Conférence Parmenides IX – GID-CIHEAM – Bari – octobre 2021
Gestion durable des bassins versants méditerranéens face aux impacts des changements sociétaux et climatiques

Catherine Fouchier

Modélisation hydrologique pour le temps réel, état des lieux et perspectives

Ingénieure en chef des Ponts et Chaussée, docteure en hydrologie, chercheuse au sein de l'équipe Risques Hydrométéorologiques d'INRAE (UMR RECOVER), membre du conseil scientifique et technique du Pôle Alpin des Risques Naturels, membre du bureau de l'ASTEE PACA.

Résumé

Le risque inondation est le premier risque naturel en France par l'importance des dommages provoqués, le nombre de communes concernées et le nombre d'habitants résidant dans ces zones. Sur 132 000 km de cours d'eau, environ 22 000 km, représentant 75 % de la population en zone inondable, font l'objet d'un suivi réglementaire par l'Etat au titre de la Vigilance Crues. Pour pallier le manque d'information en dehors de ces cours d'eau, des travaux de recherche menés par INRAE en collaboration avec le Ministère de la Transition Ecologique ont permis la mise en place du service Vigicrues Flash. Ce service délivre des avertissements automatiques à l'échelle communale en cas de risque de crues à venir sur certains cours d'eau non couverts par la Vigilance Crues. Il s'appuie sur la méthode AIGA d'anticipation des crues rapides développée par INRAE. Elle permet de qualifier l'aléa hydrologique en tout point du réseau hydrographique en comparant à des valeurs seuils, les débits calculés en temps réel par un modèle hydrologique. Cette communication présente une synthèse des nombreux travaux de recherche qui ont permis d'enrichir la méthode et d'améliorer les avertissements émis.

Communication

Introduction

En France, les crues rapides sont à l'origine d'une part très significative des dommages subis, tant sur le plan humain que matériel. Générées par des pluies intenses, ces crues se manifestent au sein de petits bassins versants caractérisés par des temps de réactions courts et, très souvent, l'absence de mesures de débit. Sans information sur les débits, la seule donnée d'entrée pour prévoir ces crues est alors la pluie et, en particulier, l'information fournie par les radars météorologiques.
L'équipe Risques Hydrométéorologique d'Irstea Aix-en-Provence travaille depuis plusieurs années à une meilleure anticipation de ce type d'événement sur les bassins versants non instrumentés, notamment en intégrant dans ses modèles hydrologiques les informations des radars météorologiques. Ces travaux ont conduit à la mise au point dès 2003 de la méthode AIGA (acronyme pour Adaptation d'Informations Géographiques pour l'Alerte crues) en collaboration avec Météo-France et le Schapi. Conçue comme un outil d'aide à la décision en situation de crise, destinée aux décideurs et aux gestionnaires, cette méthode fournit une évaluation de la gravité d'un événement hydrométéorologique.
Faisant l'objet de travaux continuels d'améliorations, la méthode AIGA est mise en œuvre dans des dispositifs opérationnels de surveillance et d'anticipation des aléas hydrométéorologiques

1. Principe de la méthode AIGA

L'objectif de la méthode AIGA est de fournir une évaluation de la gravité d'un événement hydrométéorologique grâce à :

- l'affichage du niveau de gravité de l'aléa pluvial en tout point du territoire,
- l'affichage du niveau de gravité de l'aléa hydrologique en tout point du réseau hydrographique.

Cet objectif est rempli grâce à la comparaison de données temps réel avec des valeurs seuils (figure 1 : principe de la méthode AIGA et valorisations opérationnelles en temps réel.

La méthode permet de produire toutes les 15 minutes :

- des cartes indiquant en temps réel, et en tout point du territoire à la résolution du km², la période de retour des pluies radar observées en les comparant avec des valeurs seuil (volet AIGA Pluies),

- une carte indiquant en temps réel, et pour tout bassin prédéfini, la période de retour des crues qui pourraient résulter de ces précipitations, en comparant les débits calculés à des valeurs seuils, en des points prédéfinis du réseau hydrographique (volet AIGA Débits).

Ces deux types de productions permettent de caractériser la gamme de période de retour de l'aléa hydrométéorologique en cours, et, ainsi, d'apprécier l'intensité anormale du phénomène naturel.

1.1 Le volet Pluies de la méthode AIGA

Les données temps réel de pluie sont les cumuls fournis à la résolution spatiale du km² sur différentes durées (1h à 72h) par le réseau de radars météorologiques opérés par Météo-France (réseau ARAMIS). Les valeurs seuils de pluie sont constituées par les valeurs statistiques de pluie issues de la base nationale **SHYREG** pluie (Arnaud et al., 2014) disponibles pour les mêmes durées de cumul et pour différentes périodes de retour.

Le résultat de la comparaison entre ces observations de pluie et ces valeurs seuils peut être visualisé sous la forme de cartes à la **résolution spatiale du km²** (figure 2 : cartographie AIGA Pluies produite à 17h30 le 23/10/2019. Périodes de retour de la pluie radar de durée 1 heure. Source : capture écran extranet Rhytmme.

1.2. Le volet Débits de la méthode AIGA

Pour caractériser l'aléa de crues, la méthode AIGA s'appuie sur des données temps réel de débits fournies par un modèle hydrologique alimenté par les pluies radars. Ces données temps réel sont comparées à des valeurs seuils de débit associées à différentes périodes de retour.

Dans la pratique, le modèle hydrologique est mis en œuvre pour des exutoires prédéfinis. Les périodes de retour sont traduites visuellement par un code couleur attribué aux tronçons modélisés. Le réseau hydrographique affiché sur carte de la figure 3 : cartographie AIGA Débits produite à 08h00 le 23/10/2019 . Période de retour des débits modélisés. Source : capture écran extranet Sécurité Civile.

2. Mises en œuvre temps réel de la méthode AIGA

La méthode AIGA est exploitée en temps réel dans quatre dispositifs opérationnels de suivi et d'anticipation des événements hydro-météorologiques :

- le dispositif national **APIC**, opéré par Météo-France,
- le dispositif national **Vigicrues-Flash**, opéré par le Schapi,
- les extranets « **Sécurité Civile** » et « **Rhytmme** » de Météo-France.

2.1. Dispositif APIC

La méthode AIGA Pluies est utilisée dans le dispositif Avertissement pluies intenses à l'échelle des communes, ou APIC, mis en place en 2011 par Météo-France en réponse à une commande du Ministère en charge de l'Environnement. Ce service renseigne sur le caractère plus ou moins exceptionnel des précipitations observées à l'aide de deux niveaux d'avertissement : "précipitations intenses" et "précipitations très intenses". Pour cela, le service **APIC agrège, à l'échelle communale, les informations produites par la méthode AIGA Pluies** à la résolution spatiale du km^2. Ce service est disponible sur la totalité des communes métropolitaines ; on dénombrait 9 800 communes abonnées à la fin 2019.

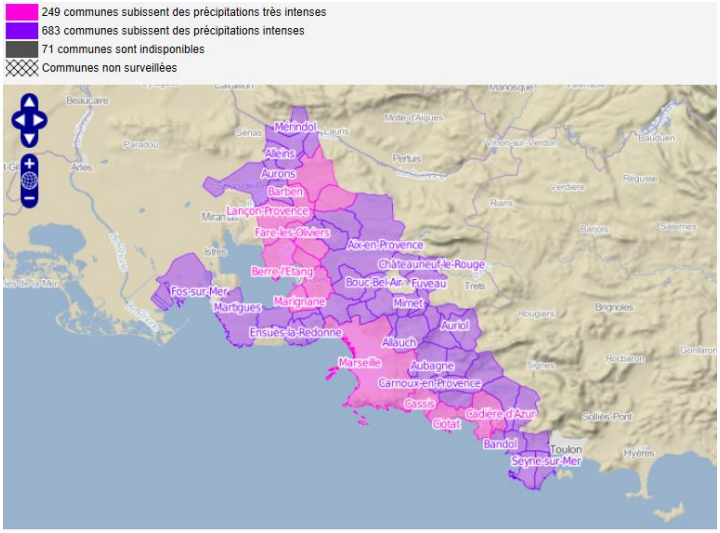


figure 4 : production APIC à 18h30 le 23/10/2019.

2.2. Dispositif Vigicrues Flash

La méthode AIGA Débits est utilisée dans le service Vigicrues Flash, mis en place en 2017 par le Ministère en charge de l'Environnement (Service central d'hydrométéorologie et d'appui à la prévision des inondations – SCHAPI). Ce système d'avertissement permet de surveiller près de 15 000 tronçons de cours d'eau du territoire métropolitain, soit plus de 30 000 km de cours d'eau concernant un peu plus de 10 000 communes (pour 1 380 communes abonnées fin 2019). Les avertissements Vigicrues Flash informent sur le risque de crue significative dans les prochaines heures à l'aide de deux niveaux d'avertissements "Crue forte" et "Crue très forte" émis à l'échelle d'une commune. Pour cela, **Vigicrues Flash agrège, à l'échelle communale, les informations**

produites par la méthode AIGA Débits sur les cours d'eau qui traversent le territoire communal.

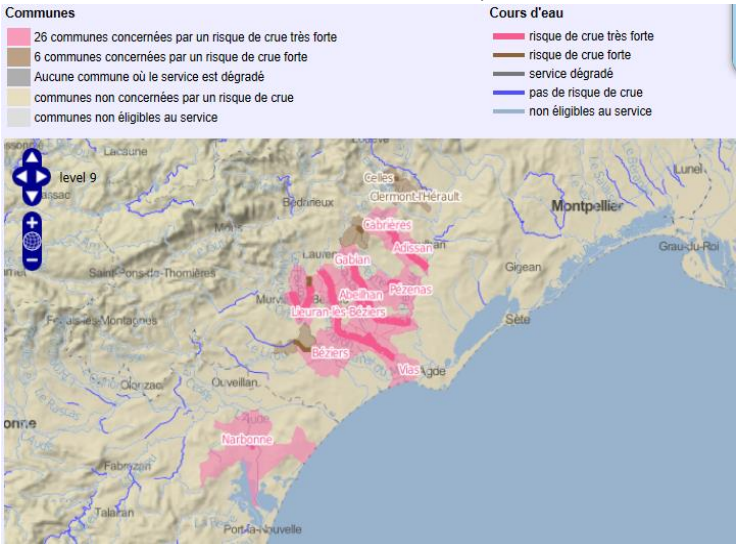


figure 5 : carte Vigicrues Flash produite à 09h00 le 23/10/2019

2.3. Extranets Rhytmme et Sécurité civile

Enfin, deux extranets opérés par Météo-France diffusent en temps réel les cartes produites selon la méthode AIGA dans leur résolution native.
L'extranet Rhytmme, proposé aux collectivités locales et aux services de l'État en Région Sud-Provence-Alpes-Côte d'Azur, permet la visualisation de l'ensemble des cartes produites par la méthode : les différentes cartes de qualification en période de retour des pluies, à la résolution du km², et la carte de qualification en période de retour des débits. On dénombre, fin 2019, près de 200 structures utilisatrices de cet extranet.

L'extranet « Sécurité Civile » propose une information AIGA à ses utilisateurs (services gestionnaires de crise : SIDPC, SDIS, Préfecture, DDTM …) quelle que soit la zone de défense dont il relève (figure 6 : menu AIGA dans l'extranet Sécurité Civile.

3. Travaux de recherche

Les travaux de recherche et développement sur la méthode AIGA sont menés dans le cadre d'une convention pluri-annuelle avec le Ministère en charge de l'environnement. Ils concernent l'amélioration de la modélisation de la pluie en débit , avec notamment le développement d'une modélisation continue infra-horaire ou la modélisation du routage des débits au sein des bassins

versants, la caractérisation des incertitudes de modélisation, la prise en compte de la vulnérabilité des territoires, … Ces travaux de R&D sont supervisés par le SCHAPI qui assure le suivi et la coordination du volet hydrologique de la convention pour le compte du Ministère en charge de l'environnement.

Références bibliographiques

J. Lavabre et Y. Gregoris (2005). AIGA : un dispositif d'alerte des crues sur l'ensemble du réseau hydrographique. Ingénieries EAT, n° 44, 3-12.

P. Javelle, J. Demargne, D. Defrance, J. Pansu, P. Arnaud (2014). Évaluation des avertissements de crue soudaines à des sites non jaugés en utilisant des campagnes post-événement : une application avec le système d'avertissement AIGA. Evaluating flash-flood warnings at ungauged locations using post-event surveys: a case study with the AIGA warning system. Hydrological Sciences Journal-Journal Des Sciences Hydrologiques, 59(7): p. 1390-1402.

C. Fouchier, C. Saint Martin, P. Javelle, P. Meriaux, D. Organde, et al. (2017). Mises en œuvre opérationnelles de la méthode AIGA pour anticiper les crues sur les cours d'eau non surveillés. Irstea, Sciences Eaux & Territoires, n°23, pp.48-55.

). Les deux productions disponibles sont : la carte AIGA Pluie pour les pluies 2h sur tout le territoire national et la carte AIGA Débit sur 15 départements du pourtour méditerranéen appartenant aux Zone de Défense Sud et Sud-Est.

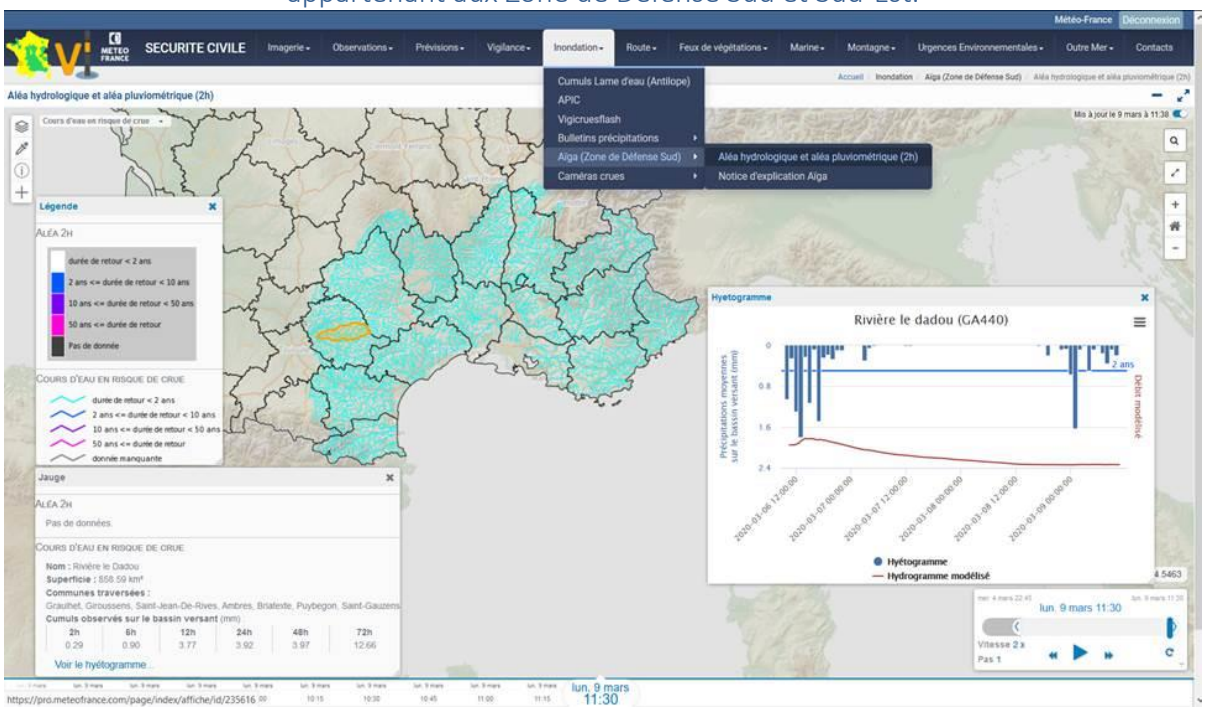


figure 6 : menu AIGA dans l'extranet Sécurité Civile.

3. Travaux de recherche

Les travaux de recherche et développement sur la méthode AIGA sont menés dans le cadre d'une convention pluri-annuelle avec le Ministère en charge de l'environnement. Ils concernent l'amélioration de la modélisation de la pluie en débit , avec notamment le développement d'une modélisation continue infra-horaire ou la modélisation du routage des débits au sein des bassins

versants, la caractérisation des incertitudes de modélisation, la prise en compte de la vulnérabilité des territoires, … Ces travaux de R&D sont supervisés par le SCHAPI qui assure le suivi et la coordination du volet hydrologique de la convention pour le compte du Ministère en charge de l'environnement.

Références bibliographiques

J. Lavabre et Y. Gregoris (2005). AIGA : un dispositif d'alerte des crues sur l'ensemble du réseau hydrographique. Ingénieries EAT, n° 44, 3-12.

P. Javelle, J. Demargne, D. Defrance, J. Pansu, P. Arnaud (2014). Évaluation des avertissements de crue soudaines à des sites non jaugés en utilisant des campagnes post-événement : une application avec le système d'avertissement AIGA. Evaluating flash-flood warnings at ungauged locations using post-event surveys: a case study with the AIGA warning system. Hydrological Sciences Journal-Journal Des Sciences Hydrologiques, 59(7): p. 1390-1402.

C. Fouchier, C. Saint Martin, P. Javelle, P. Meriaux, D. Organde, et al. (2017). Mises en œuvre opérationnelles de la méthode AIGA pour anticiper les crues sur les cours d'eau non surveillés. Irstea, Sciences Eaux & Territoires, n°23, pp.48-55.

est ainsi représenté avec une échelle en 3 couleurs, selon que les débits modélisés ont une période de retour soit comprise entre 2 et 10 ans, soit comprise entre 10 ans et 50 ans, soit supérieure à 50 ans.

figure 3 : cartographie AIGA Débits produite à 08h00 le 23/10/2019 . Période de retour des débits modélisés. Source : capture écran extranet Sécurité Civile.

2. Mises en œuvre temps réel de la méthode AIGA

La méthode AIGA est exploitée en temps réel dans quatre dispositifs opérationnels de suivi et d'anticipation des événements hydro-météorologiques :

- le dispositif national **APIC**, opéré par Météo-France,
- le dispositif national **Vigicrues-Flash**, opéré par le Schapi,
- les extranets « **Sécurité Civile** » et « **Rhytmme** » de Météo-France.

2.1. Dispositif APIC

La méthode AIGA Pluies est utilisée dans le dispositif Avertissement pluies intenses à l'échelle des communes, ou APIC, mis en place en 2011 par Météo-France en réponse à une commande du Ministère en charge de l'Environnement. Ce service renseigne sur le caractère plus ou moins exceptionnel des précipitations observées à l'aide de deux niveaux d'avertissement : "précipitations intenses" et "précipitations très intenses". Pour cela, le service **APIC agrège, à l'échelle communale, les informations produites par la méthode AIGA Pluies** à la résolution spatiale du km^2. Ce service est disponible sur la totalité des communes métropolitaines ; on dénombrait 9 800 communes abonnées à la fin 2019.

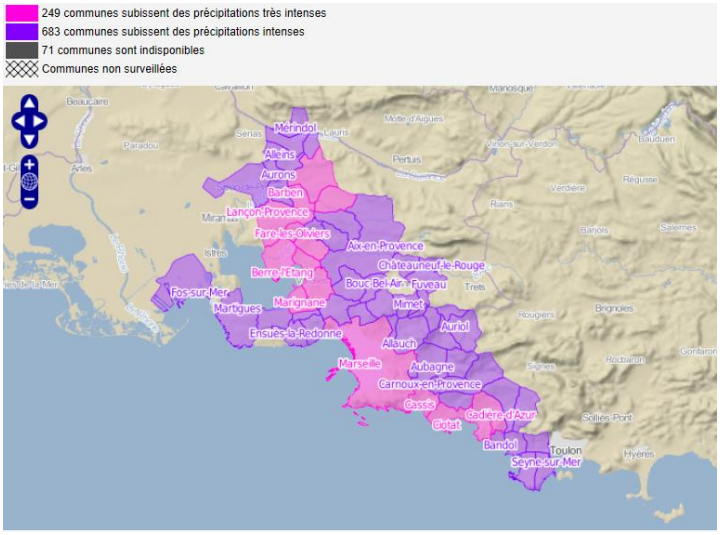


figure 4 : production APIC à 18h30 le 23/10/2019.

2.2. Dispositif Vigicrues Flash

La méthode AIGA Débits est utilisée dans le service Vigicrues Flash, mis en place en 2017 par le Ministère en charge de l'Environnement (Service central d'hydrométéorologie et d'appui à la prévision des inondations – SCHAPI). Ce système d'avertissement permet de surveiller près de 15 000 tronçons de cours d'eau du territoire métropolitain, soit plus de 30 000 km de cours d'eau concernant un peu plus de 10 000 communes (pour 1 380 communes abonnées fin 2019). Les avertissements Vigicrues Flash informent sur le risque de crue significative dans les prochaines heures à l'aide de deux niveaux d'avertissements "Crue forte" et "Crue très forte" émis à l'échelle d'une commune. Pour cela, **Vigicrues Flash agrège, à l'échelle communale, les informations produites par la méthode AIGA Débits sur les cours d'eau** qui traversent le territoire communal.

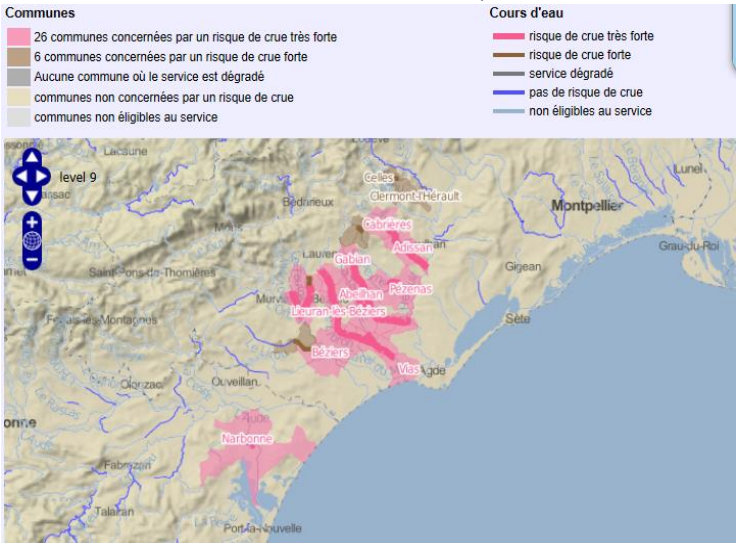


figure 5 : carte Vigicrues Flash produite à 09h00 le 23/10/2019

2.3. Extranets Rhytmme et Sécurité civile

Enfin, deux extranets opérés par Météo-France diffusent en temps réel les cartes produites selon la méthode AIGA dans leur résolution native.
L'extranet Rhytmme, proposé aux collectivités locales et aux services de l'État en Région Sud-Provence-Alpes-Côte d'Azur, permet la visualisation de l'ensemble des cartes produites par la méthode : les différentes cartes de qualification en période de retour des pluies, à la résolution du km², et la carte de qualification en période de retour des débits. On dénombre, fin 2019, près de 200 structures utilisatrices de cet extranet.

L'extranet « Sécurité Civile » propose une information AIGA à ses utilisateurs (services gestionnaires de crise : SIDPC, SDIS, Préfecture, DDTM …) quelle que soit la zone de défense dont il relève (figure 6 : menu AIGA dans l'extranet Sécurité Civile.

3. Travaux de recherche

Les travaux de recherche et développement sur la méthode AIGA sont menés dans le cadre d'une convention pluri-annuelle avec le Ministère en charge de l'environnement. Ils concernent l'amélioration de la modélisation de la pluie en débit , avec notamment le développement d'une modélisation continue infra-horaire ou la modélisation du routage des débits au sein des bassins

versants, la caractérisation des incertitudes de modélisation, la prise en compte de la vulnérabilité des territoires, … Ces travaux de R&D sont supervisés par le SCHAPI qui assure le suivi et la coordination du volet hydrologique de la convention pour le compte du Ministère en charge de l'environnement.

Références bibliographiques

J. Lavabre et Y. Gregoris (2005). AIGA : un dispositif d'alerte des crues sur l'ensemble du réseau hydrographique. Ingénieries EAT, n° 44, 3-12.

P. Javelle, J. Demargne, D. Defrance, J. Pansu, P. Arnaud (2014). Évaluation des avertissements de crue soudaines à des sites non jaugés en utilisant des campagnes post-événement : une application avec le système d'avertissement AIGA. Evaluating flash-flood warnings at ungauged locations using post-event surveys: a case study with the AIGA warning system. Hydrological Sciences Journal-Journal Des Sciences Hydrologiques, 59(7): p. 1390-1402.

C. Fouchier, C. Saint Martin, P. Javelle, P. Meriaux, D. Organde, et al. (2017). Mises en œuvre opérationnelles de la méthode AIGA pour anticiper les crues sur les cours d'eau non surveillés.

Irstea, Sciences Eaux & Territoires, n°23, pp.48-55.

). Les deux productions disponibles sont : la carte AIGA Pluie pour les pluies 2h sur tout le territoire national et la carte AIGA Débit sur 15 départements du pourtour méditerranéen appartenant aux Zone de Défense Sud et Sud-Est.

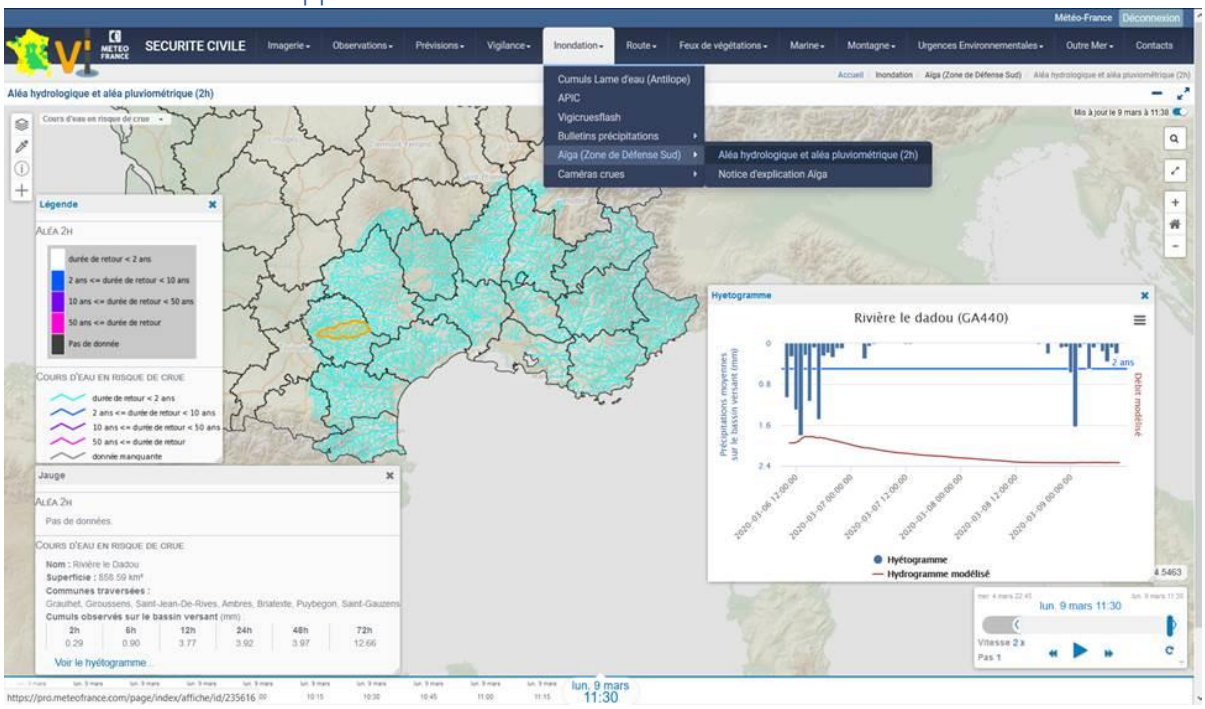


figure 6 : menu AIGA dans l'extranet Sécurité Civile.

3. Travaux de recherche

Les travaux de recherche et développement sur la méthode AIGA sont menés dans le cadre d'une convention pluri-annuelle avec le Ministère en charge de l'environnement. Ils concernent l'amélioration de la modélisation de la pluie en débit , avec notamment le développement d'une modélisation continue infra-horaire ou la modélisation du routage des débits au sein des bassins

versants, la caractérisation des incertitudes de modélisation, la prise en compte de la vulnérabilité des territoires, … Ces travaux de R&D sont supervisés par le SCHAPI qui assure le suivi et la coordination du volet hydrologique de la convention pour le compte du Ministère en charge de l'environnement.

Références bibliographiques

J. Lavabre et Y. Gregoris (2005). AIGA : un dispositif d'alerte des crues sur l'ensemble du réseau hydrographique. Ingénieries EAT, n° 44, 3-12.

P. Javelle, J. Demargne, D. Defrance, J. Pansu, P. Arnaud (2014). Évaluation des avertissements de crue soudaines à des sites non jaugés en utilisant des campagnes post-événement : une application avec le système d'avertissement AIGA. Evaluating flash-flood warnings at ungauged locations using post-event surveys: a case study with the AIGA warning system. Hydrological Sciences Journal-Journal Des Sciences Hydrologiques, 59(7): p. 1390-1402.

C. Fouchier, C. Saint Martin, P. Javelle, P. Meriaux, D. Organde, et al. (2017). Mises en œuvre opérationnelles de la méthode AIGA pour anticiper les crues sur les cours d'eau non surveillés. Irstea, Sciences Eaux & Territoires, n°23, pp.48-55.

). Les niveaux de rareté des pluies y sont représentés selon une échelle simplifiée en gammes de périodes de retour. Une échelle en 3 couleurs est par exemple adoptée sur la carte de la figure 2 : cartographie AIGA Pluies produite à 17h30 le 23/10/2019. Périodes de retour de la pluie radar de durée 1 heure. Source : capture écran extranet Rhytmme.

1.2. Le volet Débits de la méthode AIGA

Pour caractériser l'aléa de crues, la méthode AIGA s'appuie sur des données temps réel de débits fournies par un modèle hydrologique alimenté par les pluies radars. Ces données temps réel sont comparées à des valeurs seuils de débit associées à différentes périodes de retour.

Dans la pratique, le modèle hydrologique est mis en œuvre pour des exutoires prédéfinis. Les périodes de retour sont traduites visuellement par un code couleur attribué aux tronçons modélisés. Le réseau hydrographique affiché sur carte de la figure 3 : cartographie AIGA Débits produite à 08h00 le 23/10/2019 . Période de retour des débits modélisés. Source : capture écran extranet Sécurité Civile.

2. Mises en œuvre temps réel de la méthode AIGA

La méthode AIGA est exploitée en temps réel dans quatre dispositifs opérationnels de suivi et d'anticipation des événements hydro-météorologiques :

- le dispositif national **APIC**, opéré par Météo-France,
- le dispositif national **Vigicrues-Flash**, opéré par le Schapi,

- les extranets « Sécurité Civile » et « Rhytmme » de Météo-France.

2.1. Dispositif APIC

La méthode AIGA Pluies est utilisée dans le dispositif Avertissement pluies intenses à l'échelle des communes, ou APIC, mis en place en 2011 par Météo-France en réponse à une commande du Ministère en charge de l'Environnement. Ce service renseigne sur le caractère plus ou moins exceptionnel des précipitations observées à l'aide de deux niveaux d'avertissement : "précipitations intenses" et "précipitations très intenses". Pour cela, le service **APIC agrège, à l'échelle communale, les informations produites par la méthode AIGA Pluies** à la résolution spatiale du km^2. Ce service est disponible sur la totalité des communes métropolitaines ; on dénombrait 9 800 communes abonnées à la fin 2019.

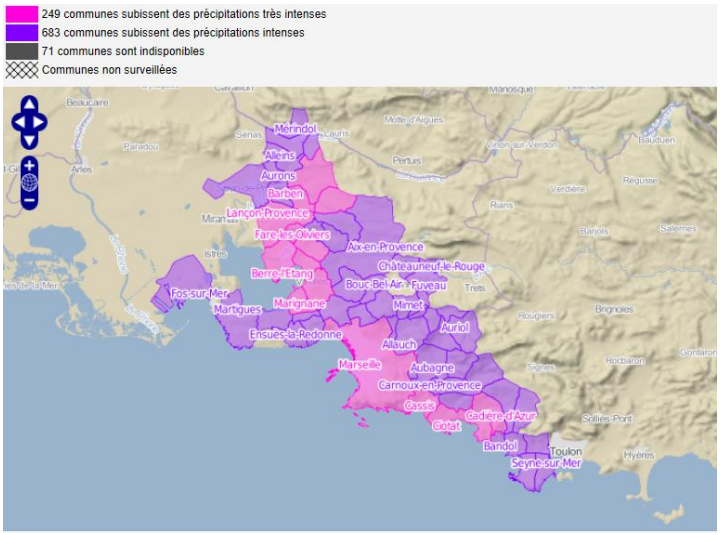


figure 4 : production APIC à 18h30 le 23/10/2019.

2.2. Dispositif Vigicrues Flash

La méthode AIGA Débits est utilisée dans le service Vigicrues Flash, mis en place en 2017 par le Ministère en charge de l'Environnement (Service central d'hydrométéorologie et d'appui à la prévision des inondations – SCHAPI). Ce système d'avertissement permet de surveiller près de 15 000 tronçons de cours d'eau du territoire métropolitain, soit plus de 30 000 km de cours d'eau concernant un peu plus de 10 000 communes (pour 1 380 communes abonnées fin 2019). Les avertissements Vigicrues Flash informent sur le risque de crue significative dans les prochaines heures à l'aide de deux niveaux d'avertissements "Crue forte" et "Crue très forte" émis à l'échelle d'une commune. Pour cela, **Vigicrues Flash agrège, à l'échelle communale, les informations**

produites par la méthode AIGA Débits sur les cours d'eau qui traversent le territoire communal.

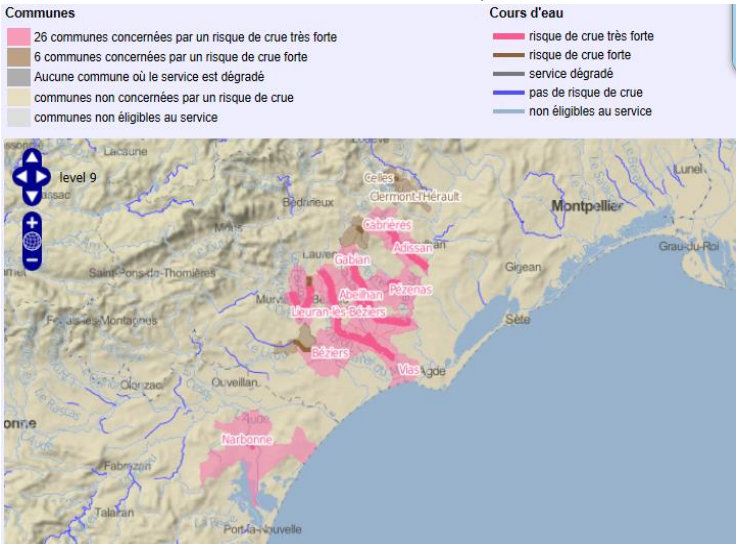


figure 5 : carte Vigicrues Flash produite à 09h00 le 23/10/2019

2.3. Extranets Rhytmme et Sécurité civile

Enfin, deux extranets opérés par Météo-France diffusent en temps réel les cartes produites selon la méthode AIGA dans leur résolution native.
L'extranet Rhytmme, proposé aux collectivités locales et aux services de l'État en Région Sud-Provence-Alpes-Côte d'Azur, permet la visualisation de l'ensemble des cartes produites par la méthode : les différentes cartes de qualification en période de retour des pluies, à la résolution du km², et la carte de qualification en période de retour des débits. On dénombre, fin 2019, près de 200 structures utilisatrices de cet extranet.

L'extranet « Sécurité Civile » propose une information AIGA à ses utilisateurs (services gestionnaires de crise : SIDPC, SDIS, Préfecture, DDTM …) quelle que soit la zone de défense dont il relève (figure 6 : menu AIGA dans l'extranet Sécurité Civile.

3. Travaux de recherche

Les travaux de recherche et développement sur la méthode AIGA sont menés dans le cadre d'une convention pluri-annuelle avec le Ministère en charge de l'environnement. Ils concernent l'amélioration de la modélisation de la pluie en débit , avec notamment le développement d'une modélisation continue infra-horaire ou la modélisation du routage des débits au sein des bassins

versants, la caractérisation des incertitudes de modélisation, la prise en compte de la vulnérabilité des territoires, … Ces travaux de R&D sont supervisés par le SCHAPI qui assure le suivi et la coordination du volet hydrologique de la convention pour le compte du Ministère en charge de l'environnement.

Références bibliographiques

J. Lavabre et Y. Gregoris (2005). AIGA : un dispositif d'alerte des crues sur l'ensemble du réseau hydrographique. Ingénieries EAT, n° 44, 3-12.

P. Javelle, J. Demargne, D. Defrance, J. Pansu, P. Arnaud (2014). Évaluation des avertissements de crue soudaines à des sites non jaugés en utilisant des campagnes post-événement : une application avec le système d'avertissement AIGA. Evaluating flash-flood warnings at ungauged locations using post-event surveys: a case study with the AIGA warning system. Hydrological Sciences Journal-Journal Des Sciences Hydrologiques, 59(7): p. 1390-1402.

C. Fouchier, C. Saint Martin, P. Javelle, P. Meriaux, D. Organde, et al. (2017). Mises en œuvre opérationnelles de la méthode AIGA pour anticiper les crues sur les cours d'eau non surveillés. Irstea, Sciences Eaux & Territoires, n°23, pp.48-55.

). Les deux productions disponibles sont : la carte AIGA Pluie pour les pluies 2h sur tout le territoire national et la carte AIGA Débit sur 15 départements du pourtour méditerranéen appartenant aux Zone de Défense Sud et Sud-Est.

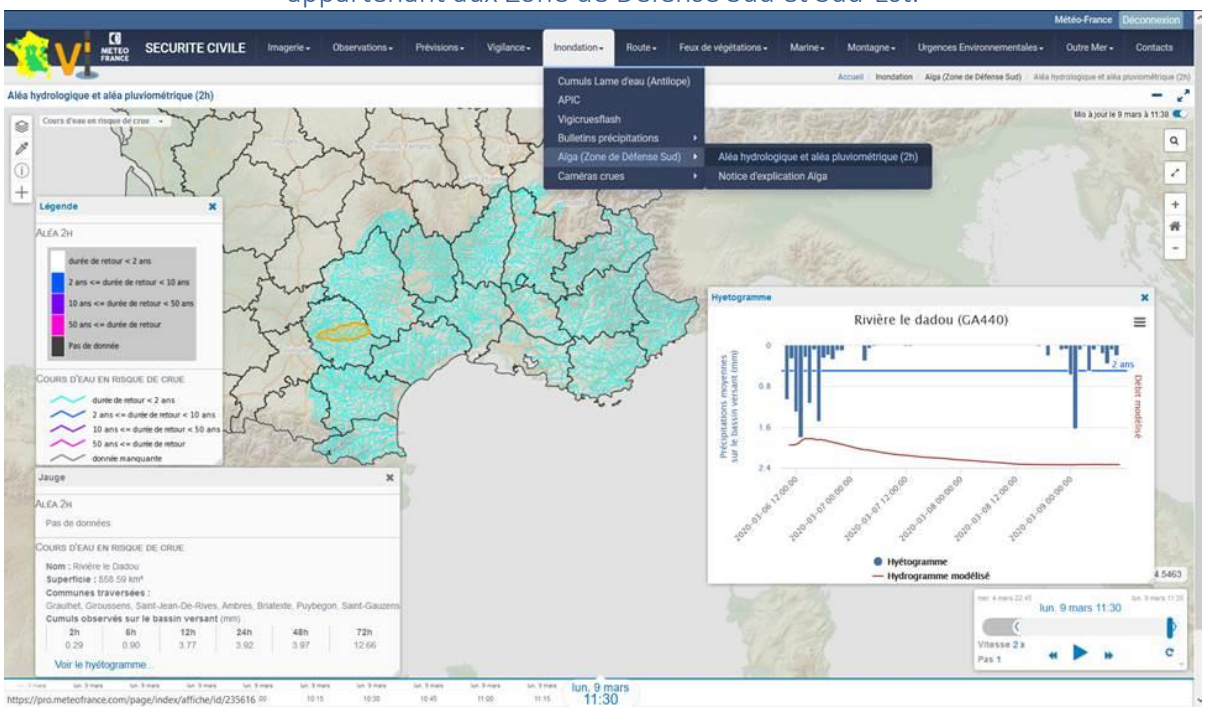


figure 6 : menu AIGA dans l'extranet Sécurité Civile.

3. Travaux de recherche

Les travaux de recherche et développement sur la méthode AIGA sont menés dans le cadre d'une convention pluri-annuelle avec le Ministère en charge de l'environnement. Ils concernent l'amélioration de la modélisation de la pluie en débit , avec notamment le développement d'une modélisation continue infra-horaire ou la modélisation du routage des débits au sein des bassins

versants, la caractérisation des incertitudes de modélisation, la prise en compte de la vulnérabilité des territoires, … Ces travaux de R&D sont supervisés par le SCHAPI qui assure le suivi et la coordination du volet hydrologique de la convention pour le compte du Ministère en charge de l'environnement.

Références bibliographiques

J. Lavabre et Y. Gregoris (2005). AIGA : un dispositif d'alerte des crues sur l'ensemble du réseau hydrographique. Ingénieries EAT, n° 44, 3-12.

P. Javelle, J. Demargne, D. Defrance, J. Pansu, P. Arnaud (2014). Évaluation des avertissements de crue soudaines à des sites non jaugés en utilisant des campagnes post-événement : une application avec le système d'avertissement AIGA. Evaluating flash-flood warnings at ungauged locations using post-event surveys: a case study with the AIGA warning system. Hydrological Sciences Journal-Journal Des Sciences Hydrologiques, 59(7): p. 1390-1402.

C. Fouchier, C. Saint Martin, P. Javelle, P. Meriaux, D. Organde, et al. (2017). Mises en œuvre opérationnelles de la méthode AIGA pour anticiper les crues sur les cours d'eau non surveillés. Irstea, Sciences Eaux & Territoires, n°23, pp.48-55.

est ainsi représenté avec une échelle en 3 couleurs, selon que les débits modélisés ont une période de retour soit comprise entre 2 et 10 ans, soit comprise entre 10 ans et 50 ans, soit supérieure à 50 ans.

figure 3 : cartographie AIGA Débits produite à 08h00 le 23/10/2019 . Période de retour des débits modélisés. Source : capture écran extranet Sécurité Civile.

2. Mises en œuvre temps réel de la méthode AIGA

La méthode AIGA est exploitée en temps réel dans quatre dispositifs opérationnels de suivi et d'anticipation des événements hydro-météorologiques :

- le dispositif national **APIC**, opéré par Météo-France,
- le dispositif national **Vigicrues-Flash**, opéré par le Schapi,
- les extranets « **Sécurité Civile** » et « **Rhytmme** » de Météo-France.

2.1. Dispositif APIC

La méthode AIGA Pluies est utilisée dans le dispositif Avertissement pluies intenses à l'échelle des communes, ou APIC, mis en place en 2011 par Météo-France en réponse à une commande du Ministère en charge de l'Environnement. Ce service renseigne sur le caractère plus ou moins exceptionnel des précipitations observées à l'aide de deux niveaux d'avertissement : "précipitations intenses" et "précipitations très intenses". Pour cela, le service **APIC agrège, à l'échelle communale, les informations produites par la méthode AIGA Pluies** à la résolution spatiale du km^2. Ce service est disponible sur la totalité des communes métropolitaines ; on dénombrait 9 800 communes abonnées à la fin 2019.

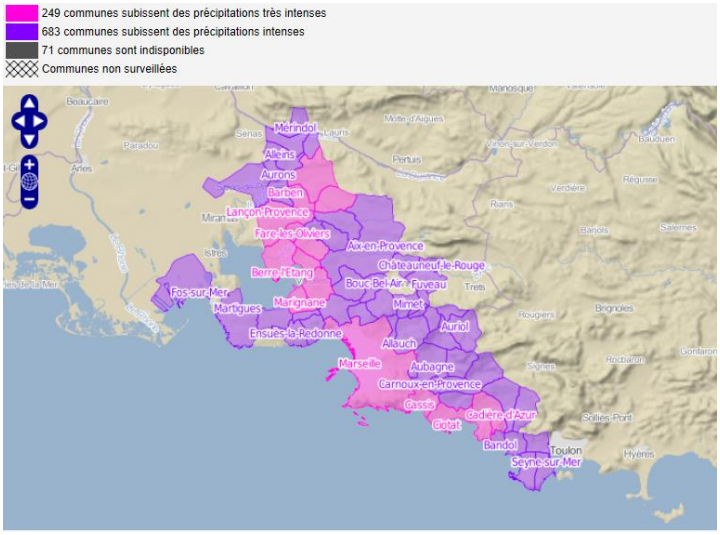


figure 4 : production APIC à 18h30 le 23/10/2019.

2.2. Dispositif Vigicrues Flash

La méthode AIGA Débits est utilisée dans le service Vigicrues Flash, mis en place en 2017 par le Ministère en charge de l'Environnement (Service central d'hydrométéorologie et d'appui à la prévision des inondations – SCHAPI). Ce système d'avertissement permet de surveiller près de 15 000 tronçons de cours d'eau du territoire métropolitain, soit plus de 30 000 km de cours d'eau concernant un peu plus de 10 000 communes (pour 1 380 communes abonnées fin 2019). Les avertissements Vigicrues Flash informent sur le risque de crue significative dans les prochaines heures à l'aide de deux niveaux d'avertissements "Crue forte" et "Crue très forte" émis à l'échelle d'une commune. Pour cela, **Vigicrues Flash agrège, à l'échelle communale, les informations produites par la méthode AIGA Débits sur les cours d'eau** qui traversent le territoire communal.

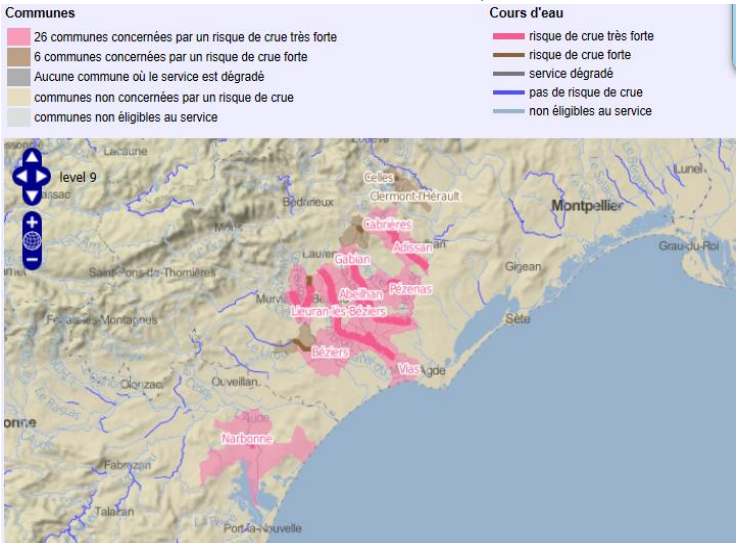


figure 5 : carte Vigicrues Flash produite à 09h00 le 23/10/2019

2.3. Extranets Rhytmme et Sécurité civile

Enfin, deux extranets opérés par Météo-France diffusent en temps réel les cartes produites selon la méthode AIGA dans leur résolution native.
L'extranet Rhytmme, proposé aux collectivités locales et aux services de l'État en Région Sud-Provence-Alpes-Côte d'Azur, permet la visualisation de l'ensemble des cartes produites par la méthode : les différentes cartes de qualification en période de retour des pluies, à la résolution du km², et la carte de qualification en période de retour des débits. On dénombre, fin 2019, près de 200 structures utilisatrices de cet extranet.

L'extranet « Sécurité Civile » propose une information AIGA à ses utilisateurs (services gestionnaires de crise : SIDPC, SDIS, Préfecture, DDTM …) quelle que soit la zone de défense dont il relève (figure 6 : menu AIGA dans l'extranet Sécurité Civile.

3. Travaux de recherche

Les travaux de recherche et développement sur la méthode AIGA sont menés dans le cadre d'une convention pluri-annuelle avec le Ministère en charge de l'environnement. Ils concernent l'amélioration de la modélisation de la pluie en débit , avec notamment le développement d'une modélisation continue infra-horaire ou la modélisation du routage des débits au sein des bassins

versants, la caractérisation des incertitudes de modélisation, la prise en compte de la vulnérabilité des territoires, … Ces travaux de R&D sont supervisés par le SCHAPI qui assure le suivi et la coordination du volet hydrologique de la convention pour le compte du Ministère en charge de l'environnement.

Références bibliographiques

J. Lavabre et Y. Gregoris (2005). AIGA : un dispositif d'alerte des crues sur l'ensemble du réseau hydrographique. Ingénieries EAT, n° 44, 3-12.

P. Javelle, J. Demargne, D. Defrance, J. Pansu, P. Arnaud (2014). Évaluation des avertissements de crue soudaines à des sites non jaugés en utilisant des campagnes post-événement : une application avec le système d'avertissement AIGA. Evaluating flash-flood warnings at ungauged locations using post-event surveys: a case study with the AIGA warning system. Hydrological Sciences Journal-Journal Des Sciences Hydrologiques, 59(7): p. 1390-1402.

C. Fouchier, C. Saint Martin, P. Javelle, P. Meriaux, D. Organde, et al. (2017). Mises en œuvre opérationnelles de la méthode AIGA pour anticiper les crues sur les cours d'eau non surveillés.

Irstea, Sciences Eaux & Territoires, n°23, pp.48-55.

). Les deux productions disponibles sont : la carte AIGA Pluie pour les pluies 2h sur tout le territoire national et la carte AIGA Débit sur 15 départements du pourtour méditerranéen appartenant aux Zone de Défense Sud et Sud-Est.

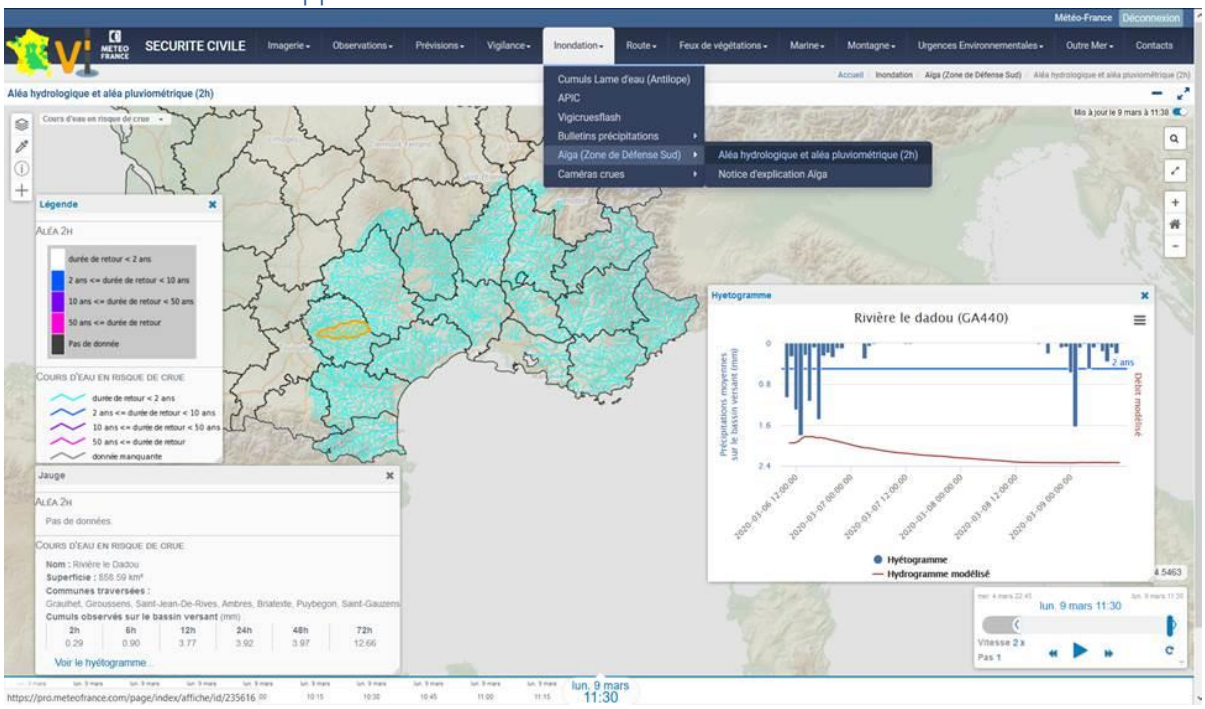


figure 6 : menu AIGA dans l'extranet Sécurité Civile.

3. Travaux de recherche

Les travaux de recherche et développement sur la méthode AIGA sont menés dans le cadre d'une convention pluri-annuelle avec le Ministère en charge de l'environnement. Ils concernent l'amélioration de la modélisation de la pluie en débit , avec notamment le développement d'une modélisation continue infra-horaire ou la modélisation du routage des débits au sein des bassins

versants, la caractérisation des incertitudes de modélisation, la prise en compte de la vulnérabilité des territoires, … Ces travaux de R&D sont supervisés par le SCHAPI qui assure le suivi et la coordination du volet hydrologique de la convention pour le compte du Ministère en charge de l'environnement.

Références bibliographiques

J. Lavabre et Y. Gregoris (2005). AIGA : un dispositif d'alerte des crues sur l'ensemble du réseau hydrographique. Ingénieries EAT, n° 44, 3-12.

P. Javelle, J. Demargne, D. Defrance, J. Pansu, P. Arnaud (2014). Évaluation des avertissements de crue soudaines à des sites non jaugés en utilisant des campagnes post-événement : une application avec le système d'avertissement AIGA. Evaluating flash-flood warnings at ungauged locations using post-event surveys: a case study with the AIGA warning system. Hydrological Sciences Journal-Journal Des Sciences Hydrologiques, 59(7): p. 1390-1402.

C. Fouchier, C. Saint Martin, P. Javelle, P. Meriaux, D. Organde, et al. (2017). Mises en œuvre opérationnelles de la méthode AIGA pour anticiper les crues sur les cours d'eau non surveillés. Irstea, Sciences Eaux & Territoires, n°23, pp.48-55.

, selon que les pluies observées en 1 heure ont une période de retour soit comprise entre 2 et 10 ans, soit comprise entre 10 ans et 50 ans, soit supérieure à 50 ans.

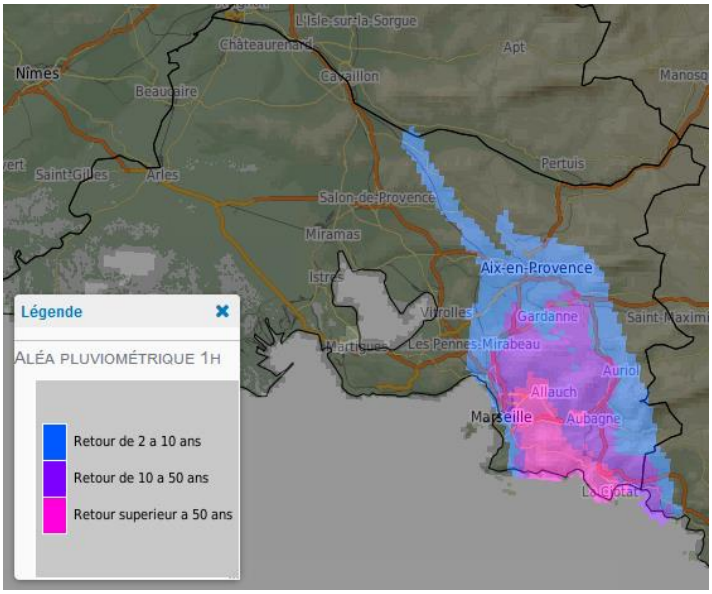


figure 2 : cartographie AIGA Pluies produite à 17h30 le 23/10/2019. Périodes de retour de la pluie radar de durée 1 heure. Source : capture écran extranet Rhytmme.

1.2. Le volet Débits de la méthode AIGA

Pour caractériser l'aléa de crues, la méthode AIGA s'appuie sur des données temps réel de débits fournies par un modèle hydrologique alimenté par les pluies radars. Ces données temps réel sont

comparées à des valeurs seuils de débit associées à différentes périodes de retour.

Dans la pratique, le modèle hydrologique est mis en œuvre pour des exutoires prédéfinis. Les périodes de retour sont traduites visuellement par un code couleur attribué aux tronçons modélisés. Le réseau hydrographique affiché sur carte de la figure 3 : cartographie AIGA Débits produite à 08h00 le 23/10/2019 . Période de retour des débits modélisés. Source : capture écran extranet Sécurité Civile.

2. Mises en œuvre temps réel de la méthode AIGA

La méthode AIGA est exploitée en temps réel dans quatre dispositifs opérationnels de suivi et d'anticipation des événements hydro-météorologiques :

- le dispositif national **APIC**, opéré par Météo-France,
- le dispositif national **Vigicrues-Flash**, opéré par le Schapi,
- les extranets « **Sécurité Civile** » et « **Rhytmme** » de Météo-France.

2.1. Dispositif APIC

La méthode AIGA Pluies est utilisée dans le dispositif Avertissement pluies intenses à l'échelle des communes, ou APIC, mis en place en 2011 par Météo-France en réponse à une commande du Ministère en charge de l'Environnement. Ce service renseigne sur le caractère plus ou moins exceptionnel des précipitations observées à l'aide de deux niveaux d'avertissement : "précipitations intenses" et "précipitations très intenses". Pour cela, le service **APIC agrège, à l'échelle communale, les informations produites par la méthode AIGA Pluies** à la résolution spatiale du km^2. Ce service est disponible sur la totalité des communes métropolitaines ; on dénombrait 9 800 communes abonnées à la fin 2019.

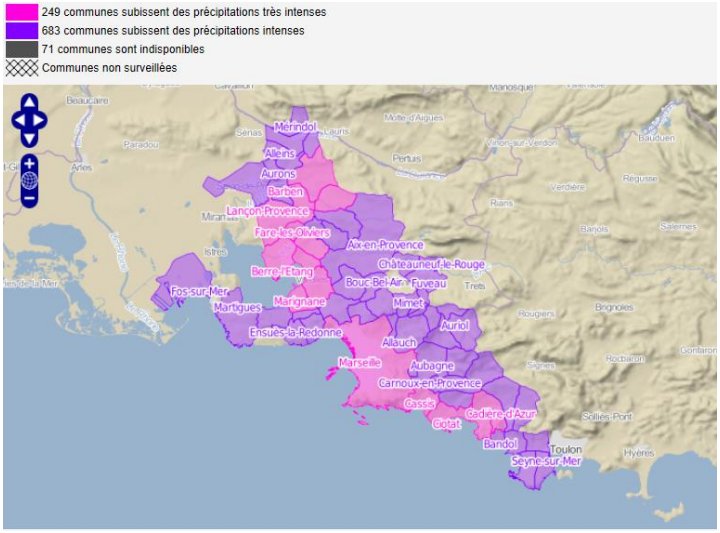


figure 4 : production APIC à 18h30 le 23/10/2019.

2.2. Dispositif Vigicrues Flash

La méthode AIGA Débits est utilisée dans le service Vigicrues Flash, mis en place en 2017 par le Ministère en charge de l'Environnement (Service central d'hydrométéorologie et d'appui à la prévision des inondations – SCHAPI). Ce système d'avertissement permet de surveiller près de 15 000 tronçons de cours d'eau du territoire métropolitain, soit plus de 30 000 km de cours d'eau concernant un peu plus de 10 000 communes (pour 1 380 communes abonnées fin 2019). Les avertissements Vigicrues Flash informent sur le risque de crue significative dans les prochaines heures à l'aide de deux niveaux d'avertissements "Crue forte" et "Crue très forte" émis à l'échelle d'une commune. Pour cela, **Vigicrues Flash agrège, à l'échelle communale, les informations produites par la méthode AIGA Débits sur les cours d'eau** qui traversent le territoire communal.

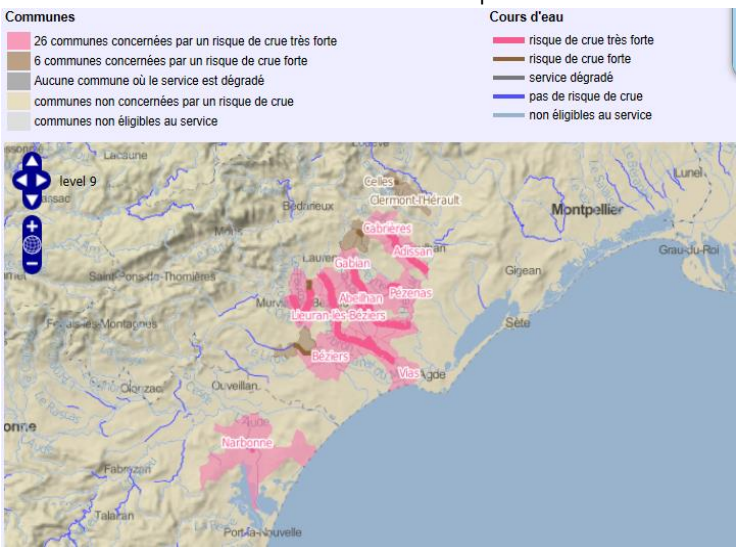


figure 5 : carte Vigicrues Flash produite à 09h00 le 23/10/2019

2.3. Extranets Rhytmme et Sécurité civile

Enfin, deux extranets opérés par Météo-France diffusent en temps réel les cartes produites selon la méthode AIGA dans leur résolution native.
L'extranet Rhytmme, proposé aux collectivités locales et aux services de l'État en Région Sud-Provence-Alpes-Côte d'Azur, permet la visualisation de l'ensemble des cartes produites par la méthode : les différentes cartes de qualification en période de retour des pluies, à la résolution du km², et la carte de qualification en période de retour des débits. On dénombre, fin 2019, près de 200 structures utilisatrices de cet extranet.

L'extranet « Sécurité Civile » propose une information AIGA à ses utilisateurs (services gestionnaires de crise : SIDPC, SDIS, Préfecture, DDTM …) quelle que soit la zone de défense dont il relève (figure 6 : menu AIGA dans l'extranet Sécurité Civile.

3. Travaux de recherche

Les travaux de recherche et développement sur la méthode AIGA sont menés dans le cadre d'une convention pluri-annuelle avec le Ministère en charge de l'environnement. Ils concernent l'amélioration de la modélisation de la pluie en débit , avec notamment le développement d'une modélisation continue infra-horaire ou la modélisation du routage des débits au sein des bassins

versants, la caractérisation des incertitudes de modélisation, la prise en compte de la vulnérabilité des territoires, … Ces travaux de R&D sont supervisés par le SCHAPI qui assure le suivi et la coordination du volet hydrologique de la convention pour le compte du Ministère en charge de l'environnement.

Références bibliographiques

J. Lavabre et Y. Gregoris (2005). AIGA : un dispositif d'alerte des crues sur l'ensemble du réseau hydrographique. Ingénieries EAT, n° 44, 3-12.

P. Javelle, J. Demargne, D. Defrance, J. Pansu, P. Arnaud (2014). Évaluation des avertissements de crue soudaines à des sites non jaugés en utilisant des campagnes post-événement : une application avec le système d'avertissement AIGA. Evaluating flash-flood warnings at ungauged locations using post-event surveys: a case study with the AIGA warning system. Hydrological Sciences Journal-Journal Des Sciences Hydrologiques, 59(7): p. 1390-1402.

C. Fouchier, C. Saint Martin, P. Javelle, P. Meriaux, D. Organde, et al. (2017). Mises en œuvre opérationnelles de la méthode AIGA pour anticiper les crues sur les cours d'eau non surveillés. Irstea, Sciences Eaux & Territoires, n°23, pp.48-55.

). Les deux productions disponibles sont : la carte AIGA Pluie pour les pluies 2h sur tout le territoire national et la carte AIGA Débit sur 15 départements du pourtour méditerranéen appartenant aux Zone de Défense Sud et Sud-Est.

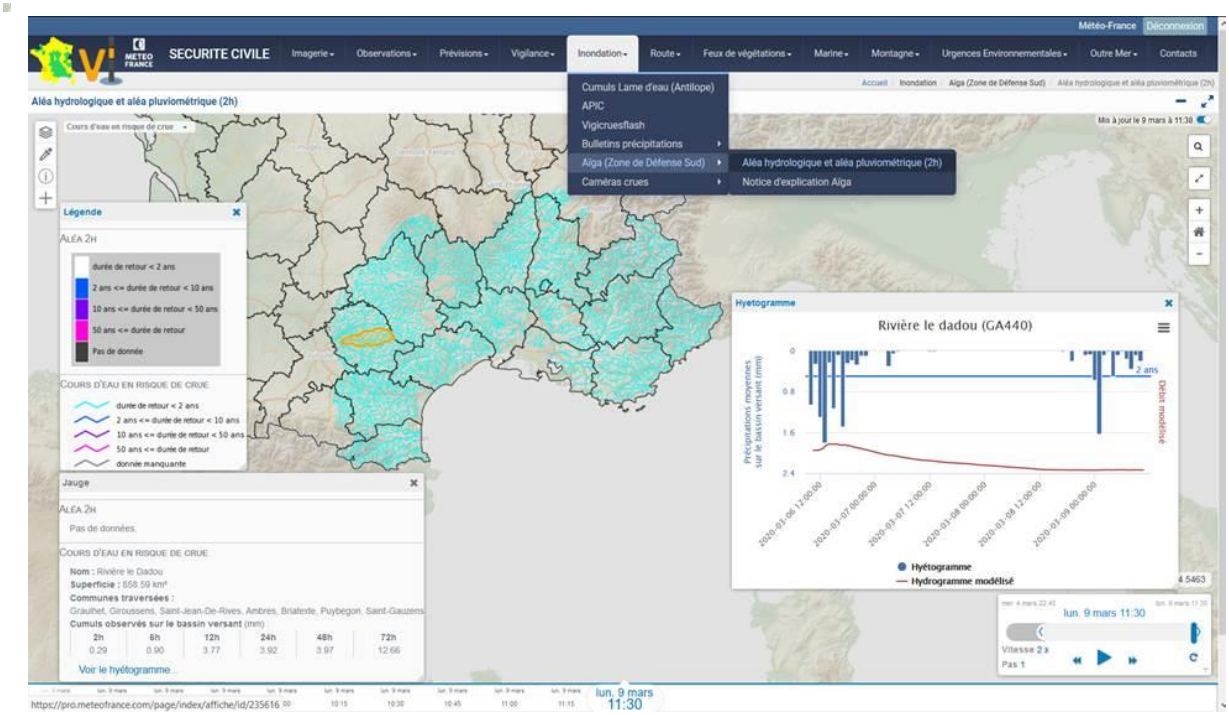


figure 6 : menu AIGA dans l'extranet Sécurité Civile.

3. Travaux de recherche

Les travaux de recherche et développement sur la méthode AIGA sont menés dans le cadre d'une convention pluri-annuelle avec le Ministère en charge de l'environnement. Ils concernent l'amélioration de la modélisation de la pluie en débit , avec notamment le développement d'une modélisation continue infra-horaire ou la modélisation du routage des débits au sein des bassins

versants, la caractérisation des incertitudes de modélisation, la prise en compte de la vulnérabilité des territoires, … Ces travaux de R&D sont supervisés par le SCHAPI qui assure le suivi et la coordination du volet hydrologique de la convention pour le compte du Ministère en charge de l'environnement.

Références bibliographiques

J. Lavabre et Y. Gregoris (2005). AIGA : un dispositif d'alerte des crues sur l'ensemble du réseau hydrographique. Ingénieries EAT, n° 44, 3-12.

P. Javelle, J. Demargne, D. Defrance, J. Pansu, P. Arnaud (2014). Évaluation des avertissements de crue soudaines à des sites non jaugés en utilisant des campagnes post-événement : une application avec le système d'avertissement AIGA. Evaluating flash-flood warnings at ungauged locations using

post-event surveys: a case study with the AIGA warning system. Hydrological Sciences Journal-Journal Des Sciences Hydrologiques, 59(7): p. 1390-1402.

C. Fouchier, C. Saint Martin, P. Javelle, P. Meriaux, D. Organde, et al. (2017). Mises en œuvre opérationnelles de la méthode AIGA pour anticiper les crues sur les cours d'eau non surveillés. Irstea, Sciences Eaux & Territoires, n°23, pp.48-55.

est ainsi représenté avec une échelle en 3 couleurs, selon que les débits modélisés ont une période de retour soit comprise entre 2 et 10 ans, soit comprise entre 10 ans et 50 ans, soit supérieure à 50 ans.

figure 3 : cartographie AIGA Débits produite à 08h00 le 23/10/2019 . Période de retour des débits modélisés. Source : capture écran extranet Sécurité Civile.

2. Mises en œuvre temps réel de la méthode AIGA

La méthode AIGA est exploitée en temps réel dans quatre dispositifs opérationnels de suivi et d'anticipation des événements hydro-météorologiques :

- le dispositif national **APIC**, opéré par Météo-France,
- le dispositif national **Vigicrues-Flash**, opéré par le Schapi,
- les extranets « **Sécurité Civile** » et « **Rhytmme** » de Météo-France.

2.1. Dispositif APIC

La méthode AIGA Pluies est utilisée dans le dispositif Avertissement pluies intenses à l'échelle des

communes, ou APIC, mis en place en 2011 par Météo-France en réponse à une commande du Ministère en charge de l'Environnement. Ce service renseigne sur le caractère plus ou moins exceptionnel des précipitations observées à l'aide de deux niveaux d'avertissement : "précipitations intenses" et "précipitations très intenses". Pour cela, le service **APIC agrège, à l'échelle communale, les informations produites par la méthode AIGA Pluies** à la résolution spatiale du km^2. Ce service est disponible sur la totalité des communes métropolitaines ; on dénombrait 9 800 communes abonnées à la fin 2019.

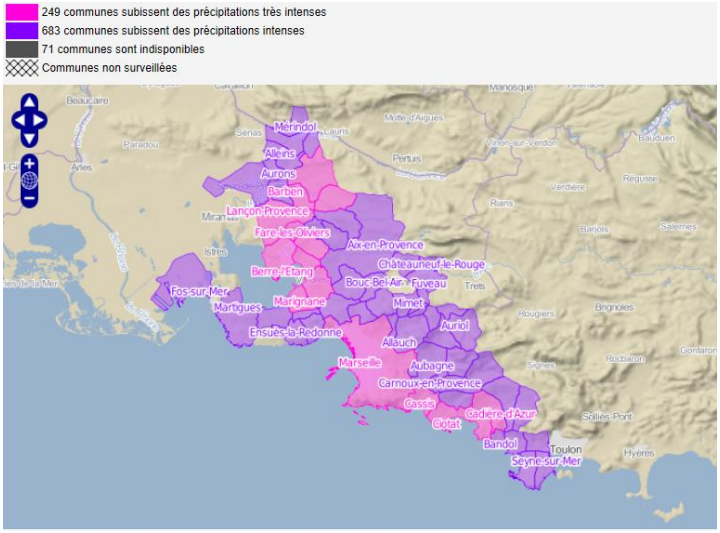


figure 4 : production APIC à 18h30 le 23/10/2019.

2.2. Dispositif Vigicrues Flash

La méthode AIGA Débits est utilisée dans le service Vigicrues Flash, mis en place en 2017 par le Ministère en charge de l'Environnement (Service central d'hydrométéorologie et d'appui à la prévision des inondations – SCHAPI). Ce système d'avertissement permet de surveiller près de 15 000 tronçons de cours d'eau du territoire métropolitain, soit plus de 30 000 km de cours d'eau concernant un peu plus de 10 000 communes (pour 1 380 communes abonnées fin 2019). Les avertissements Vigicrues Flash informent sur le risque de crue significative dans les prochaines heures à l'aide de deux niveaux d'avertissements "Crue forte" et "Crue très forte" émis à l'échelle d'une commune. Pour cela, **Vigicrues Flash agrège, à l'échelle communale, les informations**

produites par la méthode AIGA Débits sur les cours d'eau qui traversent le territoire communal.

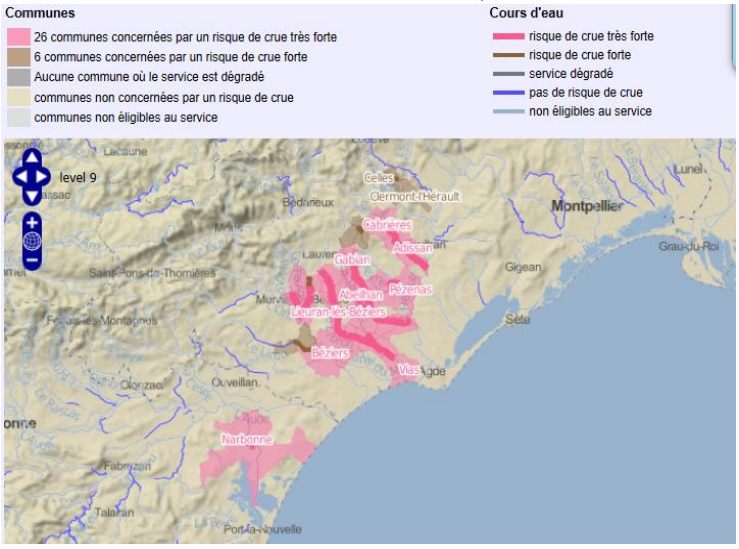


figure 5 : carte Vigicrues Flash produite à 09h00 le 23/10/2019

2.3. Extranets Rhytmme et Sécurité civile

Enfin, deux extranets opérés par Météo-France diffusent en temps réel les cartes produites selon la méthode AIGA dans leur résolution native.
L'extranet Rhytmme, proposé aux collectivités locales et aux services de l'État en Région Sud-Provence-Alpes-Côte d'Azur, permet la visualisation de l'ensemble des cartes produites par la méthode : les différentes cartes de qualification en période de retour des pluies, à la résolution du km², et la carte de qualification en période de retour des débits. On dénombre, fin 2019, près de 200 structures utilisatrices de cet extranet.

L'extranet « Sécurité Civile » propose une information AIGA à ses utilisateurs (services gestionnaires de crise : SIDPC, SDIS, Préfecture, DDTM …) quelle que soit la zone de défense dont il relève (figure 6 : menu AIGA dans l'extranet Sécurité Civile.

3. Travaux de recherche

Les travaux de recherche et développement sur la méthode AIGA sont menés dans le cadre d'une convention pluri-annuelle avec le Ministère en charge de l'environnement. Ils concernent l'amélioration de la modélisation de la pluie en débit , avec notamment le développement d'une modélisation continue infra-horaire ou la modélisation du routage des débits au sein des bassins

versants, la caractérisation des incertitudes de modélisation, la prise en compte de la vulnérabilité des territoires, … Ces travaux de R&D sont supervisés par le SCHAPI qui assure le suivi et la coordination du volet hydrologique de la convention pour le compte du Ministère en charge de l'environnement.

Références bibliographiques

J. Lavabre et Y. Gregoris (2005). AIGA : un dispositif d'alerte des crues sur l'ensemble du réseau hydrographique. Ingénieries EAT, n° 44, 3-12.

P. Javelle, J. Demargne, D. Defrance, J. Pansu, P. Arnaud (2014). Évaluation des avertissements de crue soudaines à des sites non jaugés en utilisant des campagnes post-événement : une application avec le système d'avertissement AIGA. Evaluating flash-flood warnings at ungauged locations using post-event surveys: a case study with the AIGA warning system. Hydrological Sciences Journal-Journal Des Sciences Hydrologiques, 59(7): p. 1390-1402.

C. Fouchier, C. Saint Martin, P. Javelle, P. Meriaux, D. Organde, et al. (2017). Mises en œuvre opérationnelles de la méthode AIGA pour anticiper les crues sur les cours d'eau non surveillés. Irstea, Sciences Eaux & Territoires, n°23, pp.48-55.

). Les deux productions disponibles sont : la carte AIGA Pluie pour les pluies 2h sur tout le territoire national et la carte AIGA Débit sur 15 départements du pourtour méditerranéen appartenant aux Zone de Défense Sud et Sud-Est.

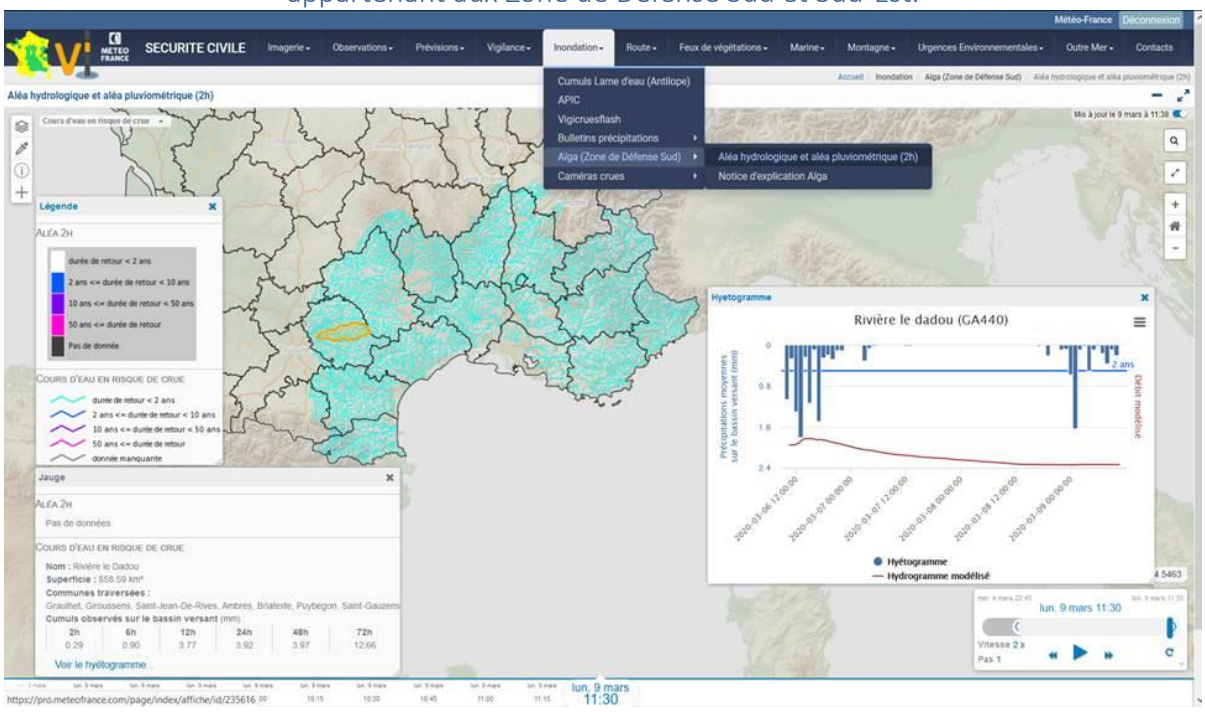


figure 6 : menu AIGA dans l'extranet Sécurité Civile.

3. Travaux de recherche

Les travaux de recherche et développement sur la méthode AIGA sont menés dans le cadre d'une convention pluri-annuelle avec le Ministère en charge de l'environnement. Ils concernent l'amélioration de la modélisation de la pluie en débit , avec notamment le développement d'une modélisation continue infra-horaire ou la modélisation du routage des débits au sein des bassins

versants, la caractérisation des incertitudes de modélisation, la prise en compte de la vulnérabilité des territoires, … Ces travaux de R&D sont supervisés par le SCHAPI qui assure le suivi et la coordination du volet hydrologique de la convention pour le compte du Ministère en charge de l'environnement.

Références bibliographiques

J. Lavabre et Y. Gregoris (2005). AIGA : un dispositif d'alerte des crues sur l'ensemble du réseau hydrographique. Ingénieries EAT, n° 44, 3-12.

P. Javelle, J. Demargne, D. Defrance, J. Pansu, P. Arnaud (2014). Évaluation des avertissements de crue soudaines à des sites non jaugés en utilisant des campagnes post-événement : une application avec le système d'avertissement AIGA. Evaluating flash-flood warnings at ungauged locations using post-event surveys: a case study with the AIGA warning system. Hydrological Sciences Journal-Journal Des Sciences Hydrologiques, 59(7): p. 1390-1402.

C. Fouchier, C. Saint Martin, P. Javelle, P. Meriaux, D. Organde, et al. (2017). Mises en œuvre opérationnelles de la méthode AIGA pour anticiper les crues sur les cours d'eau non surveillés. Irstea, Sciences Eaux & Territoires, n°23, pp.48-55.

).

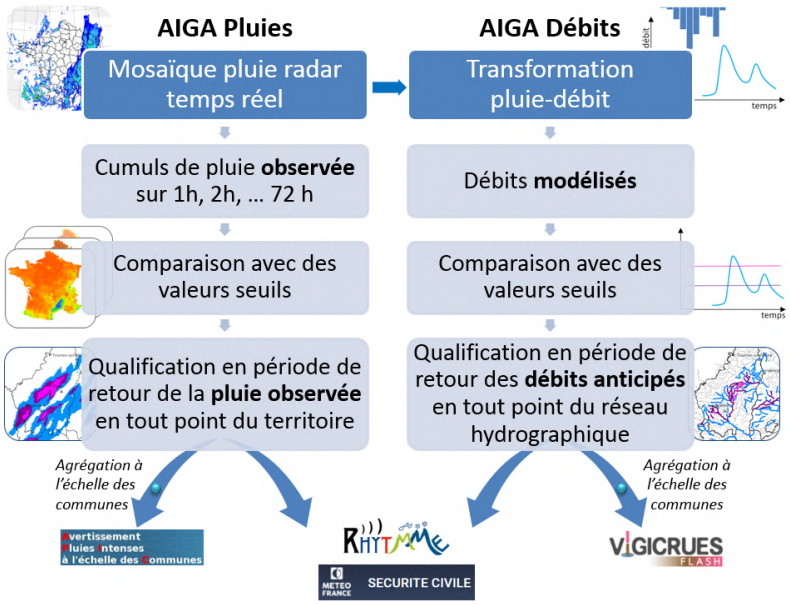


figure 1 : principe de la méthode AIGA et valorisations opérationnelles en temps réel.

La méthode permet de produire **toutes les 15 minutes** :

- des cartes indiquant en temps réel, et en tout point du territoire à la résolution du km², la période de retour des pluies radar observées en les comparant avec des valeurs seuil (volet AIGA Pluies),
- une carte indiquant en temps réel, et pour tout bassin prédéfini, la période de retour des crues qui pourraient résulter de ces précipitations, en comparant les débits calculés à des valeurs seuils, en des points prédéfinis du réseau hydrographique (volet AIGA Débits).

Ces deux types de productions permettent de caractériser la gamme de période de retour de l'aléa hydrométéorologique en cours, et, ainsi, d'apprécier l'intensité anormale du phénomène naturel.

1.2 Le volet Pluies de la méthode AIGA

Les données temps réel de pluie sont les cumuls fournis à la résolution spatiale du km² sur différentes durées (1h à 72h) par le réseau de radars météorologiques opérés par Météo-France (réseau ARAMIS). Les valeurs seuils de pluie sont constituées par les valeurs statistiques de pluie issues de la base nationale **SHYREG** pluie (Arnaud et al., 2014) disponibles pour les mêmes durées de cumul et pour différentes périodes de retour.

Le résultat de la comparaison entre ces observations de pluie et ces valeurs seuils peut être visualisé sous la forme de cartes à la **résolution spatiale du km²** (figure 2 : cartographie AIGA Pluies produite à 17h30 le 23/10/2019. Périodes de retour de la pluie radar de durée 1 heure. Source : capture écran extranet Rhytmme.

1.2. Le volet Débits de la méthode AIGA

Pour caractériser l'aléa de crues, la méthode AIGA s'appuie sur des données temps réel de débits fournies par un modèle hydrologique alimenté par les pluies radars. Ces données temps réel sont comparées à des valeurs seuils de débit associées à différentes périodes de retour.

Dans la pratique, le modèle hydrologique est mis en œuvre pour des exutoires prédéfinis. Les périodes de retour sont traduites visuellement par un code couleur attribué aux tronçons modélisés. Le réseau hydrographique affiché sur carte de la figure 3 : cartographie AIGA Débits produite à 08h00 le 23/10/2019 . Période de retour des débits modélisés. Source : capture écran extranet Sécurité Civile.

2. Mises en œuvre temps réel de la méthode AIGA

La méthode AIGA est exploitée en temps réel dans quatre dispositifs opérationnels de suivi et d'anticipation des événements hydro-météorologiques :

- le dispositif national **APIC**, opéré par Météo-France,
- le dispositif national **Vigicrues-Flash**, opéré par le Schapi,
- les extranets « **Sécurité Civile** » et « **Rhytmme** » de Météo-France.

2.1. Dispositif APIC

La méthode AIGA Pluies est utilisée dans le dispositif Avertissement pluies intenses à l'échelle des communes, ou APIC, mis en place en 2011 par Météo-France en réponse à une commande du Ministère en charge de l'Environnement. Ce service renseigne sur le caractère plus ou moins exceptionnel des précipitations observées à l'aide de deux niveaux d'avertissement : "précipitations intenses" et "précipitations très intenses". Pour cela, le service **APIC agrège, à l'échelle communale, les informations produites par la méthode AIGA Pluies** à la résolution spatiale du km^2. Ce service est disponible sur la totalité des communes métropolitaines ; on dénombrait 9 800 communes abonnées à la fin 2019.

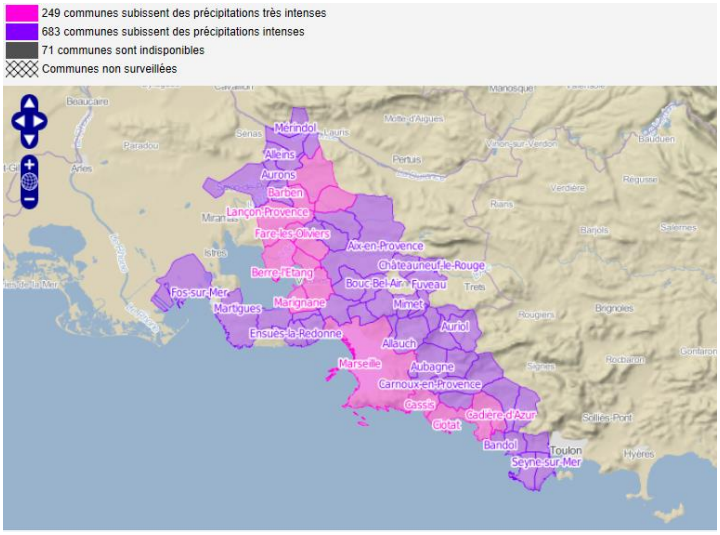


figure 4 : production APIC à 18h30 le 23/10/2019.

2.2. Dispositif Vigicrues Flash

La méthode AIGA Débits est utilisée dans le service Vigicrues Flash, mis en place en 2017 par le Ministère en charge de l'Environnement (Service central d'hydrométéorologie et d'appui à la prévision des inondations – SCHAPI). Ce système d'avertissement permet de surveiller près de 15 000 tronçons de cours d'eau du territoire métropolitain, soit plus de 30 000 km de cours d'eau concernant un peu plus de 10 000 communes (pour 1 380 communes abonnées fin 2019). Les avertissements Vigicrues Flash informent sur le risque de crue significative dans les prochaines heures à l'aide de deux niveaux d'avertissements "Crue forte" et "Crue très forte" émis à l'échelle d'une commune. Pour cela, **Vigicrues Flash agrège, à l'échelle communale, les informations produites par la méthode AIGA Débits sur les cours d'eau** qui traversent le territoire communal.

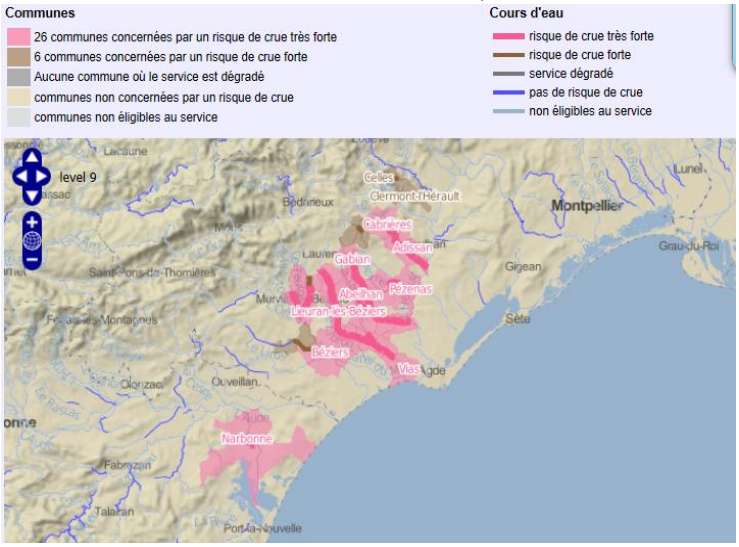


figure 5 : carte Vigicrues Flash produite à 09h00 le 23/10/2019

2.3. Extranets Rhytmme et Sécurité civile

Enfin, deux extranets opérés par Météo-France diffusent en temps réel les cartes produites selon la méthode AIGA dans leur résolution native.
L'extranet Rhytmme, proposé aux collectivités locales et aux services de l'État en Région Sud-Provence-Alpes-Côte d'Azur, permet la visualisation de l'ensemble des cartes produites par la méthode : les différentes cartes de qualification en période de retour des pluies, à la résolution du km², et la carte de qualification en période de retour des débits. On dénombre, fin 2019, près de 200 structures utilisatrices de cet extranet.

L'extranet « Sécurité Civile » propose une information AIGA à ses utilisateurs (services gestionnaires de crise : SIDPC, SDIS, Préfecture, DDTM …) quelle que soit la zone de défense dont il relève (figure 6 : menu AIGA dans l'extranet Sécurité Civile.

3. Travaux de recherche

Les travaux de recherche et développement sur la méthode AIGA sont menés dans le cadre d'une convention pluri-annuelle avec le Ministère en charge de l'environnement. Ils concernent l'amélioration de la modélisation de la pluie en débit , avec notamment le développement d'une modélisation continue infra-horaire ou la modélisation du routage des débits au sein des bassins

versants, la caractérisation des incertitudes de modélisation, la prise en compte de la vulnérabilité des territoires, … Ces travaux de R&D sont supervisés par le SCHAPI qui assure le suivi et la coordination du volet hydrologique de la convention pour le compte du Ministère en charge de l'environnement.

Références bibliographiques

J. Lavabre et Y. Gregoris (2005). AIGA : un dispositif d'alerte des crues sur l'ensemble du réseau hydrographique. Ingénieries EAT, n° 44, 3-12.

P. Javelle, J. Demargne, D. Defrance, J. Pansu, P. Arnaud (2014). Évaluation des avertissements de crue soudaines à des sites non jaugés en utilisant des campagnes post-événement : une application avec le système d'avertissement AIGA. Evaluating flash-flood warnings at ungauged locations using post-event surveys: a case study with the AIGA warning system. Hydrological Sciences Journal-Journal Des Sciences Hydrologiques, 59(7): p. 1390-1402.

C. Fouchier, C. Saint Martin, P. Javelle, P. Meriaux, D. Organde, et al. (2017). Mises en œuvre opérationnelles de la méthode AIGA pour anticiper les crues sur les cours d'eau non surveillés.

Irstea, Sciences Eaux & Territoires, n°23, pp.48-55.

). Les deux productions disponibles sont : la carte AIGA Pluie pour les pluies 2h sur tout le territoire national et la carte AIGA Débit sur 15 départements du pourtour méditerranéen appartenant aux Zone de Défense Sud et Sud-Est.

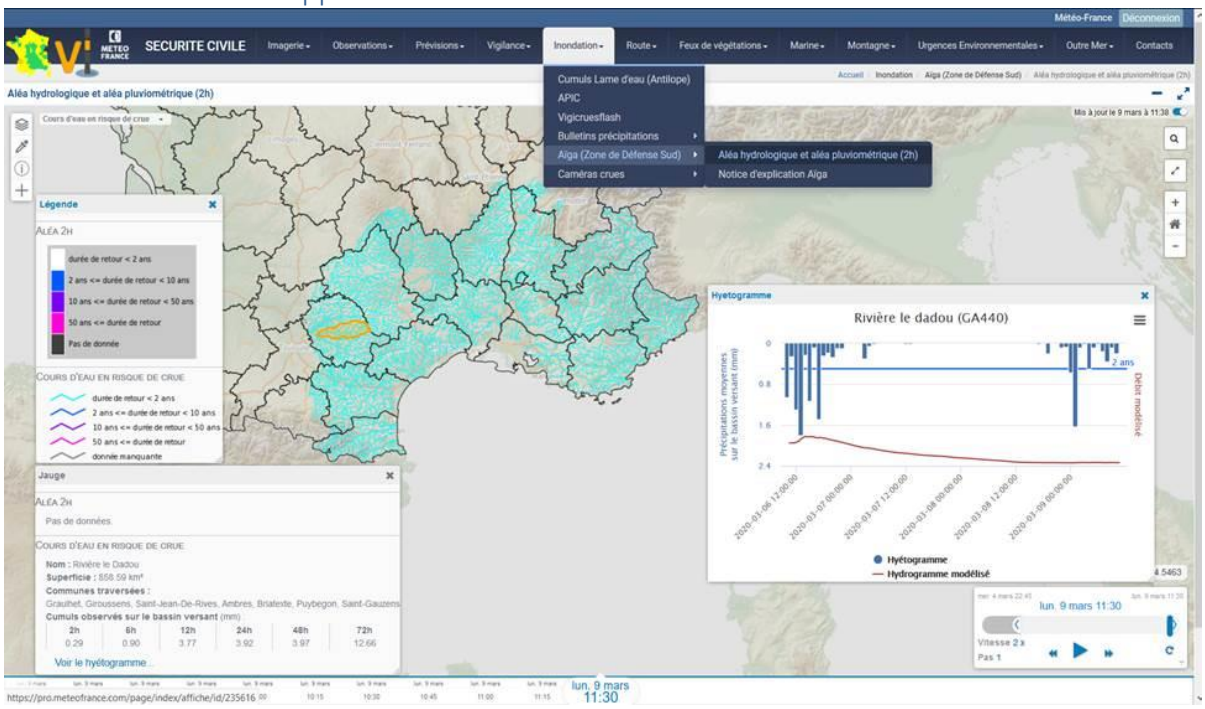


figure 6 : menu AIGA dans l'extranet Sécurité Civile.

3. Travaux de recherche

Les travaux de recherche et développement sur la méthode AIGA sont menés dans le cadre d'une convention pluri-annuelle avec le Ministère en charge de l'environnement. Ils concernent l'amélioration de la modélisation de la pluie en débit , avec notamment le développement d'une modélisation continue infra-horaire ou la modélisation du routage des débits au sein des bassins

versants, la caractérisation des incertitudes de modélisation, la prise en compte de la vulnérabilité des territoires, … Ces travaux de R&D sont supervisés par le SCHAPI qui assure le suivi et la coordination du volet hydrologique de la convention pour le compte du Ministère en charge de l'environnement.

Références bibliographiques

J. Lavabre et Y. Gregoris (2005). AIGA : un dispositif d'alerte des crues sur l'ensemble du réseau hydrographique. Ingénieries EAT, n° 44, 3-12.

P. Javelle, J. Demargne, D. Defrance, J. Pansu, P. Arnaud (2014). Évaluation des avertissements de crue soudaines à des sites non jaugés en utilisant des campagnes post-événement : une application avec le système d'avertissement AIGA. Evaluating flash-flood warnings at ungauged locations using post-event surveys: a case study with the AIGA warning system. Hydrological Sciences Journal-Journal Des Sciences Hydrologiques, 59(7): p. 1390-1402.

C. Fouchier, C. Saint Martin, P. Javelle, P. Meriaux, D. Organde, et al. (2017). Mises en œuvre opérationnelles de la méthode AIGA pour anticiper les crues sur les cours d'eau non surveillés. Irstea, Sciences Eaux & Territoires, n°23, pp.48-55.

est ainsi représenté avec une échelle en 3 couleurs, selon que les débits modélisés ont une période de retour soit comprise entre 2 et 10 ans, soit comprise entre 10 ans et 50 ans, soit supérieure à 50 ans.

figure 3 : cartographie AIGA Débits produite à 08h00 le 23/10/2019 . Période de retour des débits modélisés. Source : capture écran extranet Sécurité Civile.

2. Mises en œuvre temps réel de la méthode AIGA

La méthode AIGA est exploitée en temps réel dans quatre dispositifs opérationnels de suivi et d'anticipation des événements hydro-météorologiques :

- le dispositif national APIC, opéré par Météo-France,

- le dispositif national **Vigicrues-Flash**, opéré par le Schapi,
- les extranets « **Sécurité Civile** » et « **Rhytmme** » de Météo-France.

2.1. Dispositif APIC

La méthode AIGA Pluies est utilisée dans le dispositif Avertissement pluies intenses à l'échelle des communes, ou APIC, mis en place en 2011 par Météo-France en réponse à une commande du Ministère en charge de l'Environnement. Ce service renseigne sur le caractère plus ou moins exceptionnel des précipitations observées à l'aide de deux niveaux d'avertissement : "précipitations intenses" et "précipitations très intenses". Pour cela, le service **APIC agrège, à l'échelle communale, les informations produites par la méthode AIGA Pluies** à la résolution spatiale du km^2. Ce service est disponible sur la totalité des communes métropolitaines ; on dénombrait 9 800 communes abonnées à la fin 2019.

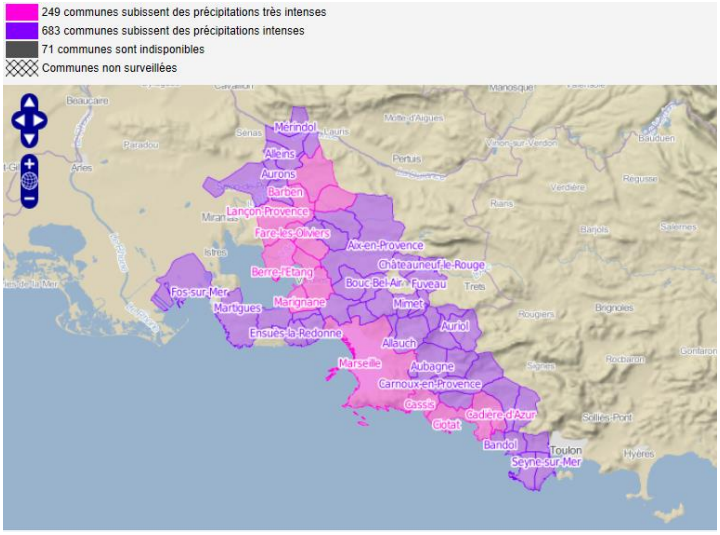


figure 4 : production APIC à 18h30 le 23/10/2019.

2.2. Dispositif Vigicrues Flash

La méthode AIGA Débits est utilisée dans le service Vigicrues Flash, mis en place en 2017 par le Ministère en charge de l'Environnement (Service central d'hydrométéorologie et d'appui à la prévision des inondations – SCHAPI). Ce système d'avertissement permet de surveiller près de 15 000 tronçons de cours d'eau du territoire métropolitain, soit plus de 30 000 km de cours d'eau concernant un peu plus de 10 000 communes (pour 1 380 communes abonnées fin 2019). Les avertissements Vigicrues Flash informent sur le risque de crue significative dans les prochaines heures à l'aide de deux niveaux d'avertissements "Crue forte" et "Crue très forte" émis à l'échelle d'une commune. Pour cela, **Vigicrues Flash agrège, à l'échelle communale, les informations**

produites par la méthode AIGA Débits sur les cours d'eau qui traversent le territoire communal.

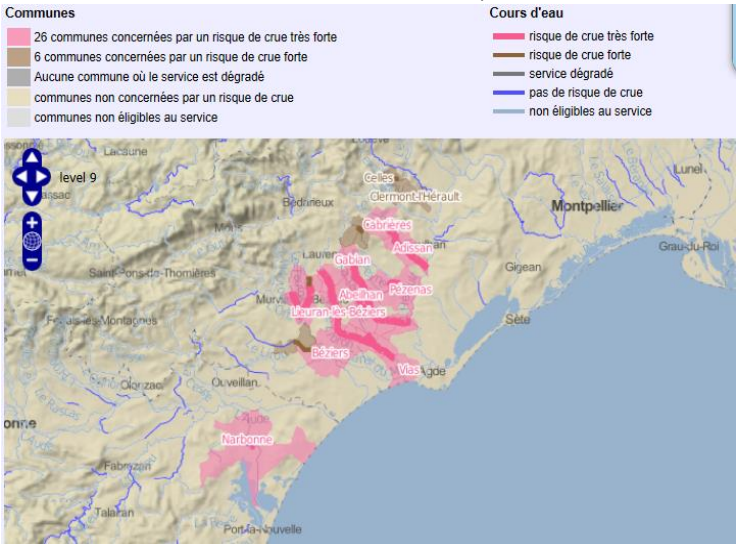


figure 5 : carte Vigicrues Flash produite à 09h00 le 23/10/2019

2.3. Extranets Rhytmme et Sécurité civile

Enfin, deux extranets opérés par Météo-France diffusent en temps réel les cartes produites selon la méthode AIGA dans leur résolution native.
L'extranet Rhytmme, proposé aux collectivités locales et aux services de l'État en Région Sud-Provence-Alpes-Côte d'Azur, permet la visualisation de l'ensemble des cartes produites par la méthode : les différentes cartes de qualification en période de retour des pluies, à la résolution du km², et la carte de qualification en période de retour des débits. On dénombre, fin 2019, près de 200 structures utilisatrices de cet extranet.

L'extranet « Sécurité Civile » propose une information AIGA à ses utilisateurs (services gestionnaires de crise : SIDPC, SDIS, Préfecture, DDTM …) quelle que soit la zone de défense dont il relève (figure 6 : menu AIGA dans l'extranet Sécurité Civile.

3. Travaux de recherche

Les travaux de recherche et développement sur la méthode AIGA sont menés dans le cadre d'une convention pluri-annuelle avec le Ministère en charge de l'environnement. Ils concernent l'amélioration de la modélisation de la pluie en débit , avec notamment le développement d'une modélisation continue infra-horaire ou la modélisation du routage des débits au sein des bassins

versants, la caractérisation des incertitudes de modélisation, la prise en compte de la vulnérabilité des territoires, … Ces travaux de R&D sont supervisés par le SCHAPI qui assure le suivi et la coordination du volet hydrologique de la convention pour le compte du Ministère en charge de l'environnement.

Références bibliographiques

J. Lavabre et Y. Gregoris (2005). AIGA : un dispositif d'alerte des crues sur l'ensemble du réseau hydrographique. Ingénieries EAT, n° 44, 3-12.

P. Javelle, J. Demargne, D. Defrance, J. Pansu, P. Arnaud (2014). Évaluation des avertissements de crue soudaines à des sites non jaugés en utilisant des campagnes post-événement : une application avec le système d'avertissement AIGA. Evaluating flash-flood warnings at ungauged locations using post-event surveys: a case study with the AIGA warning system. Hydrological Sciences Journal-Journal Des Sciences Hydrologiques, 59(7): p. 1390-1402.

C. Fouchier, C. Saint Martin, P. Javelle, P. Meriaux, D. Organde, et al. (2017). Mises en œuvre opérationnelles de la méthode AIGA pour anticiper les crues sur les cours d'eau non surveillés. Irstea, Sciences Eaux & Territoires, n°23, pp.48-55.

). Les deux productions disponibles sont : la carte AIGA Pluie pour les pluies 2h sur tout le territoire national et la carte AIGA Débit sur 15 départements du pourtour méditerranéen appartenant aux Zone de Défense Sud et Sud-Est.

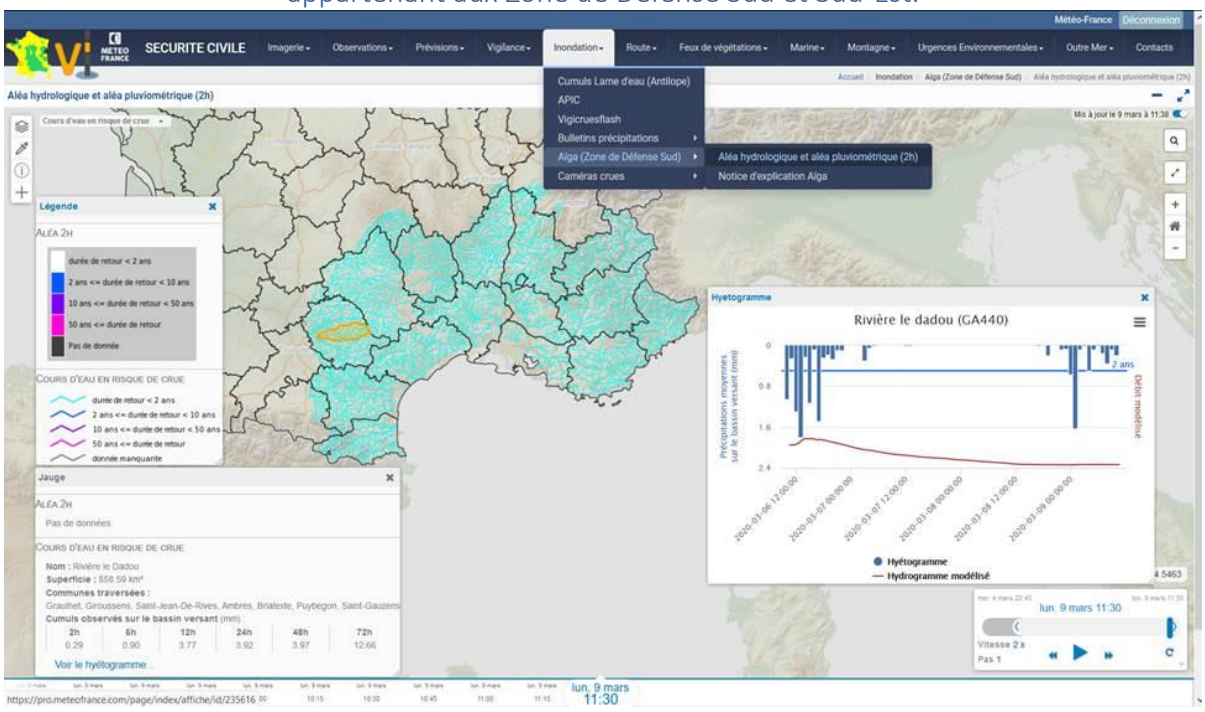


figure 6 : menu AIGA dans l'extranet Sécurité Civile.

3. Travaux de recherche

Les travaux de recherche et développement sur la méthode AIGA sont menés dans le cadre d'une convention pluri-annuelle avec le Ministère en charge de l'environnement. Ils concernent l'amélioration de la modélisation de la pluie en débit , avec notamment le développement d'une modélisation continue infra-horaire ou la modélisation du routage des débits au sein des bassins

versants, la caractérisation des incertitudes de modélisation, la prise en compte de la vulnérabilité des territoires, … Ces travaux de R&D sont supervisés par le SCHAPI qui assure le suivi et la coordination du volet hydrologique de la convention pour le compte du Ministère en charge de l'environnement.

Références bibliographiques

J. Lavabre et Y. Gregoris (2005). AIGA : un dispositif d'alerte des crues sur l'ensemble du réseau hydrographique. Ingénieries EAT, n° 44, 3-12.

P. Javelle, J. Demargne, D. Defrance, J. Pansu, P. Arnaud (2014). Évaluation des avertissements de crue soudaines à des sites non jaugés en utilisant des campagnes post-événement : une application avec le système d'avertissement AIGA. Evaluating flash-flood warnings at ungauged locations using post-event surveys: a case study with the AIGA warning system. Hydrological Sciences Journal-Journal Des Sciences Hydrologiques, 59(7): p. 1390-1402.

C. Fouchier, C. Saint Martin, P. Javelle, P. Meriaux, D. Organde, et al. (2017). Mises en œuvre opérationnelles de la méthode AIGA pour anticiper les crues sur les cours d'eau non surveillés. Irstea, Sciences Eaux & Territoires, n°23, pp.48-55.

). Les niveaux de rareté des pluies y sont représentés selon une échelle simplifiée en gammes de périodes de retour. Une échelle en 3 couleurs est par exemple adoptée sur la carte de la figure 2 : cartographie AIGA Pluies produite à 17h30 le 23/10/2019. Périodes de retour de la pluie radar de durée 1 heure. Source : capture écran extranet Rhytmme.

1.2. Le volet Débits de la méthode AIGA

Pour caractériser l'aléa de crues, la méthode AIGA s'appuie sur des données temps réel de débits fournies par un modèle hydrologique alimenté par les pluies radars. Ces données temps réel sont

comparées à des valeurs seuils de débit associées à différentes périodes de retour.

Dans la pratique, le modèle hydrologique est mis en œuvre pour des exutoires prédéfinis. Les périodes de retour sont traduites visuellement par un code couleur attribué aux tronçons modélisés. Le réseau hydrographique affiché sur carte de la figure 3 : cartographie AIGA Débits produite à 08h00 le 23/10/2019 . Période de retour des débits modélisés. Source : capture écran extranet Sécurité Civile.

2. Mises en œuvre temps réel de la méthode AIGA

La méthode AIGA est exploitée en temps réel dans quatre dispositifs opérationnels de suivi et d'anticipation des événements hydro-météorologiques :

- le dispositif national **APIC**, opéré par Météo-France,
- le dispositif national **Vigicrues-Flash**, opéré par le Schapi,
- les extranets « **Sécurité Civile** » et « **Rhytmme** » de Météo-France.

2.1. Dispositif APIC

La méthode AIGA Pluies est utilisée dans le dispositif Avertissement pluies intenses à l'échelle des communes, ou APIC, mis en place en 2011 par Météo-France en réponse à une commande du Ministère en charge de l'Environnement. Ce service renseigne sur le caractère plus ou moins exceptionnel des précipitations observées à l'aide de deux niveaux d'avertissement : "précipitations intenses" et "précipitations très intenses". Pour cela, le service **APIC agrège, à l'échelle communale, les informations produites par la méthode AIGA Pluies** à la résolution spatiale du km^2. Ce service est disponible sur la totalité des communes métropolitaines ; on dénombrait 9 800 communes abonnées à la fin 2019.

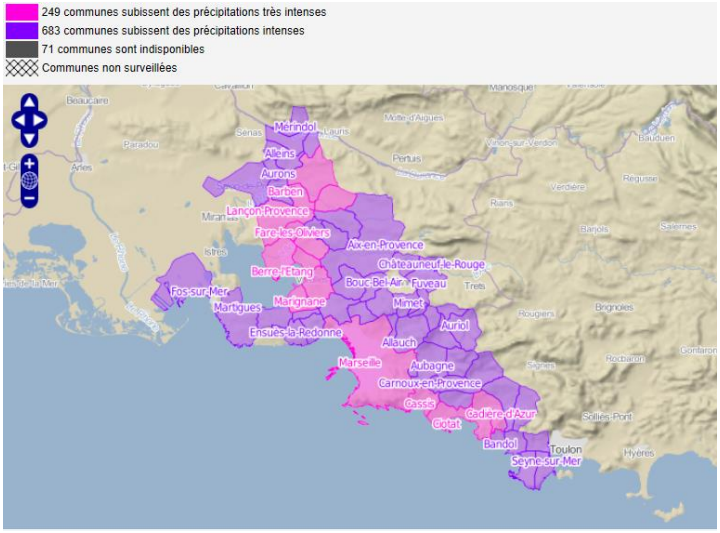


figure 4 : production APIC à 18h30 le 23/10/2019.

2.2. Dispositif Vigicrues Flash

La méthode AIGA Débits est utilisée dans le service Vigicrues Flash, mis en place en 2017 par le Ministère en charge de l'Environnement (Service central d'hydrométéorologie et d'appui à la prévision des inondations – SCHAPI). Ce système d'avertissement permet de surveiller près de 15 000 tronçons de cours d'eau du territoire métropolitain, soit plus de 30 000 km de cours d'eau concernant un peu plus de 10 000 communes (pour 1 380 communes abonnées fin 2019). Les avertissements Vigicrues Flash informent sur le risque de crue significative dans les prochaines heures à l'aide de deux niveaux d'avertissements "Crue forte" et "Crue très forte" émis à l'échelle d'une commune. Pour cela, **Vigicrues Flash agrège, à l'échelle communale, les informations produites par la méthode AIGA Débits sur les cours d'eau** qui traversent le territoire communal.

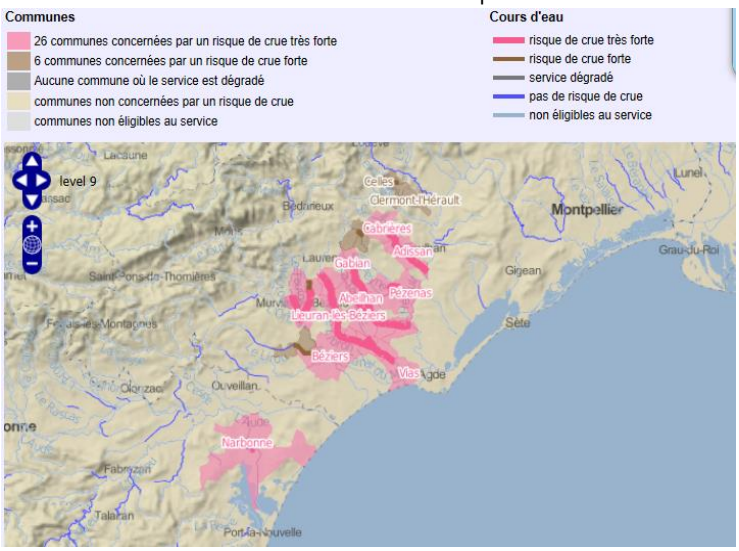


figure 5 : carte Vigicrues Flash produite à 09h00 le 23/10/2019

2.3. Extranets Rhytmme et Sécurité civile

Enfin, deux extranets opérés par Météo-France diffusent en temps réel les cartes produites selon la méthode AIGA dans leur résolution native.
L'extranet Rhytmme, proposé aux collectivités locales et aux services de l'État en Région Sud-Provence-Alpes-Côte d'Azur, permet la visualisation de l'ensemble des cartes produites par la méthode : les différentes cartes de qualification en période de retour des pluies, à la résolution du km², et la carte de qualification en période de retour des débits. On dénombre, fin 2019, près de 200 structures utilisatrices de cet extranet.

L'extranet « Sécurité Civile » propose une information AIGA à ses utilisateurs (services gestionnaires de crise : SIDPC, SDIS, Préfecture, DDTM …) quelle que soit la zone de défense dont il relève (figure 6 : menu AIGA dans l'extranet Sécurité Civile.

3. Travaux de recherche

Les travaux de recherche et développement sur la méthode AIGA sont menés dans le cadre d'une convention pluri-annuelle avec le Ministère en charge de l'environnement. Ils concernent l'amélioration de la modélisation de la pluie en débit , avec notamment le développement d'une modélisation continue infra-horaire ou la modélisation du routage des débits au sein des bassins

versants, la caractérisation des incertitudes de modélisation, la prise en compte de la vulnérabilité des territoires, … Ces travaux de R&D sont supervisés par le SCHAPI qui assure le suivi et la coordination du volet hydrologique de la convention pour le compte du Ministère en charge de l'environnement.

Références bibliographiques

J. Lavabre et Y. Gregoris (2005). AIGA : un dispositif d'alerte des crues sur l'ensemble du réseau hydrographique. Ingénieries EAT, n° 44, 3-12.

P. Javelle, J. Demargne, D. Defrance, J. Pansu, P. Arnaud (2014). Évaluation des avertissements de crue soudaines à des sites non jaugés en utilisant des campagnes post-événement : une application avec le système d'avertissement AIGA. Evaluating flash-flood warnings at ungauged locations using post-event surveys: a case study with the AIGA warning system. Hydrological Sciences Journal-Journal Des Sciences Hydrologiques, 59(7): p. 1390-1402.

C. Fouchier, C. Saint Martin, P. Javelle, P. Meriaux, D. Organde, et al. (2017). Mises en œuvre opérationnelles de la méthode AIGA pour anticiper les crues sur les cours d'eau non surveillés. Irstea, Sciences Eaux & Territoires, n°23, pp.48-55.

). Les deux productions disponibles sont : la carte AIGA Pluie pour les pluies 2h sur tout le territoire national et la carte AIGA Débit sur 15 départements du pourtour méditerranéen appartenant aux Zone de Défense Sud et Sud-Est.

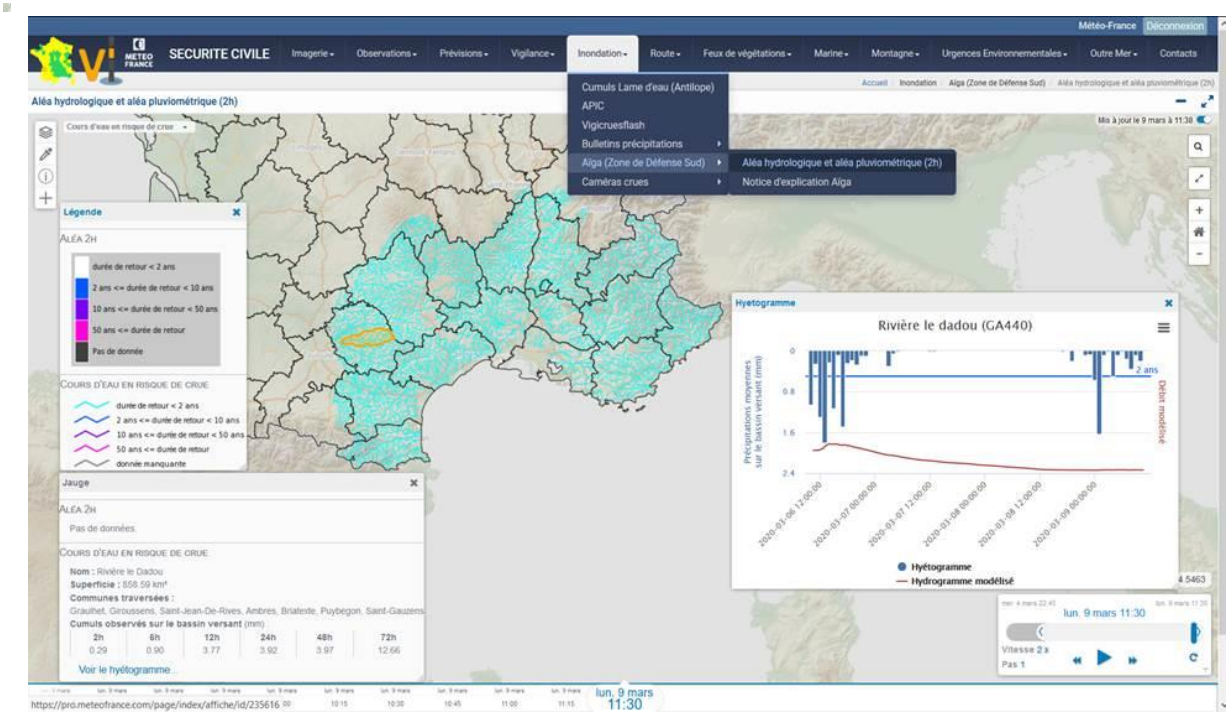


figure 6 : menu AIGA dans l'extranet Sécurité Civile.

3. Travaux de recherche

Les travaux de recherche et développement sur la méthode AIGA sont menés dans le cadre d'une convention pluri-annuelle avec le Ministère en charge de l'environnement. Ils concernent l'amélioration de la modélisation de la pluie en débit , avec notamment le développement d'une modélisation continue infra-horaire ou la modélisation du routage des débits au sein des bassins

versants, la caractérisation des incertitudes de modélisation, la prise en compte de la vulnérabilité des territoires, … Ces travaux de R&D sont supervisés par le SCHAPI qui assure le suivi et la coordination du volet hydrologique de la convention pour le compte du Ministère en charge de l'environnement.

Références bibliographiques

J. Lavabre et Y. Gregoris (2005). AIGA : un dispositif d'alerte des crues sur l'ensemble du réseau hydrographique. Ingénieries EAT, n° 44, 3-12.

P. Javelle, J. Demargne, D. Defrance, J. Pansu, P. Arnaud (2014). Évaluation des avertissements de crue soudaines à des sites non jaugés en utilisant des campagnes post-événement : une application avec le système d'avertissement AIGA. Evaluating flash-flood warnings at ungauged locations using

post-event surveys: a case study with the AIGA warning system. Hydrological Sciences Journal-Journal Des Sciences Hydrologiques, 59(7): p. 1390-1402.

C. Fouchier, C. Saint Martin, P. Javelle, P. Meriaux, D. Organde, et al. (2017). Mises en œuvre opérationnelles de la méthode AIGA pour anticiper les crues sur les cours d'eau non surveillés. Irstea, Sciences Eaux & Territoires, n°23, pp.48-55.

est ainsi représenté avec une échelle en 3 couleurs, selon que les débits modélisés ont une période de retour soit comprise entre 2 et 10 ans, soit comprise entre 10 ans et 50 ans, soit supérieure à 50 ans.

figure 3 : cartographie AIGA Débits produite à 08h00 le 23/10/2019 . Période de retour des débits modélisés. Source : capture écran extranet Sécurité Civile.

2. Mises en œuvre temps réel de la méthode AIGA

La méthode AIGA est exploitée en temps réel dans quatre dispositifs opérationnels de suivi et d'anticipation des événements hydro-météorologiques :

- le dispositif national **APIC**, opéré par Météo-France,
- le dispositif national **Vigicrues-Flash**, opéré par le Schapi,
- les extranets « **Sécurité Civile** » et « **Rhytmme** » de Météo-France.

2.1. Dispositif APIC

La méthode AIGA Pluies est utilisée dans le dispositif Avertissement pluies intenses à l'échelle des

communes, ou APIC, mis en place en 2011 par Météo-France en réponse à une commande du Ministère en charge de l'Environnement. Ce service renseigne sur le caractère plus ou moins exceptionnel des précipitations observées à l'aide de deux niveaux d'avertissement : "précipitations intenses" et "précipitations très intenses". Pour cela, le service **APIC agrège, à l'échelle communale, les informations produites par la méthode AIGA Pluies** à la résolution spatiale du km^2. Ce service est disponible sur la totalité des communes métropolitaines ; on dénombrait 9 800 communes abonnées à la fin 2019.

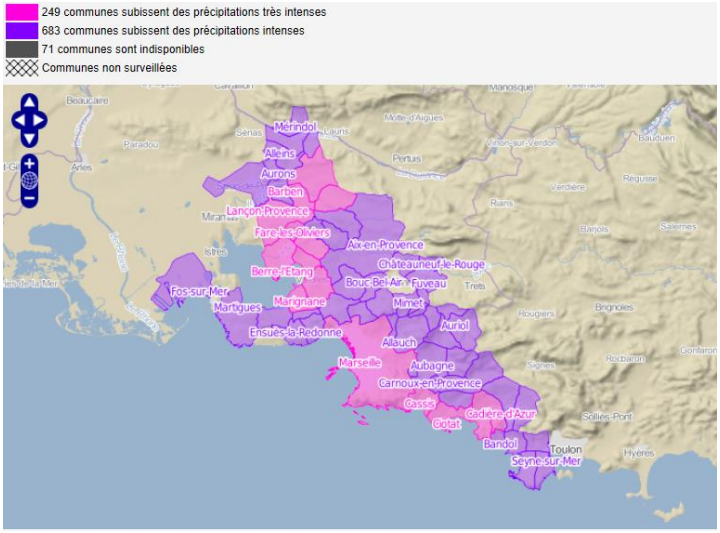


figure 4 : production APIC à 18h30 le 23/10/2019.

2.2. Dispositif Vigicrues Flash

La méthode AIGA Débits est utilisée dans le service Vigicrues Flash, mis en place en 2017 par le Ministère en charge de l'Environnement (Service central d'hydrométéorologie et d'appui à la prévision des inondations – SCHAPI). Ce système d'avertissement permet de surveiller près de 15 000 tronçons de cours d'eau du territoire métropolitain, soit plus de 30 000 km de cours d'eau concernant un peu plus de 10 000 communes (pour 1 380 communes abonnées fin 2019). Les avertissements Vigicrues Flash informent sur le risque de crue significative dans les prochaines heures à l'aide de deux niveaux d'avertissements "Crue forte" et "Crue très forte" émis à l'échelle d'une commune. Pour cela, **Vigicrues Flash agrège, à l'échelle communale, les informations**

produites par la méthode AIGA Débits sur les cours d'eau qui traversent le territoire communal.

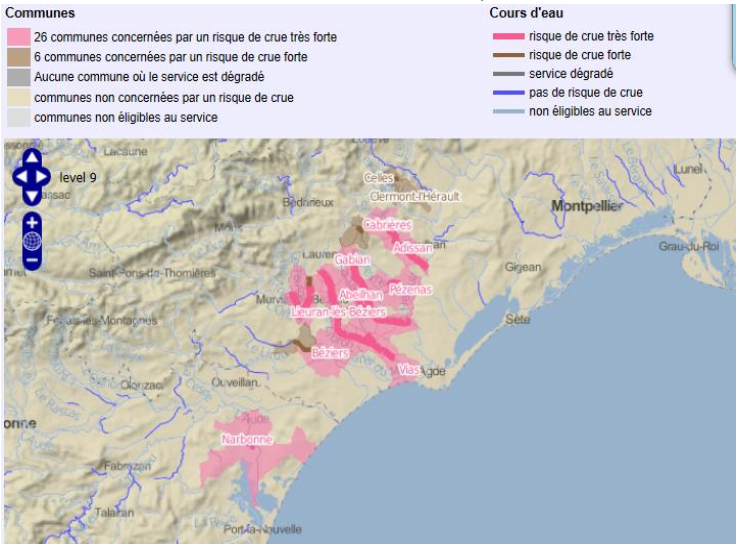


figure 5 : carte Vigicrues Flash produite à 09h00 le 23/10/2019

2.3. Extranets Rhytmme et Sécurité civile

Enfin, deux extranets opérés par Météo-France diffusent en temps réel les cartes produites selon la méthode AIGA dans leur résolution native.
L'extranet Rhytmme, proposé aux collectivités locales et aux services de l'État en Région Sud-Provence-Alpes-Côte d'Azur, permet la visualisation de l'ensemble des cartes produites par la méthode : les différentes cartes de qualification en période de retour des pluies, à la résolution du km², et la carte de qualification en période de retour des débits. On dénombre, fin 2019, près de 200 structures utilisatrices de cet extranet.

L'extranet « Sécurité Civile » propose une information AIGA à ses utilisateurs (services gestionnaires de crise : SIDPC, SDIS, Préfecture, DDTM …) quelle que soit la zone de défense dont il relève (figure 6 : menu AIGA dans l'extranet Sécurité Civile.

3. Travaux de recherche

Les travaux de recherche et développement sur la méthode AIGA sont menés dans le cadre d'une convention pluri-annuelle avec le Ministère en charge de l'environnement. Ils concernent l'amélioration de la modélisation de la pluie en débit , avec notamment le développement d'une modélisation continue infra-horaire ou la modélisation du routage des débits au sein des bassins

versants, la caractérisation des incertitudes de modélisation, la prise en compte de la vulnérabilité des territoires, … Ces travaux de R&D sont supervisés par le SCHAPI qui assure le suivi et la coordination du volet hydrologique de la convention pour le compte du Ministère en charge de l'environnement.

Références bibliographiques

J. Lavabre et Y. Gregoris (2005). AIGA : un dispositif d'alerte des crues sur l'ensemble du réseau hydrographique. Ingénieries EAT, n° 44, 3-12.

P. Javelle, J. Demargne, D. Defrance, J. Pansu, P. Arnaud (2014). Évaluation des avertissements de crue soudaines à des sites non jaugés en utilisant des campagnes post-événement : une application avec le système d'avertissement AIGA. Evaluating flash-flood warnings at ungauged locations using post-event surveys: a case study with the AIGA warning system. Hydrological Sciences Journal-Journal Des Sciences Hydrologiques, 59(7): p. 1390-1402.

C. Fouchier, C. Saint Martin, P. Javelle, P. Meriaux, D. Organde, et al. (2017). Mises en œuvre opérationnelles de la méthode AIGA pour anticiper les crues sur les cours d'eau non surveillés. Irstea, Sciences Eaux & Territoires, n°23, pp.48-55.

). Les deux productions disponibles sont : la carte AIGA Pluie pour les pluies 2h sur tout le territoire national et la carte AIGA Débit sur 15 départements du pourtour méditerranéen appartenant aux Zone de Défense Sud et Sud-Est.

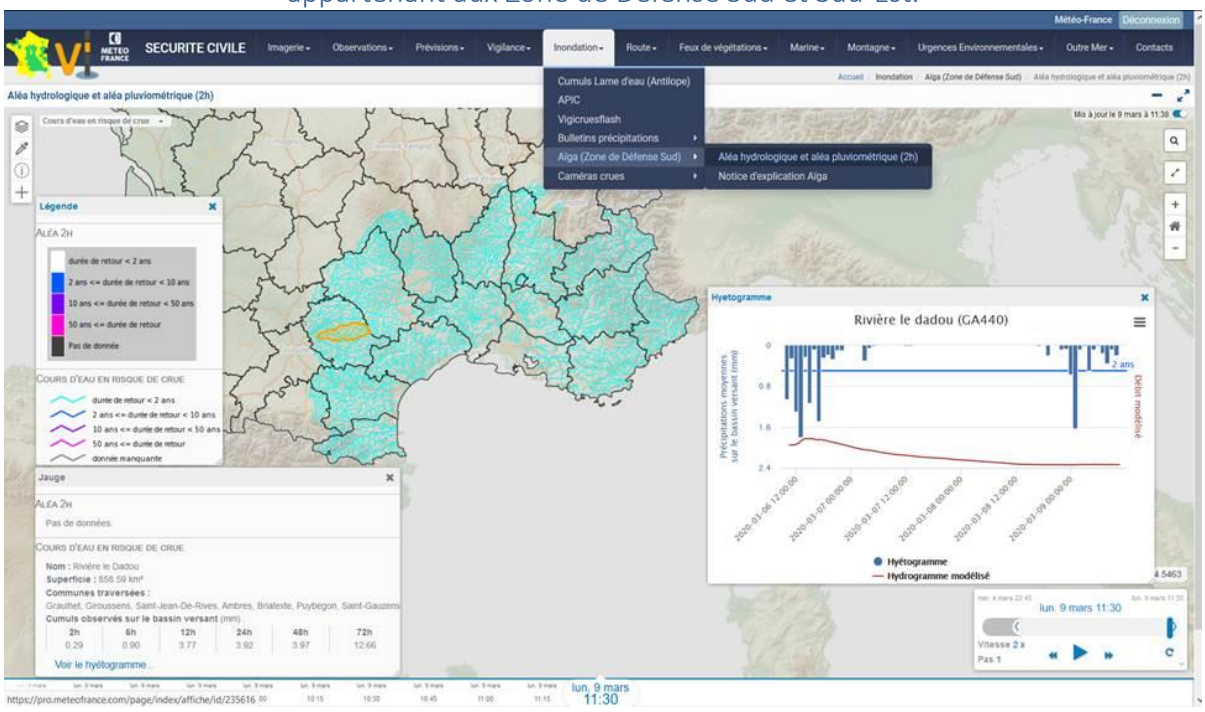


figure 6 : menu AIGA dans l'extranet Sécurité Civile.

3. Travaux de recherche

Les travaux de recherche et développement sur la méthode AIGA sont menés dans le cadre d'une convention pluri-annuelle avec le Ministère en charge de l'environnement. Ils concernent l'amélioration de la modélisation de la pluie en débit , avec notamment le développement d'une modélisation continue infra-horaire ou la modélisation du routage des débits au sein des bassins

versants, la caractérisation des incertitudes de modélisation, la prise en compte de la vulnérabilité des territoires, … Ces travaux de R&D sont supervisés par le SCHAPI qui assure le suivi et la coordination du volet hydrologique de la convention pour le compte du Ministère en charge de l'environnement.

Références bibliographiques

J. Lavabre et Y. Gregoris (2005). AIGA : un dispositif d'alerte des crues sur l'ensemble du réseau hydrographique. Ingénieries EAT, n° 44, 3-12.

P. Javelle, J. Demargne, D. Defrance, J. Pansu, P. Arnaud (2014). Évaluation des avertissements de crue soudaines à des sites non jaugés en utilisant des campagnes post-événement : une application avec le système d'avertissement AIGA. Evaluating flash-flood warnings at ungauged locations using post-event surveys: a case study with the AIGA warning system. Hydrological Sciences Journal-Journal Des Sciences Hydrologiques, 59(7): p. 1390-1402.

C. Fouchier, C. Saint Martin, P. Javelle, P. Meriaux, D. Organde, et al. (2017). Mises en œuvre opérationnelles de la méthode AIGA pour anticiper les crues sur les cours d'eau non surveillés. Irstea, Sciences Eaux & Territoires, n°23, pp.48-55.

, selon que les pluies observées en 1 heure ont une période de retour soit comprise entre 2 et 10 ans, soit comprise entre 10 ans et 50 ans, soit supérieure à 50 ans.

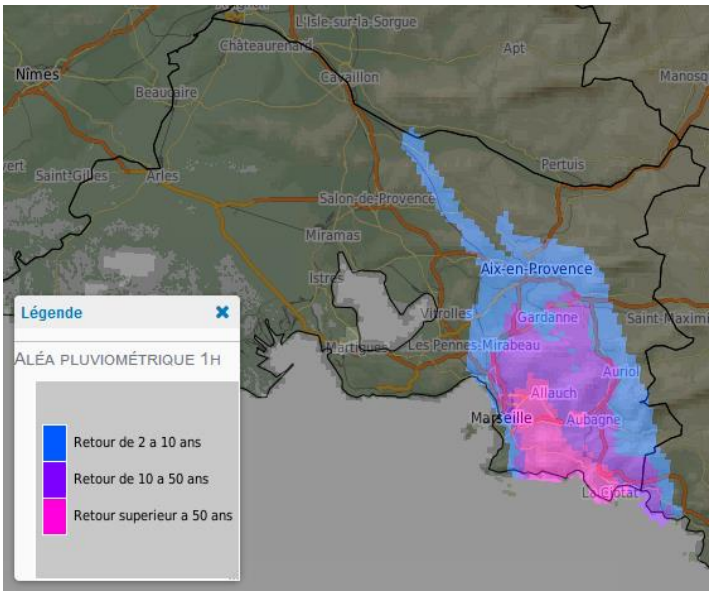


figure 2 : cartographie AIGA Pluies produite à 17h30 le 23/10/2019. Périodes de retour de la pluie radar de durée 1 heure. Source : capture écran extranet Rhytmme.

1.2. Le volet Débits de la méthode AIGA

Pour caractériser l'aléa de crues, la méthode AIGA s'appuie sur des données temps réel de débits fournies par un modèle hydrologique alimenté par les pluies radars. Ces données temps réel sont comparées à des valeurs seuils de débit associées à différentes périodes de retour.

Dans la pratique, le modèle hydrologique est mis en œuvre pour des exutoires prédéfinis. Les périodes de retour sont traduites visuellement par un code couleur attribué aux tronçons modélisés. Le réseau hydrographique affiché sur carte de la figure 3 : cartographie AIGA Débits produite à 08h00 le 23/10/2019 . Période de retour des débits modélisés. Source : capture écran extranet Sécurité Civile.

2. Mises en œuvre temps réel de la méthode AIGA

La méthode AIGA est exploitée en temps réel dans quatre dispositifs opérationnels de suivi et d'anticipation des événements hydro-météorologiques :

- le dispositif national **APIC**, opéré par Météo-France,
- le dispositif national **Vigicrues-Flash**, opéré par le Schapi,
- les extranets « **Sécurité Civile** » et « **Rhytmme** » de Météo-France.

2.1. Dispositif APIC

La méthode AIGA Pluies est utilisée dans le dispositif Avertissement pluies intenses à l'échelle des

communes, ou APIC, mis en place en 2011 par Météo-France en réponse à une commande du Ministère en charge de l'Environnement. Ce service renseigne sur le caractère plus ou moins exceptionnel des précipitations observées à l'aide de deux niveaux d'avertissement : "précipitations intenses" et "précipitations très intenses". Pour cela, le service **APIC agrège, à l'échelle communale, les informations produites par la méthode AIGA Pluies** à la résolution spatiale du km^2. Ce service est disponible sur la totalité des communes métropolitaines ; on dénombrait 9 800 communes abonnées à la fin 2019.

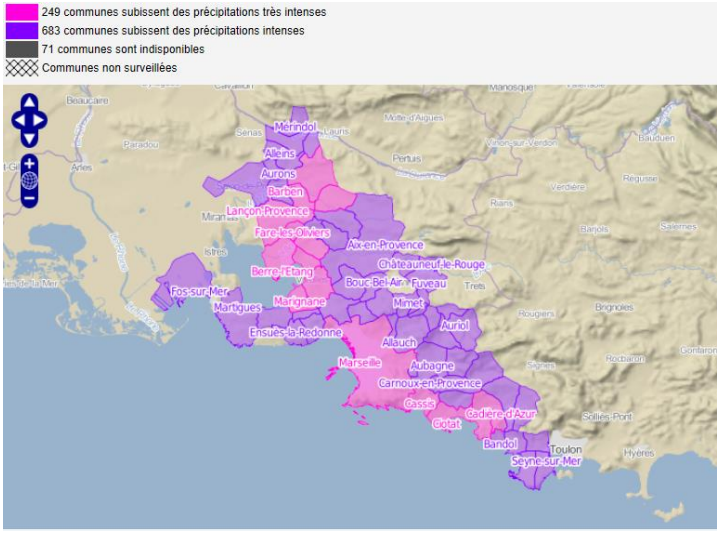


figure 4 : production APIC à 18h30 le 23/10/2019.

2.2. Dispositif Vigicrues Flash

La méthode AIGA Débits est utilisée dans le service Vigicrues Flash, mis en place en 2017 par le Ministère en charge de l'Environnement (Service central d'hydrométéorologie et d'appui à la prévision des inondations – SCHAPI). Ce système d'avertissement permet de surveiller près de 15 000 tronçons de cours d'eau du territoire métropolitain, soit plus de 30 000 km de cours d'eau concernant un peu plus de 10 000 communes (pour 1 380 communes abonnées fin 2019). Les avertissements Vigicrues Flash informent sur le risque de crue significative dans les prochaines heures à l'aide de deux niveaux d'avertissements "Crue forte" et "Crue très forte" émis à l'échelle d'une commune. Pour cela, **Vigicrues Flash agrège, à l'échelle communale, les informations**

produites par la méthode AIGA Débits sur les cours d'eau qui traversent le territoire communal.

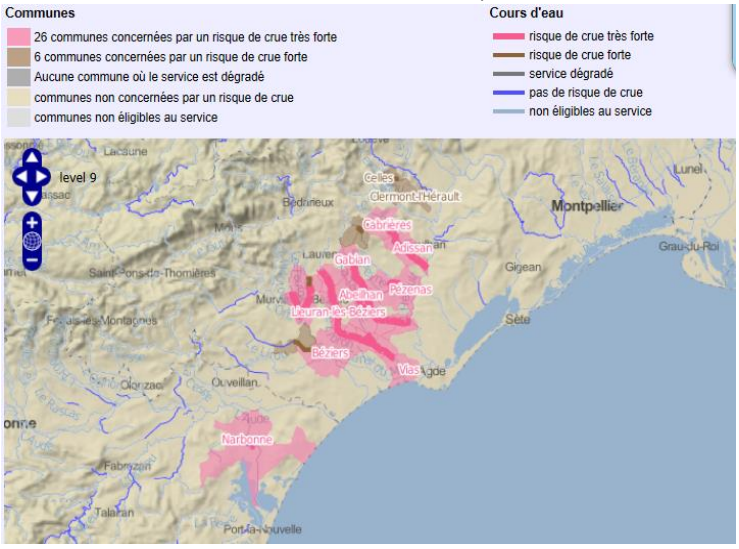


figure 5 : carte Vigicrues Flash produite à 09h00 le 23/10/2019

2.3. Extranets Rhytmme et Sécurité civile

Enfin, deux extranets opérés par Météo-France diffusent en temps réel les cartes produites selon la méthode AIGA dans leur résolution native.
L'extranet Rhytmme, proposé aux collectivités locales et aux services de l'État en Région Sud-Provence-Alpes-Côte d'Azur, permet la visualisation de l'ensemble des cartes produites par la méthode : les différentes cartes de qualification en période de retour des pluies, à la résolution du km², et la carte de qualification en période de retour des débits. On dénombre, fin 2019, près de 200 structures utilisatrices de cet extranet.

L'extranet « Sécurité Civile » propose une information AIGA à ses utilisateurs (services gestionnaires de crise : SIDPC, SDIS, Préfecture, DDTM …) quelle que soit la zone de défense dont il relève (figure 6 : menu AIGA dans l'extranet Sécurité Civile.

3. Travaux de recherche

Les travaux de recherche et développement sur la méthode AIGA sont menés dans le cadre d'une convention pluri-annuelle avec le Ministère en charge de l'environnement. Ils concernent l'amélioration de la modélisation de la pluie en débit , avec notamment le développement d'une modélisation continue infra-horaire ou la modélisation du routage des débits au sein des bassins

versants, la caractérisation des incertitudes de modélisation, la prise en compte de la vulnérabilité des territoires, … Ces travaux de R&D sont supervisés par le SCHAPI qui assure le suivi et la coordination du volet hydrologique de la convention pour le compte du Ministère en charge de l'environnement.

Références bibliographiques

J. Lavabre et Y. Gregoris (2005). AIGA : un dispositif d'alerte des crues sur l'ensemble du réseau hydrographique. Ingénieries EAT, n° 44, 3-12.

P. Javelle, J. Demargne, D. Defrance, J. Pansu, P. Arnaud (2014). Évaluation des avertissements de crue soudaines à des sites non jaugés en utilisant des campagnes post-événement : une application avec le système d'avertissement AIGA. Evaluating flash-flood warnings at ungauged locations using post-event surveys: a case study with the AIGA warning system. Hydrological Sciences Journal-Journal Des Sciences Hydrologiques, 59(7): p. 1390-1402.

C. Fouchier, C. Saint Martin, P. Javelle, P. Meriaux, D. Organde, et al. (2017). Mises en œuvre opérationnelles de la méthode AIGA pour anticiper les crues sur les cours d'eau non surveillés. Irstea, Sciences Eaux & Territoires, n°23, pp.48-55.

). Les deux productions disponibles sont : la carte AIGA Pluie pour les pluies 2h sur tout le territoire national et la carte AIGA Débit sur 15 départements du pourtour méditerranéen appartenant aux Zone de Défense Sud et Sud-Est.

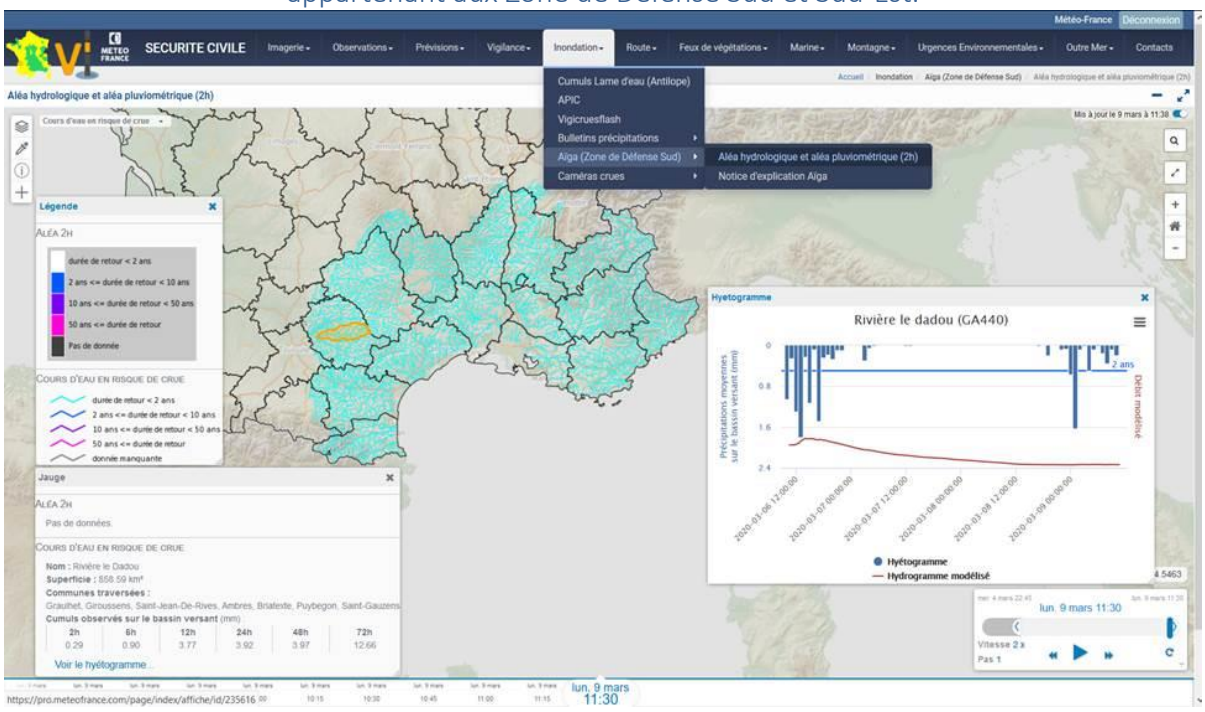


figure 6 : menu AIGA dans l'extranet Sécurité Civile.

3. Travaux de recherche

Les travaux de recherche et développement sur la méthode AIGA sont menés dans le cadre d'une convention pluri-annuelle avec le Ministère en charge de l'environnement. Ils concernent l'amélioration de la modélisation de la pluie en débit , avec notamment le développement d'une modélisation continue infra-horaire ou la modélisation du routage des débits au sein des bassins

versants, la caractérisation des incertitudes de modélisation, la prise en compte de la vulnérabilité des territoires, … Ces travaux de R&D sont supervisés par le SCHAPI qui assure le suivi et la coordination du volet hydrologique de la convention pour le compte du Ministère en charge de l'environnement.

Références bibliographiques

J. Lavabre et Y. Gregoris (2005). AIGA : un dispositif d'alerte des crues sur l'ensemble du réseau hydrographique. Ingénieries EAT, n° 44, 3-12.

P. Javelle, J. Demargne, D. Defrance, J. Pansu, P. Arnaud (2014). Évaluation des avertissements de crue soudaines à des sites non jaugés en utilisant des campagnes post-événement : une application avec le système d'avertissement AIGA. Evaluating flash-flood warnings at ungauged locations using post-event surveys: a case study with the AIGA warning system. Hydrological Sciences Journal-Journal Des Sciences Hydrologiques, 59(7): p. 1390-1402.

C. Fouchier, C. Saint Martin, P. Javelle, P. Meriaux, D. Organde, et al. (2017). Mises en œuvre opérationnelles de la méthode AIGA pour anticiper les crues sur les cours d'eau non surveillés. Irstea, Sciences Eaux & Territoires, n°23, pp.48-55.

est ainsi représenté avec une échelle en 3 couleurs, selon que les débits modélisés ont une période de retour soit comprise entre 2 et 10 ans, soit comprise entre 10 ans et 50 ans, soit supérieure à 50 ans.

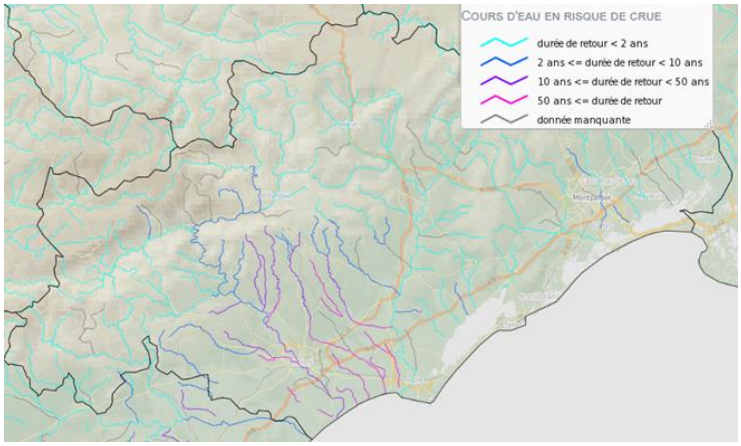


figure 3 : cartographie AIGA Débits produite à 08h00 le 23/10/2019 . Période de retour des débits modélisés. Source : capture écran extranet Sécurité Civile.

2. Mises en œuvre temps réel de la méthode AIGA

La méthode AIGA est exploitée en temps réel dans quatre dispositifs opérationnels de suivi et d'anticipation des événements hydro-météorologiques :

- le dispositif national **APIC**, opéré par Météo-France,
- le dispositif national **Vigicrues-Flash**, opéré par le Schapi,
- les extranets « **Sécurité Civile** » et « **Rhytmme** » de Météo-France.

2.1. Dispositif APIC

La méthode AIGA Pluies est utilisée dans le dispositif Avertissement pluies intenses à l'échelle des communes, ou APIC, mis en place en 2011 par Météo-France en réponse à une commande du Ministère en charge de l'Environnement. Ce service renseigne sur le caractère plus ou moins exceptionnel des précipitations observées à l'aide de deux niveaux d'avertissement : "précipitations intenses" et "précipitations très intenses". Pour cela, le service **APIC agrège, à l'échelle communale, les informations produites par la méthode AIGA Pluies** à la résolution spatiale du km^2. Ce service est disponible sur la totalité des communes métropolitaines ; on dénombrait 9 800 communes abonnées à la fin 2019.

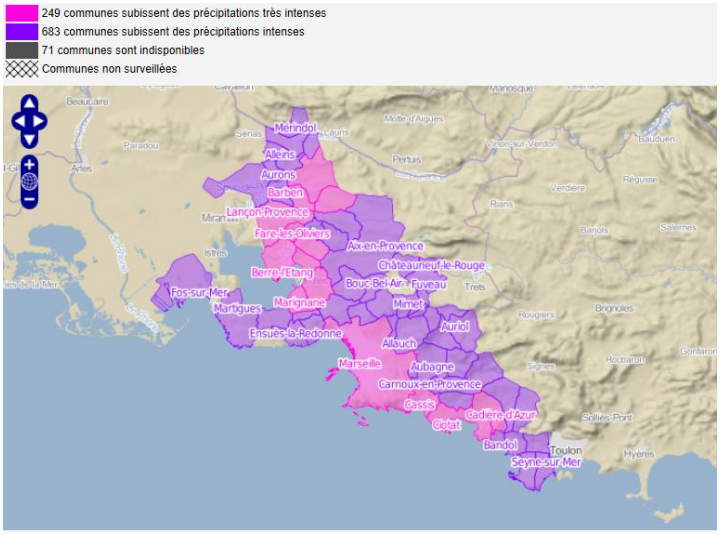


figure 4 : production APIC à 18h30 le 23/10/2019.

2.2. Dispositif Vigicrues Flash

La méthode AIGA Débits est utilisée dans le service Vigicrues Flash, mis en place en 2017 par le Ministère en charge de l'Environnement (Service central d'hydrométéorologie et d'appui à la prévision des inondations – SCHAPI). Ce système d'avertissement permet de surveiller près de 15 000 tronçons de cours d'eau du territoire métropolitain, soit plus de 30 000 km de cours d'eau concernant un peu plus de 10 000 communes (pour 1 380 communes abonnées fin 2019). Les avertissements Vigicrues Flash informent sur le risque de crue significative dans les prochaines heures à l'aide de deux niveaux d'avertissements "Crue forte" et "Crue très forte" émis à l'échelle d'une commune. Pour cela, **Vigicrues Flash agrège, à l'échelle communale, les informations produites par la méthode AIGA Débits sur les cours d'eau** qui traversent le territoire communal.

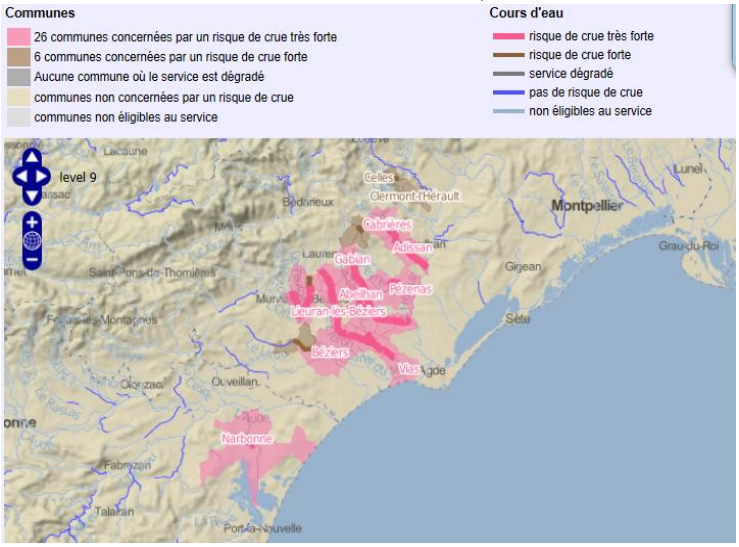


figure 5 : carte Vigicrues Flash produite à 09h00 le 23/10/2019

2.3. Extranets Rhytmme et Sécurité civile

Enfin, deux extranets opérés par Météo-France diffusent en temps réel les cartes produites selon la méthode AIGA dans leur résolution native.
L'extranet Rhytmme, proposé aux collectivités locales et aux services de l'État en Région Sud-Provence-Alpes-Côte d'Azur, permet la visualisation de l'ensemble des cartes produites par la méthode : les différentes cartes de qualification en période de retour des pluies, à la résolution du km², et la carte de qualification en période de retour des débits. On dénombre, fin 2019, près de 200 structures utilisatrices de cet extranet.

L'extranet « Sécurité Civile » propose une information AIGA à ses utilisateurs (services gestionnaires de crise : SIDPC, SDIS, Préfecture, DDTM …) quelle que soit la zone de défense dont il relève (figure 6 : menu AIGA dans l'extranet Sécurité Civile.

3. Travaux de recherche

Les travaux de recherche et développement sur la méthode AIGA sont menés dans le cadre d'une convention pluri-annuelle avec le Ministère en charge de l'environnement. Ils concernent l'amélioration de la modélisation de la pluie en débit , avec notamment le développement d'une modélisation continue infra-horaire ou la modélisation du routage des débits au sein des bassins

versants, la caractérisation des incertitudes de modélisation, la prise en compte de la vulnérabilité des territoires, … Ces travaux de R&D sont supervisés par le SCHAPI qui assure le suivi et la coordination du volet hydrologique de la convention pour le compte du Ministère en charge de l'environnement.

Références bibliographiques

J. Lavabre et Y. Gregoris (2005). AIGA : un dispositif d'alerte des crues sur l'ensemble du réseau hydrographique. Ingénieries EAT, n° 44, 3-12.

P. Javelle, J. Demargne, D. Defrance, J. Pansu, P. Arnaud (2014). Évaluation des avertissements de crue soudaines à des sites non jaugés en utilisant des campagnes post-événement : une application avec le système d'avertissement AIGA. Evaluating flash-flood warnings at ungauged locations using post-event surveys: a case study with the AIGA warning system. Hydrological Sciences Journal-Journal Des Sciences Hydrologiques, 59(7): p. 1390-1402.

C. Fouchier, C. Saint Martin, P. Javelle, P. Meriaux, D. Organde, et al. (2017). Mises en œuvre opérationnelles de la méthode AIGA pour anticiper les crues sur les cours d'eau non surveillés.

Irstea, Sciences Eaux & Territoires, n°23, pp.48-55.

). Les deux productions disponibles sont : la carte AIGA Pluie pour les pluies 2h sur tout le territoire national et la carte AIGA Débit sur 15 départements du pourtour méditerranéen appartenant aux Zone de Défense Sud et Sud-Est.

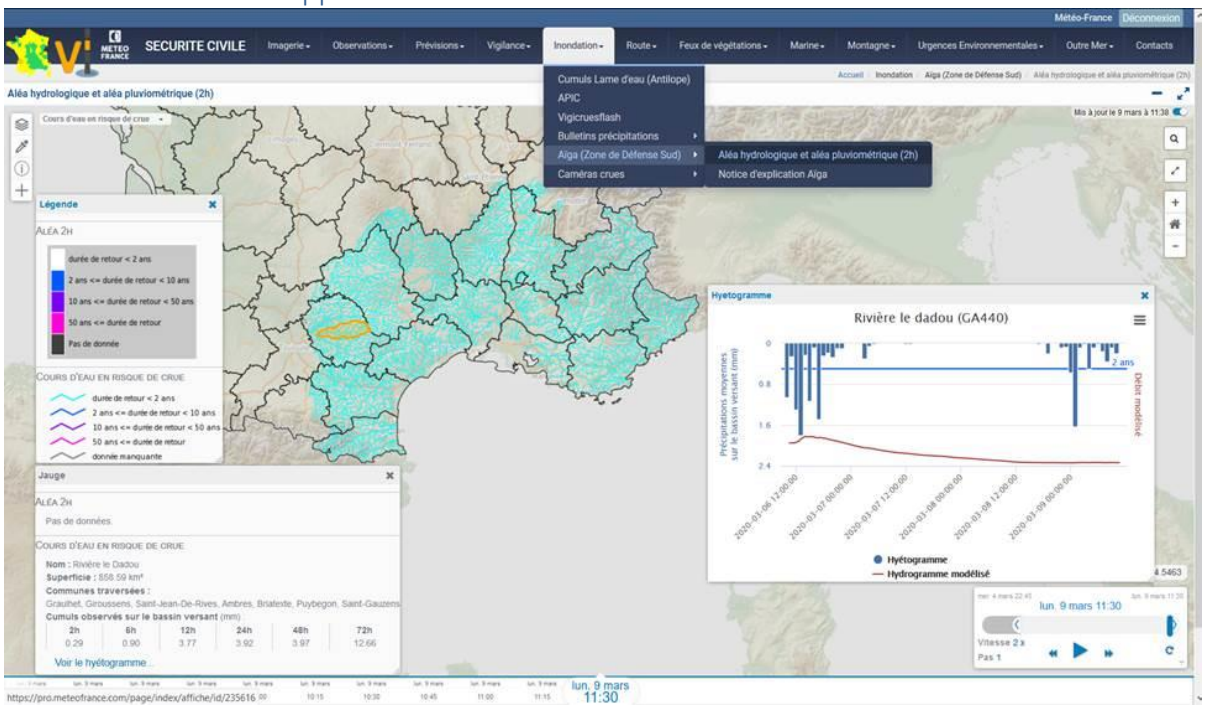


figure 6 : menu AIGA dans l'extranet Sécurité Civile.

3. Travaux de recherche

Les travaux de recherche et développement sur la méthode AIGA sont menés dans le cadre d'une convention pluri-annuelle avec le Ministère en charge de l'environnement. Ils concernent l'amélioration de la modélisation de la pluie en débit , avec notamment le développement d'une modélisation continue infra-horaire ou la modélisation du routage des débits au sein des bassins

versants, la caractérisation des incertitudes de modélisation, la prise en compte de la vulnérabilité des territoires, … Ces travaux de R&D sont supervisés par le SCHAPI qui assure le suivi et la coordination du volet hydrologique de la convention pour le compte du Ministère en charge de l'environnement.

Références bibliographiques

J. Lavabre et Y. Gregoris (2005). AIGA : un dispositif d'alerte des crues sur l'ensemble du réseau hydrographique. Ingénieries EAT, n° 44, 3-12.

P. Javelle, J. Demargne, D. Defrance, J. Pansu, P. Arnaud (2014). Évaluation des avertissements de crue soudaines à des sites non jaugés en utilisant des campagnes post-événement : une application avec le système d'avertissement AIGA. Evaluating flash-flood warnings at ungauged locations using post-event surveys: a case study with the AIGA warning system. Hydrological Sciences Journal-Journal Des Sciences Hydrologiques, 59(7): p. 1390-1402.

C. Fouchier, C. Saint Martin, P. Javelle, P. Meriaux, D. Organde, et al. (2017). Mises en œuvre opérationnelles de la méthode AIGA pour anticiper les crues sur les cours d'eau non surveillés. Irstea, Sciences Eaux & Territoires, n°23, pp.48-55.

GID - CIHEAM Conference PARMENIDES IX
Gestion soutenable des bassins versants méditerranéens face aux impacts des changements sociétaux et climatiques

Table ronde Crues soudaines, risque d'inondation

Mercredi 20 octobre

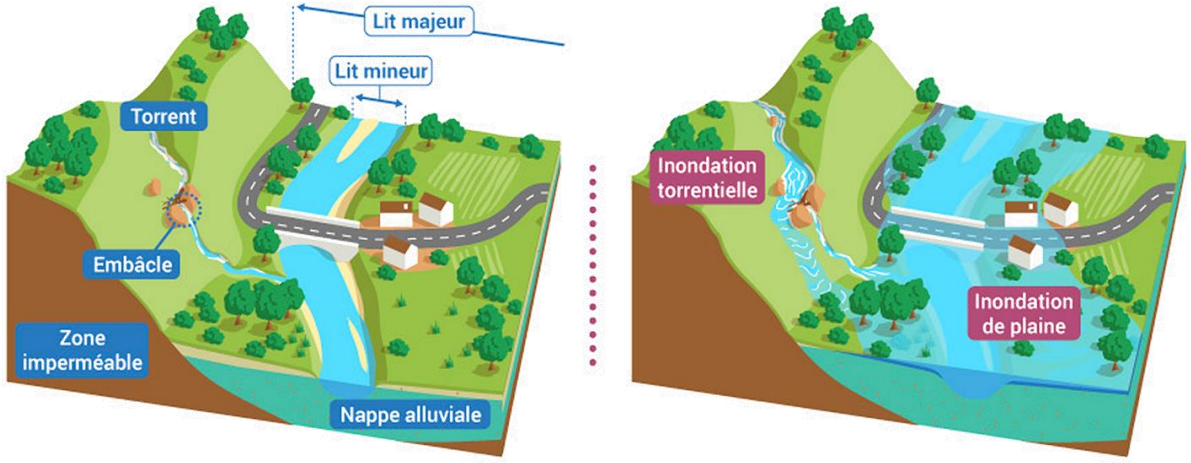
Les avertissement pluies et crues soudaines en France, état des lieux et perspectives

INRAE Aix-Marseille Université, Unité mixte de recherche RECOVER

Catherine FOUCHIER, hydrologue
équipe Risques hydrométéorologiques

Les inondations en France

Différents types d'inondation



Inondations : la Seine atteindra son plus haut niveau dans la nuit

La RATP a déclenché, vendredi en fin de journée, son plan de prévention en acheminant du matériel destiné à édifier des protections à l'abord des stations de métro.

Le Monde avec AFP

Publié le 03 juin 2016 à 09h27 - Mis à jour le 03 juin 2016 à 22h19 · Lecture 5 min.

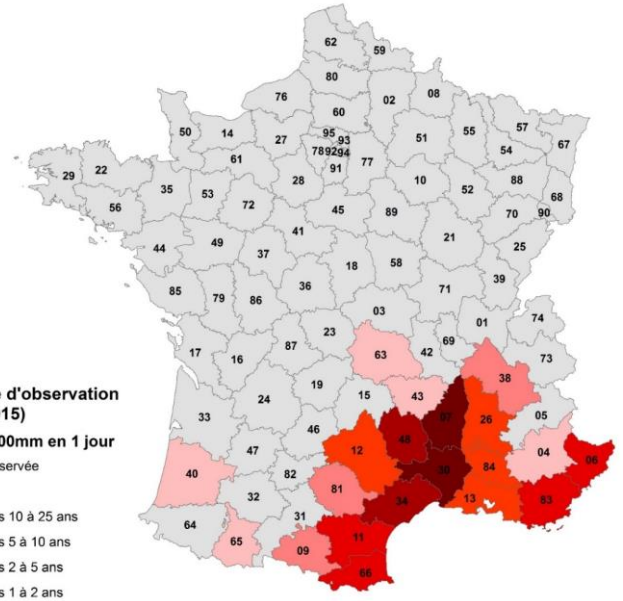
Inondations de mai et juin 2016: La deuxième catastrophe naturelle la plus coûteuse après la tempête Xynthia

ENVIRONNEMENT Le dispositif de vigilance « inondation » doit être amélioré selon un rapport d'experts remis à la ministre de l'Environnement Ségolène Royal…

20 Minutes avec AFP | Publié le 10/03/17 à 17h13 — Mis à jour le

Bassin Parisien, mai-juin 2016

assonne,

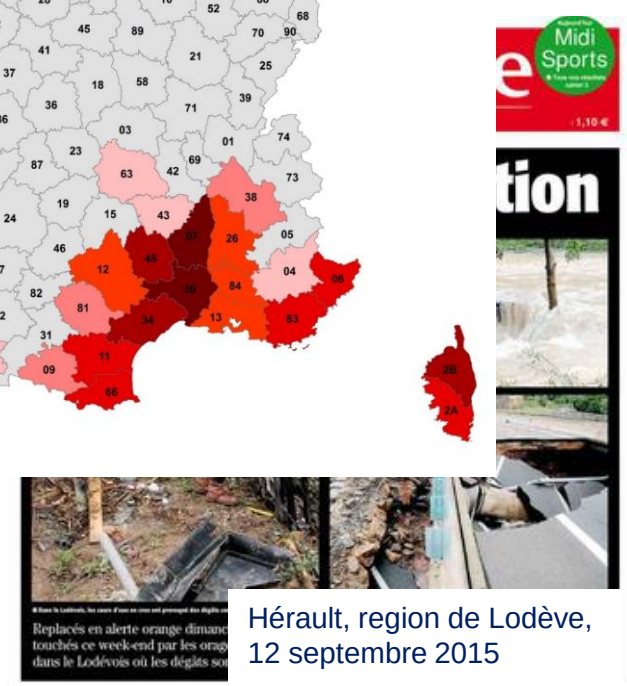


Fréquence moyenne d'observation (1966-2015)

Episodes de pluie > 200mm en 1 jour

- Pas d'occurrence observée
- 1 occurrence
- 1 occurrence tous les 10 à 25 ans
- 1 occurrence tous les 5 à 10 ans
- 1 occurrence tous les 2 à 5 ans
- 1 occurrence tous les 1 à 2 ans
- 1 occurrence par an

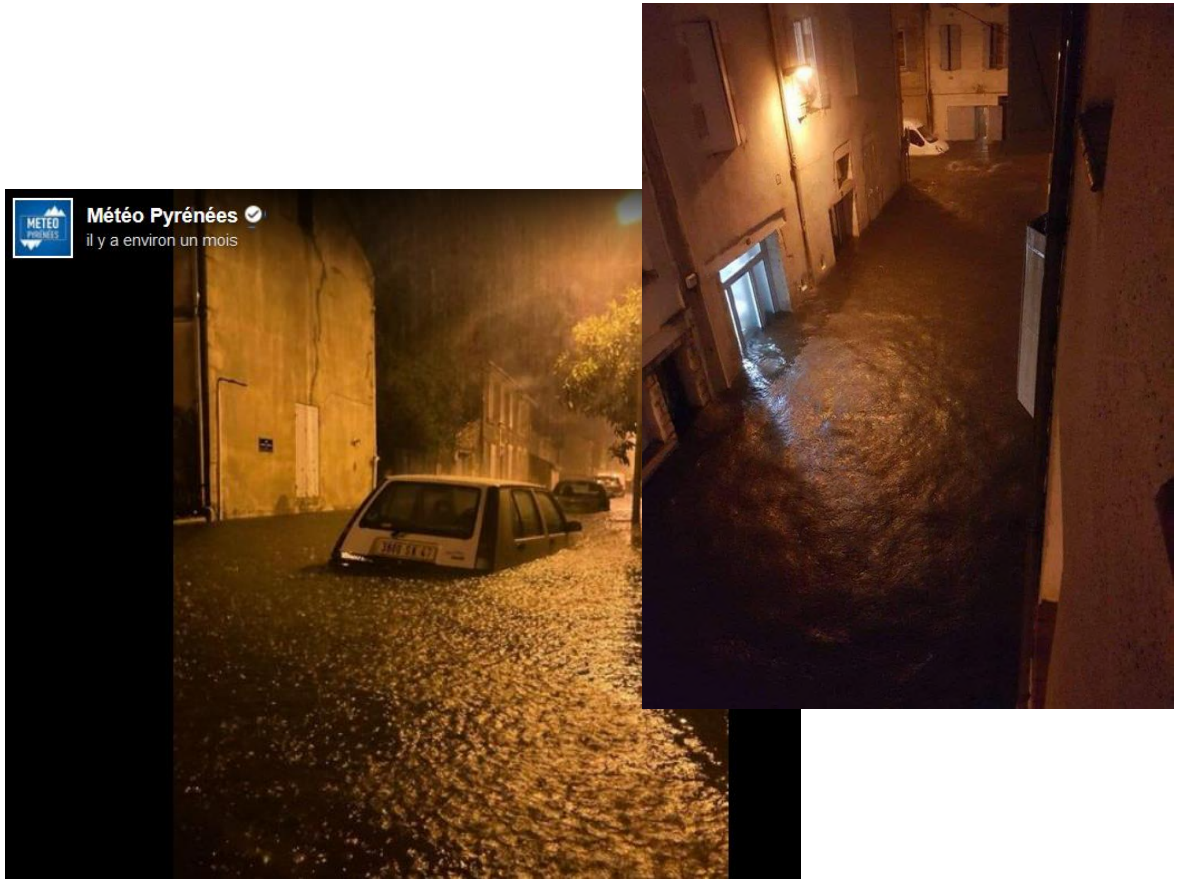
Côte d'Azur, 3 octobre 2015



Hérault, region de Lodève, 12 septembre 2015

Les inondations en France

Différents types d'inondation

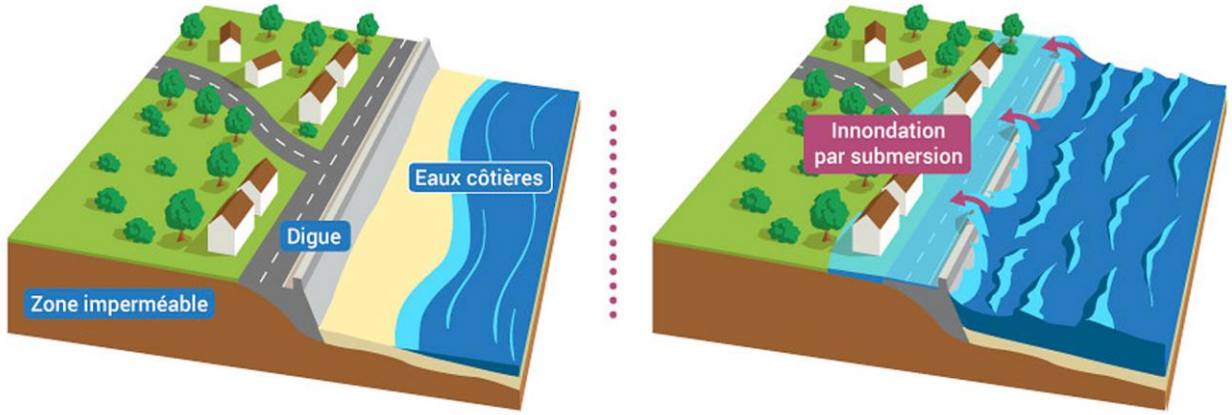


Inondations Agen (Lot-et-Garonne), suite à un orage exceptionnel le 8 septembre 2021 (120 mm de pluie en 2 heures)

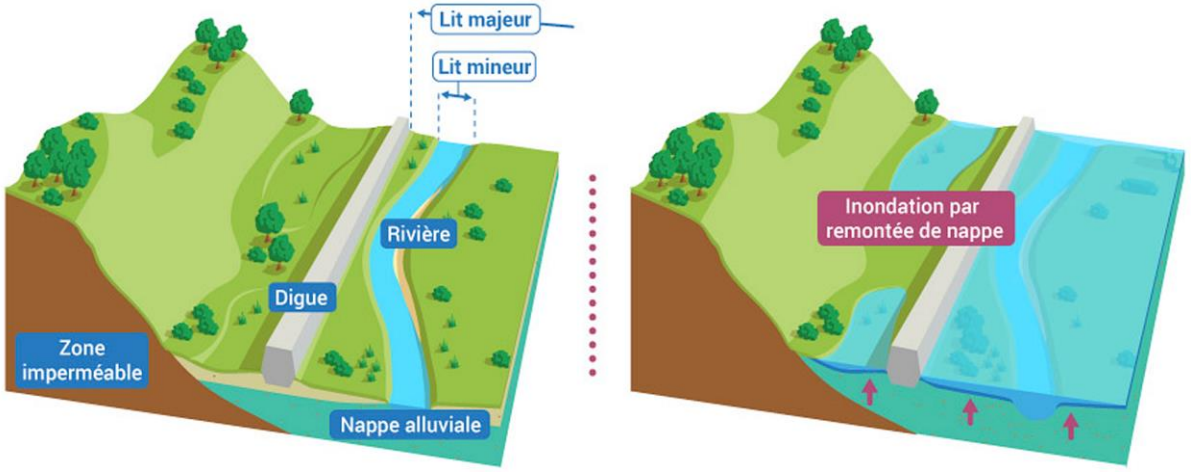
Vue par drone de la zone située entre Gidy et Cercottes (Loiret) après les inondations par ruissellement de fin mai-début juin 2016, suite à un cumul de pluie important sur les mois d'avril et mai (181 mm en mai à Orléans contre un cumul moyen de 64 mm en mai), saturation des sols, crue de la rivière intermittente la Retrève et ruissellement direct en raison d'une saturation importante des sols

Les inondations en France

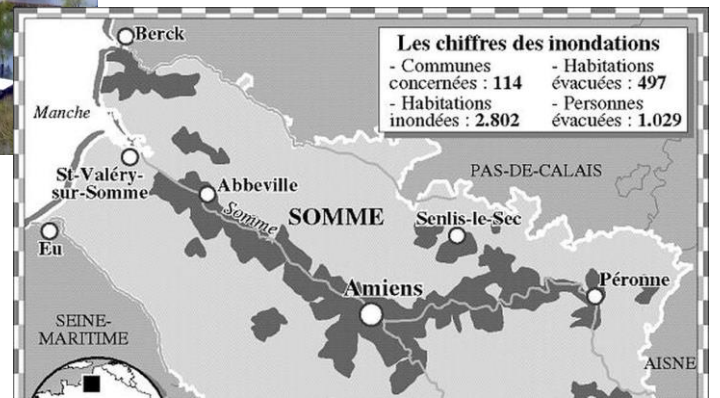
Différents types d'inondation



Côte Atlantique, 27 et 28 février 2010



Somme, printemps 2001

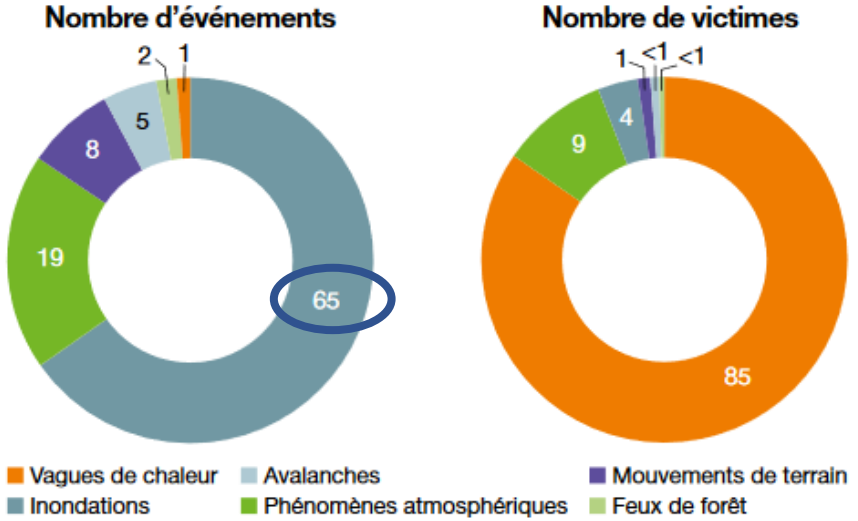


Les inondations en France

Des phénomènes hydro-météorologiques extrêmes

Conséquences

1 habitant sur 4 exposé aux risques inondations
1 emploi sur 3 exposé aux risques inondations
coût annuel moyen des dommagescausés par les inondations : 520 million €



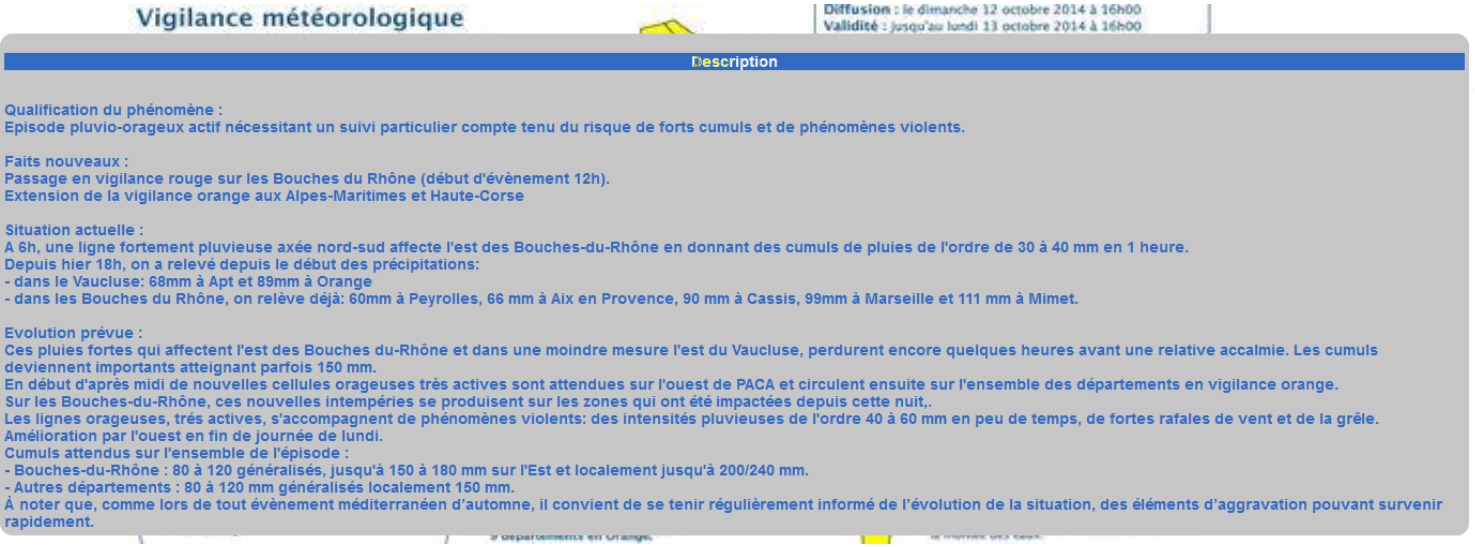
Evénements climatiques dommageables et victimes entre 1900 et 2017, source : CGADD 2020

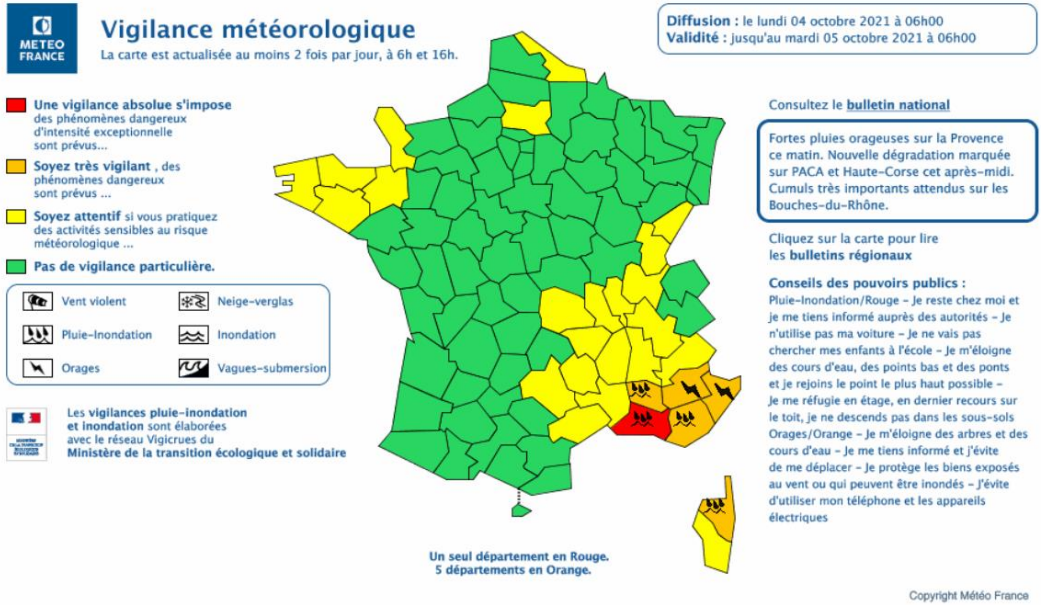
Crues soudaines

Des phénomènes **intenses, d'apparition soudaine et de cinétique très rapide** : **prévision difficile.**
Souvent liés à des épisodes pluvieux **intenses** et touchant des bassins versant de taille modérée.

L’anticipation des phénomènes hydro-météorologiques en France

- Vigilance météorologique :
  - carte et bulletins de suivi associés
  - anticipation jusqu’à 24 heures à l’avance d’éventuelles évolutions défavorables des conditions hydro-météorologiques
  - carte à l’échelle départementale, précisions infra-départementales dans le bulletin





L’anticipation des phénomènes hydro-météorologiques en France

- Service APIC (avertissement pluie intense à l’échelle des communes) :
  - toutes les communes de métropole couvertes
  - avertissements mails ou SMS si des pluies intenses sont observées sur une ou plusieurs communes + site internet de visualisation cartographique des communes concernées

Avertissement Meteo-France : APIC

Météo France Produits <noreply@meteo.fr>

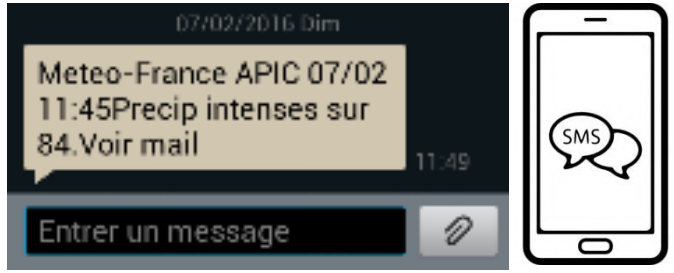
Les sauts de ligne en surnombre de ce message ont été supprimés.

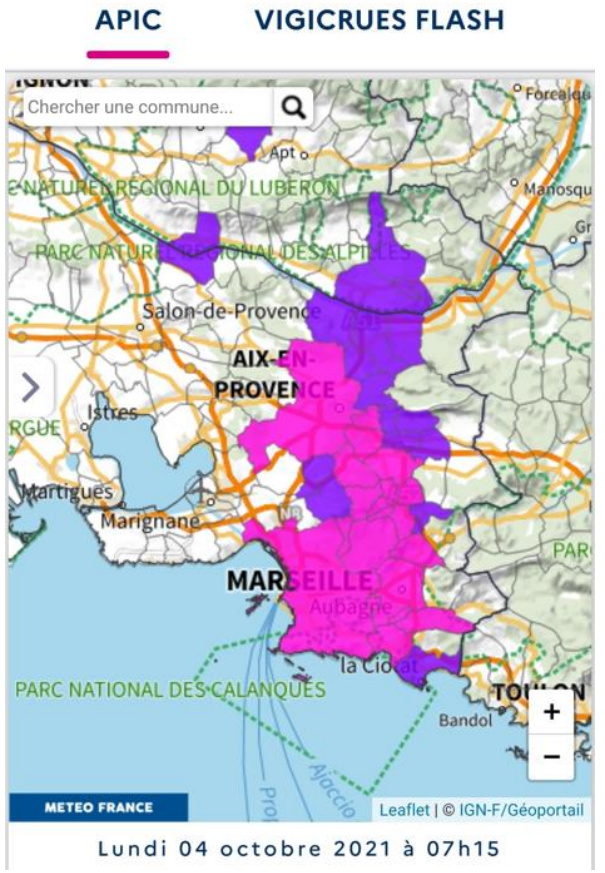
Envoyé : dim. 07/02/2016 11:49

À : catherine.fouchier@irstea.fr

Météo-France: Avertissement Pluies Intenses à l'échelle des Communes
Date: dimanche 7 février, à 11 heures, et 45 minutes Attention des pluies intenses ont été signalées sur le département suivant: Vaucluse.

Pour visualiser la carte cliquez sur le lien suivant (valable 48 heures):
https://apic.meteo.fr/carto.php?droit=Y5KSmpVrlWtqY2iel28=

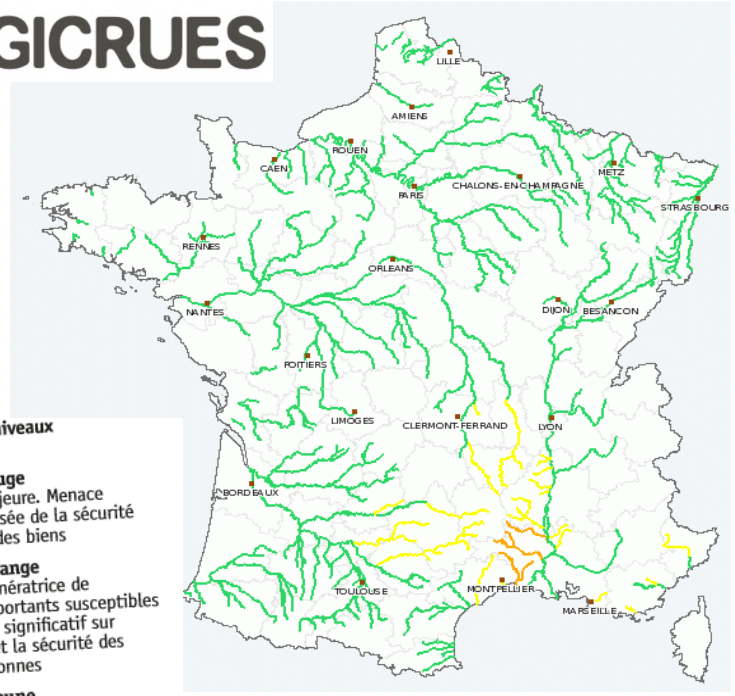




L’anticipation des phénomènes hydro-météorologiques en France

- Vigicrues :
  - 22 000 km de cours d’eau surveillés (soit 75 % de la population en zone inondable couverts)
  - carte et bulletins d’information associés
  - niveau de vigilance requis à l'égard du risque de montées des eaux et de débordements sur les cours d’eau surveillés échelle départementale
  - connaissance en temps réel du niveau de ces cours d’eau

VIGICRUES



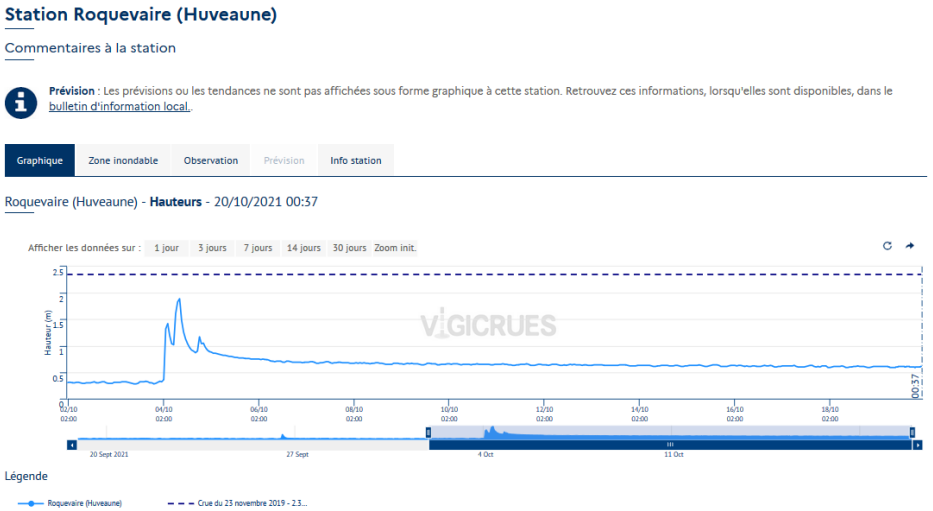
Les différents niveaux de vigilance

NIVEAU 4 : rouge
Risque de crue majeure. Menace directe et généralisée de la sécurité des personnes et des biens

NIVEAU 3 : orange
Risque de crue génératrice de débordements importants susceptibles d'avoir un impact significatif sur la vie collective et la sécurité des biens et des personnes

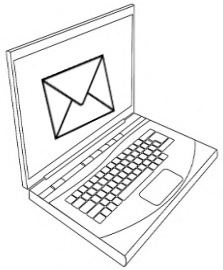
NIVEAU 2 : jaune
Risque de crue ou de montée rapide des eaux n'entraînant pas de dommages significatifs, mais nécessitant une vigilance particulière dans le cas d'activités saisonnières et/ou exposées

NIVEAU 1 : vert
Pas de vigilance particulière requise



L'anticipation des phénomènes hydro-météorologiques en France

- Le dispositif Vigicrues Flash
  - élaboré par le réseau SPC-Schapi
  - avertissements mails ou SMS si les pluies **observées** sont susceptibles de générer des crues sur une ou plusieurs communes
  - site internet de visualisation cartographique des communes concernées, ouvert au grand public



Avertissement Meteo-France : Vigicrues Flash

Météo France Produits <noreply@meteo.fr>

Les sauts de ligne en surnombre de ce message ont été supprimés.

Envoyé : sam. 28/01/2017 14:08

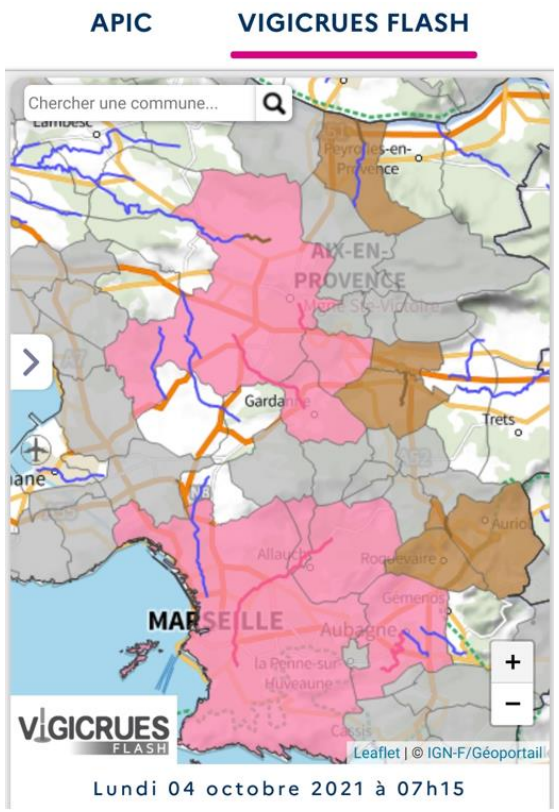
À : catherine.fouchier@irstea.fr

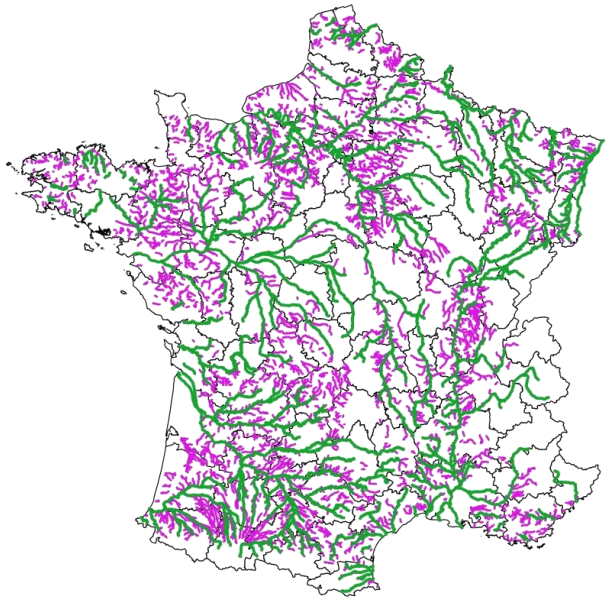
Avertissement Vigicrues Flash Date: samedi 28 Janvier, à 14 heures et 00 minutes pour le département suivant: Hérault.

Risque de crue forte dans les prochaines heures.

Pour visualiser la carte cliquez sur le lien suivant (valable 48 heures):
https://apic.meteo.fr/carto_apoc.php?droit=Y5KSm5VqmGJqZmSdl2s=&origin=fr

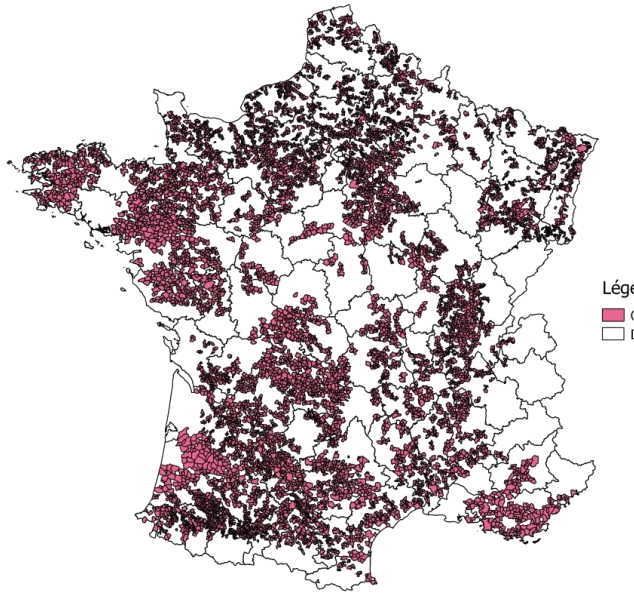
Vigicrues Flash 28/01 14:00. Risque de crue forte sur 34. cf courriel.





Cours d'eau Vigicrues Flash
mars 2017

Légende
Cours d'eau Vigilance crue
Cours d'eau Vigicrues Flash [14043]
Départements



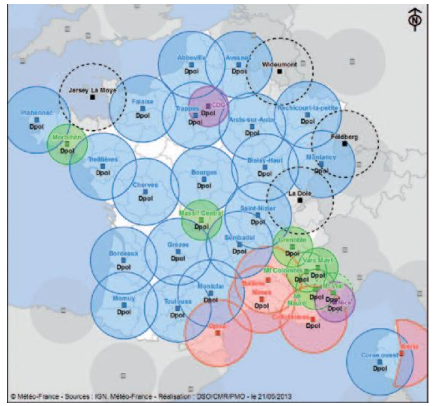
Communes éligibles à Vigicrues Flash

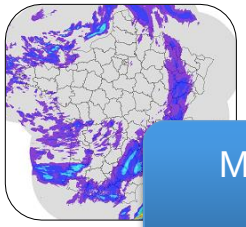
mars 2017

Légende
Communes éligibles Vigicrues Flash [10328]
Départements

Méthodologie d'anticipation des crues sur les bassins non instrumentés

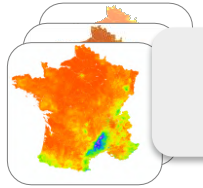
Principe : exploiter l'information issue du réseau de radars météorologiques



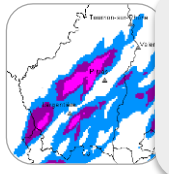


Mosaïque pluie radar temps réel

Cumuls de pluie **observée** sur 15', 30', 1h, 2h, … 72h

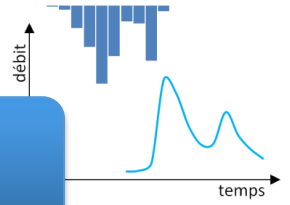


Comparaison avec des valeurs seuils



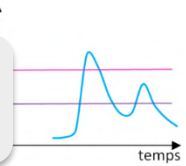
Qualification en période de retour de la **pluie observée** en tout km²

Modèle hydrologique distribué

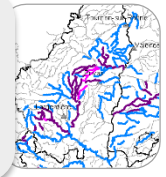


Débits **modélisés**

Comparaison avec des valeurs seuils



Qualification en période de retour des débits **anticipés** en tout point du réseau hydrographique



Agrégation à l'échelle des communes

Agrégation à l'échelle des communes

Avertissement Pluies Intenses à l'échelle des Communes

RHYTMME

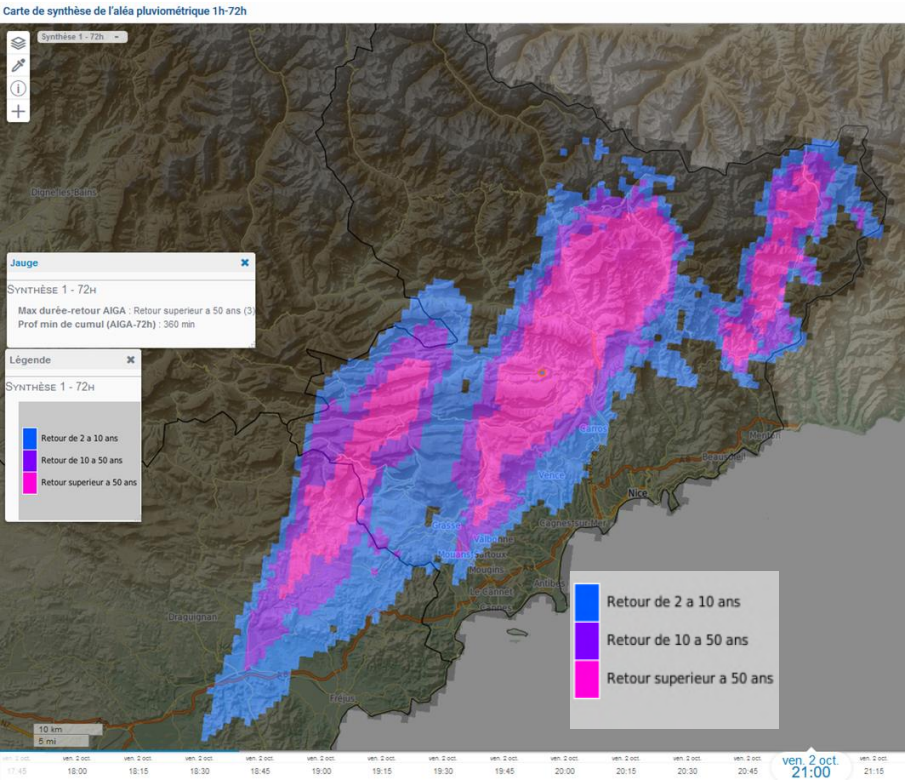
METEO FRANCE SECURITE CIVILE

VIGICRUES FLASH

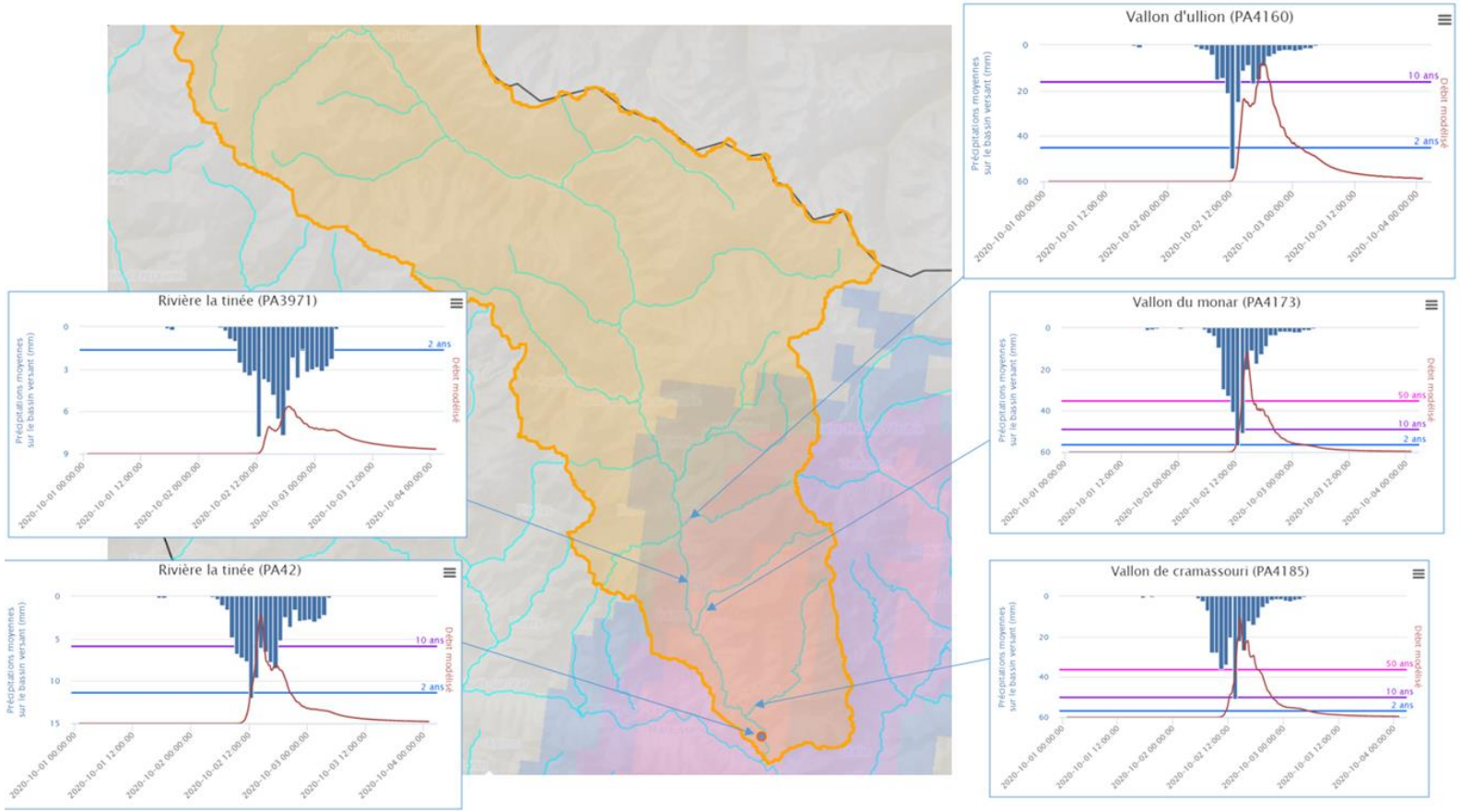
INRAE

Anticipation des crues sur les bassins non instrumentés

Exemple de sorties temps réel, tempête Alex, Alpes-Maritimes, 2 octobre 2020



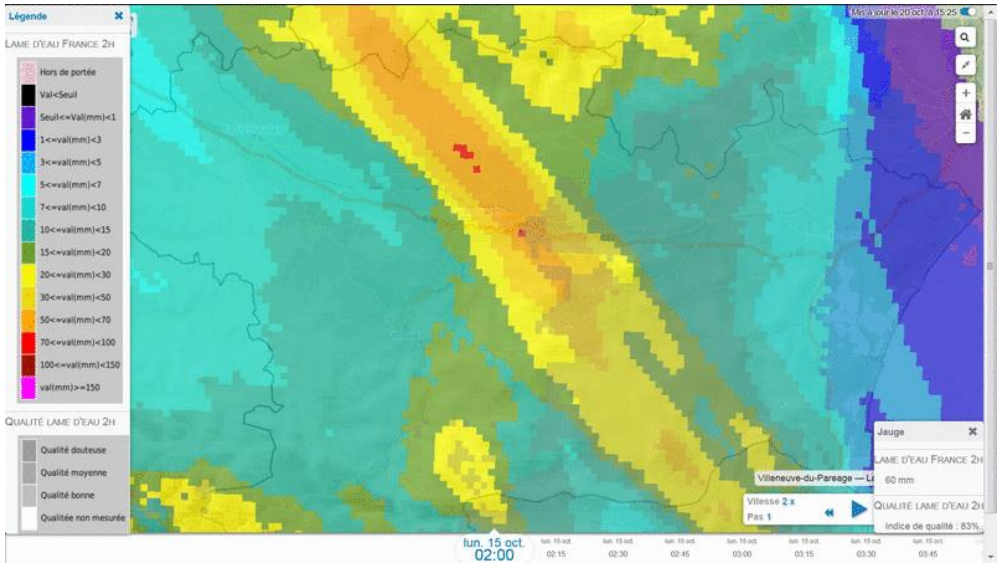
Période de retour des pluies observées
Qualifications multidurées (1h, 2h, … 72h)



Période de retour des debits calculés

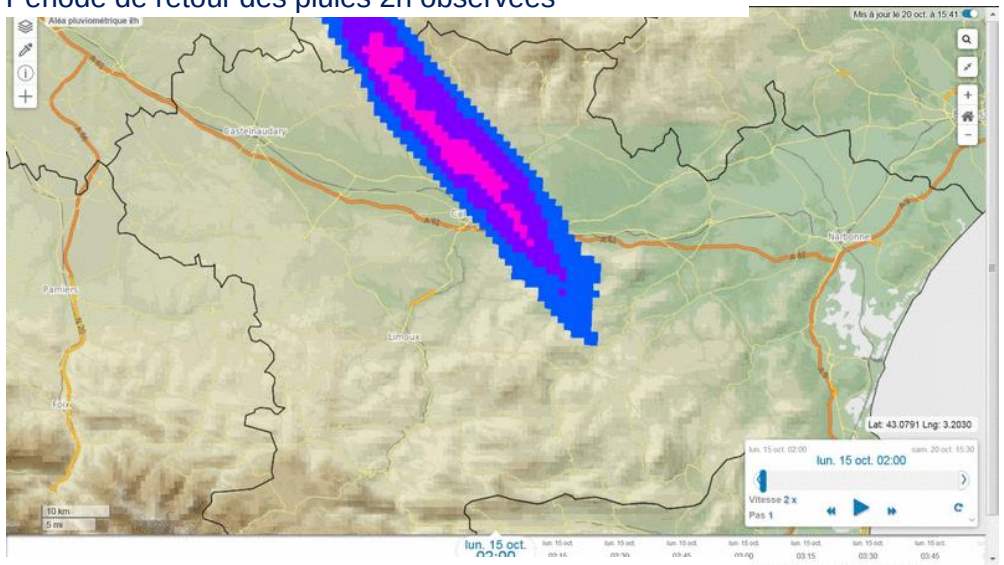
Anticipation des crues sur les bassins non instrumentés

Exemple de sorties temps réel, le 15 octobre 2018, département de l'Aude

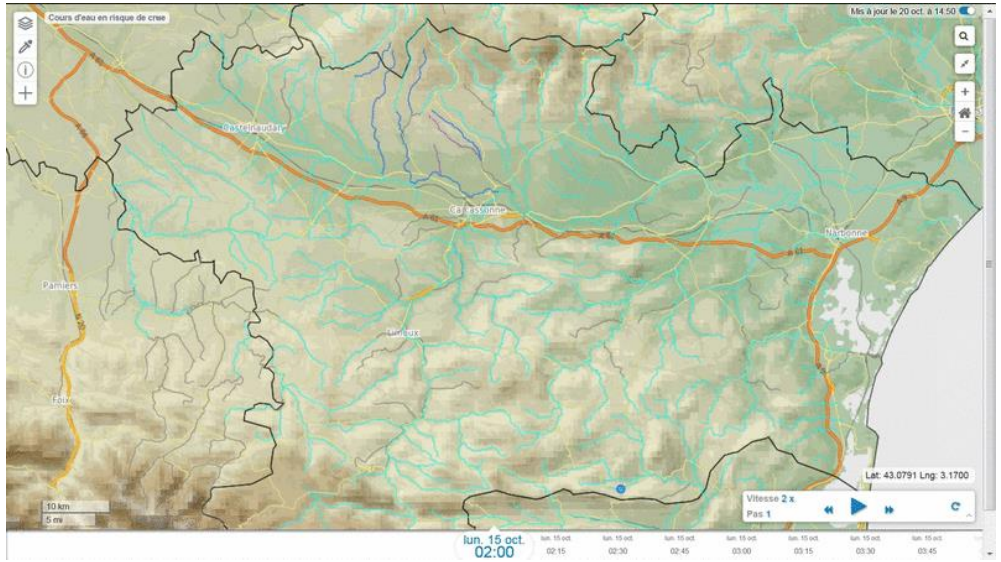


Cumuls radar en 2 heures, au pas de temps 15 min entre 2h et 8h le 15/10/2018

Période de retour des pluies 2h observées

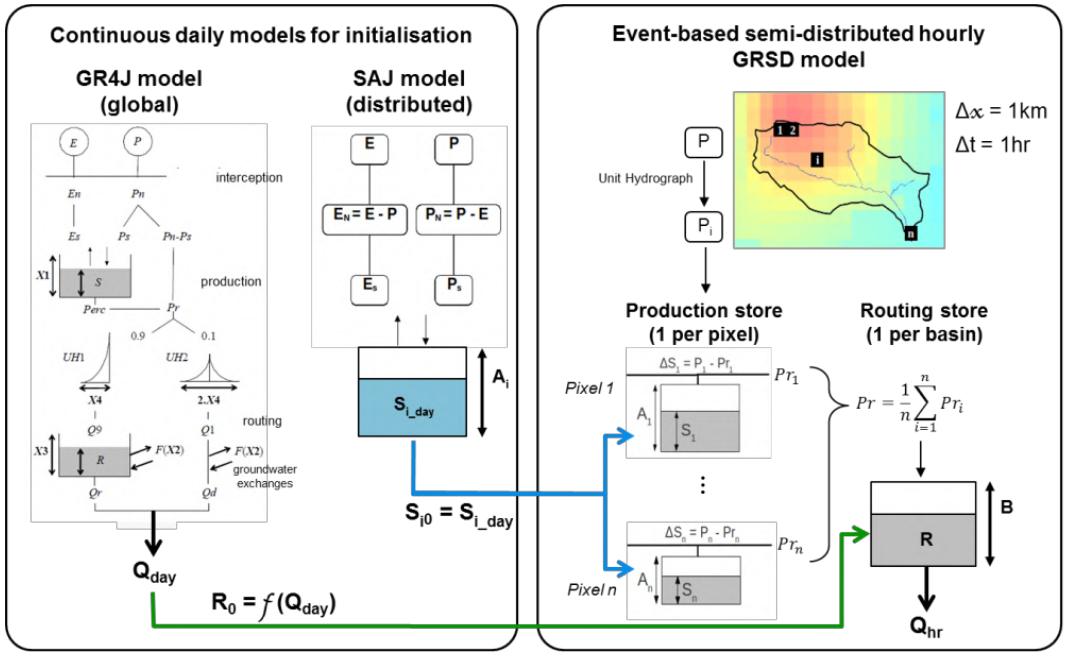


Période de retour des debits calculés

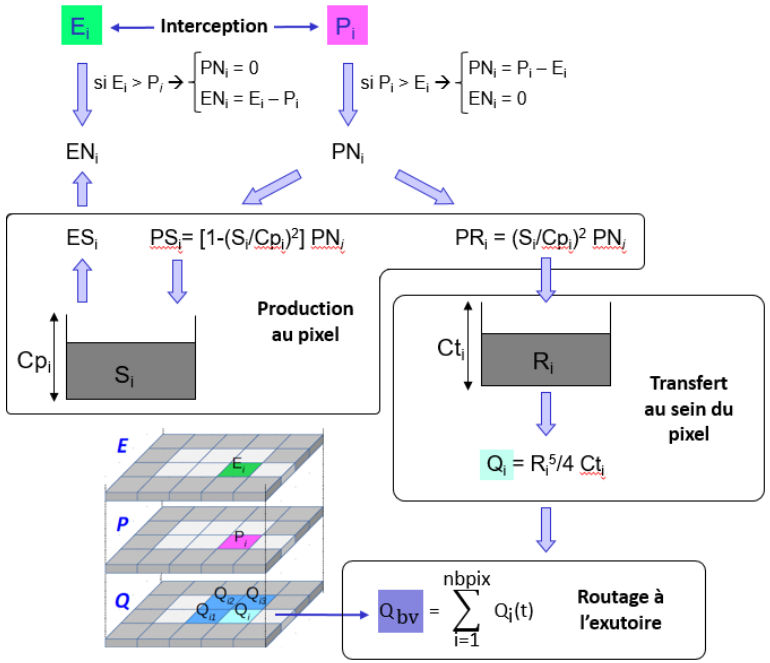


Evolutions opérationnelles de la modélisation hydrologique en juillet 2021

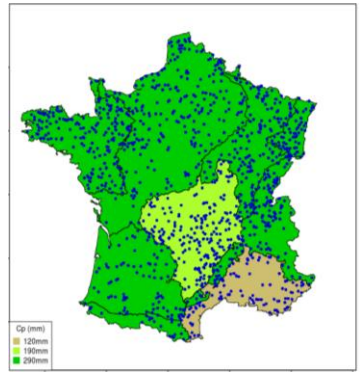
- Simplification, 1 seul modèle continu
- Passage au pas de temps 15 minutes
- Calage du modèle sur la Corse
- Alimentation par des lames d'eau Antilope



Version GRD_v0



Version GRD_v1



Carte du paramètre Cp

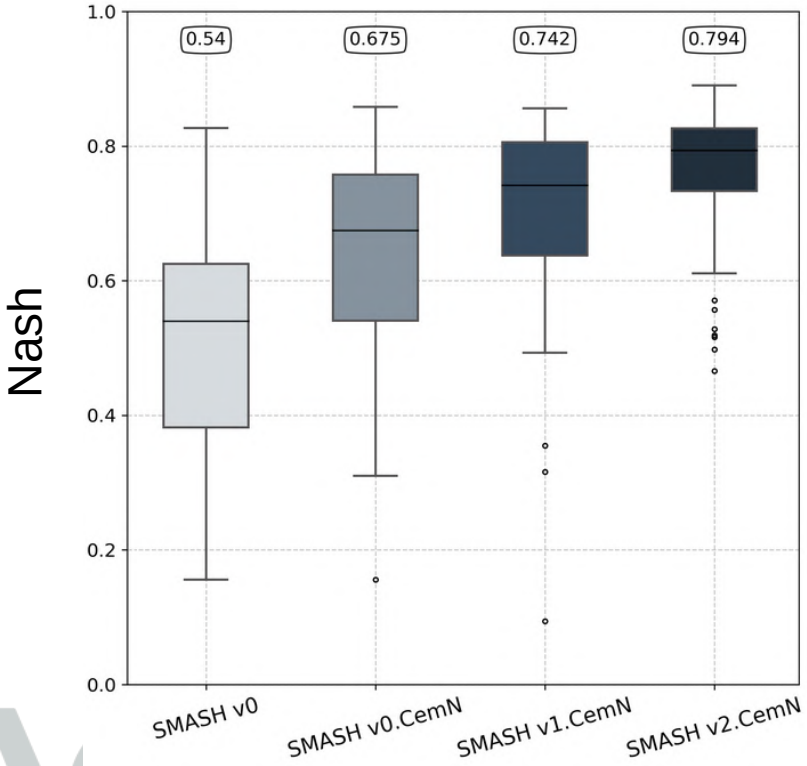
	nombre de dépassements corrects		anticipation médiane (en heures) du dépassement	
seuil	GRD_v0	GRD_v1	GRD_v0	GRD_v1
T=2 ans	1110	1284	4,0	4,0
T=5 ans	337	393	3,7	3,8
T=10 ans	141	177	4,3	4,2
T=20 ans	65	91	4,8	5,6

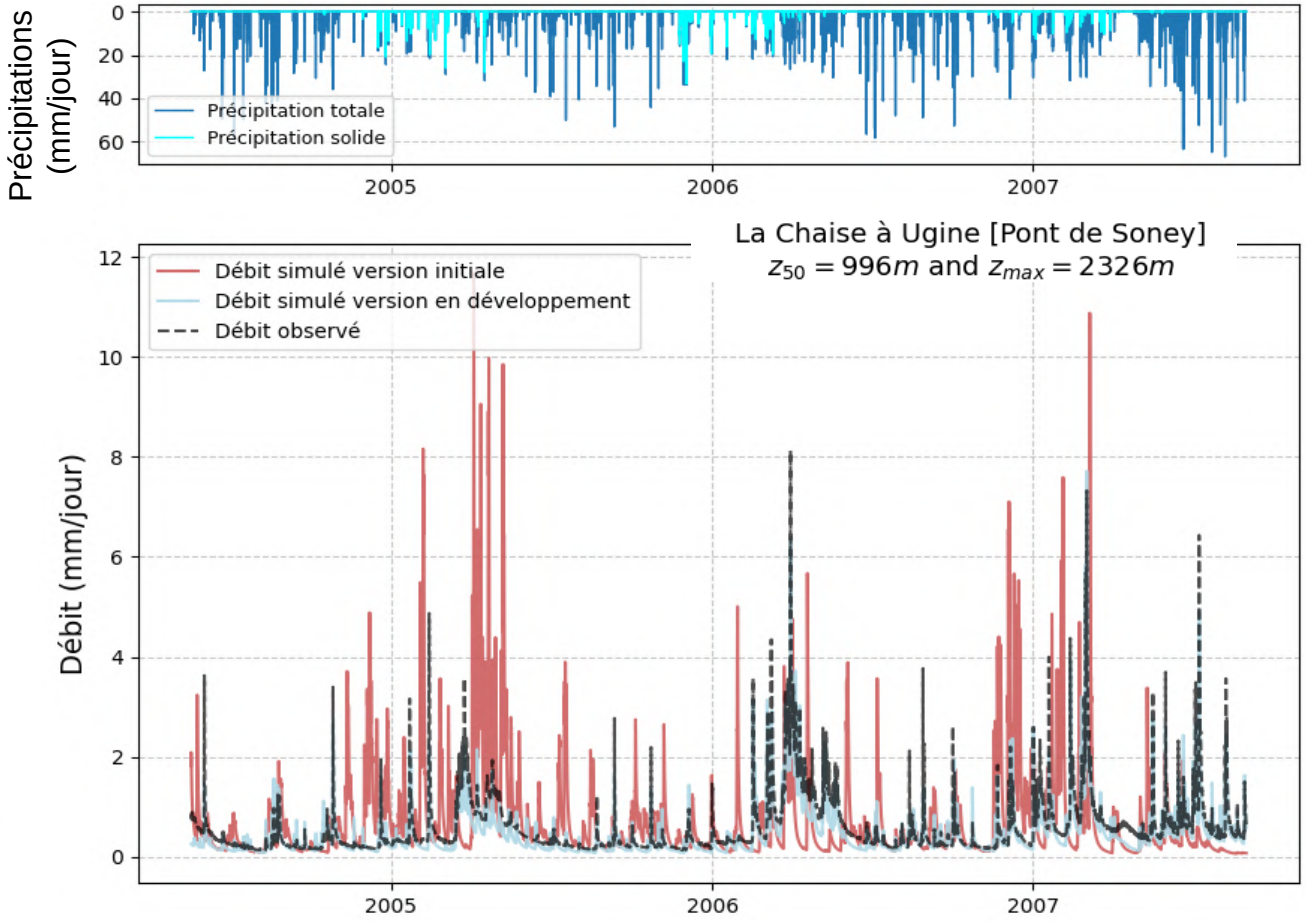
Travaux de recherche

Modélisation de la neige et amelioration de la structure du modèle

Pas de temps horaire, travaux sur 55 bassins versants alpins, période 1997-2016, pluie COMEPHORE, température SAFRAN discrétisés au km², débits banque HYDRO et EDF

Prise en compte de la neige et amélioration de la structure du modèle au pas de temps horaire en calage uniforme des paramètres → **amélioration** des performances du modèle

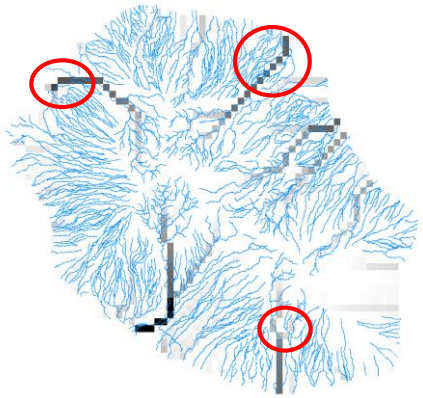




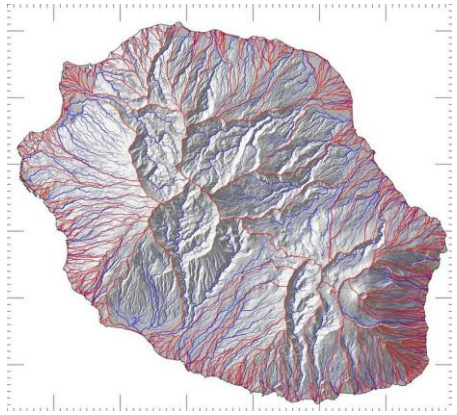
*Hydrogrammes avec les modèles **régionalisés** à partir des paramètres calés au pas de temps **15 minutes***
Version initiale : VF calage sur 921 bassins répartis sur la France entière puis régionalisation par hydro-écorégion.

Travaux de recherche

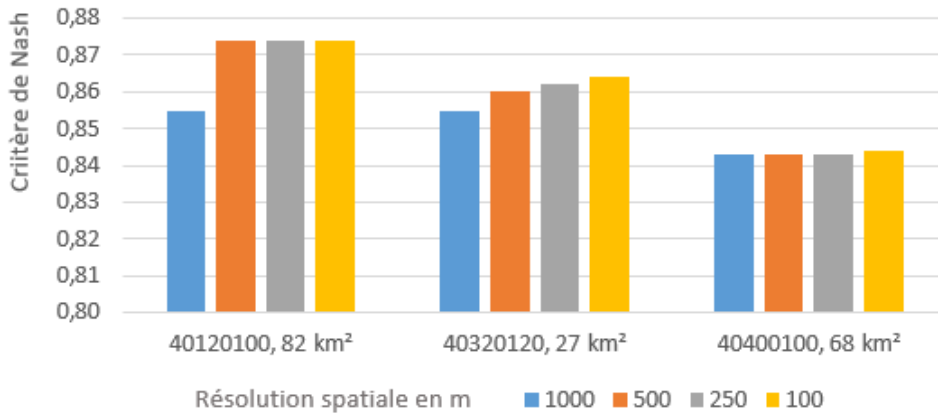
Evolutions vers une modélisation à un pas d'espace infra-kilométrique



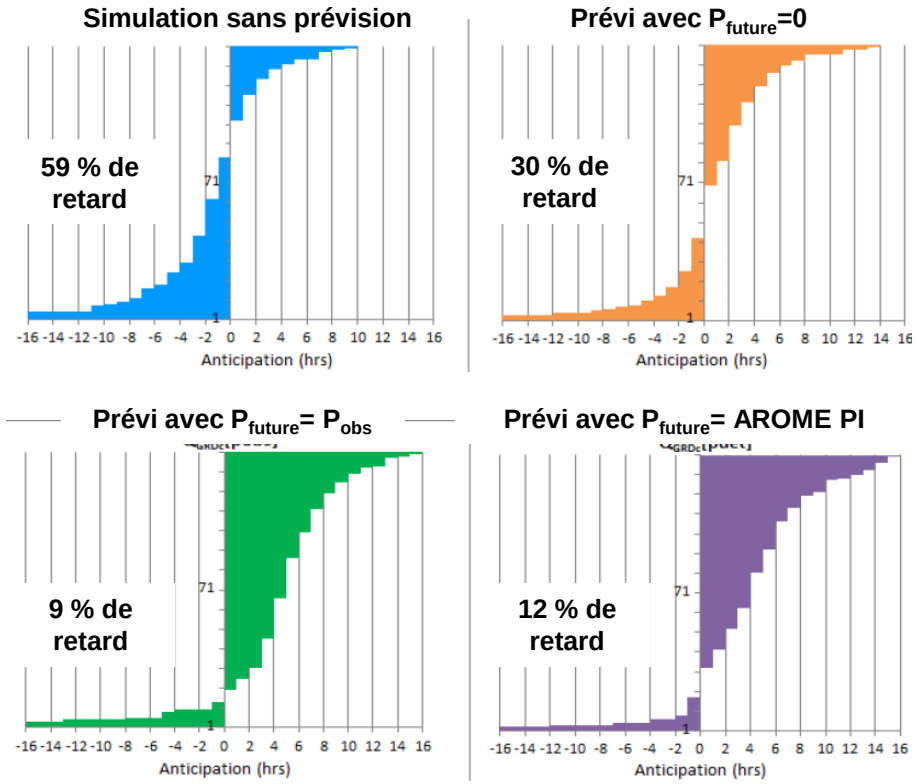
Extraction du réseau hydrographique avec un MNT de résolution 1 km (NOIR)



Extraction du réseau hydrographique avec un MNT de résolution 25m (BLEU)



Prise en compte des pluies futures



Distribution du degré d'anticipation des dépassements T2 ans, modèle avec routage

- gains en anticipation avec AROME-PI : diminution des retards d'anticipation
- AROME-PI : meilleure détection des dépassement mais augmentation du nombre de fausses alertes
- AROME-PI ensemble : modulation possible entre gain en détection et tolérance v/v fausses alertes

→ intérêt d'inclure des prévis de pluie déterministes ou ensemblistes

INRAE

Travaux de recherche

Automatisation de la collecte d'information pour la validation du modèle hydrologique sur les bassins versants non instrumentés

Tous les événements

447 dates sont disponibles à la consultation

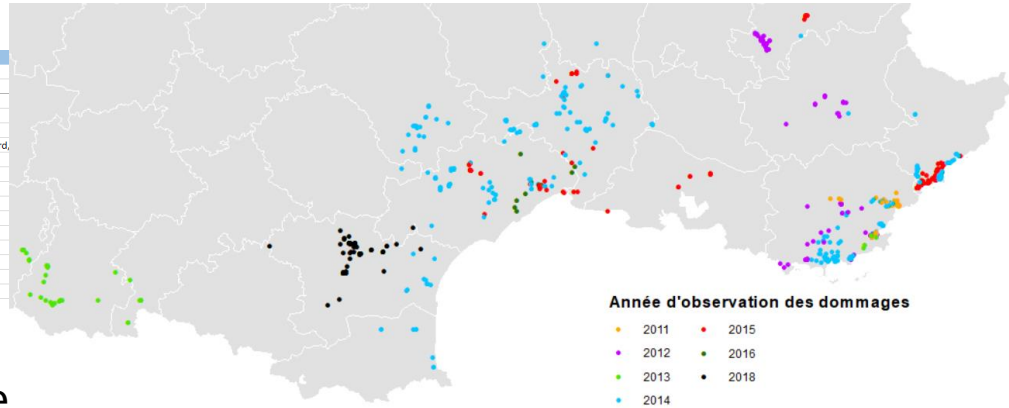
- 3 au 7 décembre 2020 - Pluies durables sur le Sud-Ouest
- 8 novembre 2020 - Violents orages sur la côte bleue
- 2 octobre 2020 - Inondations catastrophiques sur les Alpes-Maritimes
- 1er au 4 octobre 2020 - Fortes pluies sur l'ouest de la France
- 21 septembre 2020 - Orage et forte pluie sur Bergerac
- 19 septembre 2020 - Pluies diluviennes sur les Cévennes

- Site http://pluiesextremes.meteo.fr

date_debut	date_fin	dept	communes	rivieres
03/12/2020	07/12/2020	LANDES, PYRENEES-ATLANTIQUES	CAPBRETON, DAX, BANCA, BIARRITZ, BIDACHE, LARUNS	, garonne, adour, midouze
08/11/2020	08/11/2020	BOUCHES-DU-RHONE	MARIGNANE, SAUSSET-LES-PINS	
02/10/2020	02/10/2020	VAR, ALPES-MARITIMES, ALPES-DE-HAUT	ALLOS, CASTELLANE, BREIL-SUR-ROYA, CLANS, COURSEGOU	, tinee, vesubie, roya, var
01/10/2020	04/10/2020	CORREZE	CORREZE	, correze
21/09/2020	21/09/2020	DORDOGNE	BERGERAC	, dordogne
19/09/2020	19/09/2020	AVEYRON, LOZERE, GARD, HERAULT, MAI	ALPUECH, SEGUR, VILLECOMTAL, COLOGNAC, GENOLHAC, N	aveyron, segur, loire, herault, gard,
11/09/2020	11/09/2020	CORSE-DU-SUD	PORTO-VECCHIO	
[illegible]/2020	29/08/2020	CORSE-DU-SUD	AJACCIO	
11/08/2020	13/08/2020	ORNE	FLERS	, orne
09/08/2020	12/08/2020	CHARENTE-MARITIME, GIRONDE	ROYAN, BORDEAUX	, medoc, lot
01/07/2020	01/07/2020	DROME, ARDECHE, RHONE	BARNAS, ALBON, FRANCHEVILLE, LYON, OULLINS, SAINT-GE	isere, drome, ain, ardeche
26/06/2020	26/06/2020	CORREZE, AVEYRON, CREUSE, HAUTE-GA	VILLEFRANCHE-DE-ROUERG, OBJAT, VOUTEZAC, LUPERSAT,	aveyron, creuse
25/06/2020	25/06/2020	GERS, LOT-ET-GARONNE, HAUTE-VIENNE	FLEURANCE, LECTOURE, CANCON, FARGUES-SUR-OURBISE,	, gers, soudaine
17/06/2020	17/06/2020	FINISTERE, "COTES-DARMOR", MANCHE,	DINAN, BRENNILIS, CHATEAULIN, QUEMENEVEN, BRIX, CAR	
11/06/2020	12/06/2020	GARD, LOZERE	COLOGNAC, ALTIER	, altier, gard
11/06/2020	11/06/2020	CORSE-DU-SUD	AJACCIO	

Base d'événements

(filtre spatial et filtre tempore



Carte des dommages enregistrés dans la base DamaGIS

VIGICRUES FLASH

Dépassements de seuils horodatés et géolocalisés

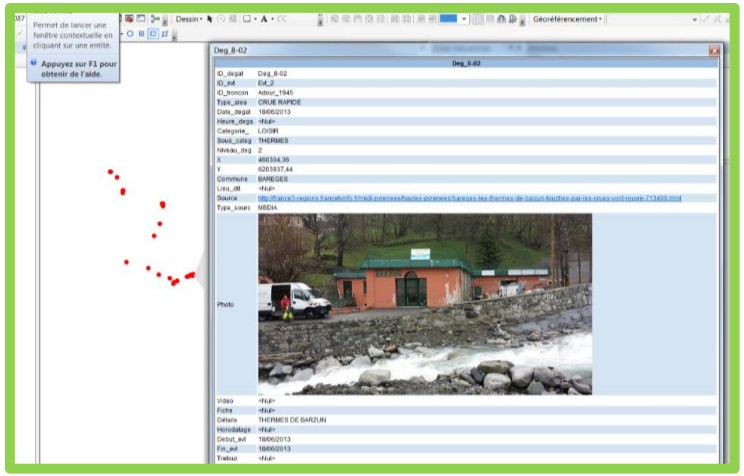
Comparaison

Developer Platform

Base de tweets horodatés et géolocalisés

Dommages horodatés et géolocalisés

Alimentation

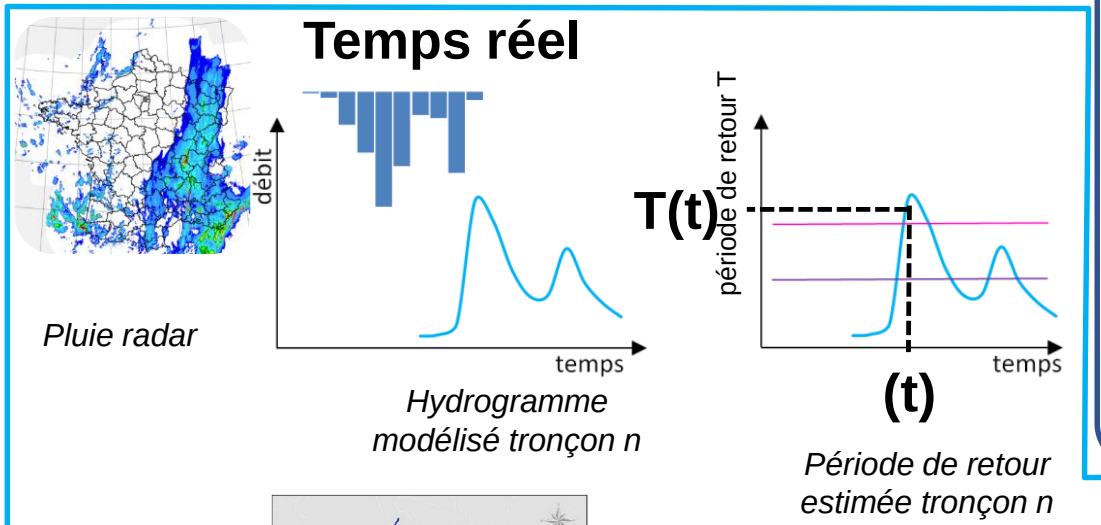


INRAE

Travaux de recherche

Prise en compte de la vulnérabilité des territoires

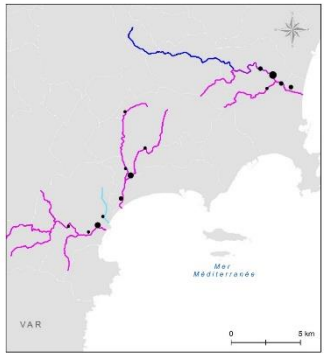
- Calcul d'un indice de risque pour chaque tronçon exposé, pour chaque enveloppe d'inondation associée à chaque période de retour (cartographie Ifsttar), combinaison avec les sorties temps réel de la méthode AIGA



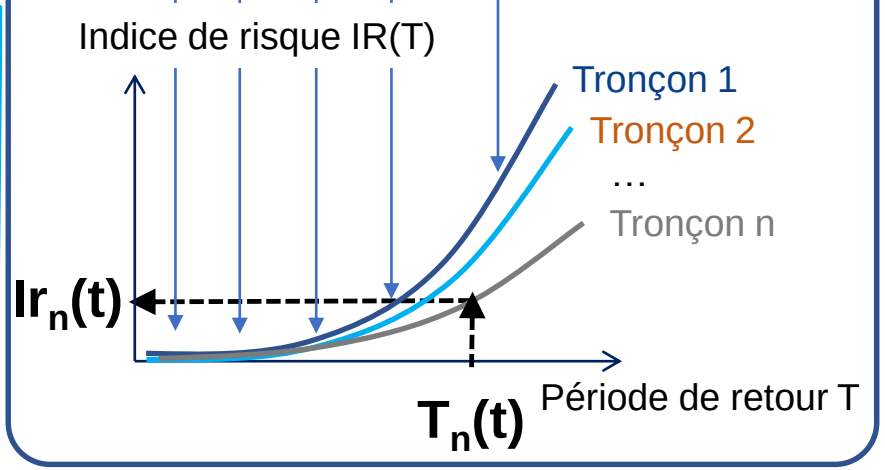
Pluie radar

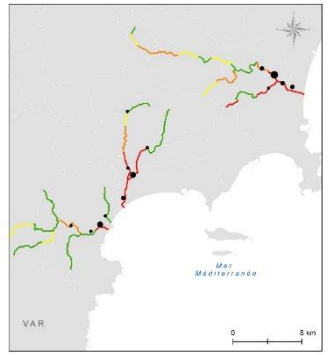
Hydrogramme modélisé tronçon n

Période de retour estimée tronçon n



Cartographie temps réel de la période de retour de l'aléa naturel





Cartographie temps réel de l'indice de risque

Pour conclure

- Des travaux de recherche dédiés aux bassins versants non jaugés avec de nombreuses perspectives
  - amélioration de la structure du modèle
  - utilisation de prévisions de pluie
  - prise en compte de la vulnérabilité des territoires
  - fonctionnement à un pas d'espace plus fin
  - comparaisons en cours avec d'autres modèles hydrologiques

- Financement MTES/Schapi

- Equipe impliquée :

Patrick Arnaud
Nathalie Folton
Catherine Fouchier
Pierre-André Garambois
Pierre Javelle
Benjamin Renard
François Colleoni
Qifan Ding
Axel Flinck
Reyhaneh Hashemi
Maxime Jay-Allemand
Khadija Tahri
Sarah Vigoureux
Lilian Villenave

- Avec des applications opérationnelles