

ENVIRO RISK

ATELIER 6

Alerte précoce et réponse rapide :
estimer les impacts des catastrophes
pour une gestion anticipée

Hélène de BOISSEZON
Aurélien SACOTTE

ORGANISE PAR



PARTENAIRES INSTITUTIONNELS



PARTENAIRES



thecamp
Aix en Provence



28 & 29 SEPT 2023

Fil conducteur de l'atelier 6

Comment assurer un **continuum d'informations fiables** (terrain, aérien, satellitaire, prévision, modélisation, expertise, réseaux sociaux, téléphonie, ...),
à **chaque étape** de la gestion d'une catastrophe,
avec des **données adaptées**, qualifiées ou issues de sources de confiance,
permettant l'**anticipation** maximale à chaque stade de la crise ?

Organisation

- Interventions (1h)
- Travail collaboratif (1h)
- Restitution et échanges autour des synthèses (30')

ORGANISE PAR



Soutenu par
MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE
ET DE LA COHÉSION
DES TERRITOIRES

PARTENAIRES INSTITUTIONNELS



PARTENAIRES



Intervenants

- **François Pimont** (INRAE) – En amont de la crise : aléa et alerte précoce dans le contexte des incendies de forêt
- **Jean-Philippe Malet** (CNRS/Unistra) – Vigilance aux glissements de terrain : détection, surveillance et alerte par imagerie satellitaire
- **Sophie Lecacheux/Samuel Auclair** (BRGM) – Alerte précoce du risque de submersion marine
- **Olivier Payrastre** (UGE) – Alerte précoce / Crise – Anticipation à courte échéance des crues soudaines et de leurs impacts
- **Romain Gitenet** (MNCA) – Présentation de l'Agence de Sécurité Sanitaire, Environnementale et de gestion des Risques de la Métropole de Nice
- **Alix Roumagnac** (Predict services) – Crise / Post crise – Cartographie rapide en temps de crise - Exemples opérationnels et perspectives
- **Anne-Marie Duval** (MTECT/SHFDS) – La vision du Service du Haut Fonctionnaire Défense et Sécurité

ENVIRO RISK

En amont de la crise : aléa et alerte précoce dans le contexte des incendies de forêt

François PIMONT

ORGANISE PAR



PARTENAIRES INSTITUTIONNELS



PARTENAIRES



thecamp
Aix en Provence

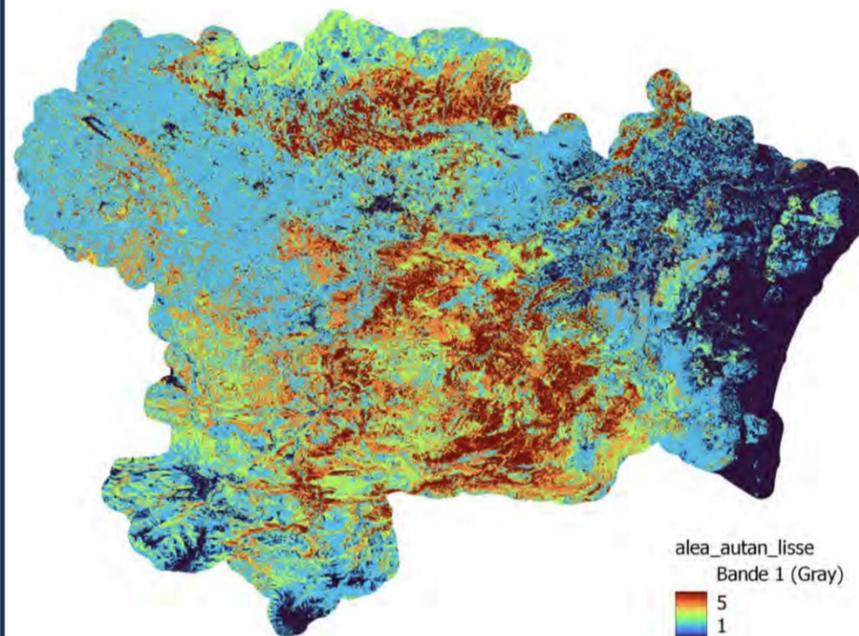


28 & 29 SEPT 2023

En amont de la crise : aléa et alerte précoce dans le contexte des incendies de forêt

- Les politiques stratégiques de prévention et de lutte nécessitent de connaître l'aléa structurel et son évolution

Connaissance territoriale de l'aléa feu de forêt dans l'Aude



Puissance d'un feu de végétation de référence en kW/m

Calcul à partir de :

- la masse combustible
- la vitesse d'un feu de référence

Pas de prise en compte de :
- la probabilité d'occurrence
- l'état hydrique

L'aléa n'est pas dynamique
Pas d'évolution projetable sous
l'effet du changement
climatique



DDTM DE L'AUDE

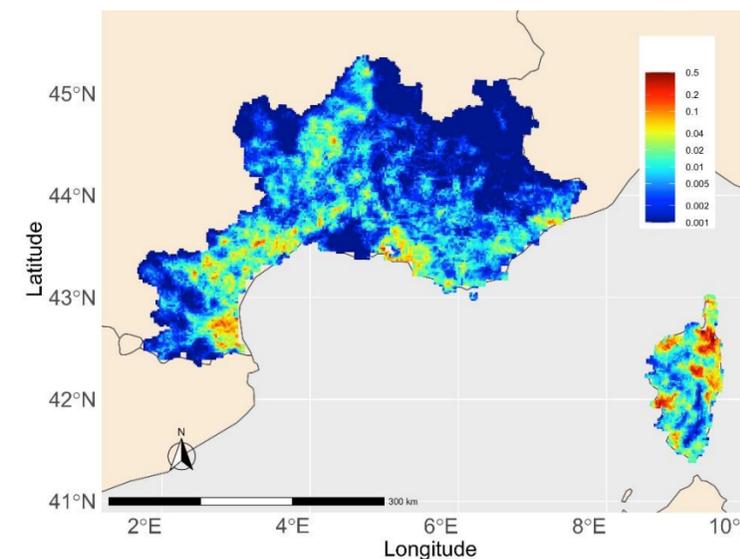


Projet SCO piloté par DDTM Aude

Masse combustible
dynamique (par
télédétection)



Probabilité d'occurrence sur une période de référence



Probabilité
d'occurrence des feux
> 1ha estimée à partir
du danger quotidien
pendant une période
de référence et
d'autres facteurs

ORGANISÉ PAR



PARTENAIRES INSTITUTIONNELS



PARTENAIRES

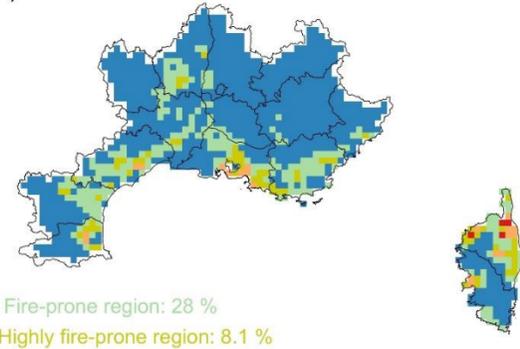


En amont de la crise : aléa et alerte précoce dans le contexte des incendies de forêt

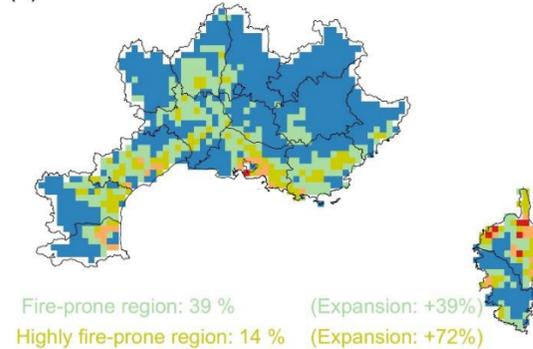
- Evolution de l'activité des feux sous l'effet du changement climatique

Projection de l'évolution de l'activité des feux sous l'effet du changement climatique selon les scénarios du GIEC

(a) 2001-2020



(b) +2°C



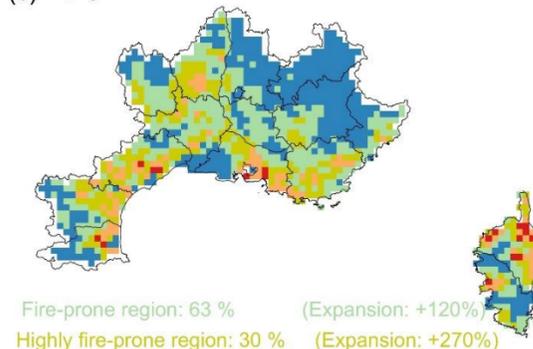
- Expansion de la zone à risque
- Intensification de l'activité des feux dans les zones déjà concernées (doublement à triplement de l'activité)
- Allongement des saisons de feux

=> **Connaissances utiles pour l'adaptation de la stratégie à moyen et long terme**

Pimont et al. 2022 IJWF

Level	Spatial fire activity levels				
	Low	Moderate	High	Very high	Extreme
N1ha (per pixel X year)	0.067	0.23	0.49	1.2	2.5
N100ha (per pixel X year)	0.0021	0.0095	0.023	0.046	0.12
BA (ha per pixel X year)	1.7	7.2	17	35	84

(c) +4°C



INRAE



METEO FRANCE

ORGANISE PAR



PARTENAIRES INSTITUTIONNELS



PARTENAIRES

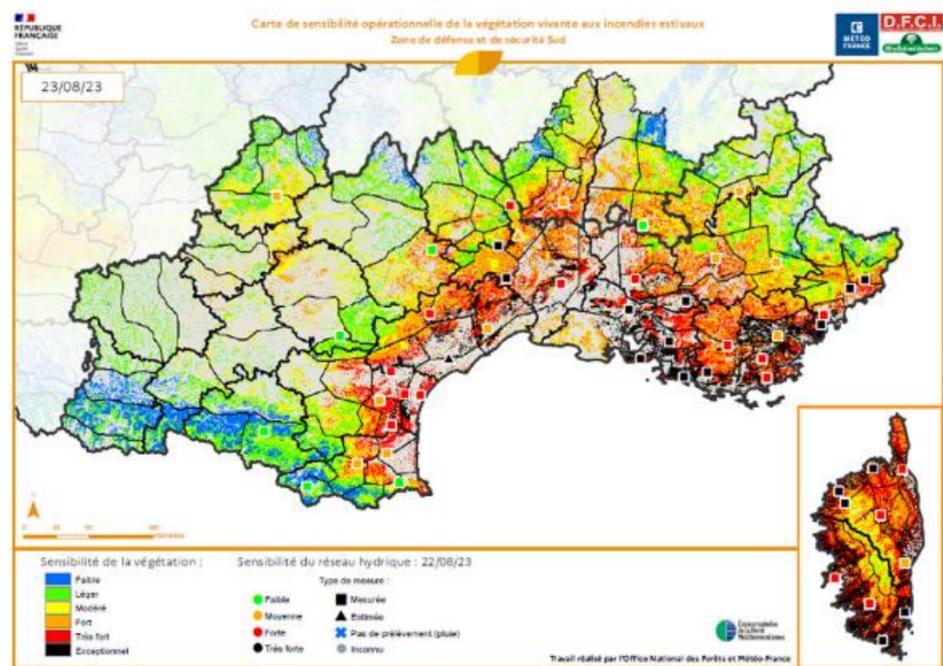




En amont de la crise : aléa et alerte précoce dans le contexte des incendies de forêt

- Evaluation de l'aléa conjoncturel pour la prise de décision opérationnelle en cours de saison

Indice météorologique NSV2 de la sensibilité de végétation et réseau hydrique

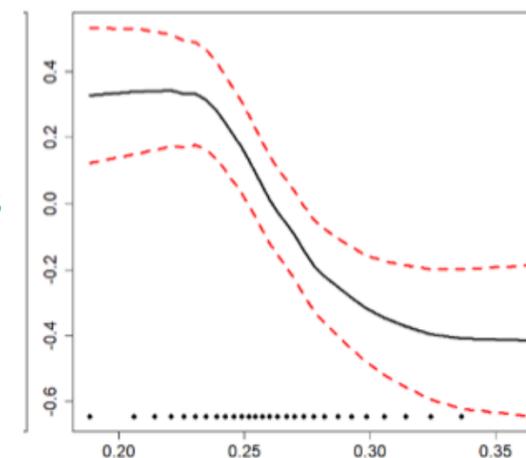


- Le NSV2 est un indice purement météo
- pas de prise en compte les différences de réserve utile des sols, de type et structure de peuplement, etc.

La télédétection fournit une information spatio-temporelle complémentaire pertinente



La probabilité qu'un feu dépasse 80ha dépend de la réflectance dans le proche infra-rouge mesurée par Sentinel2



Réflectance dans le Proche infrarouge Sentinel2 résolution 20-30 m

Les approches probabilistes fournissent un cadre naturel pour la prévision, en combinant des sources de données de natures différentes sous forme de métriques représentatives de la charge d'activité des feux réellement observée dans les différents territoires

ORGANISE PAR



PARTENAIRES INSTITUTIONNELS



PARTENAIRES



ENVIRO RISK

Vigilance aux glissements de terrain : détection, surveillance et alerte par imagerie satellitaire

Jean-Philippe MALET
CNRS/UNISTRA

ORGANISE PAR



PARTENAIRES INSTITUTIONNELS



PARTENAIRES



thecamp
Aix en Provence



28 & 29 SEPT 2023

ENViROriSK

28 & 29 SEPT 2023



Glissement de terrain de Marie-sur-Tinée / Tempête Alex – Octobre 2020

ORGANISE PAR



PARTENAIRES INSTITUTIONNELS



PARTENAIRES

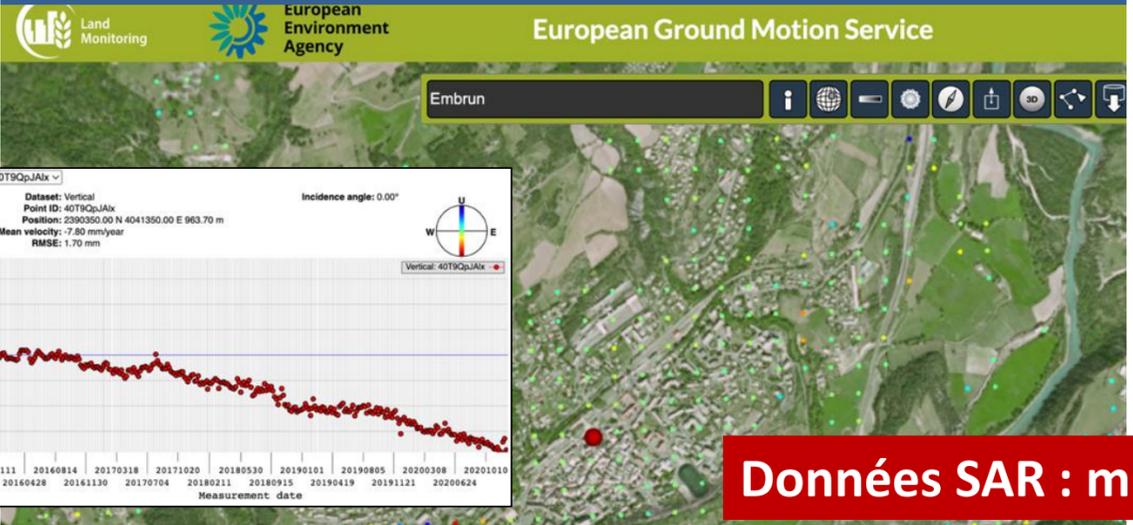


Imagerie satellitaire pour la surveillance opérationnelle de glissements de terrain

Mesurer les vitesses des glissements de terrain

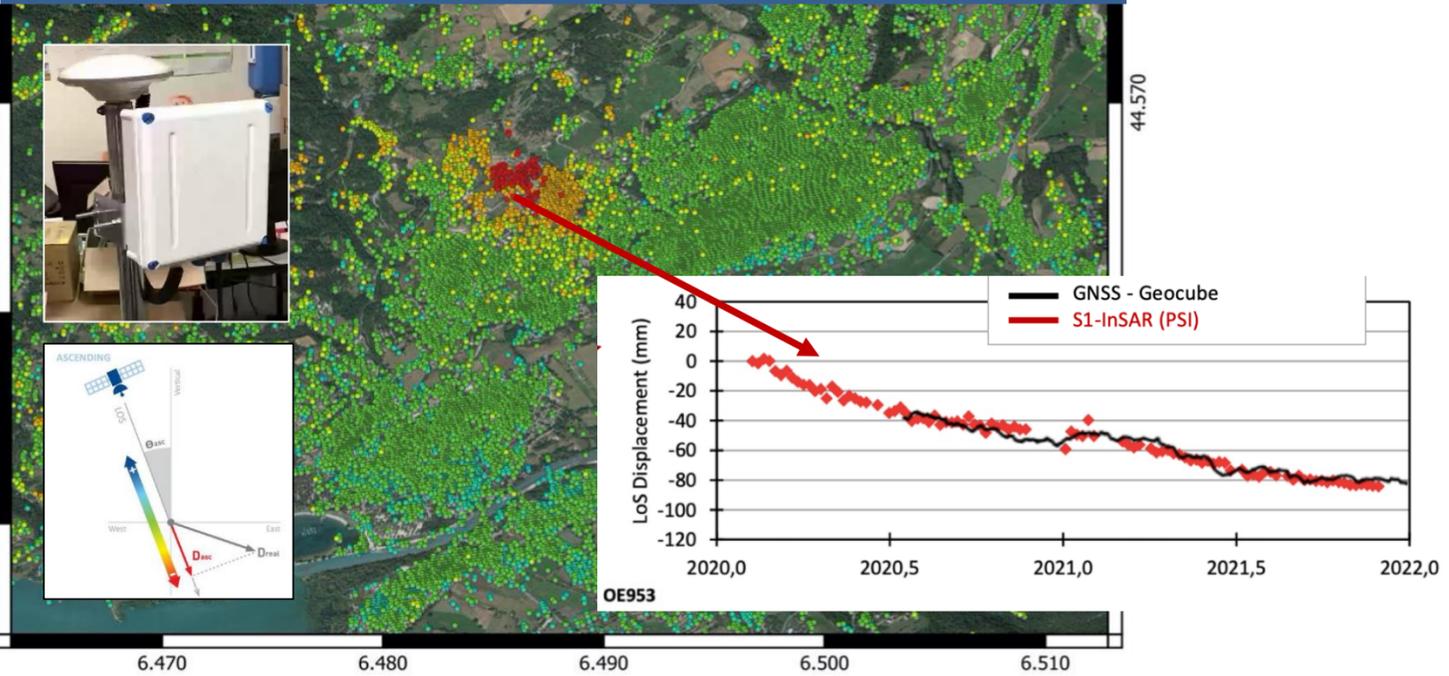
Embrun (Hautes-Alpes) : suivi opérationnel InSAR et GNSS

Ce que donne le produit Copernicus EGMS : pas adapté pour une analyse fine

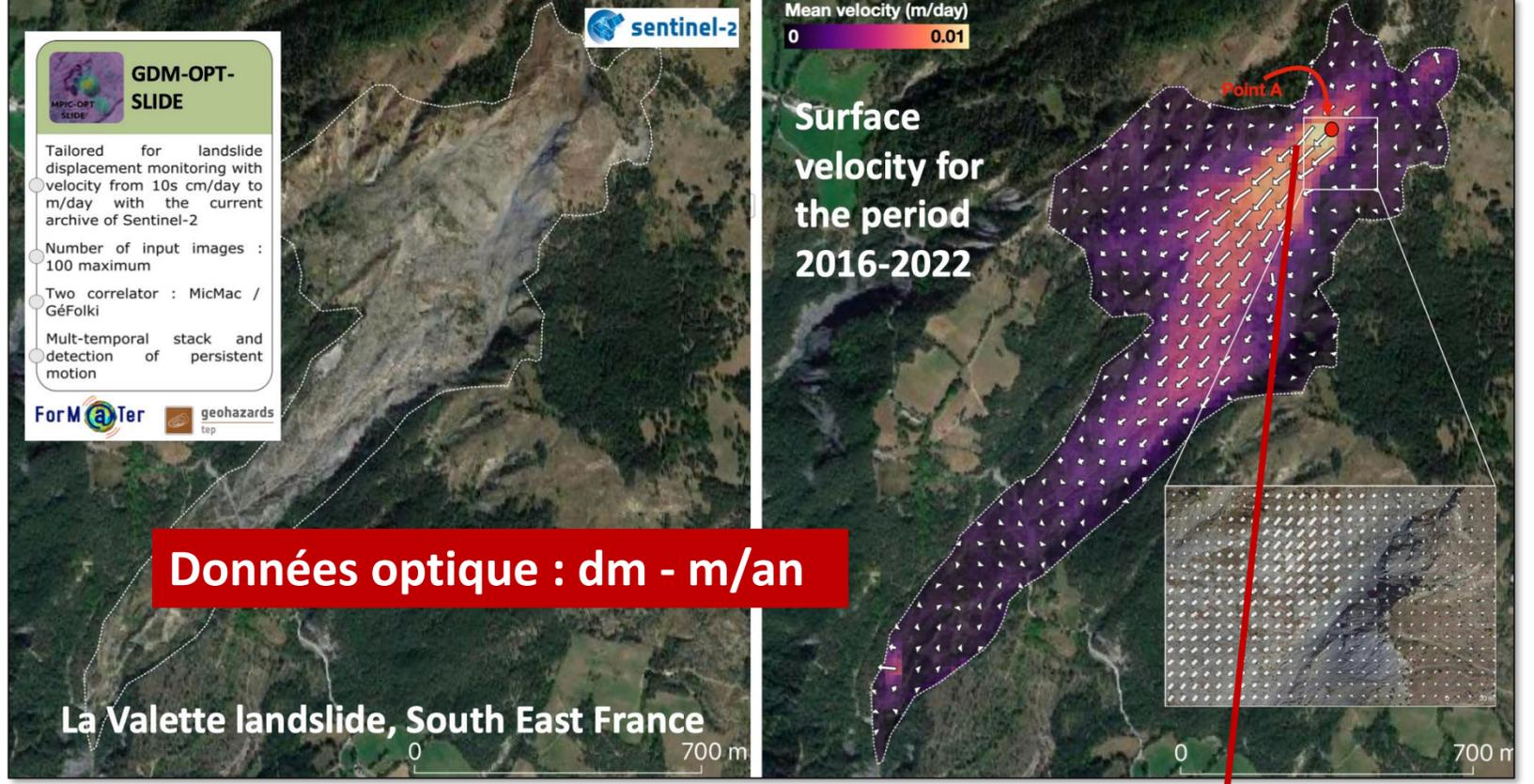


Données SAR : mm - cm/an

Ce que peut apporter un produit SAR/InSAR à façon

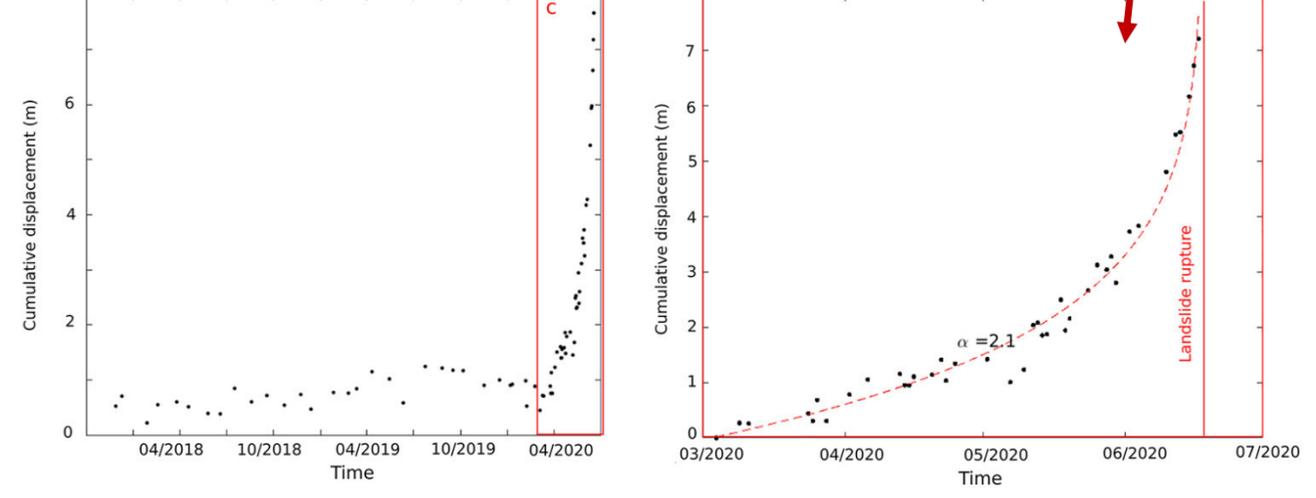


La Valette (Alpes-de-Haute-Provence) : détection de zones actives



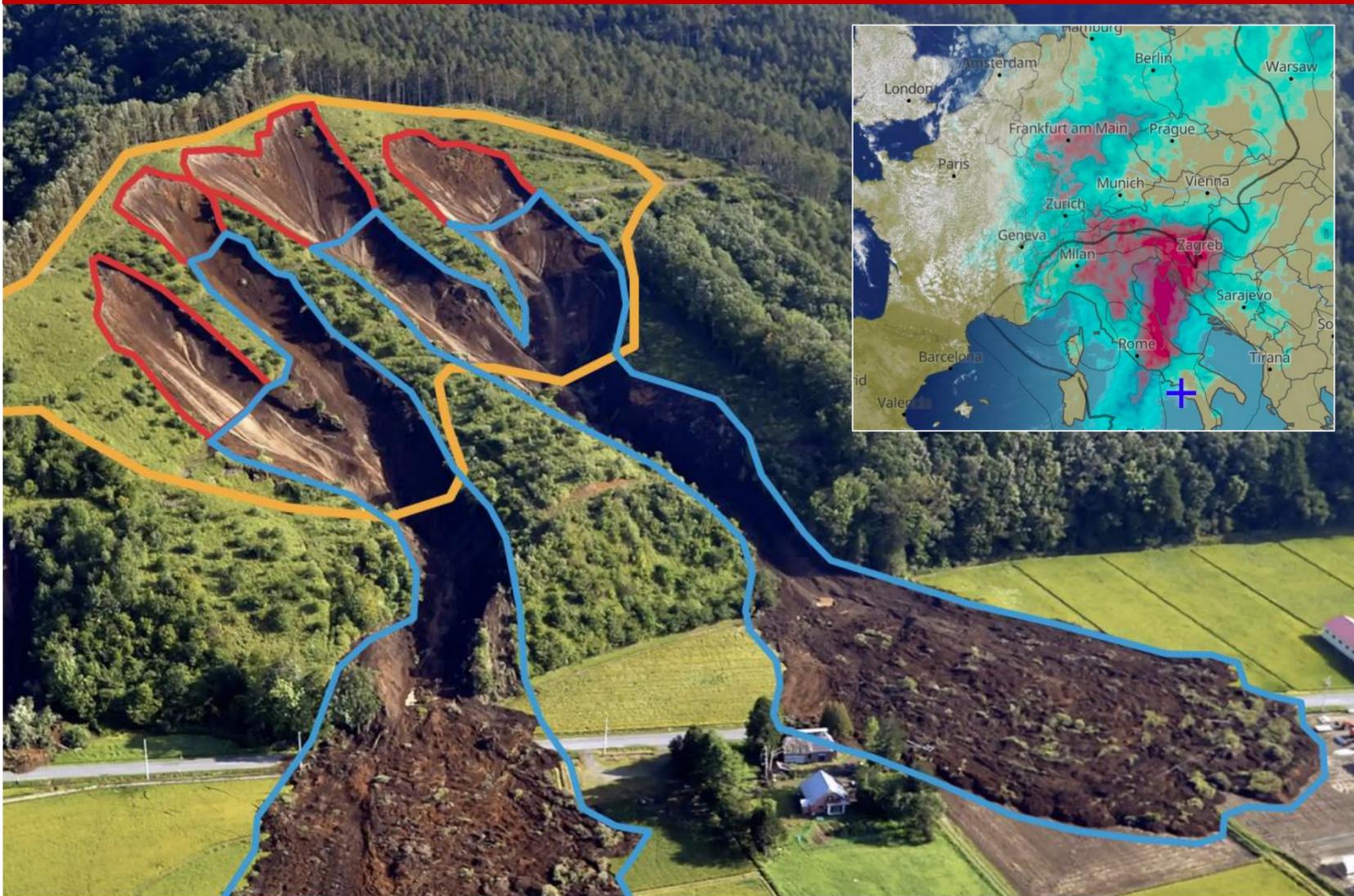
Données optique : dm - m/an

Déplacement cumulé : précurseur et période de rupture ?



Imagerie satellitaire et modèles pour la prédiction opérationnelle de glissements de terrain

Vers des systèmes de prédiction territorialisés et modulaires



Données
(terrain,
satellitaires)



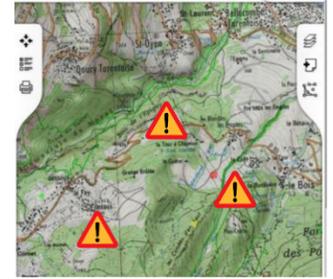
IA, géomécanique



susceptibilité



prévision
météorologique



modèle de vigilance

1. Zones susceptibles (topographie haute résolution, caractéristiques géomécaniques, occupation du sol)
2. Prédiction des zones proches de la rupture à partir de prévisions météorologiques et de modèles de neige et d'humidité des sols
3. Evaluer les distances de parcours maximales à partir de modèles de propagation

→ degré de vigilance (J+1, J+3) de zones de rupture et leur propagation après rupture

→ imagerie satellitaire + observations de terrain + modèles physiques + IA

→ infrastructure de services (calcul, service web)

Imagerie satellitaire et modèles pour la prédiction opérationnelle de glissements de terrain

Plateforme de vigilance sur les enjeux SIGALE (Dép. 73)

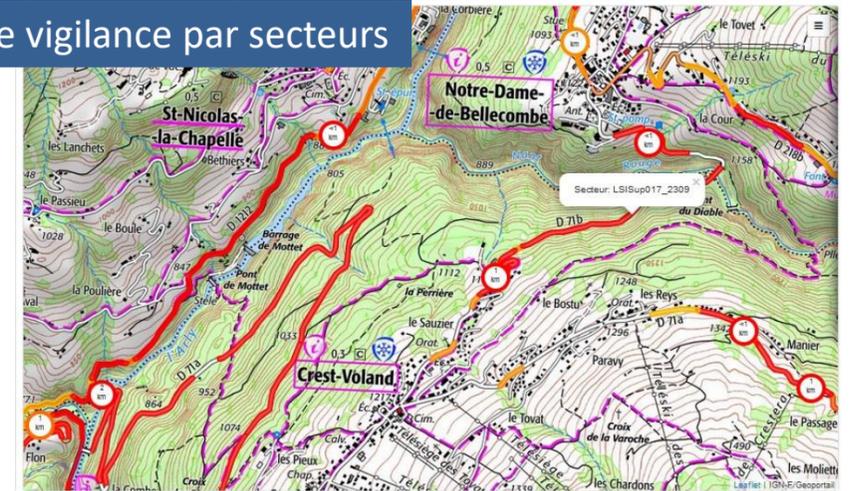
Plateforme de vigilance sur l'ensemble d'un versant DTA (Dép. 04, Dép. 06)



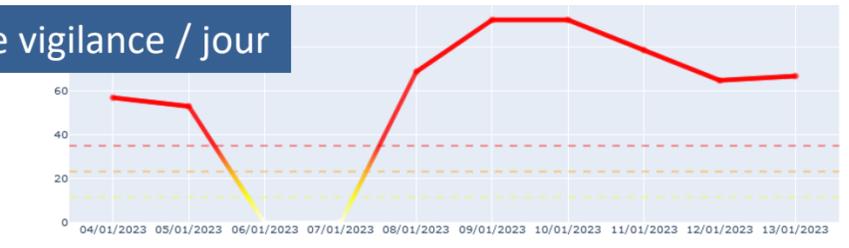
Historique et prévisions météorologiques



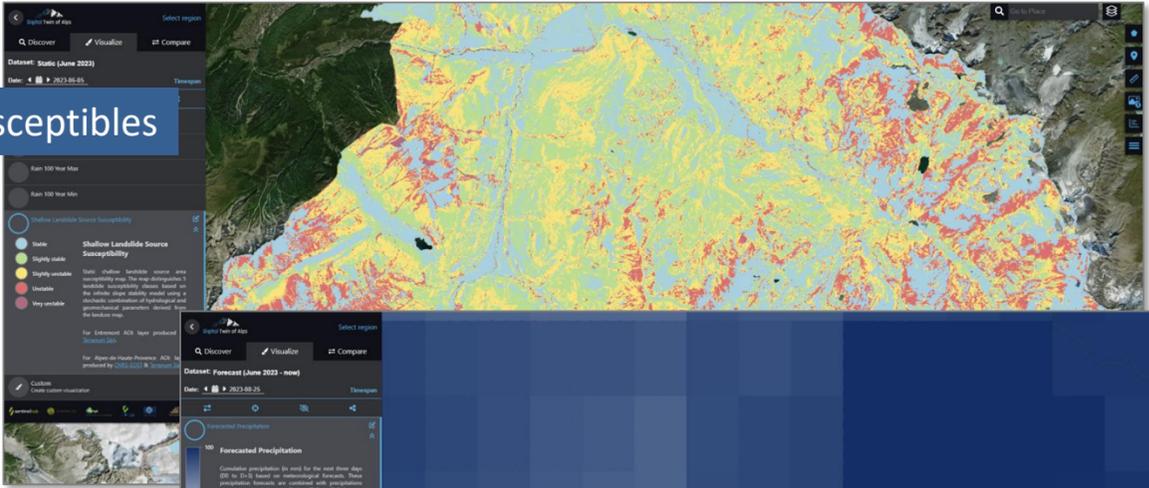
Classes de vigilance par secteurs



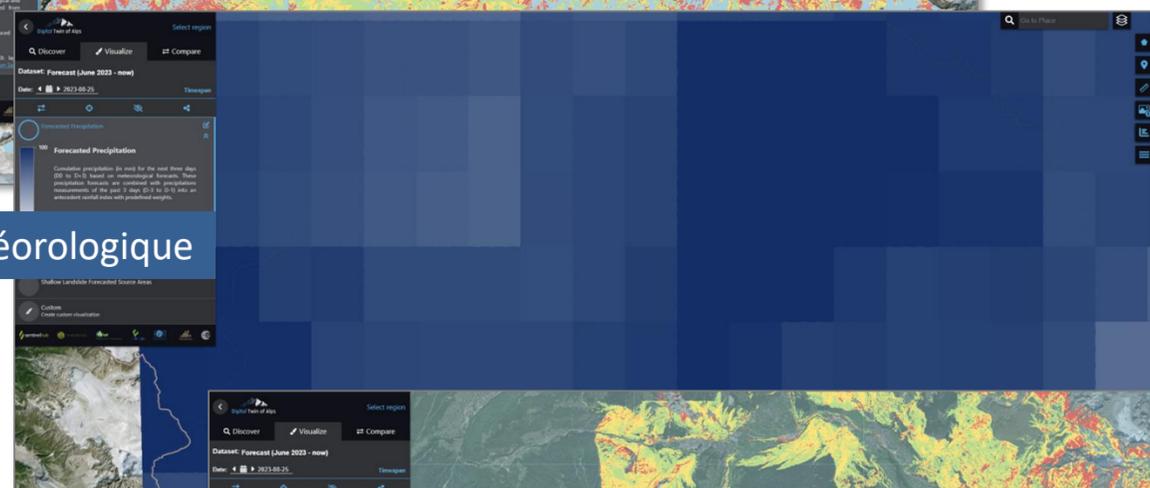
Niveau de vigilance / jour



Zones susceptibles

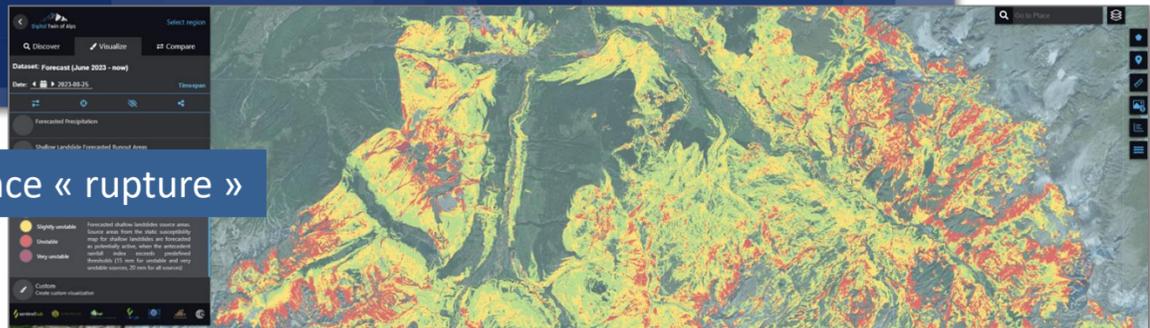


Prévision météorologique

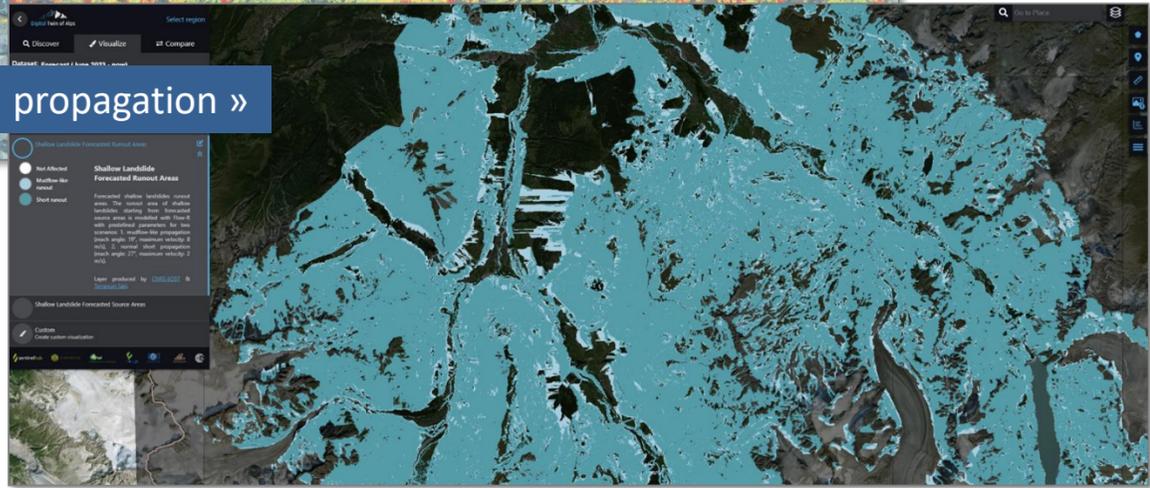


Jour : 28 août 2023

Niveau de vigilance « rupture »



Niveau de vigilance « propagation »



Take home message

Un continuum recherche fondamentale – recherche appliquée – bureaux d'étude a permis la mise en place de solutions opérationnelles appliquées sur des territoires

Combinaison de sources d'information complémentaires (terrain, instrumentation, satellitaires), de modèles (mécaniques, IA) et d'infrastructures de calcul haute performance

Solutions modulaires, applicables sur de nombreux territoires et qui évoluent constamment

Contacts : Jean-Philippe Malet (CNRS/EOST) – jeanphilippe.malet@unistra.fr
Thomas Lebourg (CNRS/GeoAzur) – lebourg@unice.fr
Clément Michoud (Terranum) – clement.michoud@terranum.ch
Ombeline Méric et Héloïse Cadet (SAGE) - h.cadet@sage-ingenierie.com

ENVIRO RISK

Alerte précoce du risque de submersion marine

Sophie LE CACHEUX

ORGANISE PAR



PARTENAIRES INSTITUTIONNELS



PARTENAIRES



thecamp
Aix en Provence



28 & 29 SEPT 2023

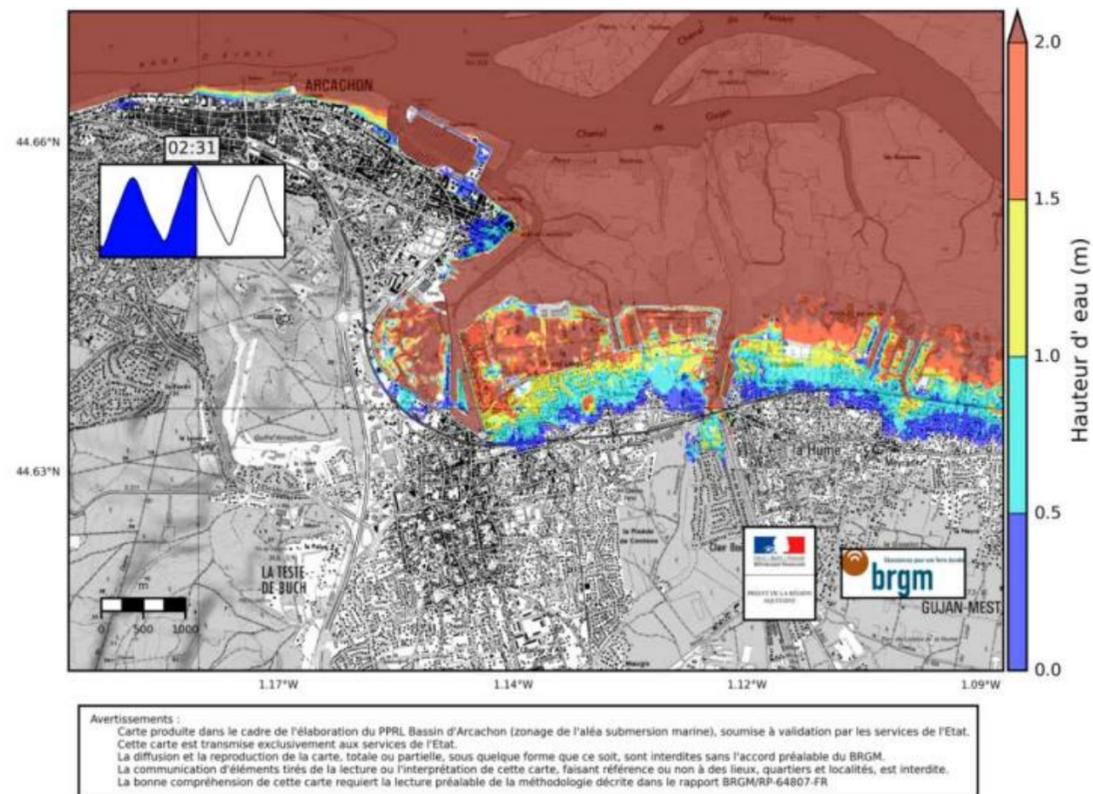
LE CONTINUUM DU RISQUE SUBMERSION MARINE

Connaissance

Préparation

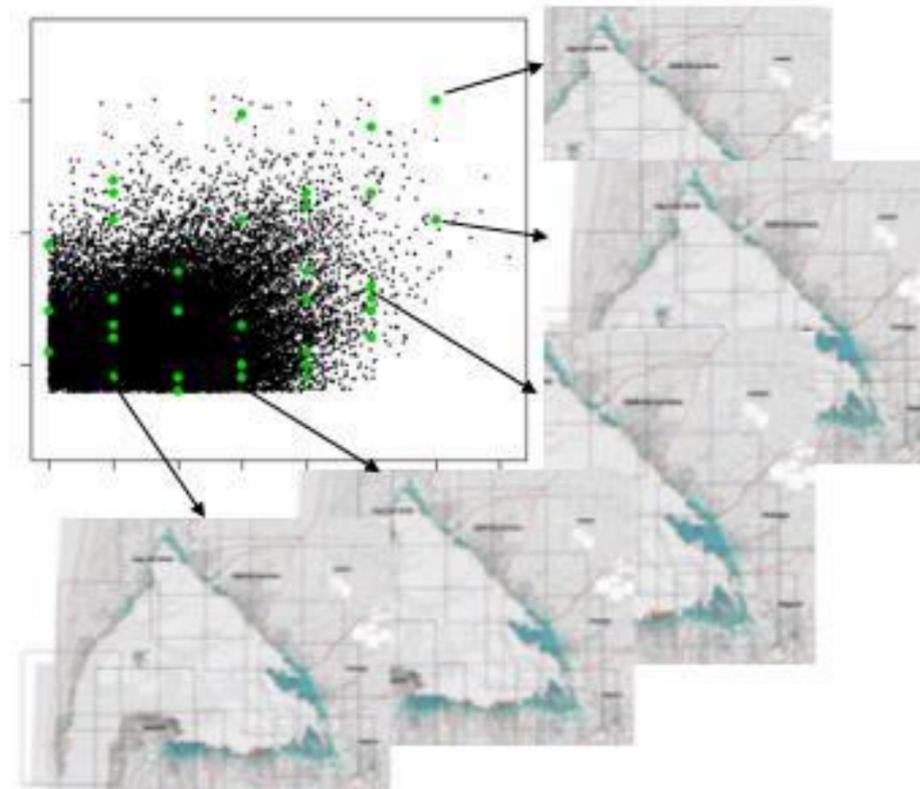
Prévision / Alerte

MODELISATION DES PHENOMENES



(Projet PPRL du Bassin d'Arcachon)

REALISATION D'ATLAS



(Projet d'appui à la mission RDI Gironde)

ORGANISE PAR



PARTENAIRES INSTITUTIONNELS



PARTENAIRES



LE CONTINUUM DU RISQUE SUBMERSION MARINE

Connaissance

Préparation

Prévision / Alerte

EXERCICES



COD (BDX)

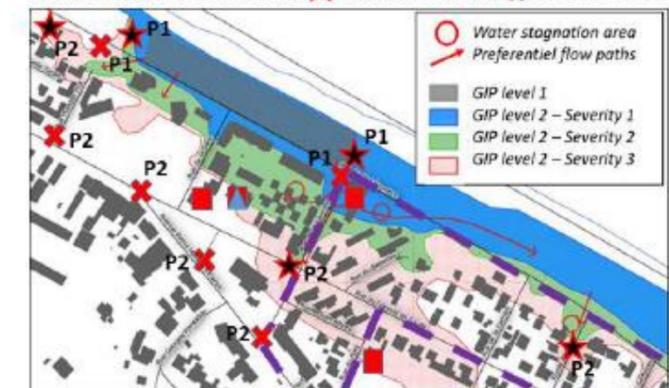


ECOLE JULES FERRY

(Exercice SAFFIR sur le Bassin d'Arcachon)

SCENARIOS D'IMPACT ET PLANS D' ACTIONS

■ Enjeux PCS ▲ Centres d'hébergement - - - Circuit haut-parleur
 Actions Plan 1 (P1) et Plan 2 (P2) : ★ Points d'observation ✕ Fermeture route



Niveau de Plan	Repères terrain	Hauteur vagues
Niveau 1	Premières projections (embruns / galets) sur le parking du front de mer.	> 4 m
Niveau 2	Gravité 1: Première ligne de bâtiments atteinte rue du 20 Décembre dont la caserne des pompiers.	6 m - 8 m
	Gravité 2: L'eau s'écoule rue Cayenne jusqu'au carrefour et remplit les cuvettes jusqu'à l'école. Inondation rue Bertin derrière la lagune.	8 m - 10 m
	Gravité 3: L'eau s'écoule vers la rivière le long de la rue Général de Gaulle et des bâtiments adjacents.	> 10 m



(Plans d'intervention gradués à Sainte-Suzanne – La Réunion)

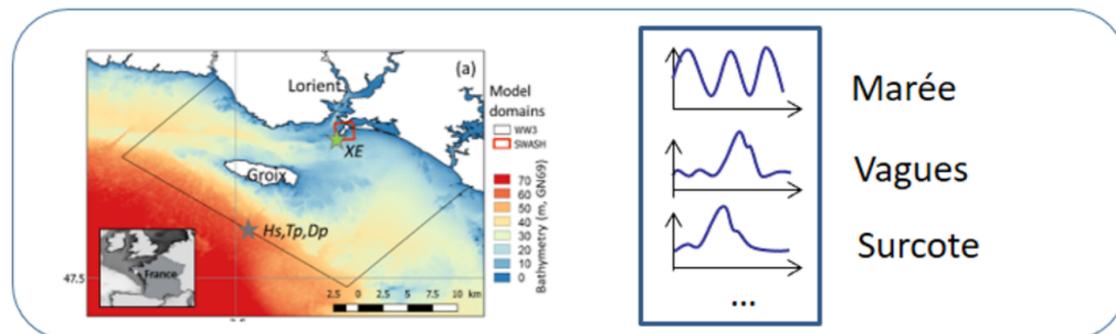
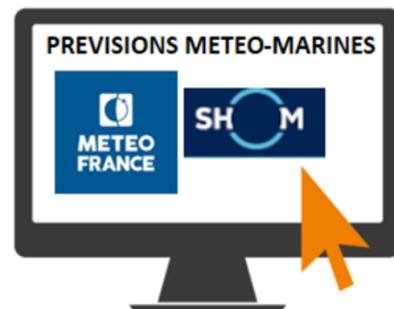
LE CONTINUUM DU RISQUE SUBMERSION MARINE

Connaissance

Préparation

Prévision / Alerte

MODELES D'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE



=> Prévisions météo-marines



=> Prévision d'impact



ENVIRO RISK

Anticipation à courte échéance des crues soudaines et de leurs impacts

Olivier PAYRASTRE

ORGANISE PAR



PARTENAIRES INSTITUTIONNELS



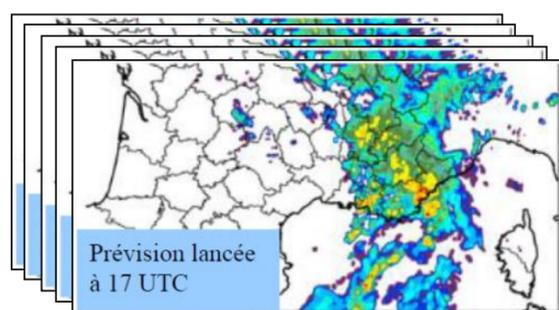
PARTENAIRES



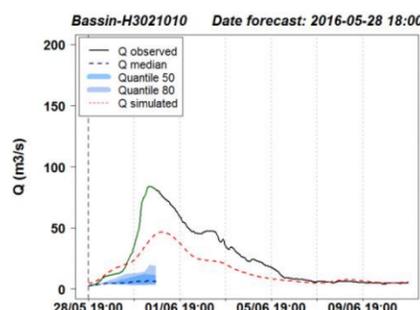
28 & 29 SEPT 2023

Conception & évaluation de chaînes de prévision « crues soudaines »

Couverture des petits cours d'eau, calcul rapide, automatique, rafraîchissement régulier



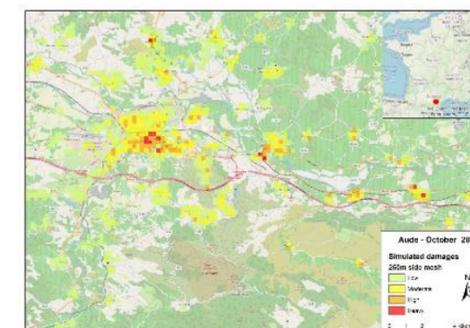
PLUIE



DEBITS



ZONES INONDEES



IMPACTS

Deux projets de recherche récents:



MUFFINS

Comment améliorer l'anticipation?

Quelles sources d'incertitude ?

Quelle prise en compte du ruissellement ?

Quelle(s) information(s) délivrer aux utilisateurs?

Intérêt pour la prise de décision ?

Evaluation de prévisions hydrologiques probabilistes à +6h

Evaluations combinant localisation et anticipation

Charpentier-Noyer et al., 2023, <https://doi.org/10.5194/nhess-23-2001-2023>

Godet et al., 2023, <https://doi.org/10.5194/egusphere-2023-907>



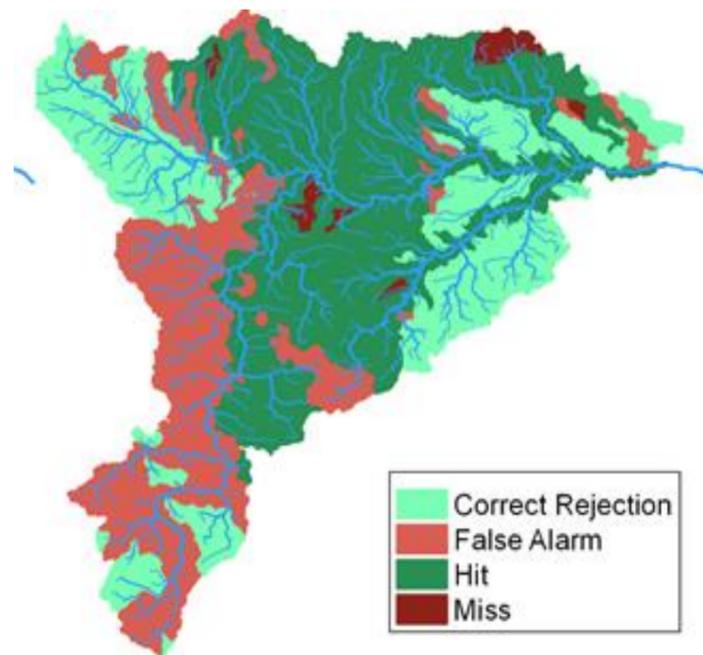
Anticipation du seuil de débit T=10 ans ?

« Observation » (simulation)

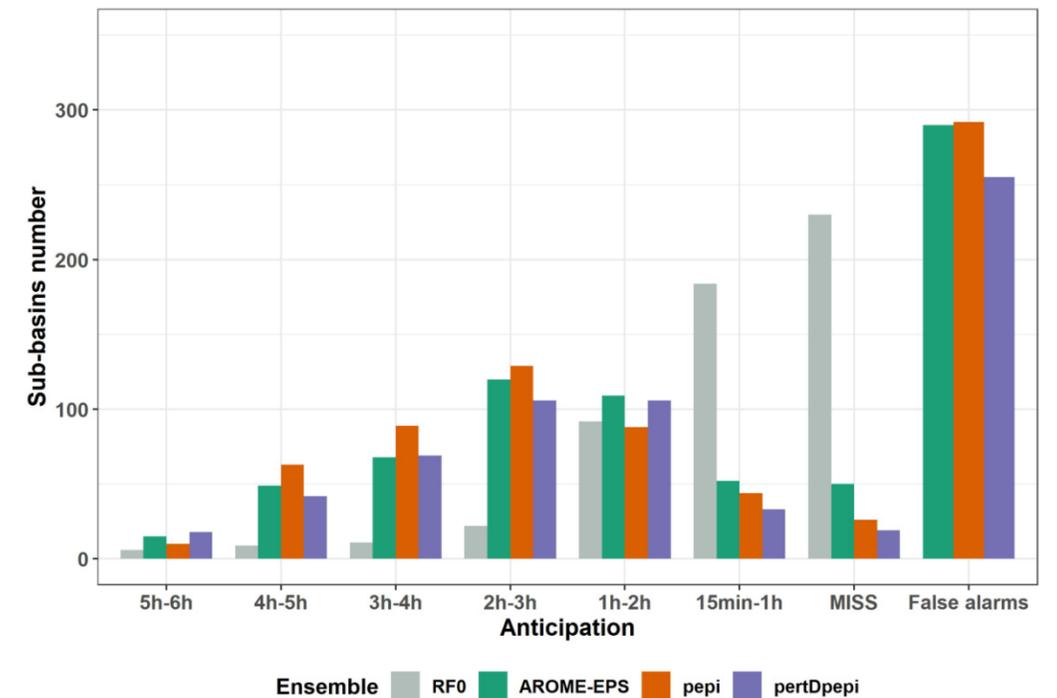
Prévision

	$Q_{obs} > \text{Seuil}$	$Q_{obs} < \text{Seuil}$
$Q_{prévu} > \text{Seuil}$	HIT	FALSE ALARM
$Q_{prévu} < \text{Seuil}$	MISS	CORRECT NEGATIVE

Détection des dépassements



Niveau d'anticipation



ORGANISE PAR



PARTENAIRES INSTITUTIONNELS



PARTENAIRES



Prévisions d'impacts: utilité et effet des incertitudes pour l'utilisateur ?

Modélisation multi-agents: interventions d'un SDIS

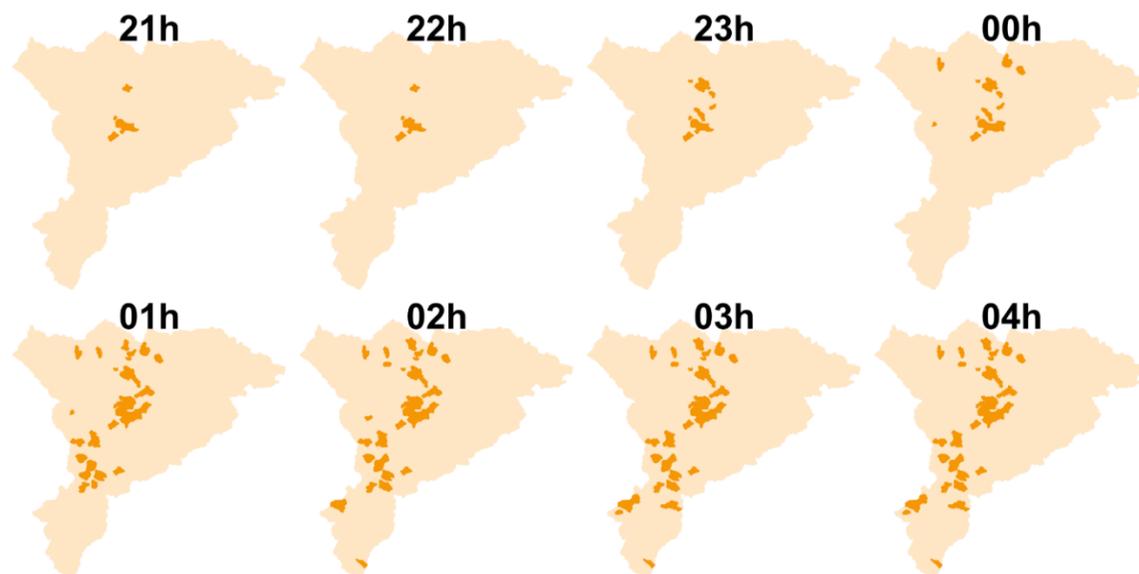


Publication en cours

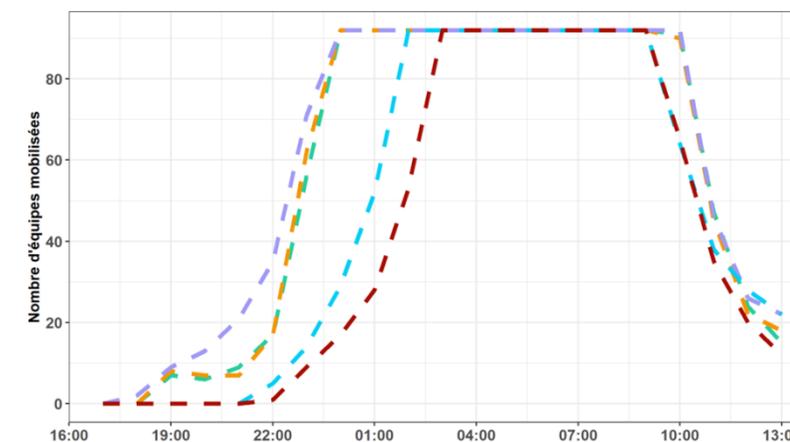
Interventions réelles



Interventions SDIS simulées

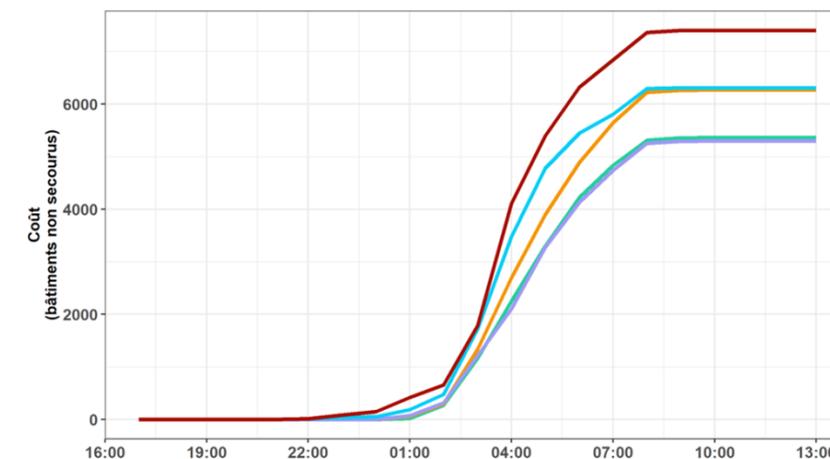


Nb d'équipes en intervention



- Sans anticipation
- AROME-EPS
- pepi
- pertDpepi
- Pluie future nulle
- Bâtiments inondés

Nb de bâtiments non secourus



ORGANISE PAR



PARTENAIRES INSTITUTIONNELS



PARTENAIRES

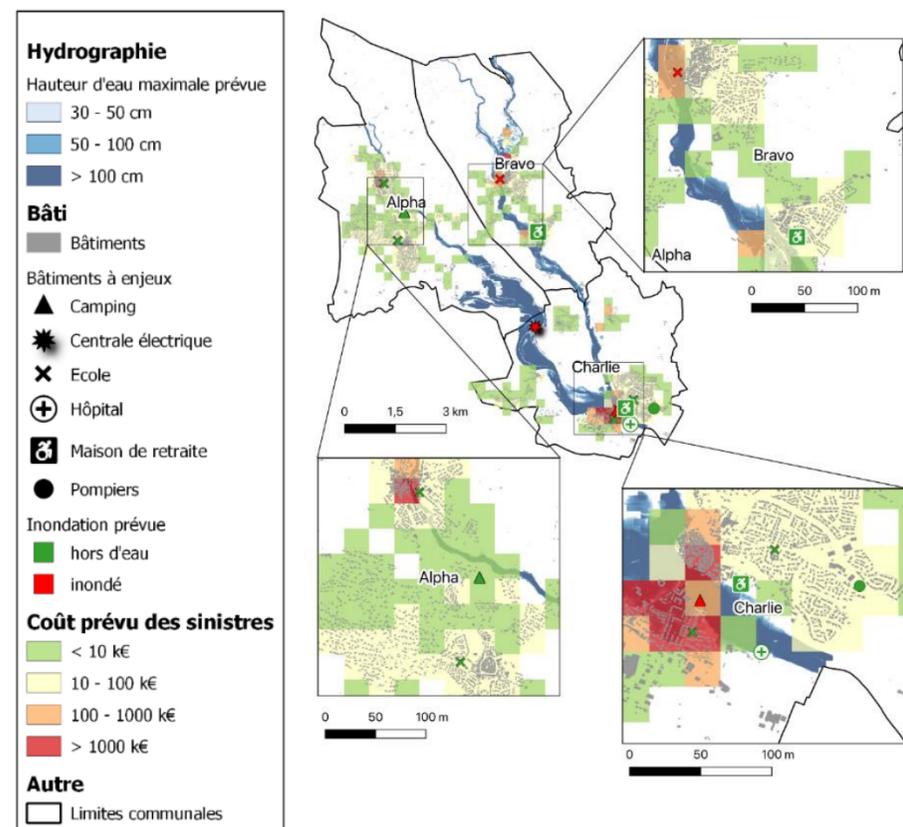


Prise de décision en situation d'incertitude

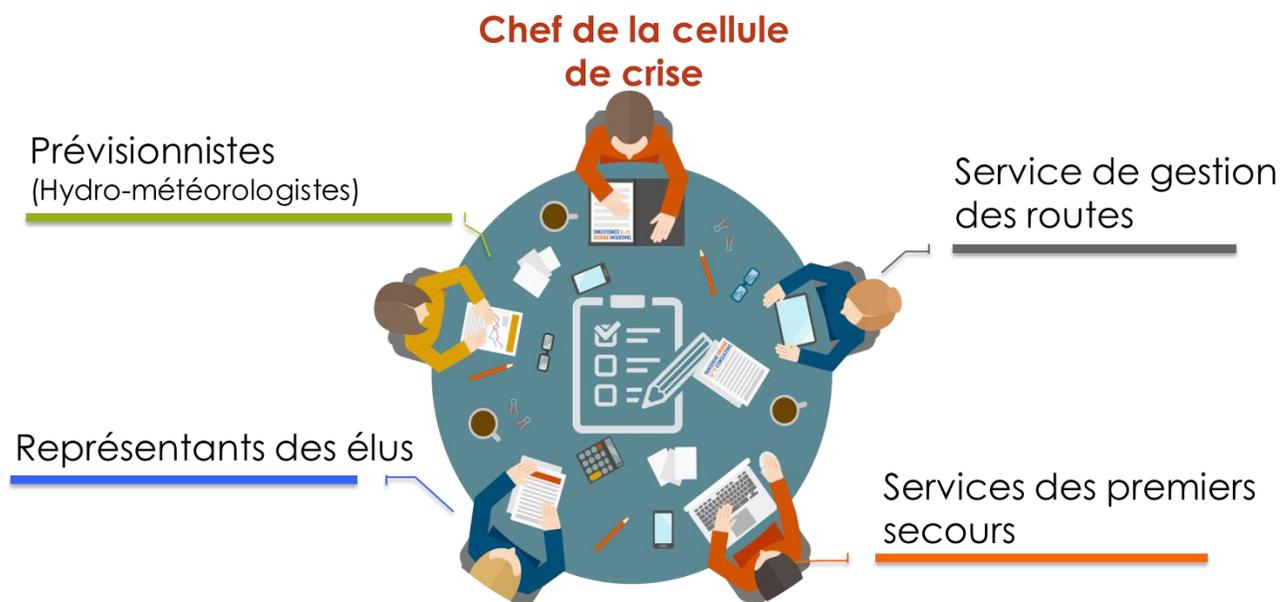
Evaluer la plus-value des prévisions pour la décision: Jeu sérieux PICSCaRe

Publication en cours

Prévisions d'impacts probabilistes



Cellule de crise: décisions



1^{ère} session avec le groupe utilisateurs PICSCaRe le 17 mai 2022

ENVIRO RiSK

Présentation de l'ASSER (Agence de Sécurité Sanitaire, Environnementale et de gestion des Risques)

Romain GITENET

ORGANISE PAR



PARTENAIRES INSTITUTIONNELS



PARTENAIRES



thecamp
Aix en Provence



28 & 29 SEPT 2023

Les missions de l'agence

Deux missions principales :

- **Opérationnelle** : Coordonner les réponses aux crises majeures

Sanitaire

Environnementale

Sécuritaire

- **Prospective** : Analyser l'ensemble des risques inhérents à notre territoire
- Collaboration avec des experts
- Lancement d'études et développement de stratégies de riposte



4 RÉPONSES OPÉRATIONNELLES

1. Tempête Alex

2. Épidémie de Covid-19

3. Crise Ukrainien

4. Prévention feuxforêts



Anticipation des crises et alerte aux populations

- Démonstrateur de réponse rapide à un séisme
- Outil d'estimation de la survenue de mouvements de terrain
- Plan de prévention et d'évacuation en cas de Tsunami
- Système de surveillance des cours d'eau
- Renforcement du système d'alerte aux populations (fichiers d'alerte, Haut-Parleurs, panneaux Decaux, tram/panneaux routiers...)
- Développement de système de communication résilient en cas de crise (radio, tél. sat, bulles internet)
- Constitution d'un stock d'urgence et entreposage dans des lieux stratégiques de la Métropole Nice Côte d'Azur
- Constitution d'un pôle RH de réponse aux crises (pôle d'agents, pôle de bénévoles, réserves communales)
- Recours aux nouvelles technologies (caméras de détection des feux, drones...)
- Elaboration de stratégies de réponse en cas de crue du Paillon ou du Var,
- Elaboration du plan d'un centre d'accueil des familles en cas de tuerie de masse...
- Sensibilisation de la population aux risques majeurs (événements publics, sensibilisation dans les écoles, Films en réalité virtuelle)

...

ORGANISE PAR



PARTENAIRES INSTITUTIONNELS



PARTENAIRES



Exemple d'un outil de réponse rapide lors de la survenue d'un séisme

Courrier électronique avec pièce-jointe :



DOCUMENT À DIFFUSION RESTREINTE

SEISAid - Estimation rapide des conséquences sismiques

Séisme du 01/06/2023

Heure du séisme : 02:50:00 h. locale (00:50:00 GMT)
 Magnitude (ML) : 6.0 Profondeur : 5.0 Km
 Localisation épicentre : lat. 43.39° / long. 6.26°
 Source : GéoAzur

Contact
 Email seisa@brgm.fr
 Tél. [02 93 70 00 00](tel:0293700000)

Bulletin SEISAid - Nice Côte d'Azur Bulletin émis le : 16/06/2023 à 15:56 h. locale - n° 1

Avertissement : Ce bulletin est généré automatiquement et n'a pas été vérifié par un spécialiste.

Synthèse sur le territoire
 Le séisme a généré de très fortes secousses sismiques qui ont probablement atteint une intensité maximale de VII. Du fait de la vulnérabilité locale du bâti, des dommages très importants sont possibles avec probablement plusieurs centaines de bâtiments détruits et plusieurs dizaines de blessés à secourir.

Estimation des effets potentiels sur la Métropole
 La population résidente exposée à des secousses violentes susceptibles de présenter un danger pour les personnes (intensité supérieure ou égale à VI) est estimée à 590 000.

Dommages estimés aux populations		Dommages estimés aux biens	
 Blessés ~90 blessés Forte probabilité de plusieurs dizaines de blessés nécessitant une hospitalisation	 Bâtiments partiellement ou totalement effondrés ~200 bâtiments Forte probabilité de plusieurs centaines de bâtiments détruits		

Epicentre du séisme

Nombre de blessés

- 1 à 10
- 10 à 20
- 20 à 50
- plus de 50

Nombre de bâtiments partiellement ou totalement effondrés

- 1 à 10
- 10 à 20
- 20 à 50
- plus de 50

Reste du département (hors NCA) : ~20 blessés, ~70 bâtiments

Ensemble du département (y-compris NCA) : ~100 blessés, ~300 bâtiments

Les données qualifiant les caractéristiques du séisme sont fournies par GéoAzur, et celles qualifiant la vulnérabilité du bâti par le BRGM. Le bilan humain est estimé sur la base de la population résidente INSEE.

DOCUMENT À DIFFUSION RESTREINTE

Résumé des paramètres du séisme

Informations relatives au bulletin (heure de réalisation, version)

Représentation du nombre de blessés et de bâtiments partiellement ou totalement effondrés

Représentation cartographique du nombre de blessés et de bâtiments partiellement ou totalement effondrés

Indications relatives au reste du département

ENVIRO RISK

thecamp
Aix en Provence

Cartographie rapide en temps de crise exemples opérationnels et perspectives

Alix ROUMAGNAC

ORGANISE PAR



PARTENAIRES INSTITUTIONNELS



PARTENAIRES



28 & 29 SEPT 2023

Basics of an Early Warning System

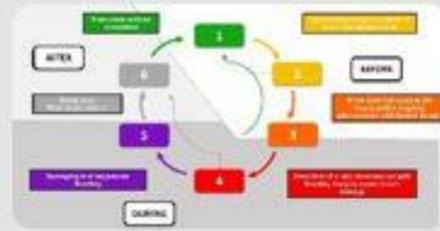
- ✓ Understanding of the risk at the local level and of the information dissemination to the national level
- ✓ Capitalization on all the knowledge, tools, data and best practices

Risk knowledge



- ✓ Human coordination : clarification of roles and responsibilities
- ✓ Realization of disaster management plans

Preparedness



- ✓ Data reception and continuous monitoring of hydrometeorological events and hazards parameters.

Detection and monitoring

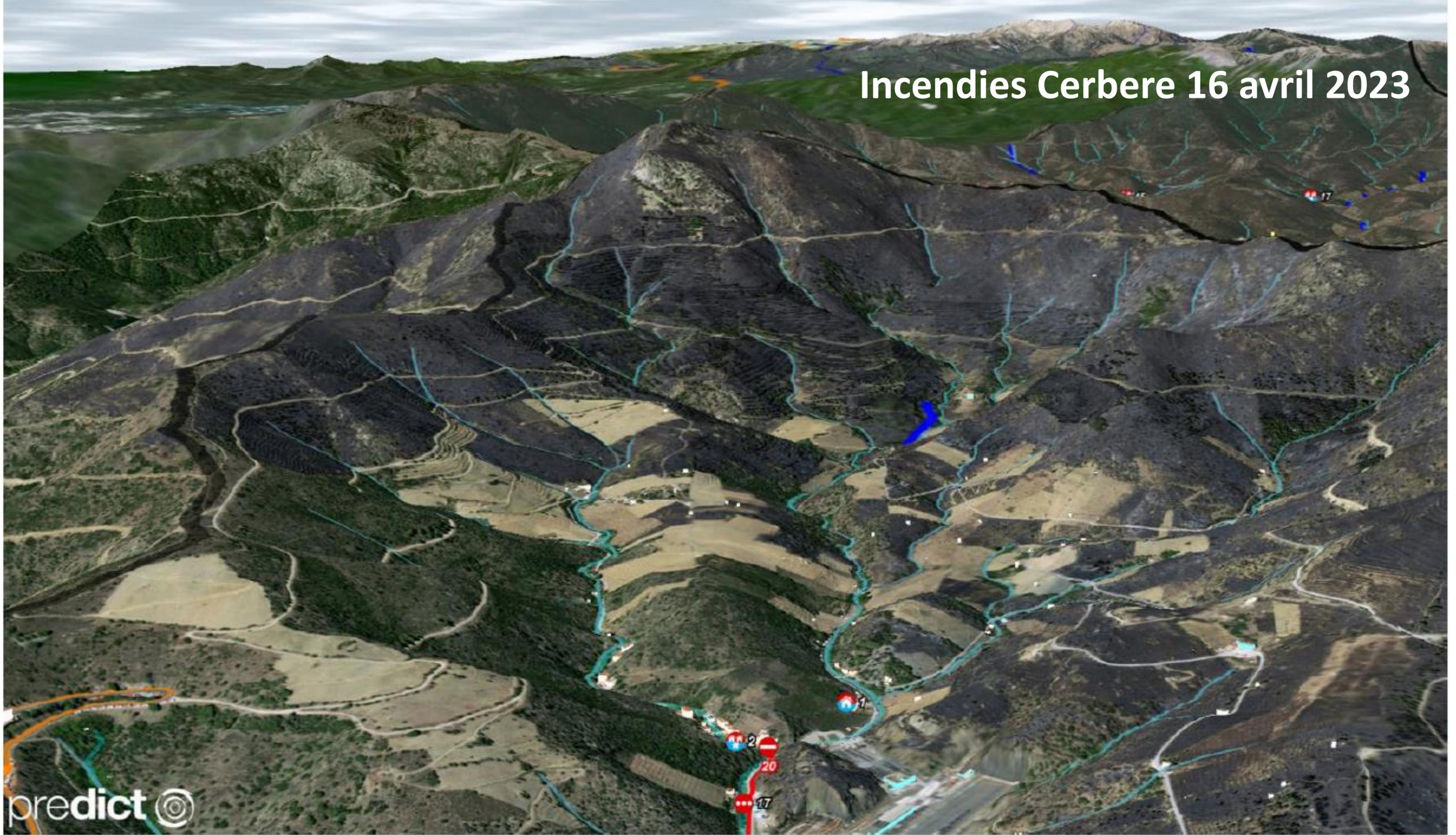


- ✓ Generation of accurate and timely warnings depending on the level of risk
- ✓ Deployment of security actions at the local level

Warning dissemination and Action



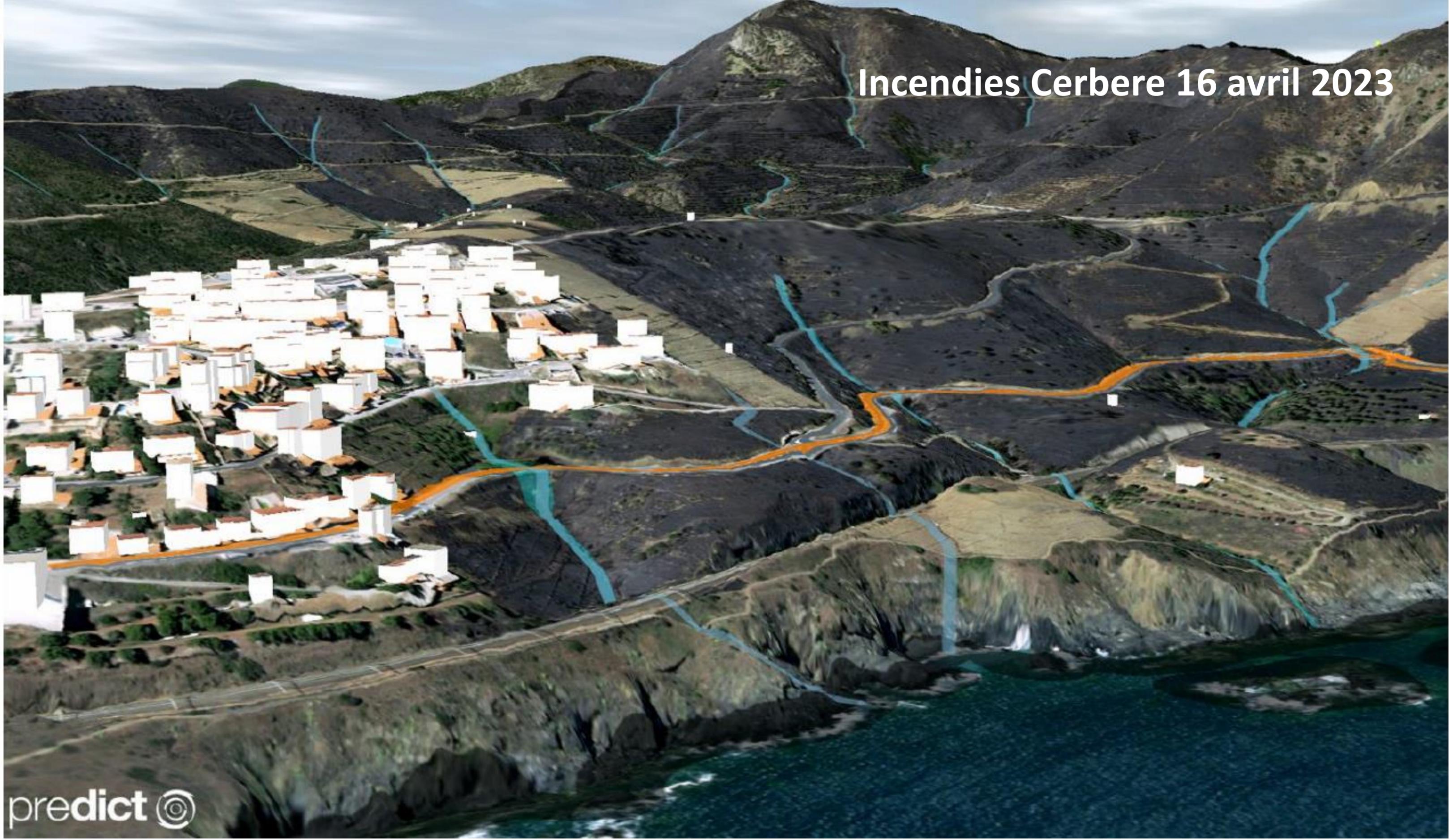
Incendies Cerbere 16 avril 2023



Incendies Cerbere 16 avril 2023



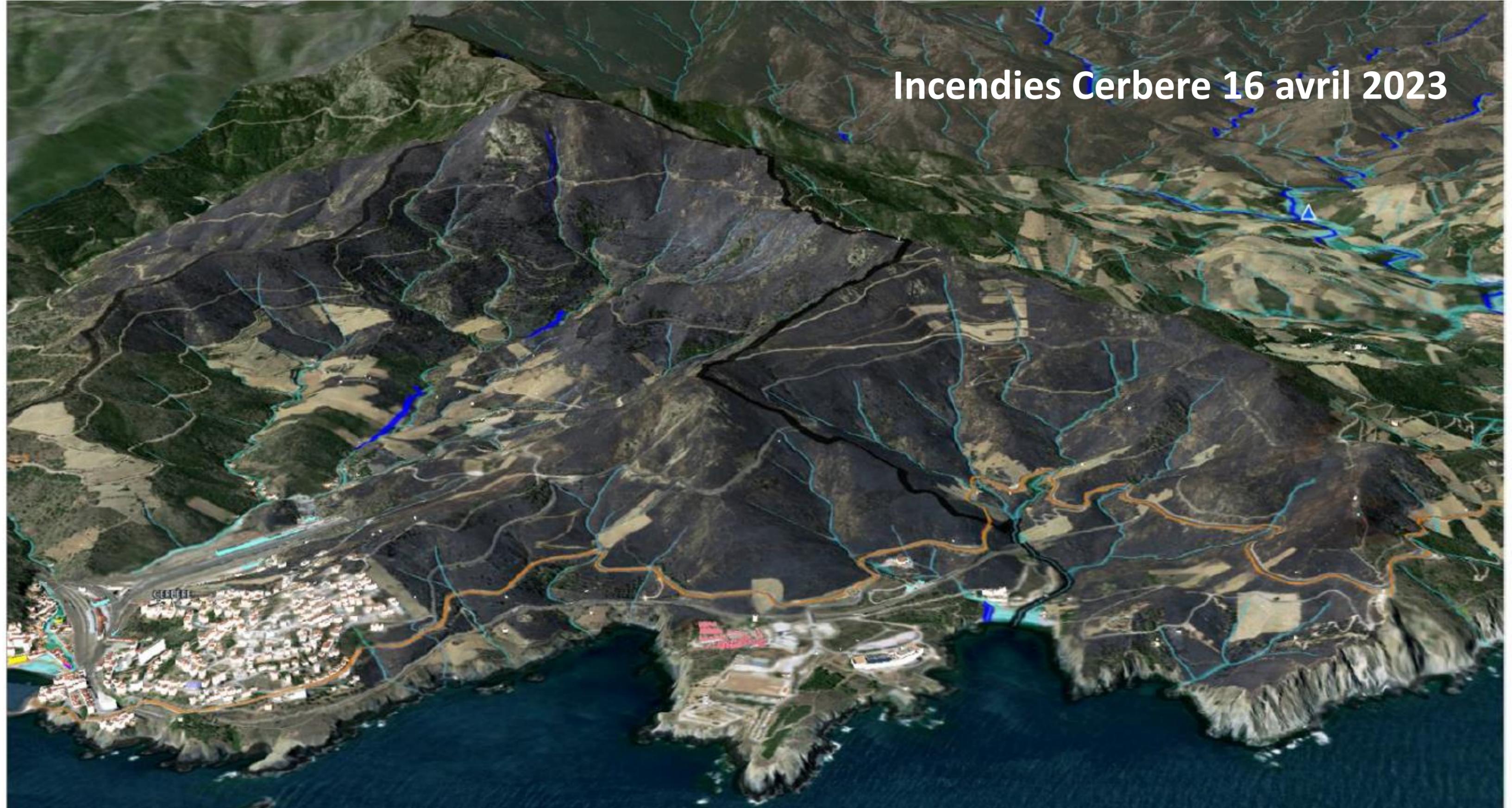
Incendies Cerbere 16 avril 2023



Incendies Cerbere 16 avril 2023



Incendies Cerbere 16 avril 2023



Incendies Cerbere 16 avril 2023

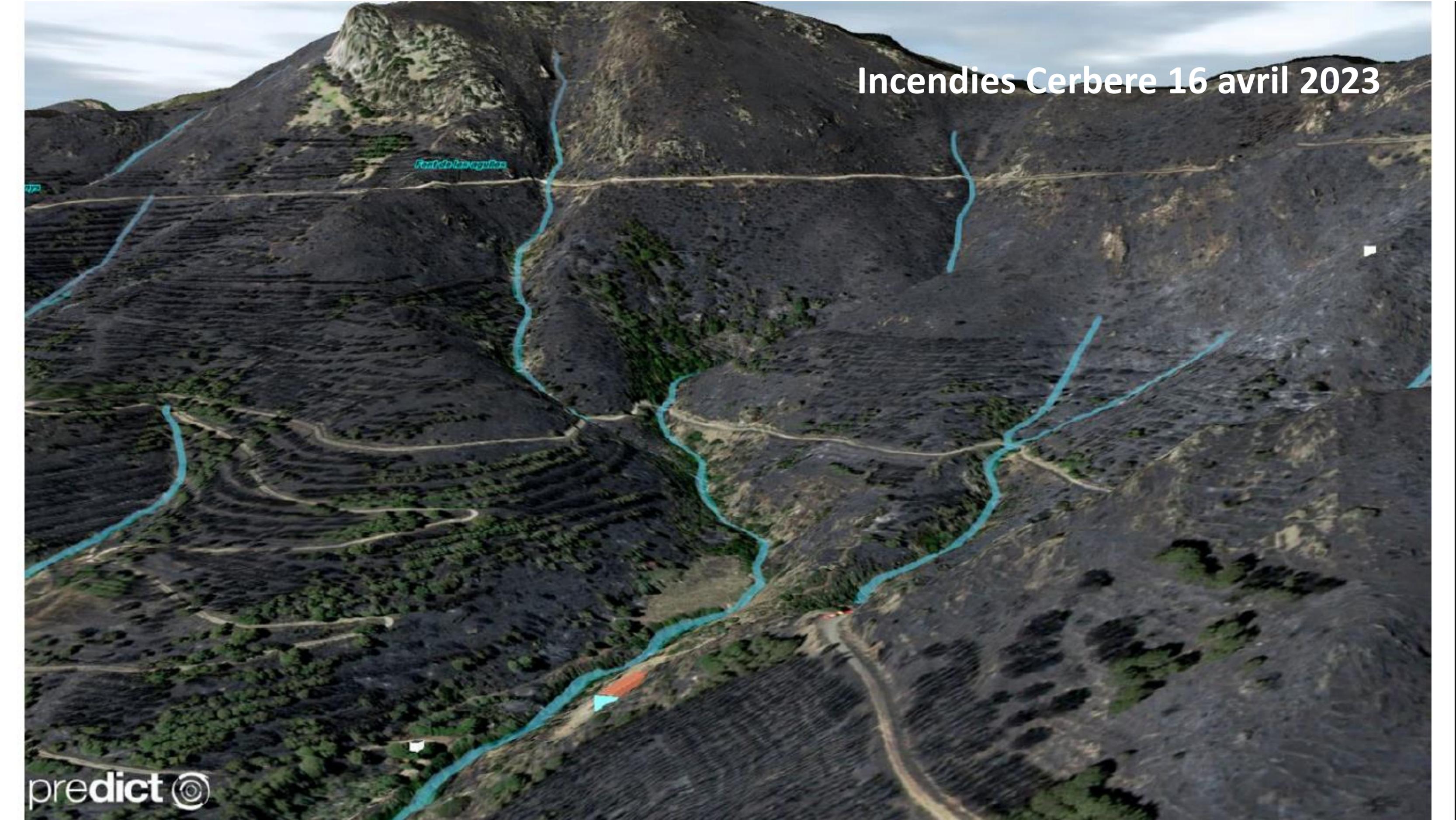


Incendies Cerbere 16 avril 2023



Incendies Cerbere 16 avril 2023

Point de la coupe



Carte des villes et villages les plus impactés dans les provinces d'Al Haouz, Chichaoua et Taroudant

Séisme Maroc 2023



Royaume du Maroc,
ministère de l'Intérieur
DGRN

★ Villes et villages les plus impactés



Perspective : « Service Régional de Cartographe Rapide » (SRCR)

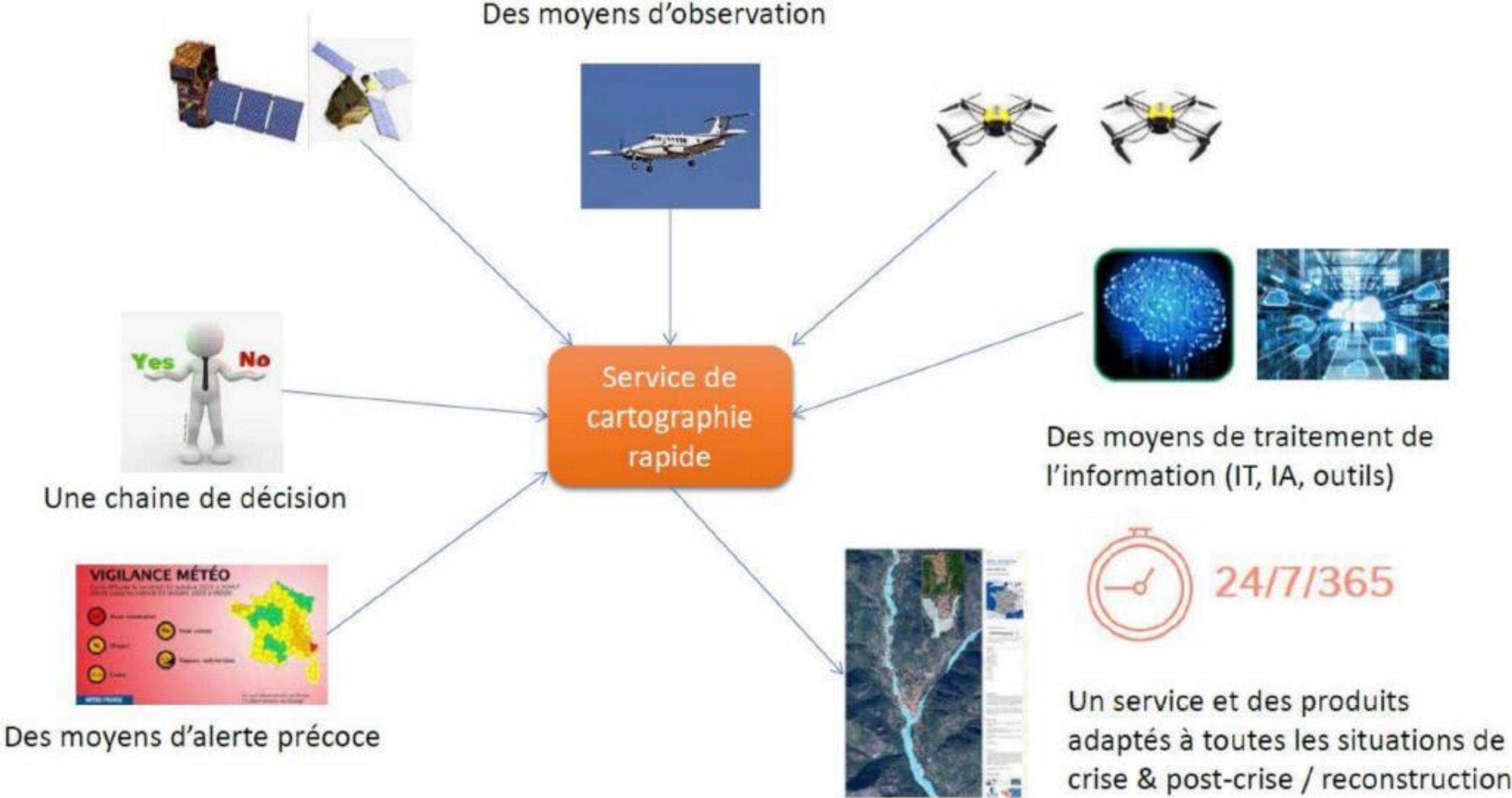


Figure - Concept SRCR

ENVIRO RiSK

thecamp
Aix en Provence

La vision du Service du Haut Fonctionnaire Défense et Sécurité (SHFDS)

Anne-Marie DUVAL

ORGANISE PAR



PARTENAIRES INSTITUTIONNELS



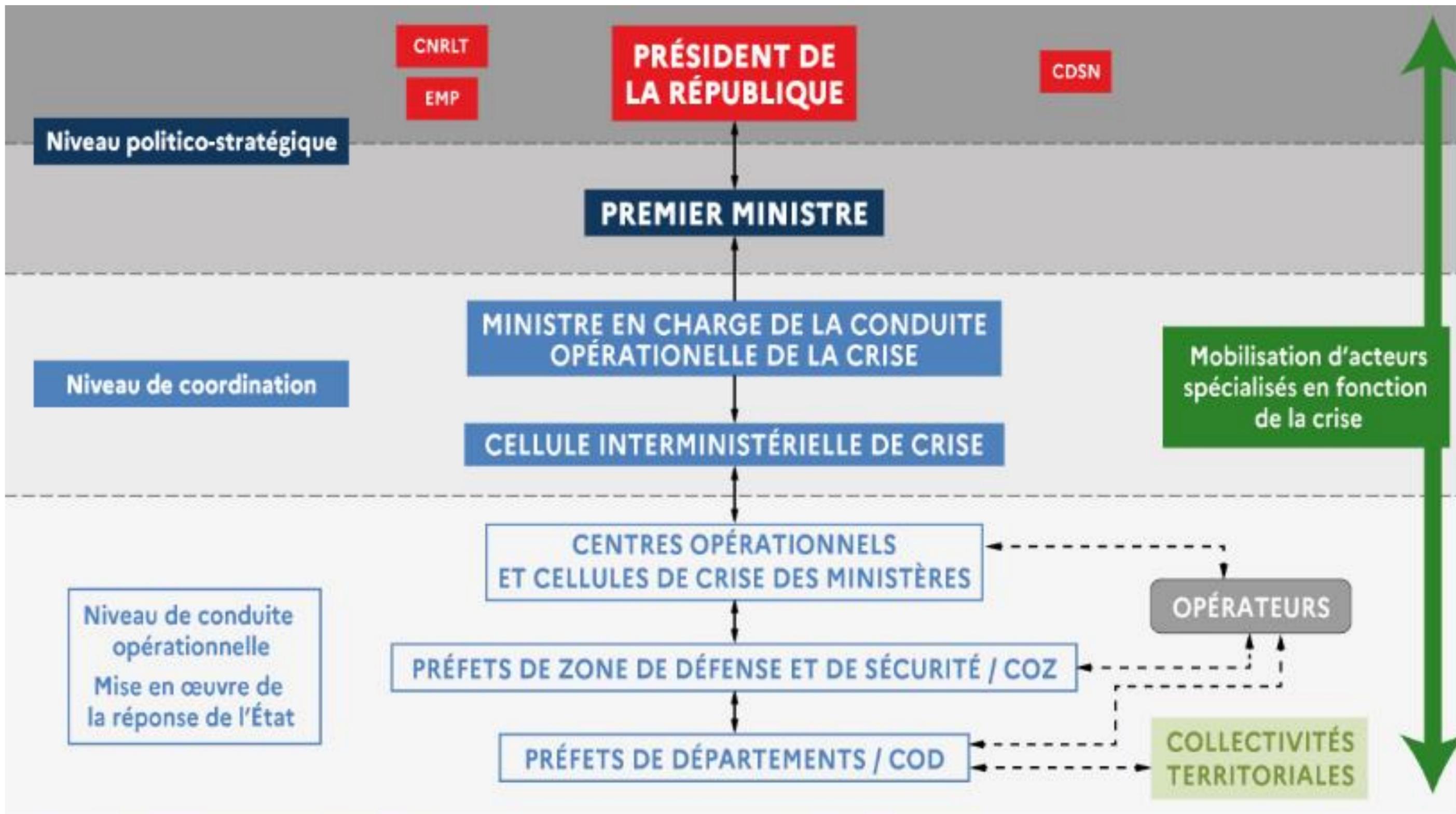
PARTENAIRES



MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE
ET DE LA COHÉSION
DES TERRITOIRES
*Liberté
Égalité
Fraternité*



28 & 29 SEPT 2023



CDSN : conseil de défense et de sécurité nationale

CNRLT : coordonnateur national du renseignement et de la lutte contre le terrorisme

COD : centre opérationnel départemental

COZ : centre opérationnel de zone

EMP : état-major particulier

ANTICIPATION

Analyse initiale

A. Analyse de l'évènement

De quoi s'agit-il ?

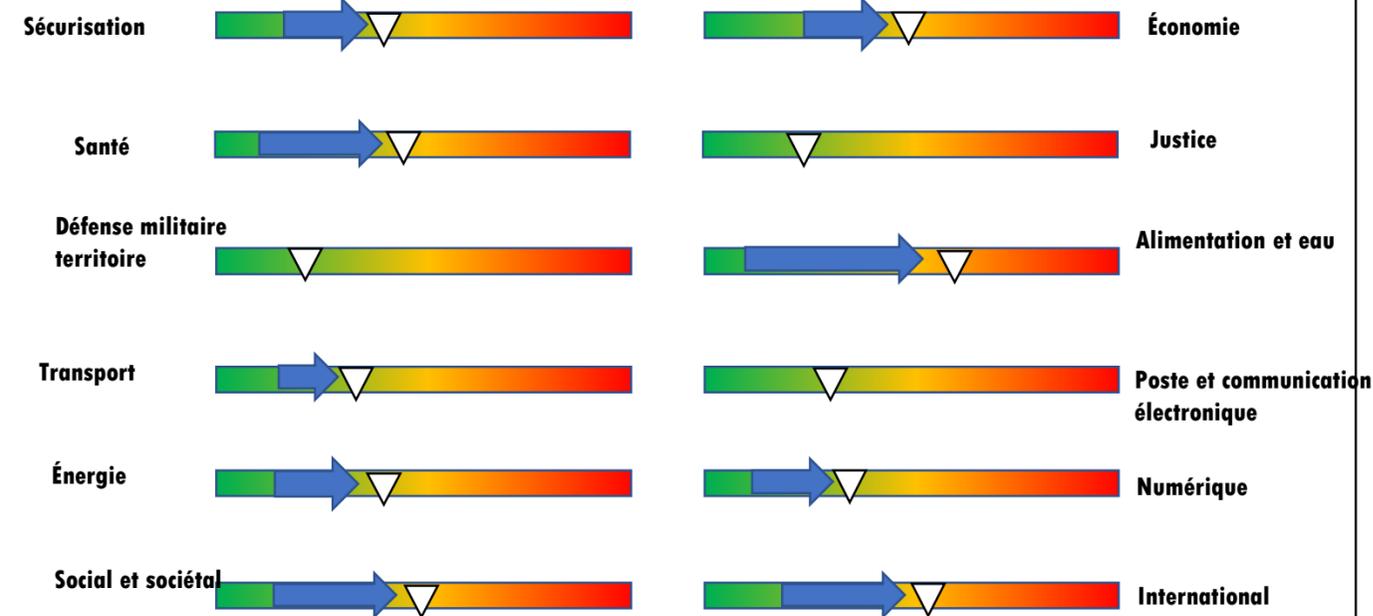
Où cela se passe-t-il?

Selon quelle temporalité?

Qui sont les principaux acteurs impliqués?

B. Analyse des impacts

Quels sont les activités clés affectés par l'évènement?



Quelles sont les capacités (matérielles, immatérielles, RH) essentielles à la résolution de la crise?

C. Cadre préexistant

Y a-t-il un plan dédié ? Est-il adapté?

Certaines situations de référence sont-elles envisageables?

Quels premiers indicateurs permettraient un suivi?

Quel est le cadre juridique de la crise?

Temporalité envisagée :

Enjeux spécifiques de la crise :

Cadre existant :

DONC

CONCLUSIONS :

Stratégie de sécurité proposée :

Éventuelles premières mesures en réaction :

ENVIRO RiSK

Travail collaboratif

ORGANISE PAR



PARTENAIRES INSTITUTIONNELS



PARTENAIRES



thecamp
Aix en Provence



28 & 29 SEPT 2023

Problématiques des sessions de travail à la table

1. Comment assurer un continuum d'informations fiables et adaptées tout au long de la gestion de crise ?

Romain Gitenet, Hélène de Boissezon / Aurélien Sacotte

2. Comment traite-t-on l'incertitude dans les différentes sphères du cycle du risque ?

François Pimont, Samuel Auclair

3. Comment traite-t-on les informations contradictoires, ou paraissant contradictoires (sous l'angle descente d'échelles temporelles et spatiales) ?

Olivier Payrastre, Jean-Philippe Malet

4. Quel partage d'information en amont et pendant la crise ? quand ? pour qui ?

Alix Roumagnac, Anne-Marie Duval

ENVIRO RiSK

RESTITUTION DES TRAVAUX

thecamp
Aix en Provence



28 & 29 SEPT 2023

ORGANISE PAR



PARTENAIRES INSTITUTIONNELS



PARTENAIRES



ENVIRO RISK

MERCI A TOUS !

thecamp
Aix en Provence



28 & 29 SEPT 2023

ORGANISE PAR



PARTENAIRES INSTITUTIONNELS



PARTENAIRES

