



**RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



**METEO  
FRANCE**

À VOS CÔTÉS, DANS UN  
CLIMAT QUI CHANGE

# STRATEGIE DE METEO-FRANCE DANS LE SECTEUR AERONAUTIQUE 2024-2027



Novembre 2023

## Table des matières

---

SYNTHESE.....	3
INTRODUCTION.....	4
1- Conserver la certification .....	5
1.1 Contexte et périmètre actuel .....	5
1.2 Adapter le système d'observation aéronautique .....	7
1.2.1 : Consolidation des systèmes d'observation au bénéfice de l'aéronautique.....	7
1.2.2 : L'impact du règlement 2017/373 et la réponse aux besoins exprimés actuels et futurs .....	7
1.2.3 : Quels apports possibles en matière d'innovation ? .....	8
1.3 Garantir le maintien de la certification Ciel Unique Européen (CUE) et le périmètre d'exclusivité actuel....	8
1.4 Autres activités de service public .....	10
1.5 Maitriser les coûts .....	10
1.6 Maintenir une présence active de l'établissement au niveau de l'Europe .....	11
2- Développer les activités commerciales .....	12
3- Des services innovants pour une aéronautique plus sûre et plus durable.....	14
3.1 Développer la logique de services et d'écoute clients .....	14
3.2 Une recherche amont orientée clients.....	15
3.3 L'innovation pour une aéronautique plus sûre et plus durable .....	19
4- Adapter les compétences et les outils.....	21
4.1 Adapter le recrutement et la formation aux enjeux et aux besoins .....	21
4.2 Accompagner les agents et adapter l'organisation du travail.....	21
4.3 Disposer des outils adaptés, modernes et inter opérables .....	22
Glossaire .....	23

La prestation de service météorologique à la navigation aérienne est une activité clé au sein de l'établissement Météo-France.

L'exercice de cette mission exige en premier lieu de maintenir la certification « Ciel Unique Européen ». Cette certification a pour objectif principal d'atteindre un niveau de qualité du service météorologique qui permette de garantir la sécurité du transport aérien au regard des risques météorologiques.

Conserver cette certification, dans un contexte de nombreuses évolutions réglementaires, est donc tout naturellement le premier objectif que se fixe l'établissement.

**Maintenir la certification Ciel Unique Européen** c'est se doter d'une organisation, de moyens humains et techniques permettant de délivrer le service conforme aux différentes exigences réglementaires. Les actions prioritaires répondant à cet objectif sont :

- L'adaptation du système d'observation (déplacements des capteurs, détection des cisaillements de vent, modernisation des systèmes de collectes et de diffusion des observations) ;
- L'interopérabilité de données et services fournis, qui devront être compatibles avec le système de gestion de l'information aéronautique mondial (*System Wide Information Management*, ou SWIM) ;
- La veille proactive des évolutions réglementaires, auprès des deux organismes internationaux que sont l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI) pour l'échelle mondiale, et l'Agence Européenne de la Sécurité Aérienne (*European Aviation Safety Agency*, ou EASA) pour l'échelon européen.

En parallèle, pour compléter le panel de services réglementaires et pour contribuer à rendre l'aéronautique plus durable, une **activité de commerce aéronautique** peut se développer via des synergies avec les activités institutionnelles. Ce développement de service est conditionné à la disponibilité d'effectifs. Il portera en priorité sur les domaines suivants :

- Services visant à aider les opérateurs aériens à réduire leur empreinte climatique ;
- Services d'accompagnement ou d'assistance ponctuelle pour aider les compagnies et les aéroports à s'adapter au changement climatique ;
- Développement d'un nombre limité de produits et services d'aide à la décision : outils d'aide à la décision sur les phénomènes dangereux, accompagnement des opérateurs (assistance téléphonique ou en ligne par des prévisionnistes).

Pour répondre à ces deux objectifs, un effort constant est à mener sur **les activités de recherche et d'innovation**, en veillant à prioriser les actions en fonction des besoins des différents usagers et en développant la logique de services orientés clients. Cela passe d'abord par une écoute attentive des besoins de l'ensemble des acteurs du secteur, qui sont en attente de services d'aide à la décision, pour :

- Améliorer la sécurité : prévision des orages, du vent au sol et en altitude, des phénomènes de cisaillement, des paramètres de visibilité, des phénomènes de turbulence, de givrage ;
- Réduire l'impact environnemental : optimisation des trajectoires en tenant compte des vents et des traînées de condensation.

Enfin, des actions doivent être menées pour l'accompagnement des agents, par des actions sur la formation, pour le renforcement des activités de conseil, et par le développement et l'usage d'outils plus performants.

Ainsi, l'établissement Météo-France pourra continuer d'être un acteur clef pour rendre l'aéronautique plus sûre et plus durable.

# INTRODUCTION

---

L'activité de prestation de service à l'aéronautique est une mission majeure de Météo-France.

Elle a pour objet de répondre aux enjeux de sécurité, de régularité et d'efficacité de la navigation aérienne, auxquels s'ajoute le développement de produits innovants permettant de contribuer aux efforts de ce secteur en matière de maîtrise de son impact environnemental.

Cette activité mobilise directement ou indirectement plusieurs centaines d'agents, implique une grande partie des directions de l'établissement, tant en métropole qu'en outre-mer et représente environ un quart de son budget.

Aussi, l'élaboration d'une stratégie aéronautique de Météo-France vise à rassembler l'ensemble des acteurs de l'établissement autour de l'atteinte de plusieurs objectifs clés.

En premier lieu, il s'agit de fournir des services météorologiques de qualité, conformes à la réglementation, pour maintenir la certification de l'établissement. En complément, l'établissement développe un service commercial pour satisfaire les besoins complémentaires des différents clients aéronautiques.

Pour leur permettre de prendre les décisions les plus pertinentes, la satisfaction client doit être mise au centre de la stratégie aéronautique, en développant les services, en innovant, tant en matière de sécurité que de respect de l'environnement.

Pour réussir dans cette démarche, une attention particulière doit être apportée à l'accompagnement des agents, à l'adaptation des outils et des formations mis à leur disposition, ainsi qu'à l'organisation du travail.

Ce document propose une stratégie pour le secteur aéronautique de Météo-France à l'horizon 2028, élaborée après écoute de clients, d'acteurs internes et d'ateliers de travail au sein des équipes directement impliquées dans le domaine aéronautique.

Elle est construite en conformité avec le Contrat d'Objectif et de Performance (COP) de l'établissement Météo-France sur la période 2024-2027 et repose sur l'hypothèse d'une stabilité globale des moyens consacrés à l'aéronautique sur ladite période, à l'exception de certains sujets évoqués, visant un renforcement de l'offre de service, qui demanderaient au préalable un renforcement des moyens.

Ainsi, à cet horizon, Météo-France restera un prestataire de service météorologique à l'aéronautique de confiance, reconnu au niveau institutionnel mais aussi commercial, en faisant bénéficier ses clients de l'excellence de ses prestations, pour l'amélioration de la sécurité du transport aérien, son efficience économique et pour contribuer à une aviation plus durable.

# 1- Conserver la certification

---

## 1.1 Contexte et périmètre actuel

Dans le ciel aérien civil français, Météo-France est prestataire certifié sur une base exclusive conformément à l'arrêté du 20 décembre 2011 portant désignation de Météo-France en tant que prestataire de services météorologiques.

**Le périmètre d'exclusivité** de Météo-France couvre le périmètre dit de « certification » comprenant l'ensemble des services fournis par Météo-France pour les besoins de la navigation aérienne dans l'espace aérien français et tels que prescrits par le règlement (UE) 2017/373 et le protocole technique entre la Direction du Transport Aérien (DTA) et Météo France<sup>1</sup> auquel s'ajoute les services qui ont vocation à y être intégrés ultérieurement, comme ceux notamment utilisés à titre expérimental et destinés à un usage opérationnel futur par la Direction des Services de la Navigation Aérienne (DSNA).

Météo-France exerce également des fonctions internationales reconnues par l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI) : centres de veille cyclonique pour l'océan indien (*Tropical Cyclone Advisory Centre*, ou TCAC en DIROI), centre de veille volcanique pour une partie de l'Europe, l'Afrique et une partie de l'Asie (*Volcanic Ash Advisory Centre*, ou VAAC, au centre de Toulouse), participation au centre de météorologie de l'espace ACFJ (Australie-Canada-France-Japon), *Regional Opmet Center* (ROC) et *Regional Opmet DataBase* (RODB).

Le périmètre d'exclusivité du prestataire de service météorologique à la navigation aérienne inclut l'ensemble des prestations exigibles par différentes réglementations. Initialement encadré par la Convention de Chicago de 1944 (annexe III, dédiée à la météorologie aéronautique), le corpus réglementaire s'est ensuite au fil des ans particulièrement développé, avec des amendements tous les 2 à 3 ans à l'annexe III et l'ajout d'une réglementation européenne foisonnante et exigeante, déclinant le plus souvent les recommandations internationales en obligations, à l'exemple du règlement d'exécution 2017/373 et ses amendements concernant notamment des exigences en matière de compétence du personnel (Part-ATSEP) ou SSI (Part-IS). D'autres règlements européens s'imposent à Météo-France comme le Common Project One (CP1) imposant des exigences en matière d'échanges d'informations météorologiques via des webservices SWIM (*System-wide information management*) ou encore le tout prochain règlement (*New Conformity Assessment*) imposant des règles détaillées relatives à la certification de certains composants ou systèmes utilisés par l'établissement (notamment les capteurs et systèmes d'observation).

Cet ensemble d'exigences réglementaires de niveau international (OACI, Europe) est complété par des engagements institutionnels au niveau français, via l'inscription au protocole DTA – Météo-France de services spécifiques. Ces engagements sont régulièrement révisés et peuvent évoluer tant qu'il n'est pas nécessaire de revoir l'enveloppe financière et en ressources humaines.

En 2022, les coûts des services délivrés à l'aéronautique pour Météo-France étaient les suivants<sup>2</sup> :

- Coûts des services délivrés à l'aviation commerciale en métropole : 84,1 M€
- Coûts des services délivrés à l'aviation générale : 6,4 M€
- Coûts des services délivrés en outre-mer : 14,0 M€

---

<sup>1</sup> Le protocole DTA/ Météo-France décrit l'ensemble des services météo dont Météo-France est redevable, au titre de l'application de la réglementation internationale ainsi que des produits et services spécifiques identifiés pour répondre aux besoins des usagers du ciel aérien français

<sup>2</sup> Les coûts sont calculés en additionnant les coûts des infrastructures communes imputables au secteur aéronautique (observation, calcul numérique, recherche...) aux coûts aéronautiques directs (logistique, informatique, télécom, personnels, programme d'investissement aéronautique...)

Les coûts des services délivrés à l'aviation commerciale sont recouverts, à hauteur de 85,5 M€ pour 2022 via l'attribution, par la DGAC, d'une partie des redevances aériennes.

L'aéronautique emploie au sein de Météo-France directement 290 agents équivalent temps plein.

**→ Sur le ciel aérien français, la stratégie de Météo-France est de conserver la certification délivrée par la Direction de la Sécurité de l'Aviation Civile (DSAC) en accompagnant le besoin des différents usagers, en adaptant sa production pour délivrer des produits et services les plus pertinents possibles, avec un dialogue constant avec le régulateur, autorité météorologique française, la Direction du Transport Aérien (DTA).**

Le contexte envisagé dans les 5 ans pour l'activité aérienne est le suivant :

- Stabilité (ou quasi-stabilité) en métropole du nombre d'aérodromes et du niveau de service associé, hausse du nombre d'aérodromes avec service de prévision (TAF) en Guyane, et surtout en Polynésie française,
- Evolution du service ATC et de la répartition entre aérodromes soumis à redevance pour services terminaux de la circulation aérienne (RSTCA) et ceux non soumis à RSTCA,
- Evolution possible de la responsabilité de CVM (Centre de veille météorologique) par la France de la zone dite « No FIR » en Polynésie française,
- Rattrapage du trafic aérien ante-COVID puis poursuite de la hausse selon la tendance qui prévalait auparavant ; diminution du nombre de vols courte distance en France,
- Efforts de tous les acteurs pour réduire l'impact environnemental de l'aéronautique :
  - o Constructeurs : court - moyen terme avec l'emploi croissant de carburant d'aviation durable (SAF, pour *sustainable aviation fuels*) et l'optimisation des réacteurs notamment ; long terme avec des innovations disruptives sur les motorisations (hybride, hydrogène, électrique).
  - o Compagnies aériennes : renouvellement de la flotte - emploi de SAF, éco-pilotage - optimisation des trajectoires, réduction de l'utilisation des moteurs au sol et enfin l'intermodalité avec le train, l'objectif étant une réduction de 75 % des émissions de gaz à effet de serre.
  - o Contrôle aérien : aller plus loin dans un ciel unique européen pour optimiser les trajectoires, optimiser les procédures d'approche/descente des avions pour réduire la consommation de carburant, réduire les traînées de condensation, prise en compte de l'impact environnemental dans la matrice de décision.
- Accroissement de la pression réglementaire notamment d'origine européenne ; mise en œuvre du nouveau service HWIS (*Hazardous Weather Information service*) voulu par l'OACI à l'échelle mondiale dans l'objectif de compléter puis de remplacer les SIGMET,
- Stabilité du dispositif d'exclusivité de la fourniture du service météorologique à la navigation aérienne, malgré certaines tentatives de remise en cause au niveau européen,
- Montée en puissance du rôle d'Eurocontrol dans la régulation du trafic aérien en Europe,
- Accroissement de la pression de sociétés privées pour délivrer des services présentés comme étant à valeur ajoutée.

## 1.2 Adapter le système d'observation aéronautique

Le système actuel permettant d'assurer la partie observation des activités dans le périmètre de certification repose sur la mise en œuvre de systèmes opérationnels de mesure, d'acquisition de concentration et de traitement de données d'observation ; ainsi que sur la mise à disposition de ces données dans les bases de données et localement à l'aérodrome (flux DIFNA, protocole de diffusion vers la navigation aérienne). Ce système doit évoluer dans les trois axes suivants tenant compte du contexte national et international :

- (1) Une consolidation des systèmes d'observation actuels y compris en termes de résilience ;
- (2) L'évolution des besoins dont la conformité aux exigences 2017/373 ;
- (3) L'Innovation.

### 1.2.1 : Consolidation des systèmes d'observation au bénéfice de l'aéronautique

Le système actuel a permis la mise en place et la généralisation d'une observation automatique de qualité répondant aux besoins d'observation du service MET. Mais aujourd'hui ce système a une quinzaine d'années notamment pour les équipements et doit être rénové.

Ainsi, la jouvence des systèmes sera une priorité à la fois sur le plan des capteurs, systèmes et réseaux de télécommunication, pour assurer la disponibilité des paramètres météorologiques, ainsi que la compatibilité avec les protocoles requis dans la réglementation européenne. Par ailleurs, cette nouvelle architecture des systèmes d'observation et d'information s'inscrira dans l'évolution de l'organisation des Services de Navigation Aérienne (SNA) (contrôle à distance par exemple). Dans ce cadre, dans les 5 ans, il est prévu le renouvellement complet du système d'acquisition et de traitement de données d'observation météorologique sur plateforme aéroportuaire (remplacement opale/cobalt par Nickel/chrome), le renouvellement de l'ensemble des diffusomètres et d'une partie des TNL.

Le statut de Prestataire de Services à la Navigation Aérienne (PSNA) implique également de disposer d'un niveau de résilience adapté aux enjeux, c'est pourquoi il sera étudié, sur les aérodromes présentant le plus d'enjeux, et dont le nombre sera à préciser après une étude d'opportunité mettant en regard les coûts générés et les besoins spécifiés, la possibilité de redonder la totalité de la chaîne allant de la mesure jusqu'à la visualisation, pour les paramètres critiques d'observation (vent, QNH). Ce point se fera dans le cadre de la jouvence des systèmes évoluée plus haut.

Le réseau radar contribue à des productions aéronautiques critiques (MACMA, ASPOC3D, etc.) qui dépendent ainsi fortement de la qualité et du niveau de service de ce système d'observation. Ces productions pourront bénéficier des actions structurantes suivantes qui se mettront en place sur la période : (1) refonte de l'interface de monitoring du réseau radar et (2) consolidation de la chaîne de traitement des données radar.

### 1.2.2 : L'impact du règlement 2017/373 et la réponse aux besoins exprimés actuels et futurs

Par ailleurs, le règlement 2017/373 impose un certain nombre d'évolutions pour garantir la représentativité de l'observation automatique aéronautique (principalement pour la visibilité dominante et les couches nuageuses) ou bien encore pour répondre à des problématiques de cisaillement de vents spécifiques au contexte de l'aérodrome.

Cela induit des déplacements de capteurs pour mise en conformité réglementaire, mais également des implantations, lorsque nécessaire, de capteurs supplémentaires. Ces éléments font notamment l'objet de Fiche de Notification d'Evènements (FNE). Le service pourra ainsi être amélioré via une analyse fine, au cas par cas, de chaque aérodrome concerné.

Concernant la question du cisaillement de vent, au cas par cas selon l'enjeu des aérodromes et l'aléa du cisaillement associé, des analyses pourront être menées pour étudier l'opportunité de mesures supplémentaires (dispositif in situ, Mode-S voire fusion de plusieurs types de données) dans une approche coûts / bénéfiques. Il conviendra de se placer dès que possible pour ces questions de besoins supplémentaires, dans le cadre réglementaire 2017/373, et de se reposer les questions de représentativité. En effet, avec la mise en place du flux DIFNA V6 et la fourniture de couches nuageuses représentatives des zones de toucher des roues par exemple, on devrait voir pleinement l'intérêt des travaux en cours sur le déplacement des télémètres. Il faudra alors accompagner ce changement avec les SNA et ouvrir une discussion stratégique avec la DSNA dans ce nouveau cadre sur les capteurs, l'accompagnement du flux DIFNA V6 et les nouvelles exigences en termes de fiabilité et de ponctualité.

A noter également pour les besoins futurs, l'impact des futures réglementations notamment dans le domaine de la cybersécurité dans le même temps où les systèmes évoluent d'un système local à l'aérodrome à un système centralisé.

Enfin, le besoin d'une coordination accrue et intégrée Météo-France/DSNA semble s'imposer dans l'objectif d'une gestion optimisée et priorisée des réponses à la réglementation en fonction des ressources dédiées pour en tirer le meilleur bénéfice (exemple du déplacement des télémètres dont l'impact devient pleinement utile une fois le flux DIFNA V6 en place). La mise en place d'une instance de coordination des calendriers et de partage d'information sur l'avancement des différentes actions de mise en conformité sera proposée à la DSNA.

### 1.2.3 : Quels apports possibles en matière d'innovation ?

Au-delà des aspects réglementaires, l'innovation en matière d'observation aéronautique sera poursuivie pour mieux répondre aux besoins dans le périmètre de certification.

Une des questions autour de la représentativité des observations (question qui devrait évoluer favorablement avec la mise en place du flux DIFNA V6) tient aussi de l'amélioration de l'algorithme de temps présent utilisé pour l'observation automatique. Plusieurs pistes seraient possibles incluant une veille technologique dans d'autres services météorologiques. Suivant les résultats et les possibilités de travaux sur l'action, cette partie pourra être améliorée.

Une des pistes pour l'innovation, pourrait également être l'exploitation de données issues de caméras. Techniquement plusieurs choses peuvent être envisageables, notamment à partir d'utilisation de modèles d'intelligence Artificielle (IA) spécifiques pour la visibilité et la nébulosité. Cependant le sujet devra se confronter en amont à la doctrine d'utilisation de ces résultats : en alerte et/ou en complément de l'observation automatique, etc.

## 1.3 Garantir le maintien de la certification Ciel Unique Européen (CUE) et le périmètre d'exclusivité actuel

La reconnaissance de Météo-France comme prestataire de service à la navigation aérienne (PSNA) certifié, sur une base exclusive, est tout à la fois une force et une source d'exigences.

**Pour garantir sur le long terme le maintien de cette certification, impérative, et éviter de la subir, il convient d'être acteur et d'assurer en amont une veille réglementaire efficace, auprès des deux organismes internationaux que sont l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI) pour l'échelle mondiale, et l'Agence Européenne de la Sécurité Aérienne (EASA) pour l'échelon européen.**

Cette action de veille doit être complétée par des actions plus proactives, afin de s'assurer que les évolutions réglementaires envisagées restent techniquement faisables, économiquement réalistes et pertinentes pour les



usagers aéronautiques. Par ailleurs, la communication sur les actions et positions prises dans ces instances internationales devra être renforcée en interne pour informer l'ensemble des personnels concernés des évolutions possibles du contexte et des réglementations.

Pour garantir le maintien de la certification, Météo France, en tant que prestataire de service à la navigation aérienne, veille à disposer d'un système de gestion documenté et maintenu, d'un suivi rigoureux des exigences applicables, de personnels formés et d'une organisation efficiente.

L'écoute des besoins des usagers, la recherche et l'innovation au meilleur niveau, la réactivité sont nécessaires pour justifier le maintien de l'exclusivité.

A l'échelle française, certaines nouvelles prestations sont souhaitées par les usagers. Elles ont vocation à intégrer la liste des produits et services spécifiques qui figurent dans le protocole DTA-Météo-France (et donc à devenir des prestations exigibles au plan contractuel) dès lors qu'elles ne modifient pas l'équilibre financier entre les coûts des services et les recettes (redevances) ou que, si elles nécessitent des moyens humains supplémentaires, les effectifs sous plafond de l'établissement sont augmentés en conséquence.

Pour répondre aux besoins, des partenariats peuvent, dans certains cas, être utiles. L'expérience montre que les actions de recherche avec d'autres SMN, notamment européens, peuvent être fructueuses, mais que le passage en opérationnel est le plus souvent laborieux, voire impossible, pour différentes raisons : contraintes réglementaires, divergences techniques ou de calendriers, problème de gouvernance. Aussi, l'établissement envisage plutôt des partenariats avec des entreprises privées sur la base d'une analyse coût/bénéfice documentée ; sans exclure la possibilité de travailler de concert avec les autres SMN européens, notamment pour répondre aux besoins d'un opérateur européen, à l'exemple d'Eurocontrol pour le service *Cross Border*.

Le partenariat avec les entreprises privées doit permettre d'ajouter les compétences respectives des différents acteurs ; il sera donc recherché des partenariats avec des entreprises situées en aval de la prestation météorologique, afin notamment d'élaborer des outils d'aide à la décision interopérables, à l'exemple des services rendus sur l'*Electronic Flight Bag* eWAS (partenariat SITA-Météo France).

L'ensemble des partenariats doit être mené en s'assurant que Météo-France fournisse ; et soit bien identifié en tant que tel, des services à valeur ajoutée et non simplement des données.

Il convient également de veiller scrupuleusement aux possibilités de maintien dans le temps de ces partenariats et au respect de la propriété intellectuelle. C'est pourquoi, sauf exception, un partenariat avec des entreprises privées de météorologie ne sera pas recherché.

Les actions prioritaires à mener pendant la durée de cette stratégie (2024-2028) sont :

→ **Garantir la conformité aux exigences applicables notamment le règlement d'exécution 2017/373 (et ses amendements) en :**

- **Déplaçant les télémètres et diffusomètres conformément aux exigences de distance ;**
- **Envisageant le doublement de certains capteurs ;**
- **Mettant en place lorsque nécessaire des moyens de détection du cisaillement de vent ;**
- **Remplaçant les moyens techniques de collecte et de diffusion des observations (projets Nickel et Chrome) ;**
- **En rendant inter opérables les productions aéronautiques (System Wide Information Management - SWIM).**

## 1.4 Autres activités de service public

Pour ce qui concerne les services délivrés à l'aviation générale et à l'outre-mer, ceux-ci n'étant pas recouverts à travers les redevances aériennes, ils reposent sur la subvention de service public.

Tout accroissement du service rendu devra dès lors se traduire au préalable par l'augmentation du plafond d'emploi et de ressources financières ad hoc.

Il en est ainsi, à titre d'exemple, de l'accroissement du niveau de services des aéroports en Polynésie.

Il n'est pas envisagé d'évolution notable du périmètre des services à l'aéronautique générale pendant la période de cette stratégie, laquelle bénéficiera néanmoins des progrès de la prévision numérique du temps, via l'amélioration continue des produits et services automatiques mis à disposition sur le portail d'accès AEROWEB.

Météo-France continuera d'écouter les besoins des usagers d'aviation générale via le Conseil Supérieur de la Météorologie (CSM).

Il sera mis à disposition des services exerçant des missions de sécurité (SAMU, sécurité civile...) un numéro d'appel dédié, garantissant la continuité de service.

S'agissant des enquêtes accident, l'établissement continuera d'instruire avec le plus grand soin les demandes formulées par les autorités judiciaires et le BEA (Bureau d'enquêtes et d'Analyses).

Enfin, le périmètre des activités aéronautiques de Météo-France étant limité aux activités civiles, aucune prestation n'est réalisée pour le compte des armées à l'exception :

- De la fourniture conjointe de services pour les aérodromes mixtes (au nombre de trois en 2023) ;
- De la mise à disposition des armées de l'ensemble des outils développés et des services rendus par Météo-France, les éventuels développements spécifiques étant à la charge des armées.

## 1.5 Maitriser les coûts

Comme dans toutes ses activités, Météo-France veille à offrir à ses clients et utilisateurs le meilleur service possible par rapport aux ressources disponibles, en optimisant son efficacité et en maîtrisant ses coûts.

Les coûts liés à l'aéronautique étant pour l'essentiel payés par les entreprises du secteur, l'établissement veille à la précision de leur évaluation.

La base de calcul de la part météorologique des redevances aéronautiques est assez ancienne et l'établissement s'étant depuis réorganisé, il convient de l'actualiser en passant en revue les méthodologies de la comptabilité analytique associée (action 2024).

Pour les mêmes raisons, la méthodologie de calcul des coûts pour les services aux aérodromes non RSTCA sera revue pour mieux refléter les coûts réels des services délivrés. De plus, cette méthodologie devra fortement évoluer vers une logique conforme au règlement 2017/373, qui suppose que le prestataire de service météorologique ait la maîtrise de l'ensemble des composants nécessaires à la délivrance du service, y compris le système d'observation. Ce travail est d'autant plus important que les évolutions du service ATC évoquées par la DGAC, qui pourraient induire une augmentation du nombre d'aérodromes non RSTCA.

Il existe par ailleurs des demandes de la part d'aéroports non RSTCA d'augmentation des services rendus, au-delà des exigences réglementaires. Il ne sera possible de réserver une suite favorable à ces demandes que si elles sont accompagnées d'une augmentation des effectifs sous plafonds, le cadre juridique actuel ne permettant pas à Météo-France de recruter hors plafond pour ces missions même si elles sont financées.

## 1.6 Maintenir une présence active de l'établissement au niveau de l'Europe

Une partie des activités du périmètre institutionnel consiste en la fourniture de services pour Eurocontrol : participation au bulletin cross border, assistance en cas d'évènement météorologique exceptionnel. Le rôle d'Eurocontrol dans la régulation du trafic européen s'affirme et devrait prendre de plus en plus d'importance dans le futur. Météo-France maintiendra son activité à ce niveau pour confirmer sa volonté d'être un acteur de la météorologie aéronautique en Europe.

## 2- Développer les activités commerciales

---

A côté de ses activités de service public, Météo-France, en tant qu'établissement public à caractère administratif, réalise également des prestations commerciales.

Dans le domaine aéronautique, le périmètre des prestations commerciales couvre, dans le ciel aérien français, toute prestation non visée dans le protocole technique avec la DTA. A l'international, Météo-France peut librement délivrer des prestations commerciales.

Les produits et services réglementés ne répondant pas à toute la variété des besoins des usagers aéronautiques, notamment les compagnies aériennes, le champ de développement des activités commerciales, en dehors de l'espace aérien français, est assez vaste et essentiellement tenu à ce jour par des prestataires privés, notamment américains.

La prestation de services institutionnels pour l'aéronautique civile n'est pas antinomique à la fourniture de services commerciaux ; au contraire, des synergies peuvent être trouvées entre ces deux activités.

Au niveau du ciel aérien français, comme on l'a vu au paragraphe 1, Météo-France agit en tant que prestataire exclusif avec une large palette de services. Aussi, le champ possible pour une activité commerciale s'en trouve fortement réduit : les produits et services ne sont pas facturés aux usagers aéronautiques, car ils sont déjà financés via la redevance pour l'aviation de transport, via la subvention de service public pour l'aviation générale.

Néanmoins, certains besoins spécifiques ne sont pas couverts par les services fixés dans le protocole DTA / Météo-France : assistances lors d'événement aéronautique (par exemple l'assistance au Salon du Bourget) ; assistance aux constructeurs aéronautiques dans leurs activités de certification d'avion, assistances spécifiques à certains opérateurs aériens...

La bonne connaissance de ces besoins suppose un dispositif d'écoute client efficace, de la prospection à l'évaluation de la satisfaction une fois les services rendus. Les dispositifs d'immersion croisée mis en place pour certains grands clients vont dans ce sens et seront poursuivis.

Ces marchés sont le plus souvent très ponctuels, mais nécessitent une expertise forte et peuvent être mis à profit pour accroître le rayonnement de l'établissement, en valorisant ses capacités techniques et la valeur de ses équipes.

Ils sont en cohérence avec la stratégie commerciale de Météo France qui retient comme priorités les secteurs essentiels à la nation, dont les transports en France et les services climatiques. Pour le secteur aéronautique en particulier, la croissance attendue est en moyenne de 8% par an, pour passer d'un CA de 700K€ environ en 2021 à un CA proche de 1.1M€ en 2026. L'objectif en volume global reste modéré, avec un objectif à 4% du CA commercial de l'établissement en 2026 (et représentant 9% du CA des marchés prioritaires).

**L'accompagnement du secteur pour la réduction de son impact environnemental, l'accompagnement des acteurs dans leur adaptation au changement climatique, le développement de la distribution de nos produits à travers les logiciels embarqués pour les pilotes, voire la capitalisation de l'assistance pour le dispatch d'Air France pour un autre client similaire sont les principaux leviers de cette croissance attendue.**

Le marché principal semble être constitué des compagnies aériennes, avec la fourniture d'aides à la décision pour leurs pilotes et leur dispatch ; dans une optique d'accroître la sécurité des vols et de diminuer leur empreinte environnementale, et plus localement sur certains services sur aéroport ou auprès de certains contrôles aériens.

Les contraintes qui s'appliquent à l'établissement en matière de plafond d'emploi rendent nécessaire de concevoir l'activité commerciale comme une activité complémentaire avec des synergies bénéfiques aux services institutionnels, et de prioriser les cibles en cohérence avec la stratégie commerciale et le COP. Il paraît important de renforcer les ventes de nos produits à travers les EFB (*Electronic Flight Bag*), logiciels en vol qui sont alimentés par divers produits météorologiques dont eWAS Dispatch, et PILOT (développés par la société SITA), ou encore les produits de garmin, skyconseil. L'intégration dans les outils des différents clients aéronautiques est une condition essentielle à la rentabilité de ces services, le caractère interopérable des services issus de ces développements est nécessaire.

Les actions commerciales prioritaires retenues dans le développement de l'aéronautique sont les suivantes :

- **Renforcer l'écoute client pour l'identification des besoins et l'évaluation de la satisfaction une fois le service rendu ;**
- **Services visant à aider les opérateurs aériens à réduire leur empreinte climatique : meilleure prise en compte des vents pour une moindre émission de CO2, évitement des zones propices à la formation des traînées de condensation, contribution aux différents axes de recherche pour une aéronautique plus durable ;**
- **Services d'accompagnement ou d'assistance ponctuelle pour aider les compagnies et les aéroports à s'adapter au changement climatique (cible francophone et ou du groupe SkyTeam en priorité) ;**
- **Développement d'un nombre limité de produits et services d'aide à la décision, à l'échelle du globe, pour les compagnies aériennes opérant des moyens et long courrier : outils automatiques d'aide à la décision sur les phénomènes dangereux (orages, turbulence, cristaux de glace, givrage, ...) et pour un nombre limité de clients, accompagnement des opérateurs (assistance téléphonique ou en ligne par des prévisionnistes) ;**
- **Par ailleurs, dans la mesure où les effectifs disponibles le permettraient, assistances techniques et opérationnelles ponctuelles en France (certification d'aéronefs, meetings aériens, campagnes d'étude, services aux drones...).**

## 3- Des services innovants pour une aéronautique plus sûre et plus durable

---

La prestation de services météorologique à l'aviation civile, tant le cadre du périmètre de certification que de l'activité commerciale, répond à deux enjeux majeurs :

- Rendre l'aéronautique toujours plus sûre,
- Rendre l'aéronautique plus durable.

Pour cela, il convient d'agir sur trois principaux leviers :

- Développer la logique de service
- Orienter la recherche amont vers les besoins clients,
- Favoriser l'innovation.

### 3.1 Développer la logique de services et d'écoute clients

Il est illusoire de croire que, parce que les services seraient délivrés en conformité avec les textes réglementaires, qu'ils soient d'origine OACI ou du régulateur européen, l'ensemble des clients aéronautiques seraient pleinement satisfaits.

Ainsi, côté OACI, la nécessité est de faire avancer de concert 193 pays dans le monde, aussi la plupart des services obligatoires reposent sur des produits définis dans les années 50 et 60, codés de façon alphanumérique (METAR, TAF, SIGMET) ou de cartes de prévision (TEMSI), qui ne tiennent pas compte des possibilités offertes par les systèmes modernes de prévision numérique du temps, de l'expertise possible des prévisionnistes et des moyens d'échanges interopérables actuels.

A un degré peut être un peu moindre, il en est de même avec les réglementations issues de l'EASA : à titre d'exemple, le service de *Cross Border* demandé à l'origine par Eurocontrol il y a cinq ans et utilisé désormais par plusieurs Centre de contrôle en route, ne fait pas partie des exigences EASA.

Aussi est-il nécessaire d'inlassablement recueillir les besoins précis et évolutifs de l'ensemble des usagers du ciel aérien (tours de contrôle, centre de contrôle en route, exploitants d'aérodrome, compagnies aériennes, ...), en s'assurant d'une relation étroite et de confiance avec ces acteurs, en veillant à assurer une présence régulière auprès de ceux-ci. Ainsi, par exemple, Météo-France s'implique dès la formation des acteurs de l'aviation civile en collaborant de manière rapprochée avec l'ENAC. Dans ce cadre, l'établissement met à disposition à but pédagogique les produits et savoir-faire Météo-France

Ces besoins dépassent désormais la mise à disposition de données météorologiques mais tendent le plus souvent vers des produits d'aide à la décision, souvent similaires à ceux nécessaires pour les besoins commerciaux, qui intègrent, outre des prestations météorologiques à valeur ajoutée, des données et services propres à chaque opérateur, comme, par exemple, le flux aérien.

Ils nécessitent aussi d'être fournis dans des formats interopérables pour éviter le syndrome de l'écran dédié à la météo : c'est bien au sein des outils propres à l'opérateur que l'information doit être délivrée orientée impact pour être immédiatement utilisable pour l'aide à la décision.

A titre d'exemples, le contrôle aérien recherche des services d'aide à la décision, notamment vis-à-vis des risques convectifs, pour permettre un écoulement optimum du trafic et pour faciliter leur organisation en fonction des enjeux météorologiques, les compagnies aériennes recherchent des services leur permettant d'optimiser leurs vols et accroître la sécurité et le confort des passagers et de leurs membres d'équipage.

Enfin, notamment dans les situations météorologiques à enjeux, le rôle des prévisionnistes est essentiel pour apporter les éléments clé d'aide à la décision pour l'ensemble des opérateurs, de façon réactive mais aussi proactive, via la participation aux plateaux CDM (*Collaborative Decision Making*) pour les plus grandes plateformes (Orly, Roissy, ...), l'expertise des extranets ou services similaires et les échanges téléphoniques.

Les plateformes CDM semble faire l'unanimité tant en interne qu'en externe pour nos clients aéronautiques. Plusieurs demandes d'extension de cette approche ont été formulées : la DSNA souhaiterait étendre à l'échelle du CRNA Nord les dispositifs CDM@Orly et CDM@Roissy. Par ailleurs, il est envisagé de poursuivre l'enrichissement du RA-CDM (Regional Airport Collaborative Decision Making) des 5 plates formes identifiées (Bordeaux, Nantes, Toulouse, Marseille et Bâle) en ajoutant des prévisions expertisées aux aérogrammes de ces plateformes. Il apparaît pertinent de mener, sur la période de la stratégie, une réflexion sur l'opportunité et la possibilité de répondre à ces demandes nouvelles.

Les acteurs du secteur recherchent du conseil orienté impact. Ils ont besoin de traduire une prévision en décision. Pour cela, il est nécessaire que le prévisionniste connaisse bien les métiers des différents bénéficiaires des prévisions pour être un conseil qui tient compte des impacts.

Aussi, sera poursuivi le développement des compétences des prévisionnistes, aujourd'hui météorologiste conseil aéronautique (MCA), en mettant l'accent sur l'activité de conseil aux usagers et sur l'accroissement de leur polyvalence.

**Au plan technique, l'écoute des besoins des compagnies aériennes, du contrôle aérien, des pilotes privés et des exploitants d'aérodrome conduit à identifier les priorités d'action suivantes :**

- **L'altitude, avec en tout premier lieu la prévision et la caractérisation de la convection, puis le vent pour optimiser les trajectoires ;**
- **Les plateformes : le cisaillement et le vent en approche, enjeux importants de sécurité ; la visibilité et le plafond ;**
- **Le choix des trajectoires à moindre impact via la fourniture de la prévision des zones favorables aux traînées de condensation ;**
- **Différents sujets liés à la sécurité, déjà plutôt bien maîtrisés mais pour lesquels des améliorations sont envisagées : prévision de la turbulence en ciel clair et des différentes formes de givrage.**
- **Et enfin étudier la possibilité de participer à l'extension de l'approche CDM à l'échelle du CRNA Nord et à la poursuite de la mise en place des RA-CDM pour certains aéroports régionaux.**

### 3.2 Une recherche amont orientée clients

Différents travaux de recherche visent à délivrer un service enrichi et orienté clients. Météo-France communique sur les produits aéronautiques innovants en participant à des conférences internationales et en publiant les travaux dans des revues à comité de relecture.

L'analyse des attentes clients présentée ci-dessus, qu'ils soient clients institutionnels ou commerciaux, permet de dresser la liste suivante des priorités pour la recherche amont :

### **Convection profonde**

La convection profonde, par les mouvements turbulents, la grêle, les hydrométéores glacés et la foudre qu'elle génère, présente un risque important pour la sécurité et le confort de l'aviation. De plus, la présence de cumulo-nimbus dans les secteurs contrôlés amène à une surcharge de travail pour les contrôleurs liés aux demandes d'évitement des avions. Prévenir des zones d'occurrence de la convection profonde, de sa sévérité et de sa distribution spatiale vise à éviter les zones les plus dangereuses. Il s'agit de déterminer l'impact à venir sur les capacités des secteurs de contrôle (enjeu ATFCM de J-2 à H) et de gérer en temps réel l'évitement voire le déroutement des avions. Il s'agit aussi de pouvoir anticiper à l'avance le retour à la normale.

Pour cela, il sera recherché une amélioration du produit sectorisé basé sur la PE AROME, le développement d'un produit de prévision de convection global, basé sur la PEARP, l'amélioration de la prévision immédiate.

### **Vent en altitude et sur piste**

Au-delà des zones à éviter à cause des risques sur la sécurité des vols, une meilleure connaissance du vent en altitude peut optimiser les routes choisies.

La perspective principale est de travailler à des outils d'optimisation de route basés sur les prévisions probabilistes de vent et de température. Il s'agit d'optimisation 4D, qui doit prendre en compte les fonctions de coût de l'utilisateur en aval, qu'elle concerne la consommation de carburant (et son impact environnemental) et les durées de vol (retards à compenser).

La force du vent, projeté sur l'axe des pistes et en leur travers, est un paramètre important pour la capacité des plateformes en atterrissage et décollage. Des seuils de valeur de vent imposent des procédures particulières.

L'enjeu principal est de développer, à partir des modèles de prévision disponibles (AROME-PI, PEARO), les indicateurs de risque de dépassement de seuils. Pour la PEARO, les prévisions calibrées pourront être employées plutôt que les prévisions brutes.

### **Cisaillement sur plateforme**

Le cisaillement de vent pose un problème de sécurité, puisqu'il peut être à l'origine de décrochages au décollage ou à l'atterrissage, ou d'approches ratées avec remise de gaz. De tels phénomènes de cisaillement sont liés à des structures de vent turbulent, qui dépendent de l'environnement de l'aéroport (orographie, rugosité) et des champs synoptiques. Le risque est prégnant sur certaines plateformes, peu sur d'autres.

Plusieurs actions seront engagées afin de progresser dans l'observation et les prévisions du risque de cisaillement de vent sur plateforme :

- Exploitation des données de vent Mode-S, sur les aéroports à fort trafic. Ces données peuvent à la fois servir à la construction de profils virtuels de vent et à l'assimilation dans AROME ;
- Evaluation de l'apport des configurations AROME-500m sur les aéroports couverts par ce type de configuration (Région Parisienne, Marseille, Nice) ;
- A plus longue échéance, le cisaillement étant un phénomène local, transitoire, et dont l'occurrence est fortement sensible à de faibles différences dans les conditions synoptiques, une prévision de risque d'occurrence devra être probabiliste. L'utilisation de la PEARO pour ce type de risque mérite d'être explorée.



Une première étape sera d'introduire un diagnostic de risque de cisaillement dans les prévisions AROME. Les résultats dépendront de la plateforme et de son environnement synoptique ; il faut certainement s'intéresser d'abord à quelques plateformes. Ensuite, il faudra développer et imaginer des matrices de risques associées aux probabilités d'occurrence du cisaillement.

### **Visibilité et plafond sur plateforme**

La visibilité en approche de piste et sur piste est un paramètre crucial pour la sécurité et pour la régularité du trafic, ce qui se traduit par le besoin d'information sur la visibilité au sol et sur la hauteur de la base des nuages (plafond). Suivant des seuils prédéfinis de visibilité et de plafond, des procédures « basse visibilité » (« low visibility procedures », LVP) sont appliquées, qui peuvent allonger les délais entre atterrissages ou décollages, par exemple. Un enjeu est de pouvoir observer et prévoir la dégradation et l'amélioration des conditions de visibilité, et donc les classes de LVP.

D'un point de vue des utilisateurs aéronautique, il y a un enjeu à prévoir la formation et la dissipation aux échéances de quelques heures (de 0 à 3 heures). A ces échéances de prévision immédiate, en complément d'AROME-PI, il y a un intérêt à explorer des méthodes basées sur l'extrapolation temporelle des observations.

Plusieurs perspectives de recherche se dégagent pour les années futures.

La prévision d'ensemble AROME devra bénéficier d'améliorations au sein du modèle : il s'agira de consolider les pistes déjà identifiées, comme par exemple l'augmentation de la résolution verticale du modèle et l'enrichissement de la microphysique. Les apports des configurations AROME à 500m de résolution horizontale (et 120 niveaux verticaux au lieu de 90 dans AROME-France) devront être qualifiées pour la prévision du brouillard et leur production pourront aussi contribuer à l'enrichissement des différentes prévisions employées.

Ces évolutions (résolution verticale, microphysique, assimilation), qui visent à améliorer les diagnostics de visibilité dans AROME, devraient bénéficier à AROME-PI ; il faudra aussi quantifier l'apport d'AROME-PI pour la prévision du brouillard. Toutefois, aux très courtes échéances (de 0 à 3 heures), développer des méthodes d'extrapolation temporelle des observations mérite d'être explorée.

A des échéances plus lointaines (au-delà de quelques heures), la prévision d'ensemble AROME doit permettre de caractériser le risque d'occurrence des situations de brouillard et d'appuyer la prise de décision des procédures LVP.

### **Traînées de condensation**

Les gaz d'échappement des avions contiennent des gaz (vapeur d'eau, dioxyde de carbone, oxydes d'azote, oxydes de soufre) et des aérosols (suies, poussières métalliques, sulfates, etc.). Selon le taux d'humidité ambiante, le mélange des gaz avec l'air froid environnant peut entraîner la condensation solide de l'eau en cristaux autour de ces aérosols.

Lorsqu'elles ne se dissipent pas et persistent, les traînées de condensation sont ainsi un contributeur important au forçage radiatif notamment la nuit, et il est important pour l'aviation de les considérer afin de réduire l'impact climatique de ce secteur.

De jour et quand elles sont suffisamment épaisses, la plupart des traînées de condensation sont observables par l'imagerie satellitaire dans le visible (produit RGB). Développer une capacité de détection automatique de ces traînées et des cirrus associés, par suivi temporel, serait intéressant, à la fois pour proposer un outil de prévision immédiate basée sur l'observation, et pour valider les systèmes de prévision.

La prévision des zones favorables à la persistance des traînées de condensation peut, dans un premier temps, se baser sur des indicateurs basés sur le modèle IFS du CEPMMT, qui possède une paramétrisation de la sursaturation, puis sur le modèle ARPEGE moyennant plusieurs travaux préalables.

### **Turbulence en ciel clair**

La turbulence aéronautique est un risque majeur du secteur avec des dizaines de millions de dollars de coûts pour les compagnies, liés aux indemnités faisant suite à des blessures. La turbulence impactant les avions a de multiples origines comme la convection, les ondes orographiques, et les bordures de courant-jet. La turbulence en ciel clair (CAT pour Clear-Air Turbulence) est particulièrement dangereuse car non détectable par les pilotes.

Le premier enjeu sera de développer une matrice de risque à partir de la production PEARP. La collaboration avec la DSNA et d'éventuels autres partenaires doit permettre de développer une production cohérente avec les impacts sur le trafic.

Des travaux seront poursuivis pour mieux représenter la turbulence dans les modèles pour aboutir à des améliorations des indices d'EDR dans ARPEGE et AROME. Il sera également recherché l'obtention d'observations in situ, utiles pour la calibration des modèles.

### **Givrage par eau surfondue**

Le givrage par eau surfondue a pour effet la congélation sur les bords d'attaque de l'eau en état surfondu. En cas de grosses gouttelettes la congélation est retardée et se fait sur les bords intra et extradors des ailes. Ce phénomène est plus dangereux car il modifie le profil et donc la portance et traînée de l'avion.

Pour ce qui concerne les indices de prévision opérationnels, le diagnostic actuel va être calculé dans la PEARP, à partir de quoi un indice probabiliste sera construit en s'appuyant sur une matrice de risque. Puis, l'amélioration des diagnostics de givrage actuels pourra passer par une caractérisation de la sévérité.

La perspective principale future est de pouvoir représenter plus explicitement l'eau liquide surfondue dans le modèle et d'en décliner des diagnostics (dans AROME et ARPEGE).

### **Le givrage par cristaux de glace**

Le givrage par cristaux de glace a lieu lorsque de petits cristaux rencontrent l'avion et peuvent s'agréger sur les ailes, être ingérés par les moteurs et boucher les sondes de mesure. Ce phénomène peut se rencontrer à très haute altitude, principalement en région tropicale.

Une extension à la PI du produit actuel de caractérisation de risque de cristaux de glace est envisagée, basée notamment sur le produit PI Nébul du LabIA.

### **Autres paramètres sur plateforme**

Plusieurs autres paramètres peuvent influencer sur le fonctionnement des plateformes et la régularité du trafic, et il est important de pouvoir anticiper leur occurrence. Cette catégorie de travaux inclut : les orages violents (foudre, grêle et fortes pluies), le verglas/givrage au sol et la neige, l'état des pistes, plus globalement et la température des pistes, ainsi que des phénomènes non météo qui peuvent avoir des impacts sur la visibilité : fumées des feux de végétations, pollutions, sables et poussières. Tous ces paramètres font déjà l'objet de produits de prévision mis en forme pour les plateformes, mais diverses pistes de progrès méritent d'être explorées.

On peut aussi mentionner la turbulence de sillage et sa dissipation dépendante des conditions météorologiques.

L'objectif est d'aboutir à une prévision de l'impact du risque météo sur la capacité aéroportuaire, en prenant en compte le changement climatique et un modèle d'impact à construire.

### 3.3 L'innovation pour une aéronautique plus sûre et plus durable

Afin de délivrer les meilleurs services possibles à l'ensemble des clients aéronautiques, il convient de disposer en amont d'une recherche appliquée performante et d'une capacité d'observation du temps fiable et performante, de relais efficace vers l'opérationnel et enfin de capacités fortes en développement orienté client.

En amont, les travaux de recherche évoqués au chapitre précédant doivent permettre de progresser sur les paramètres clés pour l'aéronautique issus de la prévision numérique (essentiellement en prévision immédiate et jusqu'à T+30 h).

Ces paramètres doivent être développés prioritairement pour le ciel aérien français (besoin institutionnel), pour une Europe élargie (besoin HWIS voir ci-après) et éventuellement, en fonction des ressources disponibles, pour le monde (besoin commercial), en intégrant lorsque pertinent les apports de l'intelligence artificielle.

Ces informations seront nécessaires pour être en capacité d'être un acteur de la mise en œuvre du prochain service prévu par l'OACI, et non un simple observateur de services météorologiques élaborés par des pays tiers : Le *Hazardous Weather Information Service* (HWIS), prévu à l'horizon 2029, et qui a vocation, à terme, à remplacer le système actuel des Sigmets émis par les Centres de Veilles Météorologiques (CVM). Dans ce cadre, l'établissement continuera de contribuer à la définition du service HWIS, en veillant à ce que tous les SMN aient leur place dans le futur système et en s'assurant de pouvoir le cas échéant participer à sa mise en œuvre.

Elles devront être fournies dans un standard interopérable (SWIM), à une échelle au moins régionale (Europe élargie), à haute fréquence, sur toute l'altitude et sur les paramètres suivants : convection, turbulence, givrage, de T0 à T+4 heures. Une qualification de ces données devra également être mise à disposition des usagers potentiels.

En conséquence, un effort devra être consenti pour améliorer la prévision immédiate, pour la qualifier, et une réflexion menée sur la possible fourniture de données probabilistes. Sur aéroports, l'élaboration de services nouveaux reposant sur un modèle numérique de prévision du temps à haute résolution (Arome 500 m) sera étudiée, notamment pour le vent en approche et le cisaillement et les conditions LVP (*Low Visibility Procedure*).

Un effort doit être également consenti pour accompagner le temps long, avec la fourniture de services pour l'adaptation au changement climatique.

**Sur la base des éléments nouveaux fournis par la recherche amont, des développements de produits et services opérationnels seront réalisés notamment par l'équipe en charge des innovations pour l'aéronautique pour répondre aux besoins des clients aéronautiques, en granulométrie, niveau de vol, intensité et échéances ; aussi une attention particulière sera portée sur la prévision à courte échéance, essentielle pour l'aéronautique, en étudiant l'apport de l'assimilation des données d'observation de proximité, et sur la modélisation à haute résolution notamment pour les approches rendues complexes par le relief.**

**Dans ce cadre, le développement du portail METGATE est fondamental, pour disposer d'un outil opérationnel et robuste répondant aux besoins des différents usagers.**

Par ailleurs, en fonction des ressources disponibles, pour répondre aux besoins notamment du contrôle aérien, il sera recherché le développement d'outils d'aide à la décision intégrant les données et contraintes des opérateurs.

Afin de mieux caractériser l'impact des phénomènes météo sur l'aviation et adapter en conséquence les services, il est utile de tirer parti des retours d'expérience, en analysant les événements météo croisés avec les paramètres de vol des aéronefs (*Data for Safety*), afin de mieux déterminer les seuils présentant un enjeu pour l'aéronautique.

Dans le même objectif, des études de situation météorologiques seront conduites régulièrement pour affiner les méthodes de prévision et permettre un retour d'expérience vers le centre de recherche, notamment pour évaluer l'apport de la prévision immédiate et de la prévision probabiliste.

## 4- Adapter les compétences et les outils

---

### 4.1 Adapter le recrutement et la formation aux enjeux et aux besoins

Comme pour tous les autres domaines de Météo-France, pour accompagner l'évolution des besoins clients identifiée au paragraphe 2 ; l'établissement doit faire évoluer son offre de services en :

- Renforçant ses capacités en recherche appliquée,
- Augmentant ses forces de développement, avec un recours accru à l'intelligence artificielle ;
- Développant son aptitude à la gestion de projet, au fonctionnement en réseau et au travail en partenariat,
- Renforçant ses activités de conseil, d'aide à la décision.

L'établissement veille à rendre plus aisée une évolution de carrière au sein de différents métiers, via la formation continue interne mais aussi au besoin externalisé, pour permettre de valoriser au mieux le potentiel d'équipes qui seront de plus en plus composées d'ingénieurs.

Au quotidien, il s'agit également de veiller à une gestion efficace des compétences, qui permette aux agents :

- D'exercer leurs compétences sur une palette suffisamment large de domaines pour maintenir l'attractivité des métiers, notamment pour les Météorologistes Conseil en Aéronautique (MCA), qui sont depuis 2020 des postes d'ingénieurs ;
- Et, pour ceux qui se spécialisent sur des travaux de recherche et de développement, d'approfondir leur domaine de spécialité.

Pour cela, l'offre de formation permanente à destination des météorologistes conseil aéronautiques sera étoffée afin de leur permettre d'élargir leur domaine d'activité par l'acquisition des nouvelles compétences thématiques ou de maintenir leurs compétences acquises.

La tenue à jour d'un référentiel de formation associé à la traçabilité de celles-ci sont par ailleurs nécessaires, au titre de la réglementation CUE, à la démonstration de la compétence des agents impliqués dans les missions de prévision, d'observation et de maintenance des systèmes aéronautiques.

### 4.2 Accompagner les agents et adapter l'organisation du travail

Dans un contexte de ressources humaines contraint, il convient de déterminer le meilleur emploi possible des compétences des agents et d'optimiser l'organisation de l'établissement.

Deux réorganisations ont permis, en 2017 puis 2020, de regrouper au sein d'une même entité la maîtrise d'ouvrage, les activités de certification et de veille réglementaire, la recherche appliquée et le développement d'outils et services innovants, ainsi que les activités de prévision en métropole.

Elles ont permis un meilleur pilotage des activités aéronautiques, des gains d'efficacité notables et une meilleure cohérence des actions, reconnues notamment par une certification à durée illimitée par la DSAC, dans un environnement réglementaire pourtant très évolutif et exigeant et par plusieurs de nos clients.

**En métropole, l'architecture globale, autour d'une entité nationale (basée à Toulouse) pour les services en route et onze centres aéronautiques de rattachement (CRA), a démontré sa pertinence et sera maintenue.**

Suite à ces réorganisations, certaines difficultés de coordination territoriale se sont fait jour et des mesures ont été prises pour faciliter les interfaces de fonctionnement entre les différentes entités, pour des échanges plus fluides et plus efficaces.

L'efficacité collective peut encore progresser pour dégager des ressources permettant de consacrer l'expertise à des tâches à haute valeur ajoutée (conseil, aide à la décision) et de renforcer nos capacités d'études et de développement par la mise en œuvre de davantage d'automatisation lorsque c'est pertinent.

L'établissement a été précurseur en matière d'automatisations des observations sur aérodromes, désormais rejoint par nombre de services météo à travers le monde.

Il sera étudié d'ici 2028 la possibilité et l'opportunité d'automatiser :

- Totalemment : Les activités d'observation sur les plus grands aérodromes, en veillant à la représentativité de la mesure et son niveau de service,
- Partiellement : La supervision des observations, activité fastidieuse, pour dégager du temps pour les prévisionnistes,
- La prévision zonale : TEMSI Euroc, France, Outre-Mer, notamment en pré renseignant les cartes de certains éléments (Iso 0°C, jets, ...).

### 4.3 Disposer des outils adaptés, modernes et inter opérables

Il existe de nombreux outils de production pour l'aéronautique : Exp'Air, LVP, CSYM, Menhir, Metronome, Synopsis. Cette diversité d'outils hétérogènes induit des difficultés de MCO/MCE ce qui conduit à des allocations de ressources non optimale.

Une analyse fonctionnelle détaillée de ce que font ces outils, dans lesquels il y a souvent un module d'expertise, un module de production, des fonctionnalités de visualisation d'observations sera conduite pour proposer une réduction du nombre d'outils, en cohérence avec les objectifs de l'établissement en la matière et les réflexions de la DSI sur la mise en place d'une plate-forme générique d'expertise. L'objectif sera de centraliser les outils développés localement et d'unifier les usages et les méthodes de production pour réduire le nombre d'outils manipulés par les prévisionnistes et faciliter la maintenance des outils.

Sur ces bases, il sera examiné la pertinence de lancer une action d'harmonisation des outils de production pour l'aéronautique, en coordination entre DSM/AERO, DSI et le projet Metronome, et d'y allouer les ressources afférentes sur la période de la stratégie, dès 2024.

De plus, un effort soutenu sera porté sur le développement de l'inter opérabilité des systèmes et des services (SWIM).

## Glossaire

---

ATC : Air Traffic Control  
ATFCM : Air Traffic Flow and Capacity Management  
BEA : Bureau d'enquêtes et d'Analyses  
CAT : Clear-Air Turbulence  
CDM : Collaborative Decision Making  
CRA : Centres aéronautiques de rattachement  
CSM : Conseil Supérieur de la Météorologie  
CUE : Ciel Unique Européen  
CVM : Centre de veille météorologique  
DGAC : Direction Générale de l'Aviation Civile  
DIFNA : Protocole de diffusion vers la navigation aérienne  
DIROI : Direction Interrégionale Océan Indien  
DSNA : Direction des Services de la Navigation Aérienne  
DTA : Direction du Transport Aérien  
EASA : European Aviation Safety Agency  
FIR : Flight Information Region  
FNE : Fiche de notification d'évènements  
HWIS : Hazardous Weather Information service  
LVP : Low visibility procedures  
MCA : météorologiste conseil aéronautique  
METAR : Meteorological Aerodrome Report  
OACI : Organisation de l'Aviation Civile Internationale  
PSNA : Prestataire de Services à la Navigation Aérienne  
QNH : pression atmosphérique (en hPa), convertie au niveau de la mer selon les conditions de l'atmosphère standard  
ROC : Regional Opmet Center  
RODB : Regional Opmet DataBase  
RSTCA : Redevance pour services terminaux de la circulation aérienne  
SAF : Sustainable aviation fuels  
SIGMET : SIGNificant METeorological Information  
SMN : Service Météo national  
SWIM : System Wide Information Management  
TAF : Terminal Aerodrome Forecast  
TCAC : Tropical Cyclone Advisory Centre  
TEMSI : Carte du TEMps Significatif  
TNL : Télémètre de nuages à laser  
VAAC : Volcanic Ash Advisory Centre