

# Présentation du module Alizé-Aéronautique Exemples d'application

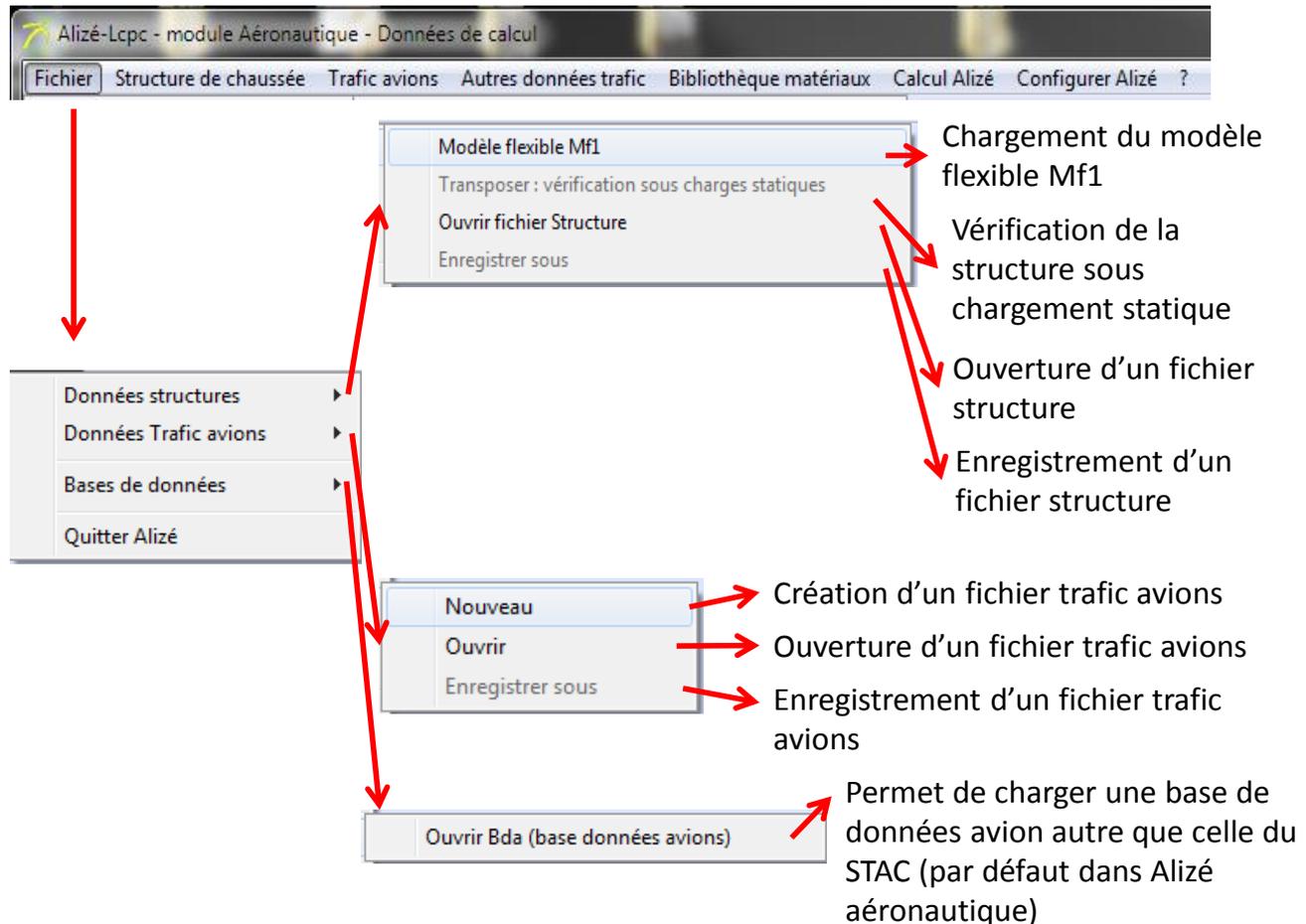
Damien Mounier, STAC

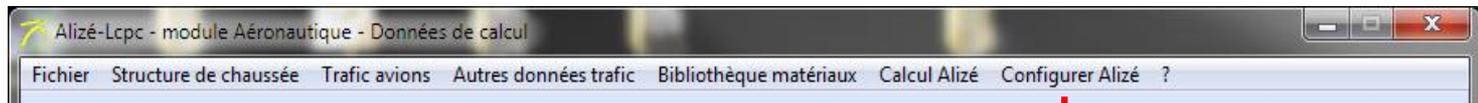
David Remaud, itech



- Présentation du module Alizé-Aéronautique
- 1er exemple d'application : Aéroport régional
- 2ème exemple d'application : Aéroport international







Permet de modifier  
certaines valeurs par défaut

Permet de lancer les calculs

Bibliothèque des matériaux

Autres données trafic : masse avion, nombre de passages,  
vitesse, balayage, température équivalente...

Affichage à l'écran des avions du projet. Définition et  
modification de ce trafic (choix des avions)

Affichage à l'écran des données structures. Possibilité de modification  
de certains paramètres

- Vue structure (modèle Mf1)

Alizé-Lcpc - module Aéronautique - Données de calcul

Fichier Structure de chaussée Trafic avions Autres données trafic Bibliothèque matériaux Calcul Alizé Configurer Alizé ?

- Voir la structure de chaussée

Titre : Structure bitumineuse - modèle Mf1

	épais (m)	Young (MPa)	Nu	Type de matériau	Critère dimensionnant	Risque (%)	Sig6 ou Epsi6 ou A	-1/b	SH	SN	Kr	1/Ks	1/Kd	Kc
collé	0.06	f(T,F)	0.350	eb-bbme3										
collé	0.18	f(T,F)	0.350	eb-gb3	EpsilonT-inf	5.0	90	5	0.025	0.3	0.744	1.0		f(RseR)
collé	0.25	600.0	0.350	gnt1										
collé	0.25	240.0	0.350	gnt1										
collé	infini	80.0	0.350	pf2qs	EpsilonZ-sup		16000	-0.222						

Hgnt= 0.500 m      Gnt1/Gnt1

K Détails      Modifier la structure

- Base de données matériaux

Alizé-Lcpc - Calcul mécanique, bibliothèque des matériaux

Fichier Type de matériaux Ajouter-Supprimer

Bibliothèque des matériaux standard : norme NF P98-086 (annexe F normative)

Bibliothèque personnelle : D:\Atelier\Documents\Alize-Lcpc my files\Libraries\matuser.lib

**Matériaux bitumineux**

statut	nom	E (MPa)	nu	Epsi6 (10°C)	-1/b	SN	Sh (m)	Kc	Variations E(10Hz) = f(température)					
									T= -10	T= 0 °C	T= 10	T= 20	T= 30	T= 40
system	eb-bba1	5500	0.35	130	5	0.25	stdard	1.1	14800	12000	7315	3685	1300	1000
system	eb-bba2	5500	0.35	100	5	0.25	stdard	1.1	14800	12000	7315	3685	1300	1000
system	eb-bba3	7000	0.35	100	5	0.25	stdard	1.1	16000	13500	9310	4690	1800	1000
system	eb-bbsg1	5500	0.35	100	5	0.25	stdard	1.1	14800	12000	7315	3685	1300	1000
system	eb-bbsg2	7000	0.35	100	5	0.25	stdard	1.1	16000	13500	9310	4690	1800	1000
system	eb-bbsg3	7000	0.35	100	5	0.25	stdard	1.1	16000	13500	9310	4690	1800	1000
system	eb-bbme1	9000	0.35	100	5	0.25	stdard	1.1	17300	15400	11970	6030	3000	1900
system	eb-bbme2	11000	0.35	100	5	0.25	stdard	1.1	19500	18200	14630	7370	3800	2300
system	eb-bbme3	11000	0.35	100	5	0.25	stdard	1.1	19500	18200	14630	7370	3800	2300
system	bbm	5500	0.35	/	/	/	stdard	1.1	14800	12000	7315	3685	1300	1000
system	bbtm	3000	0.35	/	/	/	stdard	1.1	8500	7000	4200	1800	1000	800
system	bbdr	3000	0.35	/	/	/	stdard	1.1	8500	7000	4200	1800	1000	800
system	acr	5500	0.35	/	/	/	stdard	1.1	14800	12000	7315	3685	1300	1000
system	eb-gb2	9000	0.35	80	5	0.3	stdard	1.3	22800	18300	11880	6120	2700	1000
system	eb-gb3	9000	0.35	90	5	0.3	stdard	1.3	22800	18300	11880	6120	2700	1000
system	eb-gb4	11000	0.35	100	5	0.3	stdard	1.3	25000	20000	14300	7700	3500	1200
system	eb-eme1	14000	0.35	100	5	0.3	stdard	1	30000	24000	16940	11060	6000	3000
system	eb-eme2	14000	0.35	130	5	0.25	stdard	1	30000	24000	16940	11060	6000	3000
user	EP	10000	0.350	120.0	5.00	0.25	stdard	1.000			10000	10000		

Teq= 15 °C Fr= 10 Hz

Fermer

- Base de données avions

Scanner la Bda    Marque/type    Mrw=571.00t Mtow=560.00t Mlw=386.00t Mroues=579.26t

AIRBUS    A 380    800 (Mrw=571.0t)    G5    ?

AIRBUS (w=571.0t) - Mww=26.99t (22/296)

ANTONOV  
ATR  
BOEING  
BOMBARDIER  
EMBRAER  
FOKKER  
GULFSTREAM

Rayons, poids, pressions des roues et distances

Roue 1	Roue 22	
0.210 m	0.237 m	Dx= 33.5820 m
20.00 t	26.95 t	Dy= -3.9220 m
1.410 MPa	1.500 MPa	D= 33.8103 m

Composition du trafic projet

X= 0.9000 Y= 22.55

- Trafic avions

Période de calcul (années) :

Avions du trafic projet	Masse (t)		Mouvements Nombre Unités		Trafic cumulé	Balayage= 2xEcTypes(m)	Vitesse (km/h)	Temperature TetaEq	
	Mrw			Mvts/jour					
1-AIRBUS A 321 100 (Mrw=89.4t) - G3	Mrw	89.400	5	Mvts/jour	0	18 250	1.50	100.0	15

- Aides

The screenshot displays the 'Alizé-Lcpc - module Aéronautique - Données de calcul' window with several help windows open.

**Main Window: Voir la structure de chaussée**  
 Titre : Structure bitumineuse - modèle Mf1

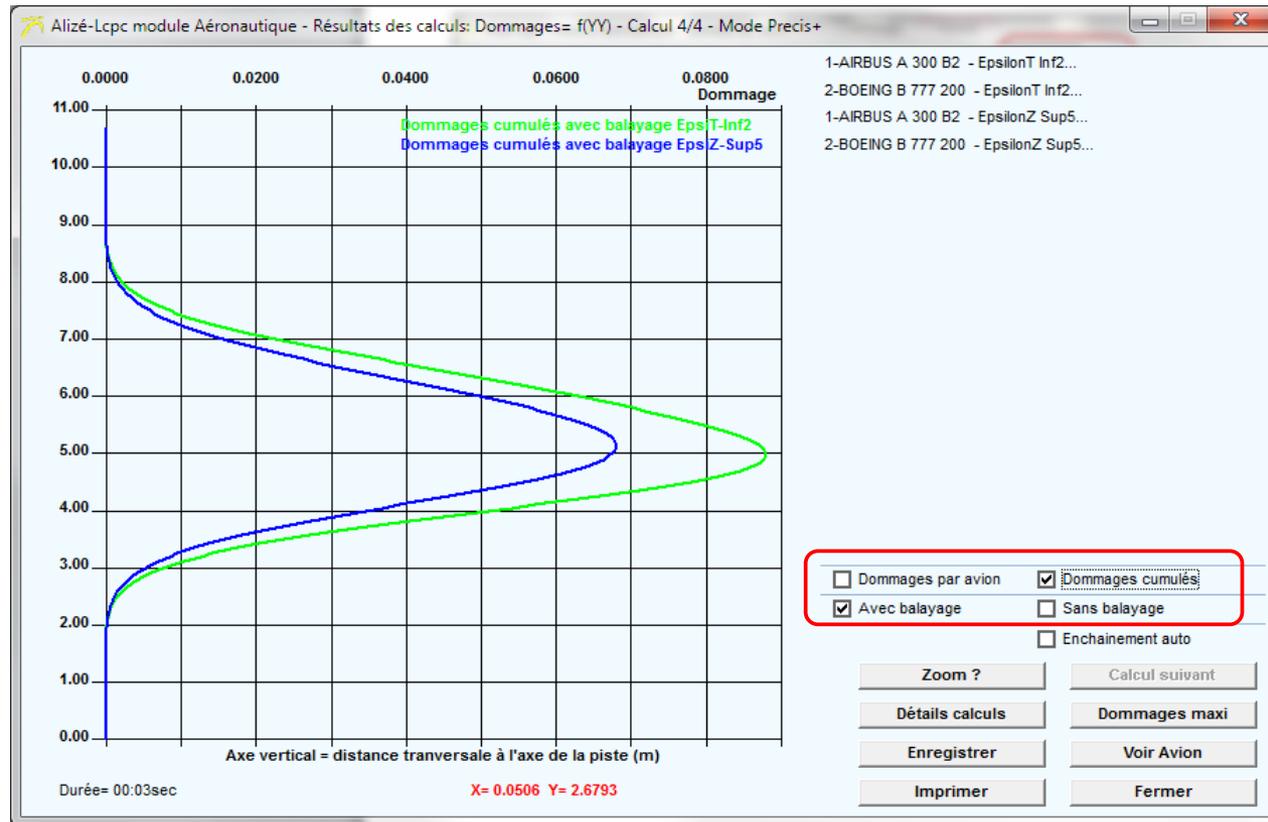
	épais (m)	Young (MPa)	Nu	Type de matériau	Critère dimensionnant	Risq (%)
+	0,06	f(T,F)	0,350	eb-bbme3		
collé +	0,18	f(T,F)	0,350	eb-gb3	EpsilonT-inf	
collé +	0,25	600,0	0,350	gnt1		
collé -	0,25	240,0	0,350	gnt1		
collé -	infini	80,0	0,350	pf2qs	EpsilonZ-sup	

**Help Window 1: Epaisseur minimale de couche de base**  
 Cf. Guide technique DRCAS, § 3.3.3 et figure 16  
 Valeur de RseR (tonnes) ?  
 RseR= 23,78 (=0,233 MN)  
 ↓  
 Epaisseur mini  
 Couche de base EB-GB2, GB3 et GB4 : 0,135 m  
 Couche de base EB-EME2 : 0,101 m

**Help Window 2: Couche de base : épaisseur minimale**  
 GAN : Guide d'application des normes "Enrobés hydrocarbonés et enduits superficiels pour chaussées aéronautiques"  
 Classes de trafic et Niveaux de sollicitation  
 Produits utilisables sur chaussées aéronautiques - Epaisseurs moyennes et minimales  
 Produits bitumineux utilisables en couche de roulement  
 Produits bitumineux utilisables en couche de liaison  
 Produits bitumineux utilisables en couche d'assise  
 Guide Dimensionnement rationnel des chaussées aéronautiques souples  
 Catégorie de Gnt à utiliser  
 Risque de calcul, Vitesse et Balayage des avions, Température équivalente  
 Couche de base GB et EME2 : coefficient Kc  
 Couche de base : épaisseur minimale  
 Vérification spécifique aux aires de stationnement et d'attente

**Buttons:** Précis+, Aide, Voir, Fermer, K Détails, Modifier la structure, Quitter Alizé

- Résultats



- Détail des calculs

**Alizé-Lcpc - module Aéronautique, résultats des calculs**

NbIter= 5 - **Mode Rapide** (Précision du calcul)  
Dt= 00:21 s

Structure de chaussée :  
6eb-bbme3@11000MPa  
18eb-gb3@9000MPa  
6.6gnt1@600MPa  
25gnt1@240MPa  
pf@80MPa (Structure de chaussée)

Critères :  
EpsT-inf2 et EpsZ-sup5 (Rappel des 2 critères de dimensionnement)

Composition du trafic projet :  
AIRBUS A 300 B2 (Mrw=142.9t) - M= 142.9t  
AIRBUS A 310 200 (Mrw=144.9t) - M= 144.9t  
AIRBUS A 320 100 (Mrw=68.4t) - M= 68.4t  
AIRBUS A 330 200 (Mrw=233.9t) - M= 233.9t  
AIRBUS A 340 200 (Mrw=275.9t) - M= 275.9t (Composition du trafic projet)

Coefficient Kc= 2.000 (eb-gb3) et Kc'= 2.000 (Valeur de Kc)  
Roue simple équivalente RseR= 35.39 t (R= 0.2000 m, Dgb) (Calcul de RseR)

Résultats du calcul :  
**CodeF= 2 : Convergence obtenue** (Convergence du calcul)  
**Epaisseur Gnt= 0.316 m** (Résultat : épaisseur de GNT)

Domages :	CritR1	CritR2
Sans balayage	2.244	0.920
Avec balayage	1.000	0.525

dommage pour GNT      dommage pour GB

- Autres résultats

The screenshot illustrates the workflow for visualizing mechanical calculation results in the Alize software. It shows three main windows:

- Left Panel:** A menu with options: Profils 2D, Surfaces 3D (highlighted with a red box), Enregistrer, Voir Chargt., and Fermer.
- Center Dialog:** A 'Paramètre à visualiser ?' dialog box. Under the 'Déflexion' category, 'EpsilonZZ-5-Sup' is selected (highlighted with a red box). Other options include EpsiV-5-Sup, EpsiD-5-Sup, SigmaZZ-5-Sup, Pmoy-5-Sup, and Qdev-5-Sup. There are checkboxes for 'Grille visible' and 'Signe inverse', and 'OK' and 'Annuler' buttons.
- Top Right Window:** 'Visualisation 2D et 3D des résultats des calculs mécaniques'. It displays a 2D heatmap of the EpsilonZZ-5-Sup parameter. The color scale ranges from -20.5531 (blue) to 808.7893 (red). The X-axis is labeled from 1 to 33.
- Bottom Window:** 'Alizé-Lcpc - Visualisation 2D et 3D des résultats des calculs mécaniques'. It displays a 3D surface plot of the EpsilonZZ-5-Sup parameter. The Z-axis is labeled 'Z (EpsilonZZ-5-Sup)' and ranges from -30 to 810. The X and Y axes are also labeled from 1 to 33. A color scale legend is provided on the right. At the bottom, there are radio buttons for 'Surface 2D' and 'Dessin 3D' (selected), and a '1 graduation = 0.250 m' scale indicator.

Red arrows indicate the flow of the process: from the 'Surfaces 3D' menu item to the 'EpsilonZZ-5-Sup' selection in the dialog, and from the 'OK' button to the 3D plot window.

- Possibilités d'analyses
  - Structures :
    - Parking, Piste, Taxiway
  - Variantes :
    - Hypothèses sur la plate-forme (terrassements)
    - Ajustement (épaisseurs) sur la couche de base ou couche de fondation
    - Type de matériaux
    - Hypothèses de trafic

- Mise en œuvre
  - Exemple 1 : Aéroport régional
  - Exemple 2 : Aéroport international

- On souhaite dimensionner un parking pour les données suivantes :
  - Trafic

Aéronefs	Mvts au décollage	Masse au décollage	Mvts à l'atterrissage	Masse à l'atterrissage
B 737-BBJ2	2 mvts/j	70 t	2 mvts/j	66,36 t (MLW)
EMB190-STD	5 mvts/j	47,95 t (MRW)	5 mvts/j	43 t (MLW)

- Classe de plate-forme PF2 ( $EV_2=50$  MPa)
- Climat de type méditerranéen (France métropolitaine)

- Etape 1 : définition du trafic et détermination du niveau de sollicitation NS
- Aéronefs du Groupe 3
  - CT2 (5 mvts/j)
  - NS2 (climat méditerranéen)

### ***Actions ALIZE :***

- Définition du trafic (composition + mouvements)
- Chargement du modèle flexible
- Utilisation de l'aide pour déterminer le groupe

- Etape 2 : choix des types de matériaux
  - Pour la couche de surface : BBA de classe 3
  - Pour la couche de base : GB de classe 3
  - Couche de fondation : GNT de catégorie 2 (classe de trafic CT<sub>2</sub>)
  - Classe de plate-forme PF<sub>2</sub>

### ***Actions ALIZE :***

- Utilisation de l'aide
- Modification des matériaux

- Etape 3 : choix des paramètres
  - La classe de trafic étant inférieure à CT<sub>3</sub>, choix  $r = 5\%$
  - Le balayage est nul et la vitesse est fixée à 10 km/h (parking)
  - La température équivalente est prise égale à 15°C (France métropolitaine)

### ***Actions ALIZE :***

- Utilisation de l'aide
- Définition dans « Structure de chaussée »
- Définition dans « Autres données trafic »

- Etape 4 : choix des épaisseurs de couches initiales
  - On choisit 6 cm de BBA
  - On fixe 11 cm de GB. Cette valeur pourra ensuite être ajustée en fonction de l'épaisseur de GNT requise.
  - Epaisseur initiale de GNT de 50 cm : on choisit d'optimiser en itérant sur cette couche.

### ***Actions ALIZE :***

- Modification des épaisseurs
- Utilisation de l'aide
- Choix de la couche à ajuster (calcul itératif)

- Etape 5 : Dimensionnement
  - Calcul itératif (sur la couche de base ou couche de fondation)
  - Vérification de l'épaisseur de couche de base
  - Vérification statique

### ***Actions ALIZE :***

- Lancement du calcul itératif
- Utilisation de l'aide
- Transposition de la structure pour vérification statique + calcul unique

- Pour aller plus loin : résultats détaillés
  - Profils de dommage avec/sans balayage
  - Valeurs de dommages cumulés
  - Profils et cartes de déformation (2D/3D)

### ***Actions ALIZE :***

- Lancement du calcul unique
- Enchainement auto
- Dommages maxi
- Détails des calculs

PAUSE

- On souhaite dimensionner une piste pour les données suivantes :
  - Trafic

Aéronefs	Mvts au décollage	Masse au décollage	Mvts à l'atterrissage	Masse à l'atterrissage
A350-900	5 mvts/j	268,9 t (MRW)	5 mvts/j	205 t (MLW)
B777-300ER	5 mvts/j	352,4 t (MRW)	5 mvts/j	251,3 t (MLW)

- Classe de plate-forme PF2qs ( $EV_2=80$  MPa)
- Climat de type tropical (Outre-mer)

- Etape 1 : définition du trafic et détermination du niveau de sollicitation NS
  - Aéronefs du Groupe 5 → CT<sub>4</sub> (5 mvts/j) → NS<sub>4</sub> (climat continental)

### ***Actions ALIZE :***

- Définition du trafic (composition + mouvements)
- Utilisation de l'aide pour déterminer le niveau de sollicitation

- Etape 2 : choix des types de matériaux
  - Partie courante de la piste : BBA de classe 2 en surface
  - Couche de liaison : BBSG de classe 2
  - Pour la couche de base : EME de classe 2
  - Couche de fondation : GNT de classe 1 (trafic CT<sub>4</sub>)
  - Classe de plate-forme PF2qs

### ***Actions ALIZE :***

- Chargement du modèle flexible
- Utilisation de l'aide
- Modification des matériaux

- Etape 3 : choix des paramètres
  - La classe de trafic étant supérieure à CT<sub>3</sub>,  $r = 2,5\%$
  - Le balayage est égal à 1,5 m et la vitesse est fixée à 100 km/h
  - La température équivalente est prise égale à 25°C (Outre-mer)

### ***Actions ALIZE :***

- Utilisation de l'aide
- Définition dans « Structure de chaussée »
- Définition dans « Autres données trafic »

- Etape 4 : choix des épaisseurs de couches initiales
  - On choisit 6 cm de BBA / 5 cm de BBSG
  - On fixe 13 cm d'EME. Cette valeur pourra ensuite être ajustée en fonction de l'épaisseur de GNT requise.
  - Epaisseur initiale de GNT de 50 cm : on choisit d'optimiser en itérant sur cette couche.

### ***Actions ALIZE :***

- Modification des épaisseurs
- Utilisation de l'aide
- Choix de la couche à ajuster (calcul itératif)

- Etape 5 : Dimensionnement
  - Calcul itératif
  - Vérification de l'épaisseur de couche de base

### ***Actions ALIZE :***

- Lancement du calcul itératif
- Utilisation de l'aide

- Pour aller plus loin : résultats détaillés
  - Profils de dommage avec/sans balayage
  - Valeurs de dommages cumulés
  - Profils et cartes de déformation (2D/3D)

### ***Actions ALIZE :***

- Lancement du calcul unique
- Enchainement auto
- Dommages maxi
- Détails des calculs

## Merci pour votre attention Séance de questions...

Damien MOUNIER  
DGAC/STAC

[damien.mounier@aviation-civile.gouv.fr](mailto:damien.mounier@aviation-civile.gouv.fr)

David REMAUD  
ITECH

[d.remaud@itech-soft.com](mailto:d.remaud@itech-soft.com)



IFSTTAR

