts de base ont été posés en 2020, permet d'optimiser l'outil industriel en fonction des flux et de l'hétérogénéité de la production, en diminuant les rebuts/rejets mais aussi en anticipant les changements d'outils au moment optimal. Ce concept a été maqueté, testé et validé en 2021, in situ d'une usine d'assemblage aéronautique avec l'identification des paramètres pertinents à étudier pour son déploiement. Cette année nous avons démarré le développement des prototypes de la chaîne Capteur/IA/Plateforme. Ces travaux ont permis à l'équipe de recherche ALTEN de comprendre l'interaction entre les différents paramètres physiques de la machine et permettre à l'IA de construire des schémas d'anticipation de défaillance à venir. Nous avons aussi développé une architecture de partitionnement des données récoltées afin d'améliorer le traitement en temps réel, en s'affranchissant d'une mesure exhaustive de l'information. Le **partenariat mis en place entre ALTEN et le NanoEdge AI Studio de STMicroelectronics** nous a par ailleurs permis de construire des compétences solides en intelligence embarquée. La qualité de ce concept innovant a été reconnue au travers du projet « ÉcoloT4.0 – Écoconception d'un capteur intelligent pour la maintenance prédictive », **lauréat de l'appel à projets ADEME 2022**.

Pour compléter la vision d'une usine 4.0 en phase avec les préoccupations économiques et écologiques de son temps, le projet Green Factory a pour objectif de délivrer un **outil complet de gestion des consommations et du rendement énergétique d'une usine**. Il vise non seulement à monitorer la consommation et la production énergétiques dans leur ensemble (en gérant plusieurs sources d'énergies), mais également à l'optimiser en permettant de prédire, simuler et prescrire des solutions plus écologiques et plus économiques. Une plateforme numérique de gestion et d'analyse prédictive de la consommation d'énergie intégrant un premier modèle de simulation a été testée sur le démonstrateur Mini Plant. Il intègre une source d'énergie intermittente pour la production : le solaire. Des travaux ont aussi démarré sur l'identification de la pollution numérique issue de l'acquisition des données, de leur transport, stockage et traitement.

La gestion des aléas internes et externes de production est un élément-clé de la performance industrielle. Le projet **Digital Twin Internal Logistic** propose des technologies permettant de détecter et qualifier les crises, pour en prédire les impacts et proposer des solutions, avec pour objectif la structuration d'un outil digital fournissant des prescriptions pour sécuriser la chaîne logistique interne de l'usine. Ce projet intègre un volet robotique important : les algorithmes d'apprentissage automatique et par renforcement permettent de dialoguer vocalement avec les robots, y compris pour les former, ou leur permettent aussi de se corriger de manière autonome si un écart est détecté par un de leurs capteurs. Leur gestion en flotte autonome et optimisée en nombre permet aussi de faire face aux imprévus et d'introduire une très grande flexibilité au sein de l'Usine 4.0. L'ALTEN Lab UK développe également des algorithmes de détection et d'apprentissage automatique sur des modèles KANBAN pour optimiser les stocks de consommables sur les lignes de production. Celui du Maroc prototype un robot mobile autonome pour les tâches d'assistance logistique aux opérateurs.

### 1.5.3.2 Smart Quality & Green Supply Chain

Ce programme investigate l'utilisation des technologies numériques pour faire entrer la Qualité et la *Supply Chain* dans une nouvelle ère plus interactive et plus responsable à l'instar de l'usine 4.0. L'utilisation de l'intelligence artificielle et de données numérisées permet d'obtenir plus de réactivité, de transparence et d'intelligence dans la prise de décision au quotidien mais aussi des améliorations significatives à long terme. Des outils intelligents, basés sur des méthodes éprouvées, et la volonté de connecter les acteurs, leurs besoins et leurs résultats factuels sont les clefs de la Qualité et la *Supply Chain* de demain.

Le développement de **systèmes qualité plus intelligents** constitue un aspect important de l'efficacité et qualité de l'Usine 4.0. Nos équipes utilisent les outils *IT* à disposition de l'industrie 4.0 (pilotage de la donnée technique, *IoT*, *IA*, *Big Data*...) pour automatiser les contrôles qualité et stocker les données pertinentes de production. Ces concepts ont été prototypés sur la Mini Plant en introduisant un contrôle qualité visuel assisté par ordinateur sur l'aile et sur le drone en entier, avec un seul contrôleur capable de se réorienter et de réaliser un contrôle complet. Il permet la détection des dérives dans le processus qui nécessiteraient un contrôle exhaustif a posteriori des pièces produites. Afin de pouvoir conserver les images pendant 20 ans sans en altérer leur qualité, nous avons travaillé à leur réduction pour garder uniquement des informations précises pour la vérification qualité tout en réduisant l'empreinte écologique du stockage.

Les équipes d'ALTEN abordent également des aspects plus globaux de conformité aux normes en entreprise. Ces travaux vont d'un déploiement automatisé de processus de vérification de conformité aux normes, jusqu'à des systèmes d'aide à la décision pour choisir le processus le plus efficace dans une situation donnée. Le projet **MYQUALITY 360** vise à réaliser une évaluation selon les standards ISO 9001 sans biais humain. Aujourd'hui, les évaluations se font par le biais d'audits entre un vérificateur et l'équipe de l'entreprise concernée. Cette nouvelle approche propose une solution numérique vérifiant la conformité à la norme par l'analyse directe des données stockées dans le Système d'Information d'une société. Pour cela nous distinguons dans la norme ISO 9001 les éléments purement factuels et y associons un outil automatique de *datamining* capable de remplir une matrice d'audit pour vérifier la conformité mais aussi d'émettre des recommandations.

Au sein de l'ALTEN Lab Toulouse, la recherche d'une *Supply Chain* plus performante aborde 3 dimensions principales : le *GREEN* pour réduire son empreinte CO<sub>2</sub>, le *LEAN* pour améliorer sa réactivité et le *PREDICTIF* pour sécuriser ses approvisionnements. S'il existe des solutions logicielles qui permettent de travailler sur chacun de ces axes, elles restent très interdépendantes les unes des autres : un choix de mode de transport ou d'optimisation de tournée aura un impact indirect sur l'optimisation des émissions de CO<sub>2</sub>. De facto, ces trois dimensions sont combinées dans un même outil de simulation développé au sein du projet **Digital Twin Supply Chain**. Véritable « tour de contrôle » de la logistique avec une IA entraînée pour anticiper les impacts des choix sur les différentes dimensions, cet outil optimise les possibilités offertes suivant les différents critères et propose donc une décision écoresponsable. Les premiers travaux menés sur un cas de transport routier ont validé fonctionnellement notre solution. En lien avec notre programme Smart Mobility, ce concept se décline directement dans la recherche de solutions écoresponsables pour la **logistique urbaine, dite du dernier Km**. L'optimisation des tournées doit prendre en compte des solutions multimodales (thermiques, électriques, transports en commun...) capables de combiner efficacité et faible empreinte énergétique. Les algorithmes d'optimisation multicritères permettent de les planifier de manière optimale vis-à-vis de leur consommation énergétique.

D'autres équipes R&D d'ALTEN interviennent aussi directement sur des approches innovantes de la *Supply Chain* :

- en Roumanie, pour la solution Carbeat™ d'AkzoNobel de management visuel digitalisé du processus de gestion des réparations automobiles ;
- en Allemagne, en développant des systèmes prédictifs permettant de prioriser la gestion de milliers de containers, ou en proposant une solution optimale de localisation des ateliers de réparation d'une flotte de camions permettant de traiter plus d'incidents plus rapidement.

### 1.5.3.3 Smart Communications

La technologie 5G est aujourd'hui indispensable dans le fonctionnement de notre monde ultra-connecté qui exige des réseaux qu'ils aient de meilleurs couverture, efficacité énergétique, débit, stabilité, fiabilité... Si la technologie 5G nous en fournit les moyens techniques, le programme de recherche Smart Communications **l'adapte aux usages** par le biais de solutions innovantes de "rupture" exploitant les nouvelles limites de fonctionnement des antennes à faisceaux dirigés et les capacités de traitement des cœurs de réseau. Les équipes ALTEN Lab déploient ainsi leur savoir-faire pour adresser des applications très variées, de la télécommunication grand public jusqu'aux usages liés à l'IoT critique pour l'usine connectée en passant par la mobilité autonome. Un point majeur de la mise en œuvre de ces technologies porte sur la limitation des consommations en énergie de ces objets, afin que leur multiplication dans les environnements publics et industriels n'ait pas un impact environnemental majeur.

Afin de proposer des solutions techniques de relais 5G basse consommation à partir d'antennes à méta surface, en particulier pour les applications de l'Usine 4.0, ALTEN a conclu un partenariat avec le laboratoire Génie Electrique et Electronique de Paris (GeePs) de CentraleSupélec pour développer une antenne à filtrage spatial réduisant la consommation de la chaîne RF avec des solutions passives. La première partie du travail a porté sur la conception d'un diviseur de puissance 4 way fonctionnant sur la bande Ka (26,5 – 40 GHz), qui sera l'entrée d'un système switch passif.

**L'hybridation de réseaux 5G et satellites** s'impose de plus en plus dans le domaine des télécommunications 5G. Il s'agit alors de proposer une architecture de transmission bout en bout depuis le sol permettant de définir les satellites qui couvriront un utilisateur en fonction de sa position. Une équipe de l'ALTEN Lab Sèvres a développé une solution d'architecture hybride sol-air-espace qui permet de mieux comprendre la communication 5G par satellite en utilisant les avions en guise de relais, incluant également un programme d'automatisation du processus de communication hybride selon le besoin de l'utilisateur. Elle explore également la possibilité d'**utiliser un essaim de drones pour relayer un réseau** en cas de besoin d'une couverture 5G en zones reculées et isolées (zone d'intervention humanitaire ou théâtre d'opérations militaires). Les questions techniques adressées sont complexes, en particulier sur la quantification des interférences, non connues en *full-duplex*, afin de définir leur importance sur la qualité du réseau créé.

La diversité des capacités de relais de la 5G permet aussi de proposer des solutions de **simulateurs de déploiement 5G** en *indoor* et en *outdoor*. À la croisée des chemins avec le programme Smart Factory 4.0, l'utilisation de la 5G pour une **usine communicante « Wireless Plant »** présente des enjeux fondamentaux. Nous avons étudié l'interopérabilité entre les protocoles industriels et de communications sans fil pour simuler au mieux les problématiques d'intégrations concrètes. Ces travaux déboucheront en 2023 sur la mise en place d'un partenariat et d'offres innovantes communes entre ALTEN, leader des solutions d'ingénierie, et 2 acteurs mondiaux des télécommunications et de l'industrie digitale. Pour la partie *outdoor*, l'ALTEN Lab de Sèvres conçoit un modèle décrivant les différentes couches de communication 5G pour un système de transport intelligent dans un contexte de communication *Véhicule-to-Everything* (véhicule, piéton, réseau, signalisation, etc.).

### 1.5.3.4 Smart Green & Secure Systems

Dans ce programme, les sujets d'éco-conception et de sécurité des données sont abordés sous deux angles principaux :

- dans le secteur industriel, pour le développement de systèmes de transports terrestres ou aériens facilitant la transition énergétique en utilisant des énergies alternatives, ou écoconçus avec pour objectif une sobriété de consommation. Il utilise en particulier les concepts d'écoconception des systèmes industriels développés dans le programme Smart Design en les appliquant sur des cas d'utilisation concrets ;
- dans le secteur des systèmes d'information, pour atteindre une plus grande sobriété numérique et accroître leur sécurité et celle des utilisateurs.

Les équipes R&D ALTEN sont très présentes sur les sujets de l'électrification des transports terrestres. De nombreux projets sont menés avec les différents constructeurs pour développer ces nouveaux véhicules. Néanmoins, pour en accroître l'usage, il faut contrer les inconvénients inhérents à la faible stockabilité de l'énergie électrique et à la réutilisation des batteries.

Une équipe ALTEN travaille ainsi sur le développement d'une **technologie universelle de communication entre le véhicule électrique et une borne de recharge**. Basée sur la technologie CPL (Courant Porteur en Ligne) elle doit assurer la charge rapide des véhicules sur tout type de borne. Les équipes d'ALTEN Pologne et France travaillent aussi sur plusieurs projets de bornes de recharges : accroissement des fonctionnalités sur les nouvelles générations de bornes de recharge, amélioration des rendements de charge, adaptation aux fortes charges (camions électriques), etc.

Autre problème : que faire des milliers de batteries de véhicules électriques qui ne sont plus adaptées à des applications embarquées, mais qui peuvent toujours remplir un rôle de stockage d'énergie ? L'ALTEN Lab Toulouse, en coopération avec celui de Iasi (Roumanie), leur propose **une seconde vie domestique** en incorporant des batteries usagées de Zoé dans des containers adaptés. Cette étude a démontré qu'il convenait de concevoir ces batteries en anticipant ce nouvel usage, et nos travaux se sont donc orientés vers les problématiques suivantes comme cas applicatif du programme Smart Design :

- dans une première étape, identifier les paramètres actuels compromettant une seconde vie des batteries et réinjecter ces informations dans la première phase de conception afin de faciliter au mieux cette seconde vie ;
- dans une seconde : concevoir directement une batterie pour système embarqué performante, compatible avec une seconde vie dans un ESS (*Energy Storage System*), tout en simplifiant au maximum l'étape de reconditionnement intermédiaire.

ALTEN est également fortement engagé sur la recherche autour des concepts des futures générations l'aéronefs Zéro Émission, avec une vision disruptive de l'existant. En particulier, sur la partie pilotage, avec l'engagement dans des projets autour des solutions permettant d'avoir **un seul pilote dans le cockpit**. Nous explorons différentes possibilités de gestion des phases de vol par un seul pilote : soit un unique pilote à bord sur l'ensemble du vol, soit l'exécution de la phase de croisière long courrier par un seul pilote dans le cockpit. L'enjeu scientifique de ces projets consiste à démontrer la faisabilité de développement de procédures novatrices non assistées par un copilote. Ces dernières seront à implémenter dans le cockpit du futur : assistant virtuel, intelligence artificielle, etc. Nos travaux portent également sur la partie distribution de puissance et de données dans la cabine, pour augmenter leur modularité, et aussi sur la partie propulsion, avec les concepts exploratoires du projet CORAC (cf. *Smart Design*). Les équipes d'ALTEN Pologne participent à la conception des nouvelles générations de turbopropulseurs économes en énergie.

La **fiabilité des systèmes électroniques** est un sujet central de la conception des avions de demain. L'intégration de nouvelles technologies électroniques permet d'assurer tout à la fois un allègement conséquent des structures mais aussi une sécurisation des systèmes de vols. Elle permet aussi d'augmenter les services proposés aux voyageurs. Une équipe ALTEN France, experte dans la conception de systèmes aéronautique, travaille avec AIRBUS sur le développement d'un nouveau type d'actionneur primaire de vol EMA (*Electro-Mechanical Actuator*) et de son électronique de contrôle, notamment sur la définition d'un nouveau bus de communication  $\mu$ AFDX (*Micro Avionic Full Duplex*). Dans ce contexte, ALTEN est intervenu sur l'intégration de deux nouveautés technologiques adjacentes :

- la transmission de données par liaisons optiques multifibres parallélisées, pour comprendre le comportement et éprouver la maturité de cette technologie dans le domaine aéronautique (qualité des signaux et interférences, solidité de la connectique, capacité de maintenance...);
- l'implantation de nouvelles puissances électriques HVDC, pour réduire les incertitudes liées aux technologies de câbles sur leur isolation, le respect des règles de ségrégation, les typologies de connectique acceptables et leur capacité de fabrication.

Des équipes ALTEN France travaillent sur la géolocalisation spatiale des satellites, sur les systèmes d'acquisition sécurisée des données satellitaires ainsi qu'à leur exploitation pour l'océanographie et la marégraphie.

Les systèmes embarqués sont aujourd'hui de plus en plus complexes avec l'apport des technologies d'IA. Si les architectures centralisées de traitement des données par la collecte des informations remontées par ces systèmes sont naturellement très énergivores, le traitement de ces mêmes données au plus près de leur captation l'est beaucoup moins. Ainsi, au travers de ce programme, nous cherchons à faire converger différentes approches passant par des **systèmes IT éco-conçus** pour être moins gourmands en calcul et donc en énergie avec des IA de terrain, directement implantées dans les capteurs de données, et plus collaboratives pour mieux distribuer les tâches et autoriser des réactions plus rapides et adaptées.

L'amélioration de l'efficacité énergétique des systèmes informatiques débute par sa base : le codage. L'approche holistique des équipes de recherche d'ALTEN sur **la sobriété énergétique dans le code** avait été reconnue en 2021 par l'Institut du Numérique Responsable qui lui avait attribué son Prix Coup de Cœur dans la catégorie « La stratégie des organisations et le Numérique Responsable ».

Partant de ce constat, les équipes ALTEN développent une plateforme d'essai et de test dédiée à l'éco-conception de systèmes, composée des trois couches suivantes :

- le projet **Green Code** optimise la performance énergétique des logiciels applicatifs ou embarqués, notamment dans la collection et le traitement des données connectées ; le partenariat avec la société Greenspector apporte une contribution significative sur la mesure de performance *Green* ;
- le projet **Green Smart Object** permet de mesurer précisément la consommation énergétique de systèmes intelligents et d'objets connectés *IoT* (*Internet of Things*) ;
- le projet **Green Smart System** adresse les systèmes complexes, et les systèmes de systèmes, et vise notamment à mesurer l'efficacité de la communication entre les différentes intelligences du système et l'impact de la répartition des intelligences (et des calculs).

Pour une même application, les équipes ALTEN comparent la consommation énergétique des systèmes intelligents en fonction de leur architecture (*Edge, Cloud, Mist*), et mesurent la consommation énergétique des différentes composantes (matériel, logiciel, Intelligence Artificielle, communication). Cette plateforme permet alors de proposer des préconisations fortes sur leur architecture afin qu'ils soient plus efficaces du point de vue énergétique.

Cette digitalisation galopante pose donc une question fondamentale : quelles sont les solutions de contrôle et de sécurisation des accès aux données ?

La simulation de comportement en réalité virtuelle permet de gagner du temps de développement ou d'anticiper des difficultés nouvelles. Appuyées sur une offre de casques XR de plus en plus performants, les **solutions d'identification sécurisée** offrent des possibilités accrues par rapport à celles proposées pour mobile ou PC. Une équipe d'experts ALTEN propose **un nouveau concept de mot de passe 3D** basé sur des interactions complexes avec des objets virtuels. Cette solution vise à exploiter deux éléments jusqu'ici non utilisés en conditions similaires : la profondeur de champ dans le monde virtuel, mais également la détection biométrique directement intégrée dans les casques de réalité virtuelle. Si l'association de la *Blockchain* et de la biométrie est très intéressante dans ce domaine de la sécurisation d'accès, elle pose aussi des problèmes technologiques importants. En effet l'identification biométrique par empreinte digitale de l'individu n'est pas unique mais peut varier dans une certaine zone. Elle n'est ainsi pas nativement associée à une valeur numérique unique. Une équipe ALTEN travaille donc sur une solution qui rendrait compatible la biométrie avec la récupération d'identité dans la *Blockchain*.

### 1.5.3.5 Smart Mobility

La mobilité doit relever de nombreux défis du fait de la croissance forte des déplacements et de leurs impacts environnementaux. Les administrations territoriales et les villes doivent en particulier faire face à des enjeux d'aménagement des infrastructures de leurs réseaux de transport permettant d'optimiser les déplacements multimodaux des usagers et des marchandises et d'intégrer des véhicules de plus en plus autonomes et connectés.

Ce programme regroupe des projets innovants s'articulant autour des mutations d'une mobilité toujours plus respectueuse de l'environnement (émissions de CO2 et bruit) et du bien-être des usagers. Ces projets de recherche portent notamment sur la mise en œuvre de solutions pour faciliter la fluidification du trafic, ainsi que sur la montée en autonomie des véhicules et de leur coopération avec des infrastructures de plus en plus intelligentes. Nos projets font appel aux compétences des métiers historiques du transport mais surtout à celles amenées par les nouvelles technologies digitales. Ils s'appuient sur des outils de simulation et d'exploitation des bases de données de géolocalisation.

La maîtrise des flux de trafic par une gestion intelligente des infrastructures et des véhicules est en effet un aspect essentiel de la mobilité urbaine. Les équipes ALTEN Lab ont lancé différents travaux permettant d'adresser cette question en utilisant des données fournies à la fois par les infrastructures et par les véhicules toujours plus connectés. Les outils d'IA et d'apprentissage ainsi que les solutions d'exploitation des données massives ouvrent un champ d'investigation plus large. Deux axes ont été abordés durant nos travaux réalisés en 2022 :

- intelligence des infrastructures de transport terrestre : Pour améliorer la fluidification du trafic routier, les travaux se sont concentrés sur l'utilisation de modèles d'IA basés sur l'apprentissage par renforcement pour piloter et gérer les feux de circulation à l'échelle locale. L'enjeu est de pouvoir implanter dans le modèle toutes les caractéristiques de circulation qui peuvent être rencontrées dans une ville pour permettre un auto-ajustement intelligent des feux ;
- la simulation de trafic comme outil d'aide à la décision : Afin d'accroître le niveau de fiabilité des modèles de prédiction de trafic nécessaire pour évaluer les effets de modifications des infrastructures de transport, les développements d'outils de simulation de trafic ont été abordés sous un angle nouveau, en travaillant sur une approche hybride mixant d'une part une modélisation mésoscopique à l'échelle de la région et d'autre part une simulation microscopique continue au niveau du véhicule dans la rue. La précision des travaux a été améliorée, grâce aux données existantes très détaillées et par le fait de considérer la ville comme une zone de transit.

De même, la sécurité est un prérequis au déploiement plus large des fonctions de conduite autonome. A ce sujet, les équipes ALTEN Lab se sont concentrées sur deux aspects :

- Les méthodes et moyens de validation permettant de s'assurer que de telles fonctions développées à base d'Intelligence Artificielle adoptent en toute circonstance le comportement adéquat. Cela conduit à développer une nouvelle approche orientée par les données et basée sur des ontologies. Nous générons alors automatiquement un jeu de scénarios de tests réalistes pour valider en environnement virtuel le comportement de la fonction de conduite autonome choisie avec un niveau de confiance acceptable. La levée de ce verrou technique a été l'occasion de lancer une thèse de doctorat sur ce sujet en collaboration avec le laboratoire Génie Industriel de CentraleSupélec.

- Les stratégies de perception par le véhicule autonome de son environnement et en particulier des utilisateurs routiers les plus vulnérables, les piétons. A ce sujet les travaux portent sur l'expérimentation des méthodes d'IA et techniques d'apprentissage associées pour améliorer la détection de piéton et la prédiction de leur intention en milieu urbain. Cela a été l'occasion également de commencer à évaluer le potentiel de coopération entre différents Systèmes de Transport Intelligents STI au travers de la fusion entre les données issues des capteurs embarqués dans le véhicule et des données issues de sources externes (infrastructure, autre véhicule, ...). Nous abordons ainsi les technologies V2X (*Vehicle-to-Everything*).

L'ALTEN Lab Maroc développe par ailleurs un prototype de banc de validation HIL (*Hardware In the Loop*) permettant de tester les systèmes intelligents d'assistance à la conduite, autonome ou non.

D'autres projets de R&D menés par des équipes ALTEN concernent la transition écologique sur les véhicules et les usages : architecture électrique et optimisation du câblage de bus électriques (Pologne), méthodologie de réduction de poids des véhicules à partir d'exigence maximale d'émission CO2 (Allemagne), développement des nouvelles générations de radars routiers (France), motorisation hydrogène (France), aides à la conduite et véhicule autonome (France, Allemagne et Roumanie)

### 1.5.3.6 Smart Transactions

Dans un monde de plus en plus connecté et digitalisé, le volume des échanges de données entre particuliers, entreprises, logiciels, bases de données, etc. est en forte croissance. Très présentes dans le secteur tertiaire, les équipes d'ALTEN Italie développent, pour plusieurs clients majeurs de la banque et de la distribution, des plateformes innovantes intégrant tous les ingrédients de la transformation digitale :

- pour gérer des transactions performantes sur le cloud, en tenant compte de toutes les contraintes réglementaires et de sécurité ;
- pour de l'e-commerce ou des services bancaires B2C (*Business To Consumer*) évolutifs, multicanaux et transparents, intégrant une expérience utilisateur de qualité.

Le Programme de Recherche Smart Transactions intègre des projets innovants centrés sur l'utilisateur, avec de la technologie *Blockchain* pour démontrer qu'elle peut parfaitement s'intégrer dans le SI des entreprises. Cette approche est déployée pour la gestion de la donnée personnelle et la gestion d'identité numérique, mais aborde aussi le domaine de la cryptomonnaie que nous avons initié en 2022.

Dans ce cadre le projet **PIMS (Personal Information Management System)** est une approche de gestion des données personnelles appliquée au domaine bancaire, avec deux objectifs principaux : répondre aux attentes des cadres réglementaires (RGPD et DPS2) et autoriser l'accès à une gestion fédérée des données personnelles et des identités numériques. Un des principes étant de redonner la main à l'utilisateur sur la mise à disposition de ses données personnelles. Il propose une plateforme conçue sur des technologies habilitantes telles que la *Blockchain* et le web sémantique afin de mettre en œuvre des services répondant aux différentes attentes des fournisseurs de données et services numériques, tout en respectant le consentement des utilisateurs. L'utilisation de la *Blockchain* permet traçabilité et immuabilité, transparence et chiffrement notifiés. La **gestion d'accès à des données privées** repose à la fois sur une identité, sur une authentification, et une crédibilité associée à l'information. Les différentes technologies de *Blockchain* ne définissant pas un concept d'identité unique, l'enjeu technologique est donc de parvenir à concilier identité et authentification pour bénéficier du niveau de sécurité maximum.

L'explosion du recours par les entreprises aux technologies *cloud*, et donc l'appel à différentes solutions et fournisseurs, exige une gestion efficace des moyens techniques et des coûts financiers associés. L'équipe « *FinOps* » de l'ALTEN Lab de Rennes développe une solution technique et un processus d'aide au pilotage de ces coûts. Ils couvrent les trois dimensions structurelles de la **gestion multicloud** : agréger des données financières, allouer les ressources et financement aux bons utilisateurs, automatiser la gestion de ces ressources. Cette plateforme d'optimisation multicritère configure automatiquement plusieurs connecteurs vers différents fournisseurs de services cloud (AWS, Azure, GCP, privés...) afin d'obtenir un résultat flexible et performant. Un retour d'expérience enrichit notre démarche, via le développement mené pour Orange autour d'une solution de prévisualisation des coûts de migration de services hébergés dans un data center Orange vers Google Cloud Platform.

Notre filiale NEXEO étudie le domaine de la **finance de marché**. Son projet exploratoire sur les cryptomonnaies, CEMEX, analyse l'évolution de leurs cours en fonction de facteurs objectifs comme les indices boursiers ou les événements externes, avec pour objectif d'établir un modèle prédictif à l'aide d'algorithmes d'apprentissage automatique. Elle travaille aussi sur les *scoring* ESG en développant un moteur de calcul en finance responsable. En effet ces critères ESG ont été définis sur l'écoresponsabilité des sociétés – critères = environnemental, social et transparence – mais il n'existe pas encore de réglementation claire sur les méthodes de calcul. Les initiatives étant hétérogènes, déterminer une méthode objective de calcul permettrait de progresser dans l'adoption de ces critères.

Malgré les crises sécuritaires et sanitaires, le secteur du tourisme développe de nouvelles approches attractives et multicanales afin de proposer des solutions plus économiques et plus écoresponsables. Les équipes R&D d'ALTEN France contribuent directement au développement des logiciels complexes des **plateformes de réservation** et à l'amélioration des performances de leurs moteurs de recherche temps réel, notamment par la mise en œuvre de technologies *multicloud*, *data science* et cybersécurité.

### 1.5.3.7 Smart Data Exchange

La production de données digitales croît de manière exponentielle. Les nouvelles technologies dites de *Big Data* permettent de manipuler ce volume croissant de données avec efficacité et à moindre coût. Le Programme de Recherche Smart Data Exchange vise à **automatiser le travail de préparation des données, de sélection des outils et de validation des modèles**. Véritable « *data factory* » pilotée par l'Intelligence Artificielle, "Smart Data Exchange" assiste le *Data Scientist* : une première plateforme DLM (*Data Lake Management*) collecte, qualifie, trie et réconcilie les données hétérogènes issues de sources très diverses, tandis qu'une seconde SBM (*System Behaviour Management*) lui permet de concevoir et de qualifier ses pipelines d'analyse en sélectionnant les algorithmes optimaux et en intégrant les aspects de sécurité et de fiabilité des modèles dans le temps.

Les travaux 2022 se sont déclinés autour de trois grands thèmes : DLM, gestion de données sémantiques et méta-apprentissage dans le SBM.

Dans un premier temps il faut pouvoir maîtriser et structurer une grande quantité de données. Ce point est adressé par les techniques de **Data Lake Management**. Un projet de recherche a été lancé sur l'enrichissement des capacités techniques des *Extract Transform and Load* (ETL), briques technologiques permettant la collecte et la transformation de données. Le travail est concentré sur le développement d'un bus de données sémantique piloté par une Intelligence Artificielle, traitant des données de sources hétérogènes, statiques ou dynamiques.

La gestion de la **donnée sémantique** est incontournable pour disposer d'outils de traitement de données efficaces. Dans ce domaine l'ALTEN Lab de Sophia a lancé un travail de thèse depuis 2 ans en lien avec des laboratoires de l'école des MINES ParisTech, sur le sujet de l'usage de l'intelligence artificielle dans la gestion d'une base de données, en l'occurrence sur un cas applicatif d'un portefeuille de projets. Nous avons conjugué trois approches concurrentes : technologique, stratégique, conception et comportement organisationnel. Partant d'une compréhension des bases de données et de leur remplissage pour les projets, les travaux se sont tournés autour des méthodes d'audit des projets pour construire un cube d'analyse. Confrontés au réel avec un faible taux de remplissage des bases de données, nous avons étudié les biais de motivation pour inciter à leur remplissage dans une organisation.

La maîtrise des bases de données et de l'analyse sémantique et ontologique permet alors de s'intéresser avec plus de hauteur au **méta-apprentissage**, sujet de recherche très actif dans le domaine de l'IA. Une autre thèse a été lancée avec la même école prestigieuse par l'équipe de recherche ALTEN pour étudier une approche mettant en œuvre des techniques d'*AutoML* et de méta-apprentissage pour générer des *workflows* d'analyse et de valorisation des données. Étant donné un jeu de données multimodales (table de données, images, vidéos, etc.), une tâche spécifiée (classification, *clustering*, régression, prédiction, etc.) ainsi que des métadonnées simples (domaine des données, position des labels, etc.), il s'agit alors de produire automatiquement un *workflow* d'apprentissage automatique pour répondre à cette tâche spécifiée.

Les cas d'application de ces nouvelles technologies sont multiples. Prenons pour exemple deux exemples de R&D menés par une équipe ALTEN France pour AIRBUS Helicopters :

- afin de pouvoir exploiter les informations techniques d'entretien des hélicoptères, nous devons la recueillir dans un premier temps sur des plans en format papier. Il s'agit donc de développer un robot de lecture et d'indexation de cartouches de plans pour alimenter une base de données structurée. L'utilisation combinée de technologies de reconnaissance optique de caractères (OCR) à de la reconnaissance de données sémantiques permet de catégoriser toutes les métadonnées d'un plan quel que soit le format du cartouche et de les remplir dans le bon format dans la base de données ;
- dans un deuxième temps, il faut les rendre accessibles sur tout type de plateforme (mobile, tablette, PC, Mac). Les fonctionnalités de consultation ou de modification, que l'on soit connecté au réseau ou non, doivent être les mêmes via une application unique multiplateforme. L'équipe ALTEN a donc développé une solution architecturale permettant de migrer 5 To de données et d'indexer des PDF de 10 Go coupés en plusieurs milliers de petits fichiers, avec des contraintes de ressources très limitées.

Notre filiale LINCOLN, spécialisée dans la *data science*, explore différentes technologies autour de la donnée :

- le **traitement du langage naturel** (NLP) dans les films vidéo : grâce à l'extraction de caractéristiques sur des fichiers audios, un modèle d'intelligence artificielle est capable de reconnaître le locuteur sur un segment audio, et de convertir sa parole en texte, faire des résumés de texte et détecter des thématiques. Dans notre cas, il s'agit d'appliquer ces méthodes à un débat politique ;
- la **recherche intelligente d'information** : une plateforme de recherche intelligente basée sur l'IA récupère l'information où qu'elle se trouve, l'analyse, la trie puis répond à l'utilisateur de manière intelligente. Afin de parvenir à cet objectif il faut étudier/tester l'ensemble des méthodes d'intelligence artificielle en particulier les méthodes de traitement de langage naturel, de recherche automatique et de recherche vectorielle sémantique. Le cas d'application est la recherche d'information sur les PC et les espaces de partage d'information ;
- la **détection automatique de deepfake** (hypertrucages) : un outil détecte en multimédias, catégorise et élimine ces contenus malveillants générés artificiellement et par superposition, avec un focus sur les *deepfakes* faciaux ;
- la construction d'une **boîte à outils OCR** : ces travaux sont plus généraux que ceux décrits dans les projets de R&D AIRBUS Helicopters ci-dessus. Ils adressent le partitionnement d'un document en différentes zones labellisées selon leur contenu puis l'extraction du texte, des images, des titres, des tableaux, des listes, des logos, des signatures, etc.

### 1.5.3.8 Smart Design

Avec le programme Smart Design, nos ALTEN Labs proposent des approches disruptives pour répondre aux défis de la conception de systèmes techniques complexes combinant les dimensions de produits, de services, de processus ou d'organisation. L'augmentation de l'interdépendance des technologies, de la concurrence, des usages, des contraintes environnementales ou de sécurité nécessite désormais d'intégrer et de maîtriser les moyens techniques, humains ou financiers mis en œuvre et décidés en phase amont du processus de conception afin de mesurer leurs impacts sur l'ensemble du cycle de vie.

Cependant la durée des cycles de développement se réduit de manière significative pour répondre aux critères prééminents de Temps de Commercialisation (*Time To Market*).

Le défi est donc double :

- 1 **apporter plus d'anticipation et de flexibilité au processus de conception amont "Out of Cycle"** afin de réduire le temps effectif de développement "*In Cycle*",
- 2 maîtriser les niveaux de complexité et d'incertitudes aux différents niveaux de validation du processus de conception digitale.

Cette nouvelle efficacité nécessite de faire appel à différentes techniques et technologies intégrées tout au long du processus de développement et de la vie des produits, et aux solutions permettant de les interconnecter : le MBSE (*Model-Based System Engineering*), le MDAO (*Multidisciplinary Design Analysis Optimisation*) et le MBSA (*Model-Based Safety Analysis*).

Ce contexte touche tout particulièrement l'industrie aéronautique civile, aujourd'hui contrainte de redévelopper à la fois des produits (nouveaux modes de propulsion, nouveaux concepts d'avion...) mais aussi de reprendre ses processus de

développement. Cette transformation se traduit dans la conduite des différents projets d'innovation aéronautique subventionnés par la DGAC, dans lesquels ALTEN est engagé en accord avec la feuille de route du CORAC : ONE VOICE, STOHYC, ECOPROP. Ils sont les cas d'usage des nouvelles méthodes de développement construites par les équipes ALTEN et ses partenaires.

Le programme Smart Design intègre l'ensemble du cycle de vie des produits et des processus et vise à leur optimisation, avec deux exigences principales pour nos projets :

- bien poser le problème en intégrant, digitalisant et traçant les exigences fonctionnelles et matérielles sur le cycle de vie complet grâce à de nouvelles pratiques en ingénierie des exigences basées sur une approche MBSE, et réunies sous le nom *Smart Requirement Modelling* (SRM) ;
- bien répondre aux problèmes en confrontant différentes visions de l'éco-conception via l'optimum des optimums de matériaux, performances, méthodes ou usages.

ALTEN industrialise la méthode PMM<sup>®</sup> (*Property Model Methodology*) qui consiste à modéliser les exigences et les rendre simulables, permettant ainsi d'assurer la cohérence des spécifications dans une continuité numérique des différents outils logiciels, en prenant en compte non seulement la solution technologique mais aussi le système industriel ainsi que les supports et les services. Les équipes de l'ALTEN Lab Toulouse ont construit différents cas d'industrialisation de leurs travaux sur le PMM<sup>®</sup> :

- la **conception industrielle** : la méthode PMM<sup>®</sup> est directement testée sur le prototype Mini-Plant du programme Smart Factory 4.0 de manière à valider son usage dans un processus de vérification de produit et de conception, tout en étendant son application sur un système industriel, un domaine dans lequel l'approche MBSE est encore peu développée ;
- le **processus de production** : l'objectif est d'utiliser la méthode PMM<sup>®</sup> sur des systèmes de production pour identifier l'adaptabilité de la méthode. Le cas d'étude est un robot de *picking*. Cela permet de combiner à la fois les exigences fonctionnelles du produit (le robot) mais aussi du processus (le *picking*) ;
- les **incertitudes et leur propagation** : l'application de la méthode doit permettre d'identifier puis de réduire les incertitudes sur les résultats obtenus pour un système complet ainsi que leur propagation sur l'ensemble des composantes pour une optimisation globale du système. Les études ont été menées sur le cas particulier d'un *Flight Management System* (FMS). Ce sujet complexe permet d'éprouver dans son ensemble la solution développée ;
- l'**analyse de sécurité** : cette partie a pour objectif de travailler sur la sûreté de fonctionnement par le biais de méthodes formelles. Puis, au travers du cas d'étude d'un volant rétractable (projet de recherche mené en 2021 au sein de l'ALTEN Lab de Sèvres), d'intégrer cette méthode à un processus de développement. Nous testons ainsi la transposabilité de la méthode PMM<sup>®</sup> du secteur aéronautique pour lequel elle a été créée, au secteur automobile.

Les projets ONE VOICE, ECOPROP et STOHYC pour une aéronautique Zéro Emission utilisent pleinement le déploiement de ces nouvelles méthodologies de conception des systèmes complexes. Le projet ECOPROP en est un exemple parfait. La méthode MBSE a été introduite dans les développements spécifiques autour de l'inverseur de poussée (TRU). L'apport MBSE dans ce projet s'est porté sur la partie exigences formelles & validation fonctionnelle, avec une capacité à

générer et centraliser toutes les exigences dans une seule vue avec une validation automatique. Ces résultats peuvent par la suite être connectés à d'autres outils, comme un modèle multiphysique, pour lancer des vérifications spécifiques. Pour aller plus loin, un travail complémentaire a été effectué sur une déclinaison du TRU électrique. Ce cas permet d'introduire une complexité particulière avec plusieurs niveaux d'exigences liés les uns aux autres et de démontrer que la validation d'exigences bas niveau permet de valider de facto les exigences mères.

**L'éco-conception** ajoute une nouvelle dimension de complexité au développement de systèmes, par les matériaux, les méthodes ou les usages. Pour prendre en compte ces complexités, les équipes ALTEN travaillent sur l'utilisation d'approches uMDAO (*uncertainties MultiDisciplinary Design Analysis Optimization*). La modélisation fine des exigences et comportements multiphysiques permet d'identifier et de propager des notions d'incertitudes intrinsèques afin de trouver plus rapidement un panel de solutions acceptables. Cette méthode a été utilisée dans le cadre du projet de conception d'un réservoir composite d'hydrogène liquide pour avion : le projet MACSE. Au-delà d'optimiser la conception du réservoir, elle a aussi permis de sélectionner des architectures et des matériaux qui permettent de réduire sensiblement les émissions de CO<sub>2</sub> durant le processus de fabrication. Un autre cas d'usage a consisté à intégrer la seconde vie des batteries électriques en amont de leur conception (cf. supra, Smart Green & Secure Systems).

### 1.5.3.9 Smart Healthcare

AIXIAL, filiale d'ALTEN spécialisée dans les études cliniques, intervient directement en tant que CRO (*Contract Research Organization*) auprès de tous les principaux laboratoires de recherches pharmaceutiques européens. Ses compétences spécialisées en pharmacie réglementaire, pharmacovigilance

et en biostatistiques la mettent au premier plan de **programmes de recherches cliniques** sur des sujets très variés : oncologie, neurologie, immunologie, maladies infectieuses, pneumologie, hématologie, dermatologie, endocrinologie, etc.

La **visualisation et l'aide chirurgicale** progressent énormément afin de limiter les champs opératoires et éviter les traitements lourds post-opératoires. Une équipe allemande développe un système complet de visualisation et d'assistance robotisée au chirurgien pour les interventions en microchirurgie.

### 1.5.3.10 Sport Sciences

ALTEN, par sa filiale LINCOLN spécialisée dans la *data science*, a conclu un partenariat scientifique avec la section Recherche et Haute Performance de la Fédération Française de Cyclisme (FFC). Cette section de la FFC s'occupe exclusivement des athlètes participants aux compétitions internationales (Championnats d'Europe et du Monde, Jeux Olympiques) et est particulièrement mobilisée dans le but d'apporter un maximum de médailles possibles aux JO de Paris 2024. ALTEN apporte ses expertises et moyens de recherche sur les sujets :

- **l'optimisation aérodynamique**, en particulier la conception individualisée des casques et la détermination du meilleur placement des athlètes lors de l'épreuve ;
- **l'optimisation de la gestion d'efforts** sur l'épreuve du Contre-la-montre sur route où l'on doit considérer le terrain et la météo pour obtenir le meilleur temps possible à puissance et aérodynamisme donnés. Dans la continuité de nos travaux en 2021 dédiés au cyclisme haute performance sur piste, le modèle a donc été enrichi avec des éléments perturbateurs externes (vent, dénivelé...), l'objectif étant de fournir des indications de gestion de la puissance délivrée pour minimiser le temps de parcours en restant juste en deçà de la limite ultime de fatigue du coureur.

## 1.6 ORGANIGRAMME GRI 102-4

### DESCRIPTION SOMMAIRE DU GROUPE

ALTEN SA est la société-mère du Groupe ALTEN. ALTEN SA exerce à la fois une activité opérationnelle et une activité de holding d'animation du Groupe. Elle exerce notamment les activités suivantes dans le cadre de ses relations mère-fille avec les filiales du Groupe :

- conseil en management et en stratégie ;
- communication et marketing ;
- financier (comptabilité, contrôle de gestion, trésorerie, fiscalité, etc.) ;
- juridique (droit des sociétés, contrats, gestion des litiges, droit social, contentieux, fusions-acquisitions, etc.) ;
- développement interne (recrutement et formation des managers commerciaux, etc.) ;
- administration et gestion du personnel (gestion des carrières, paie, relations sociales, etc.) ;

- informatique (Systèmes d'information et Réseaux/ Télécoms) ;
- achats (politique, appels d'offres, négociations) ;
- moyens généraux, gestion des locaux (logistique, entretien, maintenance, etc.).

Ces services sont refacturés aux filiales en conformité avec la politique prix de transfert mise en place au sein du Groupe.

ALTEN SA a constitué une centrale de trésorerie au sein du Groupe au travers de sa filiale ALTEN CASH MANAGEMENT.

ALTEN SA fait également profiter à certaines de ses filiales de référencements clients grands comptes.

Au 31 décembre 2022, le Groupe ALTEN est composé d'un peu plus de 200 filiales implantées en Europe, en Amérique du Nord et du Sud, en Asie, en Afrique, et au Moyen-Orient.

## LISTE DES PRINCIPALES FILIALES

EUROPE
<b>ALLEMAGNE</b>
ALTEN GMBH, ALTEN TECHNOLOGY GMBH, ATEXIS GMBH, CLEAR CONSULT, MI-GSO GMBH, QUICK RELEASE GMBH, OSB, BEONE, EEINS, EXPERT GLOBAL SOLUTIONS, ICONEC
<b>AUTRICHE</b>
ALTEN AUSTRIA
<b>BELGIQUE</b>
AIXIAL BELGIUM, ALTEN BELGIUM, ANOTECH ENERGY BELGIUM
<b>DANEMARK</b>
ALTEN DANEMARK, LARIX
<b>ESPAGNE</b>
ALTEN SPAIN, ATEXIS SPAIN, AVENIR CONSEIL FORMATION ESPAÑA, MI-GSO EXPERTO EN MANAGEMENT DE PROYECTOS, OPTIMISSA SERVICIOS PROFESIONALES, SDG, ADC SPAIN, CLEVERTASK
<b>FINLANDE</b>
ALTEN FINLAND, COMIQ
<b>FRANCE</b>
AVENIR CONSEIL, AIXIAL, ALTEN SIR, ALTEN SUD OUEST, ALTEN TECHNOLOGIES, ANOTECH ENERGY, ATEXIS FRANCE, CADUCEUM, LINCOLN, MI-GSO, UNIWARE, NEXEO
<b>ITALIE</b>
ALTEN ITALIA, SDG, MI-GSO ITALIA
<b>LUXEMBOURG</b>
ALTEN LUXEMBOURG
<b>PAYS-BAS</b>
ALTEN NEDERLANDS, ORION ENGINEERING, ANOTECH ENERGY NETHERLANDS
<b>POLOGNE</b>
ALTEN POLSKA, ALTEN ENGINEERING FACTORY
<b>PORTUGAL</b>
TECHALTEN, OPTIMISSA PORTUGAL, MI-GSO PORTUGAL, SDG PORTUGAL, ITSECTOR
<b>RÉPUBLIQUE TCHÈQUE</b>
AIXIAL
<b>ROUMANIE</b>
ALTEN DELIVERY CENTER IASI, ALTEN SI-TECHNO ROMANIA, EEINS, CMED SRL, MI-GSO PMO SRL, ICONEC, QUALITANCE
<b>SUÈDE</b>
ALTEN SVERIGE, LARIX SWEDEN, CHIEF CONSULTING
<b>SUISSE</b>
ALTEN SWITZERLAND, MI-GSO SWITZERLAND
<b>ROYAUME-UNI</b>
ALTEN LTD, ANOTECH ENERGY GLOBAL SOLUTIONS, CADUCEUM UK, OPTIMISSA LTD, PROGRAM PLANNING PROFESSIONALS, QUICK RELEASE AUTOMOTIVE, SDG, CMED, METHODS
Océanie
<b>AUSTRALIE</b>
PCUBED AUSTRALIA, QUICK RELEASE AUSTRALIA, META PM

AMÉRIQUES
<b>CANADA</b>
ALTEN CANADA, PCUBED CANADA, PROEX, ALTEN MDC, CIENET, VOLANSYS
<b>CHILI</b>
OPTIMISSA CAPITAL MARKETS CHILE
<b>ÉTATS-UNIS</b>
ALTEN TECHNOLOGY USA, ANOTECH ENERGY USA, CALSOFT LABS, CRESTTEK, QUICK RELEASE, PROGRAM PLANNING PROFESSIONALS, PVR, XDIN TECHNOLOGY, SDG, CMED, CIENET, EXPERT GLOBAL SOLUTIONS, VOLANSYS, CORTAC
<b>MEXIQUE</b>
ALTEN INGENIERIA, OPTIMISSA CAPITAL MARKETS CONSULTING, MI-GSO PCUBED MEXICO
ASIE
<b>AZERBAÏDJAN</b>
ANOTECH ENERGY AZERBAÏDJAN
<b>CHINE</b>
ALTEN CHINA, APSOLUTIONS, BEIJING LIDAZHITONG INFO TECHNOLOGY, NUO DAI BUSINESS CONSULTING, CIENET
<b>CORÉE DU SUD</b>
AP SOLUTIONS
<b>ÉMIRATS ARABES UNIS</b>
ANOTECH DWC, SDG
<b>INDE</b>
ALTEN CALSOFT LABS INDIA, ALTEN INDIA, CRESTTEK ENGINEERING, WAFER SPACE, EXPERT GLOBAL SOLUTIONS; VOLANSYS TECHNOLOGIES PRIVATE LIMITED, AFOUR
<b>INDONÉSIE</b>
PROGRAM PLANNING PROFESSIONALS
<b>JAPON</b>
ALTEN JAPAN, NIHON RITATSU, RITATSU SOFT
<b>MALAISIE</b>
ANOTECH MALAYSIA
<b>QATAR</b>
ANOTECH ENERGY DOHA, METHODS
<b>SINGAPOUR</b>
ANOTECH ENERGY SINGAPORE, PROGRAM PLANNING PROFESSIONALS
<b>TAIWAN</b>
CIENET
AFRIQUE
<b>MAROC</b>
ALTEN DELIVERY CENTER
<b>NIGERIA</b>
ANOTECH ENERGY NIGERIA
<b>CONGO</b>
ANOTECH ENERGY CONGO
<b>EGYPTE</b>
SDG

1

