



## **Projet IMTFor5G+**

**Innovation pour les Métiers Télécoms et les Formations en 5G et infrastructures numériques de communication et de données**

**France 2030 : Compétences et Métiers d'Avenir (CMA)**

### **Livrable 1.D « Qualification des profils métier attendus pour la 5G »**

Opération soutenue par l'Etat dans le cadre de l'AMI "compétences et Métiers d'Avenir" du Programme France 2030, opéré par la Caisse des Dépôts



**BANQUE des  
TERRITOIRES**



Cap Digital  
10/2024

## Table des matières

|      |   |    |
|------|---|----|
| 1.   | Place du livrable 1.D dans le projet IMTFor5G+ .....  | 3  |
| 1.1. | Projet IMTFor5G+ .....  | 3  |
| 1.2. | Livrable 1.D « qualification et quantification des profils métier attendus pour la 5G » ..... | 3  |
| 2.   | Dynamique des marchés de la 5G .....  | 4  |
| 2.1. | Constats à date.....  | 4  |
| 2.2. | Moteurs .....   | 4  |
| 2.3. | Freins .....  | 4  |
| 2.4. | Perspectives .....  | 5  |
| 3.   | Profils métier attendus pour la 5G .....  | 6  |
| 3.1. | Missions du cycle de vie des solutions 5G .....   | 6  |
| 3.2. | Profils métier .....  | 8  |
| 4.   | Connaissances et savoir-faire des profils métier .....  | 10 |
| 4.1. | Connaissances 5G .....  | 11 |
| 4.2. | Savoir-faire Techniques .....   | 13 |
| 4.3. | Savoir-faire Transverses .....  | 16 |
| 5.   | Annexes.....  | 20 |
| 5.1. | Démarche d'élaboration du livrable.....   | 20 |
| 5.2. | Etudes inspirantes .....  | 21 |
| 5.3. | Contributeurs .....   | 22 |
| 5.4. | Glossaire.....  | 23 |
| 5.5. | Liste des sigles .....  | 24 |

## 1. Place du livrable 1.D dans le projet IMTFor5G+

### 1.1. Projet IMTFor5G+

Le projet IMTFor5G+ répond à l'objectif "Levier Souveraineté Numérique" du programme France 2030 et porte sur la thématique SNA11:5G et futures technologies de réseaux de télécommunications.

Il souhaite lever le frein « Difficulté à trouver les bonnes compétences pour déployer la 5G industrielle » pointé par le rapport de la Mission 5G industrielle en apportant une solution à la recommandation N°5 « Développer une offre de formations et des parcours plus adaptés aux enjeux de la 5G industrielle » selon les deux axes attendus :

- construire des offres de formation adaptées à la 5G industrielle
- favoriser la mixité des parcours entre filières industrielles, télécoms et informatiques.

De ce fait, IMTFor5G+ vise à déployer une offre souveraine de formations diplômantes et certifiantes sur l'ensemble du territoire national au plus près des entreprises avec pour points saillants :

- Travailler avec les partenaires à la définition des besoins en compétences ;
- S'adapter aux temps de chacun en développant des ressources pédagogiques en ligne ;
- Créer des parcours de formation initiale (ingénieur manager), de spécialisation (double compétence) et continue (actualisation) associant technologie, système, usage, économie ;
- Former des acteurs aptes à prendre en compte les défis de sobriété énergétique ;
- Sensibiliser et attirer les talents avec des actions auprès du grand public, collégiens, lycéens et étudiants et leurs enseignants ;
- Sensibiliser les dirigeants des entreprises utilisatrices, PME et ETI, et former leurs personnels.

La première étape de l'approche de développement consiste en l'élaboration d'une cartographie des métiers liés à la 5G.

### 1.2. Livrable 1.D « qualification et quantification des profils métier attendus pour la 5G »

Le livrable 1.D « qualification et quantification des profils métier attendus pour la 5G » est un produit de la sous-action « 1.3. Référentiel formation » de « Action 1 : Coordination du dispositif de formation ».

Ce document est la version 0. Il qualifie les profils métier de manière générale. Une version 1, à venir, qualifiera les profils métier de manière plus détaillée et les quantifiera.

Il constitue un entrant à l'ensemble du projet IMTFor5G+ pour bâtir une offre de formation en cohérence avec les besoins des secteurs d'activité en lien direct ou indirect avec la 5G.

## 2. Dynamique des marchés de la 5G

Ce chapitre reprend les analyses recueillies lors de huit interviews menées auprès d'experts (partenaires du projet ou indépendants du projet).

### 2.1. Constats à date

Peu d'industriels - dont les grands sites - se sont emparés de la 5G. En revanche, les intégrateurs/ESN ont construit des offres de services.

De manière cohérente, le Rapport de la Mission 5G industrielle (<https://www.entreprises.gouv.fr/files/files/etudes-et-statistiques/dossiers/rapport-mission-5g.pdf>) dresse d'ailleurs un état des lieux argumenté de la 5G industrielle en France qui aboutit à deux constats :

- Tout d'abord, la 5G industrielle fait l'objet d'un vrai volontarisme et de politiques publiques fortes, autour d'un petit nombre d'industriels « activistes ».
- Cependant, ces initiatives restent peu nombreuses. Les industriels français sont dans l'immense majorité dans une posture parfois « informée » et le plus souvent « attentiste » vis-à-vis d'une technologie dont ils attendent d'avoir une meilleure compréhension et un plus grand nombre de retours d'expérience.

### 2.2. Moteurs

Les principaux moteurs des marchés B2B :

- Les nouveaux équipementiers entrants autorisent de meilleures conditions économiques d'accès à leurs équipements. Le savoir-faire logiciel des ESN/intégrateurs leur permettra ainsi de construire les solutions techniques (moyennant un effort de R&D et en complément de celui des opérateurs et des équipementiers pour partie) et les solutions business ... et de trouver leur business model.
- La 5G peut être un game-changer pour l'industrie car le wifi ne répond pas à tous les besoins.
- La capacité à générer des offres 5G industrielles spécifiques répondant aux cas d'usage plébiscités par le marché.

### 2.3. Freins

Les principaux freins des marchés B2B :

- Les coûts de licences sont perçus trop élevés par rapport aux bénéfices escomptés.
- La disponibilité des licences est insuffisante.
- Les démarches de mise en application ne sont pas maîtrisées.
- Pour un donneur d'ordre, identifier les cas d'usage 5G n'est pas évident tant que les limites de la 4G ne sont pas atteintes.
- Le WiFi est une technologie très largement déployée. Bien qu'elle présente des limites avérées (pas de gestion de la qualité de service dans la plupart des déploiements, fréquentes coupures en cas de mobilité), elle reste prédominante du fait du volontarisme commercial des fournisseurs et prestataires en place.

## 2.4. Perspectives

En 2024, les prestataires B2B doivent surtout répondre aux questions d'opportunité/business case et de faisabilité des cas d'usage ; soit réaliser des missions de :

- Conseil stratégique amont, définition de l'opportunité
- Etude de faisabilité, définition du besoin
- Choix des solutions techniques, étude d'impact

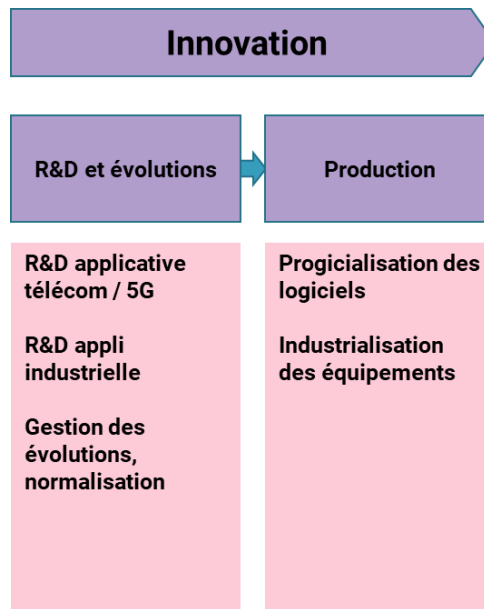
En 2030, une adoption massive de la 5G/6G est envisageable dans l'industrie mais plus difficile à envisager dans les services. Les missions à réaliser touchent au cycle de vie des projets :

- Choix des solutions techniques, étude d'impact
- AMOA, AMOE, intégration du réseau 5G et de la solution, développement logiciel de briques technologiques et d'applicatifs métier
- Déploiement
- Gestion, exploitation, maintenance des infrastructures matérielles et logicielles
- Expertises (IT, data, IA, IoT, cloud, cybersécurité, électronique, automatisme)

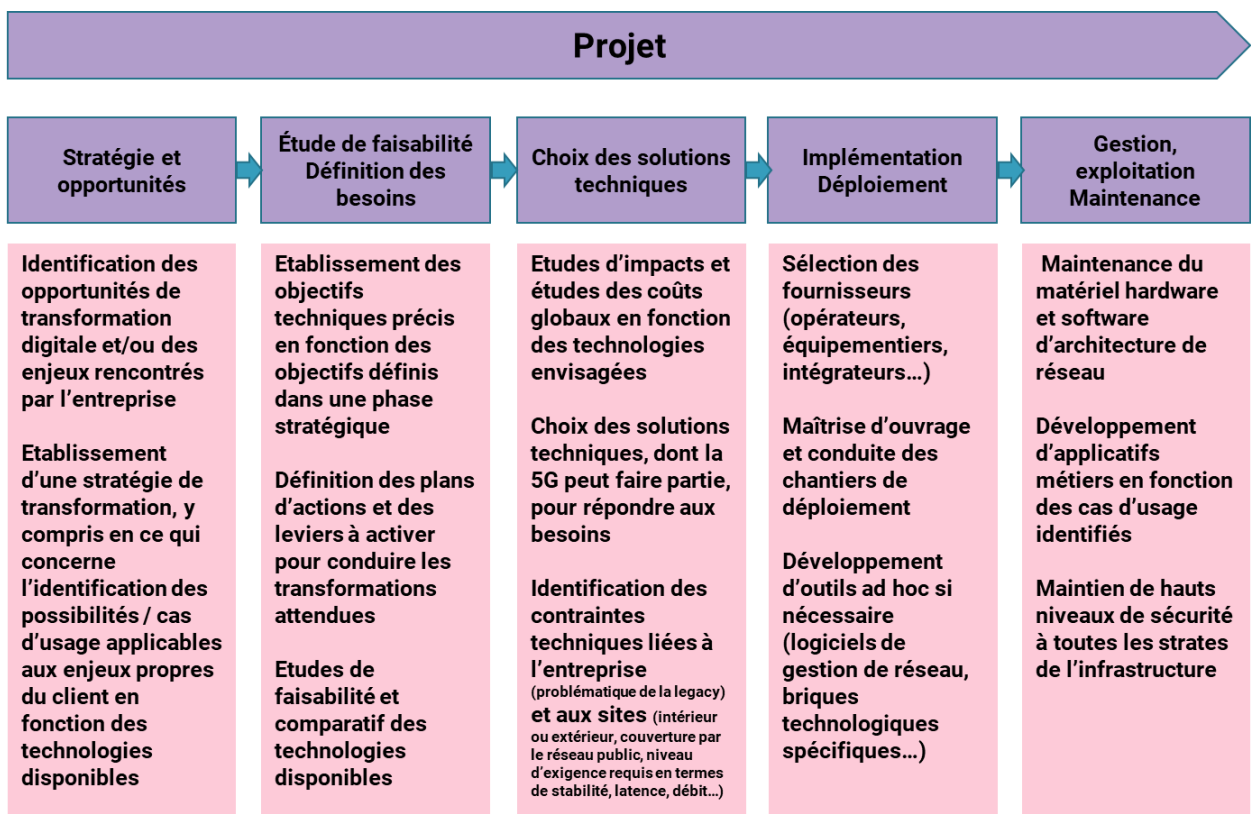
### 3. Profils métier attendus pour la 5G

#### 3.1. Missions du cycle de vie des solutions 5G

IMTFor5G+ distingue les missions de conception/production de produits innovants ...



... et les missions de conduite de projet.



Les missions à mener au long du cycle de vie des produits et des projets déterminent les profils métier chargés de mener à bien ces missions.  
IMTFor5G+ identifie 4 catégories de profils métier.

|   |  |
|---|--|
| <b>Ceux qui font la techno 5G</b>   | <b>Concepteurs / réalisateurs de la technologie 5G</b>                       |
| <b>Ceux qui font et exploitent les solutions techniques basées sur la techno 5G</b> | <b>Concepteurs / réalisateurs / gestionnaires de solutions techniques 5G</b> |
| <b>Ceux qui font les solutions métier basées sur les solutions techniques 5G</b>    | <b>Concepteurs / réalisateurs de solutions métier utilisant la 5G</b>        |
| <b>Ceux qui exploitent les solutions métier</b>                                     | <b>Gestionnaires de solutions métier utilisant la 5G</b>                     |

## 3.2. Profils métier

En regard de chaque catégorie, IMTFor5G+ a déterminé des profils métier au périmètre du CMA dès lors que :

- ils restent cohérents avec la cartographie de l'EDEC du CSF Infrastructures Numériques ;
- ils agrègent des profils présents dans le Répertoire Opérationnel des Métiers et des Emplois (ROME) ;
- ils correspondent à un niveau de formation minimal de bac+3 ;
- ils représentent un nombre de postes de quelques dizaines à minima ;
- ils n'intègrent pas des profils (de management d'entité par exemple) avec seulement un besoin d'acculturation 5G et/ou technologique.

| <b>Concepteurs / réalisateurs de la technologie 5G</b> |  |
|--|--|
| <b>Profils</b>   | <b>Missions</b>  |
| Chef de produit études, R&D (télécom)                  | Détermination des produits répondant au besoin du marché |
| Chef de projet R&D (télécom)                           | Pilotage des projets de R&D                              |
| Chercheur  |  |
| Ingénieur solution                                     | Conception de solution end-to-end                        |
| Ingénieur R&D - Développeur software                   |  |
| Ingénieur R&D - Développeur hardware (ASIC)            |  |
| Technicien R&D (télécom)                               |  |
| Responsable R&D (télécom)                              |  |
| Technicien de production (télécom)                     |  |
| Responsable de production (télécom)                    |  |

| <b>Concepteurs / réalisateurs / gestionnaires de solutions techniques 5G</b> |  |
|--|--|
| <b>Profils</b>   | <b>Missions</b>  |
| Chef de projet télécom   | Pilotage des projets de télécom  |
| Consultant télécom   |  |
| Architecte télécom   |  |
| Ingénieur infrastructure télécom   |  |
| Ingénieuriste de déploiement réseau  |  |
| Ingénieur intégrateur / certificateur  | Configuration et paramétrage des équipement<br>Tests<br>Validation/certification de solution technologique |
| Responsable de bureau d'étude  |  |
| Gestionnaire technique d'exploitation  |  |
| Technicien (déploiement, maintenance, exploitation, ...)                     |  |
| Responsable d'exploitation (administrateur)                                  |  |



| <b>Concepteurs / réalisateurs de solutions métier utilisant la 5G</b> |                 |
|---|-----------------|
| <b>Profils</b>  | <b>Missions</b> |
| Ingénieur d'affaires (technico-commercial)                            |                 |
| Chef de projet  |                 |
| Ingénieur système et réseaux  |                 |
| Architecte informatique et réseaux                                    |                 |
| Architecte applicatif   |                 |
| Data ingénieur  |                 |
| Ingénieur logiciel  |                 |
| Architecte cloud  |                 |
| Expert sécurité informatique  |                 |
| Electronicien (conception, contrôle)                                  |                 |
| Automaticien  |                 |
| Ingénieur de validation/certification de solution métier              |                 |

| <b>Gestionnaires de solutions métier utilisant la 5G</b> |                 |
|--|-----------------|
| <b>Profils</b>   | <b>Missions</b> |
| Administrateur réseau                                    |                 |
| Technicien de réseau                                     |                 |
| Responsable cybersécurité                                |                 |
| Data analyst   |                 |
| Responsable d'exploitation                               |                 |

## 4. Connaissances et savoir-faire des profils métier

IMTFor5G+ identifie 3 catégories de connaissances et de savoir-faire dont chaque profil métier peut se doter à des degrés de maîtrise adaptés :

- Les « Connaissances 5G » listent les connaissances et la compréhension des principes de la 5G en allant des services offerts à l'architecture et aux protocoles telles qu'ils sont spécifiés dans la 5G.
- Les « Savoir-faire Techniques » listent les savoir-faire liés aux technologies mobilisées par la 5G ou dans des solutions utilisant la 5G. Ils représentent des domaines techniques en eux-mêmes. Ils peuvent être utilisés dans des contextes très différents mais trouvent une mise en œuvre exemplaire avec la 5G.
- Les « Savoir-faire Transverses » listent les savoir-faire utiles à la définition, à la justification et à la conduite des projets.

La catégorie « Connaissances 5G » inclut les sous-groupes suivants détaillés dans la section suivante : Services 5G, Architecture générale, Transmission radio 5G NR, Réseau d'accès radio, Réseau cœur, Sécurité 5G.

La catégorie « Savoir-faire Techniques » regroupe de nombreux domaines (cf section **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) : Architecture / infrastructure IT (Réseaux) ; Développement logiciel, Devops ; Systèmes distribués (edge) ; Système embarqué ; Virtualisation, Conteneurisation, Cloud ; Cyber-sécurité ; Analyse des données ; IA et apprentissage ; Modélisation, simulation, optimisation ; Electromagnétisme, Propagation ; Traitement du signal ; Électronique ; Automatisation.

La catégorie « Savoir-faire Transverses » est abordée dans la section **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** : Stratégie technologique ; Recherche, innovation, brevets ; Connaissance métier ; Gestion de projet ; Conception, production ; Impact RSE de la solution.

Les profils métier associés à la 5G sont intrinsèquement multi-expertises.

Même si l'intitulé d'un profil exprime un savoir-faire dominant, il convient de doter ce profil de savoir-faire complémentaires qui lui permettent de s'intégrer dans un projet « 5G », par nature multi-technologies.

A titre d'exemple, un architecte télécom pourra :

- Disposer de « Connaissances 5G » à un niveau Spécialiste : Services 5G, Architecture générale, Transmission radio 5G NR, Réseau d'accès radio, Réseau cœur, Sécurité 5G.
- Disposer de « Savoir-faire Techniques » à un niveau Maîtrise : Archi / infra IT (Réseaux) ; Virtualisation, Conteneurisation, Cloud ; Cyber-sécurité.
- Disposer de « Savoir-faire Techniques » à un niveau Application : Analyse des données ; IA et apprentissage.

De manière similaire, la non-mention d'un domaine technique dans la catégorie « Connaissances 5G » ne signifie pas que celui-ci n'est pas utilisé en 5G. Il est clair par exemple que l'intelligence artificielle et les mécanismes d'apprentissage vont prendre une importance croissante dans la configuration et l'exploitation des réseaux 5G. Ils sont mentionnés dans la catégorie « Savoir-faire Techniques » car ils ont une portée bien plus large que la 5G.

L'ambition de ce livrable est de proposer une classification assez large pour clarifier le positionnement des formations. La mise en œuvre de formations couvrant de manière exhaustive l'ensemble des connaissances et savoir-faire listés ne peut être faite dans le cadre d'un seul établissement ou même d'un seul projet CMA. Les listes ci-après ne constituent pas des engagements du projet IMTFor5G+ à développer tous les éléments indiqués.



## 4.1. Connaissances 5G

| Types                    | Connaissances  |
|--------------------------|--|
| Services 5G              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Services support</li> <li>• Réseaux publics vs privés</li> <li>• Modes (eMBB, uRLLC, mMTC, RedCap)</li> <li>• NSA vs SA, KPI (débits, latence)</li> <li>• Types de terminaux (téléphones, IoT)</li> <li>• Gammes de fréquences et leurs caractéristiques</li> <li>• Principes généraux de régulation</li> <li>• Consommation énergétique des services</li> <li>• Chaîne de valeur B2B</li> </ul>            |
| Architecture générale    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mise en perspective 5G avec générations précédentes et autres technologies</li> <li>• Sous-réseaux : RAN, Core, fonctions réseaux (gNB, AMF, SMF, NEF, etc.)</li> <li>• Points de référence</li> <li>• Principes des SBI</li> <li>• Concept de slice</li> <li>• Architectures privées et publiques</li> <li>• Architecture des réseaux non terrestres</li> <li>• Terminal et carte SIM (gestion)</li> </ul> |
| Transmission radio 5G NR | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chaîne de transmission</li> <li>• OFDM</li> <li>• Principes des MIMO</li> <li>• Technologies antenne</li> <li>• Structure temporelle</li> <li>• Signaux de références</li> <li>• Canaux physiques</li> <li>• Gestion d'interférence</li> <li>• Règles d'ingénierie radio, bilan de liaison</li> <li>• Consommation énergétique</li> </ul>   |
| Réseau d'accès radio     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pile protocolaire de l'interface radio (SDAP / RRC / PDCP / RLC / MAC / phy)</li> <li>• Fonctionnement de chaque couche</li> <li>• Principes de géolocalisation</li> <li>• Gestion connexions RRC, SideLink, NB-IoT</li> <li>• Architecture O-RAN (RU-DU-CU, RIC)</li> <li>• Interfaces</li> <li>• CPRI et eCPRI</li> <li>• Réseaux non terrestres, Réseaux 3D</li> </ul>                                   |

| Types       | Connaissances   |
|-------------|---|
| Réseau cœur | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Architecture du réseau cœur (AMF, SMF, UDM, ...)</li> <li>• Interfaces SBI et concept REST</li> <li>• Dynamisme et élasticité du réseau cœur</li> <li>• API, orchestration de services, intent-based, monitoring, composition de services, services par les tiers</li> <li>• Gestion de slices</li> <li>• Attachement et gestion de session PDU</li> <li>• Gestion des flux</li> <li>• Gestion de la mobilité</li> <li>• Interconnexion de réseaux</li> <li>• Administration de réseau (configuration, exploitation, facturation)</li> <li>• Consommation énergétique</li> </ul> |
| Sécurité 5G | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Attaques possibles (eaves-dropping, man in the middle, over shadowing, ...)</li> <li>• Fonctions de sécurité (authentification, chiffrement, intégrité, identité temporaire)</li> <li>• Architecture de sécurité (ARPF, AUSEF, SEAF, ...)</li> <li>• Sécurité de l'interconnexion (SEPP)</li> </ul>  |

## 4.2. Savoir-faire Techniques

| Types                                   | Savoir-faire Techniques  |
|---|--|
| Archi / infra IT (Réseaux)              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Architecture réseau, Routage et commutation, Modèle en couches</li> <li>• Protocoles des différentes couches (TCP/IP, UDP/IP, HTTP, ...)</li> <li>• Nommage et adressage, Virtualisation réseau (SDN, NFV)</li> <li>• Administration réseau, Outils de diagnostic et de surveillance</li> </ul>   |
| Développement logiciel, Devops          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Algorithmique</li> <li>• Programmation</li> <li>• Conception logicielle</li> <li>• Développement web</li> <li>• Bases de données</li> <li>• Génie logiciel</li> <li>• Sécurité informatique</li> <li>• DevOps</li> </ul>  |
| Systèmes distribués (edge)              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Algorithmes distribués</li> <li>• Programmation parallèle et concurrente</li> <li>• Gestion de la cohérence et de la réplication des données</li> <li>• Systèmes de messagerie</li> <li>• Sécurité des systèmes distribués</li> <li>• Tolérance aux pannes</li> <li>• Gestion des performances et de l'évolutivité</li> <li>• Outils de surveillance et de diagnostic</li> </ul>                                |
| Système embarqué                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Programmation embarquée</li> <li>• Conception matérielle</li> <li>• Conception FPGA</li> <li>• Programmation Multi-thread / asynchrone</li> <li>• Langages C, Rust, Python, C++</li> <li>• Systèmes d'exploitation temps réel (RTOS)</li> <li>• Interfaces homme-machine (IHM)</li> <li>• Communication et protocoles</li> <li>• Gestion de l'alimentation</li> </ul>   |
| Virtualisation, Conteneurisation, Cloud | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cloud : technologies de virtualisation (e.g. VMware), technologies de conteneurisation (e.g. Docker)</li> <li>• Cloud computing</li> <li>• Réseaux définis par logiciel (SDN)</li> <li>• Stockage défini par logiciel (SDS)</li> <li>• Autonomisation et orchestration (e.g. Kubernetes)</li> <li>• Surveillance et gestion de performances</li> <li>• Haute disponibilité et tolérances aux pannes.</li> </ul> |

| Types                                  | Savoir-faire Techniques   |
|--|---|
| Cyber-sécurité                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conception de produits et services sécurisés (mise en œuvre d'algorithmes et protocoles cryptographiques, développement sécurisé, déploiement sécurisé de logiciels et de services, sécurité des systèmes d'exploitation, des réseaux et des protocoles, PKI et distribution de clés)</li> <li>• Gestion opérationnelle (SECOPS) de la sécurité (compréhension de la menace, détection et remédiation, gestion de crises d'origine cyber)</li> <li>• Audit de sécurité des systèmes d'information et des réseaux (gouvernance, normes et standards, certification, méthodologies d'audit)</li> </ul> |
| Analyse des données                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse statistique</li> <li>• Analyse numérique</li> <li>• Programmation (Python, R)</li> <li>• Manipulation des données (filtrage, fusion)</li> <li>• Visualisation des données</li> <li>• Base de données</li> </ul>  |
| IA et apprentissage                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Agents intelligents</li> <li>• Boucles de contrôle</li> <li>• Apprentissage automatique (supervisé, non supervisé, par renforcement)</li> <li>• Apprentissage en profondeur</li> <li>• Traitement du langage naturel</li> <li>• Vision par ordinateur, IA générative</li> <li>• Modèle de fondation</li> <li>• IA symbolique, raisonnement, systèmes experts</li> <li>• Application de l'IA au domaine informatique/télécom (optimisation, monitoring, exploitation composition de services, sécurité)</li> </ul>  |
| Modélisation, simulation, optimisation | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recherche opérationnelle</li> <li>• Modélisation des systèmes dynamiques</li> <li>• Modélisation des systèmes complexes</li> <li>• Simulation informatique</li> <li>• Analyse de sensibilité et d'incertitude</li> </ul>   |
| Electro-magnétisme / Propagation       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Physique électromagnétique</li> <li>• Analyse et modélisation du canal de propagation</li> <li>• Utilisation des modèles de propagation (pour la planification)</li> <li>• Conception de circuits et de systèmes</li> <li>• Compatibilité électromagnétique (CEM)</li> <li>• Ingénierie des antennes</li> </ul>  |
| Traitement du signal                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathématiques avancées (analyse, algèbre linéaire, probabilités et statistiques)</li> <li>• Analyse spectrale et filtrage</li> <li>• Analyse des signaux</li> <li>• Acquisition des données (échantillonnage, quantification)</li> <li>• Théorie de l'information et codage</li> </ul>   |

| <b>Types</b> | <b>Savoir-faire Techniques</b>  |
|--------------|---|
| Électronique | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Composants électroniques analogiques et numériques</li> <li>• Conception de circuits électroniques</li> <li>• Composants optiques</li> <li>• Analyse et simulation de circuits</li> <li>• Electronique de puissance</li> <li>• Instrumentation électronique</li> </ul> |
| Automatisme  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Logique mathématique</li> <li>• Capteurs et actionneurs</li> <li>• Systèmes de commande</li> <li>• Programmation de systèmes automatisés</li> <li>• Instrumentation et capteurs</li> <li>• Réseaux industriels</li> </ul>  |



### 4.3. Savoir-faire Transverses

| Types                          | Savoir-faire Transverses  |
|--------------------------------|---|
| Stratégie technologique        | <p><b>Identifier les opportunités d'innovation technologique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Analyser le portefeuille de technologies existant de l'entreprise</li> <li>Déterminer les problèmes, besoins, opportunités et enjeux technologiques de la 5G/6G</li> <li>Identifier les brevets existants, les recherches académiques en cours, effectuer une veille techno</li> <li>Déterminer les innovations potentielles</li> </ul> <p><b>Connaître le besoin du marché</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Comprendre les usages potentiels : réaliser une veille de marché, évaluer les cas d'usage et leur maturité, évaluer l'adoption de la 5G, recueillir et analyser les besoins client</li> <li>Déterminer les problèmes, besoins et enjeux techniques des applications industrielles de la 5G/6G</li> <li>Connaître ses concurrents : réaliser une veille concurrentielle, comparer des solutions, produits ou matériels</li> <li>Intégrer les exigences de normalisation, de certification, de réglementation</li> </ul> <p><b>Établir la stratégie d'innovation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Déterminer les impacts des innovations potentielles sur le modèle d'affaires des entreprises utilisatrices</li> <li>Déterminer le business plan et le retour sur investissement des innovations potentielles</li> <li>Déterminer les innovations, les applications de services à développer</li> </ul> <p><b>Développer l'offre de solutions et de services</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Élaborer le plan d'actions du Marketing produit des innovations retenues</li> </ul> |
| Recherche, innovation, brevets | <p><b>Identifier l'invention</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Déterminer les verrous technologiques de la 5G/6G</li> <li>Identifier les recherches déjà effectuées,</li> <li>Déterminer les axes de recherche à engager</li> </ul> <p><b>Formaliser l'invention</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Argumenter une solution dans le cadre d'un organisme de standardisation</li> <li>Identifier la mise en œuvre de l'invention dans un produit, un équipement, une solution du marché</li> <li>Analyser des documents techniques</li> <li>Rédiger des documents techniques</li> </ul> <p><b>Concevoir et réaliser l'innovation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Concevoir et anticiper les usages réseaux</li> <li>Rédiger les spécifications fonctionnelles et techniques des innovations, le dossier d'ingénierie</li> <li>Rédiger les dossiers technico-économiques de réalisation et d'expérimentation</li> </ul>   |

| Types               | Savoir-faire Transverses   |
|---------------------|--|
| Connaissance métier | <p><b>Connaître les exigences métier et applicatives applicables aux solutions basées sur la 5G/6G</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Automatisation de process/IoT/réseaux de capteurs : santé (télédiagnostic, télé chirurgie, ...), logistique, industrie (manufacturing), énergie (télérelève, monitoring), smart city</li> <li>• Visio-conférence, vidéoprotection, inspection vidéo</li> <li>• Environnements immersifs : réalités augmentée, virtuelle et mixte</li> <li>• Véhicule autonome, drone</li> </ul> <p><b>Formaliser les exigences techniques et technologiques dérivées des exigences métier</b></p>  |
| Gestion de projet   | <p><b>Cadrer le projet</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifier les opportunités de transformation digitale, les enjeux de l'entreprise, les cas d'usage applicables</li> <li>• Etudier la faisabilité du projet et comparer les technologies disponibles</li> <li>• Déterminer les enjeux et les objectifs du projet</li> <li>• Organiser le projet : livrables, lots, activités, responsabilités et ressources</li> <li>• Déterminer le budget et le planning du projet</li> <li>• Identifier les risques et les modalités pour les limiter</li> <li>• Déterminer la démarche du projet</li> </ul> <p><b>Vendre et suivre le projet</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborer une proposition commerciale, négocier la prestation et contractualiser</li> <li>• Suivre l'avancement financier et technique</li> </ul> <p><b>Structurer l'équipe et les moyens</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifier et sélectionner les collaborateurs, partenaires, fournisseurs, sous-traitants, prestataires; lancer et gérer un appel d'offres</li> <li>• Identifier et constituer les ressources matérielles, logicielles, documentaires</li> <li>• Identifier et engager les parties prenantes</li> <li>• Animer l'équipe de projet</li> </ul> <p><b>Animer la démarche du projet</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Suivre des méthodologies agiles</li> <li>• Animer les démarches collectives : interviews, questionnaires, ateliers d'idéation et d'émergence</li> </ul> <p><b>Gérer le projet</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Suivre les livrables et les prestations</li> <li>• Suivre le budget et les ressources</li> <li>• Suivre le planning</li> <li>• Suivre les risques et mettre en œuvre les modalités pour les limiter</li> </ul> <p><b>Conduire le changement</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cartographier les leviers et les freins de la transformation par type d'utilisateurs de la solution</li> <li>• Communiquer sur la cible, les résultats et l'avancement</li> <li>• Piloter la sensibilisation et la formation des différents types d'utilisateurs de la solution</li> </ul> |

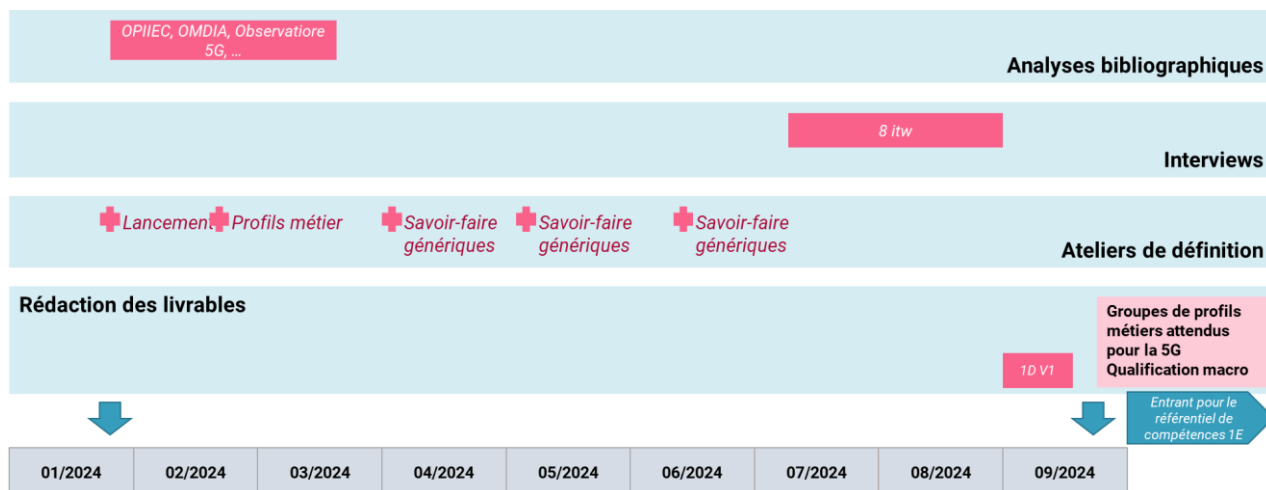
| Types                  | Savoir-faire Transverses   |
|------------------------|--|
| Conception, production | <p><b>Concevoir</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Etablir le cahier des besoins</li> <li>• Connaître et mesurer les implications de la durabilité (empreinte écologique, cycle de vie), la normalisation, la certification, la réglementation, l'analyse de cycle de vie</li> <li>• Concevoir la solution, l'équipement, l'installation</li> <li>• Rédiger les spécifications fonctionnelles et techniques, les dossiers d'architecture et le cahier des charges de la solution, du réseau, de l'équipement, de l'installation</li> <li>• Intégrer les exigences de normalisation, de certification, de réglementation, des enjeux environnementaux et sociétaux</li> <li>• Déterminer le coût et le modèle économique de la solution</li> <li>• Élaborer le plan d'implémentation et d'évolution de la solution et du réseau</li> </ul> <p><b>Produire, Fabriquer</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Réaliser le prototype de la solution technique pour validation par le donneur d'ordre</li> <li>• Réaliser et tester les développements informatiques, l'équipement, l'installation</li> <li>• Créer les documentations techniques de réalisation, d'utilisation, d'exploitation, de maintenance</li> </ul> <p><b>Déployer</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Implémenter la solution sur un pilote, mettre en production</li> <li>• Tester la solution en conditions réelles</li> <li>• Réaliser les recettes du pilote</li> <li>• Déployer la solution sur les sites concernés</li> <li>• Réaliser les recettes de la solution déployée</li> </ul> <p><b>Maintenir</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gérer le backlog des demandes de maintenance</li> <li>• Assurer la maintenance corrective, la maintenance évolutive</li> <li>• Réaliser les recettes de la solution maintenue</li> </ul> |

| Types                     | Savoir-faire Transverses  |
|---------------------------|---|
| Impact RSE de la solution | <p><b>Connaître les principes de l'impact environnemental du numérique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Différents types d'impacts environnementaux et leviers d'action</li> <li>• Poids relatif du numérique par rapport aux autres sources d'impact (transport, alimentation, sphère publique, ...)</li> <li>• Règlements applicables et à venir pour plus de durabilité, de réparabilité et de sobriété des solutions</li> <li>• Impacts spécifiques de la 5G/6G</li> </ul> <p><b>Connaître les bases méthodologiques de l'analyse du cycle de vie</b></p> <p><b>Connaître les méthodes de calcul de l'impact environnemental du numérique et de la 5G/6G</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Méthodes de calcul et outils de mesure des impacts environnementaux</li> <li>• Limites des méthodes de calcul des impacts environnementaux</li> </ul> <p><b>Connaître les enjeux sociétaux</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Connaître les controverses liées à la 5G : impacts sur la santé, respect de la vie privée, ...</li> <li>• Connaître les réponses tranchées par la science et les questions sociétales en suspens</li> <li>• Connaître et évaluer le niveau d'acceptation de la 5G par la société</li> </ul> |

## 5. Annexes

### 5.1. Démarche d'élaboration du livrable

Le chantier « Référentiel des profils métiers attendus pour la 5G » a conduit 3 approches convergentes pour produire les livrables : ateliers, analyses bibliographiques, interviews d'experts.



## 5.2. Etudes inspirantes



### 5.3. Contributeurs

| <b>Contributeur</b>       | <b>Organisation</b> |
|---------------------------|---------------------|
| Viktor Arvidsson          | Ericsson            |
| Sylvain Aubin             | Infovista           |
| Mikael Autret             | EDF                 |
| Romain Bonenfant          | FFTelecoms          |
| Virginie Charles          | Gimelec             |
| Bitá Charmi               | Ericsson            |
| Emmanuel Dotaro           | Thalès              |
| François Hedin            | Weaccess            |
| Olivier Jamin             | NXP                 |
| Monika Jo                 | IMT                 |
| Ahmed Kabeche             | Orange              |
| Xavier Lagrange           | IMT Atlantique      |
| Grégoire de Langautier    | MGA Technologies    |
| Tobias Ley                | Ericsson            |
| Régis Lerbour             | Infovista           |
| Remi Malettras            | Industrie du Futur  |
| Colin Moriniaux           | GIMELEC             |
| Jean-Baptiste Piacentino  | Clever-cloud        |
| Gaël Roger                | FFTelecoms          |
| Benoit Tezenas Du Montcel | IMT Business School |
| Philippe Trimborn         | Orange              |
| Anais Verderi             | Alsatis             |
| Frédéric Vergnaud         | Ericsson            |

## 5.4. Glossaire

Orange Business a produit les définitions suivantes pour expliquer la 5G aux entreprises.

### 1. Débit

Le débit d'une connexion internet est la quantité de données transféré dans un temps donné. Une connexion Internet est constituée d'un débit en émission (montant) et d'un débit en réception (descendant).

**Le débit montant**, aussi appelé ascendant ou upload, est la vitesse de transmission des données envoyées vers internet. Il est important pour des usages tels que l'envoi de fichiers, l'expédition d'emails mais également des services plus gourmands comme la visioconférence.

**Le débit descendant**, aussi appelé download, est la vitesse de transmission des données que vous recevez. Il conditionne notamment la rapidité à laquelle on peut naviguer sur internet, regarder une vidéo en streaming HD ou télécharger des fichiers lourds.

### 2. Latence

La latence est le temps de réaction d'un réseau, lié au délai de transmission des données dans les communications informatiques. La faible latence de la 5G, avec un temps de réponse quasi en temps réel, favorisera, à terme, l'industrie 4.0, la télémédecine, le pilotage des voitures autonomes.

### 3. Edge computing

L'Edge computing est un système permettant d'analyser les données collectées par un objet connecté, près de la source, sans remonter jusqu'aux serveurs cloud. Cette technologie, associée à la 5G, est particulièrement adaptée à la connexion massive d'objets, démultipliant la quantité de data à traiter.

### 4. Slicing

Il s'agit de la découpe du réseau 5G « en tranches » pour en réserver des parts aux usages prioritaires et ainsi garantir une qualité de service absolue. Cette allocation plus fine de la bande passante constitue un bouleversement pour toutes les activités où le besoin de connectivité est critique. C'est notamment le cas des chaînes de fabrication industrielles où la moindre interruption peut avoir de très lourdes conséquences économiques.

### 5. Smart cities

Cet anglicisme désigne les villes « intelligentes » utilisant les technologies de l'information et de la communication pour améliorer la qualité des services urbains (transports en commun, éclairage public, signalisation, sécurité...) et réduire les coûts de fonctionnement. Avec la vitesse et la flexibilité des données induites par la 5G, une ville pourra par exemple repenser en profondeur sa gestion du trafic automobile.

### 6. Virtualisation du réseau

Grâce à leur virtualisation, les fonctions réseau peuvent être déployées et reconfigurées aisément, apportant ainsi plus d'élasticité. Le NFV (Network Function Virtualization) utilise des serveurs standards pour faire tourner des logiciels de services réseaux, tandis que le SDN (Software-Defined Networking) centralise le contrôle du réseau 5G par logiciel et non via des équipements physiques.

### 7. Massive IoT

La 5G est au cœur du développement du massive IoT, c'est-à-dire l'interconnexion de centaines de milliers de capteurs et objets connectés. En milieu industriel, le massive IoT



permettra par exemple de contrôler le fonctionnement des équipements de l'usine pour en mesurer l'efficacité et l'empreinte carbone.

#### 8. Critical IoT ou IoT critique

L'appellation « critical IoT » - ou IoT critique - désigne la nécessité absolue de transmettre des données issues de capteurs et d'objets connectés dans un délai limité. La faible latence et la fiabilité de la 5G en cœur de réseau garantiront ce délai et ouvrent donc la porte à des applications IoT dans des domaines sensibles : voitures connectées, équipements de santé ou applications industrielles.

#### 9. LTE-Machine ou LTE-M

Le réseau LTE-Machine a été spécialement conçu pour l'Internet des objets. Il améliore l'accessibilité des objets connectés par l'utilisation de fréquences basses et optimise la consommation énergétique en leur permettant de se mettre en mode veille. Le LTE-M va constituer l'une des « briques » de la 5G.

#### 10. Bande passante

C'est la quantité d'informations qui peut être transmise sur une seule voie de transmission. Avec la 5G, il est possible d'ajuster la bande passante de façon maîtrisée en fonction de la variété de ses usages : villes, territoires, campus industriels, technologiques ou universitaires, stades, hall d'exposition, etc.

#### 11. Résilience

La résilience est la capacité d'un réseau à continuer de fonctionner malgré un incident (panne, pic d'activité, acte malveillant). Tout l'enjeu pour l'entreprise est alors de limiter la durée d'interruption d'activité et d'assurer une restauration rapide des données. La résilience, tout comme la cybersécurité, est une condition essentielle au déploiement raisonné de la 5G dans les années à venir.

### 5.5. Liste des sigles

|        |  |
|--------|--|
| AMF    | Access and Mobility Function                                 |
| API    | Application Programming Interface                            |
| ARPF   | Authentication credential Repository and Processing Function |
| AUSF   | Authentication Server Function                               |
| B2B    | Business to Business   |
| CEM    | Compatibilité Electromagnétique                              |
| CPRI   | Common Public Radio (access network) Interface               |
| CU     | Central Unit (in O-RAN)                                      |
| DU     | Distributed Unit (in O-RAN)                                  |
| eMBB   | enhanced Mobile BroadBand                                    |
| gNB    | new generation Node Base station                             |
| HTTP   | Hyper Text Transfer Protocol                                 |
| IA     | Intelligence Artificielle                                    |
| IHM    | Interface Homme Machine                                      |
| IP     | Internet Protocol  |
| KPI    | Key Performance Indicator                                    |
| MAC    | Medium Access Control  |
| mMTC   | massive Machine Type Communication                           |
| NB-IoT | Narrow-Band Internet of Things                               |
| NEF    | Network Exposure Function                                    |
| NFV    | Network Function Virtualization                              |
| NSA    | Non Stand Alone  |

|        |   |
|--------|---|
| O-RAN  | Open Radio Access Network                   |
| PDCP   | Packet Data Convergence Protocol            |
| PDU    | Protocol Data Unit                          |
| PKI    | Public Key Infrastructure                   |
| RAN    | Radio Access Network                        |
| RedCap | Reduced Capabilities                        |
| REST   | REpresentational State Transfer             |
| RIC    | Radio-access-network Intelligent Controller |
| RLC    | Radio Link Control                          |
| RRC    | Radio Resource Control                      |
| RTOS   | Real Time Operating System                  |
| RU     | Radio Unit (in O-RAN)                       |
| SA     | Stand Alone                                 |
| SBI    | Serviced Based Interface                    |
| SDAP   | Service Data Application Protocol           |
| SDN    | Softawre Defined Network                    |
| SDS    | Software-Defined Storage                    |
| SEAF   | Security Anchor Function                    |
| SECOPS | Sécurité Opérationnelle                     |
| SEPP   | Security Edge Protection Proxy              |
| SMF    | Session Management Function                 |
| TCP    | Transmission Control Protocol               |
| UDM    | Unified Data Management                     |
| UDP    | User Datagram Protocol                      |
| uRLLC  | ultra-Reliable Low Latency                  |