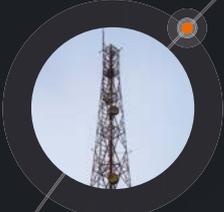


RAPPORT
ANNUEL
2019



ÉDITO



Ce début d'année n'a été pareil à aucun autre. Un moment de l'histoire moderne, où nous avons tous joué notre rôle. Avant d'aborder les résultats de l'entreprise, je souhaite tout d'abord vous adresser mes meilleurs vœux, alors que les pays du monde entier continuent à faire face aux défis de la pandémie de COVID-19.

Ensuite, je voudrais transmettre un message de remerciement aux 350 salariés et plus du Groupe MVG pour avoir réagi de façon immédiate et appropriée, en se souciant de la santé de leurs collègues, tout en maintenant l'entreprise en fonctionnement, alors que le Coronavirus balayait la planète. Tous nos employés, sous l'égide de nos remarquables équipes de direction locales, nous ont permis de tenir le cap au cours de cette période sans précédent. Nous avons fait tout notre possible, dans le respect des consignes de sécurité en perpétuelle évolution, pour servir au mieux nos clients.

Grâce à sa présence internationale, MVG a pu s'adapter à la pandémie, en suivant la progression de la crise pas à pas, en anticipant son incidence géographique et en agissant au moment opportun. De ce fait, nous n'avons subi que des effets très limités en termes financiers et de perturbation de notre fonctionnement.

Alors que les économies du monde entier se voyaient contraintes d'adopter le travail à distance à grande échelle, les secteurs critiques des télécommunications ainsi que de l'aérospatiale / défense ont conservé leur dynamisme. Disposer de connexions fiables pour les terminaux sans fil et lancer des satellites Internet se sont révélés d'autant plus nécessaires lors de cette crise, ce qui implique que les secteurs stratégiques et essentiels précités connaissent à ce jour une demande soutenue avec des budgets largement inchangés. De ce fait, les actifs du Groupe dans ces domaines sont aujourd'hui préservés.

Ces derniers mois, l'industrie automobile a connu un ralentissement, mais le lancement des véhicules autonomes reste un objectif important. Par conséquent, nous anticipons une reprise prochaine des investissements et nos équipes restent mobilisées pour soutenir la relance de cette filière dynamique.

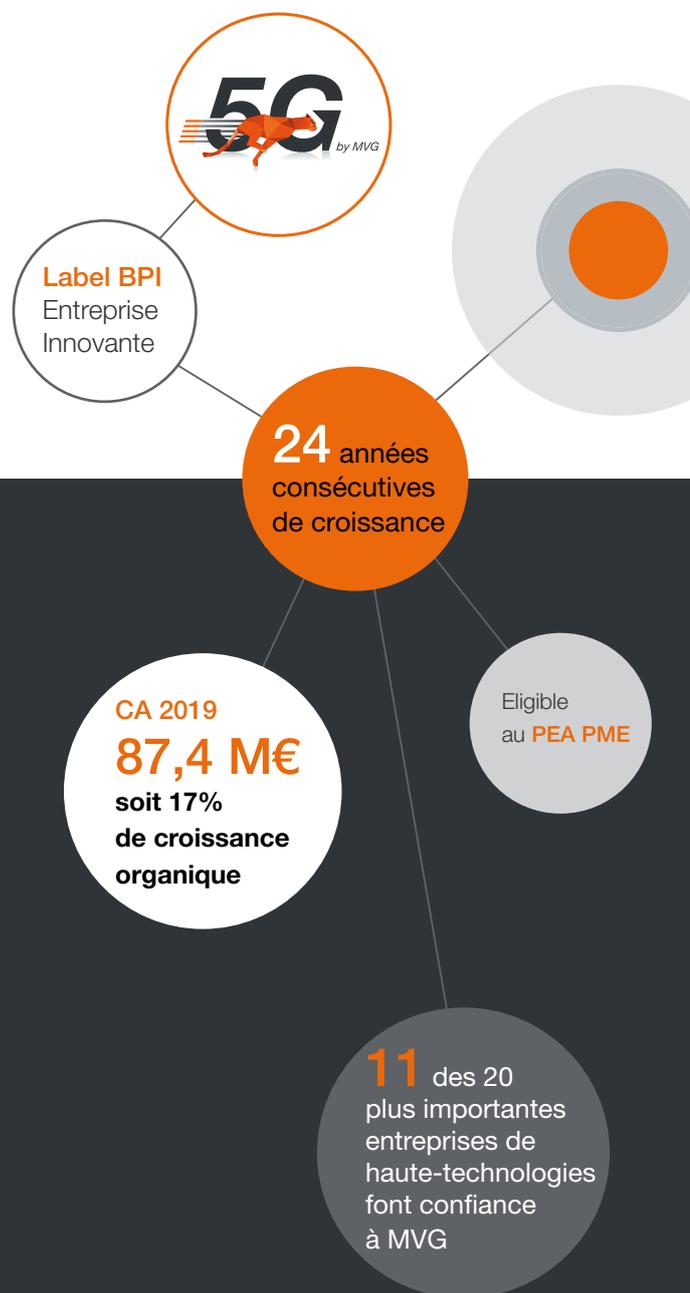
Grâce à nos personnels dévoués, qualifiés et passionnés, à notre positionnement géographique et sur des secteurs stratégiques, et à une gestion rigoureuse de nos coûts, je suis en mesure de déclarer qu'en dépit des difficultés de l'année 2020, le groupe MVG a maintenu jusqu'à présent une position forte.

Je suis fier d'annoncer que notre carnet de commandes est solide, comprenant des commandes de nos clients majeurs en Asie, en Europe et aux États-Unis et que nos équipes de recherche et développement ont poursuivi leurs efforts en vue du lancement de nouvelles technologies.

Dans cette période difficile, MVG a renforcé l'utilisation des méthodes de travail agiles et, comme de nombreuses organisations, nous allons évaluer les principaux enseignements à tirer de cet épisode complexe. En ce qui nous concerne, l'importance des interactions entre équipes, qui a toujours été l'une de nos convictions, en ressort renforcée. Alors que le monde peine à émerger de cette pandémie qui va impacter nos sociétés sur le long terme, nous allons solliciter des conseils, écouter et continuer à jouer notre rôle, pour le bien de nos salariés et de nos clients, dans le combat engagé contre le Coronavirus.

Je peux vous assurer qu'à ce jour les objectifs du groupe MVG restent inchangés : croissance continue et vertueuse, nouvelle augmentation des ventes et amélioration progressive de nos résultats financiers.

Bien cordialement,
Philippe Garreau,
Président Directeur Général de MVG



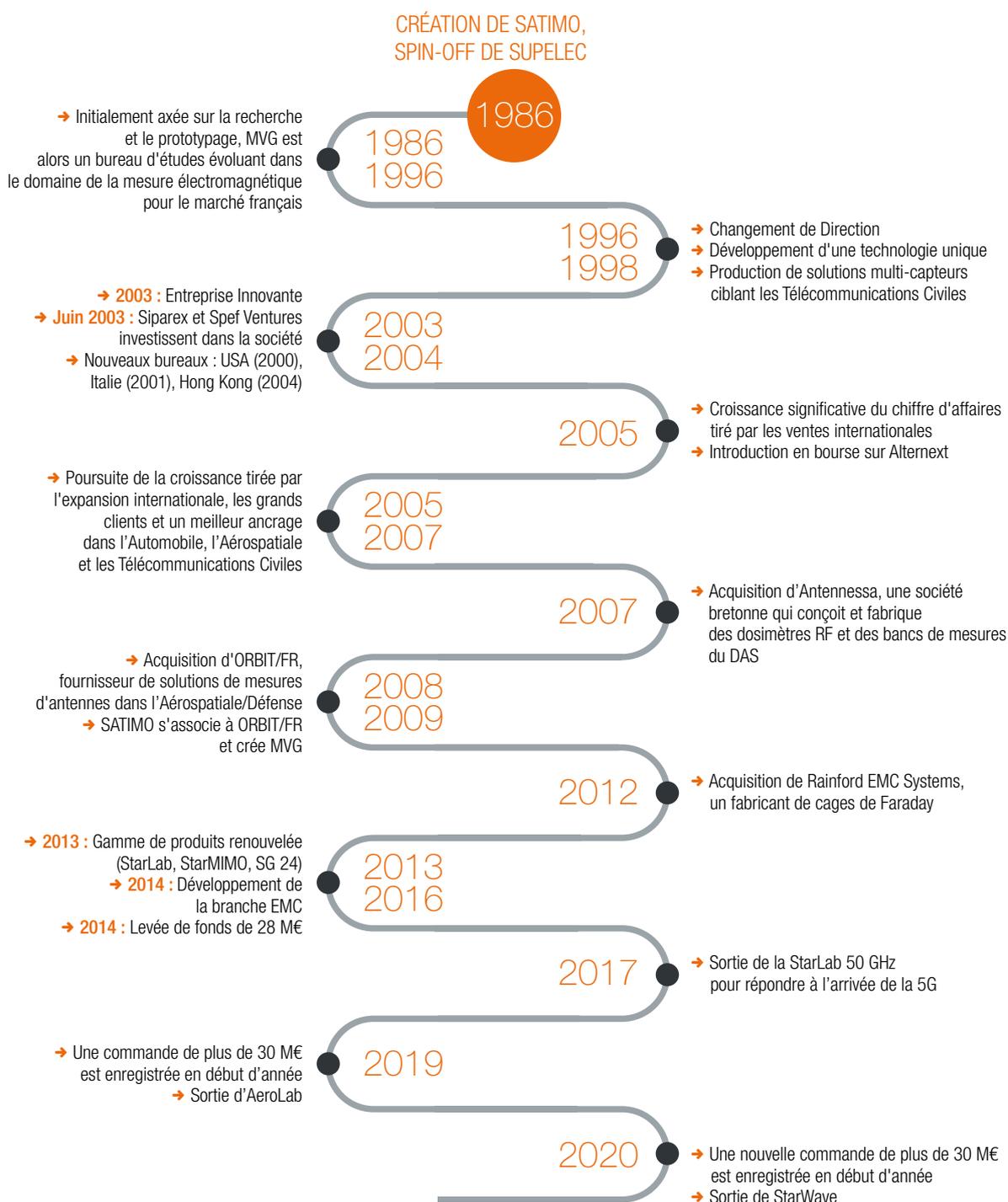
SOMMAIRE

Édito	P 2
Un peu d'histoire	P 4
Nos valeurs	P 5
Nos chiffres clés 2019	P 6
Bourse & Actionariat	P 7
Un savoir-faire technologique unique	P 8
Innovator's DNA	P 10
Des relais de croissance identifiés	P 12
• Le département systèmes de mesure d'antennes	P 14
• Le département de compatibilité électromagnétique	P 28
• Le département du contrôle environnemental et industriel	P 30
Des atouts clés	P 33
Résultats et perspectives	P 39



UN PEU D'HISTOIRE...

Depuis sa création en 1986, le succès de MVG s'est construit à l'international en conjuguant croissance organique à base d'innovations continues et intégration d'entreprises ouvrant de nouveaux marchés. Ce parcours de croissance rentable a également été rendu possible grâce à la confiance de ses clients, à l'implication de ses collaborateurs et au soutien d'investisseurs qui l'ont accompagnée tout au long de son développement.





NOS VALEURS

L'innovation, l'excellence technologique, l'esprit d'équipe, l'audace, l'implication et la diversité sont les valeurs que partagent les collaborateurs de MVG.

“ Dans les secteurs dynamiques, complexes et en pleine mutation dans lesquels MVG évolue, ce qui fait la différence, c'est notre capital humain, notre culture, la manière de travailler ensemble et de faire prospérer nos valeurs au service de nos clients.

Philippe Garreau, PDG de MVG

L'Innovation

L'offre de MVG est constituée de produits fortement innovants et différenciants. Ce positionnement est garant des marges du Groupe. Ces marges permettent de maintenir un fort niveau d'investissement en R&D et de développer ainsi de nouvelles innovations. C'est ce cercle vertueux de création de valeur qui constitue l'ADN de MVG.

L'Esprit d'équipe

En équipe, MVG répond aux besoins de ses clients par un esprit de service nourri de la diversité des expertises et connaissances de chacun. Cet esprit d'équipe se fonde sur l'écoute, la transparence, le respect des autres et des règles, la créativité, la solidarité dans la mise en œuvre des décisions majeures et le soutien mutuel, particulièrement dans la difficulté.

L'Implication

MVG prend à cœur d'impliquer ses collaborateurs dans sa stratégie d'entreprise, de les mobiliser autour d'une culture commune et de les faire participer à sa performance globale. Le Groupe attend en retour une implication forte de ses collaborateurs auprès de ses clients et autour de ses projets stratégiques.

L'Excellence

L'excellence est l'un des fondements de la renommée mondiale de MVG. Elle caractérise la capacité du Groupe à transformer des innovations en produits industrialisés, robustes, évolutifs et à faire le maximum pour surpasser les attentes de ses clients.

L'Audace

La confiance en nos savoir-faire et en notre capacité à innover nous donne l'audace d'entreprendre, de proposer et de toujours considérer qu'une solution plus performante peut être trouvée. MVG pousse ses managers à déléguer, notamment des tâches importantes, pour pouvoir eux-mêmes monter en compétence. Le Groupe favorise ceux qui essaient, quitte à échouer, plutôt que ceux qui ne tentent rien.

La Diversité

MVG embauche des personnes d'origines, de religions, de pays, de sexes, d'orientations sexuelles, de conditions physiques et de parcours professionnels divers. Le Groupe pense que mixer les compétences, les cultures, les formations et les talents de chacun représente une richesse et participe à l'innovation et aux succès de ses projets.



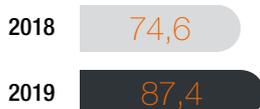


NOS CHIFFRES CLÉS 2019 (M€)

2019 performance commerciale confirme la forte attractivité des solutions développées par le Groupe, parfaitement en adéquation avec les évolutions du marché. MVG continue notamment de se positionner sur des appels d'offres d'envergure, à l'image des contrats majeurs déjà remportés dans les domaines de l'Aérospatiale/Défense, et confirme la forte compétitivité de ses produits.

Chiffre d'Affaires

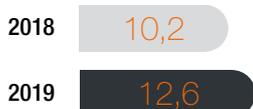
en M€



Au terme de cet exercice 2019, le Groupe enregistre un chiffre d'affaires de 87,4 M€ en hausse de +17,1 % à change courant (+12,9 % à change constant), porté par un bon quatrième trimestre (+27 % à change courant).

Sur le plan sectoriel, l'activité des Télécommunications Civiles a été très dynamique (53 % du chiffre d'affaires). L'Aérospatiale Défense a été également bien orientée (47 % du chiffre d'affaires) en particulier aux Etats-Unis. La répartition géographique du chiffre d'affaires s'établit ainsi : Etats-Unis (45 %), Europe (30 %), Asie (25 %).

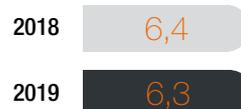
EBITDA



La bonne maîtrise des charges opérationnelles a ainsi permis de limiter l'impact de la baisse ponctuelle de marge brute sur cet exercice. L'EBITDA publié ressort à 12,6 M€ au 31 décembre 2019, soit une marge d'EBITDA de 14,4 %. L'application de la norme IFRS 16 (liée aux contrats de location à compter du 1^{er} janvier 2019) a un impact positif de +1,9 M€ sur cet agrégat.

Hors IFRS 16 et IFRS 2 (AGA), la marge d'EBITDA ressort à 13,4 %.

EBIT

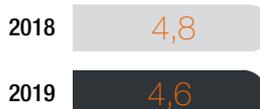


Après comptabilisation des dotations aux amortissements et provisions pour (5,7) M€, dont (1,9) M€ liées à l'application de la norme IFRS 16, le résultat opérationnel courant ressort à 6,9 M€, équivalent en publié à celui de l'an dernier. Hors IFRS 16 et IFRS 2, le résultat opérationnel courant s'établit à 7,9 M€.

Le résultat opérationnel est quasi-stable. Il s'élève à 6,3 M€ contre 6,4 M€ au 31 décembre 2018. Il intègre une charge non récurrente de (0,6) M€ liée en partie à des frais juridiques en Chine.

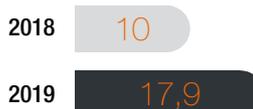
Résultat Net

en M€



Après prise en compte d'une charge d'impôts de (1,3) M€, le résultat net est de 4,6 M€ au 31 décembre 2019 contre 4,8 M€ au 31 décembre 2018. Hors IFRS 16 et IFRS 2, le résultat net est de 5,8 M€ à fin décembre 2019.

Trésorerie



Les capitaux propres s'élèvent à 76,1 M€ au 31 décembre 2019 contre 68,9 M€ au 31 décembre 2018. La capacité d'autofinancement avant impôts progresse fortement à 12,8 M€ à fin 2019 contre 9,6 M€ à fin 2018. Le Besoin en Fonds de Roulement est parfaitement maîtrisé dans ce contexte de croissance avec une hausse limitée de 0,9 M€ au 31 décembre 2019 contre (8,7) M€ au 31 décembre 2018.

En conséquence, les flux générés par l'exploitation sont en très forte progression à 12,0 M€ au 31 décembre 2019 contre (0,6) M€ au 31 décembre 2018 permettant à MVG de financer très largement ses investissements (3,6 M€) et son plan d'AGA (1,0 M€).

Le free cash flow ressort à un bon niveau et s'établit à 8,4 M€ au 31 décembre 2019.

La trésorerie disponible est en augmentation à fin décembre 2019 et s'élève à 22,1 M€ contre 14,7 M€ au 31 décembre 2018.

Au 31 décembre 2019, les dettes financières brutes s'élèvent à 13,6 M€. Retraitées de la norme IFRS 16, elles s'élèvent à 4,2 M€ contre 4,7 M€ au 31 décembre 2018.

A fin 2019 le Groupe dispose d'une situation de trésorerie nette (hors IFRS 16) de 17,9 M€ contre 10,0 M€ au 31 décembre 2018.

Prises de Commandes



Le Groupe enregistre en 2019 un niveau de prises de commandes record, à 124,1 M€ à comparer à 78,0 M€ en 2018, soit une hausse très significative de + 59 % (+52 % à taux de change constants par rapport à l'exercice 2018). Cette prise de commande intègre notamment le récent contrat de 6,6 M€ gagné en fin d'année dans le domaine Aérospatiale/Défense pour la fourniture d'un système de mesure d'antennes de grandes dimensions destiné à la mise au point de satellites.

Cette performance commerciale confirme la forte attractivité des solutions développées par le Groupe, parfaitement en adéquation avec les évolutions du marché. MVG continue notamment de se positionner sur des appels d'offres d'envergure, à l'image des contrats majeurs déjà remportés dans les domaines de l'Aérospatiale/Défense, et confirme la forte compétitivité de ses produits.

BOURSE & ACTIONNARIAT



En investissant dans le capital de MVG, vous profitez du dynamisme d'une société de haute technologie dont le savoir-faire unique permet de visualiser les ondes électromagnétiques.

Ces ondes sont au cœur de notre quotidien. Smartphones, ordinateurs, tablettes, voitures, trains, avions, tous ces appareils ne fonctionneraient pas sans elles. **En rendant « visible l'invisible »** grâce à ses équipements de tests et mesures, MVG permet à ses clients de développer des produits toujours plus performants. Fort de cette expertise, le Groupe s'est hissé aux premiers rangs des acteurs mondiaux de son marché et a acquis une reconnaissance internationale. Avec plus de 350 collaborateurs implantés dans 10 pays, et 90 % de ses revenus sont reconnus hors de France.

COURS D'OUVERTURE DE MVG DEPUIS 2014

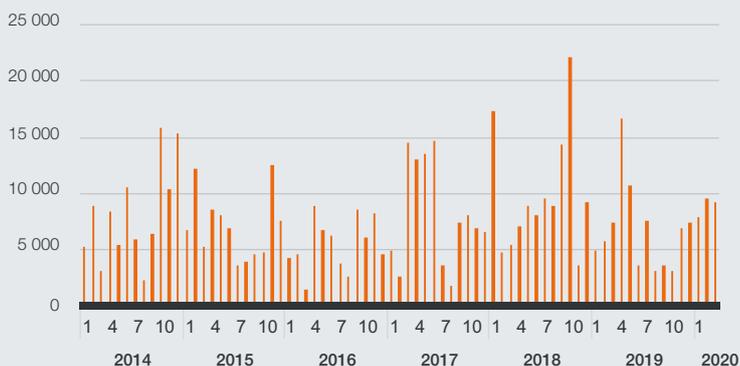


ACTIONNARIAT



● Auto-détention ● Management ● BPI/Seventure ● Public

VOLUME MENSUEL DES ÉCHANGES DES ACTIONS MVG



SUIVI ANALYSTES

Gilbert Dupont,
Euroland Corporate

COTATION

- Cotation depuis le 29/06/2005 sur Euronext Growth (ALMIC)
- Cours au 04/08/2020: 11,45 €
- Capitalisation boursière au 08/04/2020: ~ 129 M€
- Volume journalier moyen 2019: 6,651 actions/jour

CAPITAL

- 6,486,320 actions
- 8,619,092 droits de vote brut
- 8,545,266 droits de vote net
- Capital social: 1 256 433.20 €

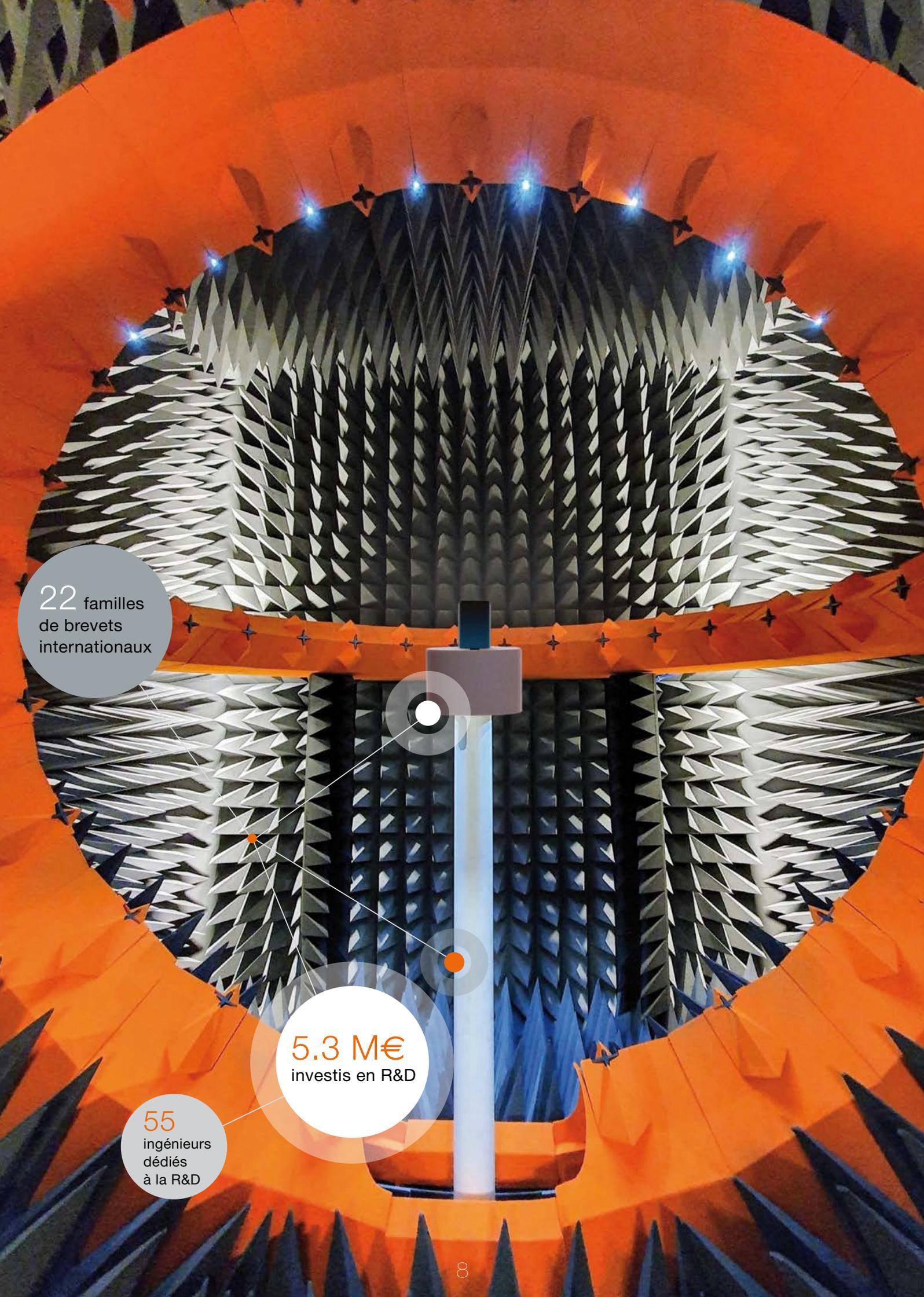
AGENDA FINANCIER

Publication S1 2020:
22 septembre, 2020

CERTIFICATION

Certification Bpifrance
« Entreprise Innovante »

ÉLIGIBLE AU PEA-PME



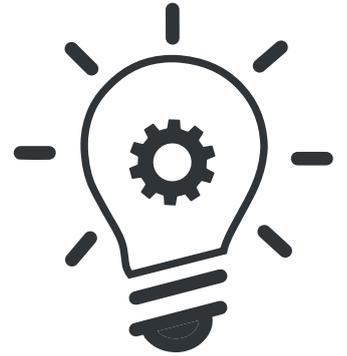
22 familles
de brevets
internationaux

5.3 M€
investis en R&D

55
ingénieurs
dédiés
à la R&D



UN SAVOIR-FAIRE TECHNOLOGIQUE UNIQUE



▮ *Rendre visible l'invisible*

À l'image des scanners IRM utilisés dans les hôpitaux pour visualiser l'intérieur du corps humain, MVG a développé un savoir-faire technologique unique : des scanners qui permettent de visualiser les ondes électromagnétiques émises par les antennes, rendant ainsi visible l'invisible.

▮ *La mission du Groupe*

Le savoir-faire unique de MVG permet de visualiser les ondes électromagnétiques. Ces ondes sont au cœur de notre quotidien : smartphones, ordinateurs, tablettes, voitures, trains, avions – tous ces appareils ne fonctionneraient pas sans elles. En rendant « visible l'invisible » grâce à ses équipements de tests et mesures, MVG permet à ses clients de développer des produits toujours plus performants. La mission du Groupe est d'apporter son savoir-faire et sa technologie unique en imagerie électromagnétique dans tous les secteurs où ils peuvent apporter une forte valeur ajoutée, satisfaisant la fonction « adéquation de la technologie » vis-à-vis « du coût acceptable par le marché ».



L'ADN DE L'INNOVATION

Des solutions innovantes au service des besoins de test actuels et futurs des clients.



ÉNERGIE

Mesurer la quantité d'énergie émise par les antennes

Cette mesure quantifie l'efficacité de la conversion.

Une antenne convertit les grandeurs électriques existantes dans un conducteur ou une ligne de transmission en grandeurs électromagnétiques dans l'espace (champs électriques et magnétiques), soit en émission, soit en réception.



ESPACE

Déterminer dans quelles directions l'énergie est rayonnée

Il s'agit de déterminer le diagramme de rayonnement de l'antenne.

Dans un smartphone, par exemple, le constructeur cherche à obtenir un diagramme de rayonnement réparti de façon homogène dans toutes les directions de l'espace, parce qu'il n'est pas possible de prévoir comment l'utilisateur orientera le téléphone. Par contre, dans le cas d'un radar, le constructeur vise à concentrer une énergie maximale dans une direction donnée de l'espace pour mesurer avec la plus grande précision où peuvent se situer les dispositifs détectés.



INTÉGRATION

Intégrer l'antenne dans une structure

Il s'agit d'intégrer les antennes développées dans une structure, un mobile, un véhicule, un avion.

À cette fin, MVG a développé une gamme de logiciels et de systèmes de post-traitement à forte valeur ajoutée, spécialement conçus pour l'analyse d'intégration, couplés à un logiciel de simulation qui permet de réaliser cette étude essentielle de façon détaillée.



Innovation ++

INFORMATIONS

Contrôler
les informations
transportées
par le signal

Il s'agit de transmettre des données depuis différentes directions de l'espace et de réduire le niveau d'énergie émise jusqu'à ce que la communication avec l'appareil ne soit plus possible.

TESTS FONCTIONNELS

Tester l'appareil
en conditions réelles

Ces tests déterminent comment un appareil réagit dans son environnement réel.

Subira-t-il une détérioration de ses performances en raison des obstacles et des objets perturbateurs qui le séparent des sources d'émission ou pourra-t-il en tirer parti ?

3
départements
opérationnels

80 %
du CA généré
par la branche
AMS

17 %
de croissance
en 2019



DES RELAIS DE CROISSANCE IDENTIFIÉS



MVG a structuré ses activités en 3 départements opérationnels : AMS, EMC, EIC. Cette organisation permet de poursuivre une stratégie de création de valeur différenciée sur chacune des branches.

RÉPARTITION DU CHIFFRE D'AFFAIRES PAR BRANCHE



AMS

LE DÉPARTEMENT AMS

(**A**ntenna **M**easurement **S**ystems)
dédié aux tests de contrôle des antennes,
activité historique du Groupe



EMC

LE DÉPARTEMENT EMC

(**E**lectro-**M**agnetic **C**ompatibility)
dédié aux tests de compatibilité
électromagnétique des systèmes



EIC

LE DÉPARTEMENT EIC

(**E**nvironmental and **I**ndustrial **C**ontrol)
dédié aux tests de contrôle industriel
et environnementaux



POINT D'ÉTAPE SUR NSH (National Security & Healthcare)



FIN 2019

Clôture du recrutement et
des tests de 25 patientes
ayant des cancers du sein
palpables, des kystes non
cancéreux, des lésions
solides bénignes.

Scanner d'imagerie micro-ondes pour la détection des pathologies mammaires

- ➔ Résultats préliminaires encourageants
- ➔ Analyse de groupe et rédaction du rapport final d'étude clinique
- ➔ Travail sur un prototype rang 2
- ➔ Etude des options juridiques

AMS

Le département systèmes
de mesure d'antennes

Activité & Marchés

C'est le cœur de métier du Groupe.
Il rassemble les activités de MVG dans
le domaine de la mesure d'antennes.
MVG a acquis dans ce domaine une position
d'acteur technologique de référence
aux plans européen et mondial.

Il s'adresse à deux secteurs :
les Télécommunications Civiles
et l'Aérospatiale/ Défense.

Faits marquants

Contribution forte de l'Aérospatiale/Défense (impact du contrat majeur pour 6,5 M€)

•
Bonne dynamique sur la 5G

Stratégie

- Fournir des produits et des solutions personnalisées sur la base de briques technologiques standards à un portefeuille de clients diversifié
- Maintenir son avance technologique
- Offrir des services d'accompagnement (mises à niveau de logiciels, contrats de maintenance préventive, déménagements d'installations, etc.)...

Offre

La gamme la plus étendue du marché :

- systèmes clé en main de mesures d'antennes (champs proches et champs lointains, mono-capteurs et multi-capteurs, test de radomes, mesures de Surface Equivalent Radar - SER).
- Des logiciels associés pour le pilotage des équipements, l'acquisition de données et le post-traitement.
- Toutes les solutions sont conçues, fabriquées, commercialisées, installées et maintenues par MVG.

Gamme de prix

De 100 k€ à plusieurs millions d'euro.

LE « NEWSPACE » L'émergence d'une industrie spatiale commerciale privée

De nouveaux lanceurs, des constellations de micro et mini-satellites, des systèmes de communication et de suivi qui tous embarquent des antennes sophistiquées

Un développement mondial, parti des Etats-Unis et qui atteint la Chine. Plus d'une cinquantaine de startups déjà positionnées sur ce marché. **284 milliards investis pour la production et le lancement de 2000 satellites sur les 10 prochaines années.**

*(*EuroConsult, Nov 2018, « \$284 Billion Market for 3,300 Satellites to be Built & Launched Over Next Decade » http://www.euroconsult-ec.com/13_November_2018)*

Des marchés structurellement porteurs

Satellites, avions, téléphones portables, ordinateurs ou tablettes tactiles, navigateurs GPS, instruments médicaux ou domotiques sans fil....

Tous ces appareils de plus en plus présents, ont un point commun : ils contiennent des antennes destinées à transformer les signaux électriques en signaux radio. Or, précisément, MVG conçoit et fabrique des systèmes permettant aux industriels de tester et de mesurer

le rayonnement de ces antennes. MVG commercialise une gamme de systèmes de mesures d'antennes en évolution constante vers des marchés de plus en plus diversifiés, portés par une vive croissance dans les domaines spatiaux, militaires, automobiles, ou des télécommunications civiles :

- le marché du sans fil, dynamisé par des terminaux de plus en plus sophistiqués, intégrant des protocoles de communication multiples (la 4G, le WiGig — Wi-Fi à très haut débit —, la 5G en cours de développement dans plusieurs pays ...),
- la surveillance terrestre, spatiale et aérienne via les Radars, les drones, etc.,
- le Newspace,
- les constellations de satellites orbite-basse (Newspace),

LA DÉFENSE

Les ondes électromagnétiques au cœur des champs de bataille

Des antennes agiles pour détecter, communiquer, agir



Le spectre électromagnétique est une partie essentielle – et invisible – de la vie moderne militaire et civile. Les forces militaires utilisent des réseaux sans fil pour communiquer et coordonner leurs opérations, des radars et des capteurs pour se guider, détecter les forces adverses, et des brouilleurs électroniques pour aveugler les radars ennemis ou perturber les communications.

- voyage dans l'espace
- l'Internet des objets,
- la voiture connectée voire autonome,
- la protection des données...

Les produits de MVG, qui permettent de visualiser les ondes électromagnétiques comme des vagues à la surface de l'eau, ont convaincu les plus grands noms de l'aérospatiale (NASA, ESA), de l'aéronautique (Boeing), de l'automobile (Renault, BMW), ou encore de l'électronique (Ericsson, Nokia, Panasonic, Huawei, etc.)

Cette expertise dans les outils de mesure des ondes électromagnétiques porte la croissance mondiale de l'entreprise depuis ses débuts. Elle conduit MVG à renouveler constamment son offre pour suivre l'évolution des protocoles, et permettre la diversification vers de nouveaux marchés.

© photo: © Air Force photo by Senior Airman Joshua Hoskins / © USS Enterprise FS Charles de Gaulle.jpg
U.S. Navy photo by Photographer's © Mate Airman Doug Pearlman / © source U.S. Air National Guard
photo by Tech. Sgt. Jorge Intriago/released / © RAF
Boeing E-3D by Arpingstone / © Thales



TELECOMMUNICATIONS

MVG à la pointe de la connectivité sans fil 5G

Qu'est-ce que la 5G ?

La 5G est la cinquième génération de norme mobile sans fil développée pour une utilisation allant au-delà de la voix et des données.



Toutes ces fonctions s'appuient sur des clouds centraux et locaux accessibles via les réseaux 5G, permettant ainsi le déploiement efficace d'une multitude de services. Il existe un large éventail d'adaptations de la norme 5G pour prendre en charge tous les scénarios d'applications.

Garantir les performances de la connectivité sans fil est fondamental pour concrétiser les ambitions de la 5G

Pour que tout ceci fonctionne comme prévu, un élément est essentiel : la liaison sans fil. Les performances radio sont les paramètres les plus difficiles à contrôler, car elles dépendent étroitement des appareils et des installations. Il est primordial d'être capable de garantir avec précision les performances souhaitées pour les communications sans fil dans les produits et les services déployés sur le marché, afin de répondre pleinement aux attentes opérationnelles. Les promesses de la 5G se basent sur des résultats de laboratoire en conditions idéales, tandis que les performances obtenues en situation réelle dépendent du fonctionnement réel de la liaison radio. Il est nécessaire de tester ce point pour chaque développement d'appareil ou d'application.

Les défis des tests OTA (Over-The-Air) pour le réseau 5G

Les tests et les mesures des appareils compatibles 5G et des stations de base (BTS) différeront sensiblement de ce qui est pratiqué aujourd'hui. D'un point de vue technique, introduire des appareils fonctionnant en ondes millimétriques (mmWave) dans le réseau de télécommunications pose un certain nombre de problèmes en matière de tests. L'architecture RF des appareils 5G ainsi que les fréquences supérieures utilisées nécessiteront de réaliser par liaison radio (OTA) les tests traditionnellement effectués via des câbles coaxiaux dans les laboratoires RF, en l'absence de connecteurs physiques disponibles sur les appareils. Outre les mesures d'antenne, toutes les autres performances du système RF et tous les paramètres de gestion des ressources radio doivent faire l'objet de tests OTA en lieu et place des tests par câble.

La 5G utilise des faisceaux dynamiquement orientables pour optimiser la connectivité en dirigeant autant de signal que possible vers les appareils. Pour gérer les hauts débits requis, un spectre continu bien plus large et disponible a été identifié pour faire évoluer la 5G vers des bandes

de fréquences centimétriques et millimétriques au-dessus de 24 GHz (autour de 28 GHz et 39 GHz). Avec des fréquences pouvant atteindre 100 GHz, les antennes de BTS passent d'un système d'antennes passives à un système d'antennes actives, permettant ainsi la mise en œuvre de la technologie Massive MIMO.

De ce fait, les appareils et les réseaux 5G doivent être testés dans différentes configurations au niveau système et au niveau liaison radio (OTA). À ce jour, trois méthodologies de test OTA ont été approuvées par le 3GPP pour les tests de conformité des équipements utilisateurs et des stations de base à ondes millimétriques : champ lointain direct, champ lointain indirect et transformation de champ proche en champ lointain.



Services médicaux
Chirurgie à distance
Réalité virtuelle



Véhicules autonomes
Transports
Services



Usines intelligentes
Industrie 4.0
Données massives

IMPACT – Développement de produits à l'ère de la 5G

La 5G est une norme en pleine évolution qui devrait mener à une augmentation du nombre d'applications et de scénarios d'utilisation au fur et à mesure de son déploiement dans de nouveaux secteurs industriels et sur de nouveaux marchés. Cette situation nécessitera de proposer en permanence de nouvelles solutions de tests, ainsi que des adaptations des solutions existantes.

L'un des plus gros défis sur les marchés de la 5G est l'augmentation de la capacité de tests nécessaires au développement de produits 5G car la plupart de ces tests seront réalisés en mode OTA et non via des câbles. Nous constatons dès à présent que les entreprises commencent à transformer leurs laboratoires pour en faire des unités de

tests basés sur les techniques OTA et non plus seulement sur les techniques en mode conduit. Ces tests concerneront notamment l'agilité des appareils lors des transferts intercellulaires dans des scénarios d'environnement RF dynamiques représentatifs de la réalité.

Autre défi sur le marché : les entreprises qui n'ont jamais créé de produit sans fil auparavant sont maintenant confrontées au besoin de réaliser des tests de communication sans fil. Pour rester compétitif, il devient impératif d'intégrer la connectivité sans fil aux produits qui n'étaient jusqu'alors pas connectés. La connectivité sans fil sera à l'avenir aussi naturelle qu'Internet aujourd'hui, et c'est là un changement majeur.



SOLUTION – Portefeuille de solutions de tests pour la 5G

MVG propose un large choix de solutions basées sur les techniques de mesure en conditions de champ proche, de champ lointain ou en base compacte pour les tests d'antenne, les tests CEM, les mesures de SER et de radômes. Nos solutions prennent en charge les besoins de mesure au niveau R&D des secteurs de l'aérospatiale et de la défense, des télécommunications et de l'automobile, ainsi que des universités et des organismes de recherche.



MVG tirera parti de la montée en puissance de la 5G car son expertise en la matière est un atout reconnu à la fois sur le marché des télécoms et sur celui de l'Aérospatiale et de la Défense. Les technologies traditionnellement intégrées à nos produits principalement utilisés dans ces deux secteurs peuvent servir pour les applications à hautes fréquences 5G, favorisant ainsi l'efficacité et la rapidité de commercialisation pour le plus grand profit des clients. En complément de notre technologie multisonde de pointe et de nos applications logicielles avancées pour le traitement et l'analyse des données, nous optimisons nos technologies pour les applications 5G.



Solutions Little Big Lab



Solutions multisondes



Solutions monosondes



Techniques de post-traitement avancées

StarWave

Façonner le futur
des tests OTA pour
les fréquences
millimétriques de la 5G

**Présentation de StarWave,
une solution compacte de tests
OTA en condition de champ
lointain, précise et flexible
pour les appareils 5G**



Façonner une société connectée grâce à la 5G

L'avènement de la 5G se profile à l'horizon et, contrairement aux transitions précédentes entre ancienne et nouvelle génération de réseaux mobiles, il s'agira d'un bond en avant global vers l'adoption d'un mode de vie numériquement avancé, entièrement connecté et largement automatisé. Cela implique, à toutes fins utiles, un remaniement et une harmonisation drastiques du spectre radio.

La société connectée porte en elle la promesse d'avancées révolutionnaires en matière de débit de données et de temps de latence, ainsi que d'augmentation considérable de la capacité des réseaux et de réduction notable des coûts opérationnels et d'infrastructure pour les opérateurs. Toutefois, en tant qu'industriel, répondre avec succès à l'évolution des besoins générés par ces développements nécessite un changement complet et radical de notre façon de concevoir, développer et tester un portefeuille de produits 5G qui s'enrichit en permanence.

CONNECTIVITÉ SANS FIL :

L'élément fondamental pour le succès de la 5G

Concrétiser les ambitions globales de la 5G nécessite une connectivité sans fil efficace et puissante – si cette condition n'est pas satisfaite, les attentes et la capacité apparemment sans limites de la 5G ne pourront se matérialiser. Et c'est pour cette raison que les bonnes pratiques de mesures d'antennes de tout appareil 5G, quelle que soit sa taille, doivent être optimisées au niveau R&D.

Cette section explore les bonnes pratiques de tests d'appareils 5G. Elle se concentre tout particulièrement sur les mesures en conditions de champ lointain direct, à l'occasion du lancement par MVG de StarWave, un générateur d'ondes planes à large bande et double polarisation destiné à réaliser des tests OTA compacts, flexibles, rapides et précis en champ lointain indirect pour les antennes 5G.



L'aube des tests d'antennes 5G et les principaux défis associés

L'ampleur des possibilités offerte par la 5G est tout simplement impressionnante, notamment en termes d'usines et de techniques agricoles complètement automatisés, de voitures autonomes, de commodité et de confort pour les maisons connectées et même de chirurgie à distance.

De tels concepts démontrent l'importance cruciale de réaliser des tests complets de performances des systèmes et, en particulier, une évaluation et une analyse précises des mesures d'antenne afin d'assurer les connexions sans fil requises pour ces applications révolutionnaires.

Pour mieux comprendre les défis en matière de tests OTA pour le réseau 5G, il est essentiel d'évaluer d'abord les trois pierres angulaires du développement de la 5G :

① Amélioration de la largeur de bande pour augmenter la vitesse et les capacités des communications (eMBB)

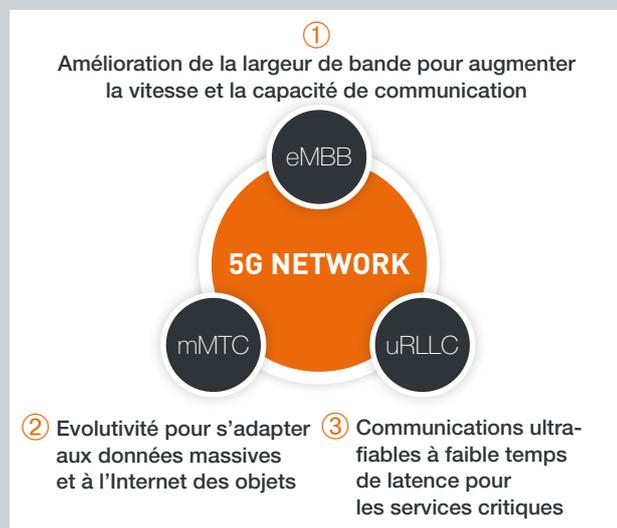
Accroissement de la bande passante et de la capacité pour les données mobiles afin de prendre en charge l'augmentation continue du trafic de données sans fil.

② Adaptabilité à l'Internet des objets (mMTC)

Adaptabilité du protocole pour prendre en charge les réseaux de capteurs devant consommer très peu de bande passante et d'énergie.

③ Communications ultra-fiables à faible temps de latence pour les services critiques (uRLLC)

Connectivité critique en temps réel pour les véhicules autonomes, la robotique, les usines automatisées et les applications médicales.



QUELS SONT LES QUATRE PRINCIPAUX DÉFIS DES TESTS OTA 5G ?

PREMIER DÉFI : faisceaux orientables dynamiquement et évolution vers les BTS Massive MIMO

Contrairement aux générations précédentes de normes de télécommunications, la 5G utilise des faisceaux dynamiquement orientables pour optimiser la connectivité en dirigeant autant de signal que possible vers les appareils. Ce changement exclut les méthodes de tests d'antennes traditionnelles, dans lesquelles le rayonnement d'un appareil est évalué une seule fois dans toutes les directions de l'espace afin de mesurer sa sensibilité totale et sa puissance rayonnée totale.

Ces faisceaux orientables sont créés par des antennes réseau qui doivent être étalonnées et mesurées dans un grand nombre de configurations pour garantir la qualité de la connectivité de l'appareil en toute circonstance.

Pour faire des faisceaux orientables une technique de transmission viable et fiable, les antennes des stations de base (BTS) passent d'un système d'antenne passif à un système d'antenne actif (AAS). Le système AAS le plus déployé est le « Massive MIMO », que de nombreux fournisseurs adoptent déjà dans le but de multiplier la capacité d'une connexion sans fil sans avoir besoin d'élargir le spectre.

DEUXIÈME DÉFI : larges bandes passantes et ondes millimétriques

Pour atteindre un débit plus élevé et concrétiser pleinement les ambitions de la 5G, il faut mobiliser toute la puissance du spectre qui, jusqu'à ce jour, a été « sous-exploitée ». Même si des fréquences en dessous de 6 GHz ont déjà été allouées pour les communications cellulaires 5G dans certains pays, des bandes de fréquences continues bien plus larges ont été identifiées pour la 5G dans les bandes de fréquences centimétriques et millimétriques (mmWave) au-dessus de 24 GHz, les bandes de fréquences autour de 28 GHz et 39 GHz alimentant actuellement l'essentiel des développements de la 5G NR.

Introduire des appareils à ondes millimétriques dans les réseaux de télécommunication pose un certain nombre de problèmes en matière de tests. Les fréquences plus élevées et l'architecture RF des appareils 5G éliminent la possibilité d'effectuer des tests sur table de performances avec des connecteurs RF, l'industrie se tournant désormais vers les techniques de test alternatives OTA pour les performances du système RF, les paramètres de gestion des ressources radio et les mesures d'antenne. Le 3GPP a ébauché les techniques OTA pour les tests de conformité des équipements utilisateurs et des stations de base (BTS) fonctionnant en ondes millimétriques¹. À ce jour, trois méthodologies de tests OTA ont été approuvées par le 3GPP : champ lointain, champ lointain indirect et transformation de champ proche en champ lointain².

1 Les références pour les tests de conformité sont 3GPP TR 38.810, 3GPP TS 38.521-2 (SA- Standalone), 3GPP TS 38.521-3 (NSA- Non-standalone) et 3GPP TS 38.903. (https://www.3gpp.org/ftp/Specs/latest/Rel-16/38_series)

2 Mars 2019, « Test & Measurement Industry Tackles 5G Over-the-Air Testing », Microwave Journal, édition 62, pages 20-38

TROISIÈME DÉFI : tests OTA d'une antenne millimétrique omnidirectionnelle

En raison de leur taille et du nombre limité d'antennes intégrées, les appareils 5G ont des diagrammes de rayonnement qui restent essentiellement omnidirectionnels, au moins dans un plan. La mesure des antennes omnidirectionnelles millimétriques nécessite une installation bien pensée afin d'optimiser la précision d'acquisition des données. Quelle que soit la qualité du testeur radiocom, le canal de communication est largement limité par la configuration opérationnelle des tests. **Aucune solution disponible à ce jour sur le marché n'offre des conditions de tests OTA, en champ lointain, adaptées aux antennes omni-directionnelles, pour les appareils à ondes millimétriques.**

QUATRIÈME DÉFI : tests de bout en bout en conditions réelles d'un appareil lorsqu'il est porté et/ou utilisé par quelqu'un

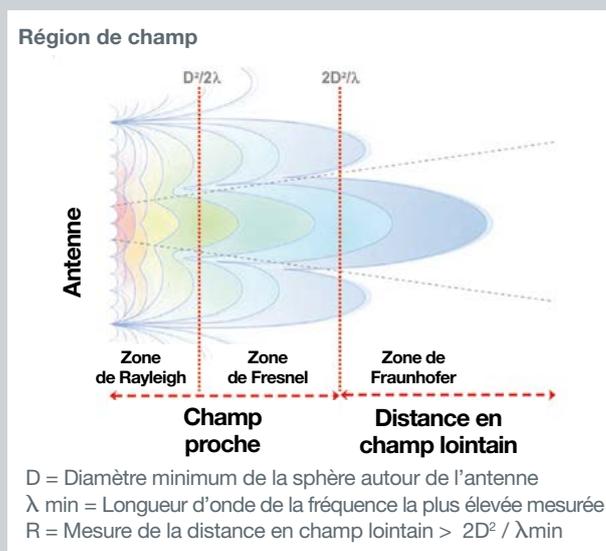
Les tests d'appareils en conditions réelles sont en général absolument nécessaires: un appareil ne peut pas être lancé sur le marché tant qu'il n'a pas été testé de façon approfondie dans des conditions réalistes. C'est encore plus vrai pour la 5G FR2, où des connexions ultra-fiables sont obligatoires. À ces fréquences, le corps humain absorbe facilement les ondes électromagnétiques et peut modifier considérablement le diagramme de rayonnement mesuré en laboratoire/théorique des antennes intégrées. Cela peut donc avoir une forte incidence sur les performances de l'appareil en matière de connectivité. Toutefois, aux fréquences millimétriques, il n'est pas possible de tester le fonctionnement en conditions de champ proche – le plus léger mouvement, provoqué par exemple par la respiration d'une personne, affectant la qualité des mesures et par conséquent la précision des résultats de tests. Les tests en conditions de champ lointain sont de ce fait la seule option possible. Cependant, les conditions de tests doivent également prendre en compte les êtres humains dans le cadre des essais d'un appareil, et pas seulement des fantômes. **Les produits disponibles à ce jour sur le marché ne sont pas capables de fournir une solution de test de bout en bout en conditions réelles.**

■ Bonnes pratiques de tests OTA pour les fréquences millimétriques de la 5G

Les appareils 5G nécessitent des techniques de tests OTA (Over-The-Air) et leurs antennes multifaisceaux posent de nombreux problèmes de mesures en conditions de champ proche comme de champ lointain.

Les tests 5G en conditions de champ proche peuvent bénéficier de chambres de plus petite taille. Néanmoins, la technique de champ proche ne permet pas de mesurer certains paramètres de fonctionnement tels que l'amplitude de l'erreur vectorielle (EVM), selon la procédure standard actuelle. En outre, la technique de champ proche nécessite une transformation de champ proche en champ lointain et dépend des mesures de phase et d'amplitude qui sont problématiques pour les signaux modulés. Les tests en conditions de champ lointain direct, malgré leur capacité à fournir des données d'amplitude, constituent, à ces fréquences élevées, une méthode de test nécessitant beaucoup d'espace (cf. tableau de distance en champ lointain) et donc financièrement prohibitive, ce qui rend cette solution inappropriée pour de nombreux industriels.

En d'autres termes, lors de la mesure d'un smartphone ordinaire, d'une taille approximative de 15 cm par exemple, en utilisant l'équation de Fraunhofer donnant la distance en champ lointain, nous pouvons voir que cette distance et donc la taille de la chambre anéchoïque requise augmente considérablement avec la taille de l'antenne et la fréquence, pour atteindre une valeur entre 4,2 m et 5,9 m (cf. tableau de distance en champ lointain).



Distance en champ lointain R (m)

Taille de l'appareil (cm)	Fréquence	
	28 GHz	39 GHz
5	0.5	0.7
10	1.9	2.6
15	4.2	5.9
20	7.5	10.4
25	11.7	16.3
30	16.8	23.4

En conclusion, les bonnes pratiques recommandent de réaliser des tests d'antennes 5G OTA en conditions de champ lointain, ce qui, étant donné les coûts des installations de tests requises, pose la question suivante : comment effectuer des tests OTA en conditions de champ lointain dans le contexte des quatre défis exposés précédemment ?

BASE COMPACTE DE MESURE D'ANTENNES (Compact Antenna Test Range, CATR)

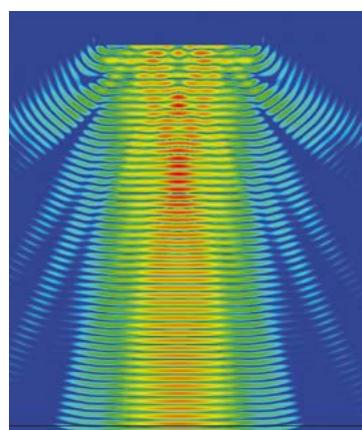
Cette technique génère dans une zone appelée tranquille une onde plane dont les variations d'amplitude et de phase restent dans les limites d'une tolérance spécifique à l'utilisateur. Une installation CATR permet la mesure d'antennes de grandes dimensions au plan électrique à une distance considérablement inférieure à celle qui serait nécessaire dans le cadre d'un test traditionnel en champ lointain. Les bases compactes utilisent une antenne source pour émettre une onde sphérique en direction d'un réflecteur parabolique, qui la collimate en une onde plane pour l'éclairage d'un dispositif soumis à l'essai.

GÉNÉRATEUR D'ONDES PLANES (Plane Wave Generator, PWG)

Un générateur d'onde plane (PWG) est un réseau d'éléments rayonnants excités suivant des coefficients complexes convenablement optimisés, qui génère une onde plane dans un volume de test fini (la zone tranquille). Le PWG permet de réaliser des mesures directes des performances en conditions de champ lointain du dispositif testé dans un environnement intérieur contrôlé, ce qui constitue une alternative à la solution CATR.



Une solution complète clé en main réalisée pour PitRadwar.



Exemple de diagramme de rayonnement de rayonnement PWG.

AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DES TECHNIQUES ACTUELLES : PWG VS CATR

Paramètre de comparaison	PWG générique		Base compacte de mesures d'antennes générique (CATR)	
	Dimension	État	Dimension	État
Dimension de la surface rayonnante	1.1*QZ	😊	1.5*QZ	😞
Distance de la surface rayonnante à la zone tranquille QZ	~1.5-2*QZ	😊	~5*QZ	😞
Débordement depuis la source	N/A	😊	Oui	😞
Uniformité de la zone tranquille QZ	Oui	😊	Oui	😊
Fonctionnement large bande	Oui	😞	Oui	😊
Double polarisation	Oui	😊	Oui	😊
Tests de bout en bout en conditions réelles	Non	😞	Non	😞
Antenne à forte directivité	Oui	😊	Oui	😊
Antenne à directivité faible/moyenne	Oui	😞	Oui	😞
Dispositif de grande taille	Oui	😞	Oui	😊

Le tableau ci-dessus indique les avantages et les inconvénients des méthodologies de tests existantes. Aucune d'entre elles ne répond complètement aux quatre défis des tests OTA pour les fréquences millimétriques de la 5G. **Pour satisfaire les besoins en constante évolution de l'industrie des télécoms, MVG a développé une solution de tests innovante.**

STARWAVE BY MVG, une solution innovante

Une nouvelle ère en matière de tests OTA
pour les fréquences millimétriques de la 5G



MVG commercialise une nouvelle génération de solutions de tests OTA adaptée aux fréquences milimétriques de la 5G, associant un positionnement mécanique intelligent à des générateurs d'onde plane (PWG) afin de créer des conditions de champ lointain indirect précises, le tout dans un système compact.

StarWave se compose d'un ou de plusieurs (jusqu'à sept) PWG fixés selon un angle de 90° sur un disque vertical rotatif. Devant le disque, un mât électromagnétiquement transparent est monté sur un positionneur permettant de faire tourner un dispositif soumis à l'essai (DSE). L'interface utilisée entre le mât et le DSE dépend du dispositif. Il est possible d'ajouter une chaise s'il s'agit d'une personne tenant le dispositif.

StarWave fait tourner le(s) générateur(s) d'onde plane autour du dispositif ou de l'antenne soumis à l'essai afin de réaliser des mesures dans le plan d'élévation. L'objet sous test peut tourner en azimuth autour du mât pour réaliser les mesures dans le plan azimuthal*. Les mouvements combinés du PWG et du DSE permettent de réaliser des mesures couvrant une sphère complète autour du DSE avec une zone tronquée réduite au minimum. Cette configuration améliore la rapidité et la précision des tests OTA. Elle permet également de tester de bout en bout un appareil lorsqu'il est porté et/ou utilisé par quelqu'un, que la personne soit debout ou assise.

Composé de centaines d'éléments, le PWG a été spécialement conçu pour créer une zone tranquille (QZ) en face de sa surface rayonnante à une distance correspondant au rayon du StarWave. Le diamètre de la QZ est défini selon un jeu de paramètres du PWG. Le PWG a été conçu pour permettre de mesurer des signaux large bande et dispose d'une double polarisation pour une mesure rapide et précise des critères de performances de l'antenne. Solution la plus compacte disponible sur le marché, StarWave permet d'effectuer des tests flexibles, efficaces et précis d'appareils 5G.

POINTS CLÉS

1 Système de positionnement intelligent – rapide et simple

Les systèmes de positionnement multi-axes utilisés pour les mesures de diagramme de rayonnement 3D dans les bases de mesures champ lointain et CATR ne sont pas bien adaptés aux mesures d'antennes à faible gain. StarWave fait tourner le PWG dans le plan d'élévation autour du DSE, en utilisant uniquement un positionneur à un seul axe en azimuth pour le DSE. Cela permet d'effectuer des mesures 3D de dispositifs 5G dotés d'antennes à gain faible ou moyen avec une diffusion minimale due au système de positionnement, renforçant ainsi la précision des mesures.

2 Fonctionnement efficace

Monter le DSE sur l'interface plate au sommet du mât du positionneur est une opération simple et rapide car la rotation du DSE ne se fait qu'en azimuth.

3 Tests de bout en bout en conditions réelles

Les dispositifs peuvent aussi être testés de bout en bout lorsqu'ils sont portés et/ou utilisés par quelqu'un.

4 Une seule solution de tests pour toutes vos antennes

Solution évolutive conçue pour s'adapter à différents dispositifs et capables de réaliser des tests précis de toutes les bandes de fréquences 5G, ce qui supprime le besoin de disposer de plusieurs solutions de tests.

5 Un minimum de composants électroniques pour un fonctionnement stable

Du fait du très petit nombre de composants électroniques utilisés pour la conception et la construction, la sensibilité aux fluctuations de température est limitée pour renforcer la stabilité de fonctionnement et la facilité de maintenance.

6 Test simultané de plusieurs bandes de fréquence

Vous pouvez choisir de tester différentes bandes de fréquence en même temps avec plusieurs générateurs d'onde plane placés autour du DSE.

7 L'installation parfaite pour les tests en environnement MIMO

Il est possible de monter jusqu'à sept générateurs d'onde plane sur le système StarWave pour les tests MIMO afin de simuler des chemins multiples.

8 Options de conception flexibles pour s'adapter à vos besoins

Grâce à l'évolutivité et à la flexibilité de sa solution, MVG peut prendre en compte vos besoins de tests pour vous fournir un système StarWave personnalisé.

StarWave parameters at a glance

Taille de la surface rayonnante	😊	Tests de bout en bout en conditions réelles	😊
Distance de la surface rayonnante à la zone tranquille QZ	😊	Antenne à forte directivité	😊
Uniformité de la zone tranquille QZ	😊	Antenne à directivité faible/moyenne	😊
Fonctionnement large bande	😐	DSE de grande dimension	😐
Double polarisation	😊	Système de positionnement intelligent	😊

* En option. StarWave peut être monté sur une table tournante et entraîné en rotation autour d'un DSE fixe.

EMC

Le département
de compatibilité
électromagnétique
(CEM)

Activité & Marchés

La division EMC a été créée en 2012, grâce à la combinaison unique de l'expertise d'AEMI dans les matériaux absorbants et celle de Rainford dans les cages faradisées. Le pôle EMC apporte des solutions pour tester l'aptitude des appareils à fonctionner dans des environnements électromagnétiques et à ne pas générer eux-mêmes de perturbations. Cette activité s'étend également à la certification CEM des appareils électroniques, à la protection contre les champs forts (données, personnes) et à la protection contre les écoutes.

Faits marquants

Activité dense en Amérique du Nord et en Europe

Stratégie

Intégration de la chaîne de valeur par des acquisitions stratégiques, positionnement en tant que fournisseur de systèmes clé en main.

Offre

Une gamme de chambres de tests CEM, chambres à brassage de modes, blindages de salles (centres de contrôle, ambassades), blindages de centres de données, blindages d'installations IRM.

- Chambres de tests CEM
- Matériaux absorbants
- Chambres de mesures d'antennes
- Chambres faradisées
- Portes
- Accessoires (mâts, positionneurs, contrôleurs, ...)

La division EMC assure également la gestion de projets, la maintenance, la certification, la réinstallation et les services de mise à niveau des installations.

Gamme de prix

De 10 k€ à plusieurs millions d'euro.



EIC

Le département
du contrôle
environnemental
et industriel

Activité & Marchés

La division EIC regroupe les dispositifs utilisés pour la surveillance des ondes électromagnétiques, le contrôle qualité sur lignes de production et le modem 4G NeptuLink by MVG dédié à la connectivité internet dans un environnement côtier.



Faits marquants

Croissance aux Etats-Unis sur les petits produits (+21%)

•
Un marché du SAR en stand-by

Stratégie

Passer d'un positionnement de « suiveur » à celui de « challenger », en s'appuyant sur un portefeuille rajeuni de produits différenciants.

Offre

Une large gamme de produits :

- Exposimètres portables (EME Guard, EME Guard XS, EME Spy)
- Exposimètres fixes (FlashRad)
- Logiciel de simulation 3D de l'exposition aux ondes électromagnétiques (EMF Visual)
- Système de Contrôle de la laine de roche et de verre sur ligne de production (Dentro)
- Modem 4G pour optimiser les liaisons terre/mer (NeptuLink by MVG)

Gamme de prix

De 350 € à 180 k€.





10 pays
avec des
implantations
directes

2 centres
de production
majeurs

90 %
du CA à
l'international





DES ATOUITS CLÉS



Depuis 1996, année où le Groupe a pris un tournant industriel en décidant de ne plus être un bureau d'études mais un fabricant de produits, MVG a développé deux atouts principaux :

- un business model solide, comprenant une forte part de ventes récurrentes,
- un positionnement multi-pays/multi-secteurs.

Un business model solide

MVG propose aux centres de R&D des systèmes à forte valeur ajoutée, conçus à partir de briques technologiques standardisées, garantissant ainsi un contrôle des marges. Notre savoir-faire s'étend de l'analyse, des ventes et de la conception à la production, à l'intégration, et à l'installation, ainsi qu'au service après-vente. Ces systèmes ont représenté 61 % des nouvelles commandes en 2019. Outre ces solutions, MVG développe, fabrique et commercialise des produits standards, tels que SG 24 et StarLab 50 GHz.

Ces projets ne requièrent que très peu d'adaptations d'un client à l'autre et peuvent être rapidement mis en service. Ils ont représenté 24 % des nouvelles commandes de 2019. Enfin, le Groupe propose des services d'ingénierie et de maintenance. Ces services représentent 15 % des commandes. Les contrats de service, d'ingénierie et de maintenance, associés aux produits, comptent pour 39 % des ventes et ne sont pas affectés de façon notable par des conditions de marché défavorables. **Ce modèle économique robuste est renforcé par un portefeuille client diversifié : le client principal a représenté 10 % du chiffre d'affaires du Groupe en 2019 et les cinq clients principaux 29 %.**

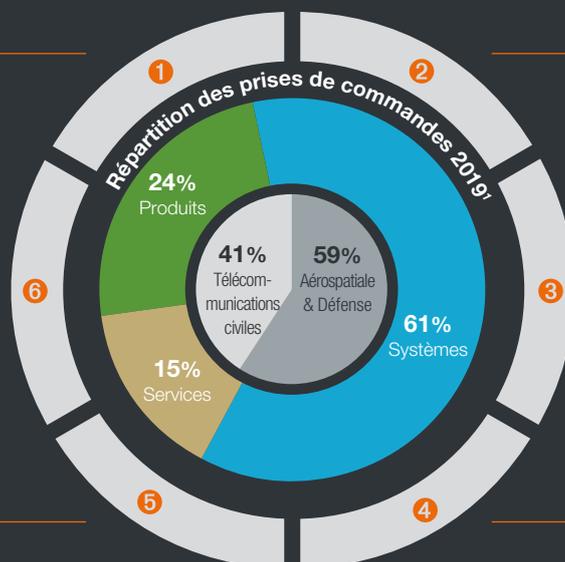
CYCLE DE VENTE DES SYSTÈMES

Proposer des solutions à valeur ajoutée de bout en bout

- Analyse**
- Evolution du site et des installations
 - Analyse des solutions
 - Discussions

- Support**
- Support et maintenance (sur site et à distance)
 - Calibration périodique
 - Mise à jour et remise à neuf

- Installation**
- Installation des équipements
 - Test
 - Calibration
 - Certification



Design

- Planification projet
- Analyse de la configuration de la chambre
- Spécifications système
- Schémas
- Bilan de puissance/d'erreurs
- Simulations RF et Mécanique

Production

- Planification de la production
- Contrôle qualité

Intégration

- Développement des interfaces
- Intégration et tests

1 Répartition entre systèmes, produits et récurrents, hors contrat > 30 millions d'euros

Un Groupe Mondial

90 % de ses revenus sont reconnus hors de France. Le Groupe couvre l'Europe, l'Asie et l'Amérique via 20 implantations dans 10 pays.

Une réorganisation a abouti en 2015 à une centralisation de sa production mécanique en Israël, à une structure presque totalement orientée vers la clientèle aux Etats-Unis et *in fine* à un Groupe plus productif et plus efficace tourné vers l'avenir. Il est composé aujourd'hui de deux grands centres de production majeurs,

celui de France, orienté vers l'électronique et les technologies multi-capteurs et celui d'Israël, orienté vers la mécanique et les technologies mono-capteurs, travaillant en parfaite synergie.

Ces deux centres de production s'appuient sur trois satellites de compétences, un qui réalise les chambres faradisées (Rainford - Angleterre), l'autre la tapisserie des chambres c'est-à-dire les matériaux absorbants (AEMI - USA) et enfin le dernier qui conçoit les antennes de référence nécessaires à la réalisation des recettes systèmes (MVG - Italie). L'ensemble de ses présences locales permet au Groupe de se situer au plus près de la culture de ses clients, d'être à leur écoute et de les comprendre, mais aussi de limiter les frais de déplacement et de transport.



Un positionnement multi-pays / multi-secteurs

Le Groupe bénéficie également d'une présence diversifiée et équilibrée dans les différents secteurs et zones géographiques. La ventilation des activités par secteur est la suivante : 53 % dans les télécommunications civiles, l'activité dans ce domaine étant soutenue par une très forte demande des fabricants de téléphones mobiles (5G), et 47 % dans l'aérospatiale et la défense. La répartition géographique des revenus reste équilibrée, avec 45 % en Amérique du Nord, 30 % en Europe et 25 % en Asie (dynamique favorable dans l'aérospatiale et la défense, plus sensible aux États-Unis).

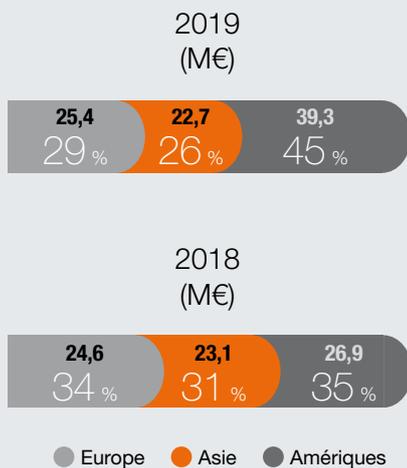
UNE CLIENTÈLE DIVERSIFIÉE QUI PROTÈGE LE GROUPE DE TOUTE DÉPENDANCE VIS-À-VIS DE SES PRINCIPAUX CLIENTS

Le business model de MVG s'appuie sur un portefeuille clients diversifié. D'année en année, la part du premier client et des 5 premiers clients reste contenue. Ainsi, la part du client le plus important dans le CA 2019 du Groupe est de seulement 7 % et les 5 premiers clients pèsent 23 % du chiffre d'affaires de l'année.

Part dans le CA en k€	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1 ^{er} client	3 790	5 665	4 480	5 970	2 782	5 061	9 205
Les 5 premiers clients	10 942	15 149	10 534	13 464	10 130	16 925	25 569



RÉPARTITION DU CHIFFRE D'AFFAIRES PAR ZONE GÉOGRAPHIQUE



RÉPARTITION DU CHIFFRE D'AFFAIRES PAR SECTEUR



En M€

Aérospatiale et Défense AMS



Des sites renouvelés pour accompagner la croissance du Groupe

En l'espace de 36 mois, le Groupe a mené une politique active de renouvellement de ses différents sites. MVG a ainsi déménagé 7 de ses sites, dont quatre sites de production. Les sites de Manchester, Munich, San Diego, Philadelphie, Atlanta, Paris et Brest sont plus modernes, lumineux, fonctionnels et en ordre de marche optimisé pour accompagner la croissance du Groupe sur les prochaines années. Le déménagement d'un des sites de production majeurs du Groupe, à Tel-Aviv, est à l'étude et devrait être réalisé en 2022.





Prises de
Commandes

124,1 M€
(+52 % à tcc*)

NRNPG

4.6 M€

EBITDA

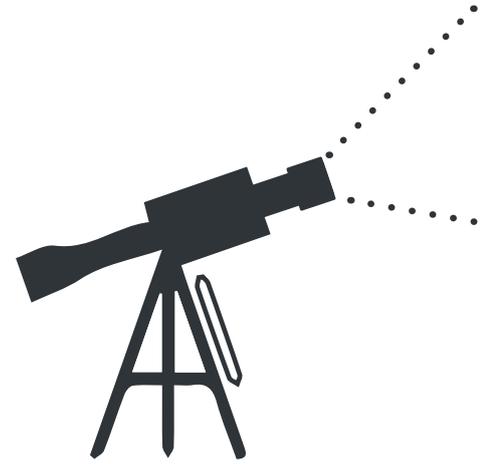
12,6 M€
(+23,6 %)

Chiffres d'Affaires

87,4 M€
(+17,1 % à tcc*)



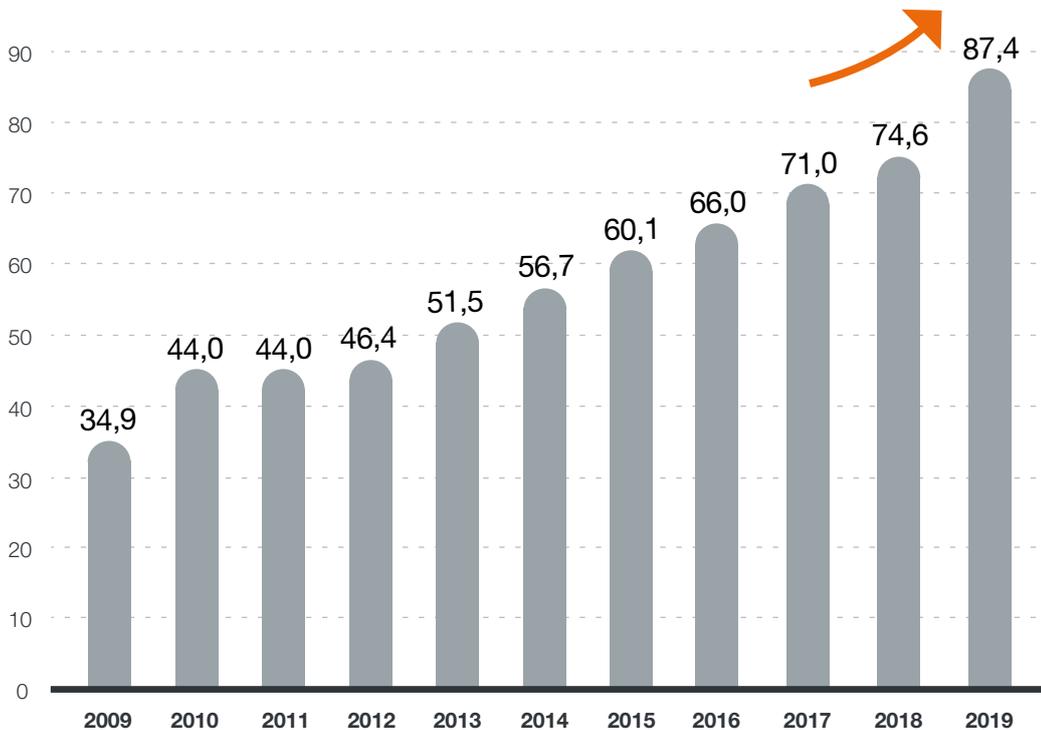
RÉSULTATS ET PERSPECTIVES



MVG publie en 2019 des résultats historiques, avec en particulier un très bon second semestre. Le Groupe recueille les fruits à la fois de son offre produits innovante, de son dynamisme commercial et de ses actions d'optimisation de la productivité menées par le management depuis plusieurs années, et 90 % de ses revenus sont reconnus hors de France.

Activité

ÉVOLUTION DU CHIFFRE D'AFFAIRES (M€)



24^e Exercice consécutif de croissance

Au terme de cet exercice 2019, le Groupe enregistre un chiffre d'affaires de 87,4 M€ en hausse de +17,1 % à change courant (+12,9 % à change constant), porté par un bon quatrième trimestre (+27 % à change courant).

Sur le plan sectoriel, l'activité des Télécommunications Civiles a été très dynamique (53 % du chiffre d'affaires). L'Aérospatiale Défense a été également bien orientée (47 % du chiffre d'affaires) en particulier aux Etats-Unis.

La répartition géographique du chiffre d'affaires s'établit ainsi : Etats-Unis (45 %), Europe (30 %), Asie (25 %).

EBITDA margin: 14,4 %

Données consolidées - en normes - €k

COMPTE DE RÉSULTAT SIMPLIFIÉ	2018	2019	% variation
CHIFFRE D'AFFAIRES	74 637	87 401	+17,1 %
Achats consommés	(26 459)	(34 149)	
MARGE BRUTE	48 178	53 252	+10,5 %
Marge	64,5 %	60,9 %	
Autres charges externes	(12 809)	(12 203)	-
Frais de personnel	(24 176)	(26 631)	-
EBITDA	10 201	12 612	+23,6 %
Marge	13,7 %	14,4 %	
RÉSULTAT OPÉRATIONNEL COURANT	6 863	6 899	+0,5 %
Marge	9,2 %	7,9 %	

La marge brute s'élève à 53,2 M€ contre 48,2 M€ au 31 décembre 2018, en hausse de + 5,0 M€. Elle s'établit à 60,9 % au 31 décembre 2019 contre 64,5 % à fin 2018. Cette évolution s'explique par (i) un effet mix-produits avec une part plus importante de contrats tout mécanique sur la période (versus contrats tout électronique) et plus de ventes de chambres anéchoïdes et d'absorbants et (ii) une reconnaissance de marge brute non linéaire sur le contrat majeur de plus de 30 M€ (facturation à l'avancement), moins favorable en 2019 mais qui sera plus importante en 2020 et 2021.

Les charges opérationnelles courantes sont bien maîtrisées et parfaitement en ligne avec le budget dans ce contexte de croissance d'activité. Les charges de personnels progressent de +10 % (26,6 M€ au 31 décembre 2019 contre 24,2 M€ au 31 décembre 2018). L'effectif moyen est passé de 352 salariés à fin 2018 à 378 salariés à fin 2019. En plus de ces charges, le Groupe a comptabilisé un montant de 1,0 M€ lié au plan d'actions gratuites à destination du management et des salariés (norme IFRS 2).

La bonne maîtrise des charges opérationnelles a ainsi permis de limiter l'impact de la baisse ponctuelle de marge brute sur cet exercice. L'EBITDA publié ressort à 12,6 M€ au 31 décembre 2019, soit une marge d'EBITDA de 14,4 %. L'application de la norme IFRS 16 (liée aux contrats de location à compter du 1^{er} janvier 2019) a un impact positif de +1,9 M€ sur cet agrégat.

Hors IFRS 16 et IFRS 2 (AGA), la marge d'EBITDA ressort à 13,4 %.

Données consolidées - en normes IFRS - k€

COMPTE DE RÉSULTAT SIMPLIFIÉ	2018	2019	% variation
RÉSULTAT OPÉRATIONNEL COURANT	6 863	6 899	+0,5 %
Marge	9,2 %	7,9 %	
Charge opérationnelles non courantes	(477)	(596)	
RÉSULTAT OPÉRATIONNEL	6 386	6 303	-1,3 %
Résultat financier	(592)	(402)	
Impôts	(824)	(1 290)	
RÉSULTAT NET	4 970	4 611	-
RÉSULTAT NET PART DU GROUPE	4 762	4 611	-3,2 %

Après comptabilisation des dotations aux amortissements et provisions pour (5,7) M€, dont (1,9) M€ liées à l'application de la norme IFRS 16, le résultat opérationnel courant ressort à 6,9 M€, équivalent en publié à celui de l'an dernier. Hors IFRS 16 et IFRS 2, le résultat opérationnel courant s'établit à 7,9 M€.

Le résultat opérationnel est quasi-stable. Il s'élève à 6,3 M€ contre 6,4 M€ au 31 décembre 2018. Il intègre une charge non récurrente de (0,6) M€ liée en partie à des frais juridiques en Chine.

Le résultat financier ressort à (0,4) M€ et tient compte de l'application de la norme IFRS 16 pour (0,2) M€.

Après prise en compte d'une charge d'impôts de (1,3) M€, le résultat net est de 4,6 M€ au 31 décembre 2019 contre 4,8 M€ au 31 décembre 2018. Hors IFRS 16 et IFRS 2, le résultat net est de 5,8 M€ à fin décembre 2019.

Une situation financière toujours saine

Les capitaux propres s'élèvent à 76,1 M€ au 31 décembre 2019 contre 68,9 M€ au 31 décembre 2018. La capacité d'autofinancement avant impôts progresse fortement à 12,8 M€ à fin 2019 contre 9,6 M€ à fin 2018, soit une hausse de 33%.

Données consolidées - en normes IFRS - €k

BILAN SIMPLIFIÉ		12/31/2018	12/31/2019
ACTIF	ACTIFS NON COURANTS	28 904	37 918
	ACTIFS COURANTS	66 969	87 820
	- dont stocks	10 213	13 924
	- dont comptes clients	36 358	41 735
	DISPONIBILITÉS	14 676	22 081
TOTAL		95 873	125 737
PASSIF	CAPITAUX PROPRES	68 891	76 085
	- dont participation ne donnant pas le contrôle	-	-
	PASSIFS NON COURANTS	1 126	12 756
	- dont dettes financières non courantes	172	10 795
	PASSIFS COURANTS	25 856	36 896
	- dont dettes financières courantes	4 546	2 768
	- dont dettes fournisseurs	11 801	13 223
	TOTAL	95 873	125 737

En conséquence, les flux générés par l'exploitation sont en très forte progression à 12,0 M€ au 31 décembre 2019 contre (0,6) M€ au 31 décembre 2018 permettant à MVG de financer très largement ses investissements (3,6 M€) et son plan d'AGA (1,0 M€). Le free cash flow ressort à un bon niveau et s'établit à 8,4 M€ au 31 décembre 2019.

Trésorerie nette positive de 18 M€

Au 31 décembre 2019, les dettes financières brutes s'élèvent à 13,6 M€. Retraitées de la norme IFRS 16, elles s'élèvent à 4,2 M€ contre 4,7 M€ au 31 décembre 2018.

A fin 2019 le Groupe dispose d'une situation de trésorerie nette (hors IFRS 16) de 17,9 M€ contre 10,0 M€ au 31 décembre 2018.

Données consolidées - en normes IFRS - €k

TABLEAU DE FLUX DE FINANCEMENT	2018	2019
Résultat Net Consolidé	4 970	4 611
<i>Dont résultat net Part du groupe</i>	4 762	4 611
CAF avant coût de l'endettement et impôts	9 553	12 844
Variation du BFR lié à l'activité	(9 009)	923
FLUX NETS OPÉRATIONNELS	(658)	12 031
Flux nets d'investissement	(8 493)	(3 577)
Flux nets de financement	(1 615)	(1 138)
Incidence des variations de change	206	90
VARIATION DE TRÉSORERIE	(10 767)	7 316
TRÉSORERIE D'OUVERTURE	25 236	14 676
TRÉSORERIE DE CLÔTURE	14 676	22 081



■ Perspectives 2020 : maintien de la trajectoire de croissance vertueuse

Le Groupe dispose d'un carnet de commandes qui atteint un plus haut historique à 110,1 M€ au 1^{er} janvier 2020 (contre 73,4 M€ l'an dernier, soit une hausse de +50% par rapport à l'an dernier). Aucune commande n'a été annulée dans le contexte de crise sanitaire actuelle.

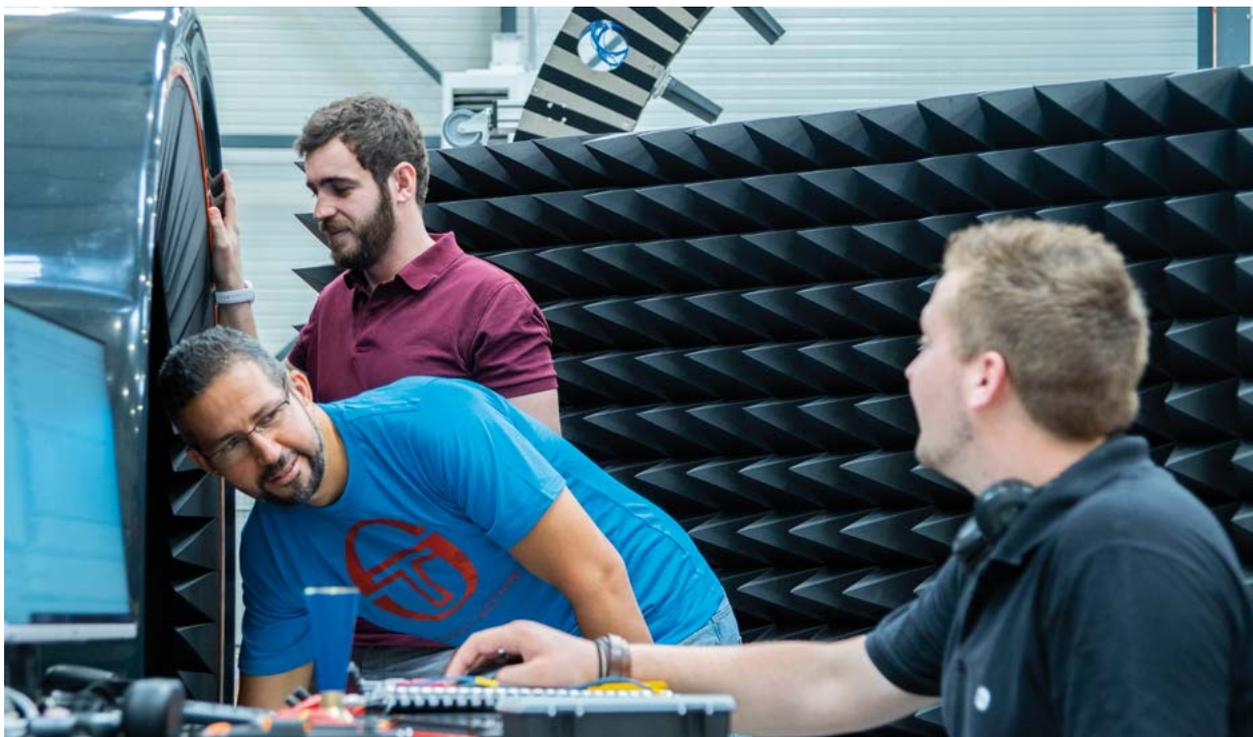
Cette très bonne tendance s'est poursuivie en ce début d'année et le niveau des prises de commandes du 1^{er} trimestre 2020 est très bien orienté. Le Groupe a ainsi notamment signé une commande majeure d'un montant supérieur à 30 M€ sur une période de 3 ans pour la fourniture d'un système de grande dimension dans le domaine de l'Aérospatiale/Défense, témoignant à nouveau de la compétitivité de ses produits mais aussi de son savoir-faire éprouvé. MVG a également gagné de nombreux contrats de taille moins significative.

La Société est confiante à ce jour dans sa capacité à produire les commandes qui lui sont confiées. Le Groupe a pris l'ensemble des mesures de distanciation et de sécurité nécessaires pour préserver la santé de ses salariés et pouvoir assurer la poursuite de sa production sur l'ensemble de ses sites.

Les mesures de restriction sur les déplacements locaux et internationaux pourraient cependant ralentir le rythme d'installations sur les sites de ses clients, sans que cela soit constaté de manière significative à date. Les opérations de maintenance périodiques (faible impact sur le chiffre d'affaires, de l'ordre d'1 M€) sont décalées au cas par cas.

MVG dispose d'atouts majeurs dans cette période complexe en étant principalement positionné sur des secteurs stratégiques et essentiels (Défense/ Aérospatiale et Télécommunications civiles) dont la demande est soutenue et les budgets maintenus. Le Groupe constate en revanche, par exemple, un ralentissement aujourd'hui dans le secteur Automobile, mais avec des investissements qui restent dans les priorités des donneurs d'ordres et seront débloqués aux premiers signes de reprise.

Dans les conditions actuelles, grâce à un carnet de commandes très solide et une gestion rigoureuse des coûts, MVG confirme son objectif d'une poursuite de la croissance vertueuse avec une nouvelle hausse de son chiffre d'affaires et une amélioration progressive de son EBITDA.



A propos de MVG | MICROWAVE VISION GROUP

Depuis sa création en 1987, MVG développe un savoir-faire unique qui permet de visualiser les ondes électromagnétiques. Ces ondes sont au cœur de notre quotidien : Smartphones, ordinateurs, tablettes, voitures, trains, avions – tous ces appareils et véhicules ne fonctionneraient pas sans elles. Année après année, le Groupe met sur le marché et perfectionne des systèmes qui rendent les ondes visibles. Ils permettent à nos clients de mesurer leurs antennes lors des phases de développement de leurs produits.

La mission du Groupe est d'étendre ce savoir-faire unique à tous les secteurs où il peut apporter une forte valeur ajoutée. En 2012, MVG s'est structuré autour de 4 départements : AMS (Antenna Measurement Systems), EMC (Electro-Magnetic Compatibility), EIC (Environmental & Industrial Control) et NSH (National Security & Healthcare). MVG est implanté dans 10 pays et réalise 90 % de son chiffre d'affaires à l'export. Le Groupe compte plus de 350 collaborateurs et fidélise une clientèle de grands comptes internationaux. Il a réalisé un chiffre d'affaires de 87,4 M€ en 2019. MVG bénéficie de la certification Bpifrance « Entreprise Innovante » et est éligible au PEA-PME.

Euronext : ALMIC | Euronext Growth, code ISIN FR0004058949 | Pour en savoir plus : <http://www.mvg-world.com>



Contact:

finance@mvg-world.com



<http://investor.mvg-world.com/fr>