



ALERTE ET GESTION DES CRUES ÉCLAIRS SUR LES PETITS BASSINS VERSANTS URBAINS

**Utilisation du radar HYDRIX et de la plateforme RAINPOL
sur la commune d'ANTIBES JUAN-LES-PINS**

**European Local Authorities
Rencontres de VITRY-SUR-SEINE
23 octobre 2013**



LE PROJET CRISTAL

Projet CRISTAL : mené dans le cadre du programme Interreg ALCOTRA (2007 – 2013) financé par l'Union Européenne

Dans la suite du projet FRAMEA (2004-2007) qui avait installé 2 radars de technologie bande X (dont « HYDRIX » qui couvre le département des Alpes-Maritimes), avec pour objectif le développement d'applications opérationnelles dans le domaine de la prévision et de la gestion des crises hydrométéorologiques.

Partenaires :

Italie : Région ARPA Piemonte

France : CEMAGREF (IRSTEA)

Conseil Général des Alpes-Maritimes

La commune d'ANTIBES a été retenue pour expérimenter cet outil dans un contexte de gestion de crues torrentielles urbaines



SOMMAIRE

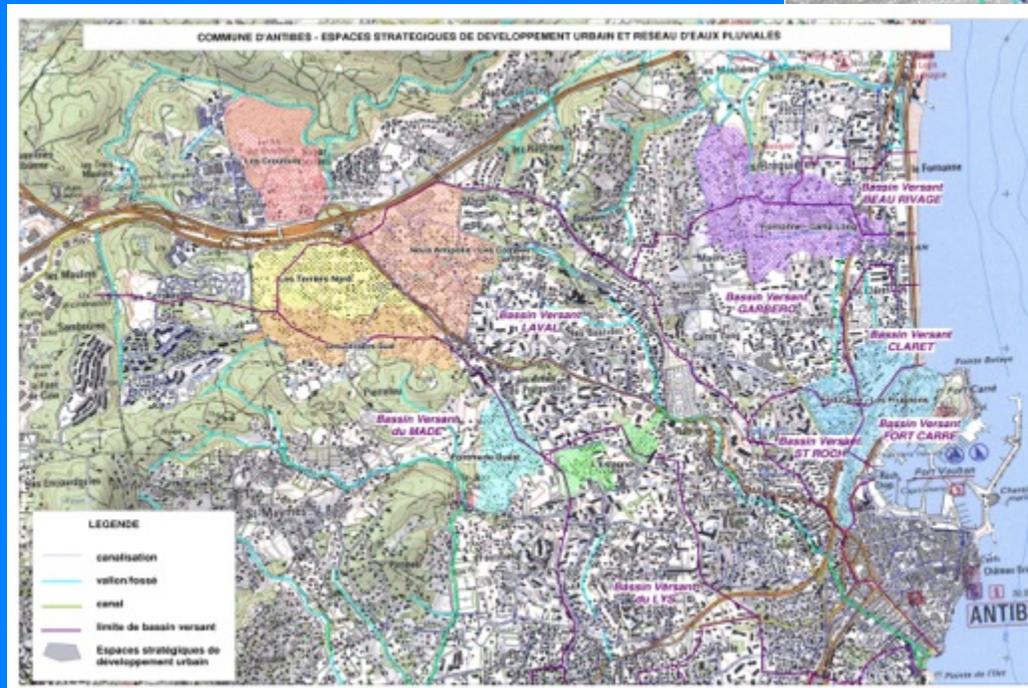
1. LES RISQUES D'INONDATION SUR LA COMMUNE D'ANTIBES
2. LE DISPOSITIF D'ALERTE ET DE GESTION DE CRISE
3. OBJECTIFS ET CARACTERISTIQUES DE L'OUTIL RAINPOL
4. RETOURS D'EXPERIENCE
5. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

1. LES RISQUES D'INONDATION SUR LA COMMUNE D'ANTIBES

UNE URBANISATION DENSE

Un territoire très peuplé (2860 hab/km²)
et une urbanisation qui se poursuit à un
rythme soutenu (+ 11 000 habitants à
l'horizon 2025)

Des réseaux pluviaux développés (160 km
de canalisations et 40 km de fossés
entretenus par la ville), mais avec des sous-
dimensionnements notables

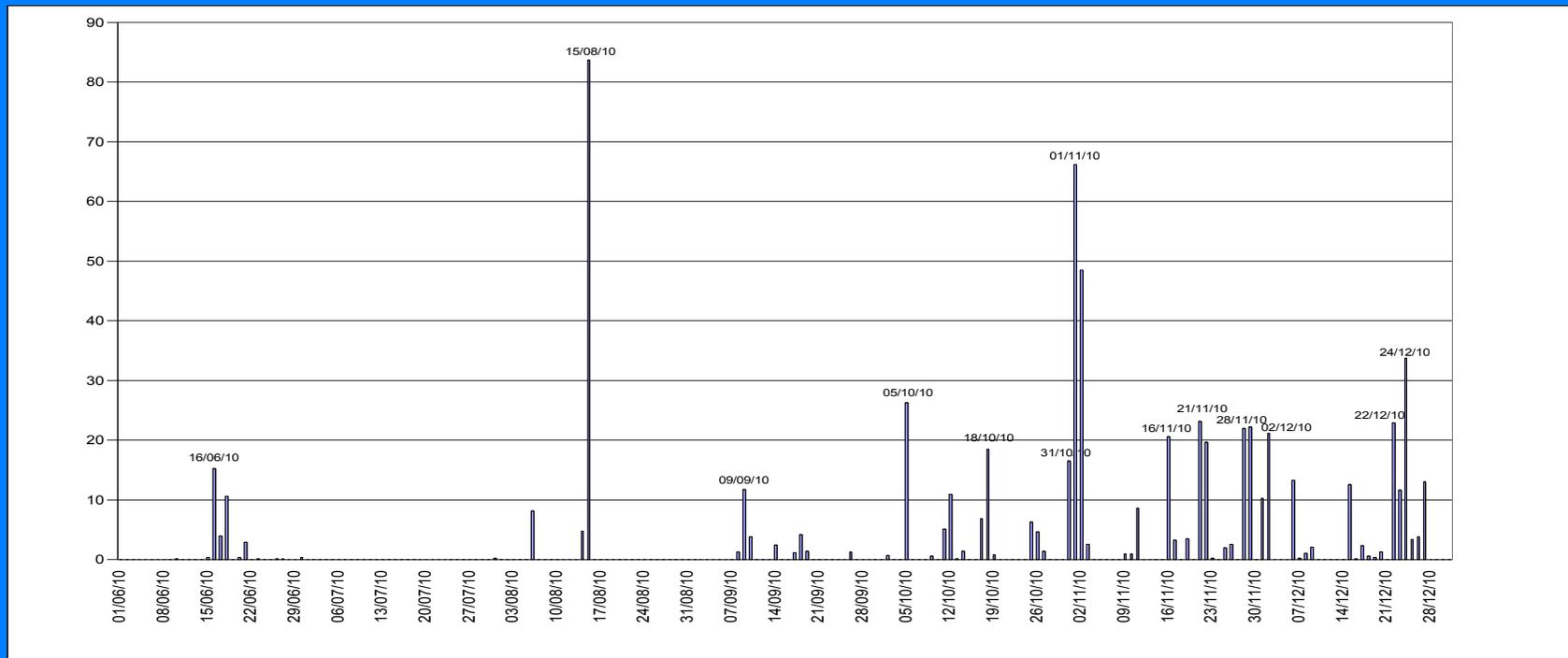


L'obligation de compenser
les imperméabilisations nouvelles
a été instaurée au début des
années 90

DES ORAGES BREFS MAIS TRES INTENSES

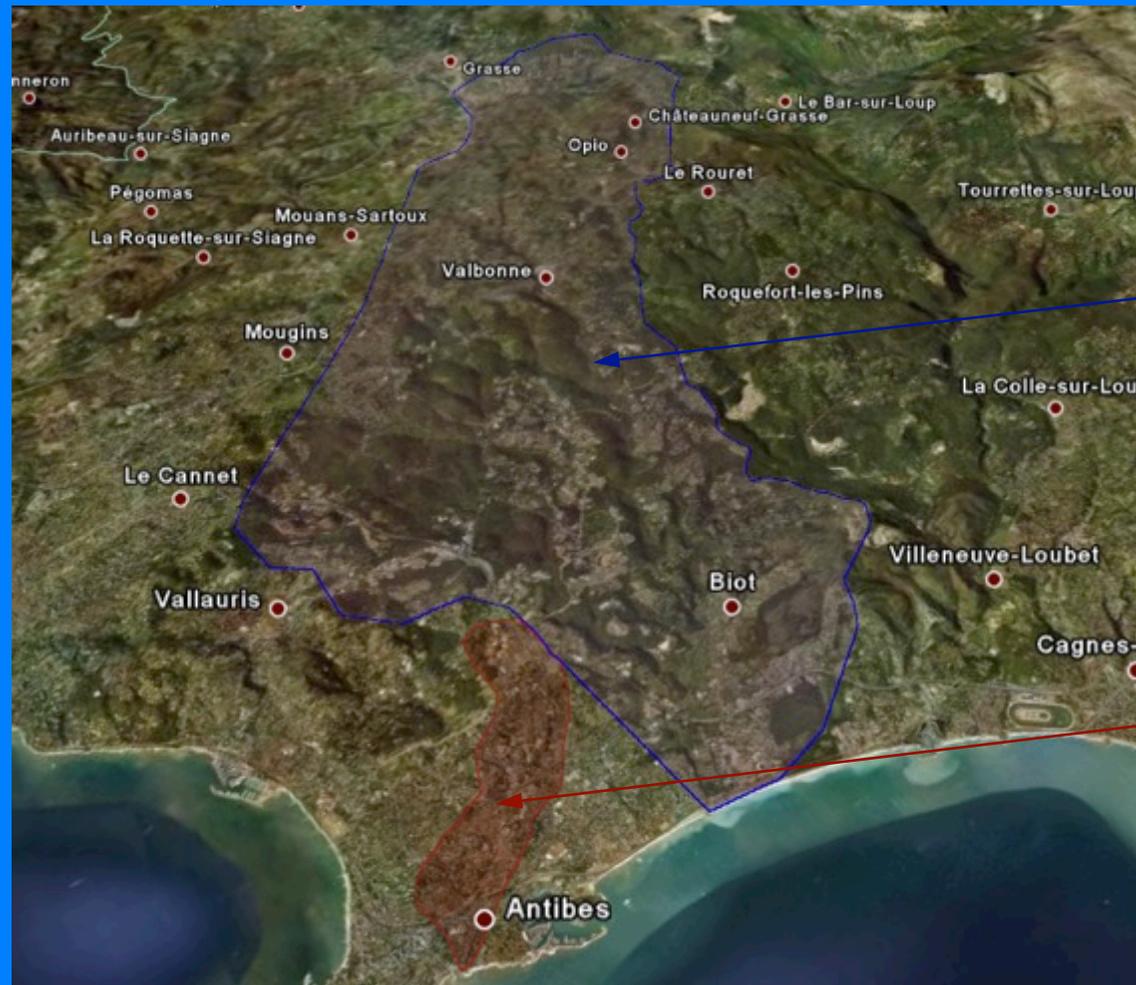
- 218 mm le 13 octobre 1973
- 198 mm en octobre 1987 (dont 45 mm en 45')
- 134 mm le 5 octobre 1993 (dont 63 mm en 30') + 103 mm le 7 octobre 1993
- 105 mm le 24 décembre 1996 (dont 58 mm en 1h)

En 2010 (début de l'expérimentation) :



Des bassins versants urbains de petites tailles (quelques km²), très imperméabilisés et réactifs, au régime torrentiel (exemple du vallon du Laval) : **ruissellements massifs et crues éclair**

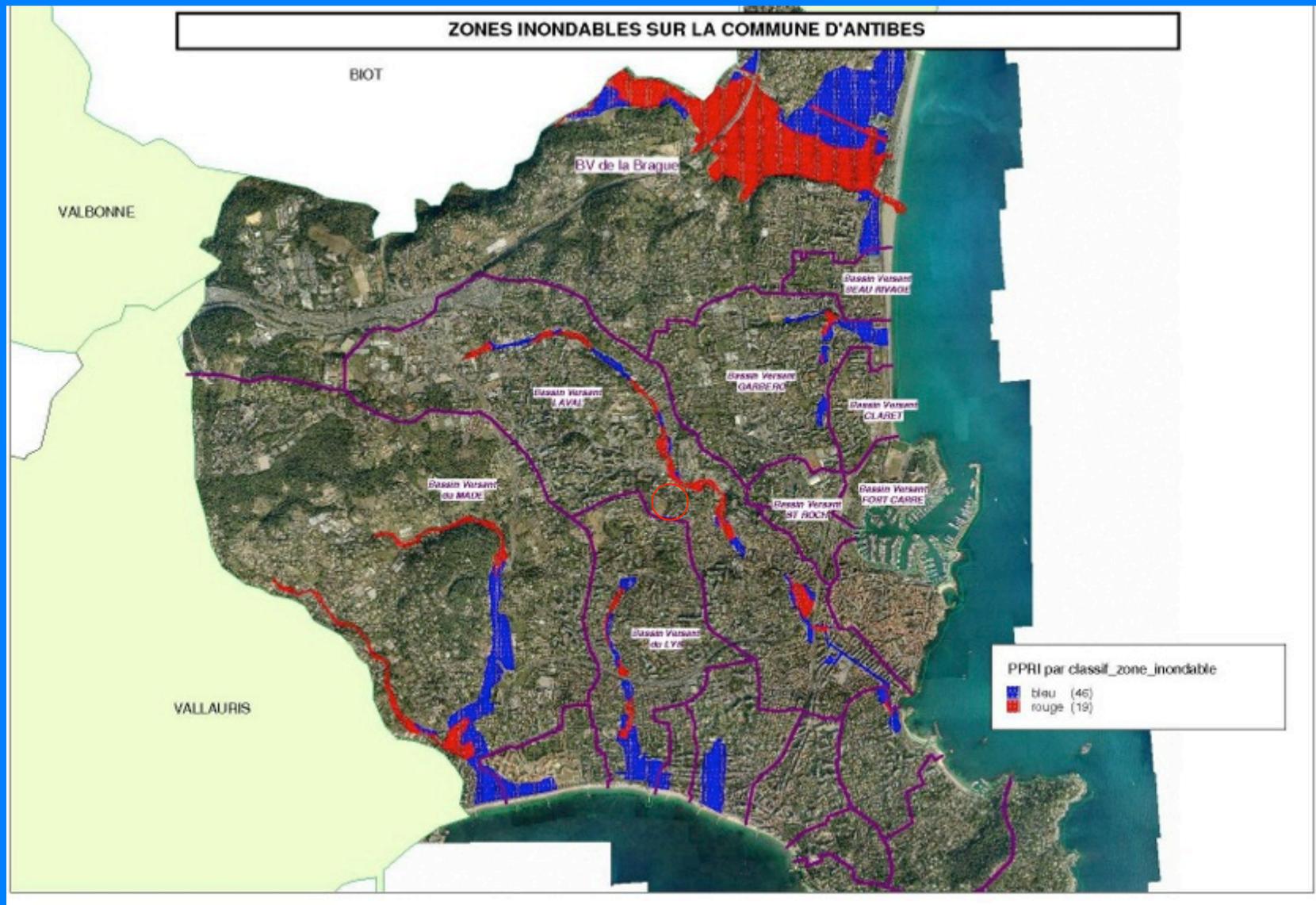
Un petit fleuve côtier, la Brague, avec des vastes zones inondables occupées par des campings et aires de loisirs : **crues de plaine**



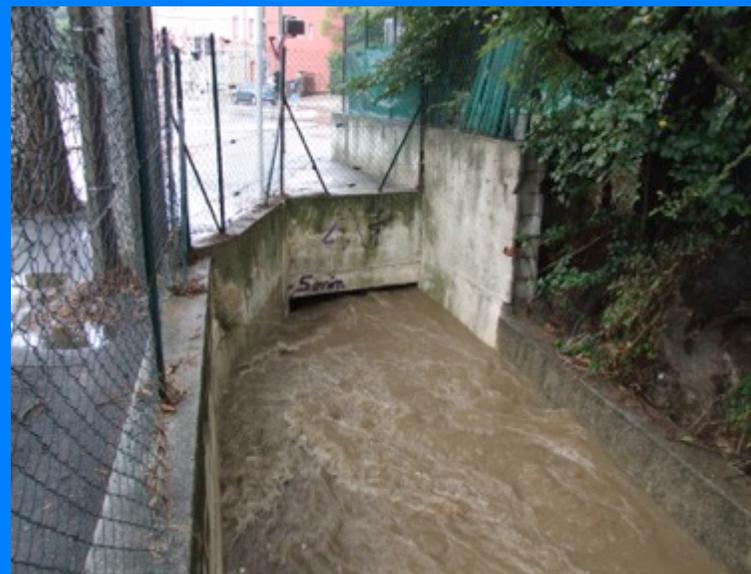
BV de la Brague :
superficie : 70 km²
Longueur : 21 km
Temps de concentration :
de 2 à 3 h

BV Vallon du Laval
superficie : 4 km²
longueur : 4,8 km
Temps de concentration :
de 30 à 45 min

PLAN DE PREVENTION DES RISQUES D'INONDATION (approuvé en 1998)



RUISSELLEMENTS MASSIFS, DEVERSEMENTS ET DEBORDEMENTS, MISES EN CHARGE DES RESEAUX COUVERTS



Inondations du 15 novembre 2010 : les routes se transforment en torrents



2. LE DISPOSITIF D'ALERTE ET DE GESTION DE CRISE

La commune d'Antibes est très vulnérable vis-à-vis des phénomènes orageux brefs mais intenses qui génèrent des crues « éclair » sur les petits bassins versants urbains, et exposent de nombreuses personnes. Ces phénomènes peuvent survenir sans signe avant coureur.

La commune ne bénéficie d'aucun système de surveillance hydrologique de l'Etat, le maire assure seul la gestion de crise dans le cadre de ses devoirs en matière de sécurité.

Le PCS « inondation » a été mis en place à partir de 1997 par le service de Protection Civile, centre opérationnel de gestion de crise.

Il repose sur une chaîne de renseignement et de décision très courte autour d'un coordonnateur (RAC), et mobilise les moyens généraux des services ainsi que des outils spécifiques.

Il repose aussi sur :

- une solide connaissance du terrain, du fonctionnement hydraulique et des points noirs,
- des alertes basées sur la pluie pour les petits BV urbains, et sur l'observation des montées d'eau sur la Brague, transmises **en temps réel**.

Le risque «inondation» étant le plus fréquent sur Antibes, le dispositif de gestion de crise est déclenché plusieurs fois par an.

PROCEDURE

Avant l'évènement pluvieux : veille météorologique, consultation prévisions locales, **mise en place du dispositif préventif de terrain**, réception des bulletins Météo France relayés par la Préfecture

Si état de vigilance « orange" Météo France : diffusion d'un message d'alerte aux habitants des zones inondables via un service d'appels téléphoniques en masse

Pendant l'évènement pluvieux : suivi hydrométrique en temps réel via le réseau de capteurs (2 pluviographes en liaison GSM et 1 limnigraphe, consultation directe ou réception de SMS d'alerte sur dépassement de seuils); possibilité d'utiliser les caméras de vidéosurveillance de la police municipale

Activation des services municipaux opérationnels (eaux pluviales, police municipale, assainissement, signalisation routière, propreté de la ville, ...) et positionnement équipes

Lorsque les ruissellements ou débordements deviennent dangereux : activation des panneaux lumineux « alerte inondation » sur zones à risques et **fermeture de voies** (barrières)

Suivant l'ampleur de l'inondation, **préparation à l'évacuation, puis évacuation et activation du plan d'hébergement communal** (campings Brague notamment)

*La nature des crues impose une réactivité très importante : les services disposent d'environ **15 minutes** entre l'alerte et l'arrivée de la crue sur les points sensibles en zone urbaine, et **d'environ 1h30** sur le bassin plus étendu et « naturel » de la Brague.*

3. OBJECTIFS ET CARACTERISTIQUES DE L'OUTIL RAINPOL POUR LA VILLE D'ANTIBES

OBJECTIFS DE L'OUTIL RAINPOL POUR LA VILLE D'ANTIBES

Utiliser les données du radar HYDRIX et de la plateforme RAINPOL pour optimiser la gestion de crise «inondation» en milieu urbain, par :

- Anticipation de l'arrivée des cellules orageuses pour le déclenchement des opérations de sécurisation sur le terrain (fermeture de routes, évacuations, ...). **Cette anticipation est l'enjeu majeur aujourd'hui pour améliorer la gestion de crise**
- Suivi en temps réel du déplacement des cellules orageuses menaçantes
- Analyse des évènements pluvieux : intensités, localisation des cellules, cumuls de pluie, ...
- Aide à la mobilisation, à une meilleure répartition des moyens, et aux désengagements des agents de terrain
- Amélioration de l'utilisation du système d'appels téléphoniques en masse, aujourd'hui déclenché sur vigilance « orange » de Météo France

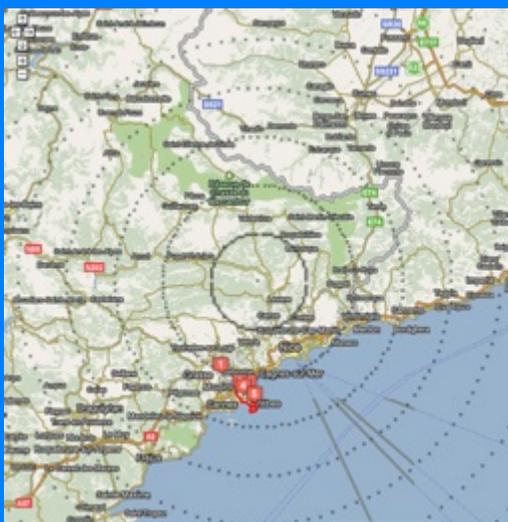
LE RADAR HYDRIX

- Rayon d'action : environ 60 km
- **Distance à Antibes : 35 km**
couverture adaptée, bonne qualité du signal
- Fréquence de mise à jour : 5 min

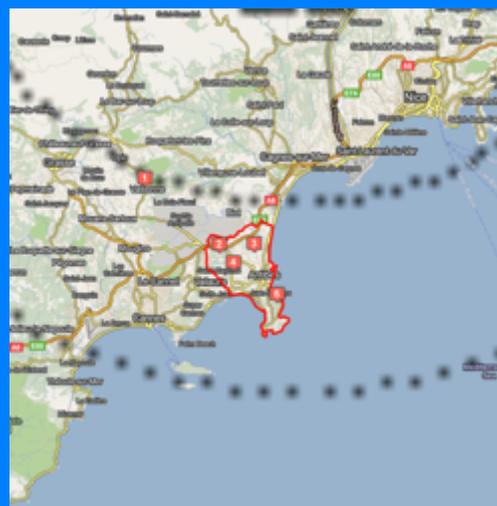


LA PLATEFORME RAINPOL

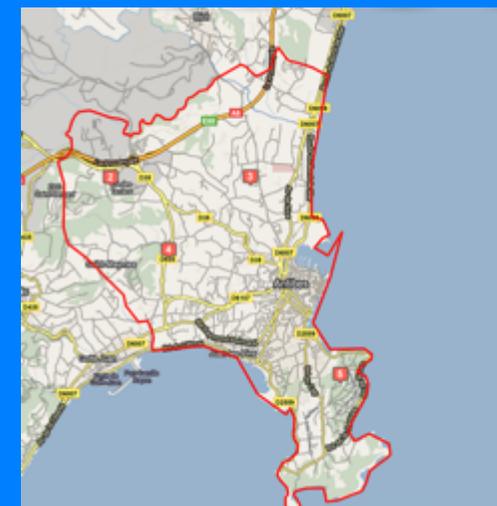
- 3 cartes, de l'échelle régionale à la commune d'Antibes avec des précisions différentes
- Anticipation proposée d'environ 1h30 (fiabilité variable suivant la nature de l'orage)



Couverture complète du radar Hydrix
(département des Alpes-Maritimes et mer)
Précision de 5 km

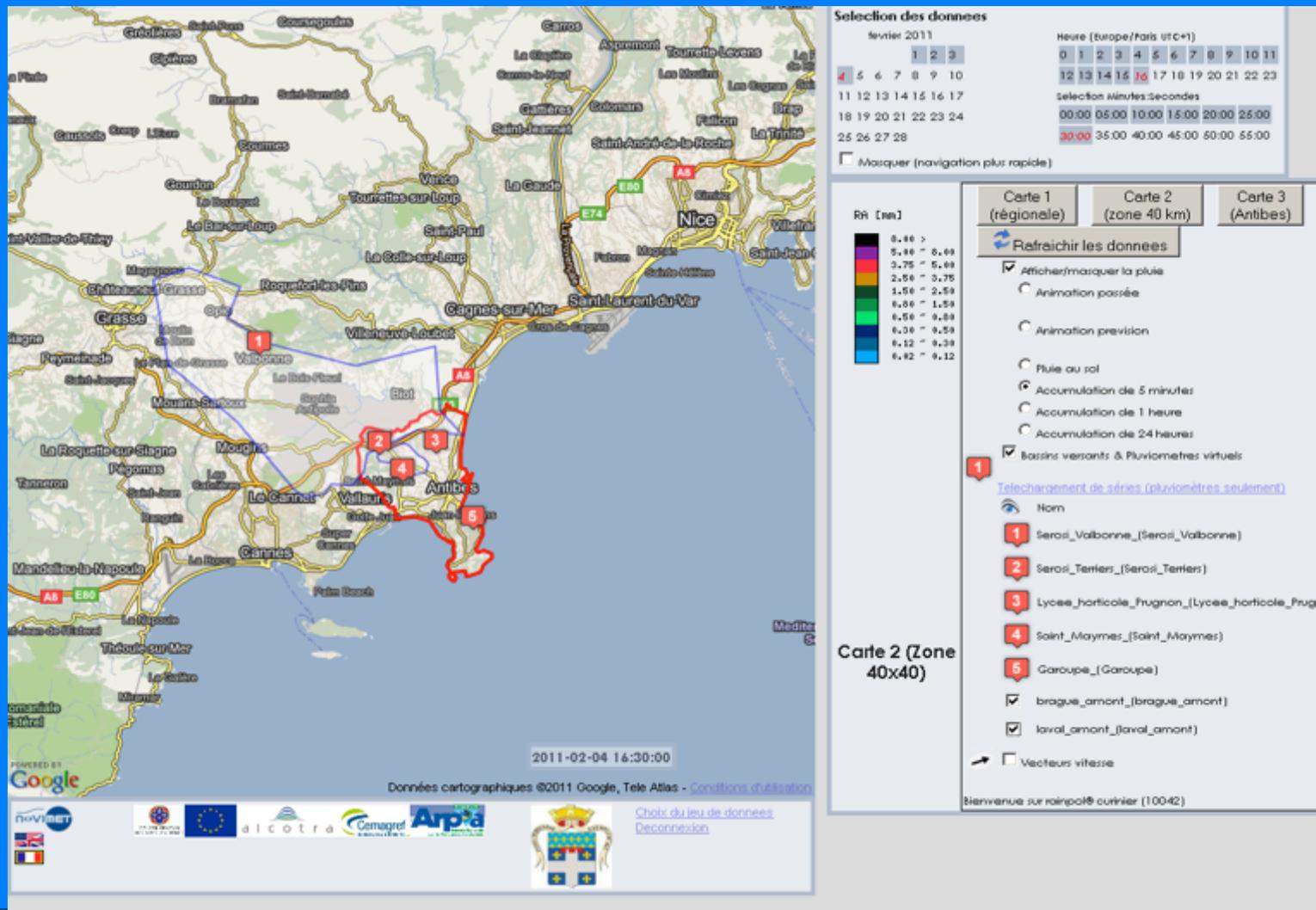


Carte de 40 km x 40 km
Précision de 1 km



Commune d'Antibes
Précision de 500 m pour les calculs

- 4 visualisations possibles de l'évènement pluvieux en cours : pluie au sol - cumuls 5' / 1h / 24h
- Cartographie couleur des cellules pluvieuses et de leur intensité avec une précision de 1 km à 500 m
- 2 animations possibles : passée / prévision
- Vitesse et direction de déplacement des cellules pluvieuses



DEMANDES SPECIFIQUES D'ANTIBES

Simplicité d'utilisation (convivialité, unité de temps local, ...)

Interface Internet, transmission d'alertes par SMS et e-mails, accès 24h/24h

5 pluviomètres virtuels :

- (1) Valbonne (Brague)
- (2) Terriers (Laval)
- (3) St Jean (Madé)
- (4) Garoupe (Cap)
- (5) Lycée horticole (Garbéro)

2 bassins versants « virtuels » : Brague et Laval

Seuils d'alerte sur les 5 pluviomètres virtuels :

- En début d'expérimentation : cumuls de pluie sur durées prédéfinies
(fonction des temps de réaction des bassins versants)
- En fin d'expérimentation : intensités instantanées pour les petits BV urbains

4. RETOURS D'EXPERIENCE

EVENEMENTS PLUVIEUX ILLUSTRANT LA PHASE D'EXPERIMENTATION (2010 – 2011)

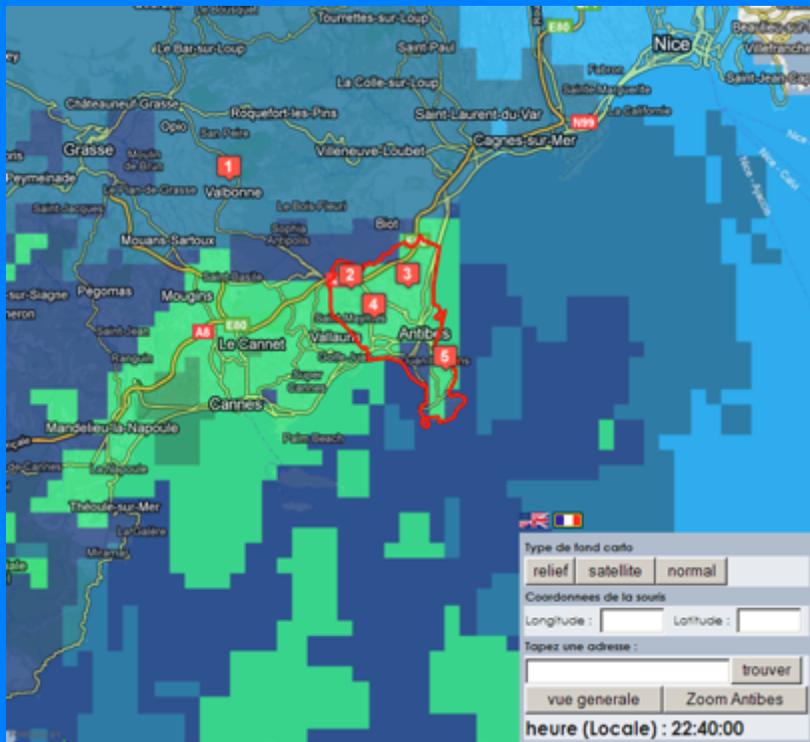
- ◆ 15 juin 2010 : vigilance orange (*), pas d'alertes Rainpol
- ◆ 17 juin 2010 : pas de vigilance orange, alertes Rainpol
- ◆ 14 août 2010 : pas de vigilance orange, alertes et suivi Rainpol, orage violent et inondations
- ◆ 30 octobre au 1er novembre 2010 : vigilance orange, alertes et suivi Rainpol, fortes pluies et surveillance Brague
- ◆ 27 juillet 2011 : vigilance orange, alertes et suivi Rainpol, orage violent et inondations

() Vigilance orange déclenchée par METEO France pour l'ensemble du département (alors que les alertes Rainpol portent sur des évènements locaux)*

Evènement du 15 juin 2010

(premier évènement suivi via RAINPOL – vigilance orange Météo France)

Vers 23h, l'intensité de la pluie augmente mais pas de SMS d'alerte



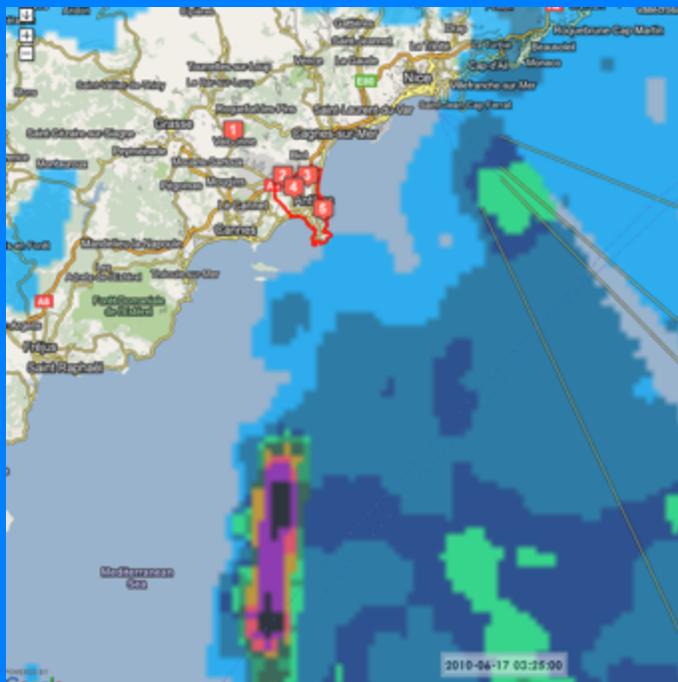
Intensité instantanée (7,6 mm/h sur le BV du Laval à 22h40)

Seuil provoquant l'alerte

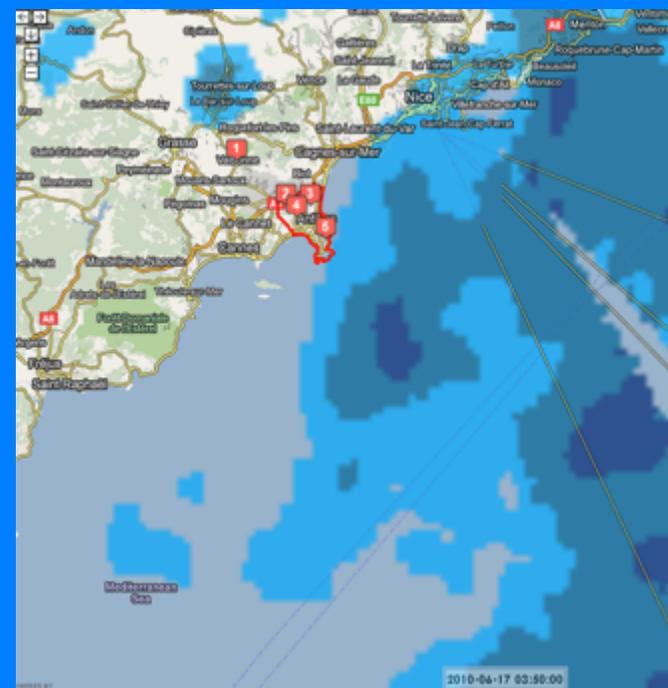
La visualisation des cellules pluvieuses et l'anticipation proposée indiquent que l'orage s'éloigne. Les équipes d'astreinte ne sont pas mobilisées (elles l'auraient été sans cet outil).

Evènement pluvieux du 17 juin 2010

1ère alerte 3h33 : risque d'orage violent sur le pluviographe virtuel de la Garoupe (5)

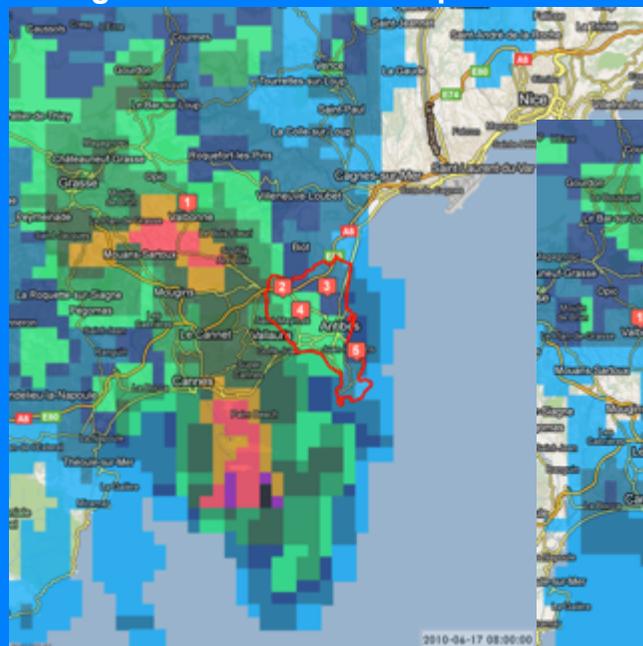


3h50 : la menace est passée

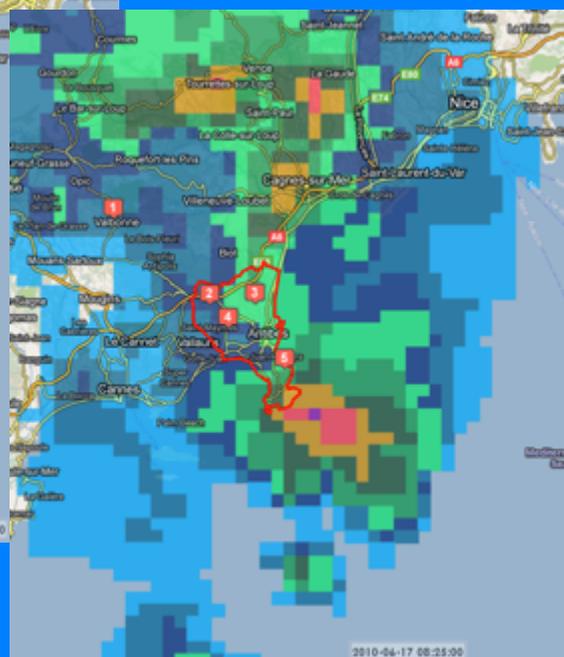


Vigilance du RAC mais pas de mobilisation d'équipes

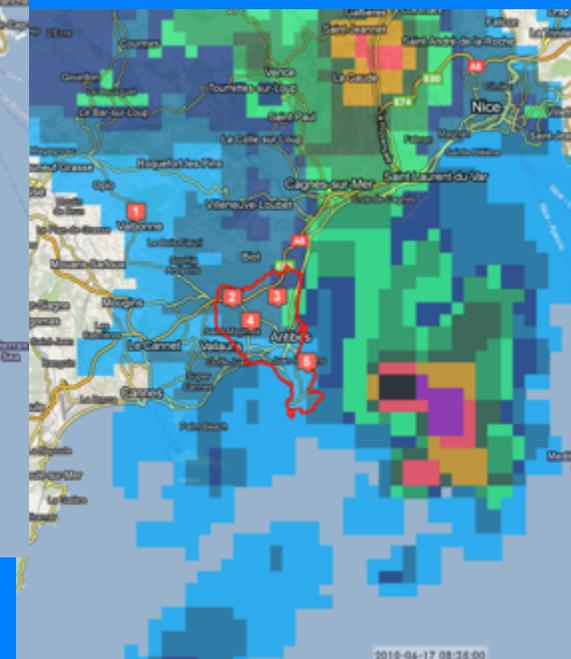
2^{ème} et 3^{ème} alertes - 8h02 et 8h 08 : risque d'orage violent sur tous les pluviomètres



8h25



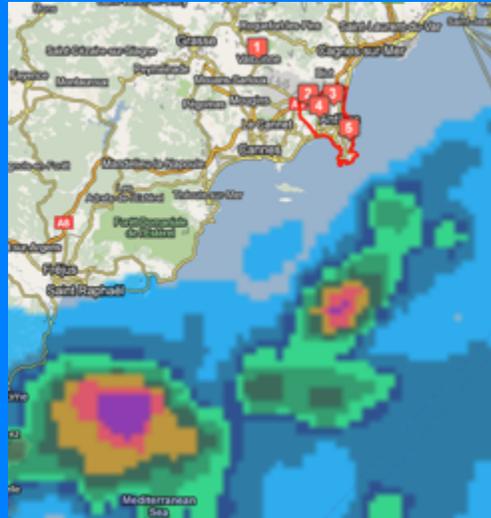
8h35 : la menace est passée sans toucher Antibes



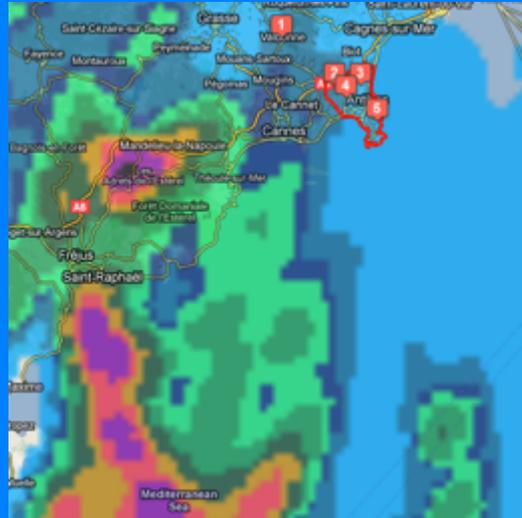
La simulation proposée a permis de montrer que l'orage n'était pas difficile à gérer, mais les cellules pluvieuses sont passées très près d'Antibes, et le dispositif « inondation » a été activé.

Evènement pluvieux du 14 août 2010

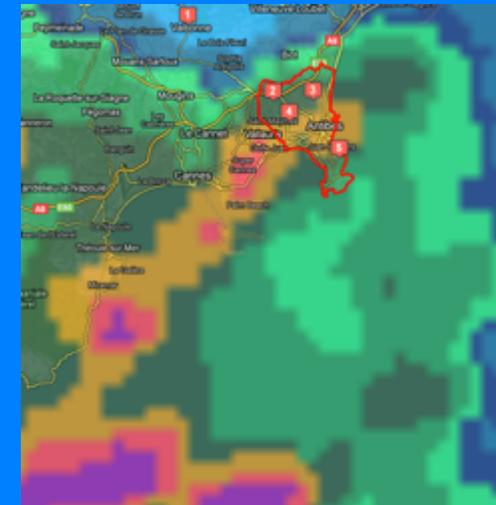
7h08 : 1^{ère} série d'alerte RAINPOL.
Mise en place du dispositif inondation.
Pas de pluie sur Antibes à ce stade



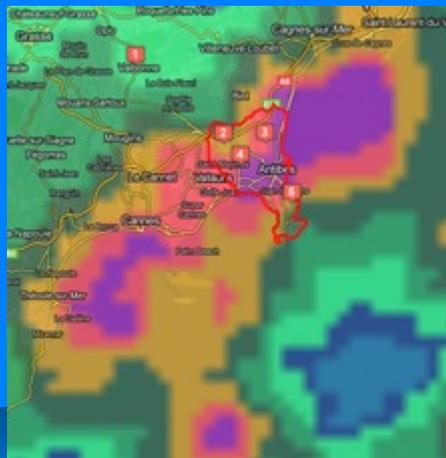
13h50 : cellules pluvieuses menaçantes.
Il pleut sur Antibes



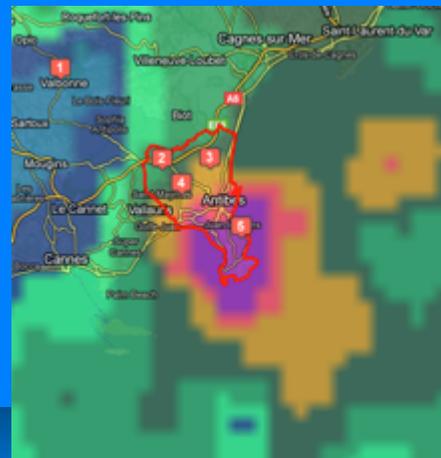
15h04 : 2^{ème} série d'alerte RAINPOL
Début des fortes pluies



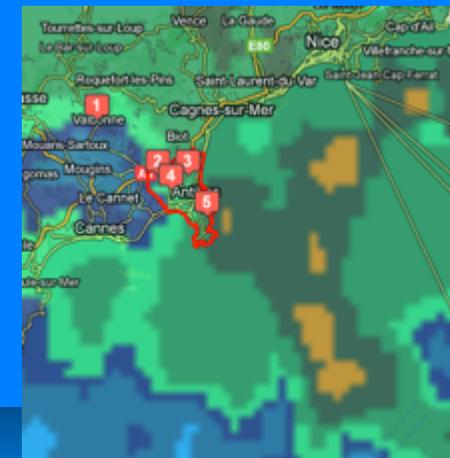
16h05 : intensités > 60 mm/h sur Antibes
Fermeture de la route de Grasse 20' après



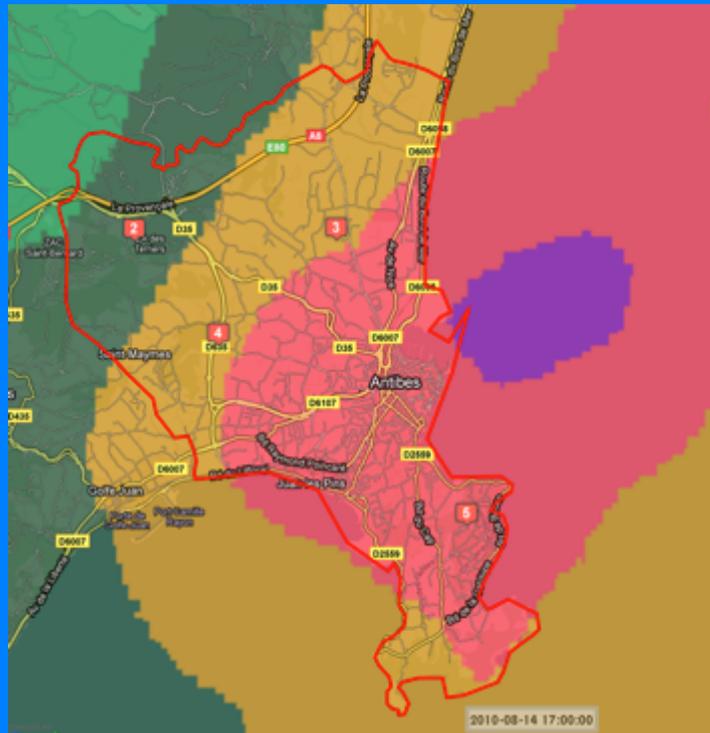
16h35 : d'autres routes sont coupées.
Intensités très fortes sur le Cap



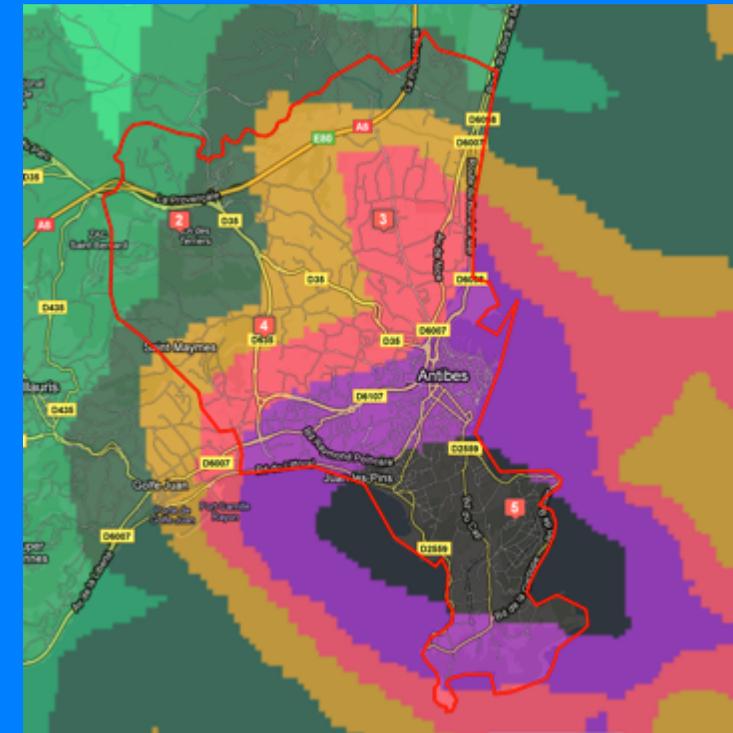
17h00 : fin des pluies intenses sur
Antibes. Réouverture des routes.



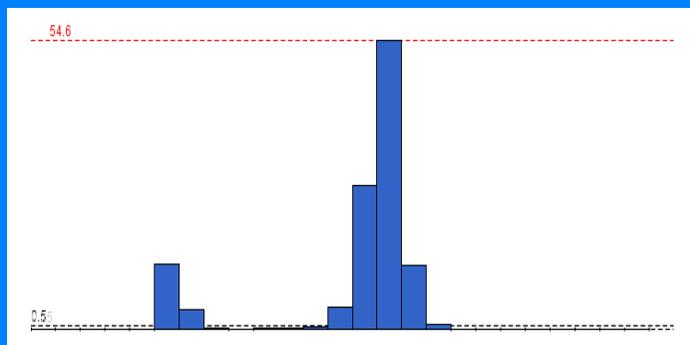
Analyse de l'évènement pluvieux du 14 août 2010 : 98 mm en 6h



cumul 1h (jusqu'à près de 60 mm en 1h)



intensités maxi (jusqu'à 124 mm/h enregistré à la Garoupe)

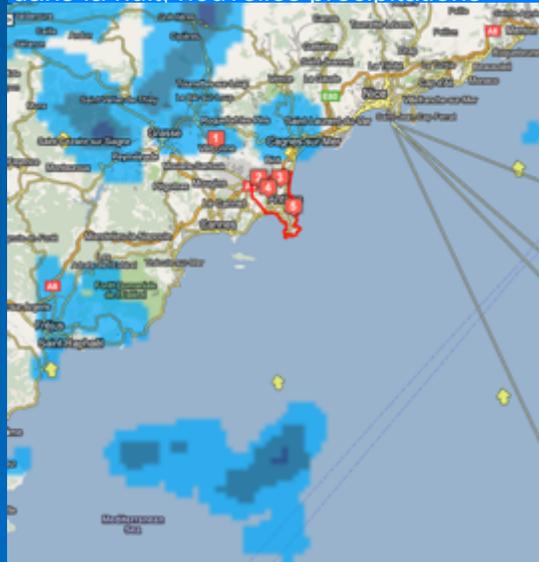


hyetogramme (maxi : 56 mm en 1h à la Garoupe (5))

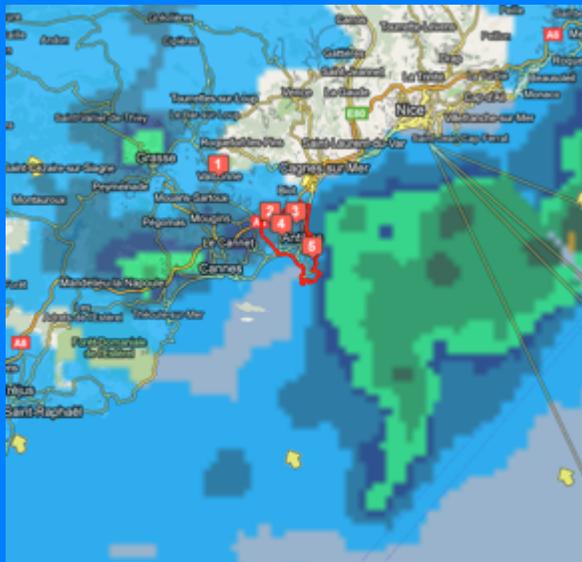
Evènement notable (quasi centennal d'après les courbes IDF de Nice Aéroport), **ayant provoqué de nombreux désordres** (fermeture de routes, inondations, ...), mais qui a heureusement évité les zones les plus vulnérables.

Episode pluvieux du 30 octobre au 1^{er} novembre 2010 (Vigilance orange Météo France)

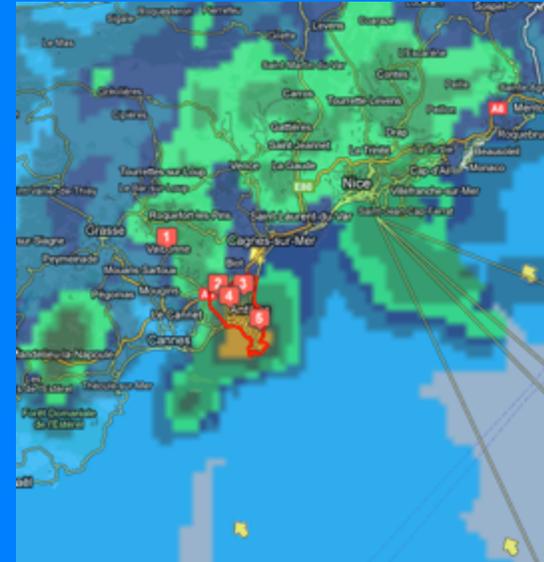
9h30 le 31/10 : après pluies du 30/10 dans la nuit, nouvelles précipitations



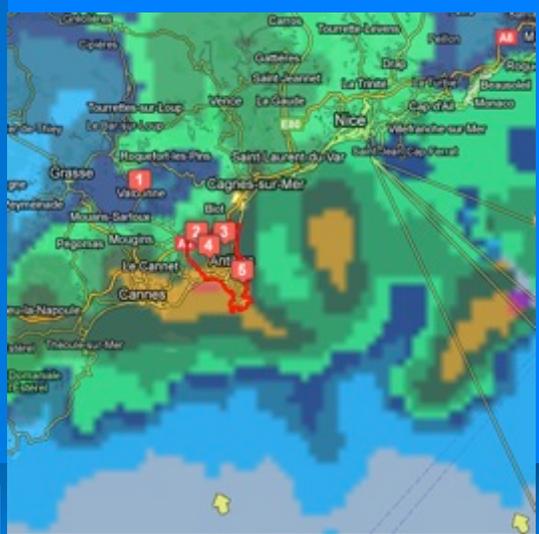
11h00 : cellules pluvieuses menaçantes. Il pleut à Antibes



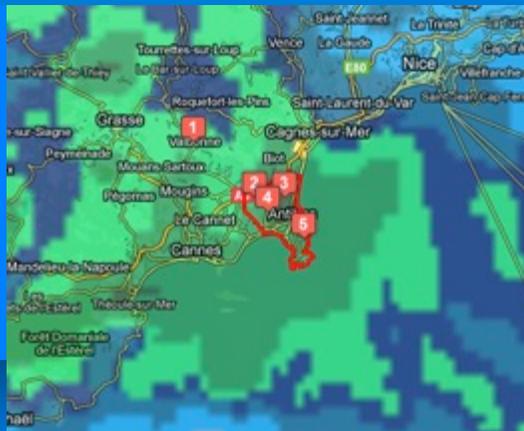
11h40 : intensités fortes sur Antibes. Fermeture de la route de Grasse à 12h



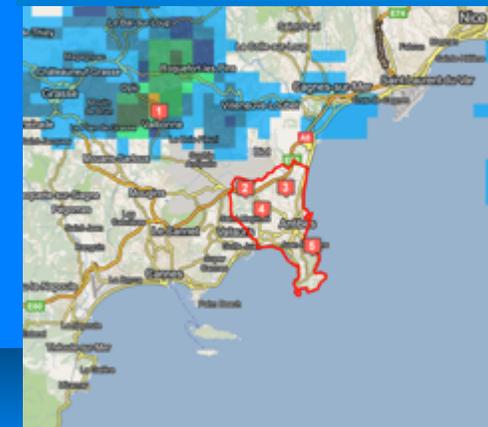
13h15 : 2ème cellule pluvieuse sur Antibes. Fermeture route à 13h30



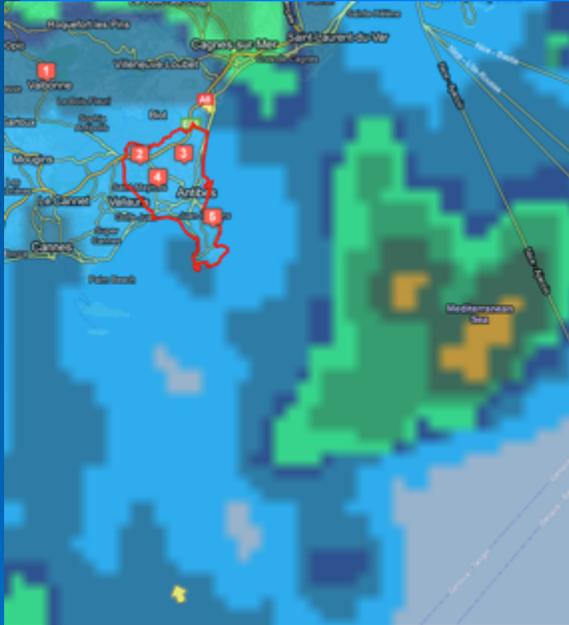
19h15 : la pluie se poursuit sur Antibes et le BV de la Brague. Un tour du secteur Brague est effectué, et le dispositif préalable à l'évacuation de campings est mis en place.



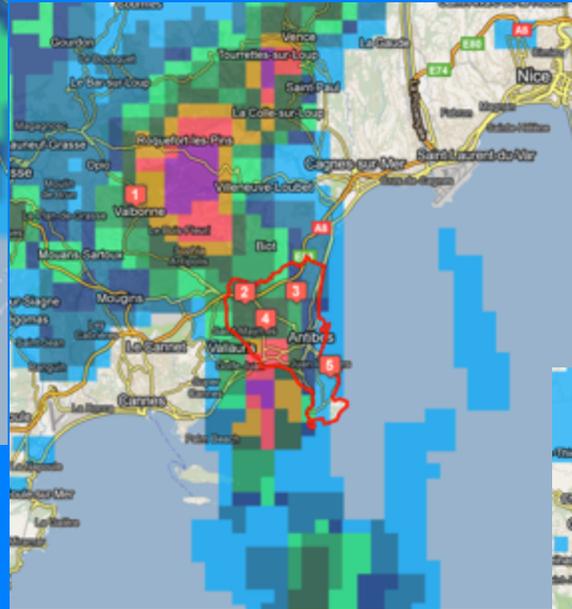
22h30 : fin de la pluie à Antibes et début de la décrue de la Brague. Les campings n'ont pas été évacués, mais les alertes RAINPOL continuent : la PCU reste vigilante.



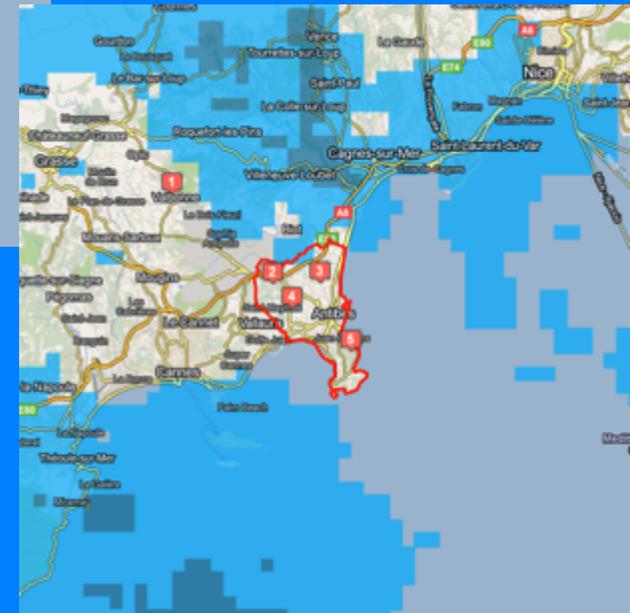
3h35 le 01/11 : déclenchement d'une nouvelle alerte.



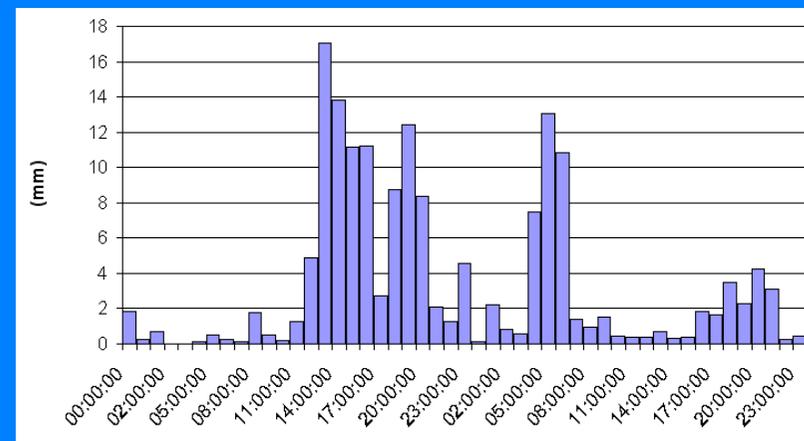
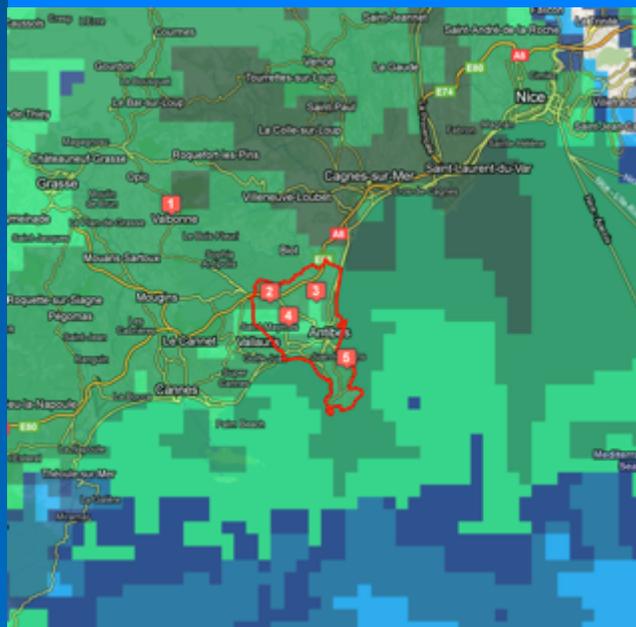
4h30 : nouvelles précipitations très violentes.
Fermeture route de Grasse



11h00 : fin des fortes précipitations.
Le temps reste instable



Analyse de l'épisode pluvieux du 30 octobre au 1^{er} novembre 2010 : 130 mm en 24h entre 11h du matin le 31 octobre et 10h du matin le 1^{er} novembre (total Terriers 180 mm)

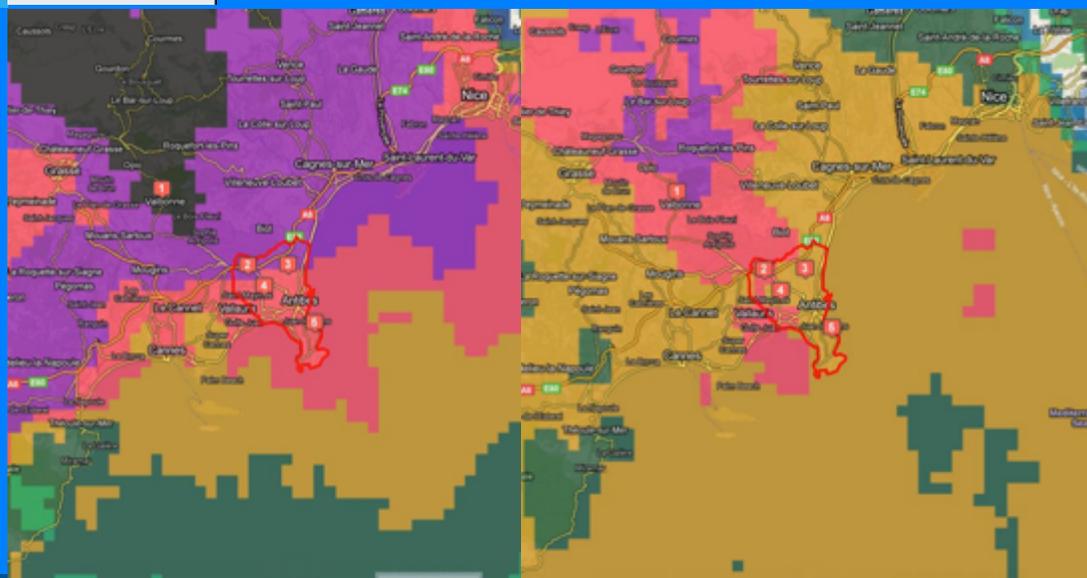


(cumul maxi : 17 mm en 1h)

cumul 1h environ 18 mm en 1h

Evènement notable par les cumuls 24h sur les bassins versants du Loup et de la Brague, mais pas par ses intensités instantanées. Sur Antibes, le risque principal était un débordement de la Brague qui ne s'est pas produit.

La crue du Loup a par contre nécessité l'évacuation d'un quartier d'habitation et d'un camping



cumul 24h le 31/10

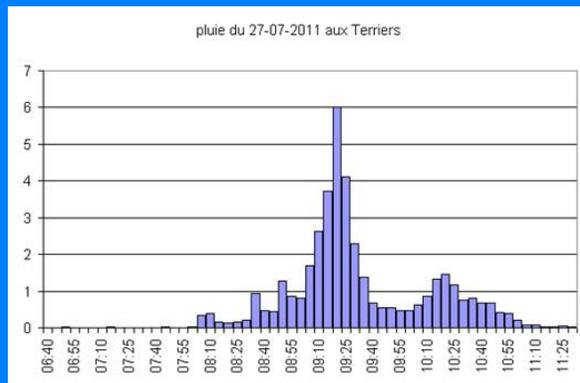
cumul 24h le 1^{er}/11

Evènement pluvieux du 27 juillet 2011

Vigilance orange Météo France, mais arrivée environ 1 heure après la pointe de pluie la plus forte sur Antibes

Sur cet évènement, le radar a sous-estimé de 30% la quantité d'eau tombée (cumul de 24 mm au lieu des 40 mm enregistrés sur les pluviographes)

Mais l'alerte Rainpol a été donnée vers 8h25, environ 1 heure avant le pic pluvieux, et a permis le positionnement des équipes de terrain



hyétoqramme recalé (en mm)



RETOURS D'EXPERIENCE

Simplification des messages d'alerte :

- nombre de messages d'alerte (SMS et e-mails) réduit pour plus de clarté : sur anticipations et suppression des fins d'alerte
- seuils d'alerte modifiés pour les petits BV urbains : calés sur intensités instantanées et non plus sur des cumuls

Amélioration de l'interface RAINPOL :

- interface simplifiée pour améliorer sa lisibilité
- unités de temps homogénéisées
- introduction des cumuls horaires glissants
- ajout du vent : direction et vitesse
- archivage des données

Amélioration de la fiabilité de l'outil :

- sécurisation des conditions d'envois des SMS (avec les opérateurs)
- mise en évidence d'une atténuation/extinction du signal radar causée par des cellules très intenses (d'où sous-estimation des hauteurs d'eau malgré l'émission des alertes) : étude d'une modification de l'angle de visée du radar et d'un système de détection du phénomène pour alerter l'utilisateur

5. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

CONCLUSIONS

Intérêt pour la gestion de crise :

- Anticipation d'env. 30 min - 1h sur le début de l'orage qui constitue une marge appréciable pour la gestion de crise sur les petits BV urbains
- Suivi en temps réel précis permettant d'évaluer les possibles évolutions des cellules orageuses, utile pour le positionnement des équipes sur le terrain
- Aide à la décision pour mobiliser et démobiliser le personnel de terrain
- Ajustement facile des paramètres d'alerte : seuils d'alerte modifiables, choix d'intensités instantanées sur pluviomètre virtuel ou de cumuls sur un BV donné ; permet de définir par itérations des seuils d'alertes adaptés aux zones à surveiller
- Confirmation de l'intérêt d'un suivi des pluies pour la gestion de crise sur les petits BV urbains

Fiabilité : aucun dispositif n'est infaillible, le recours à plusieurs sources d'informations est nécessaire lors des suivis de crise

PERSPECTIVES D'AMELIORATION DU DISPOSITIF

- **Fiabilité des anticipations proposées** : retours faits sur chaque nouvel évènement
- **Petits bassins versants urbains** : calage des seuils d'alerte
- **Brague** : calage du seuil d'alerte (sur cumul de pluie)

Sur ce BV de 70 km², les conditions initiales des sols (état de saturation) peuvent être importantes (risques de mauvaises alertes si fortes pluies sur sols secs ou faibles pluies sur sols saturés).

- **Ajustement des messages d'alerte à la population** : déclenchement du système d'appels téléphoniques en masse à partir des informations de RAINPOL plutôt que des vigilances orange de Météo France
- **Autres applications** de cet outil pour la gestion des réseaux d'assainissement collectifs par temps de pluie et des risques de pollution du littoral sur les zones de baignade