



**HAL**  
open science

## **Retour sur les inondations du 03 octobre 2015 dans le Var et les Alpes-Maritimes vues par la méthode AIGA**

P. Javelle, C. Fouchier, C. Saint-Martin, Stéphane Ecrepont, M. Tolsa, P. Cantet, J. Odry, P. Mériaux, P. Arnaud

### ► **To cite this version:**

P. Javelle, C. Fouchier, C. Saint-Martin, Stéphane Ecrepont, M. Tolsa, et al.. Retour sur les inondations du 03 octobre 2015 dans le Var et les Alpes-Maritimes vues par la méthode AIGA. [Rapport de recherche] irstea. 2015, pp.28. hal-02606084

**HAL Id: hal-02606084**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02606084>**

Submitted on 16 May 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**PROGRAMME MEDDE (DGPR / SRNH) - IRSTEA 2015**  
**Connaissance et prévention des risques naturels et hydrauliques**

*Ces travaux bénéficient du soutien du Ministère chargé de l'Ecologie  
par décision de subvention n°2101527675*

**Action « prévision des inondations »**  
**AXE III : « Avertissement crues soudaines en site non jaugé »**  
**A3 : Impacts**

# Retour sur les inondations du 03 octobre 2015 dans le Var et les Alpes- Maritimes vues par la méthode AIGA

Version 3, 17/11/2015

**JAVELLE Pierre**  
**FOUCHIER Catherine**  
**SAINT-MARTIN Clotilde**  
**ECREPONT Stéphane**  
**TOLSA Mathieu**  
**CANTET Philippe**  
**ODRY Jean**  
**MERIAUX Patrice**  
**ARNAUD Patrick**



IRSTEA  
GROUPEMENT D'AIX-EN- PROVENCE  
3275, route Cézanne - CS 40061  
13 182 AIX-EN-PROVENCE Cedex 5





## SOMMAIRE

---

Tables des illustrations .....	5
1. Contexte .....	6
2. Caracteristiques de l'événement pluvieux.....	7
3. Qualifications fournies par AIGA .....	10
3.1. Rappels sur les qualifications AIGA.....	10
3.2. Qualifications AIGA Pluvio.....	11
3.3. Qualifications AIGA Hydro.....	14
4. Comparaisons aux dégâts relevés sur le terrain .....	18
5. Conclusions .....	26



## **TABLES DES ILLUSTRATIONS**

---

Figure 1 : Cumul lame d'eau PANTHERE, entre 03/10/2015 à 16h et le 04/10/2015 à 3h. ....	7
Figure 2 : Estimation de la période de retour du cumul 2h de pluie, maximal durant l'événement, calculée à partir de la lame d'eau PANTHERE et des quantiles SHYREG. ....	8
Figure 3 : Qualification AIGA Pluvio, cumul 2h, le 3/10/2015, à 17h, 18h, 19h, 20h, 21h et 22h (heure légale).....	12
Figure 4 : Qualification AIGA Pluvio 2h maximale durant l'événement du 03/10/15, sur la région PACA	13
Figure 5 : Qualification AIGA Pluvio 2h maximale durant l'événement du 03/10/15, et noms des rivières les plus touchées .....	13
Figure 6 : Qualification AIGA Hydro maximale durant l'événement du 03/10/15, affichée sur RHYTMME .....	16
Figure 7 : Horodatage des dépassements 10 ans (carte du haut) et 50 ans (carte du bas) par AIGA Hydro durant l'événement du 03/10/15 .....	17
Figure 8 : Communes des Alpes-Maritimes et du Var classées en « Catastrophes naturelles » à l'issue de l'événement du 03/10/15.....	18
Figure 9 : Photos prises lors de la visite terrain du 06/10/15.....	20
Figure 10 : Géolocalisation des dégâts recensés (via internet et visites terrain) pour la Brague à Biot suite aux inondations du 03/10/15.....	21
Figure 11 : Comparaison entre les qualifications AIGA Hydro et la répartition des dégâts et victimes .....	22
Figure 12 : Dommages en bord de chaussée, à l'amont du Vallon des Vaux (Cagnes-sur-Mer), photo prise lors de la visite terrain du 14/10/15.....	23
Figure 13 : Tweet envoyé le 03/10/15 à 21h24 heure locale (12h24 heure côte ouest des Etats-Unis) par VINCI Autoroutes signalant la fermeture de l'accès à Antibes-Est, direction Italie .....	24
Figure 14 : Franchissement de la Brague par l'A8 via un réseau de buses au niveau d'Antibes-Est (source Géoportail) .....	25

## **LISTE DES TABLEAUX**

Tableau 1 : Cumuls relevés au pluviomètres par Météo-France pour différentes durées et estimation de la période de retour dépassée à partir des quantiles SHYREG .....	9
Tableau 2 : Heure (légale) des premiers dépassements AIGA Pluvio cumul 2h .....	11
Tableau 3 : Heure (légale) des premiers dépassements AIGA Hydro .....	14

## 1. CONTEXTE

---

Dans la soirée du 3 octobre 2015, plusieurs systèmes orageux particulièrement intenses se sont abattus sur la région Provence-Alpes-Côte-d'Azur (PACA). L'est du département du Var, ainsi que le département des Alpes-Maritimes ont été les plus impactés, avec d'importants dégâts matériels et vingt victimes recensées.

L'objet de ce rapport est de rendre compte de ce qui a été vu par la méthode AIGA développée à Irstea. Cette méthode d'anticipation des crues soudaines est actuellement testée sur la plateforme expérimentale RHYTMME développée par Météo-France et Irstea pour le compte de la région PACA (projet CPER). Les résultats présentés ci-après sont issus de cette plateforme et utilisent comme donnée d'entrée la lame d'eau radar opérationnelle de Météo-France (PANTHERE), et les trois radars en bande X installés dans les Alpes du Sud dans le cadre du projet CPER RHYTMME.<sup>1</sup>

La plateforme RHYTMME étant encore expérimentale, la méthode AIGA n'a pas été utilisée par les services opérationnels. Néanmoins, quelques enseignements pour cet événement particulier peuvent être tirés à posteriori, dans le but d'évaluer l'intérêt et les limites de la méthode pour l'anticipation puis la gestion de la crise par les services opérationnels.

Cette analyse s'inscrit dans la lignée des précédents retours d'expérience AIGA, à chaque événement significatif, les plus importants étant jusqu'à présent : le Var en juin 2010 et le Gard et l'Hérault en septembre 2014.

Enfin, il est à noter qu'un outil cartographique d'anticipation et de suivi des crues mettant en œuvre la méthode AIGA sera transféré aux collectivités et services opérationnels de la région PACA en 2016 via la plateforme RHYTMME, pour la surveillance temps réel de 1735 bassins de superficie supérieure à 10 km<sup>2</sup> de ce territoire. A partir de 2017, un outil d'avertissement utilisant la même méthode AIGA sera progressivement mis en opérationnel à l'échelle nationale, cette fois-ci pour le compte du ministère chargé de l'écologie, dans le cadre du futur service d'avertissement « crue soudaine » géré par le SCHAPI.

**NOTA : sauf précisions contraires, toutes les heures annoncées dans la suite du rapport sont en heure légale.**

---

<sup>1</sup> NB : à la date de l'événement (3/10/2015), le radar du Mont Vial (06), exploité par NOVIMET, n'était plus intégré à la mosaïque de données d'entrée de la plateforme expérimentale RHYTMME et ce, depuis juillet 2015. En conséquence, les indices qualité/RHYTMME de la mesure radar se sont montrés inférieurs à 80% (mais en général supérieurs à 75%) sur plusieurs plages de pixels (1 km<sup>2</sup>) de la zone géographique concernée par l'événement.

## 2. CARACTERISQUES DE L'EVENEMENT PLUVIEUX

L'analyse des lames d'eau radar de Météo-France montre que trois systèmes orageux principaux se sont succédés sur la région PACA au cours de l'après midi et de la soirée du 3 octobre 2015 :

- un premier sur les départements des Bouches du Rhône (13) et du Vaucluse (84), en début d'après-midi ;
- un second sur le département du Var (83), en fin d'après-midi ;
- et enfin, un troisième, sur l'Est du Var et le département des Alpes-Maritimes (06), en soirée.

Pour chacun de ces systèmes, les cumuls totaux vus par la lame d'eau PANTHERE opérationnelle (donc sans recalage avec les pluviomètres au sol) dépasse largement les 100 mm (Figure 1).

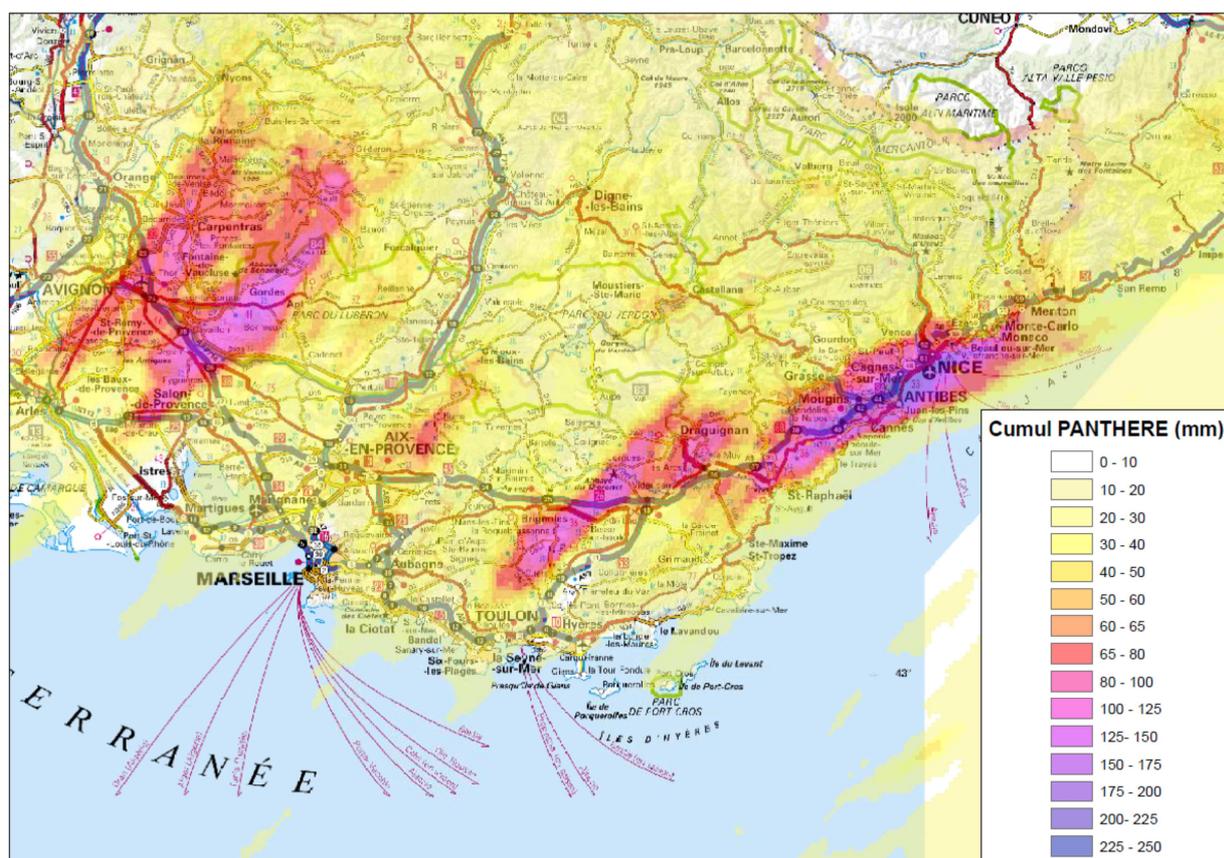


Figure 1 : Cumul lame d'eau PANTHERE, entre 03/10/2015 à 16h et le 04/10/2015 à 3h.

Il est à noter que d'après Météo France, une partie de la pluie tombée sur les Bouches-du-Rhône et le Vaucluse l'a été sous forme de grêle. Il est donc très probable que les intensités aient été surévaluées par les radars sur ces deux départements, même si quelques dégâts y ont effectivement

été relevés (mais sans victimes). Dans la suite, nous concentrerons l'analyse sur les départements du Var et surtout celui des Alpes-Maritimes où les dégâts ont été considérables.

Si l'on compare le cumul maximal de pluie sur 2h (pris sur l'ensemble de l'événement) aux quantiles SHYREG<sup>2</sup> de même durée mais pour différentes périodes de retour (2, 5, 10, 20, 50, 100, 500 et 1000 ans), on constate que sur le Var, ces cumuls ont dépassés par endroit des valeurs SHYREG de période de retour 50 ans, alors que sur les Alpes-Maritimes, des périodes de retour 1000 ans ont été atteintes, notamment autour de Cannes, Antibes, et au large de Nice.

Pour rappel : une période de retour de N ans signifie que la valeur considérée (ici des cumuls de pluie) avait une « chance » sur N d'être dépassée au cours de l'année en cours. L'événement revient donc en « moyenne » toutes les N années, mais il peut très bien se produire deux années de suite, voire même plusieurs fois une même année.

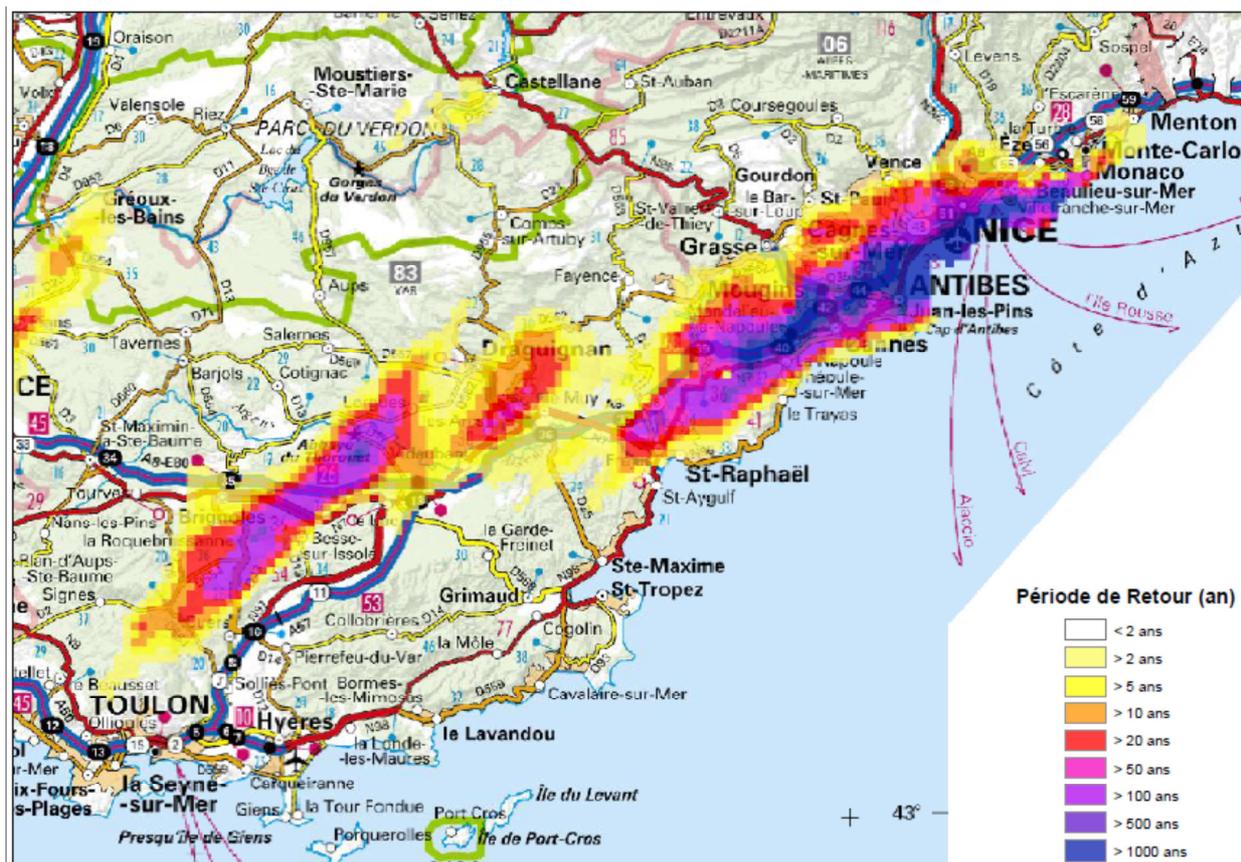


Figure 2 : Estimation de la période de retour du cumul 2h de pluie, maximal durant l'événement, calculée à partir de la lame d'eau PANTHERE et des quantiles SHYREG.

<sup>2</sup> SHYREG est une méthode d'estimation régionale des quantiles de référence de pluie et de débit. Pour plus d'information se référer à : Arnaud, P., et al., Estimation de l'aléa hydrométéorologique par une méthode par simulation : la méthode SHYREG : présentation – performances – bases de données. La Houille Blanche, 2014(2): p. 20-26

Afin de contrôler ces estimations à l'aide de relevés au sol, la même analyse a été réalisée à partir de pluviomètres de Météo France à Mandelieu-La-Napoule, Cannes et Antibes, cette fois ci pour des durées de 30 minutes, 1 heure, 2 heures et 24 heures.

**Tableau 1 : Cumuls relevés aux pluviomètres par Météo-France pour différentes durées et estimation de la période de retour dépassée à partir des quantiles SHYREG**

Durée	MANDELIEU LA NAPOULE 6079002		CANNES 6029001		ANTIBES 6004009	
	cumul (mm)	T dépassée (an)	cumul (mm)	T dépassée (an)	cumul (mm)	T dépassée (an)
30 minutes	69	100	69	100	50	10
1h	115	1000	109	500	83	50
2h	156	1000	175	1000	106	100
24h	178	20	196	50	128	20

**En résumé de cette partie, la principale caractéristique de cet épisode pluvieux réside dans la persistance d'une intensité très forte des précipitations, pendant 2 heures « sans répit », et sur la même zone. Si l'on qualifie la période de retour de l'événement à partir des quantiles SHYREG, on trouve des valeurs supérieures à 1000 ans. Il convient cependant d'être prudent avec ce chiffre. Ce qui est certain, c'est que l'événement a été extrêmement rare.**

### 3. QUALIFICATIONS FOURNIES PAR AIGA

---

#### 3.1. RAPPELS SUR LES QUALIFICATIONS AIGA

La méthode AIGA en test sur la plateforme RHYTMME permet d'estimer en temps réel la « gamme de période de retour » de l'événement aussi bien du point de vue de la pluie (AIGA Pluvio) que des débits dans les cours d'eau (AIGA Hydro). Les valeurs de références utilisées pour cela sont des valeurs régionales, estimées par la méthode SHYREG (pluie et débit).

Sur la plateforme expérimentale RHYTMME mettant en œuvre la méthode AIGA, quatre niveaux de « qualification » sont considérés :

- qualification « < 2 ans », qui correspond à des valeurs de pluie (respectivement de débit) de période de retour inférieure à 2 ans ;
- qualification « 2 - 10 ans », qui correspond à des valeurs de pluie (respectivement de débit) de période de retour comprises entre 2 et 10 ans ;
- qualification « 10 - 50 ans », qui correspond à des valeurs de pluie (respectivement de débit) de période de retour comprises entre 10 et 50 ans ;
- qualification « > 50 ans », qui correspond à des valeurs de pluie (respectivement de débit) de période de retour supérieure à 50 ans.

Dans le cas de AIGA Pluvio, la variable considérée est le cumul de pluie sur une durée de donnée (comprise entre 1h et 72h) calculé en chaque pixel de 1 km<sup>2</sup> grâce à la lame d'eau radar opérationnelle de Météo-France.

Dans le cas de AIGA Hydro, la variable considérée est un débit calculé par un modèle hydrologique distribué simplifié (GRD). Cette manière de faire trouve son intérêt dans le cas des cours d'eau non suivis en temps réel par un service de prévision des crues, puisque la méthode donne une information sur l'ensemble du réseau hydrographique et non en quelques stations de mesures hydrométriques. A contrario, on rappelle qu'il s'agit de débits calculés par un modèle pluie-débit, sans aucun recalage temps réel par rapport à des débits mesurés en cours d'eau. Ces débits calculés peuvent donc différer des valeurs « réelles » et n'ont de sens que comparés aux débits de références de la méthode SHYREG.

Aussi bien pour AIGA Pluvio et Hydro, ces qualifications sont réactualisées tous les quarts d'heure. Une visualisation en temps réel de ces qualifications est disponible sur la plateforme RHYTMME, pour le moment de manière expérimentale.

Il est à noter que l'APIC de Météo-France (service national « Avertissement Pluie Intense à l'échelle des Communes ») fonctionne à partir de résultats fournis par la méthode AIGA Pluvio. De même, le futur service national « Avertissement crue soudaine » qui sera opéré par le SCHAPI à partir de 2017 fonctionnera à partir des résultats de AIGA Hydro.

### 3.2. QUALIFICATIONS AIGA PLUVIO

Le Tableau 2 présente les heures des premiers dépassements de seuils de pluie (cumul 2h), pour les quatre départements concernés. La Figure 3 présente quant à elle les cartes de qualification AIGA Pluvio à différentes heures (de 17h à 22h). On y voit clairement la chronologie de l'apparition des différentes cellules orageuses, qui ont d'abord affecté l'ouest de PACA pour finalement se « stationner » sur la frange littorale du département des Alpes-Maritimes (plus la cote est du Var).

Les Figure 4 et Figure 5 présentent les qualifications des cumuls 2h, maximales durant l'événement, sur l'ensemble de PACA et sur les Alpes-Maritimes, respectivement.

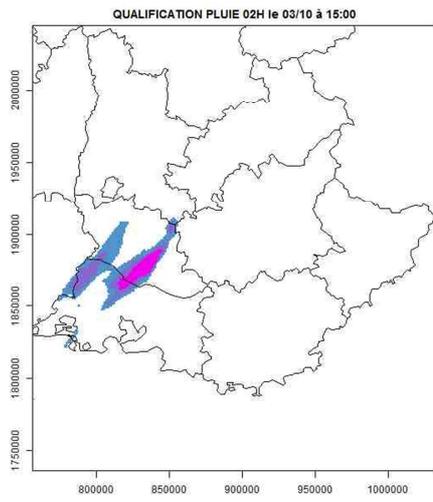
Tableau 2 : Heure (légale) des premiers dépassements AIGA Pluvio cumul 2h

	2 ans 10 ans	10 ans 50 ans	>50 ans
Bouches du Rhône (13)	13h00	14h00	14h00
Vaucluse (84)	14h45	15h00	15h00
Var (83)	18h00	18h15	18h45
Alpes-Maritimes (06)	20h00	20h30	20h45

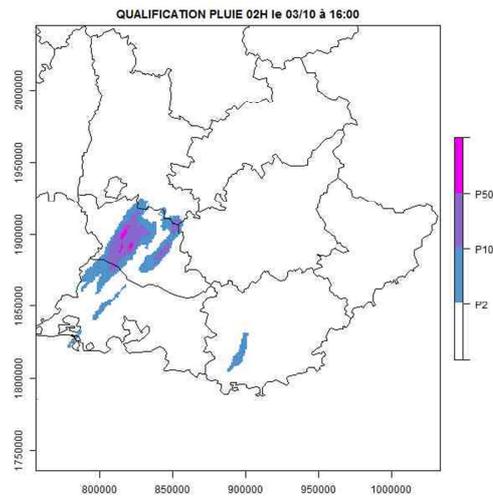
En résumé, l'analyse des qualifications AIGA Pluvio indique plusieurs séries de dépassement des seuils 2 ans, 10 ans et 50 ans :

- une première sur les départements des Bouches-du-Rhône (13) et du Vaucluse (84), entre 13h et 18h ;
- une seconde sur le département du Var (83), entre 18h et 21h ;
- et enfin, une troisième, sur le littoral du département des Alpes-Maritimes (06) et l'Est Var (83), entre 20h et minuit.

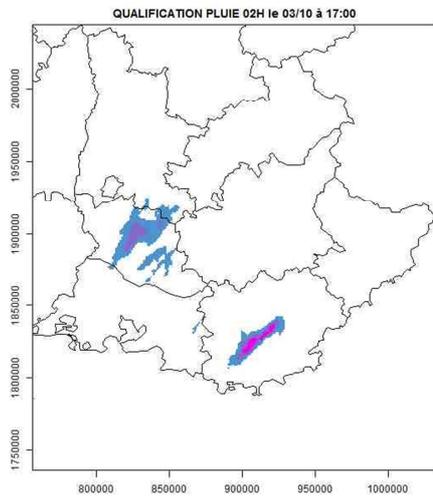
**17h00**



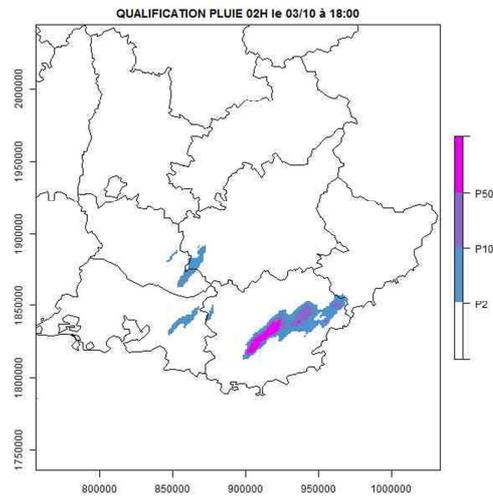
**18h00**



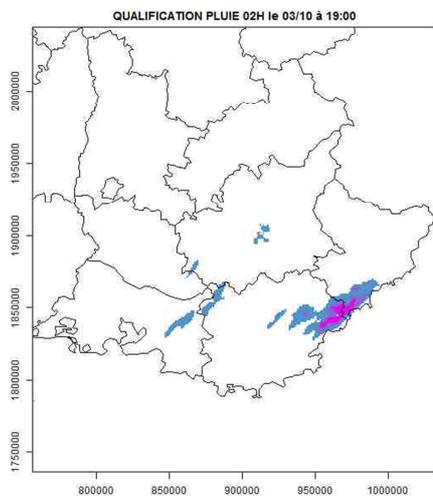
**19h00**



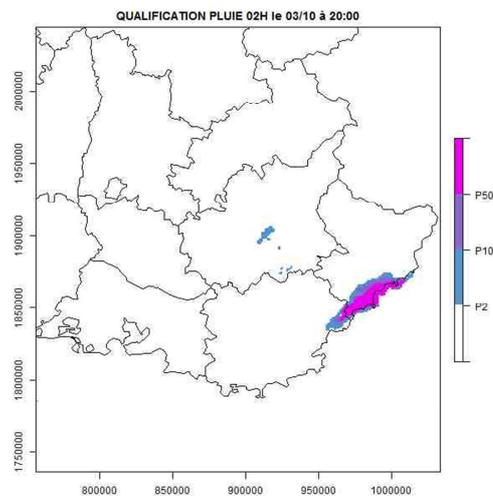
**20h00**



**21h00**



**22h00**



**Figure 3 : Qualification AIGA Pluvio, cumul 2h, le 3/10/2015, à 17h, 18h, 19h, 20h, 21h et 22h (heure légale)**

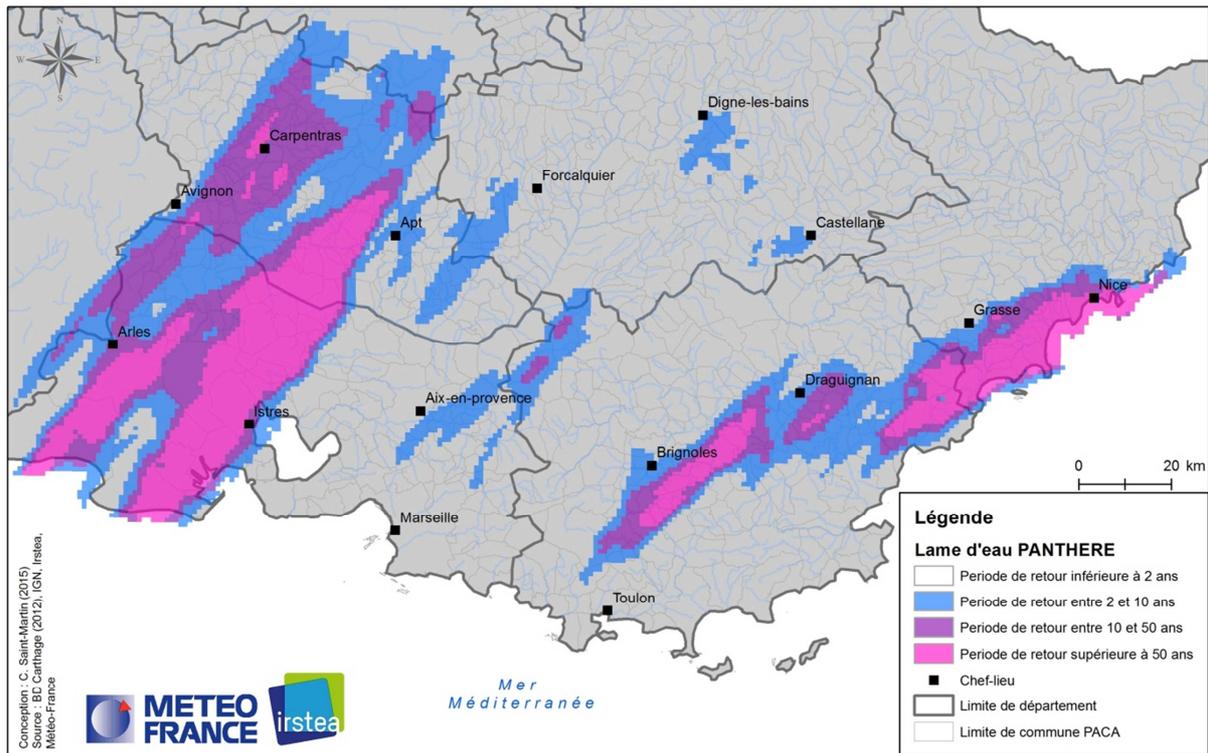


Figure 4 : Qualification AIGA Pluvio 2h maximale durant l'événement du 03/10/15, sur la région PACA

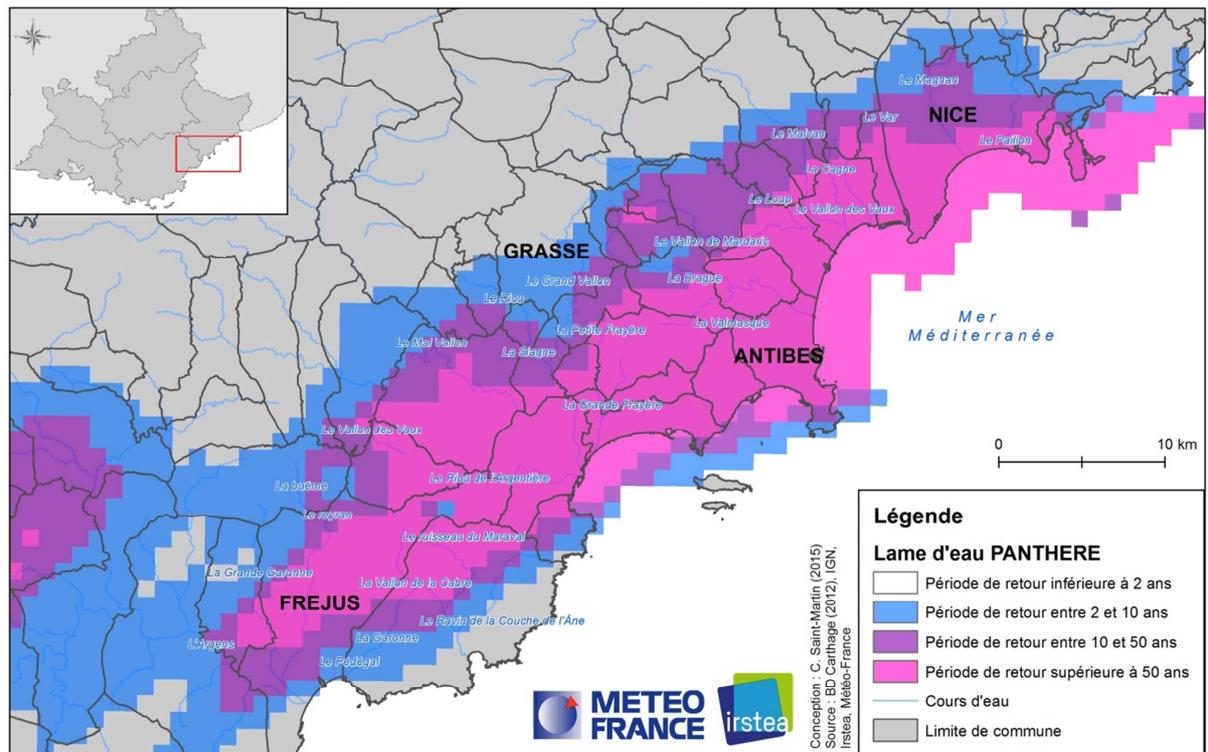


Figure 5 : Qualification AIGA Pluvio 2h maximale durant l'événement du 03/10/15, et noms des rivières les plus touchées

### 3.3. QUALIFICATIONS AIGA HYDRO

Les qualifications maximales AIGA Hydro sont présentées Figure 6 pour l'ensemble de PACA. Les horaires correspondants aux premiers de ces franchissements sont indiqués dans Tableau 3.

On constate que des qualifications Hydro ont franchi les seuils 50 ans à l'ouest et à l'est de PACA. Au centre du Var, seul le seuil 10 ans a été atteint. Concernant les horaires, la même chronologie que pour la pluie est observée : de l'est vers l'ouest, avec un léger retard par rapport aux qualifications des pluies, ce qui est normal.

**Tableau 3 : Heure (légale) des premiers dépassements AIGA Hydro**

	2 ans 10 ans	10 ans 50 ans	>50 ans
Bouches du Rhône (13)	14h30	14h30	15:00
Vaucluse (84)	15h45	16h15	17:45
Centre Var (83)	18h45	19h15	aucun
Est Var (83) et Alpes-Maritimes (06)	20h00	20h30	21h00

Si l'on se concentre sur l'Est Var et les Alpes-Maritimes, la Figure 7 montre que pour AIGA\_Hydro, les « petits » fleuves côtiers ont le plus réagi (qualification 50 ans). Cette figure indique également que ces petits bassins se situent tous en zone urbaine dense. La chronologie des dépassements est la suivante (pour les bassins ayant atteints ou dépassé le seuil 50 ans) :

#### **Dans l'Est Var :**

- le Riou de l'Argentière à Fréjus, les Adrets-de-l'Estérel, Tanneron : 2 ans à 20h15<sup>3</sup>, 10 ans à 20h45 et 50 ans à 21h15 ;
- l'Agay et son affluent le Vallon de la Cabre (rive droite) à Fréjus, Saint-Raphaël : 2 ans à 20h45, 10 ans à 21h et 50 ans à 21h45 ;
- le Ruisseau du Maraval (affluent rive gauche de l'Agay) à Fréjus et Saint-Raphaël : 2 ans à 20h45, 10 ans à 21h et 50 ans à 21h15 ;

#### **Dans les Alpes-Maritimes :**

- le Riou de l'Argentière à Mandelieu : 2 ans à 20h15, 10 ans à 20h30 et 50 ans à 21h (on peut noter que les dépassements 10 et 50 ans s'y produit avant ceux à l'amont à Fréjus, indiquant clairement que la pluie a touché l'aval du bassin) ;

<sup>3</sup> NB : dans le détail, cela veut dire qu'à 20h15, AIGA-HYDRO a calculé un débit dont la période de retour est estimée comprise entre 2 et 10 ans, alors qu'au précédent pas de calcul (ici 20h00) le débit modélisé était d'une période de retour strictement inférieure à 2 ans.

- la Petite et Grande Frayère à Cannes, le Cannet, Mougins : 2 ans à 20h30, 10 ans à 20h30 et 50 ans à 21h ;
- la Brague à Antibes et Biot : 2 ans à 20h30, 10 ans à 21h et 50 ans à 21h15 (à noter sur un affluent rive droite, la Valmasque, le dépassement du seuil 50 ans dès 21h) ;
- le vallon des Vaux à Cagnes-sur-Mer : 2 ans à 21h, 10 ans à 21h15 et 50 ans à 22h00.

Inversement, AIGA\_Hydro indique que les « grands » côtiers (Siagne, Loup, Cagne, Var, Paillons) semblent avoir eu des réactions plus modérées (qualification 10-50 ans).

Ce constat (réactions très fortes et extrêmement rapides sur les petits côtiers, et plus modérées sur les grands cours d'eau) est corroboré par les observations terrains, notamment sur les cours d'eau jaugés (cf rapport du SPC Med-Est).

D'un point de vue hydrologique, la réaction modérée des grands côtiers s'explique par le fait que l'essentiel des précipitations n'a concerné que le littoral, et donc uniquement la partie aval de ces bassins. Inversement, sur les petits côtiers, les précipitations ont arrosé la quasi-totalité de la surface des bassins versant concernés. La faible taille de ces bassins, combinée à une très forte urbanisation, ont rendu le transfert des eaux à l'exutoire extrêmement rapide. A titre indicatif, le SPC Med-Ouest a estimé un temps de réponse<sup>4</sup> de l'ordre de 1h30 pour la Brague à Biot (bassin de 41 km<sup>2</sup>, pic de crue estimé entre 22h15 et 22h45), ce qui est extrêmement court pour cette gamme de surface.

Concernant la modélisation mise en œuvre dans AIGA\_Hydro, on peut souligner que le caractère urbanisé ou pas des surfaces au sol est pris par le modèle pluie-débit (modèle de type conceptuel, issu de la famille des modèles GR, développés à Irstea). Ainsi, les « surfaces urbanisées » et « très urbanisées » (selon Corine LandCover, visibles Figure 7) sont systématiquement affectées d'un coefficient d'écoulement en début de crue de 0,5 et 0,8 respectivement, quelles que soient les conditions d'humidité antérieure. Alors qu'inversement, pour les autres types de surfaces, le coefficient d'écoulement initial est calculé à partir d'une estimation du degré de saturation des sols, qui peut avoir des valeurs très faibles durant les périodes sèches. Au cours de l'événement, ce coefficient évolue à chaque pas de temps au fur et à mesure que les sols se saturent, et peut donc facilement atteindre 1, c'est-à-dire que le modèle est capable de faire ruisseler 100% de la pluie précipitée. Du point de vue du transfert, le fait d'utiliser un réservoir de transfert non linéaire (modélisation conceptuelle de type GR développée à Irstea) diminue également les temps de réponses pour les forts débits.

Sur l'événement étudié, cette capacité du modèle à être très réactif s'illustre par exemple sur la Brague, et notamment son affluent la Valmasque, où seulement trente minutes se sont écoulées entre le franchissement des seuils AIGA 2 ans et 50 ans.

---

<sup>4</sup> Temps de réponse : durée entre les plus fortes intensités de pluie et le pic de crue

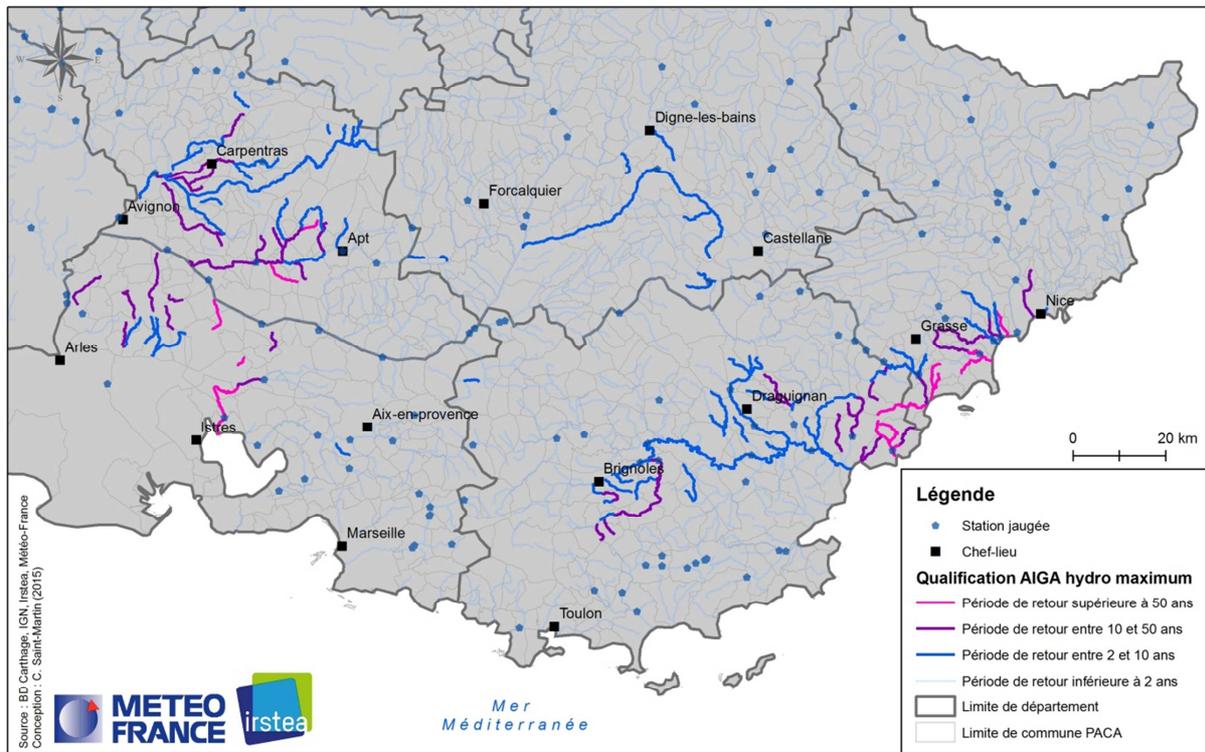


Figure 6 : Qualification AIGA Hydro maximale durant l'événement du 03/10/15, affichée sur RHYTMME

**En conclusion de cette partie, il apparaît clairement que dans l'Est Var et les Alpes-Maritimes, ce sont les petits fleuves côtiers qui ont le plus réagi. Plusieurs facteurs aggravants expliquent ces réactions extrêmes :**

- d'abord la grande rareté de l'événement pluvieux ;
- ensuite le fait que les bassins touchés dans leur totalité sont de très petites tailles ;
- le caractère fortement urbanisé de ces bassins, limitant les infiltrations et accélérant le transfert des écoulements vers l'aval.

**Deux remarques :**

- Ces réponses hydrologiques ont semble-t-il été très bien reproduites par la modélisation mise en œuvre dans AIGA\_Hydro ;
- Même si bassins n'avaient pas été urbanisés, à cause de l'extrême violence des précipitations, les réactions des cours d'eau auraient tout de même été exceptionnelles. Comme nous le verrons dans la suite, l'urbanisation a surtout eu un impact sur la vulnérabilité, et donc les dégâts.

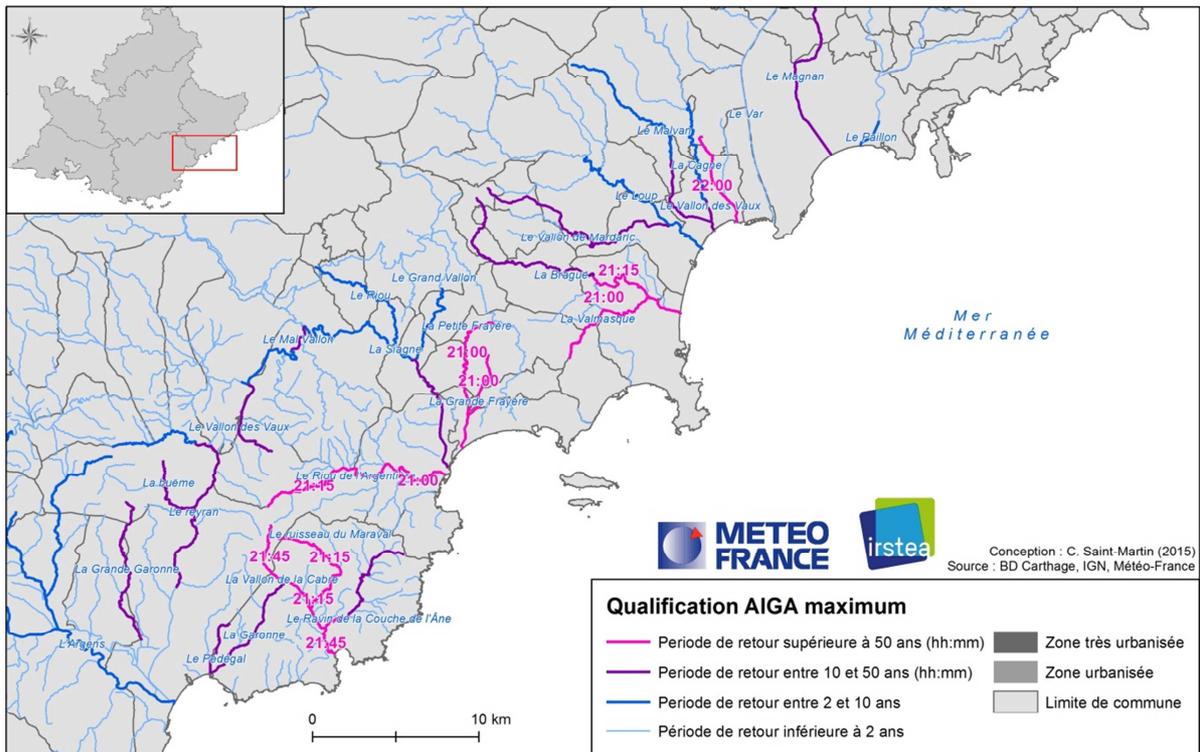
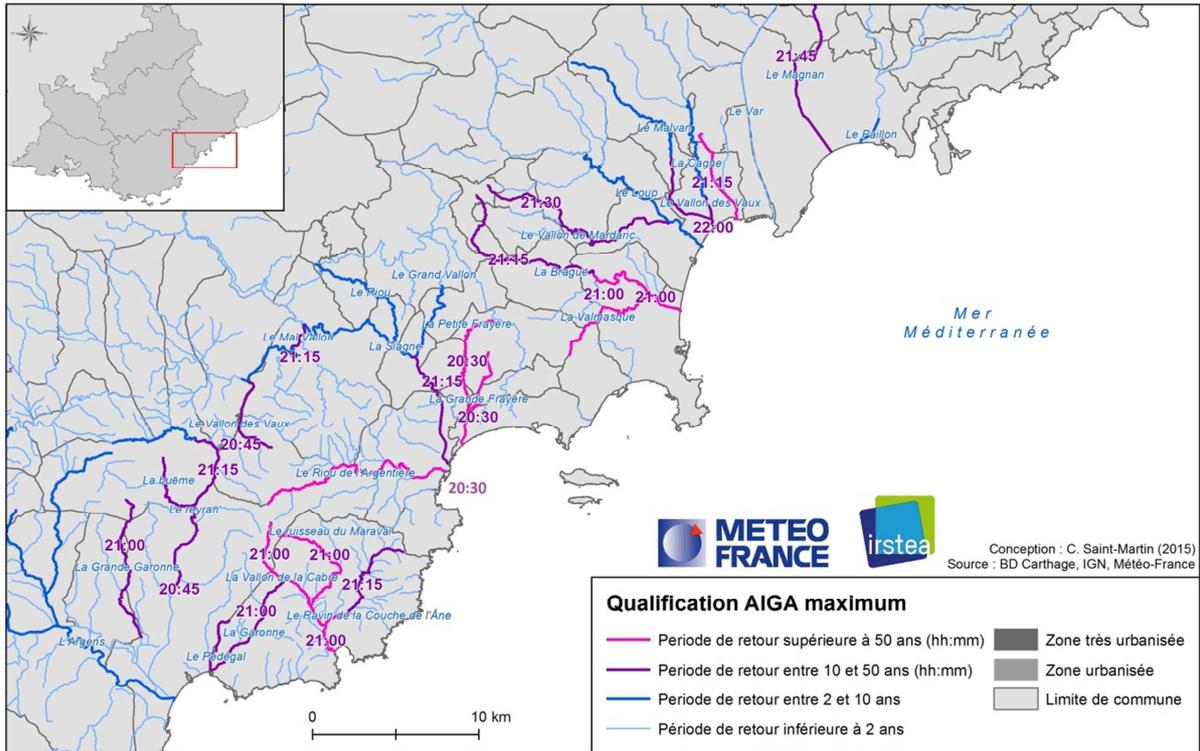


Figure 7 : Horodatage des dépassements 10 ans (carte du haut) et 50 ans (carte du bas) par AIGA Hydro durant l'événement du 03/10/15

#### 4. COMPARAISONS AUX DEGATS RELEVES SUR LE TERRAIN

Au moment de la rédaction de ce rapport, l'évaluation précise des dégâts ne fait que démarrer, notamment sous la coordination des services de l'Etat (cf réunions de lancement du 14/10/15 à la préfecture des Alpes-Maritimes et celle du 09/11/15 à la préfecture du Var). **Cette partie est donc provisoire dans l'attente des conclusions des REX en cours (06 et 83).**

Quoi qu'il en soit, comme en témoignent les arrêtés de « catastrophe naturelle » pris dans les jours qui ont suivi, l'événement du 03/10/15 a généré des dégâts considérables (Figure 8). On peut tout de même être surpris, au regard des remontées terrain qui nous sont parvenues à ce jour, qu'un nombre aussi important de communes dans le Var ait pu bénéficier de ce dispositif en principe exceptionnel. En effet, les dégâts significatifs se sont semble-t-il concentrés dans l'Est Var et les Alpes-Maritimes, mais très peu (voire même aucun) dans le centre Var. **Le seul facteur pluviométrique pour classer une commune en procédure CATNAT paraît insuffisant, dans la mesure où il ne rend compte ni de la réaction des cours d'eau (qui dépend de l'hydrologie), ni des dégâts potentiels (qui dépendent de enjeux présents dans les zones touchées).**

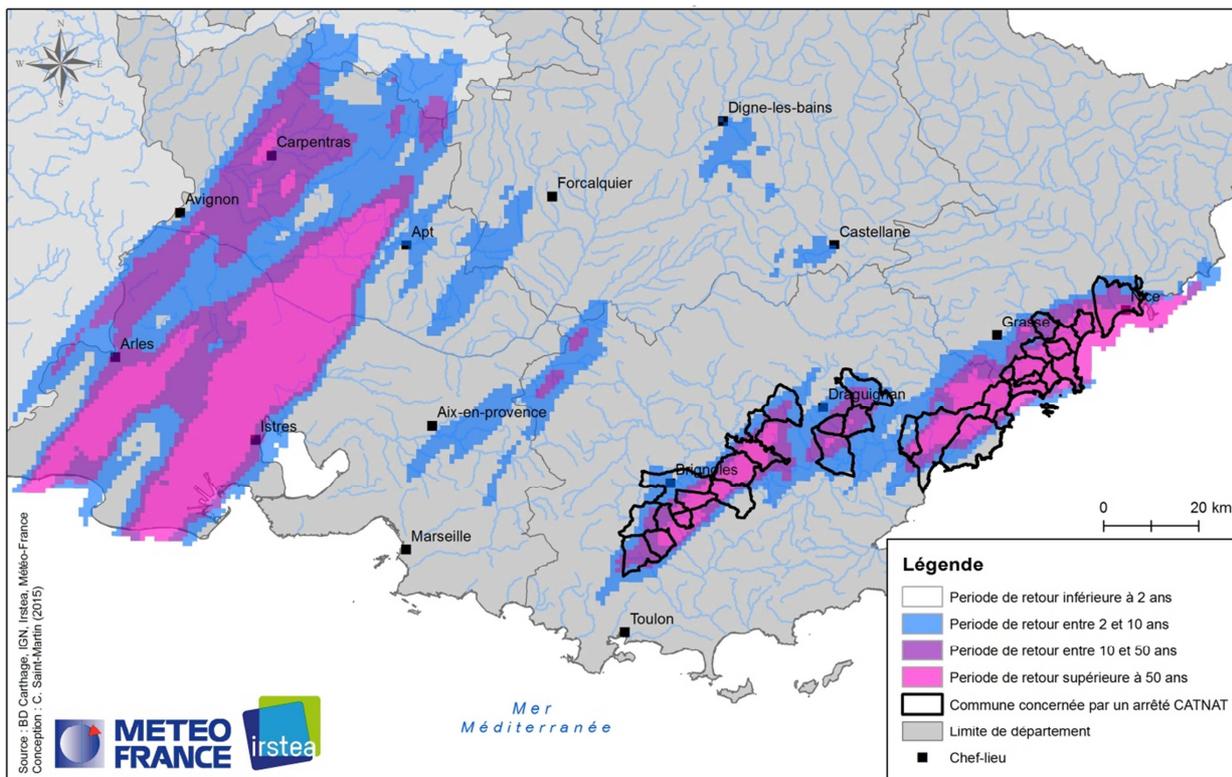


Figure 8 : Communes des Alpes-Maritimes et du Var classées en « Catastrophes naturelles » à l'issue de l'événement du 03/10/15

A ce jour, le travail sur les dégâts réalisé par l'équipe d'Irstea-Aix en Provence a consisté en :

- deux visites sur le terrain sur les principaux secteurs impactés (Mandelieu, Cannes et Biot) les 6/10 et 14/10 : photos (Figure 10), interviews, repères de laisse en certains endroits ;
- un relevé le plus exhaustif possible des différentes informations ayant circulé sur internet : média télévisés, journaux, twitter,...

Ces informations ont été regroupées dans une base de données « Dégâts », dont l'alimentation a débuté il y a un an (stage Master de Clotilde Saint-Martin, suivi d'un an de CDD). Cette base regroupe maintenant une vingtaine d'événements de crue en PACA et Languedoc Roussillon, depuis 2011. L'intérêt de cette base est que les dégâts y sont géoréférencés, horodatés lorsque c'est possible, et surtout directement reliés à un cours d'eau simulé par AIGA. Son alimentation et sa valorisation sont en cours dans le cadre d'une thèse démarrant en décembre 2015, et visant entre autres à analyser les liens entre les qualifications AIGA et les dégâts.

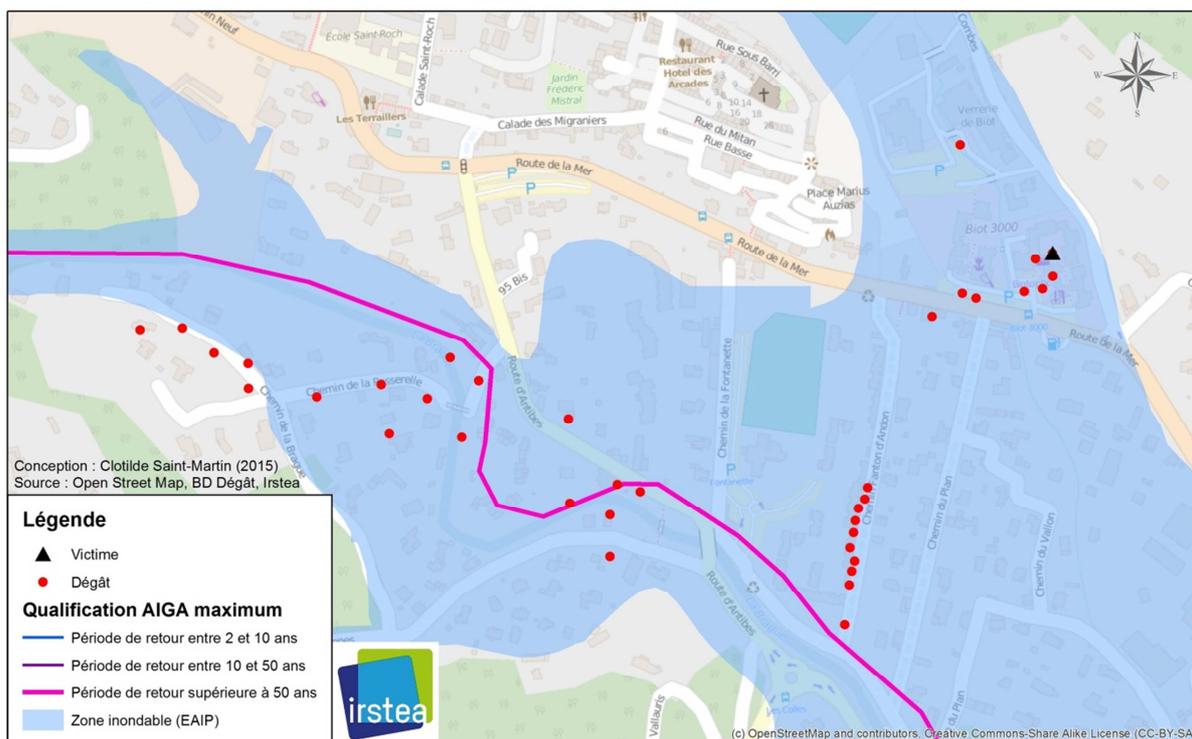
Laisses de crue autour d'une habitation près de la Brague à Biot



Embacles sur la Grande Frayère à Cannes, au passage de l'Avenue Michel Jourdan



Figure 9 : Photos prises lors de la visite terrain du 06/10/15



**Figure 10 : Géolocalisation des dégâts recensés (via internet et visites terrain) pour la Brague à Biot suite aux inondations du 03/10/15**

A titre d’illustration, la Figure 10 présente la géolocalisation des informations collectées (internet + terrain) autour de Biot, zone particulièrement impactée (3 morts dans ce secteur). Les impacts se sont concentrés le long de Brague, mais également du vallon des Combes (où se trouvait la maison de retraite), qui est un petit affluent en rive gauche de la Brague, non traité par AIGA\_Hydro car drainant une superficie inférieure à 10 km<sup>2</sup>. Il est intéressant de noter sur cette figure que la quasi-totalité des dommages recensés se trouve à l’intérieur de l’Enveloppe Approchée des inondations potentielles (EAIP) de ce secteur, déterminée dans le cadre des évaluations préliminaires des risques d’inondation (EPRI) par les services de l’État pour répondre à la Directive Inondation.

La Figure 11 présente ces mêmes informations, mais pour l’ensemble des Alpes-Maritimes, avec en plus les qualifications AIGA Hydro déjà présentées dans la partie précédente.



- Le vallon des Vaux à Cagnes-sur-mer (06).

Dans le cas du ruisseau de Maraval, le cours d'eau se trouve en secteur bien moins urbanisé, et donc la vulnérabilité est beaucoup plus faible.

Dans le cas du vallon des Vaux, la visite terrain du 14/10 a montré que ce « cours d'eau » est entièrement recouvert sur sa partie aval. Sur ce secteur, l'absence de dégâts (qui reste à vérifier) indiquerait que ces travaux ont été correctement dimensionnés. Sur la partie amont, en revanche, nous avons bien constaté des débordements, mais dans un secteur bien moins urbanisé. Les seuls dégâts visibles sont quelques portions de bitume arrachés à l'accotement de la chaussée (Figure 12). A noter qu'à cet endroit, le vallon des Vaux n'est qu'un fossé à sec, en bordure de route.



Figure 12 : Dommages en bord de chaussée, à l'amont du Vallon des Vaux (Cagnes-sur-Mer), photo prise lors de la visite terrain du 14/10/15

**Ces quelques exemples (à compléter) montrent que la vulnérabilité est un facteur clef à connaître pour déterminer si pour une qualification donnée par AIGA-Hydro, des dégâts sont possibles ou pas. Une thèse est en cours pour approfondir ce point.**

Enfin, **l'anticipation** fournie par AIGA est également à considérer pour évaluer l'intérêt de la méthode.

Les premiers éléments (aussi à compléter) laissent à penser que cette anticipation a été très courte. Ceci s'explique par les très faibles temps de réponse des cours d'eau, déjà mentionnés dans la partie précédente.

Par exemple à Biot, à peine **30 minutes** se sont écoulées entre la première qualification de la Brague par AIGA (qualification 2-10 ans affichée à **20h30**), et le moment où des dégâts importants ont été signalés dans ce secteur, aux alentours de **21h**, notamment à la maison de retraite (source média). Cet horaire semble confirmé par un tweet envoyé par Vinci Autoroute à **21h24**, signalant la fermeture de l'accès autoroute au niveau de Antibes-Est. Il faut savoir que l'A8 a été submergée (ensuite ?) au niveau du franchissement de la Brague par un système de buses, ce qui n'était a priori jamais arrivé depuis sa mise en service en 1961 (source DDTM06, heure exacte à déterminer)



Figure 13 : Tweet envoyé le 03/10/15 à 21h24 heure locale (12h24 heure côte ouest des Etats-Unis) par VINCI Autoroutes signalant la fermeture de l'accès à Antibes-Est, direction Italie

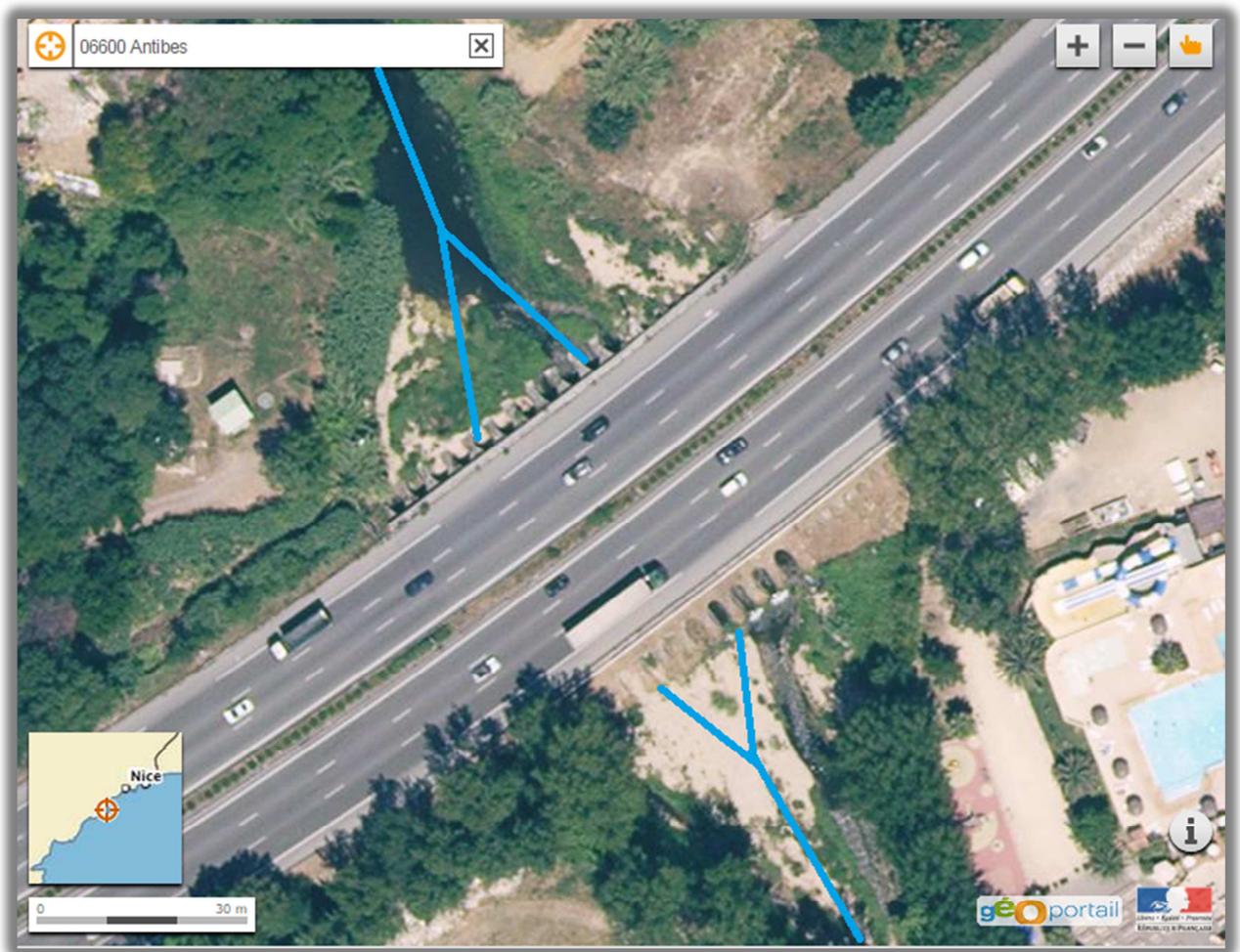


Figure 14 : Franchissement de la Brague par l'A8 via un réseau de buses au niveau d'Antibes-Est (source Géoportail)

## 5. CONCLUSIONS

---

Les points importants à retenir de cette étude sont les suivants :

1/ L'événement pluvieux qui s'est abattu sur l'Est Var et les Alpes-Maritimes a été **d'une extrême rareté** (notamment si l'on considère les 2 heures de précipitation entre 19h et 21h) ;

2/ **Le ruissellement urbain n'est pas l'unique cause de ces inondations : le débordement de petits fleuves côtiers a même été prépondérant dans certains secteurs** (Brague, Grande Frayère, Riou de l'Argentière). Les réactions de ces cours d'eau ont été soudaines et violentes, aggravées en cela par le fait que les bassins versant touchés sont de petite taille (transfert très rapide).

3/ **L'urbanisation**, même si elle a contribué à limiter les infiltrations, **a surtout joué un rôle central sur la vulnérabilité des zones inondées**, et donc sur le niveau impressionnant des dégâts. En effet les sols, même en milieu rural, n'auraient de toute manière pas pu « absorber » les précipitations à cause de leur intensité très exceptionnelle.

4/ **La méthode AIGA Hydro actuellement en test sur la plateforme RHYTMME a très bien réagi** : tous les cours d'eau impliqués dans des dégâts importants ont été qualifiés par AIGA comme dépassant la période de retour 50 ans. Les premières estimations (à confirmer à l'aide d'autres cas) de l'anticipation potentielle par AIGA sont de l'ordre de la demi-heure.

Notons que même faible, cette anticipation nous semble utile. D'une part, elle reste compatible avec une alerte automatique de masse (par exemple pour signifier aux personnes de ne pas aller chercher leur voitures dans les garages ou de monter dans les étages). D'autre part la localisation cartographique en temps réel des zones les plus impactées n'est pas dénuée d'intérêt, même sans anticipation : elle permet aux services de secours de se coordonner et prioriser leurs actions, dans un contexte de crise où de nombreuses informations peuvent remonter, pas toujours cohérentes les unes avec les autres.



Irstea – centre d'Aix-en-Provence  
Groupe de recherche en hydrologie  
3275, route Cézanne  
CS 40061  
13 182 AIX-EN-PROVENCE Cedex 5  
tél. +33 (0)4 42 66 99 10  
fax +33 (0)4 42 66 99 05  
[www.irstea.fr](http://www.irstea.fr)

