

# *Quels premiers pas, dans quelle direction pour initier le vol routinier des RPA à basse altitude ?*



*Flavien Viguier, SNCF  
Cécile Rozé, RTE  
Claude Le Tallec, ONERA*



retour sur innovation

# Une réglementation, pour quoi faire ?

- **Quels sont les risques du vol à basse altitude (VLL) ?**
  - Blessé quelqu'un au sol (chute du drone ou collision avec un humain lors d'un vol mal maîtrisé)
  - Entrer en collision avec un autre aéronef
- **Qu'est-ce qu'est la réglementation ?**
  - La réglementation est mise au point par des personnes raisonnables pour protéger les biens et les personnes
  - Des personnes raisonnables ne peuvent pas autoriser une mise en danger de la vie d'autrui, que ce soit en vol ou au sol...

***Il faut définir des technologies et des systèmes pour rendre le vol VLL des drones sûrs !***

# Contexte réglementaire : le scénario S4 et ses points durs

1. Le vol VLL peut se faire dans trois types d'espace aérien
  - Non contrôlé (pas de fonction ATC pour la séparation des trafics)
  - Contrôlé (séparation des trafics assurée par l'ATC, un transpondeur peut être nécessaire),
  - Espace aérien ségrégué (aucun autre trafic présent, a priori)
2. Masse limite de 2 kg : dictée par l'absence de D&A et par l'insuffisance de sécurité du vol (« navigabilité »)
3. Pas de survol de population car insuffisance de sécurité du vol (« navigabilité ») + distance de sécurité / habitations
4. Obligation de retour vidéo (évitement de personne en cas de crash)

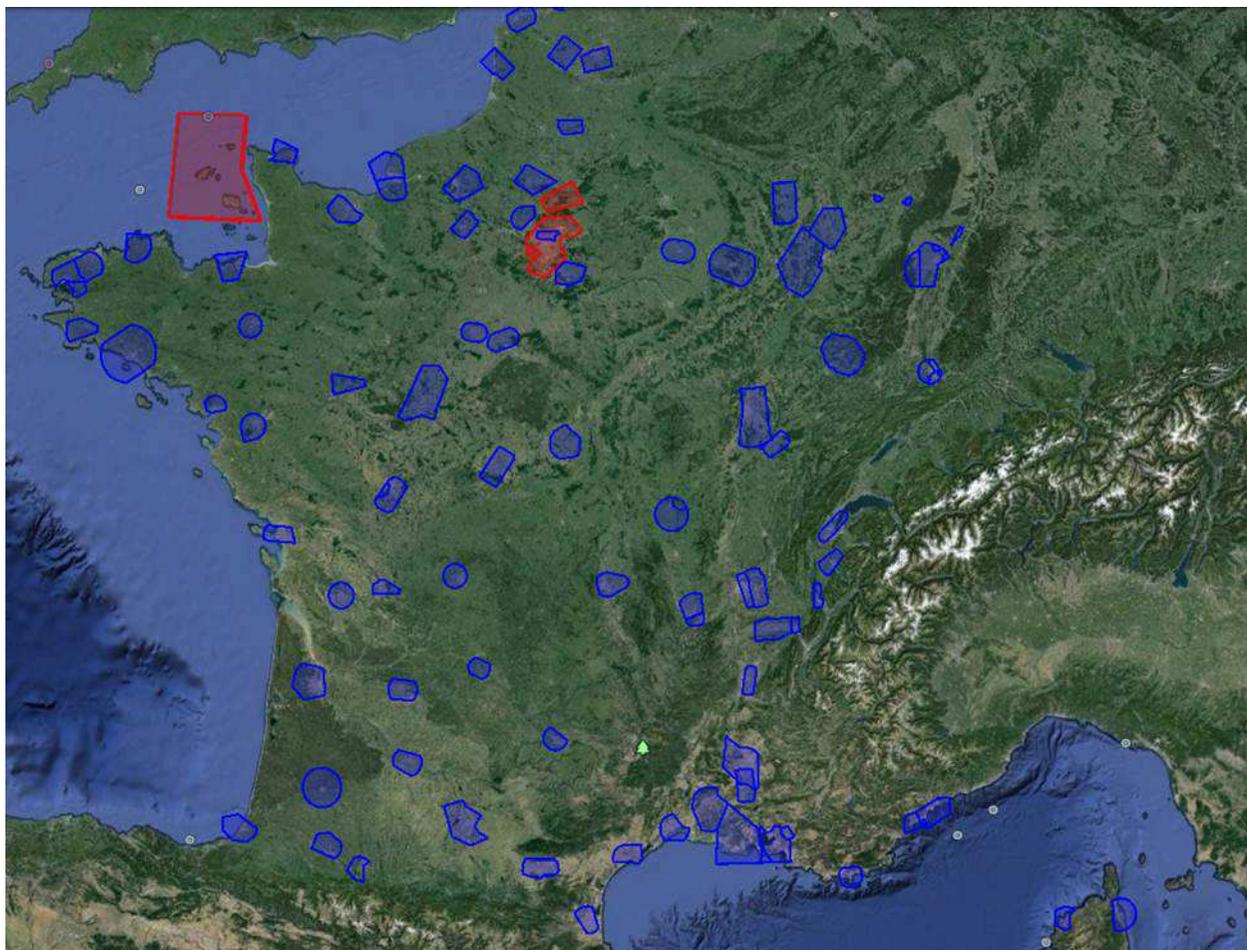
# Contexte opérationnel : les espaces aériens en France

Entre la surface du sol (SFC) et 3000 ft, l'espace aérien est généralement non contrôlé (classe G)

Près des aéroports, à basse altitude, classe A, C, D et rarement E

FL or Alt Band	France/ Monaco	FYROM	Germany
Up Limit CAS	660	660	660
245-460	C	C	C
205-245			
195-205			
150-195	D	D	C
130*-150			
95*-130*	G	E	C   E
3K*-95*		E	E
SFC-3K*		G	G
Major TMA	A	D	C
Minor TMA	C   D   E	E	C   D   E
CTA/Awy	D   E	D   E	C   D   E
CTR*	A   D   E	D	D   F

# Contexte opérationnel : les espaces aériens en France

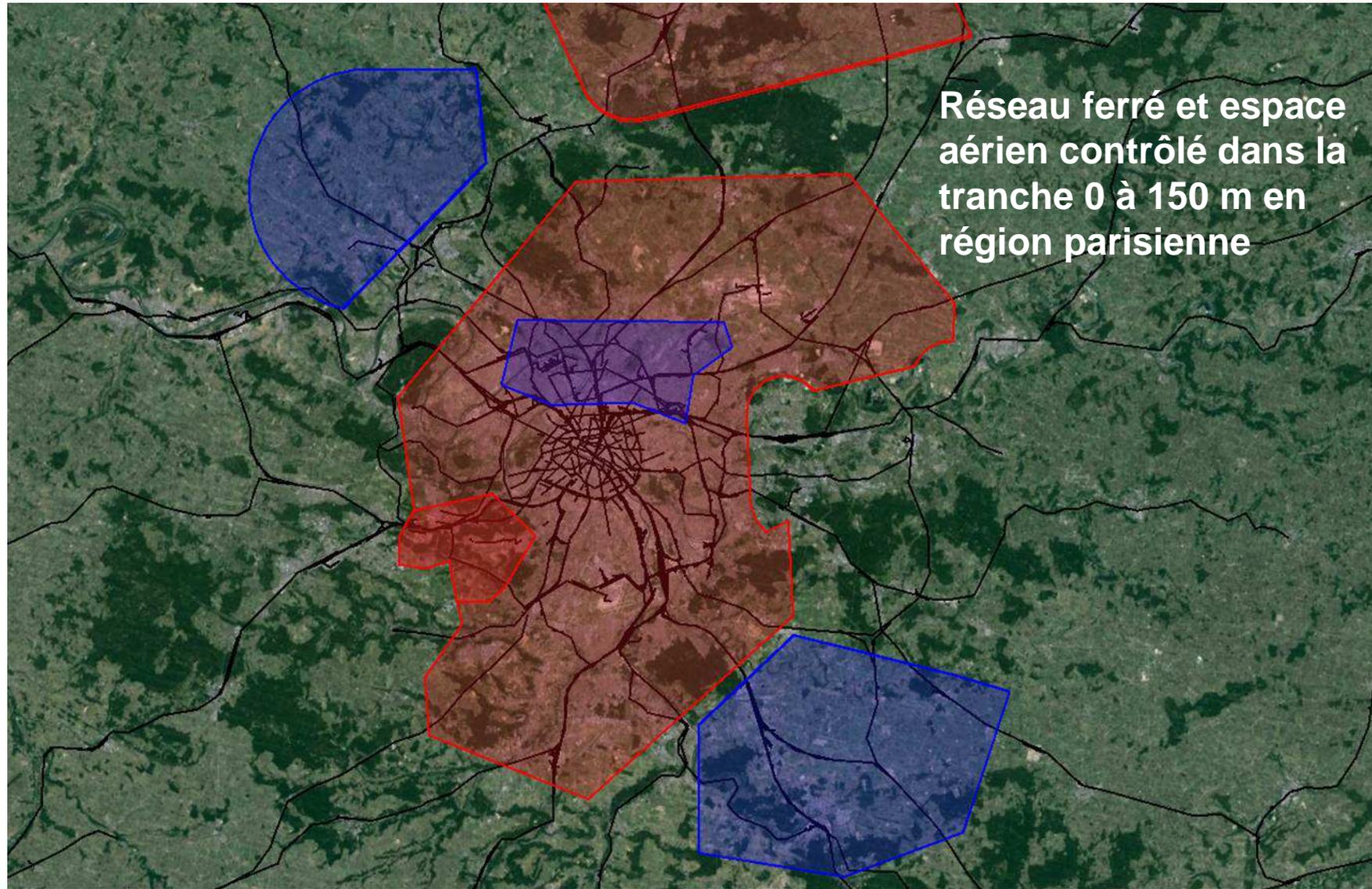


Espace aérien contrôlé dans la tranche 0 à 150 m :

- En rouge, classes A et C
- Pas de classe B
- En bleu, classe D

Partout ailleurs, classe E ou G (le contrôle aérien ne sait généralement pas qui est où)

# Contexte opérationnel : les espaces aériens en France



# Contexte opérationnel “espace aérien” : conclusions

## Vols VLL :

- Les vols se feront principalement en espace aérien non contrôlé avec des exigences de voir et éviter sans assistance du contrôle aérien, avec un trafic loin d’être nul :
  - Avions militaires, de travail aérien et aviation générale
  - Nombreux aérodromes en classe G avec un circuit d’aérodrome qui peut être contrôlé ou non
- Les vols VLL en espace aérien contrôlé ne concernent que la région parisienne et les vols à proximité des aéroports en province

## Contexte opérationnel “espace aérien” : conclusions

En espace aérien non contrôlé (G + la classe E) :

- les aéronefs rencontrés peuvent être coopératifs ou non coopératifs
- s'ils sont coopératifs, ils peuvent être vus d'un drone
- l'inverse n'est pas vrai : très peu d'aéronefs sont équipés d'une réception d'un message de coopération d'un autre aéronef
  - Les aéronefs équipés de TCAS vont « voir » les aéronefs coopératifs équipés de transpondeur ou de TCAS
  - Les aéronefs équipés d'ADS-B in & out vont «voir» les aéronefs équipés d'ADS-B
  - Les aéronefs équipés de FLARM/PowerFLARM vont «voir» les aéronefs équipés de FLARM/Transpondeur

## Contexte opérationnel “espace aérien” : conclusions

En espace aérien contrôlé (A à D) :

- La plupart des aéronefs rencontrés sont coopératifs
- L'ATC gère la séparation si le drone peut être vu de l'ATC
  - L'installation d'un transpondeur classique (1090 Mhz) dans le drone est-elle faisable techniquement (énergie, masse, encombrement) ?
  - L'installation d'un transpondeur classique dans le drone est-elle viable opérationnellement (couverture de la basse altitude par les radars secondaires) ?
  - Si installation d'un autre type de coopération, comment le signal émis par le drone est-il reçu ? par qui ? et dans quel but ?

# Contexte opérationnel : les survols de population

Règles de survol		Flight rules		
<b>AERONEFS MOTOPROPULSES</b>				
<b>Hauteurs AGL minimales de survol (en pieds)</b> <i>Overflight minimum AGL heights (in feet)</i>				
	Hélicoptères <i>Helicopters</i>	Aéronefs monomoteurs à piston <i>Single piston-engine aircraft</i>	Autres aéronefs moto propulsés <i>Other powered aircraft</i>	
Installation portant une marque distinctive d'interdiction de survol à basse altitude <i>Sign on building indicating no overflying at low altitude</i>		(Sauf indication contraire sur la carte) <i>(Unless otherwise stated on the chart)</i> <b>1000 ft</b>		
Agglomérations de largeur moyenne inférieure à 1200 m <i>Small built-up areas less than 1200 m mean wide</i>		<b>1700 ft</b>		
Agglomérations de largeur moyenne comprise entre 1200 et 3600 m <i>Medium built-up areas between 1200 and 3600 m mean wide</i>		<b>3300 ft</b>		
Agglomérations de largeur moyenne supérieure à 3600 m <i>Large built-up areas more than 3600 m mean wide</i>		<b>5000 ft</b>		
<b>AERONEFS NON MOTOPROPULSES (agglomérations) NON POWERED AIRCRAFT</b>				
<b>La plus élevée des 2 hauteurs suivantes :</b>				
-Hauteur permettant un LDG sans mettre en danger les personnes et les biens				
-1000 pieds au-dessus de l'obstacle le plus élevé dans un rayon de 600 m autour de l'aéronef				
<b>Following heights whichever is higher :</b>				
-Height permitting LDG without endangering people and properties				
-1000 ft above higher obstacle in 600 m radius from ACF				



On remarque que les aéronefs non propulsés doivent manœuvrer pour éviter « la mise en danger des personnes et des biens »

## Contexte opérationnel “survol de population” : conclusions

La présence de population à proximité des réseaux ferré et électrique entraîne des contraintes de sécurité de vol du véhicule aérien :

- Maitrise du risque de crash pour le rendre peu probable (probabilité qui reste à déterminer, variable en fonction du lieu d'utilisation)
- Atténuation des effets d'un crash (énergie cinétique déposée au sol faible)
- Maitrise de la trajectoire du drone (rendre peu probable un vol à un endroit différent de celui prévu)

# Quels premiers pas ?

1. Résoudre le problème du D&A
2. Améliorer la sécurité de vol du vecteur

## Quels premiers pas ?

### Résoudre le problème du D&A :

- Être vu des autres aéronefs n'est pas facile (drone petit...)
- Demander aux autres de s'équiper pour qu'ils voient les drones n'est vraisemblablement pas acceptable
- Trois solutions :
  - Équiper le drone d'un système de voir et éviter embarqué
  - Reporter au sol la fonction de détection (Ground Based Detect & Avoid (GBDAA)) et d'évitement :
    - D'aéronefs coopératifs
    - D'aéronefs non coopératifs
  - « Partager » l'espace aérien (création de couloirs pour usage exclusif drone)

*Un premier pas possible : prototyper un segment de GBDAA*

## Quels premiers pas ?

- Définir des niveaux de sécurité à atteindre, proportionnés aux risques
- Améliorer la sécurité de vol du vecteur :
  - Architecture aéro-propulsive fail-safe
  - Logiciels vérifiés et validés
  - Avionique redondée technologiquement
  - Système de communication sécurisé
  - Système de navigation robuste et fiable
  - ...
- Agir sur le maintien en conditions opérationnelles

*Un premier pas possible : définir un démonstrateur de drone VLL sûr\* pour « suivi de linéaire avec capacité de vol stationnaire et grande endurance »*

# La vision SNCF

## Le réseau SNCF

➤ Un des plus complexes et denses d'Europe

- 58.000 km de voies
- 14.000 km de lignes électrifiées
- 2.500 km de Lignes à Grande Vitesse
- 17.000 trains par jour
- 10 millions de passagers par jour



**Pour assurer la sécurité du trafic le réseau doit être inspecté régulièrement**



# La vision SNCF

## Les drones :

1. Un outil d'aide à la surveillance et la maintenance ...
  - Réduire des coûts d'intervention (mesure non intrusive)
  - Améliorer la connaissance du patrimoine
  - Optimiser la disponibilité du réseau ferré
  - Assurer la sécurité des biens et des personnes empruntant le réseau
2. ... des ambitions de déploiement rapide ...
  - Première mise en production en 2015
  - Déploiement « massif » souhaité en 2020
  - Priorité aux vols hors vue pour couvrir de longs linéaires
3. ... tout en assurant un haut niveau de sécurité
  - Une intégration raisonnée
  - Dans le respect des règles de sécurité ferroviaires (déploiement d'un référentiel interne sur l'utilisation de drones) et aériennes



# La vision SNCF

## Nécessité de déployer des vecteurs sûrs

### 1. Assurer la sécurité :

- Des circulations ferroviaires
- De l'espace aérien
- Des clients et voyageurs
- Des tiers

### 2. Méthodologie de fonctionnement actuel :

- Réalisation des vols sous ZRT
- Lien constant radio avec le contrôle aérien
- Pas de survol des zones habitées (présentation des plans vols théoriques aux autorités)
- Couverture de zone de 20 à 25 km de rayon

### 3. Constat

- Absence de réactivité (délai de 3 à 8 semaines)
- Vision non industrielle (bien que 1000h de vols soient prévues cette année)



# La vision SNCF : quels premiers pas ?

## Mise en place de travaux de recherche et développement en partenariat avec l'ONERA

### 1. Développement de plateformes drones sûres

- Travaux sur l'intelligence à bord (détection d'obstacles, redondance des commandes de vol, gestion des situations dégradées, ...)
- Validation en simulation des développements réalisés
- Etude d'une solution drone sécurisée et redondante (redondance des moteurs, des systèmes de géopositionnement, ...)

### 2. Déploiement de systèmes de télécommunication dédiés

- Bulle tactique 4G pour le commande/contrôle et le data link
  - Maitrise totale du lien de télécommunication
  - Bande passante importante
  - Système sécurisé
  - Une infrastructure déjà déployée sur une quarantaine de kilomètres
- Premiers tests prévus au second trimestre 2015



# La vision SNCF : quels premiers pas ?

## Proposition

### 1. Mise à disposition de sites d'expérimentations

- Test d'un prototype de Ground Based Detect And Avoid
- Combinaison possible avec les systèmes de télécommunication 4G dédiés
- Possibilité d'équiper une installation d'un FLARM et d'un récepteur de transpondeur
- Possibilité de disponibiliser un site sur plusieurs semaines/mois

### 2. Utilisation des systèmes drones SNCF

- Drones Delair Tech DT 26X avec possibilité d'intégration
  - D'un ADS-B in & out (système à définir)
  - D'un Flarm/PowerFLARM
- Possibilité de mettre en œuvre en simultanée plusieurs types de drones (3 voilures fixes et 2 voilures tournantes) télépilotés par les équipes SNCF



# LA VISION RTE

## Les drones :

### 1. Un moyen d'observation du réseau :

- **Optimiser les dépenses** de réhabilitation / reconstruction grâce à une connaissance de la durée de vie résiduelle et du patrimoine
- **Compléter ou remplacer les solutions actuelles de diagnostic** lignes et postes (sol, montée, drones, héliportée)
- **Optimiser la disponibilité du réseau**
- **Assurer la sécurité** des biens, des personnes et des intervenants

### 2. Des ambitions de déploiement rapide :

- Marché cadre études lignes aériennes depuis 2012 sur l'inspection de supports
- Marché cadre national « **Inspection ponctuelle par drone** » à horizon fin 2015
- **Marché cadre « test » sur 2016 pour réception des chantiers de peinture en ligne aérienne (sur une seule région RTE)**

# LA VISION RTE

## Les drones (suite) :

### 3. Des actions **sur le plus long terme, pour pallier le manque de solution du marché (diagnostic) :**

- Développements R&D de vecteurs plus adaptés au réseau RTE (lancement fin 2015)
  - Développement de solutions d'acquisition et de traitement des données (lancement fin 2015) en vue de massifier l'utilisation des drones
- => Des prototypes en 2017, une réflexion sur l'industrialisation de ces développements ensuite en fonction des démonstrateurs

### 4. **Nos Préoccupations : - des enjeux administratives et opérationnels**

Le réseau RTE est **présent partout zone urbaine et rurale**, et croise tous les autres réseaux : EDF, SNCF, routiers ....

- 1 500km de ligne aérienne en Zones Interdites (Zones P)
- 17 000km de ligne aérienne en Zones de Contrôle Terminal (CTR)
- 38 000km de ligne aérienne en Zones Réglementées (Zones R)
- Des préfectures avec des procédures différentes

#### **- des enjeux de sécurité**

- Survol d'agglomération et zone peuplée : 7000 km en zone «urbaine»

# LA VISION RTE

## Nos préoccupations : gestion de la cohabitation

Une utilisation de l'espace aérien maîtrisée



Drone ???

150 m ASFC



Drone



50 m ASFC



Entraînement défense en zones dédiées



Drone



Rte

Réseau de transport d'électricité

# LA VISION RTE

## Les constats :

Aujourd'hui **les différentes solutions proposées sur le marché ne sont pas satisfaisantes pour une industrialisation au regard des besoins et de l'échelle du réseau de RTE (105 000km de linéaire / 2700 postes électriques).**

## Nos usages

A -EXPERTISES LOCALES D'OUVRAGES ET GESTION DE PATRIMOINE (LIGNES ET POSTES) : DIAGNOSTICS MULTI CAPTEUR (IR,UV, ...), EMPORT DE CAPTEURS AU CONTACT, EMPORT DE CHARGES...

*Expérimentations*

**B- VISITES D'OUVRAGES SUR GRAND LINÉAIRE**  
-MISSION PRÉVENTIVE MULTI SENSOR  
-MISSION CURATIVE (JOUR/NUIT)

C-Contrôle de réception des travaux ( bâtiments , génie civils, entretien de la végétation, peinture ...)



# LA VISION RTE

**Le scénario S4 n'est pas adapté aux inspections de longs linéaires (pas de contraintes de navigabilité ni de "voir et éviter" grâce à une limitation de masse de 2 kg et à l'absence de survol de population)".** En effet un vecteur+charge < 2kg, ne permet pas aujourd'hui de réaliser le captage d'une donnée pertinente et l'élongation suffisante pour RTE.

=>La **photogrammétrie**, le plus souvent proposée, dans ce type de scénario (S4), n'atteint **pas la précision désirée** par RTE.

=> Besoin de solution de services intégrés avec un traitement en masse de la donnée automatisé et rapide , voire en temps réel.

## Propositions :

- **S'associer sur la technologie de « detect and avoid » pour les zones avec présence d'aéronefs habités ou non.** (ex: Mise a disposition de moyens héliportée habitée pour POC)
- **Etudier les principes de Gestion de zones et de Trafic management là où nos drones opèrent**
- **Partager notre expérience aéronautique héliportée sous 150 m sur les aspects conception, opération, maintenance ...etc...**
- **Partager nos axes de recherches R&D Drones**

# LA VISION RTE

## Déclinaison Macro NFI :

### **A. Capacités d'emport augmentées**

**Par ordre de priorité pour des gains de :**

- Sécurité (cohabitation avec autres aéronefs / la gestion des obstacles)
- Fiabilité des matériels et de la maintenance
- Améliorer le service rendu par de nouveaux capteurs + performants
- Champs d'action de l'aéronef, grand linéaire hors vues sans contrainte technique

### **B. Une professionnalisation des exploitants de drones (agrément de conception, maintenance exploitation) pour rassurer et permettre l'augmentation de seuils aujourd'hui limitants pour l'exploitation de ces aéronefs et assurer un service rendu en accord avec les besoins d'un Grand Gestionnaire de Réseau**

### **C. Une réglementation simple et homogène sur tout le territoire**

**Partenariat avec les Autorités compétentes**

### **D. Avoir une filière professionnelle proposant un service intégré :**

**Dronistes+capteurs + traitements de la donnée+Gestion des données  
+livrables au format du client**