



INONDATIONS DE MAI-JUIN 2016 EN FRANCE

Modélisation de l'aléa et des dommages



Synthèse

D'intenses précipitations ont touché la moitié Nord de la France du 25 mai au 5 juin 2016 provoquant le débordement de nombreux cours d'eau, notamment dans les bassins de la Loire et de la Seine. Il pourrait s'agir du plus gros sinistre Cat Nat depuis la création du régime en 1982.

La modélisation par CCR de ces événements et les informations collectées sur le terrain conduisent à estimer que le montant total des dommages assurés devrait être compris dans une fourchette centrale de [900 millions – 1,4 milliard] €, comme l'a communiqué l'Association Française de l'Assurance (AFA). La moitié au moins de ce coût devrait être à la charge de CCR.

La présente étude fait par ailleurs le point sur les incertitudes qui persistent quant à l'évaluation de ce montant – et qui pourraient conduire à devoir l'affiner – s'agissant notamment des dégâts dans les caves et sous-sols ainsi que des pertes d'exploitations pour les industriels et les commerçants sinistrés. L'étude détaille également les caractéristiques de l'ensemble des événements naturels considérés et la nature des dommages que ces derniers ont occasionnés.

Estimation au 7 juin du coût des événements de mai-juin 2016 résultant de la simulation CCR

Événement	Dates	Coût modélisé (M€)
Inondations des bassins de la Seine et de la Loire	30 mai au 4 juin	700 – [800 – 1265] – 1665 ^(*)
Orages Nord Lorraine Ouest Yonne Normandie Centre	25 mai au 1 ^{er} juin	[100 – 135]
Coût total	25 mai au 4 juin	800 – [900 – 1400] – 1800 ^(*)

(*) L'intervalle central correspond aux quantiles [25%-75%] et l'intervalle le plus large correspond aux quantiles [10%-90%]

~~~

Depuis 1982, la France est dotée d'un système d'indemnisation des dommages consécutifs aux catastrophes naturelles (inondations, tremblement de terre, affaissement ou glissement de terrain, cyclones, éruptions volcaniques, submersions marines,...). Ce dispositif, dit régime Cat Nat, permet à tous les assurés – particuliers, professionnels, collectivités territoriales – d'acheter à un prix abordable une couverture contre ces risques quelle que soit leur exposition. Grâce à l'action conjuguée des assureurs et de la CCR, il garantit par ailleurs une indemnisation rapide et certaine des pertes subies quelle que soit leur ampleur.

Acteur majeur au cœur de ce dispositif d'indemnisation, CCR a développé des modèles de simulation des divers aléas naturels, dont l'inondation, qui en font un des experts de référence dans la connaissance de ces risques. Ces modèles permettent notamment de mesurer la valeur des dommages assurés dans les jours qui suivent une catastrophe, mais aussi, ex-ante, la vulnérabilité des territoires afin d'aider à la mise en œuvre de mesures de prévention.

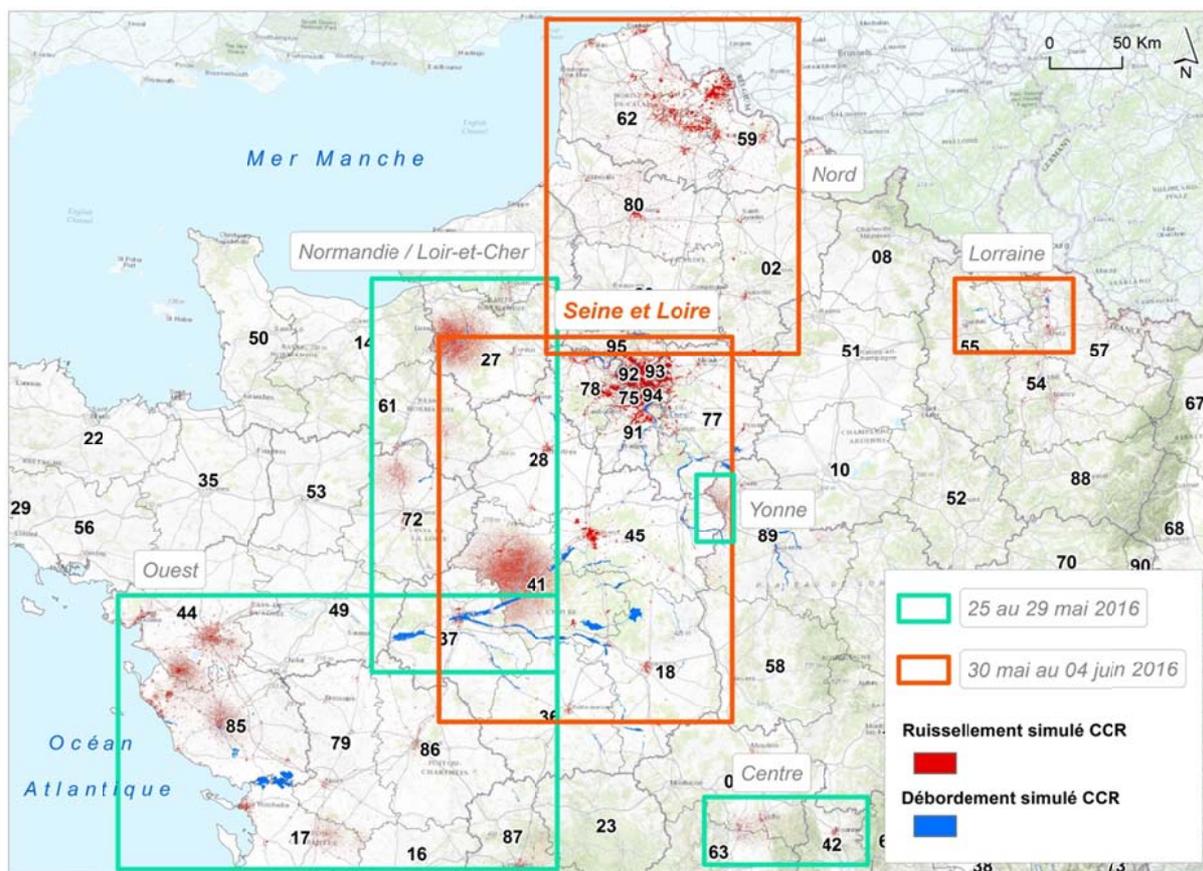
**L**a France a connu en cette fin de mai 2016 d'importantes précipitations qui se sont traduites par des crues historiques et des inondations de forte ampleur à l'origine de dommages très significatifs. À compter du mercredi 25 mai, de nombreux orages parfois très violents ont touché les régions situées au nord-ouest d'une ligne Bordeaux-Metz. Les épisodes les plus violents en termes de dommages matériels ont concerné principalement les régions de l'Ouest (en particulier les départements de la Charente-Maritime, de la Loire-Atlantique, de la Charente, de la Vienne et de la Haute-Vienne), du Centre (principalement autour de la commune de Vichy), de la Normandie (avec des dommages importants dans les départements de la Seine-Maritime et de l'Eure) ainsi que de l'Yonne (Figure 1).

À partir du 30 mai, de nouvelles précipitations intenses et surtout continues pendant plusieurs jours ont affecté les départements du Loir-et-Cher (bassin versant de la Loire) et du Loiret (bassin versant du Loing amont) puis de l'Yonne. Les conditions étaient alors réunies pour entraîner une **crue majeure de certains affluents de la Seine, en amont de Paris**. Ainsi la crue a dépassé en hauteur celle de 1910 sur le Loing et l'Ouanne et a également été exceptionnelle sur l'Yerres et l'Yvette causant ainsi des dommages très importants dans de nombreuses communes comme Montargis, Nemours, Gif-sur-Yvette, Longjumeau et Melun. La Marne a connu une crue modérée avec un niveau inférieur de 3 m par rapport à 1910 à Gournay-sur-Marne. L'Yonne a atteint un niveau équivalent à celui de mai 2013, ce qui reste modéré. En aval de Paris, l'Oise a également subi une crue cependant en dessous des niveaux de 2001 à Pontoise.

En revanche, **la Seine a atteint son niveau le plus important depuis 1982** avec 6,10 m à Paris-Austerlitz selon le SPC Seine Moyenne le 4 juin 2016 à 2h. Si le seuil des 6 mètres a été dépassé faisant de cet épisode une crue majeure, le niveau n'a pas atteint le seuil de débordement dans Paris intra-muros et se situe à 2,5 m en-dessous du niveau de 1910. Les lacs-réservoirs situés en amont ont joué un rôle important dans la gestion du pic de crue, atteignant des niveaux de remplissage au-delà de 90% de leur capacité (source : Établissement Public Seine Grands Lacs).

La période de retour d'un tel événement sur Paris-Austerlitz peut être estimée à 10-20 ans, d'après son débit (supérieur à 1600 m<sup>3</sup>/sec) et les courbes de fréquences de la banque hydro du Ministère de l'Environnement.

Figure 1: Episodes pluvieux-orageux du 25 mai au 4 juin 2016 – Localisation des événements et aléa simulé CCR



(CCR, 2016, Source : Fonds de cartes : ESRI)

Pour estimer les conséquences des inondations survenues du 25 au 4 juin, 7 événements ont été créés et simulés à l'aide d'un modèle hydrologique couplé à un modèle d'impact appliqué aux biens assurés géolocalisés (Moncoulon *et al.*, 2014).

Pour simuler l'aléa, le modèle utilise en entrée les données météorologiques mesurées sur les pluviomètres de Météo France :

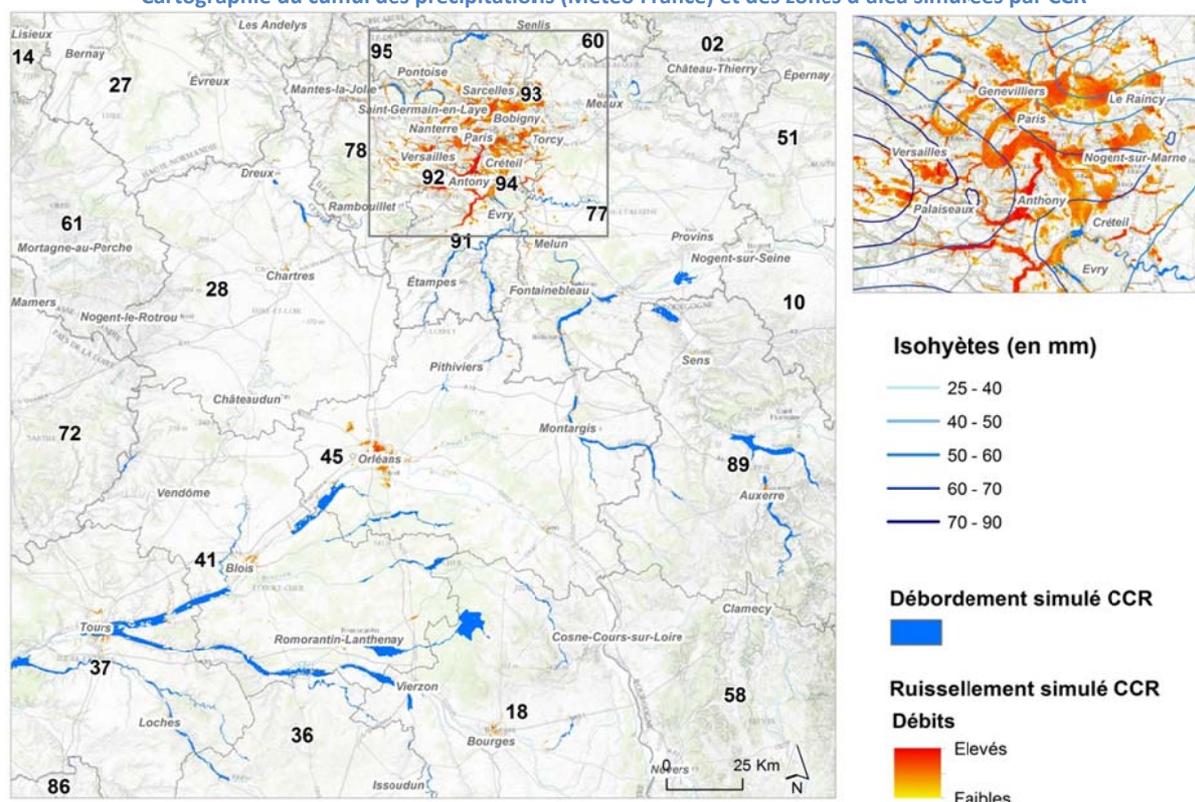
- Pluies horaires pendant toute la durée de l'événement
- Pluies et évapotranspirations journalières pendant un mois avant l'événement.

Ces données servent à modéliser le ruissellement. Pour modéliser les débordements, les débits mesurés en temps réel par le réseau Vigicrue sont utilisés.

# 1. Description des inondations des bassins versants de la Seine et de la Loire du 30 mai au 4 juin 2016

**Caractéristiques :** L'épisode pluvio-orageux qui s'est déclaré le 30 mai sur le Loiret (45), le Loir-et-Cher (41) et l'Île-de-France fait suite aux fortes précipitations de la semaine précédente. **Le mois de mai 2016 se caractérise ainsi par des records de précipitations sur le Centre et l'Île-de-France.** Ainsi ce sont près de 178,6 mm qui sont tombés sur Paris surpassant les 132 mm de mai 1992. Il en est de même pour Orléans où 180,8 mm de pluie mesurés correspondent à plusieurs fois les précipitations normales d'un mois de mai (Figures 2 & 4)<sup>1</sup>.

Figure 2: Inondations des bassins versants de Seine et Loire - Cartographie du cumul des précipitations (Météo France) et des zones d'aléa simulées par CCR



CCR, 2016, Source : Météo-France, Fonds de cartes : ESRI, OpenStreetMap

Le 1<sup>er</sup> juin, en fin de journée, le Centre Opérationnel de Gestion Interministérielle des Crises (COGIC) a requis l'**activation du service Copernicus Emergency** ce qui a permis de mobiliser les **moyens d'acquisition satellite** pour suivre l'évolution de l'événement et produire des cartographies rapides des zones exposées. Ces cartographies des zones inondées ont facilité la gestion de crise. Dans un second temps elles ont permis à CCR de valider l'aléa simulé par son modèle hydrologique (Figure 3).

<sup>1</sup> Normale : mensuelle moyenne établie sur la période 1981-2010

Figure 3 : Images satellites issues du service Copernicus Emergency et comparaison avec les zones d'aléa simulées par le modèle CCR (débordement et ruissellement) – cas des régions de Melun (77) et de Poissy (78)

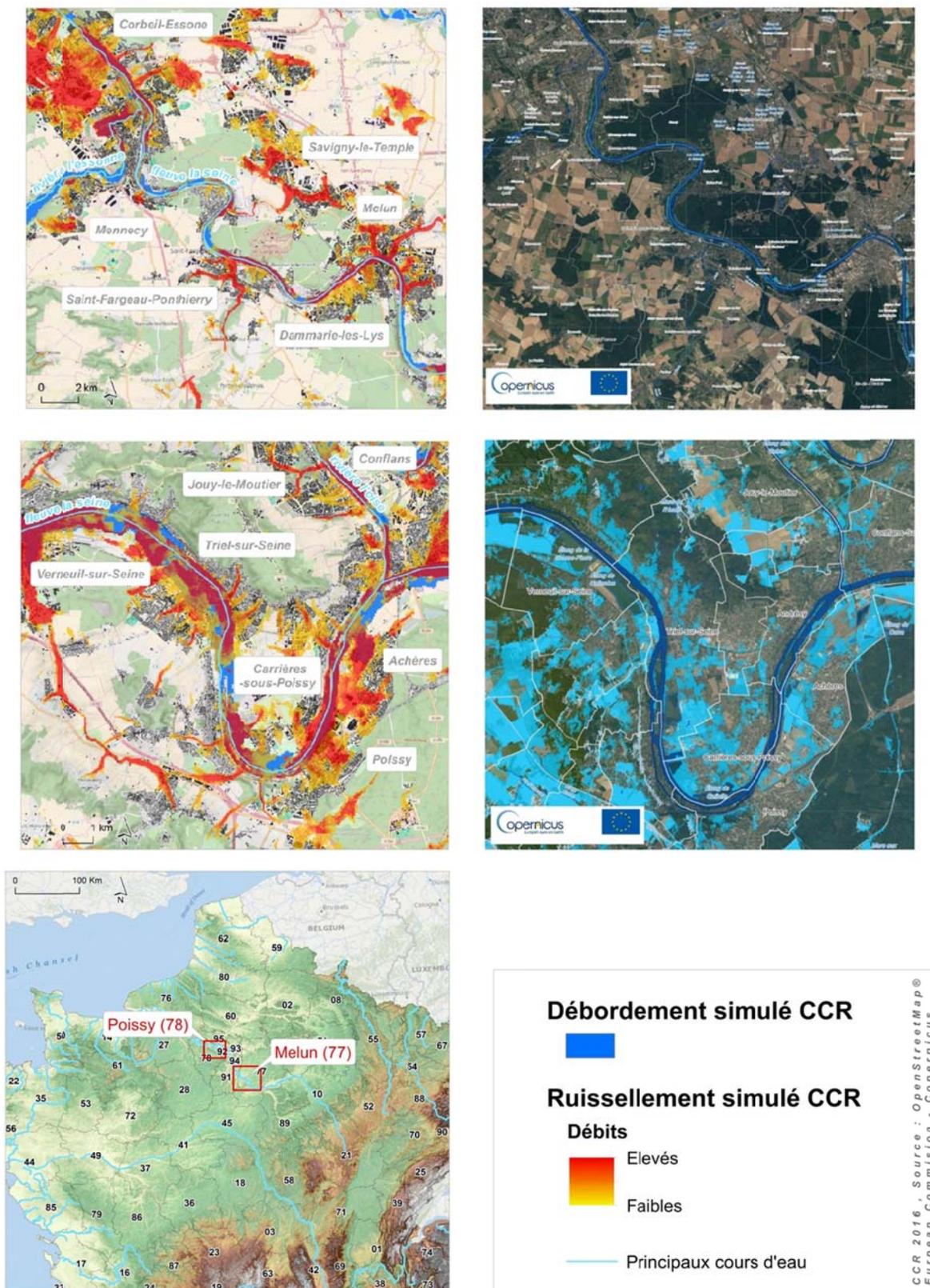
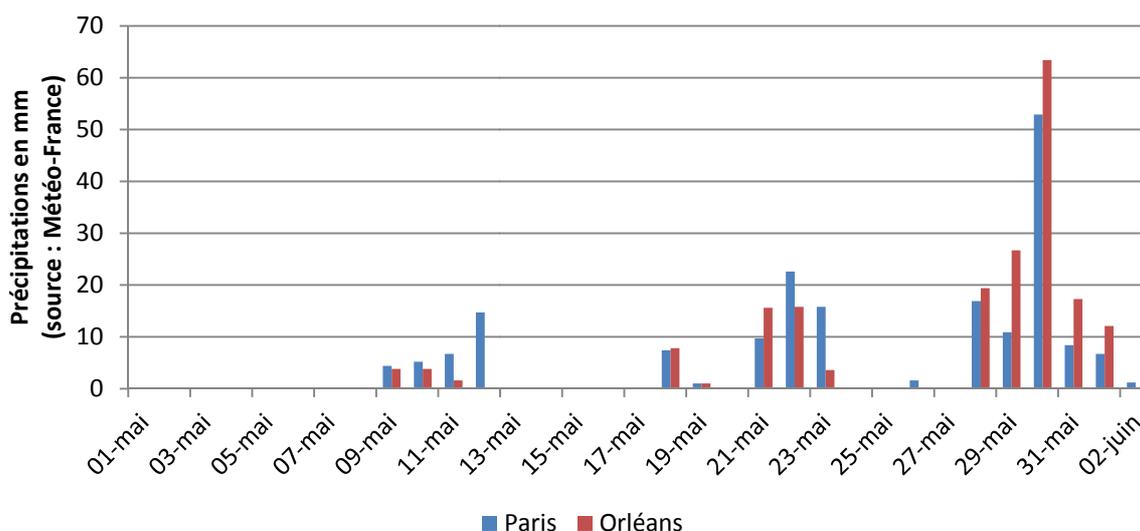
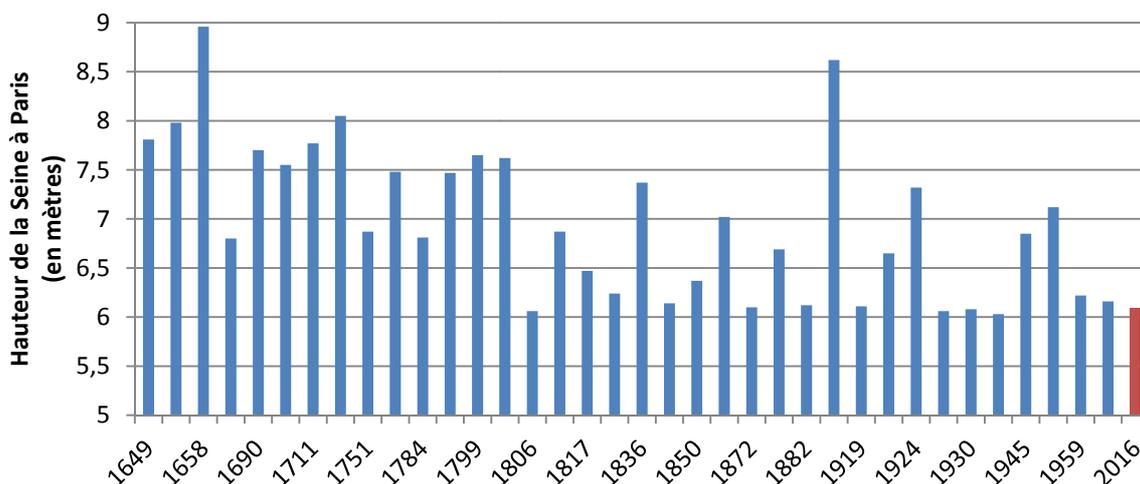


Figure 4 : Précipitations à Paris (Montsouris) et à Orléans entre le 01/05/2016 et 02/06/2016 (source : Météo France)



Du fait de la **saturation en eau des sols, les cours d'eau ont réagi rapidement**. La crue du Loing a débuté à Montargis à la fin de l'après-midi du 30 mai pour atteindre son maximum à 3,45 m le 1<sup>er</sup> juin à minuit dépassant son niveau de janvier 1910 (Desarthe J., Moncoulon D., 2016). À Nemours, le Loing a atteint 4,63 m surpassant de 38 cm son niveau de 1910. Les niveaux élevés du Loing s'expliquent par l'apport de milliers de m<sup>3</sup> d'eau résultat d'une importante brèche formée dans le canal de Briare. En aval, la crue de la Seine a dépassé le seuil de la crue majeure de 6 mètres pour s'établir à 6,10 m au pont d'Austerlitz soit 5 cm en dessous de la crue de 1982. Il s'agit de la 37<sup>ème</sup> fois que la Seine dépasse les 6 mètres à Paris depuis 1649 (Figure 5).

Figure 5 : Historique des crues majeures et exceptionnelles de la Seine à Paris (Source : EPTB Seine Grands Lacs)



Dans le Val-de-Loire, les affluents du Cher comme la Sauldre ou l'Yèvre ont également connu une forte crue. A Tours, peu avant sa confluence avec la Loire, le Cher a atteint le niveau de 2001 (4,85 m).

**Domages : Le débordement des cours d'eau, notamment de la Seine dans les départements de Seine-et-Marne et des Yvelines, a causé des dommages très importants.** Les villes de Nemours, Montargis, Melun et Longjumeau figurent parmi les plus sinistrées. Ces inondations ont entraîné de

nombreuses évacuations tout au long de la durée de l'évènement. Des dysfonctionnements ont également été observés avec des interruptions dans les réseaux de communication. À Orléans, l'autoroute A10 a été inondée obligeant les automobilistes à abandonner leur véhicule alors qu'à Paris le trafic du RER C intra-muros a été interrompu.

Par ailleurs, les autres cours d'eau en crue ont atteint des niveaux historiques plus tardivement à l'image du Cher à Tours, leur débordement a occasionné de nombreux dommages comme à Bourges (18), à Vierzon (18) ou à Noyers-sur-Cher (41) où des maisons et des voies de communications ont été inondées.

**Départements concernés :** 18, 28, 36, 37, 41, 45, 89, 75, 77, 78, 91, 92, 93, 94, 95

**Communes les plus sinistrées :** Montargis (45), Nemours (77), Melun (77), Moret-sur-Loing (77) et Longjumeau (91), Villeneuve-Saint-Georges (94)

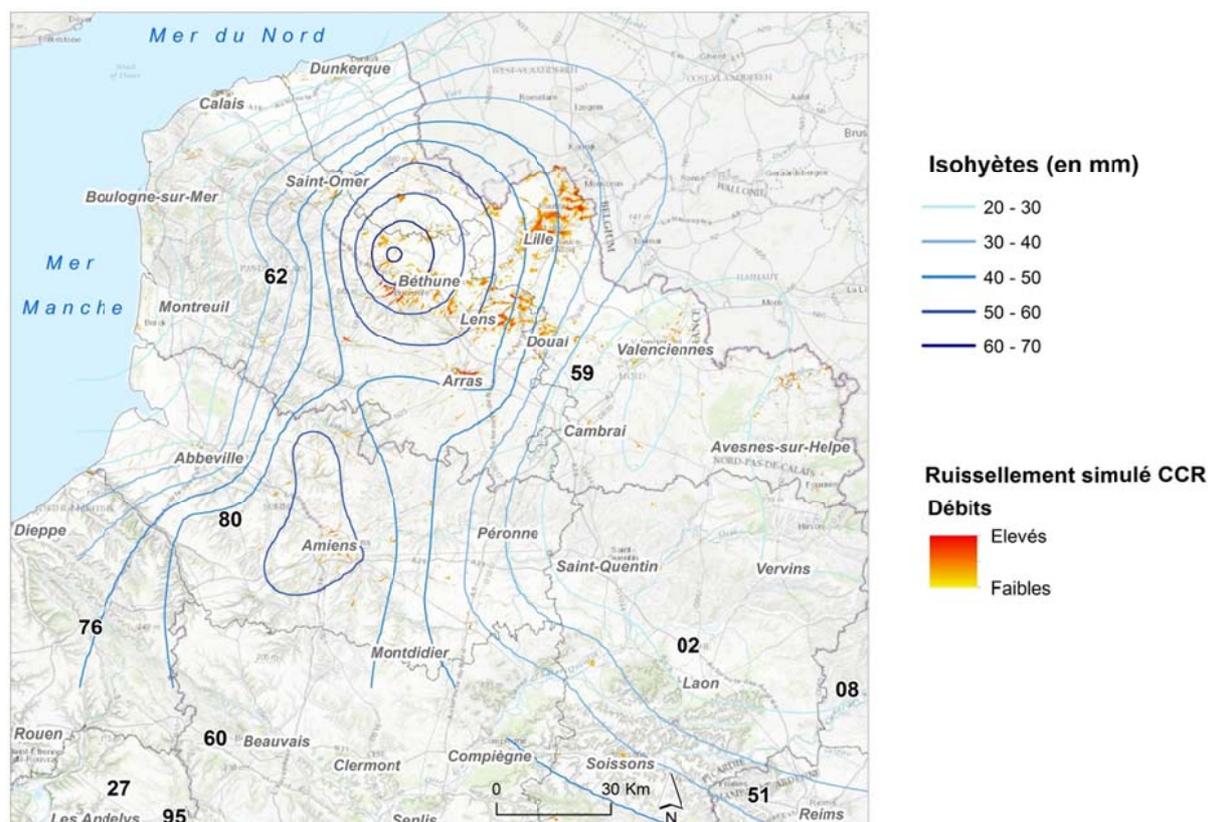
**Cours d'eau ayant débordé :** la Seine, le Loing, l'Yvette, L'Yerres, la Bièvre

## 2. Description des orages du 25 mai au 1<sup>er</sup> juin 2016

### 2.1. ORAGES DU NORD DU 30 MAI AU 31 MAI 2016

**Caractéristiques :** Les précipitations ont été relativement fortes avec 60 mm à Merville et 46 mm à Lille. Les fortes pluies ont occasionné des inondations par ruissellement mais également par le débordement très ponctuel de cours d'eau comme la Lawe et la Clarence (Figure 6).

Figure 6 : Orages du Nord - Cartographie du cumul des précipitations et des zones d'aléa simulées par CCR



(CCR, 2016, Source : Météo-France, Fonds de cartes : ESRI, OpenStreetMap)

**Domages :** à Doullens (80), une quarantaine de maisons ont été inondées par 80 cm d'eau. À Lille (59), une partie de la ligne de métro a été paralysée et le trafic SNCF a été interrompu. Les pompiers sont intervenus plus de 850 fois dans le Nord-Pas-de-Calais en raison de l'inondation des rues, des maisons et des caves.

**Départements concernés :** Nord (59), Pas-de-Calais (62), Somme (80)

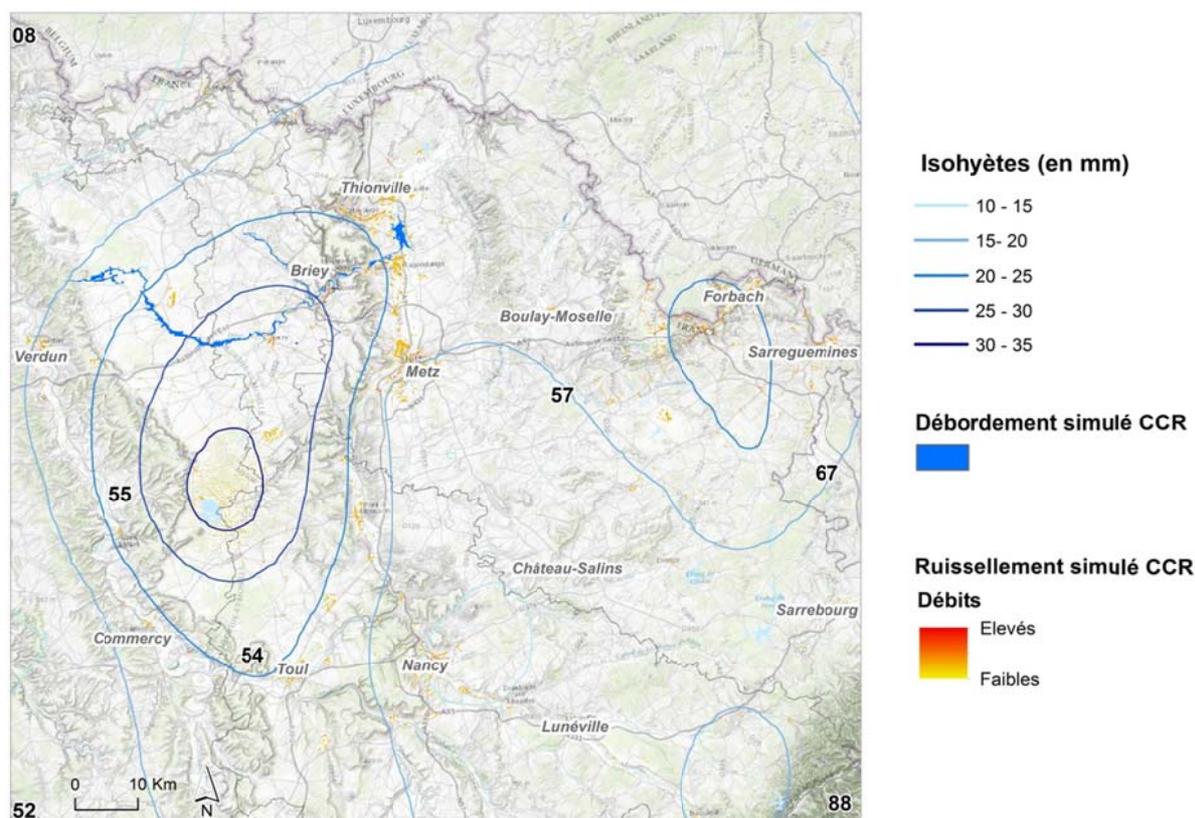
**Communes les plus sinistrées :** Béthune (62), Merville (59), Bruay-la-Buissière (62)

**Cours d'eau ayant débordé :** la Lawe et la Clarence

## 2.2. INONDATIONS LORRAINE DU 31 MAI AU 01 JUIN 2016

**Caractéristiques :** L'épisode pluvio-orageux qui a touché la Lorraine entre le 31 mai et le 1<sup>er</sup> juin s'est caractérisé par des précipitations comprises entre 10 et 35 mm. Les communes du nord de la Meuse (55) ont été les plus touchées par ces pluies. Sous l'effet de ces précipitations localisées, la rivière Orne a débordé dans plusieurs communes (Figure 7).

Figure 7 : Orages de Lorraine - Cartographie du cumul des précipitations et des zones d'aléa simulées par CCR



(CCR, 2016, Source : Météo-France, Fonds de cartes : ESRI, OpenStreetMap)

**Domages :** Des habitations ont été inondées dans la Meuse à Briey (55) par le débordement de l'Orne. En Meurthe-et-Moselle (54), les pompiers sont intervenus à de nombreuses reprises pour des inondations d'habitations, de rues, de caves mais aussi pour évacuer les populations exposées. La circulation des trains a été fortement perturbée entre Thionville et le Luxembourg en Moselle (57). Le réseau routier n'a pas été épargné avec de nombreuses routes de la région coupées lors de l'événement.

**Départements concernés :** Meuse (55), Meurthe-et-Moselle (54), Moselle (57).

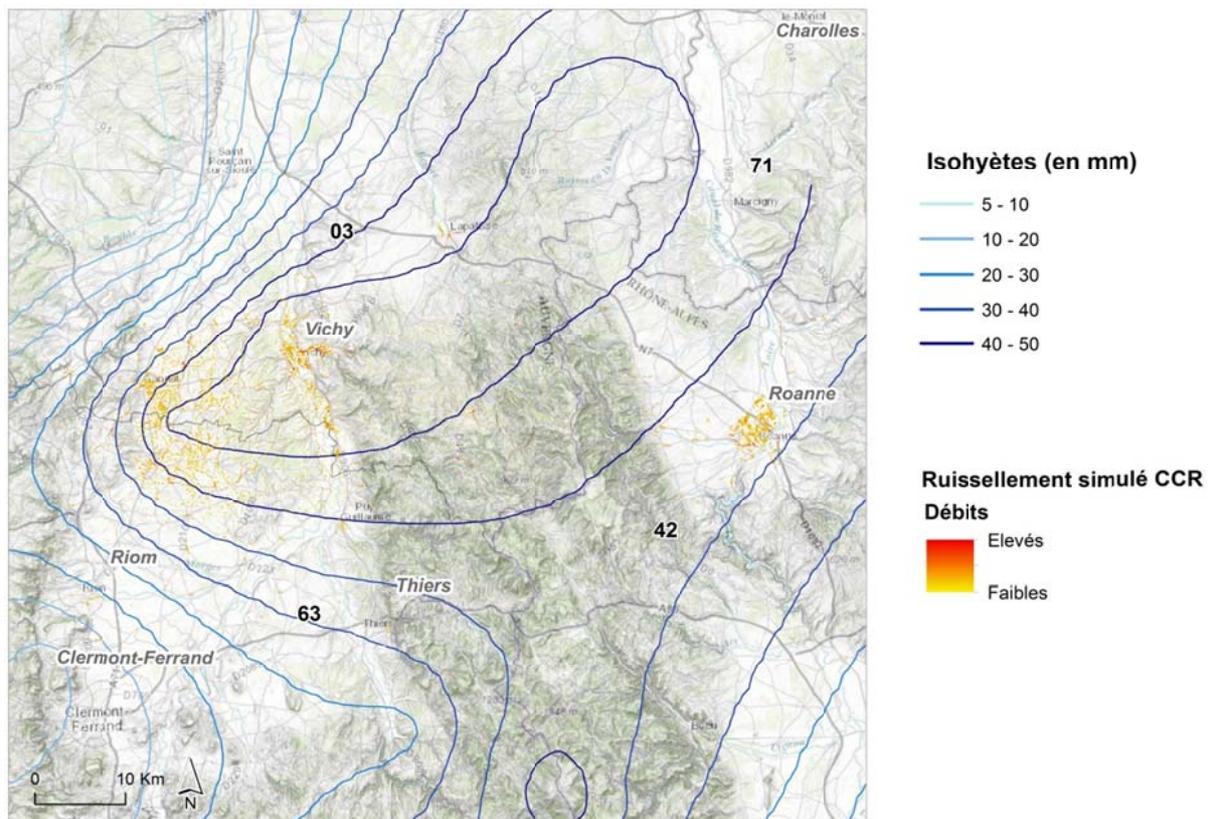
**Communes les plus sinistrées :** Trieux (54), Briey (55)

**Cours d'eau ayant débordé :** Orne

## 2.3. ORAGES DU CENTRE DU 27 MAI 2016

**Caractéristiques :** Le vendredi 27 mai au soir, la région de Vichy (03) a été touchée par un violent orage qui a également frappé les départements limitrophes du Puy-de-Dôme (63) et de la Loire (42). Les précipitations de grêle ont obstrué une partie des bouches d'égout provoquant le reflux des eaux dans les rues de la ville de Vichy.

Figure 8 : Orages du Centre - Cartographie du cumul des précipitations et des zones d'aléa simulées par CCR



(CCR, 2016, Source : Météo-France, Fonds de cartes : ESRI, OpenStreetMap)

**Domages :** Les pompiers sont intervenus à près de 200 reprises en raison de l'inondation de maisons et de caves.

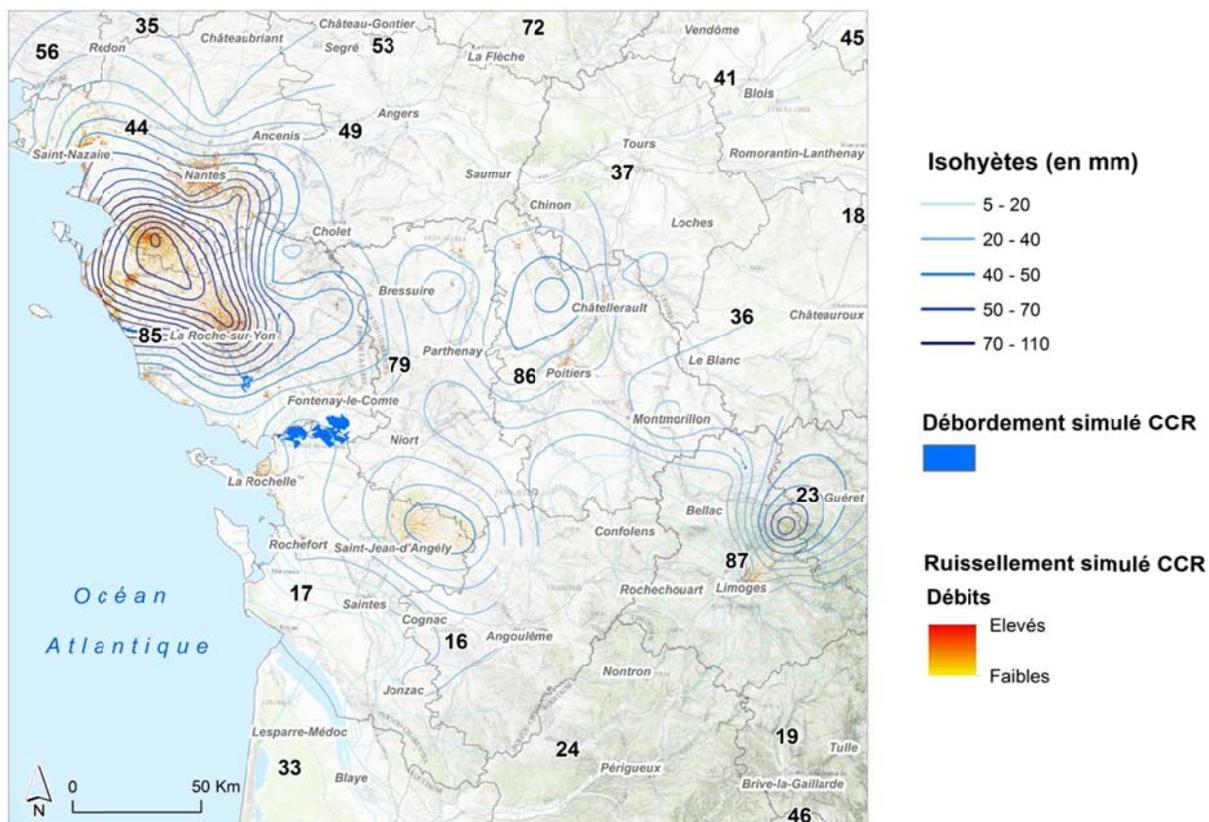
**Départements concernés :** Allier (03), Puy-de-Dôme (63), Loire (42)

**Communes les plus sinistrées :** Vichy (03), Cusset (03) et Bellerive (03)

## 2.4. ORAGES DE L'OUEST DU 27 AU 29 MAI 2016

**Caractéristiques :** Un épisode pluvio-orageux particulièrement violent a touché l'ouest de la France et en particulier les départements du littoral atlantique au cours du dernier week-end du mois de mai 2016. La grêle et la pluie sont tombées avec abondance occasionnant des inondations par ruissellement. Dans la Vienne (86), il est tombé l'équivalent d'un mois de pluie.

Figure 9 : Orages de l'Ouest - Cartographie du cumul des précipitations et des zones d'aléa simulées par CCR



(CCR, 2016, Source : Météo-France, Fonds de cartes : ESRI, OpenStreetMap)

**Domages** : Les principaux dommages se concentrent dans les départements de la Loire-Atlantique (44) et de la Vendée (85). À Saint-Nazaire, les rues du quartier Penhoët ont été inondées. Il en est de même à la Baule où les rues du centre-ville ont été inondées sous 10 à 20 cm d'eau.

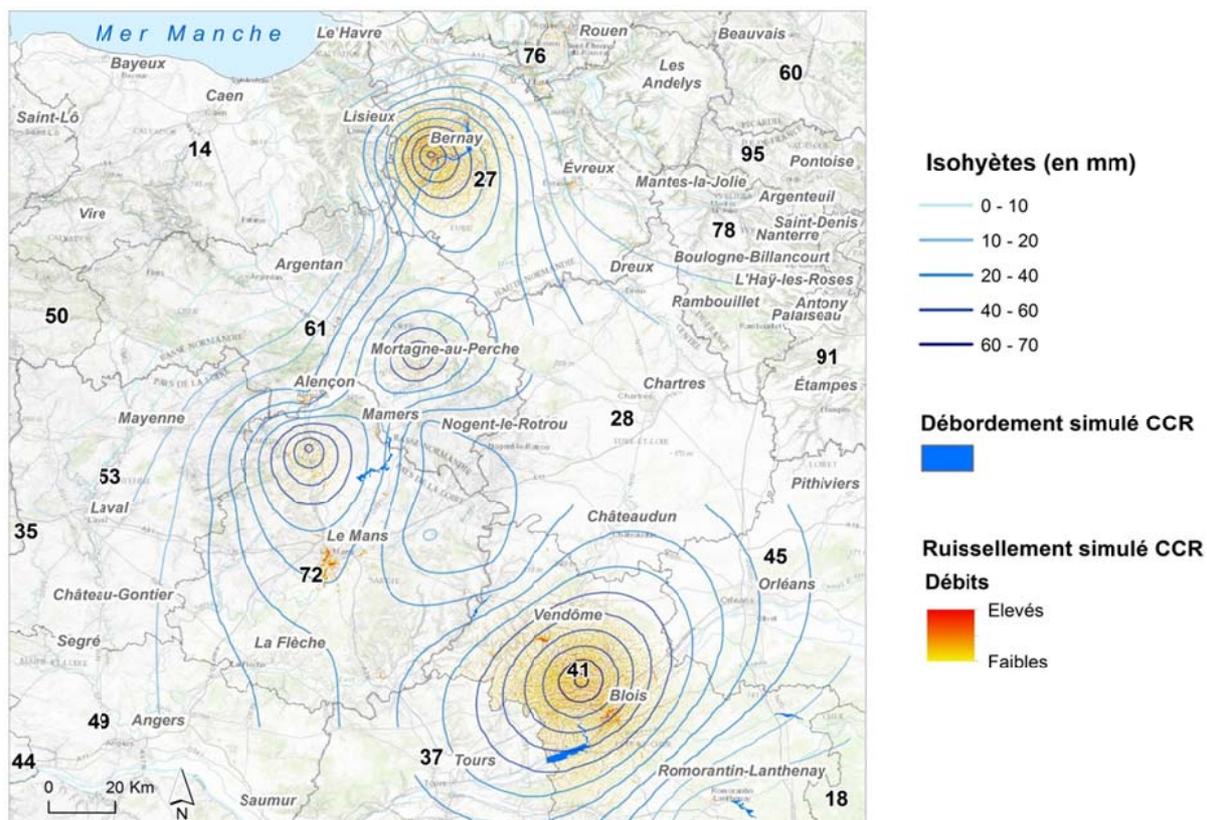
**Départements concernés** : Loire-Atlantique (44), Charente-Maritime (17), Vendée (85), Deux-Sèvres (79), Vienne (86), Haute-Vienne (87)

**Communes les plus sinistrées** : Saint-Nazaire (44), Saint-Cyr (86), La Baule (44)

## 2.5. ORAGES DE NORMANDIE ET LOIR-ET-CHER DU 27 AU 29 MAI 2016

**Caractéristiques** : L'épisode pluvio-orageux a été caractérisé par d'importantes précipitations. À Bagnaux (41), 100 mm d'eau sont tombés en 1h30 vendredi soir. Le lendemain c'est au tour de la Normandie d'être touchée. Les fortes précipitations ont rapidement entraîné de nombreuses inondations à Bernay (27), Rouen (76), Grand Quevilly (76) ou encore à Bagnaux (41).

Figure 10 : Orages de Normandie/Loir-et-Cher – Cartographie du cumul des précipitations et des zones d’aléa simulées par CCR



(CCR, 2016, Source : Météo-France, Fonds de cartes : ESRI, OpenStreetMap)

**Domages :** Les forts ruissellements ont entraîné l’inondation des voies de communications et de plusieurs habitations notamment dans l’Orne (61). À Baigneaux (41), plusieurs maisons ont été inondées par 20 cm d’eau. Au Grand-Quevilly (76), plusieurs magasins de la zone commerciale ont dû être évacués en raison des inondations. Les rues de Rouen (76) et de Bernay (27) ont été également inondées.

**Départements concernés :** Orne (61), Eure (27), Seine-Maritime (76), Sarthe (72), Loir-et-Cher (41)

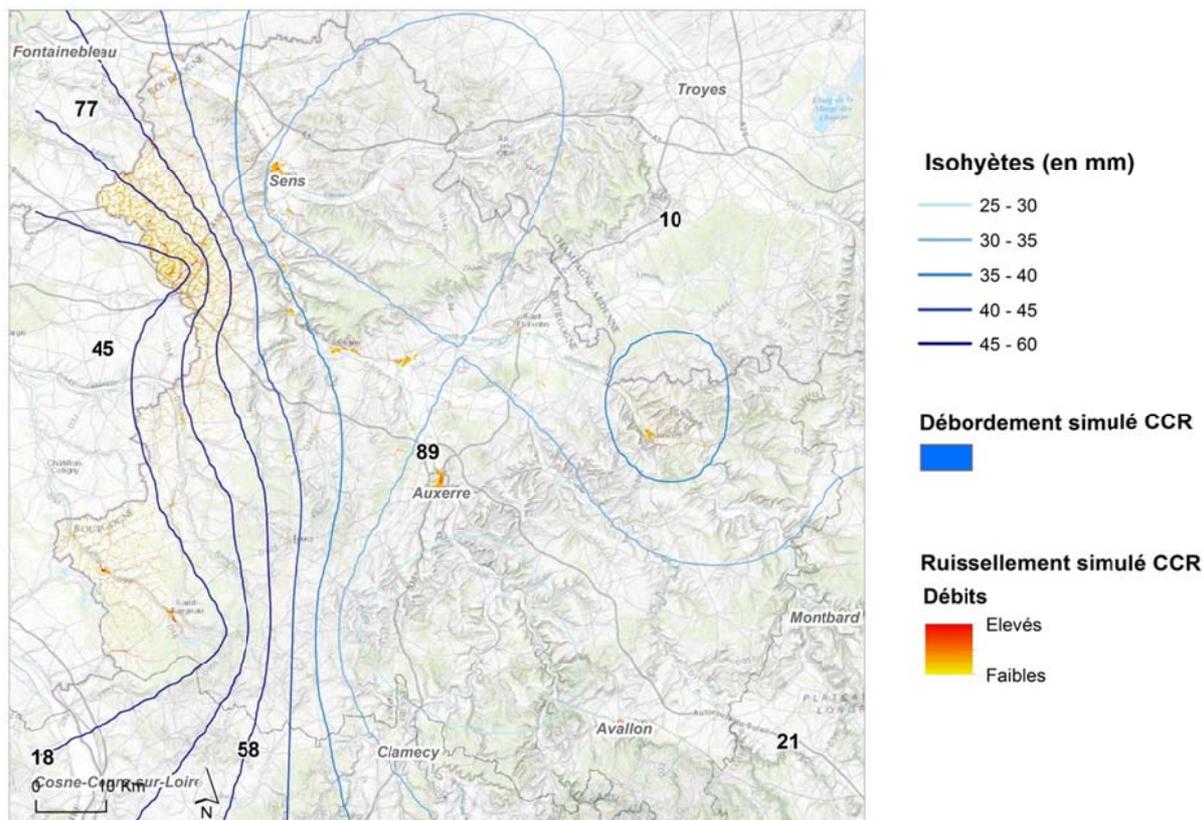
**Communes les plus sinistrées :** Rouen (76), Bernay, (27)

**Cours d’eau ayant débordé :** Iton

## 2.6. ORAGES DE L'YONNE DU 27 AU 29 MAI 2016

**Caractéristiques :** Les intempéries ont touché le département de l’Yonne (89) avec un épisode pluvio-orageux particulièrement violent dans la nuit de samedi à dimanche. Ainsi 80 mm sont tombés en quelques instants soit l’équivalent de plus d’un mois et demi de pluie.

Figure 11 : Orages de l'Yonne - Cartographie du cumul des précipitations et des zones d'aléa simulées par CCR



(CCR, 2016, Source : Météo-France, Fonds de cartes : ESRI, OpenStreetMap)

**Domages** : En conséquence de ces précipitations, la rivière le Grand Ru a débordé à Chemilly-sur-Yonne (89) inondant plusieurs maisons et entraînant l'évacuation des habitants. De nombreuses voies de communications ont été coupées.

**Département concerné** : Yonne (89)

**Communes les plus sinistrées** : Chemilly-sur-Yonne (89)

### 3. Estimation des dommages assurés

A partir de l'aléa simulé par le modèle CCR, présenté dans les cartographies ci-dessus, une modélisation des dommages a été réalisée. Cette première estimation a été faite à partir de la situation au 04/06/2016, alors que la propagation de la crue de la Seine dépassait la station d'Austerlitz à Paris et que les affluents en amont (Loing, Yonne, Marne) étaient en décrue.

A noter que la crue se poursuivait en direction de l'aval, vers la Seine Maritime et l'Eure, passés en vigilance rouge pendant quelques heures le 4 juin au soir. **Une actualisation des simulations sera nécessaire** pour prendre en compte cette région géographique qui n'est pas incluse dans les résultats présentés. De même, la crue du Cher n'était pas à son niveau le plus élevé.

Le tableau 1 présente les résultats de modélisation des dommages sur les 7 événements simulés. Ces dommages correspondent au **coût marché comprenant à la fois les dommages non-auto et les dommages auto**. Ces estimations ne tiennent pas compte des reconnaissances Cat Nat qui ne sont pas connues au moment de la publication de cette note.

Tableau : Résultats de simulation pour les 7 événements de mai-juin 2016 (M€)

| Événement                                                                  | Dates                          | Coût modélisé (M€)            |
|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| <b>Inondations des bassins de la Seine et de la Loire</b>                  | 30 mai au 4 juin               | 700 – [800 – 1265] – 1665 (*) |
| <b>Orages</b><br>Nord<br>Lorraine<br>Ouest<br>Yonne<br>Normandie<br>Centre | 25 mai au 1 <sup>er</sup> juin | [100 – 135]                   |
| <b>Coût total</b>                                                          | 25 mai au 4 juin               | 800 – [900 – 1400] – 1800 (*) |

(\*) L'intervalle central correspond aux quantiles [25%-75%] et l'intervalle le plus large correspond aux quantiles [10%-90%]

**Des incertitudes importantes subsistent.** On peut noter en particulier les points suivants :

- le poids des risques professionnels et en particulier des **pertes d'exploitation** pourrait être important, compte tenu de la durée de submersion sur certains secteurs ;
- des ajustements seront effectués pour tenir compte des communes qui examinées lors de la commission interministérielle exceptionnelle du mardi 7 juin, en vue de la signature de l'arrêté de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle lors du Conseil des ministres du 8 juin ; le 7 juin, on recensait déjà environ 1000 communes ayant déposé une demande de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle ;
- Les **dommages causés aux éléments en sous-sols** sont très difficiles à estimer du fait de l'absence de données des assureurs sur ces valeurs assurées.

D'après les résultats du modèle, dans l'hypothèse haute, **le montant des dommages professionnels pourrait représenter jusqu'aux trois quarts des dommages totaux**. Ces estimations prennent en compte les dommages directs et une partie des pertes d'exploitation.

**Le coût moyen par commune pour cet événement est estimé à environ 1 M€ ce qui est très au-dessus du coût moyen observé historiquement** (environ 110 k€). Cela s'explique par les fortes valeurs assurées sur les zones touchées par cet événement qui représentent environ 3 000 Md€ de valeurs assurées et 10 millions de risques assurés.

## Sources

Météo France, Vigicrue, Keraunos, La Chaîne-Météo, catastrophes naturelles.net, Presse quotidienne régionale et nationale

## Bibliographie

CETE Méditerranée, *Préparation à une crue majeure en région parisienne*, AIRT « Démarche Île-de-France, juillet 2013, 61 p.

[http://wikhydro.developpement-durable.gouv.fr/images/0/0e/RapportAIRT\\_CETEMed\\_SyntheseIDF\\_VF\\_Modifie.pdf](http://wikhydro.developpement-durable.gouv.fr/images/0/0e/RapportAIRT_CETEMed_SyntheseIDF_VF_Modifie.pdf)

Desarthe J., Moncoulon D., *La crue de la Seine en Ile-de-France. Étude historique de la crue de 1910 et Modélisation de scénarios de référence*, Caisse Centrale de Réassurance, mars 2016, 29 p.

Moncoulon D., Labat D., Ardon J., Leblois E., Onfroy T., Poulard C., Aji S., Remy A., Quantin A., « Analysis of French insurance market exposure to floods : a stochastic model combining river overflow and surface runoff », *Natural Hazard and Earth System Science*, 14, 2014, p. 1469-1485

Reghezza-Zitt M., *Paris coule-t-il ?*, Paris, Fayard, 2012, p. 171

SETEC, IIBRBS, *Système de protections locales en région parisienne. Évaluation hydraulique et définition des besoins de renforcement*, 1998, Cité par REGHEZZA-ZITT M., *Paris, Coule-t-il ?*, Paris, Fayard, 2012, p. 170

Cette présentation et tous les éléments qu'elle contient (notamment les textes, publications, images, photographies et éléments graphiques ou cartographiques) sont la propriété exclusive de CCR ou de tiers l'ayant expressément autorisée à les utiliser.

Toute reproduction, représentation ou utilisation intégrale ou partielle de la présentation, est interdite, sauf autorisation préalable et écrite de CCR.

Le contenu de la présentation est strictement informatif et n'a aucune valeur contractuelle.

CCR décline toute responsabilité pour tous dommages directs ou indirects, quelles qu'en soient la cause ou la nature, en lien avec la présentation et subis notamment à raison de l'utilisation ou de l'éventuelle inexactitude des éléments contenus dans la présentation.

**Service R&D modélisation**  
**Direction des Réassurances et Fonds Publics**

8 juin 2016