



Changement climatique

Évaluer la vulnérabilité des plateformes aéroportuaires à l'horizon 2100

David SMAGGHE, STAC



STAC

Journée technique du STAC 2019



Démarche

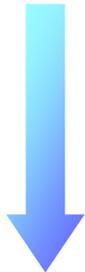
- Contexte :

- Plan National d'Adaptation au Changement Climatique (2011 – 2015) appliqué à différents domaines, dont les **infrastructures de transport**
- La DGAC doit proposer une **méthode d'évaluation de la vulnérabilité des aéroports**



Objectif : qualifier le risque que le changement climatique fait peser sur les aéroports

- Un travail en trois temps :



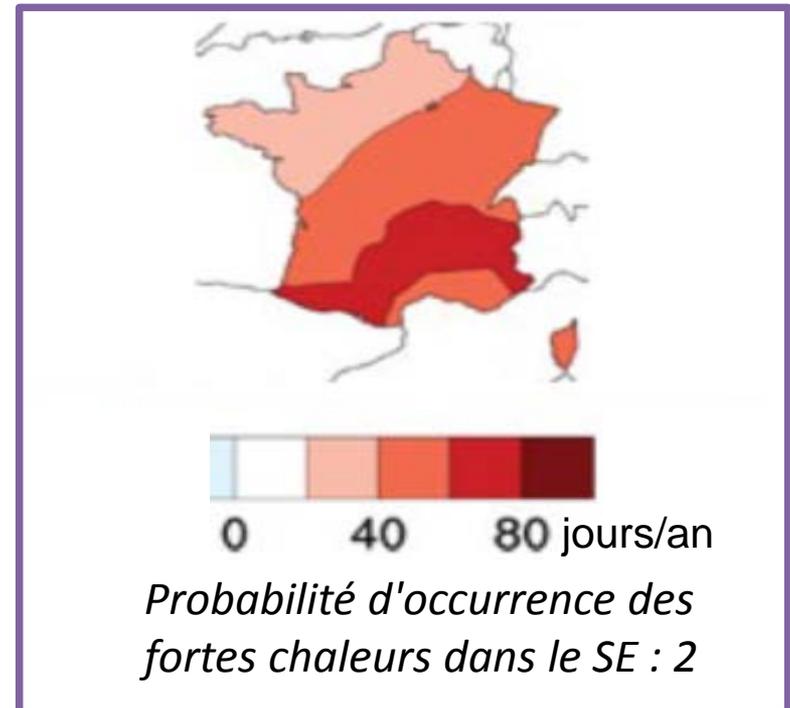
- Réaliser un **portrait du changement climatique et de ses impacts** sur les aéroports
- Développer une **méthode d'évaluation de la vulnérabilité des aéroports** associée aux effets retenus du changement climatique
- Proposer un **outil d'évaluation du risque** pour identifier les forces et faiblesses des plateformes face au changement climatique

Effets du changement climatique et impacts

Effets du changement climatique	Aléas climatiques	Impacts
Évolution de la biodiversité	Migration et nidification changées	Péril animalier
Évolution du niveau de la mer	Submersion marine	Fermeture des pistes
Évolution du régime des vents	Changement d'orientation	Moindre utilisabilité des pistes
Évolutions des fortes températures	Vague de chaleur	Moindre utilisabilité des pistes, usure des chaussées
Évolution des périodes de sécheresse	Incendies, dessiccation des sols	Fermeture de piste (fumée), dégradation des infrastructures
Évolution des épisodes neigeux	Chute de neige	Fermeture de piste
Évolution des fortes houles	Forte houle et submersion marine	Destruction et fermeture de piste
Évolution des fortes chutes de pluie	Inondations, coulées et glissements	Fermeture de piste, destructions
Évolution des vents violents	Tempêtes	Destructions

Déterminer la probabilité d'occurrence des aléas climatiques

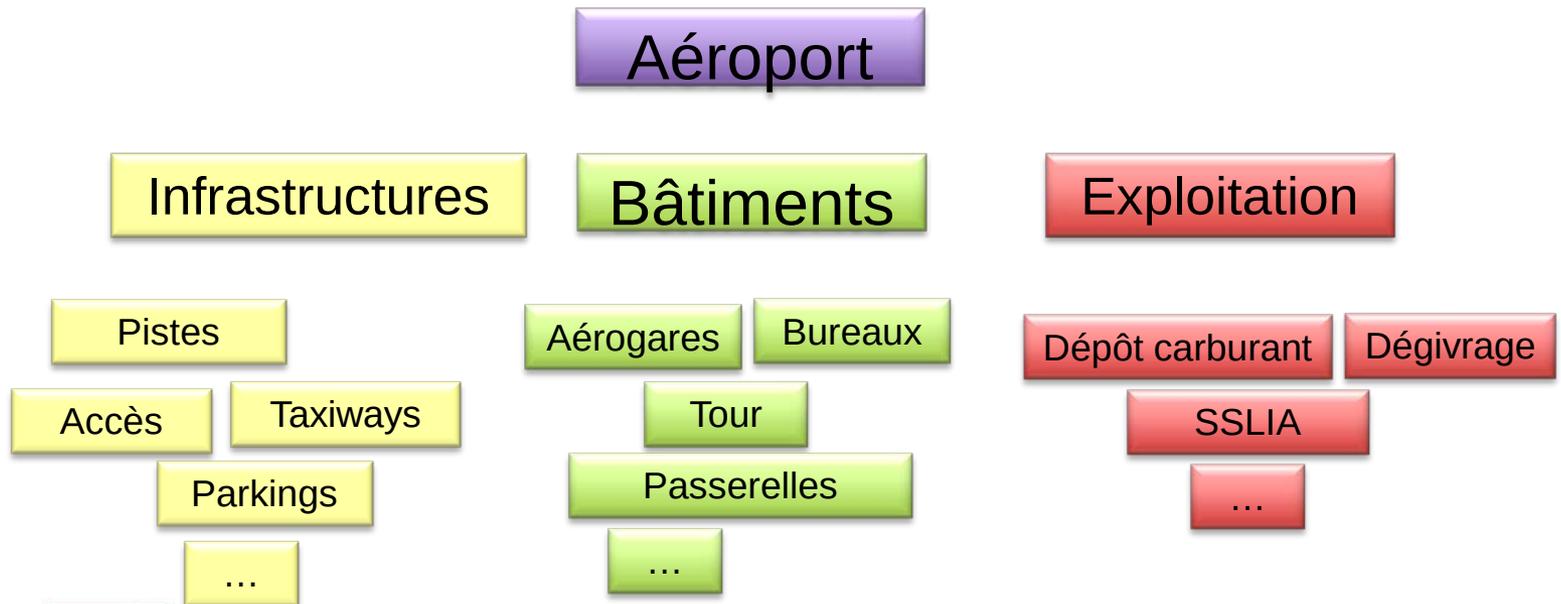
- Pour chaque aléa climatique, **comparer les prévisions climatiques pour l'aéroport à des critères climatiques** (une note est associée à chaque critère)
- **Retenir la note associée au critère qui correspond le mieux à la situation de l'aéroport**



Chaque aléa climatique se voit attribuer une probabilité d'occurrence comprise entre 1 et 3.

Déterminer l'impact des aléas climatiques

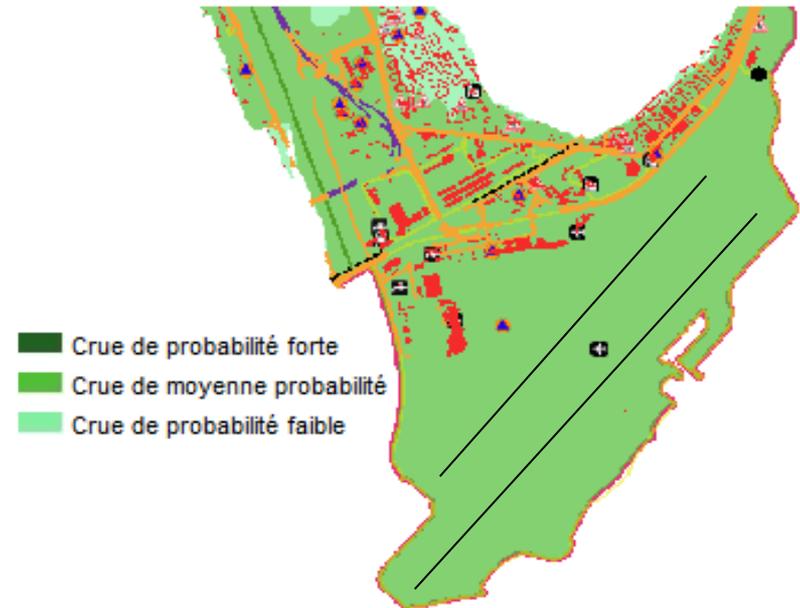
- Évaluer la vulnérabilité de l'aérodrome aux aléas climatiques grâce à une cartographie du risque :
 - Connaissance des aléas climatiques et de leur probabilité d'occurrence
 - **Décomposition de l'aéroport en enjeux**
 - Évaluation de l'impact de chaque aléa sur chaque enjeu



Déterminer l'impact des aléas climatiques

- Pour chaque doublet aléa/enjeu étudier l'impact de l'aléa sur l'enjeu. Quatre niveaux d'impacts croissants sont associés à des notes de 1 à 4.
 - Utilisation normale de l'enjeu : 1
 - Légèrement dégradée : 2
 - Fortement dégradée : 3
 - Impossible : 4
- Retenir la note associée à l'impact simulé ou vécu

- Précipitations extrêmes et pistes, **impact = 4**



Pour chaque doublet aléa climatique / enjeu, une note de 1 à 4 est attribuée et représente l'impact de l'aléa sur l'enjeu

Exemple d'impact des effets du changement climatique

- Aire de trafic aéroport de Tahiti Faa inondée.



Exemple d'impact des effets du changement climatique

- Aéroport de Rockhampton (Australie) le 5 janvier 2011



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE
ET SOLIDAIRE



STAC

Journée technique du STAC 2019

Exemple d'impact des effets du changement climatique

- Faro Portugal,
aérogare endommagée par une tempête



MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE
ET SOLIDAIRE



STAC

Journée technique du STAC 2019

Résultats



Niveau de vulnérabilité

Nul (vert)

L'aérodrome n'est pas vulnérable au changement climatique.

Faible (jaune)

Le changement climatique ne perturbera pas l'exploitation normale de l'aérodrome. L'aérodrome fonctionnera quelquefois en mode dégradé acceptable du fait des conditions météorologiques.

Moyen (orange)

Les changements climatiques auront un certain impact sur l'aérodrome, n'empêchant pas son fonctionnement. Toutefois, l'aérodrome fonctionnera souvent en mode dégradé contraignant ou acceptable du fait des conditions climatiques. La vulnérabilité devra être réévaluée régulièrement. Des mesures de protections/préventions pourront être prises afin de rendre l'aérodrome faiblement vulnérable.

Fort (rouge)

Les changements climatiques affecteront le fonctionnement de l'aérodrome et, sans mesures de protection/préventions l'aérodrome pourrait disparaître sous l'effet du changement climatique.



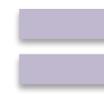
Résultats

Enjeu	Aléa	Evolution du régime des vents	Évolution biodiversité	Évolution du niveau de la mer	Évolution des températures		Événements extrêmes Cyclones/Tempête/évolution pluviométrie, hausse en intensité, diminution en fréquence			
		Changement de direction des vents dominants	Evolution de la répartition des oiseaux migrateurs	Submersion marine	Vague de chaleur	Sécheresse	Forte houle	Pluie abondante	Vents extrêmes	Chutes de neige
Infrastructures	Accès			6	2	2	4	6	2	3
	Parking			6		1	2	6		2
	Piste, système de pistes	6	6	9	2		6	9	4	3
	Taxiway		6	9	2	1	4	6	4	3
	Aire de trafic			9	2	1	2	3	4	3
Bâtiment	Aérogares (terminaux passager et Fret)			6	4	1	4	3	2	
	Infrastructure de liaison entre les terminaux			6	2		4	3	2	1
	Bureaux et autres bâtiments			3	2	2	2	3	2	
	Passerelles			3	2		2	3	6	3
	Tour de contrôle			3	2	1	2	3	2	
Exploitation	Zones de dépôt de carburant			3	2		2	3		3
	Zone réservée pompiers SSLIA			9		1	4	3	2	1
	Tracteurs engins d'assistance			6	2		2	3	2	1
	Equipement liés à la navigation aérienne			9			9	6	2	1
	Facteur humain (personnel)				2				2	3

Probabilité d'occurrence de l'aléa



Impact de l'aléa sur l'enjeu



Vulnérabilité de l'enjeu à l'aléa

VULCLIM, une méthodologie....



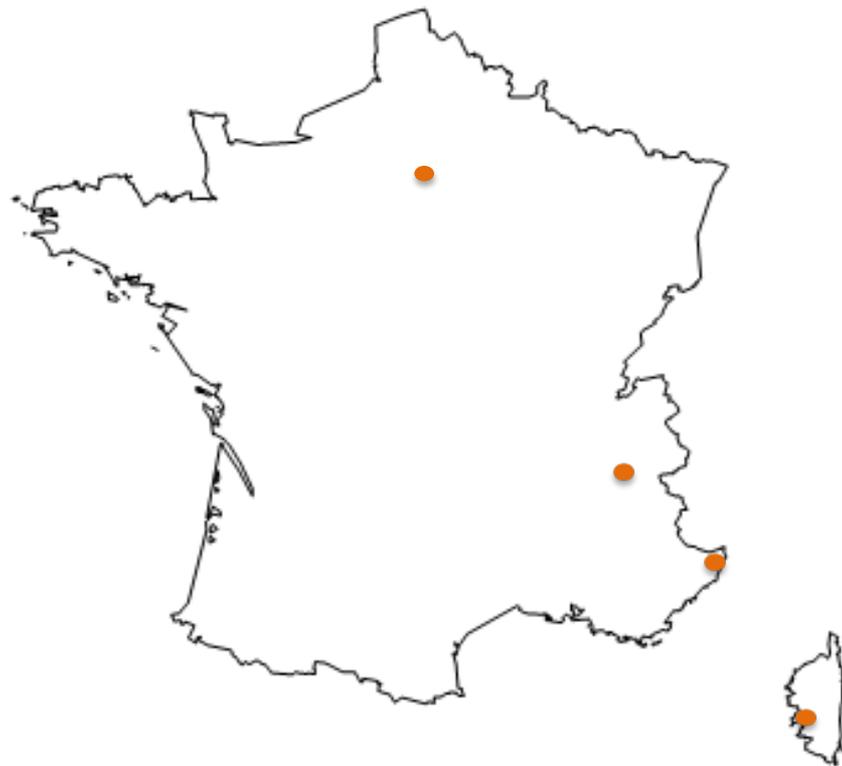
....et après ?

- La méthode est **testée sur deux aérodomes** (Nice et Marseille) avec réalisation de monographies.
- REX → Probabilités d'occurrence :
 - Critères simples et questions fermées
 - **Facilité d'évaluation des probabilités d'occurrence**
- → Impacts :
 - Nombreux critères entrent en compte,
 - **Difficulté à évaluer les impacts. Besoin d'un expert.**
- **Besoin d'un outil qui offre de l'autonomie aux exploitants**

Développement de l'outil

Avec l'aide d'un **panel représentatif** d'opérateurs d'aéroports :

- CDG
- Nice
- Annecy
- Ajaccio



L'outil

- S'adresse aux **exploitants d'aérodrome**
- Il contient des questions fermées qui permettent de déterminer les **probabilités d'occurrence** et les **impacts** des aléas sur les enjeux pour l'aérodrome concerné
- Les données récoltées par l'outil sont ensuite traitées dans un tableur qui construit automatiquement la **matrice de risque** de l'aérodrome.

L'outil

- Basé sur un outil d'enquête open source (limesurvey)
- Une première page de **questions générales** pour identifier le répondant
- Une deuxième page de **questions fermées nécessaires pour évaluer les probabilités d'occurrence**
- Trois pages successives de **questions fermées nécessaires pour évaluer l'impact des aléas climatiques** sur l'infrastructure, les bâtiments et les enjeux liés à l'exploitation de l'aérodrome

L'outil

- **Le STAC met à disposition des exploitants un lien vers le questionnaire** via un formulaire accessible sur le site internet
- **L'exploitant suit le lien,** répond aux questions, peut sauvegarder ses réponses et reprendre le remplissage ultérieurement
- **L'exploitant valide le questionnaire** et obtient la **matrice de vulnérabilité** .

The screenshot shows the STAC website interface. At the top, there are navigation links: 'Le STAC pratique', 'Événements', 'Publications', 'Offre de formation', 'Documentation', 'Photothèque STAC', and 'Libelaero #'. The main header features the logos of the French Republic, DGAC, and STAC, along with the text 'SERVICE TECHNIQUE DE L'AVIATION CIVILE'. A search bar and a language selector (EN) are also present. Below the header, a navigation menu includes 'Capacité aéroportuaire', 'Chaussées aéronautiques', 'Environnement', 'Navigation aérienne', 'Sécurité des aérodomes', and 'Sûreté'. The main content area is titled 'ENVIRONNEMENT' and contains a sidebar with categories: 'AÉROPORTS ET CHANGEMENT CLIMATIQUE', 'AÉROPORTS ET BIODIVERSITÉ', 'AVIATION ET POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE', and 'DÉGIVRAGE - DÉVERGLAÇAGE'. The 'Aéroports et changement climatique' section is active, displaying the text: 'Vulnérabilité des aérodomes au changement climatique : de la définition d'une méthodologie à l'élaboration d'un outil au service des exploitants d'aérodomes. Le STAC, associé aux acteurs du réseau scientifique et technique, a répondu à la commande impulsée par le Plan National d'Adaptation au Changement Climatique (PNACC) lancé en 2011 à travers l'étude VULCLIM. Une méthodologie d'évaluation de la vulnérabilité des aérodomes a ainsi été développée ; elle est basée sur la mesure du risque croissant aléas climatiques et leurs impacts potentiels à l'horizon 2100. L'outil VULCLIM : Afin de pouvoir faire bénéficier de la méthodologie au plus grand nombre d'aérodomes, le STAC a développé un outil d'évaluation simple de type questionnaire en ligne (Limesurvey) avec l'aide d'un panel représentatif d'exploitants d'aérodomes. L'outil VULCLIM est aujourd'hui disponible et s'adresse aux exploitants d'aérodomes de France métropolitaine désireux d'évaluer la vulnérabilité de leur plateforme face aux effets attendus du changement climatique. Les exploitants peuvent répondre à une série de questions à choix multiples afin que l'outil établisse une grille de vulnérabilité permettant d'identifier les forces et vulnérabilités de l'aérodomes face au changement climatique. Demander un accès à l'outil VULCLIM. Mise à jour le 19 avril 2019.'

L'outil : tour d'horizon, questions préliminaires

0% 100%
Questions préliminaires

quelques informations utiles sur l'aérodrome répondant.

- 1 Nom, code OACI de l'aérodrome et code(s) de référence de la (ou des) piste(s) de l'aérodrome.

? Le code de référence est un code à deux caractères attribué à chaque piste de l'aérodrome. Le premier caractère, le chiffre de code, varie entre 1 et 4 et s'appuie sur la longueur de référence de l'aérodrome de chaque piste. Le second caractère, la lettre de code, varie entre A et F et traduit l'envergure ou la largeur de train de l'aérodrome pour chaque piste. Ce code est donné dans le chapitre 3 de l'Annexe 14 de l'OACI.

- 2 Nom, fonction et adresse électronique de la personne référente pour l'ensemble du questionnaire.

- 3 Nom, fonction et adresse électronique de la personne référente pour la partie "Occurrence des aléas climatiques".

- 4 Nom, fonction et adresse électronique de la personne référente pour la partie "Impacts des aléas climatiques sur les infrastructures de l'aérodrome".

- 5 Nom, fonction et adresse électronique de la personne référente pour la partie "Impacts des aléas climatiques sur les bâtiments de l'aérodrome".

- 6 Nom, fonction et adresse électronique de la personne référente pour la partie "Impacts des aléas climatiques sur les équipements nécessaires à l'exploitation de l'aérodrome".

« Précédent Suivant »

L'outil : tour d'horizon, *questions préliminaires*

- **7 De combien de parkings automobiles l'aérodrome dispose-t-il ?**
Veillez sélectionner une réponse ci-dessous

- Un seul
- Plusieurs

- **8 Combien de pistes sont exploités sur l'aérodrome ?**
Veillez sélectionner une réponse ci-dessous

- Une seule
- Plusieurs

- **9 Combien de voies de circulation sont disponibles sur l'aérodrome ?**
Veillez sélectionner une réponse ci-dessous

- Une seule
- Plusieurs

- **10 L'aérodrome dispose-t-il d'une ou plusieurs aérogares (fret ou passagers) ?**
Veillez sélectionner une réponse ci-dessous

- Non
- Oui, une seule
- Oui, plusieurs



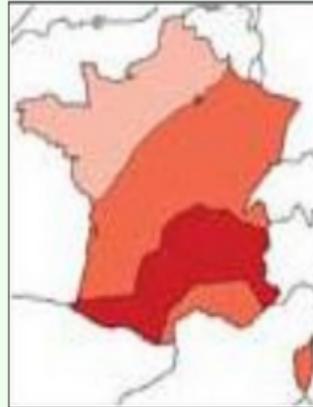
L'outil : tour d'horizon

évaluation de la probabilité d'occurrence

- 23 Quelle est la situation de l'aérodrome face à l'évolution des températures ?
Veuillez sélectionner une réponse ci-dessous

- L'aérodrome est situé dans une zone rose (1)
- L'aérodrome est situé dans une zone rouge clair (2)
- L'aérodrome est situé dans une zone rouge foncé (3)

? Pour répondre, repérer la position de l'aérodrome sur la carte suivante (représentant les projections de l'évolution du nombre de jours de vague de chaleur pendant l'année), puis en déduire la réponse la plus adaptée. Si l'aérodrome se situe à la frontière entre deux zones, il est recommandé de retenir la zone la plus foncée.



L'outil : tour d'horizon, évaluation des impacts

• 33 Quel est l'impact d'une forte houle sur les accès de l'aérodrome ? Veuillez sélectionner une réponse ci-dessous

- Tous les accès sont non-menacés ou protégés de la houle par des ouvrages de protection (1)
- Une partie mineure des accès est menacée par la houle et non-protégée par des ouvrages de protection (2)
- Une majeure partie des accès est menacée par la houle et non-protégée par des ouvrages de protection (3)
- Tous les accès sont menacés par la houle et non-protégés par des ouvrages de protection (4)
- Nous répondrons à cette question ultérieurement

? Pour qualifier la forte houle, retenir l'événement de plus forte houle rencontré au niveau de l'aérodrome au cours des 30 dernières années.

• 34 Quel est l'impact de pluies abondantes sur les accès de l'aérodrome ? Veuillez sélectionner une réponse ci-dessous

- Tous les accès sont non-menacés ou protégés contre les accumulations/inondations/mouvements de terrain dus aux précipitations (1)
- Une partie mineure des accès est menacée et non-protégée contre les accumulations/inondations/mouvements de terrain dus aux précipitations (2)
- Une majeure partie des accès est menacée et non-protégée contre les accumulations/inondations/mouvements de terrain dus aux précipitations (3)
- Tous les accès sont menacés et non-protégés contre les accumulations dues aux précipitations (3)
- Tous les accès sont menacés et non-protégés contre les inondations/mouvements de terrain dus aux précipitations (4)
- Nous répondrons à cette question ultérieurement

? Les pluies abondantes correspondent aux plus fortes précipitations connues par la plateforme ou à des précipitations susceptibles de causer des accumulations d'eau, des inondations ou des mouvements de terrain (effondrements, affaissements, éboulements de pierre et/ou de blocs, glissements de terrain et coulées de boue pouvant atteindre l'enjeu).

La présence et le lieu des accumulations ne peuvent être connus que de l'exploitant : lui-seul sait où l'eau s'accumule en cas de pluies abondantes par manque de drainage.

Pour évaluer les zones impactées par les inondations éventuelles, se référer au Plan de Prévention du Risque Inondation des communes concernées par l'aérodrome. Toutes les zones où le risque est avéré seront considérées menacées par les inondations.

Pour évaluer les zones impactées par les mouvements de terrain éventuels, se référer au Plan de Prévention du Risque Mouvement de terrain des communes concernées par l'aérodrome. Toutes les zones où le risque est avéré seront considérées menacées par les mouvements de terrain.



MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE
ET SOLIDAIRE



STAC

Journée technique du STAC 2019

20

www.stac.aviation-civile.gouv.fr

L'outil : Résultats

186

Matrice de vulnérabilité des infrastructures

	Changement de régime des vents	Péril animalier	Montée des eaux	Vague de chaleur	Sécheresse	Forte houle	Pluies extrêmes	Vents extrêmes	Froid extrême et chutes de neige
Accès			4	6	3	6	4	1	
Parkings Automobiles			2	6	1	4	4	2	
Système de piste	2		2	6	4	2	2	3	
Voies de circulation	6		2	6	1	2	2	3	
Aire de trafic			2	6	2	4	2	1	
Aérogares			2	6	2	4	4	2	
Liaisons entre les terminaux									
Bureaux et autres bâtiments			4	6	1	6	4	2	
Passerelles			4				4	1	
Tour de contrôle			2	6	1	2	2	3	
Dépôt carburant et avitaillement			2	6	2	4	4	1	
Dégivrage				6	3	4	6	2	
SSLIA				6	1	8	2	1	
Engins et tracteurs			2	6	1	2	4	1	
Équipements d'aide visuelle				6	1	2	2	2	
Équipements d'aide radioélectrique				6	3	4	6	2	
Facteur humain			4					1	

187

Le lien suivant vous permet d'afficher dans une autre fenêtre de votre navigateur la liste des questions et réponses que vous avez renseignées jusqu'ici. Il vous est encore possible de modifier vos réponses.

Réponses



MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE
ET SOLIDAIRE



STAC

Journée technique du STAC 2019

Accéder à l'outil

- Le formulaire de demande d'accès à l'outil :

<http://www.stac.aviation-civile.gouv.fr/fr/vulclim>

- La page internet relative à VULCLIM :

<http://www.stac.aviation-civile.gouv.fr/fr/environnement/aeroports-changement-climatique>



MERCI DE VOTRE ATTENTION

David SMAGGHE, STAC

David.smagghe@aviation-civile.gouv.fr

mardi 4 juin 2019

DGAC - FARMAN