

29 novembre 2016

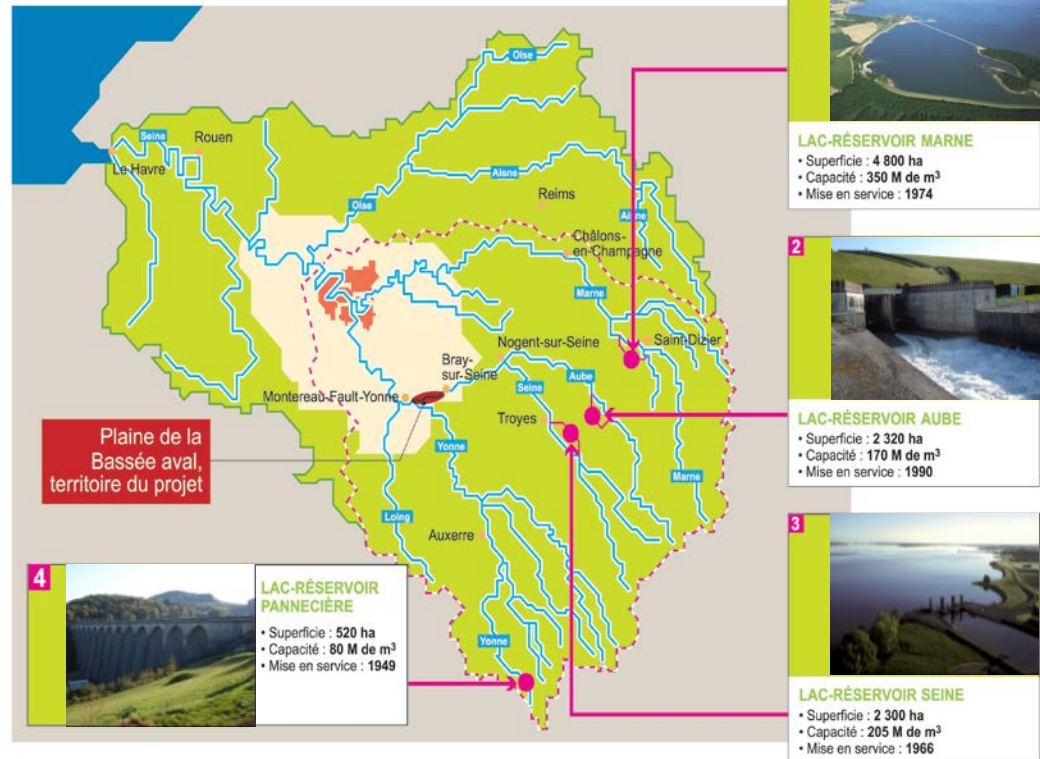
Changement climatique et gestion des bassins-versants

Le cas de l'EPTB Seine Grands Lacs



- **Etablissement public** composé des 4 départements de Paris, Haut de Seine, Val de Marne et Seine Saint Denis
- Propriétaire et exploitant de 4 lacs-réservoirs (850 M. de m³)
- **2 principaux objectifs :**
 - ⇒ **Écrêter les crues**
 - ⇒ **soutenir les débits faibles** en été et automne.

Les quatre lacs-réservoirs du bassin de la Seine



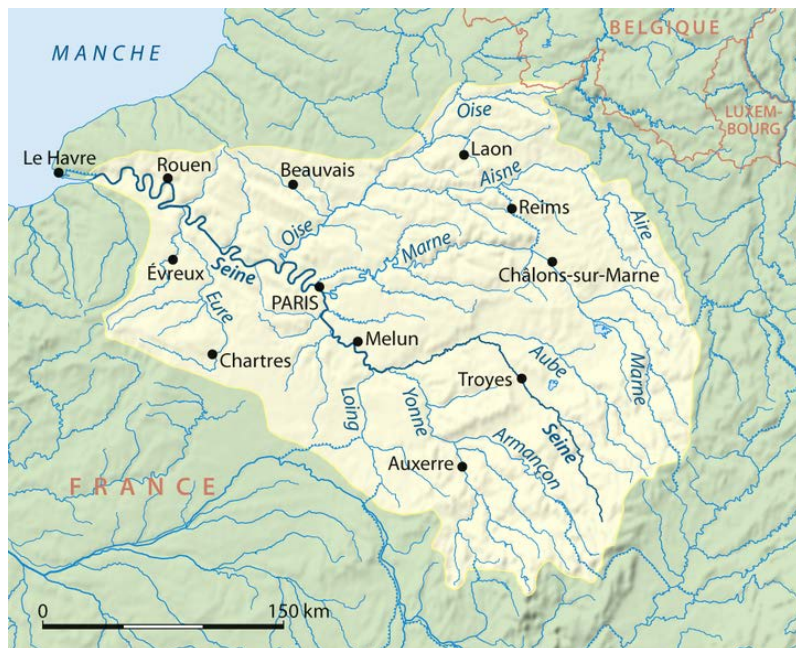
Reconnu Etablissement Public Territorial de Bassin depuis 2011 afin de faciliter la gestion équilibrée de la ressource en eau à l'échelle du bassin-versant de la Seine amont.

Sommaire

- Contexte : les crues en région Ile de France
- Quatre lacs-réservoirs pour une action à l'échelle du bassin-versant
- Incidence du changement climatique sur la gestion des lacs-réservoirs et pistes de réflexions

Les crues sur le bassin de la Seine





La Seine :

- Longueur : 776 km
- Bassin versant : 73 700 km²
- Altitude source : 471 m

La Seine à Paris

- Bassin-versant : **43 800 km²**
- Débit d'étiage : **25 m³/s**
- Débit de la crue de 1910 : **2 500 m³/s**
- Débit moyen : environ **300 m³/s**



A Paris, un petit fleuve pour une agglomération très vulnérable...

Les crues historiques

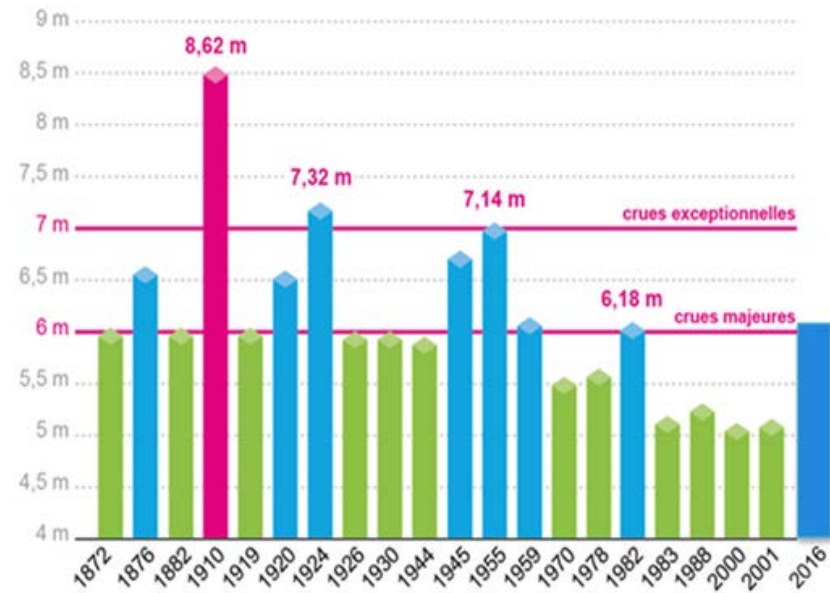
6



Crue 1910 – Paris



Crue 1955 – Rueil Malmaison

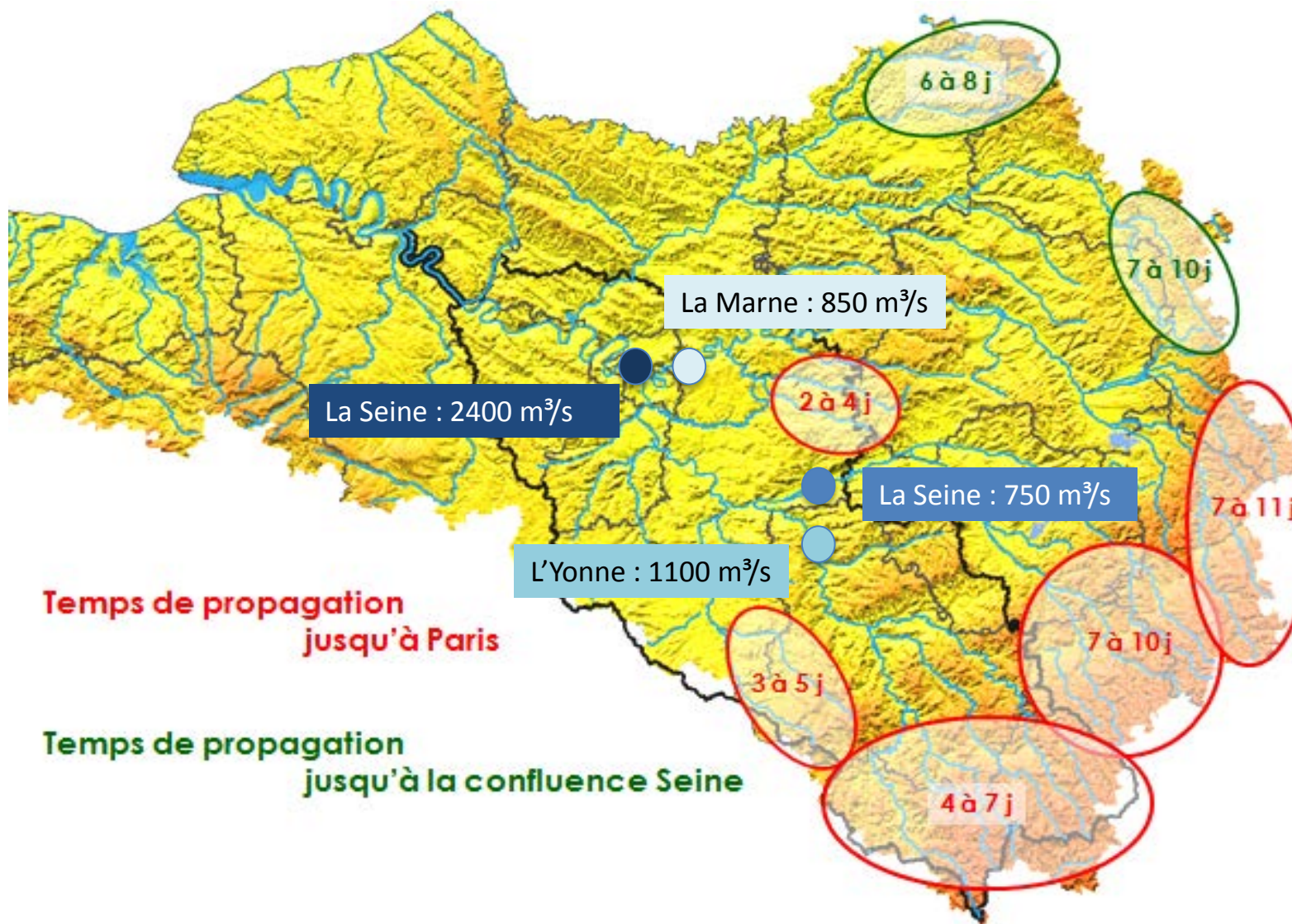


Les principales crues depuis 1872
à Paris-Austerlitz

➤ Des crues plus anciennes mais moins bien renseignées : 1658 (8m96), 1740, 1801, 1876

Genèse des crues

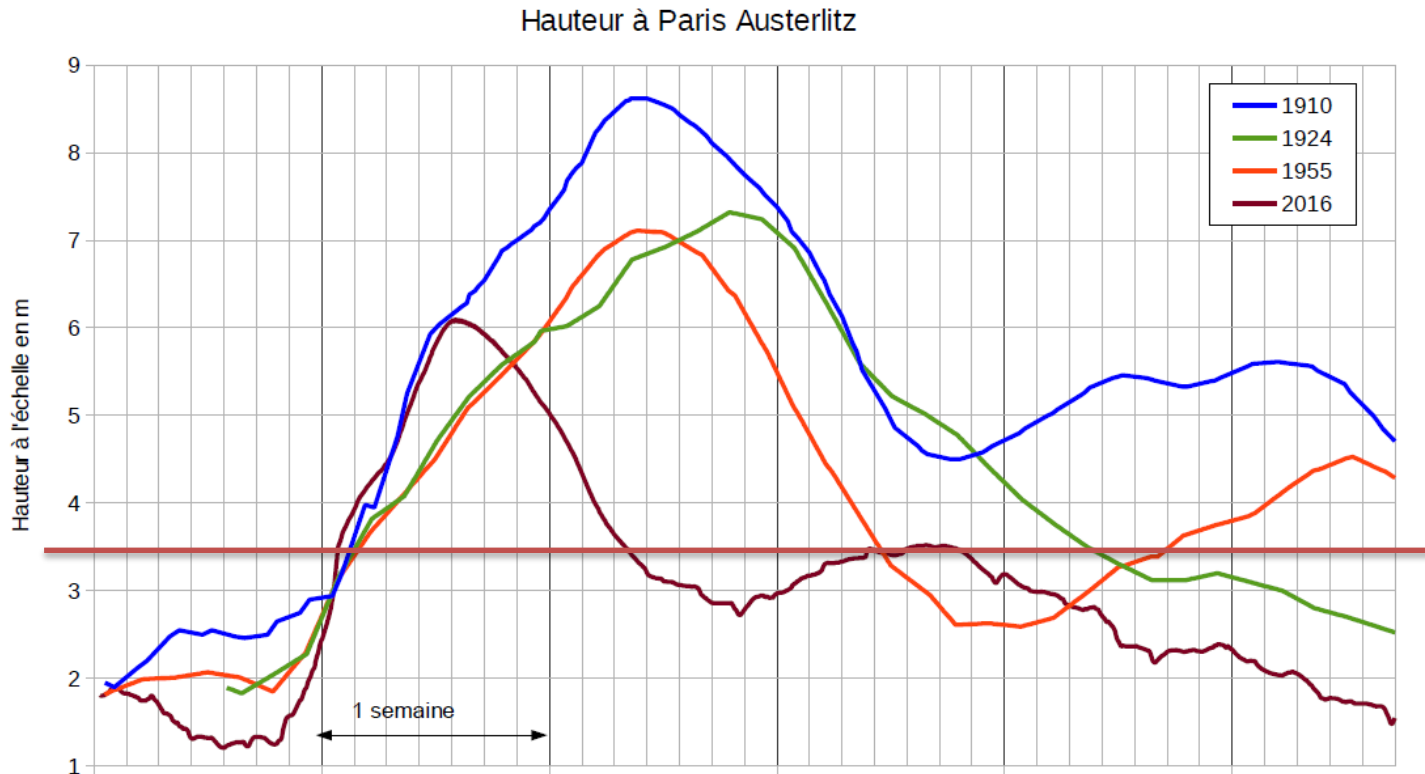
7



Source : DRIEE

Des crues lentes à Paris

8

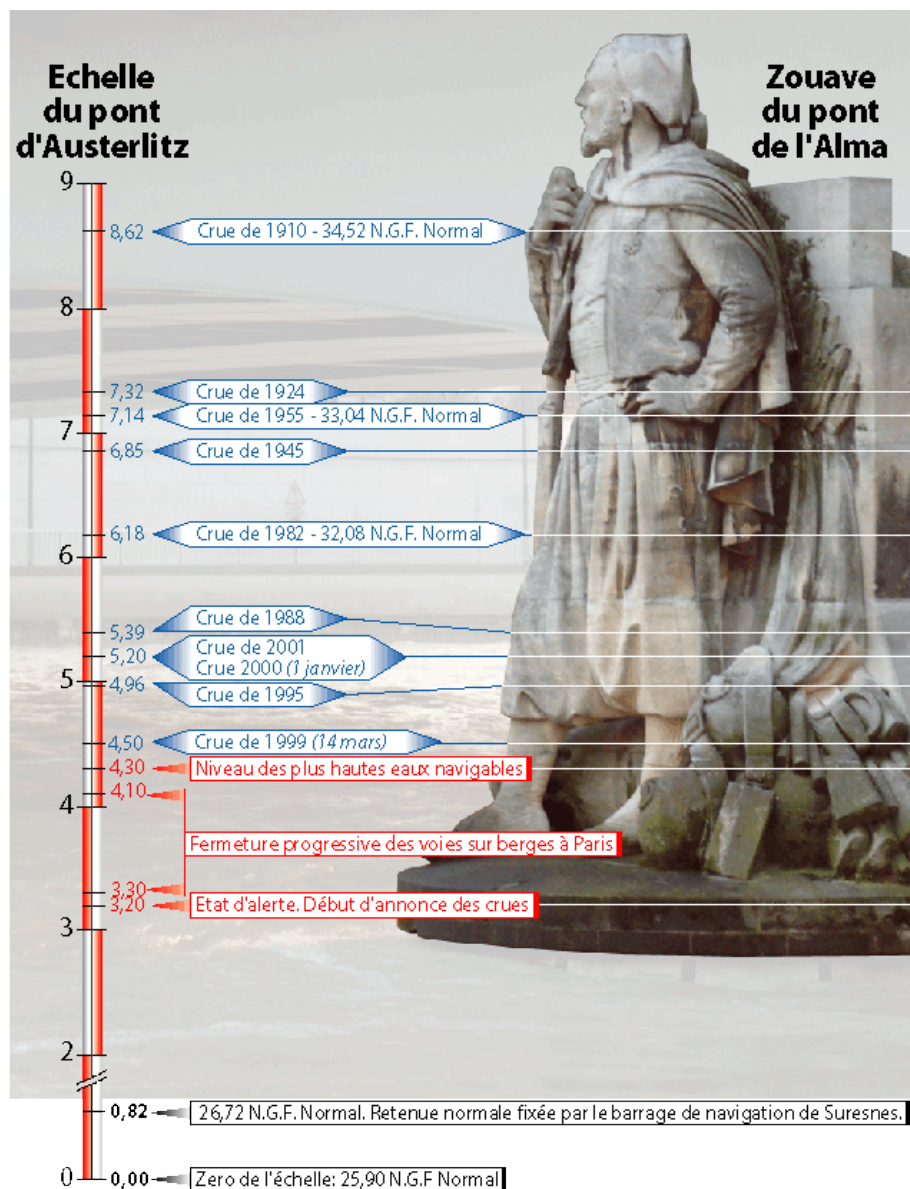


Source : DRIEE

- Une montée relativement rapide, les 6 premiers jours (1910) : 0,8 à 0,9 m/jours
- Une durée de crue de 3 semaines à plus d'un mois, en fonction de la décrue

Une vulnérabilité dès le début de la montée des eaux

9



7,95 m : rails noyés à la gare d'Austerlitz

7,4 m : atteintes aux réseaux (RATP, CPCU, AEP)

**7,3 m : débordement en petite couronne
arrivées d'eau à Paris**

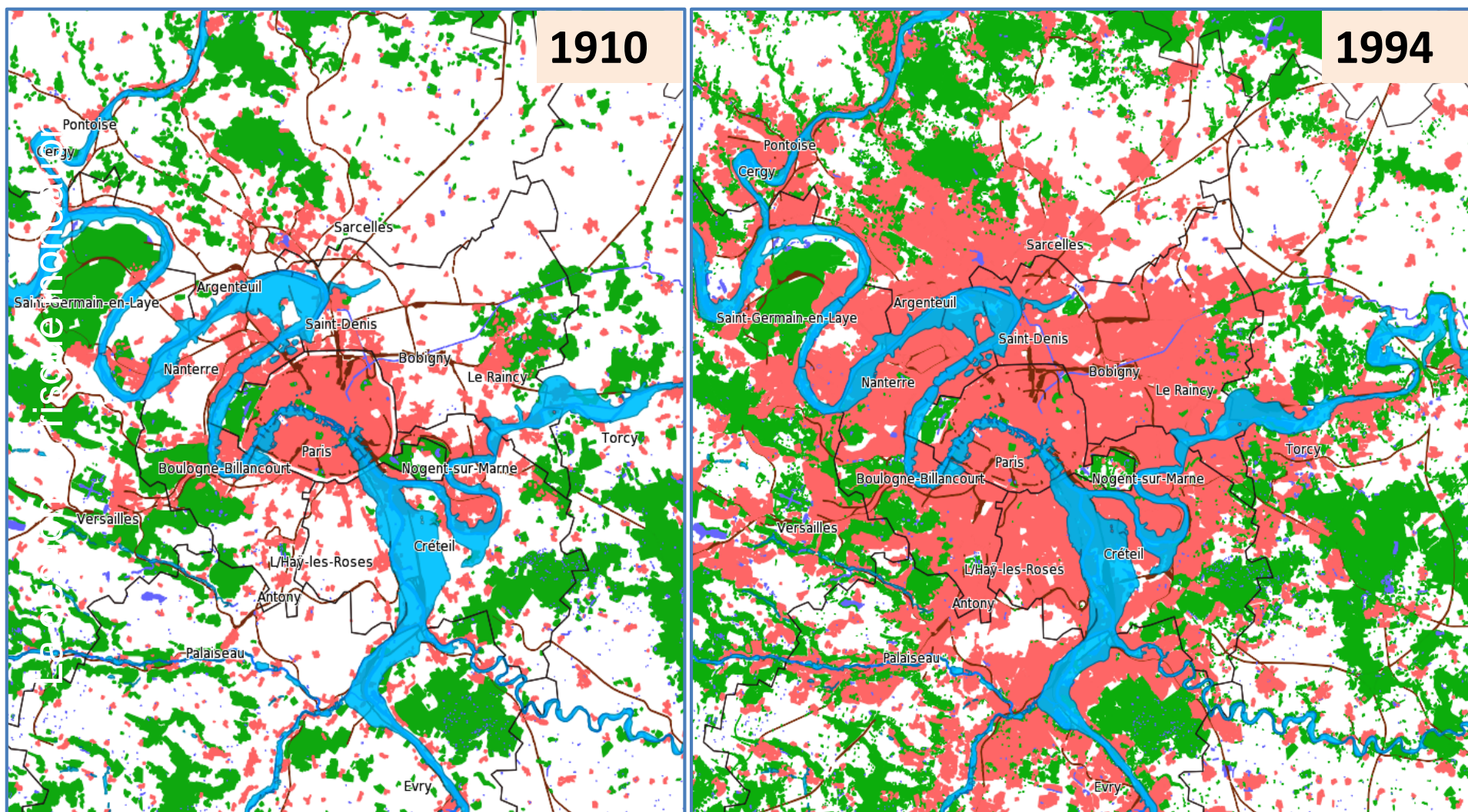
6,2 m : inondation de la ligne du RER C

5,50 m : début d'inondation des sous-sols

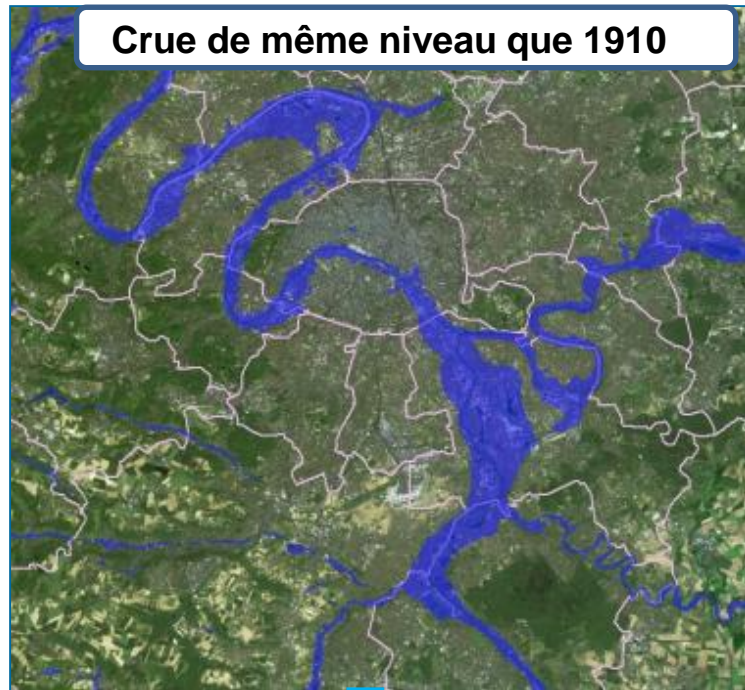
**3,30 m : début de fermeture des voies sur
berge**

Une urbanisation qui se poursuit en zone inondable...

10



Aujourd'hui la zone inondable est urbanisée à plus de 60 % et près de 90 % dans les zones les plus vulnérables



140 km de lignes de
métro
interrompues

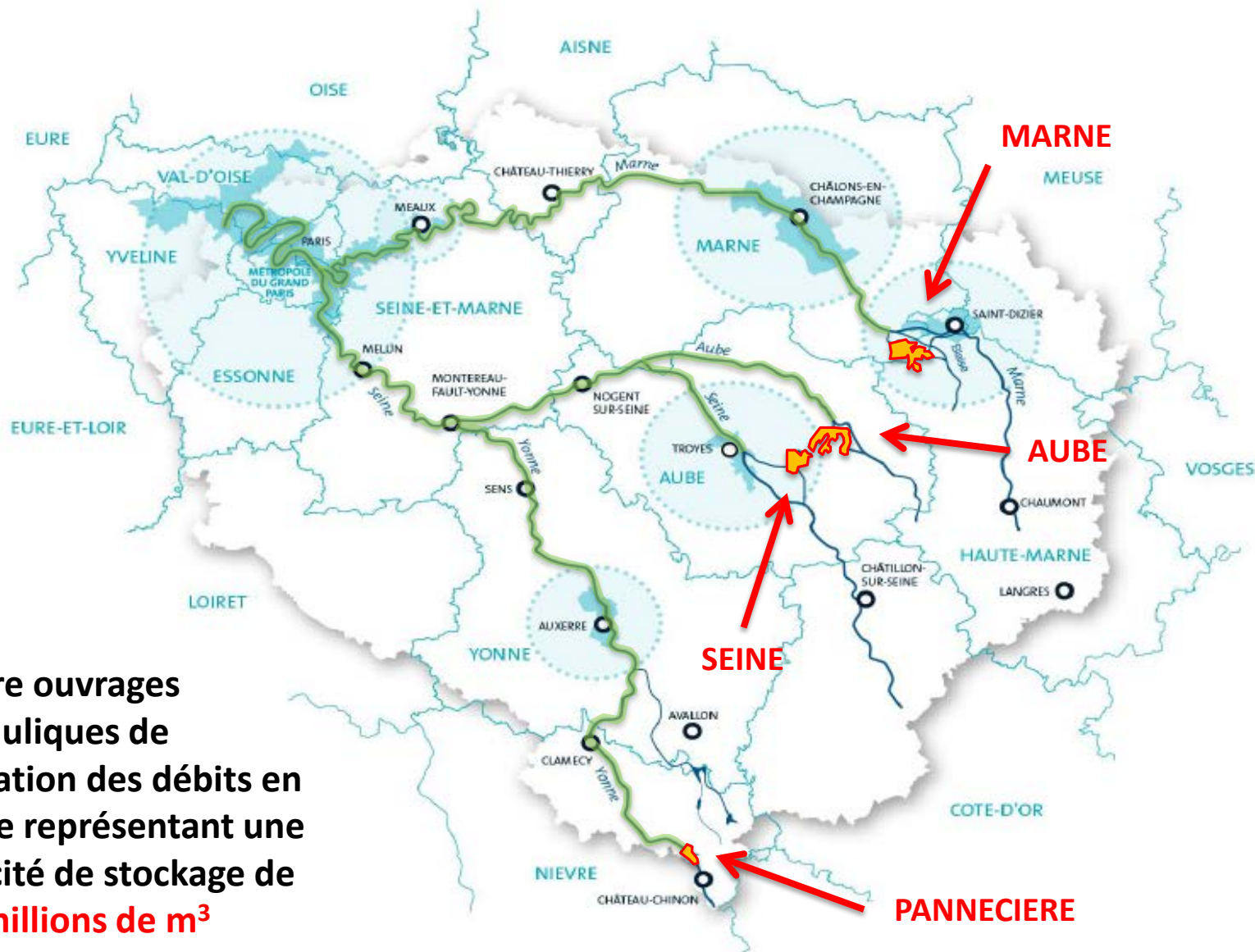
- **850 000 habitants** en zone inondable
- **2 millions** en zone de fragilité électrique
- **2,7 millions** en zone de fragilité AEP
- **170 000 entreprises** touchées (86 000 inondées)

17 milliards d'euros de
dommages directs à
l'habitat et aux activités

30 à 40 milliards d'euros
de dommages totaux,
dont dommages aux
réseaux et dommages
indirects

Quatre lacs-réservoirs pour une action à l'échelle du bassin-versant





Quatre ouvrages hydrauliques de régulation des débits en rivière représentant une capacité de stockage de **800 millions de m³** répartis sur 10 000 ha.

Les quatre lacs-réservoirs (capacité de 850 M. de m3)

14



Digue de la Morge (SEINE) et canal de restitution



Prise d'eau du lac-réservoir AUBE



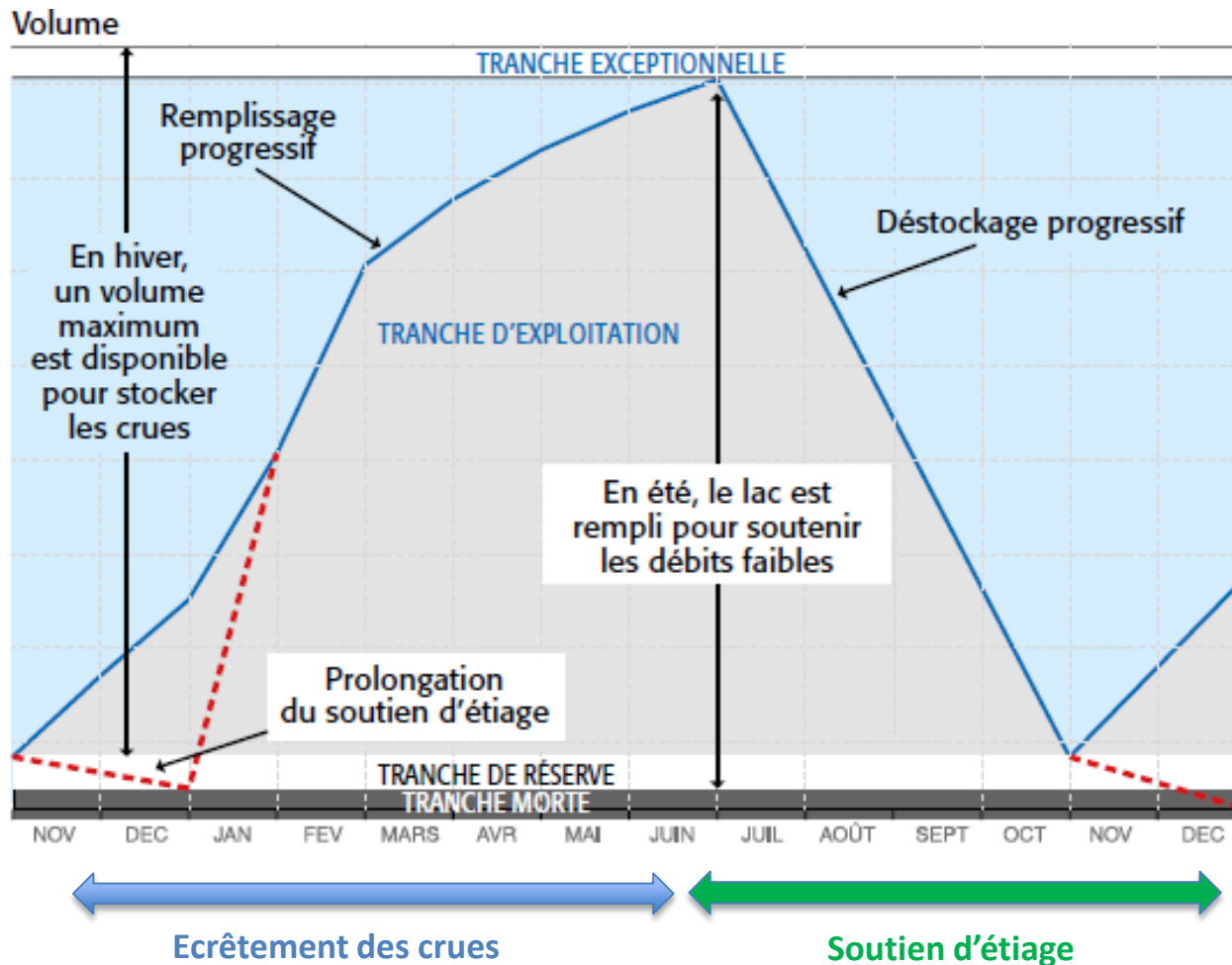
Barrage de pannecière



Restitution MARNE

La courbe de remplissage / vidange commune aux 4 réservoirs

15



Les lacs-réservoirs permettent :

- Une diminution des niveaux d'eau en crue, de 65 cm pour une crue centennale, qui se traduit par une réduction des dommages directs de **8,5 milliards d'euros**
- Un apport supplémentaire en été de **70 m³/s**, représentant jusqu'à **80 %** du débit à Paris en été et en automne

Deux évènements récents atypiques : la crue de mai 2013 et la crue de juin 2016

16

Crue de mai 2013 :

- Crue située sur le bassin amont de l'Armançon, de la Seine, de l'Aube et de la Marne
- Crue ayant entraîné la saturation des 3 lacs-réservoirs de Champagne
- Inondation marquante dans l'agglomération Troyenne
- Pas d'évènement marquant à Paris (- de 1000 m³/s)



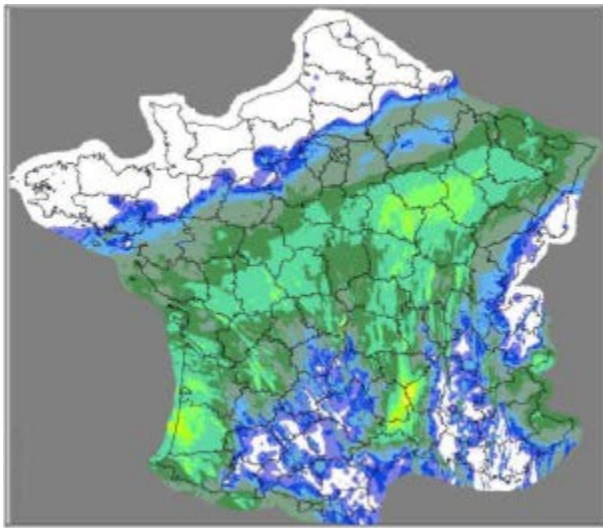
Crue de juin 2016 :

- Records pluviométriques en RIDF et dans le Loiret
- Crue extrême sur les affluents en région Ile de France, en particulier le Loing,
- Crue moyenne (proche de 1982) sur la Seine, atypique par la saison

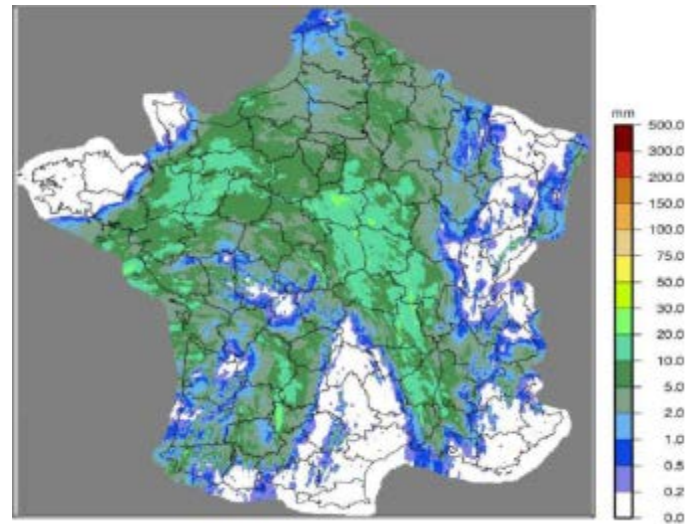


Précipitations du 30 avril au 3 mai 2013 : 100 mm en 8 jours – 40 à 50 mm /jours au maximum

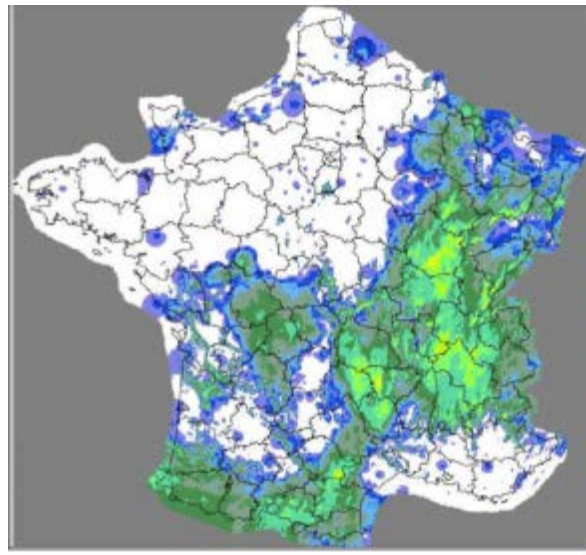
17



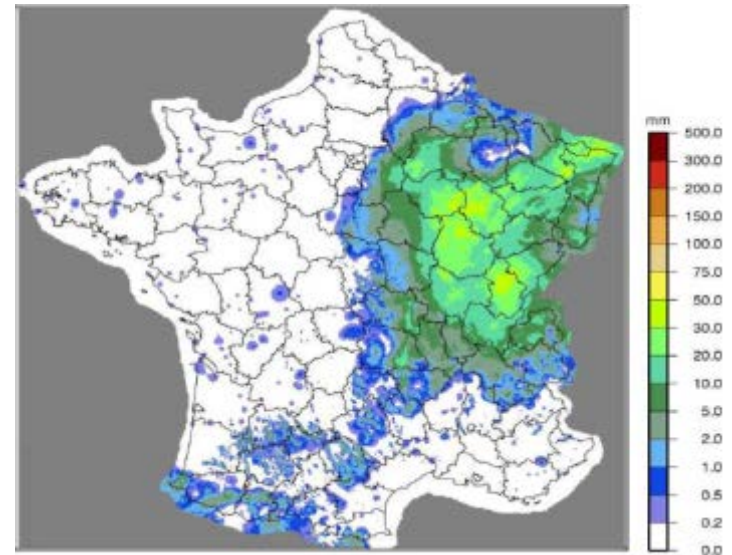
Précipitations du 30 avril



Précipitations du 1^{er} mai

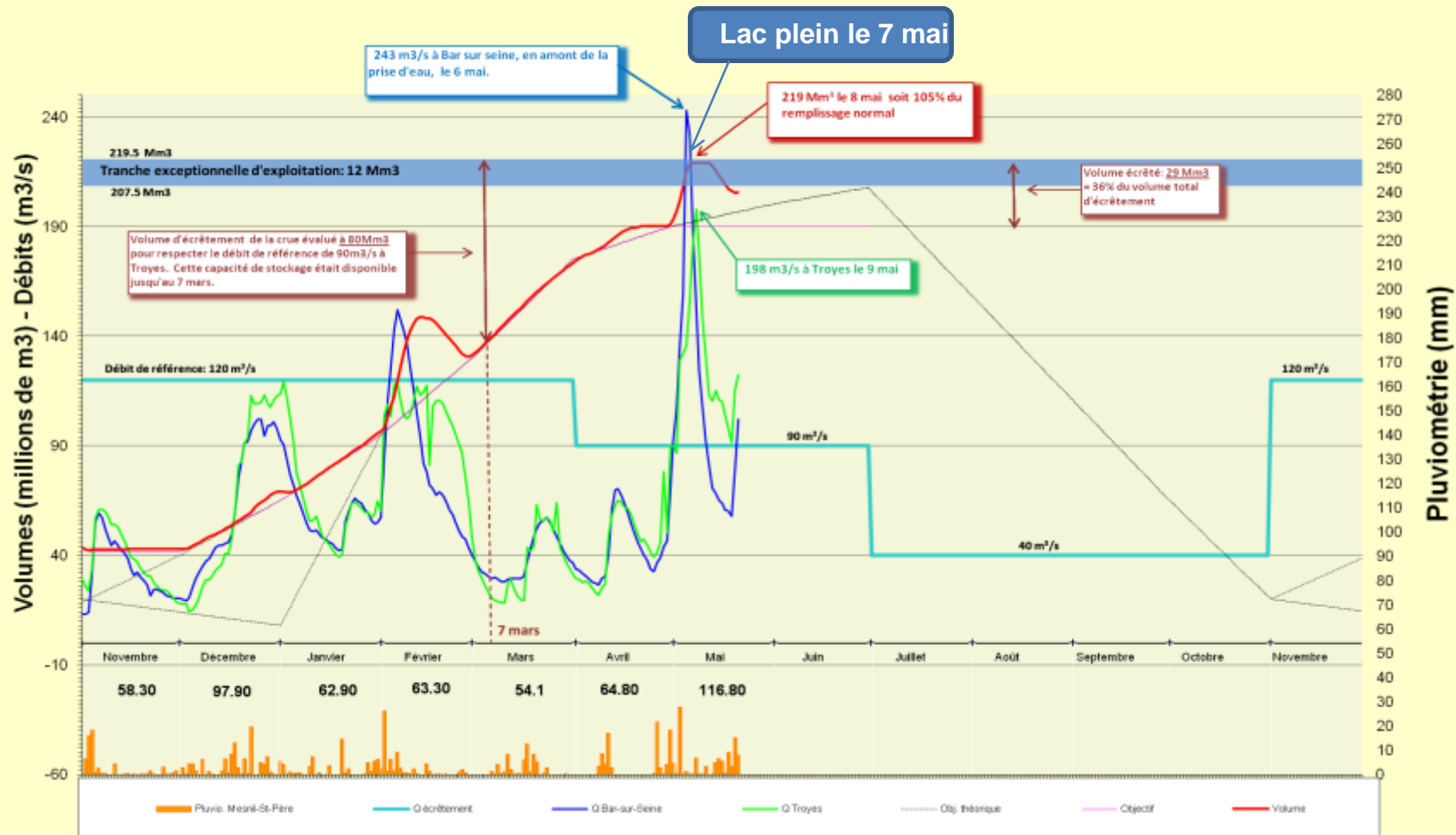


Précipitations du 2 mai



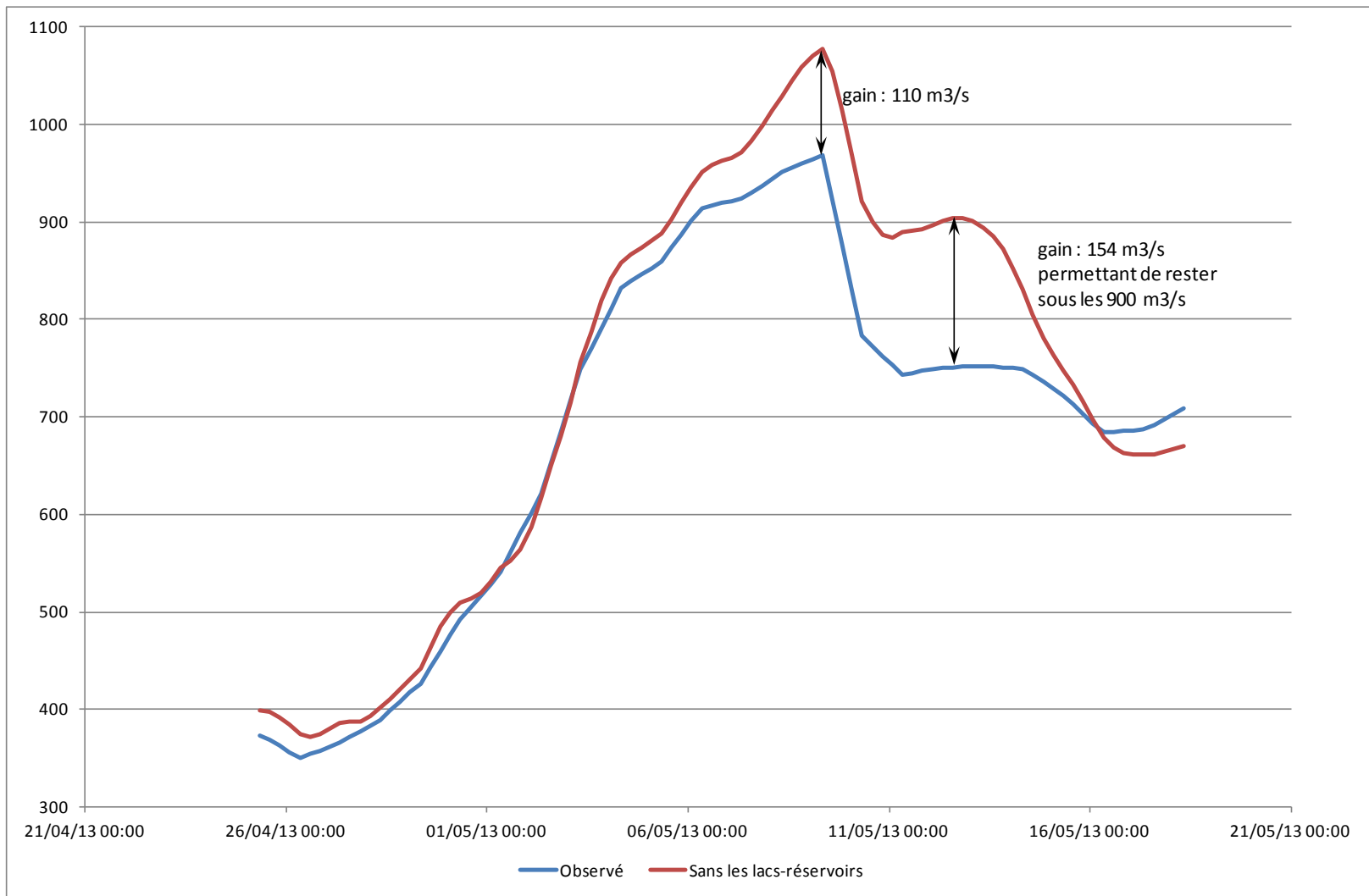
Précipitations du 3 mai

Crue du printemps 2013: exploitation du lac réservoir Seine



Effet des lacs-réservoirs sur la crue de mai 2013 à Paris

19

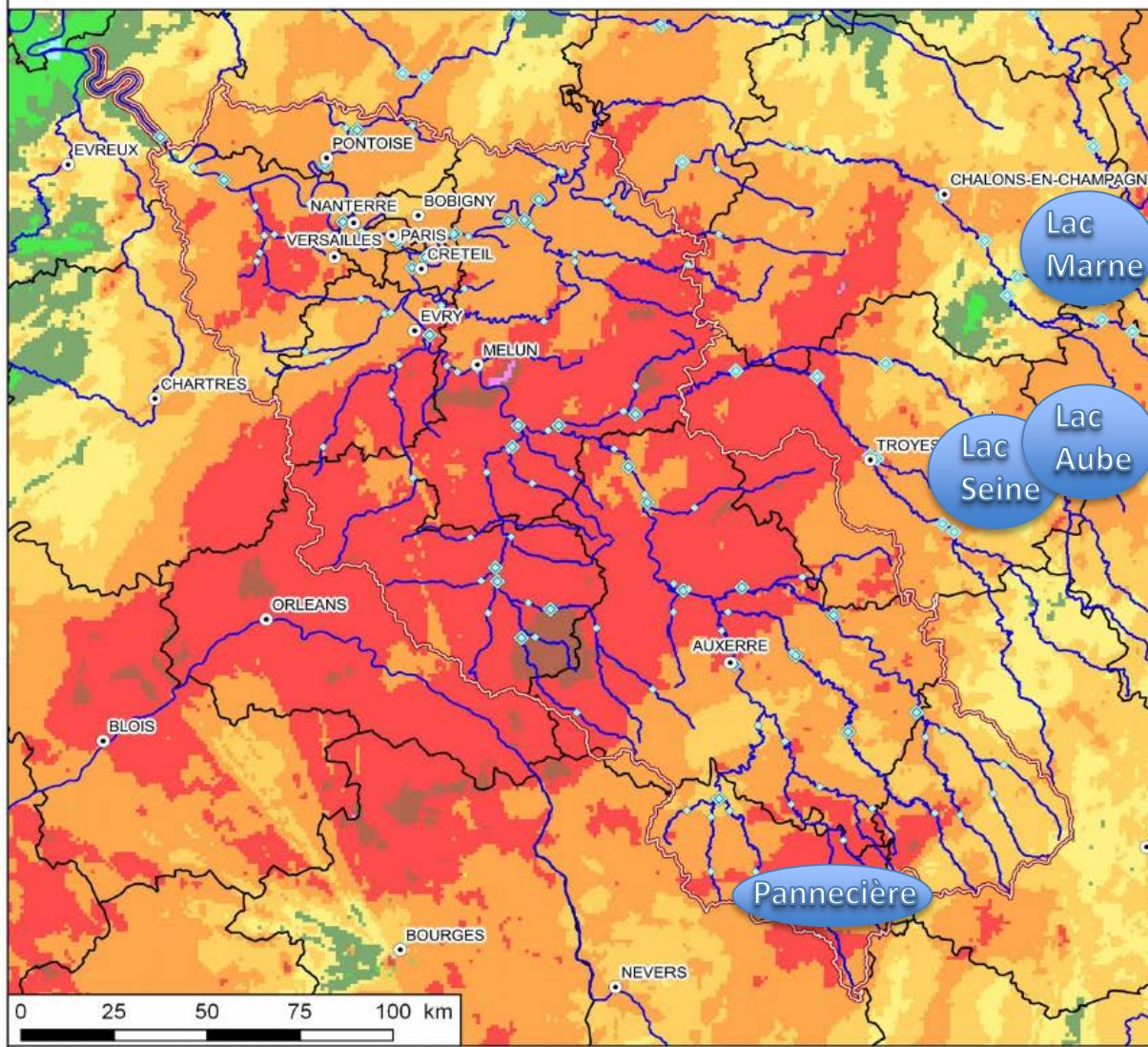


Une pluviométrie exceptionnelle pour la crue de juin 2016

20

Cumul 6 jours lors de l'épisode de début juin 2016

Cumul : du 28/05/2016 06h TU au 03/06/2016 06h TU



Légende

- Stations hydrométriques
- Cours d'eau
- Contours du SPC SMYL
- Limites départementales
- Préfectures

Fonds : lames d'eau Antilope (Météo France)

de 2 à 5 mm
de 5 à 10 mm
de 10 à 17 mm
de 17 à 25 mm
de 25 à 35 mm
de 35 à 45 mm
de 45 à 55 mm
de 55 à 70 mm
de 70 à 100 mm
de 100 à 150 mm
de 150 à 200 mm
> 200 mm

-> Pluviométrie concentrée à l'aval des lacs-réservoirs de Champagne

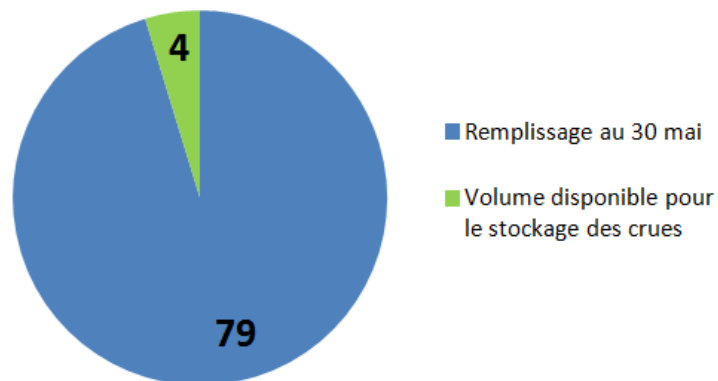
-> Équivalent à **plus de 3 mois de pluie en Ile de France** en 4 jours (90 à 180 mm)

Des **records absolus de cumuls mensuels** ont été battus

Volume des lacs avant l'épisode de crue

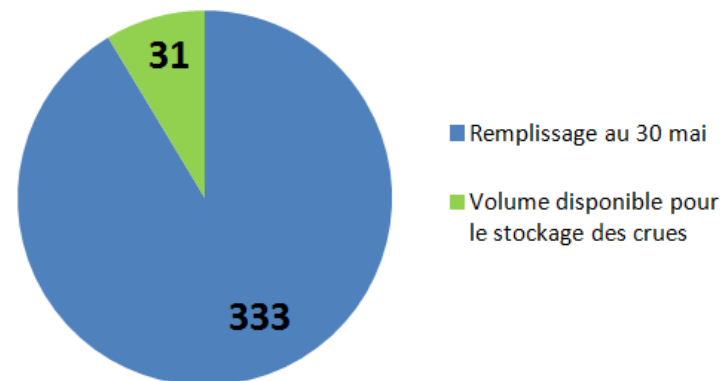
21

Pannecière



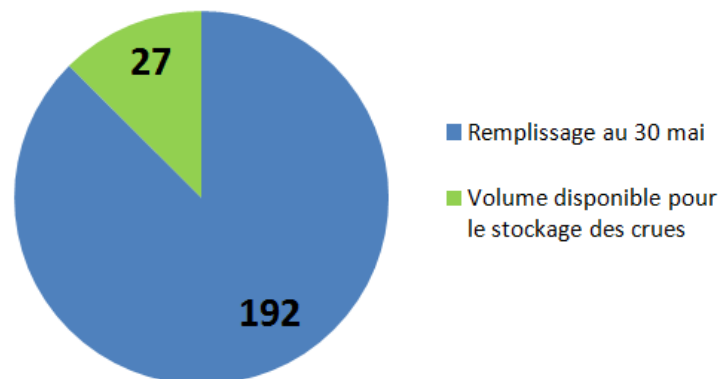
Volume en millions de mètres cubes d'eau

Lac Marne



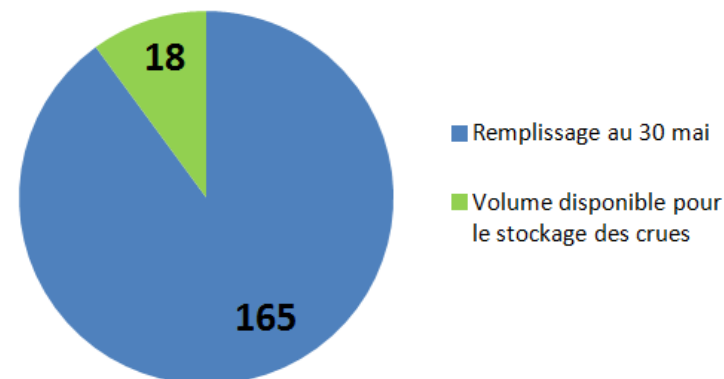
Volume en millions de mètres cubes d'eau

Lac Seine



Volume en millions de mètres cubes d'eau

Lac Aube

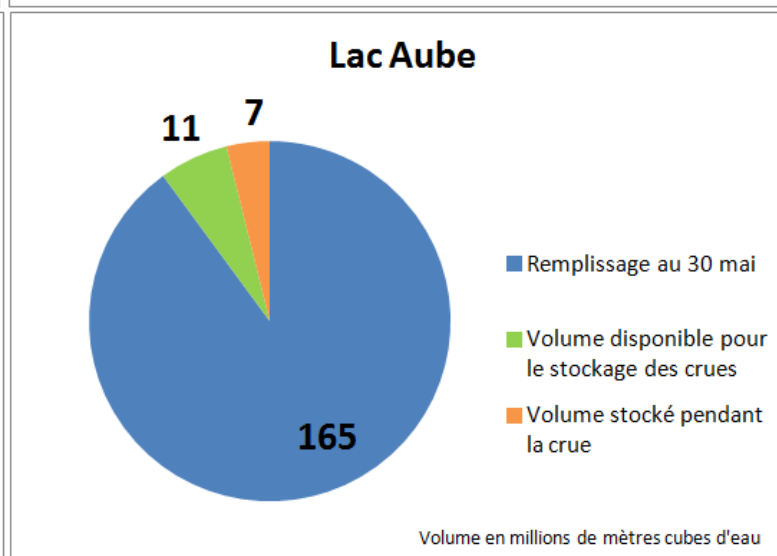
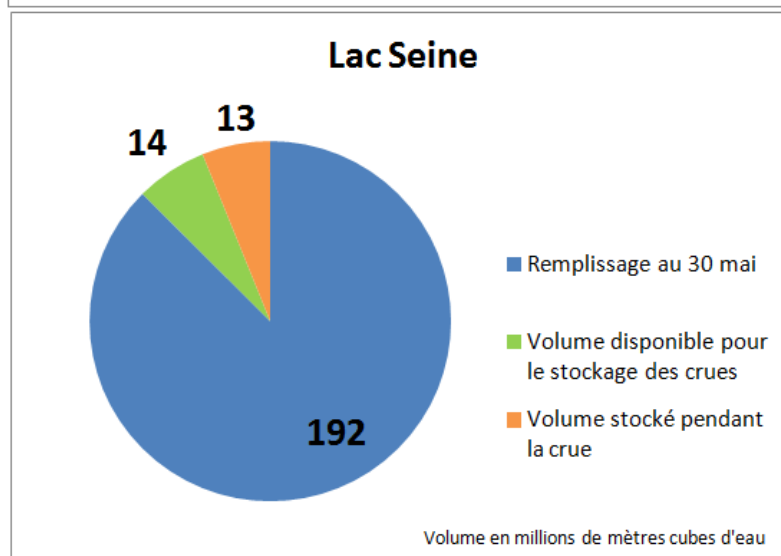
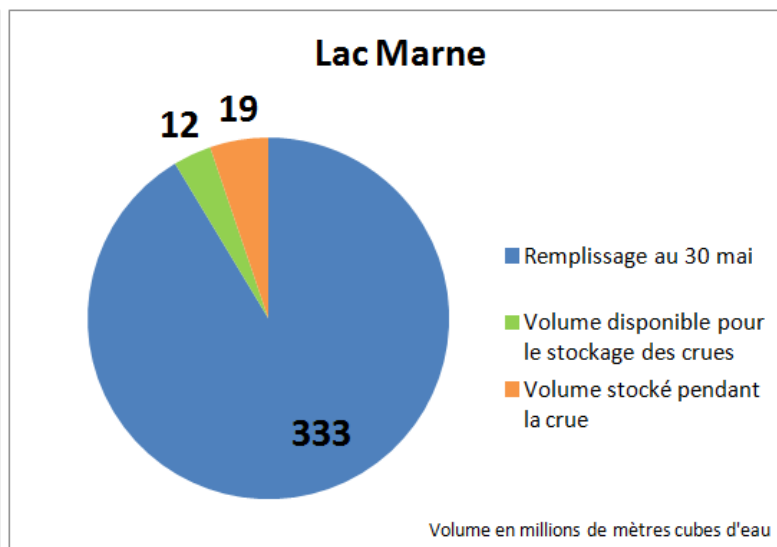
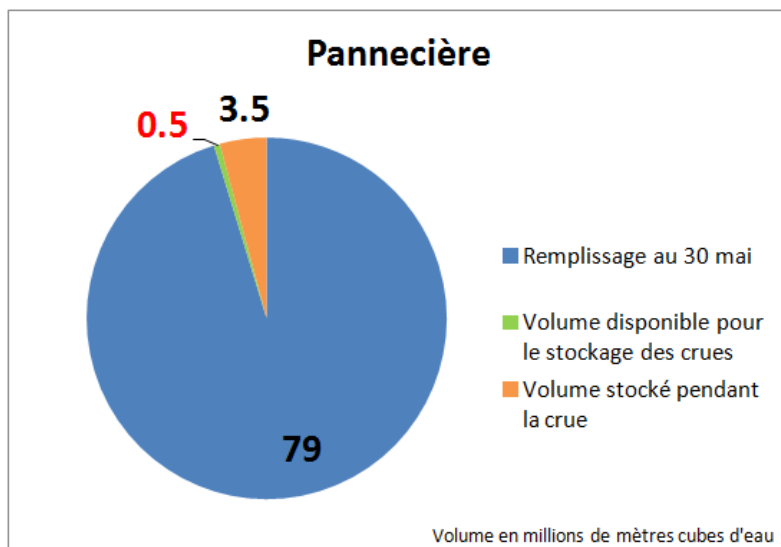


Volume en millions de mètres cubes d'eau

80 M. de m³ disponibles dans les lacs en début d'événement

Volume des lacs après l'épisode de crue

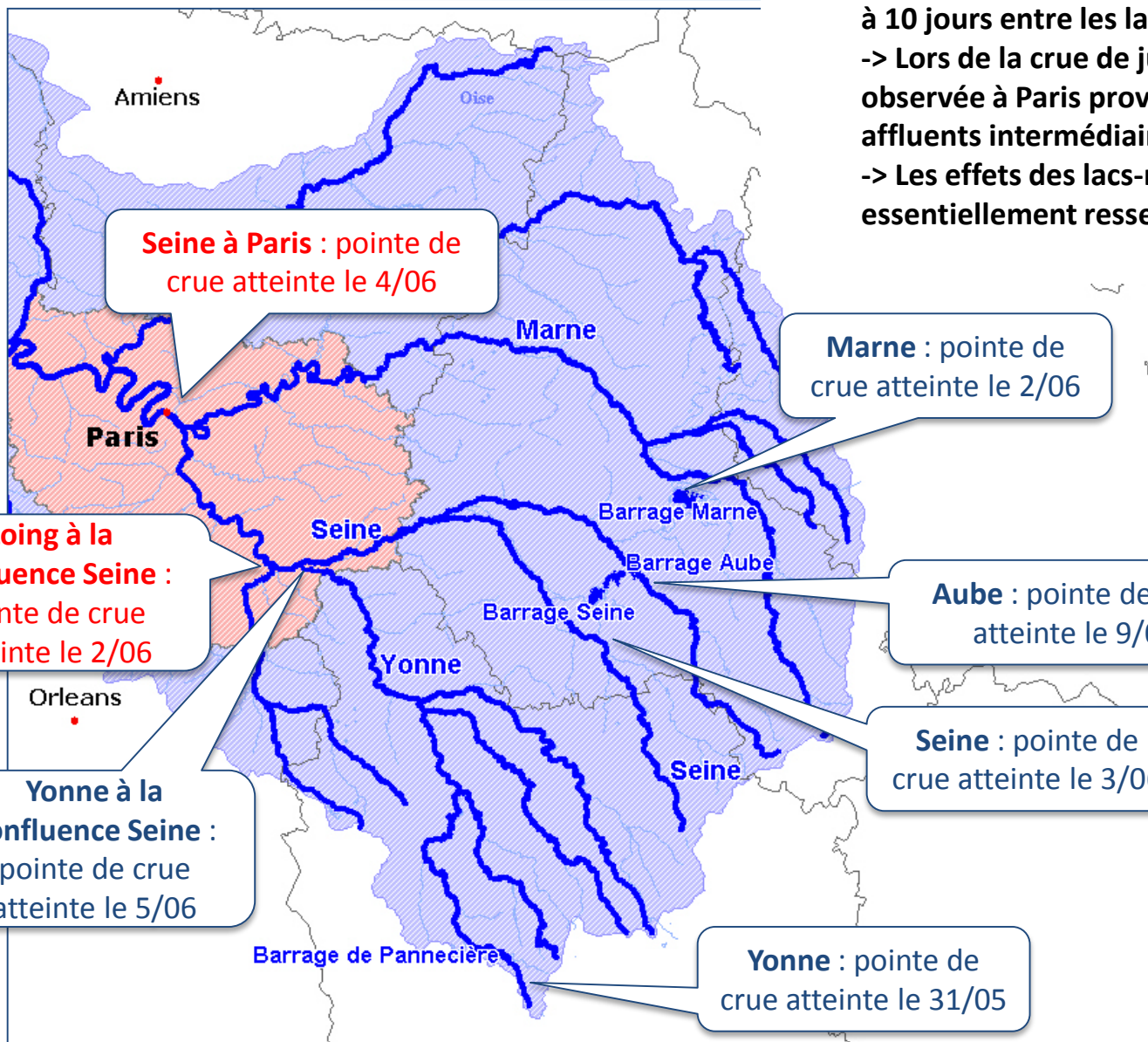
22



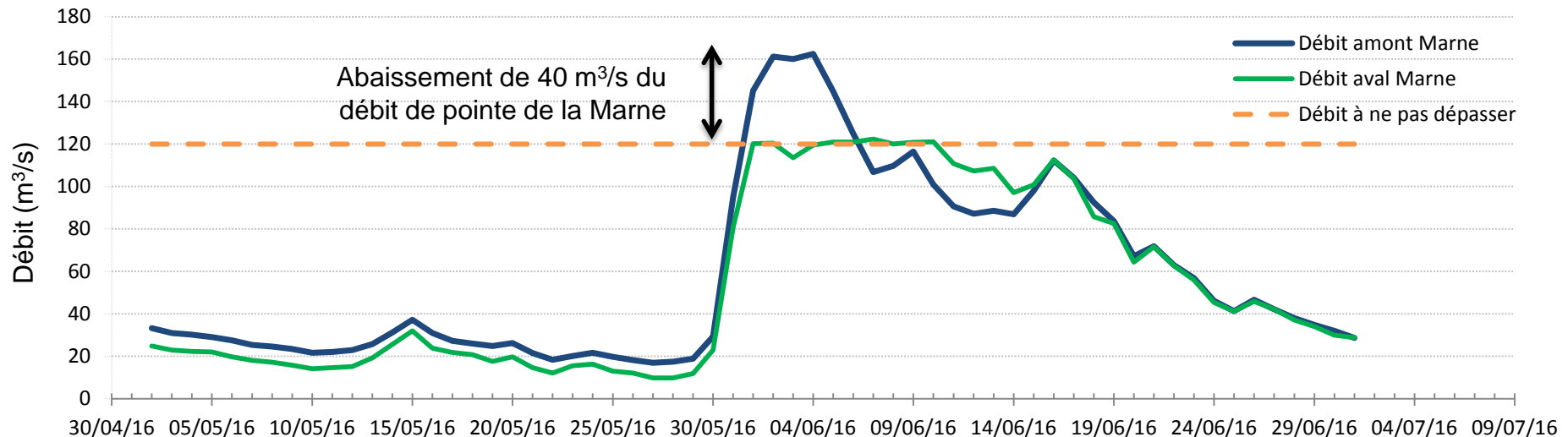
Les lacs-réservoirs ont permis de dériver jusqu'à **68 m³/s** le 3 juin et ainsi de stocker près **de 40 M. de m³** durant cet évènement.

Propagation de la crue

- > Temps de propagation habituellement de 7 à 10 jours entre les lacs et Paris;
- > Lors de la crue de juin 2016, l'onde de crue observée à Paris provient du Loing et des affluents intermédiaires ;
- > Les effets des lacs-réservoirs se sont fait essentiellement ressentir à la décrue.



- **Débits modérés** sur les lacs-réservoirs de Champagne (Aube, Seine et Marne)
- Pointes d'un **temps de retour 2 ans** environ
- Débits rares pour la saison, mais non exceptionnels
 - > Ces débits de pointe ont été «absorbés» par les lacs-réservoirs selon les prescriptions inscrites au règlement d'eau:



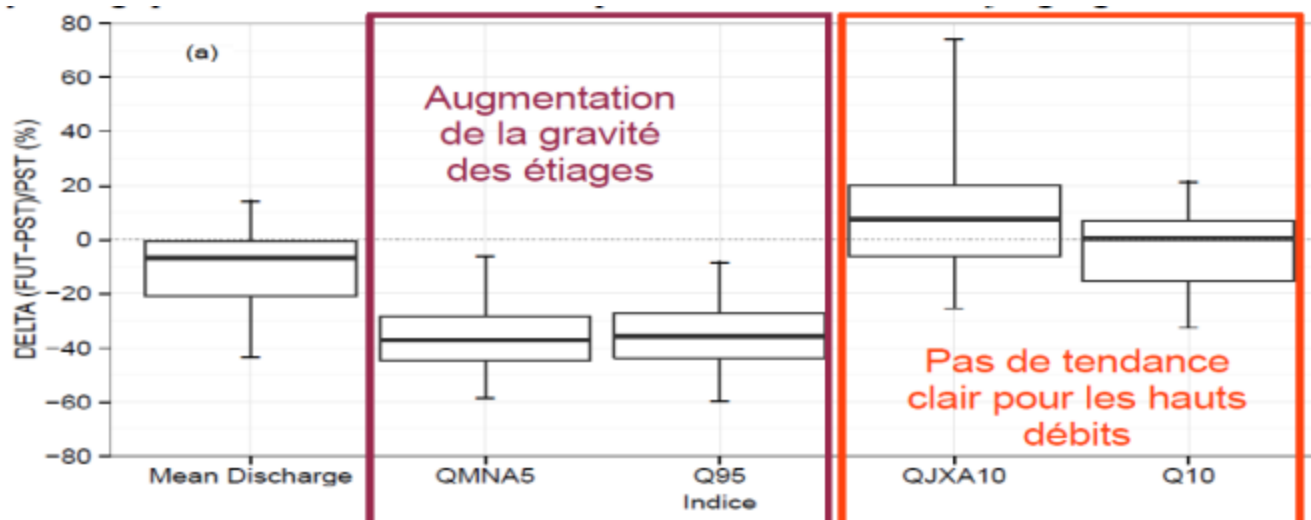
➤ *Action limitée à Paris de l'ordre de 5 cm sur la pointe et de l'ordre de 25 cm à la décrue*

Adapter la gestion des lacs-réservoirs face au changement climatique



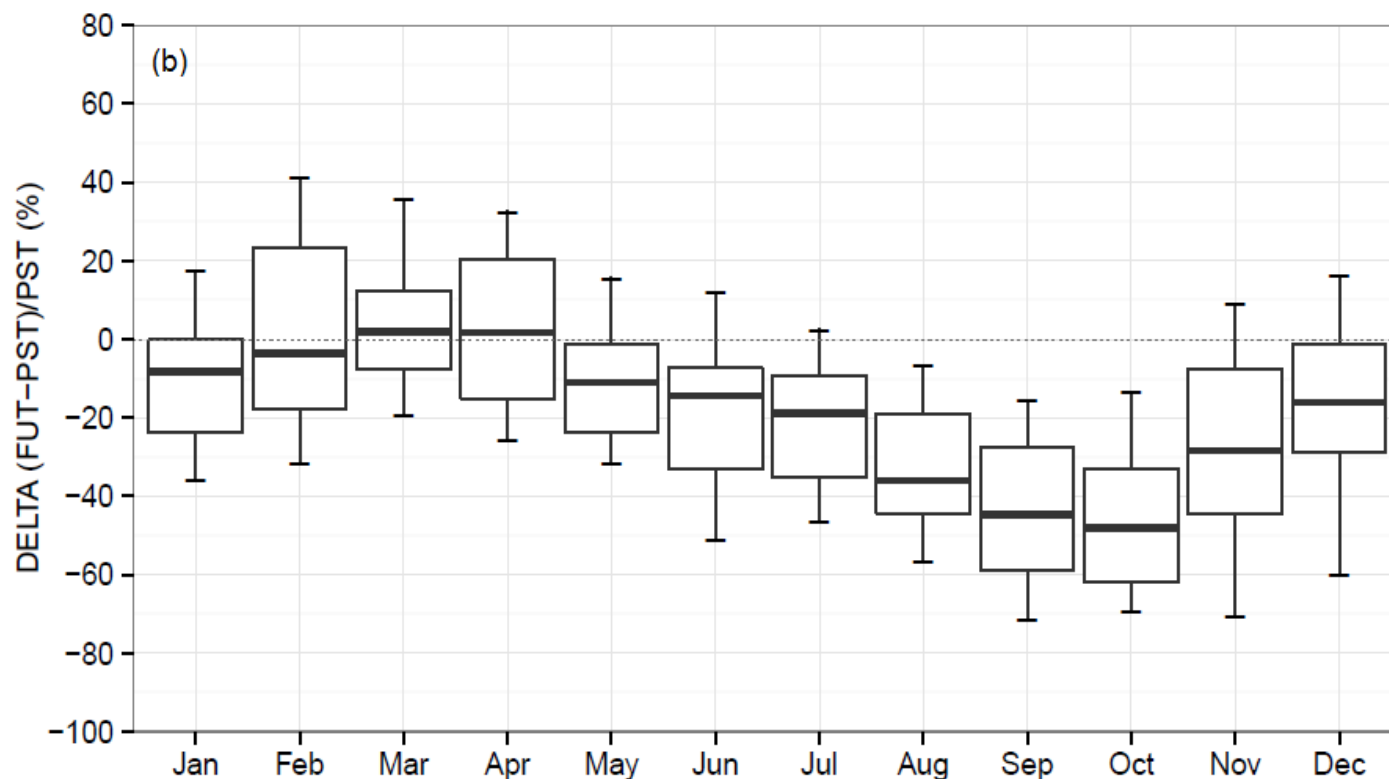
Les tendances qui se dégagent sont :

- augmentation de **température** de l'air de 2 à 3° et de l'évapotranspiration ;
- **diminution des pluies estivales**
 - diminution des **débits d'étiages** de l'ordre de 40 %;
- pas de signal clair pour les crues, mais difficulté de modéliser les effets convectifs (orages d'été)



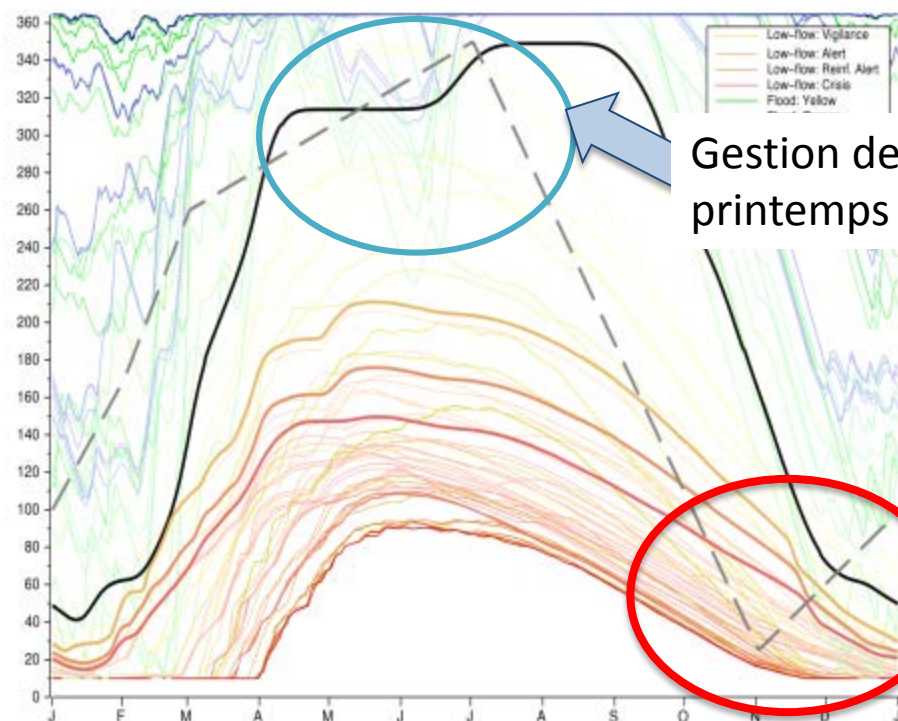
Incidence du changement climatique sur les débits naturels – source CLIMAWARE - IRSTEA

- **Evolution prévue des débits naturels** sur bassin de la Seine :
- forte diminution des débits d'étiage (août à oct.) jusqu'à -50% ;
 - pas de tendance certaine sur les crues

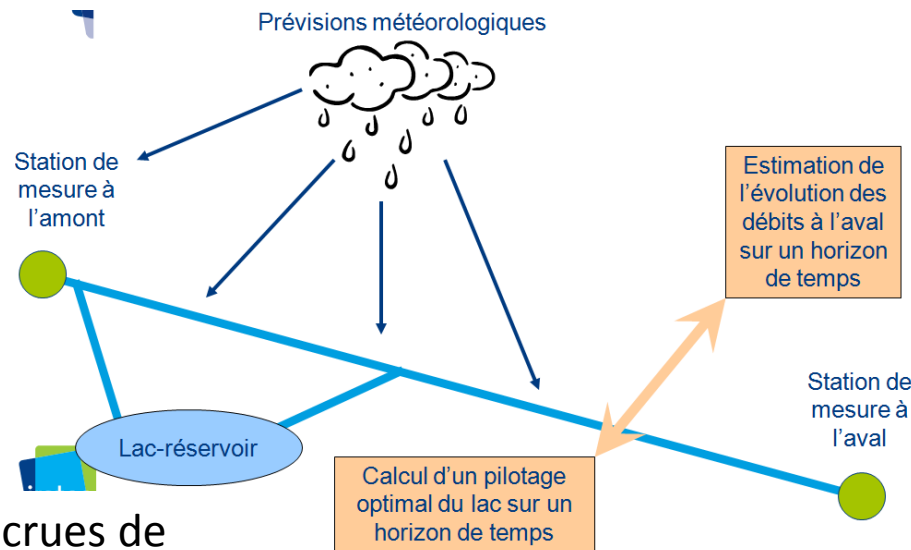


3 gestions ont été comparées

- Les courbes de gestion actuelle
- des nouvelles courbes de gestion
- commande en temps réel



Gestion des crues de printemps reste délicat

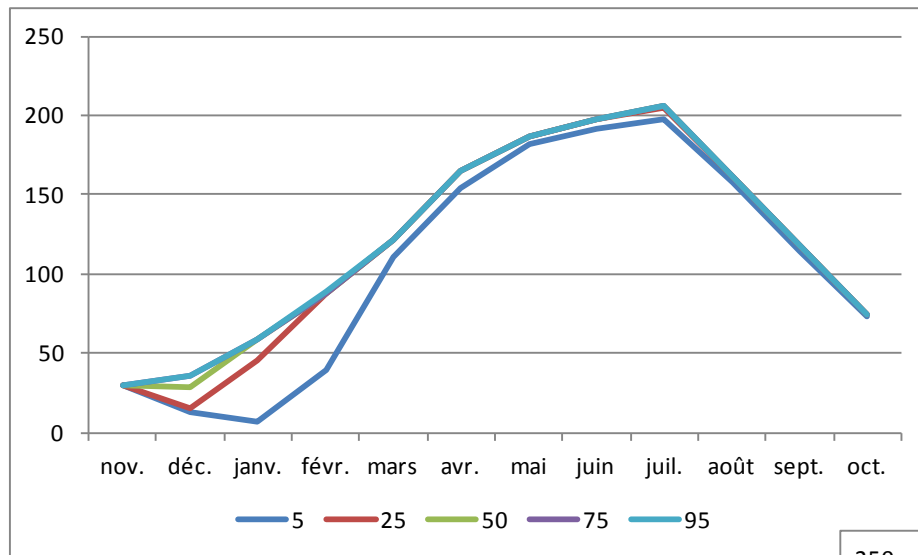


Nécessité de disposer d'un volume plus important pour le soutien d'étiage tardif

Exemple du lac-réservoir MARNE – temps futur

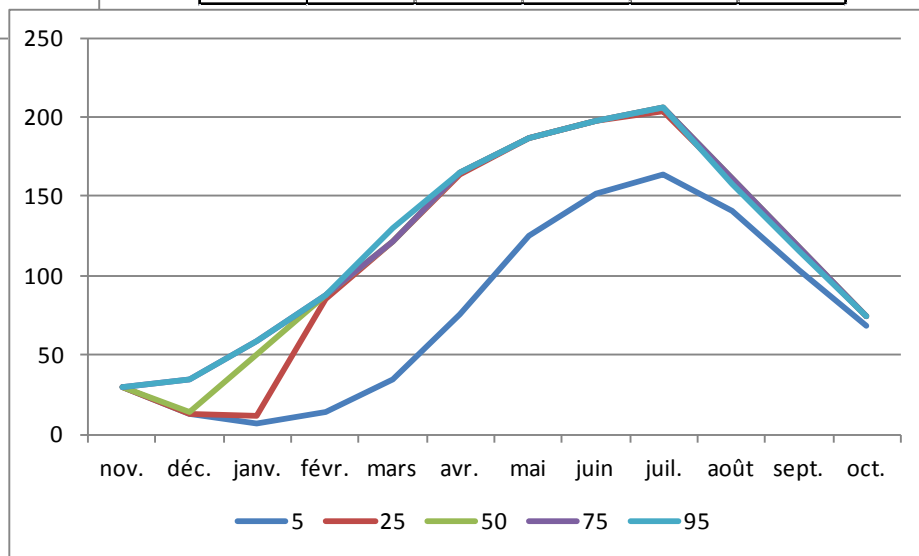
Impact sur le remplissage du lac SEINE

En temps présent (1961-1991)

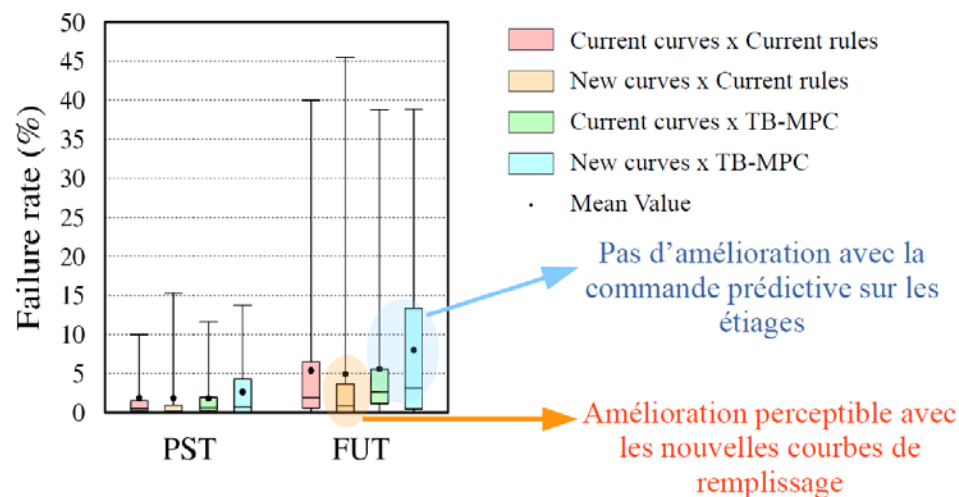


	temps futur / temps présent				
	Lac SEINE				
	5	25	50	75	95
nov	0%	0%	0%	0%	0%
déc	2%	-15%	-51%	-2%	-2%
janv	-7%	-75%	-16%	0%	0%
févr	-64%	-4%	0%	0%	0%
mars	-68%	0%	0%	0%	6%
avr	-51%	0%	0%	0%	0%
mai	-31%	0%	0%	0%	0%
juin	-21%	0%	0%	0%	0%
juil	-17%	-1%	0%	0%	0%
août	-11%	-1%	0%	0%	-2%
sept	-10%	-1%	0%	0%	-2%
oct	-8%	-1%	0%	0%	-1%

- **Les taux de remplissage** des lacs restent satisfaisants ;
- Malgré les restitutions en été et en automne, **l'étiage est renforcé par rapport à la situation actuelle**, jusqu'à -30% en octobre, mais de manière moins marquée que pour les débits naturels.

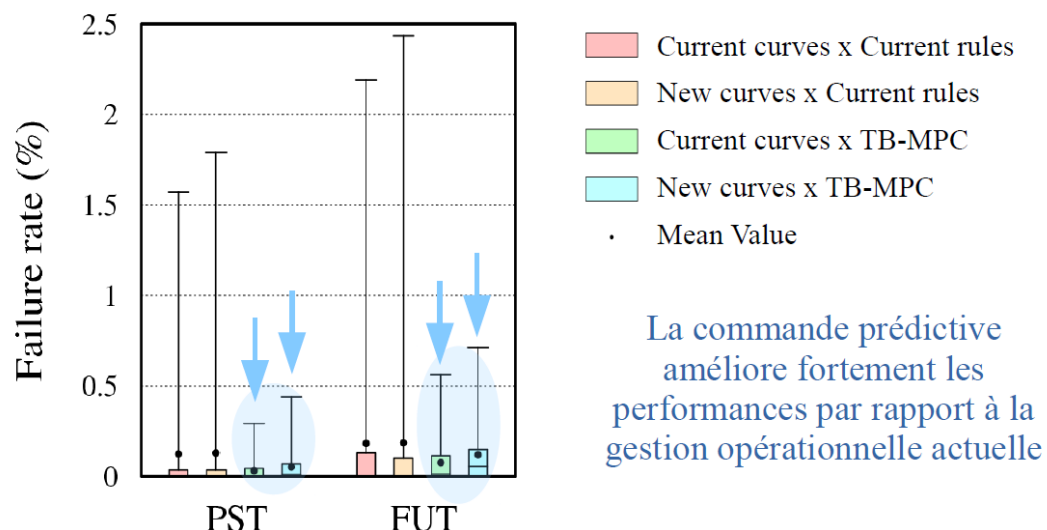


En temps futur (2046-2065)



- Pas de solution permettant d'améliorer significativement la situation,
- Nécessité d'intervenir sur les 2 volets : courbe de gestion et adaptation temps réelle

Indicateur de performance par rapport au seuil d'alerte - étiage



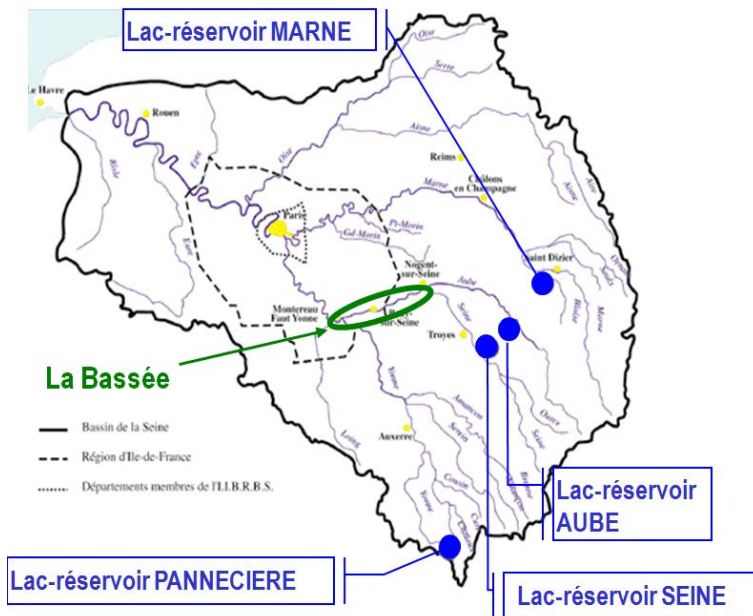
Indicateur de performance par rapport au seuil orange crue

La gestion des inondations doit s'inscrire dans une démarche globale et partenariale s'appuyant sur des **mesures non structurelles** (connaissance, préparation à la gestion de crise, réduction de la vulnérabilité) et des **mesures agissant sur l'aléa**

- **Réviser les règles de gestion des lacs-réservoirs** pour une meilleure prise en compte des étiages tardifs et des crues de printemps
- Connaître et préserver **les zones d'expansion de crue**
- Mettre en œuvre un projet de rétention temporaire des crues sur **le secteur de la Bassée**

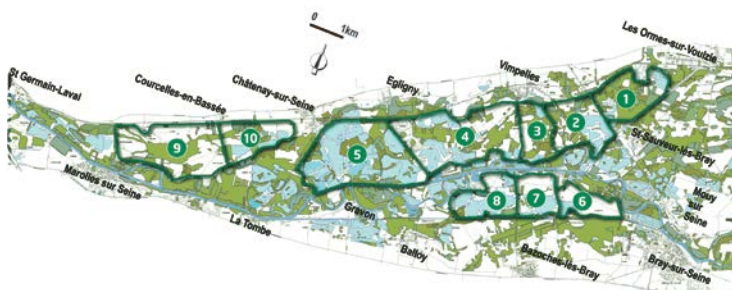
Un cinquième ouvrage en projet : LA BASSEE

32



Un projet à fort enjeu qui permet une action complémentaire sur l'abaissement des niveaux d'eau mais exigeant de lourds investissements

- Stockage latéral de l'eau afin de **réduire les effets de la concomitance des pics de crue** de la Seine et de l'Yonne en aval
- **10 casiers** d'une capacité globale de stockage de **55 millions de m³** sur 2300 ha, avec 58 km de digues envisagées
- Un **site pilote de 10 millions de m³** : Etudes en cours pour une réalisation des travaux en 2021-2024.
- Coût des travaux estimé à **100 M€** pour le seul site pilote et **600 M€** pour l'ensemble du projet.



Un projet à double objectif :

- Diminuer l'impact des crues majeures en Ile-de-France
- Restaurer la zone humide exceptionnelle de la Bassée

Pourquoi un projet dans le secteur dans la Bassée ?

Le secteur de la Bassée aval n'est plus inondable pour les crues moyennes et fortes



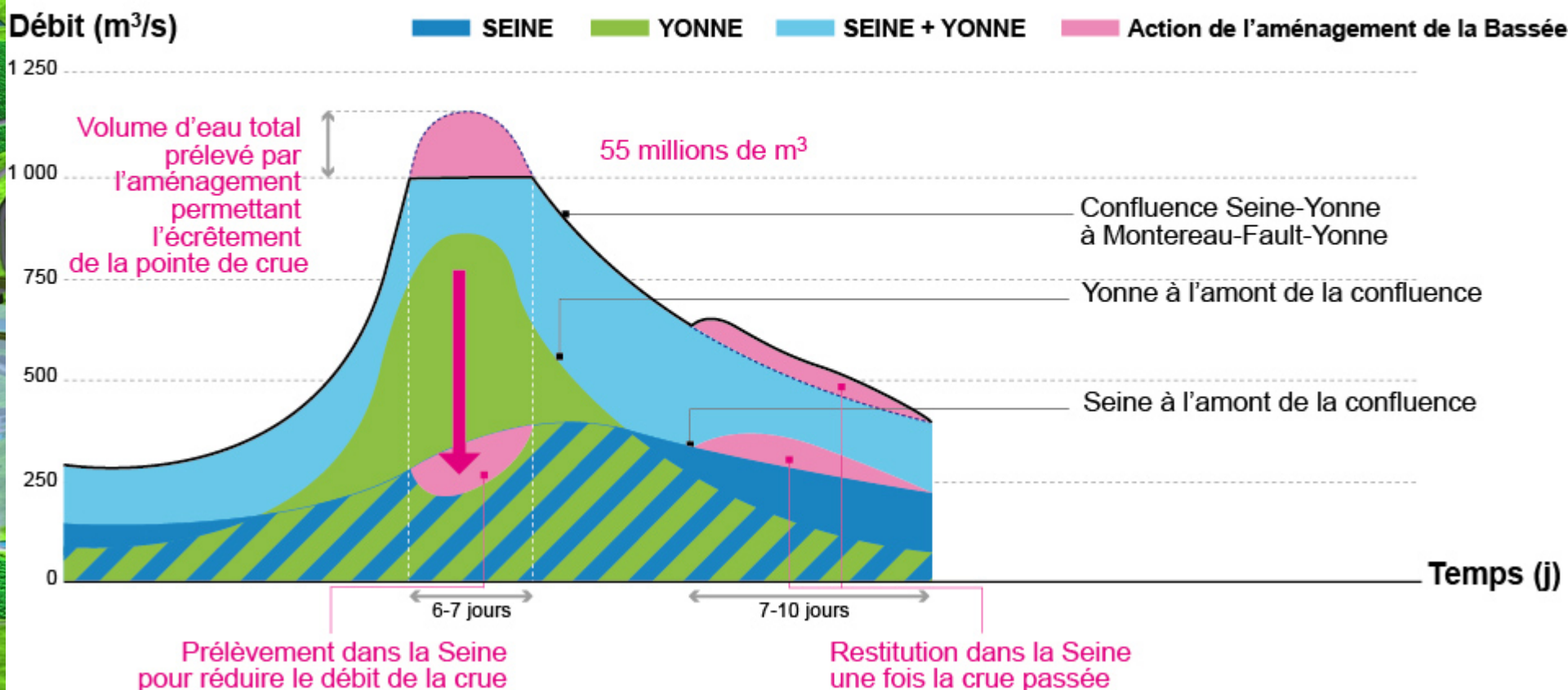
Les lacs-réservoirs SEINE et AUBE limitent les débits arrivant sur la zone : la crue de janvier 1910 est réduite de 600 m³/s à 400 m³/s à Pont/Seine

La mise à grand gabarit de la Seine limite les débordements autour de 400 m³/s au lieu de 150 m³/s avant les travaux

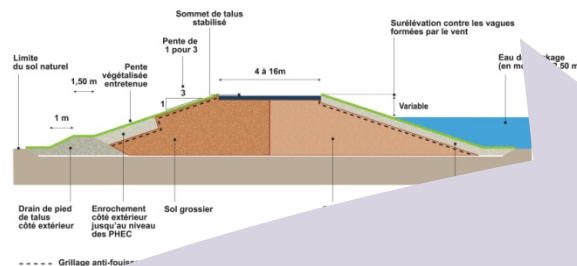
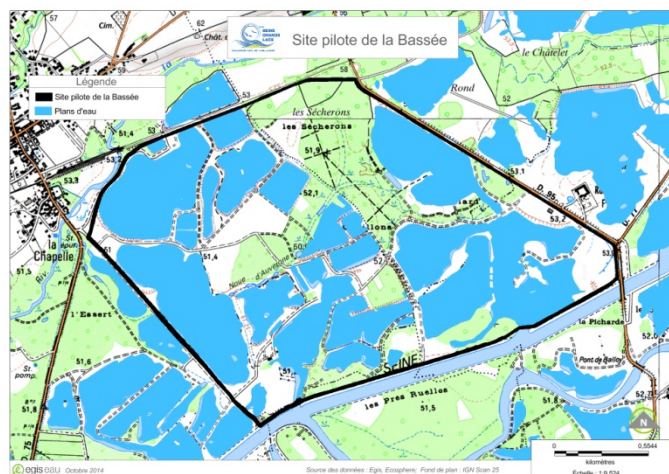
En quoi consiste le projet d'aménagement de la Bassée?

Projet localisé en Seine-et-Marne, à l'amont de Montereau-Fault-

Le principe de fonctionnement de l'aménagement de la Bassée



Les études du site pilote se poursuivent pour aboutir à une mise en service en 2023



2020-2023

Acquisition foncières et travaux

2019

Etude d'impact et enquête publique

- Le site pilote permet une diminution des niveaux d'eau de **5 à 10 cm**

- 1€ investi → 2,3 € de dommages évités**

- le projet permet de préserver **171 M€ en 50 ans**

- Un ouvrage situé près des enjeux et permettant une gestion souple pour s'adapter à un large panel de situations**

2017 -2018

Conception détaillée du site pilote et des mesures de valorisation écologique

Evaluation des incidences



- **La prise en compte du changement climatique nécessite de disposer de solutions variées, et adaptatives**
 - Renforcer la connaissance des phénomènes
 - Etudier des solutions pour une diversité de phénomènes : étiages sévères, crues localisées....
 - Poursuivre l'adaptation du territoire pour une meilleure résilience face aux risques

Merci pour votre attention

Claudine.jost@seinegrandslacs.fr

Tel : 01 44 75 29 47



www.seinegrandslacs.fr

Lac-Réservoir MARNE ou lac du Der

38

- Mis en service en **1974**
- Capacité max : **364 M de m³**
- Surface : **4800 ha** soit la moitié de la superficie de Paris
- **Plus grand réservoir artificiel d'Europe par sa superficie**
- **20 km** de barrages (Digues de ceinture)
- Hauteur max des barrages : **20 m**



Lac-Réservoir SEINE ou lac d'Orient

39

- Mis en service en **1966**
- Capacité max : **219 M de m³**
- Surface : **2300 ha**
- **5,7 km** de barrages (Digues de ceinture)
- Hauteur max des barrages : **25 m**
- **27,2 km** de canaux



Lac-Réservoir AUBE ou lac du Temple-Amance

40

- Mis en service en **1990**
- Capacité max : **183 M de m³**
- Surface : **480 ha + 1840 ha**
- **13,5 km** de barrages (Digues de ceinture)



Lac-Réservoir de PANNECIERE

41

- Mis en service en **1949**
- Capacité max : **82 M de m³**
- Surface : **520 ha**
- Hauteur max : **49 m**

Seul ouvrage barrant le lit du cours d'eau : les autres ouvrages fonctionnent en dérivation



La crue de juin 2016 à Paris

42



Période de retour de 20 ans à Paris
Plus d'un milliard d'euros de dommages
Evacuation de 17 500 personnes en région IDF
Coupures d'électricité pour 17 000 personnes



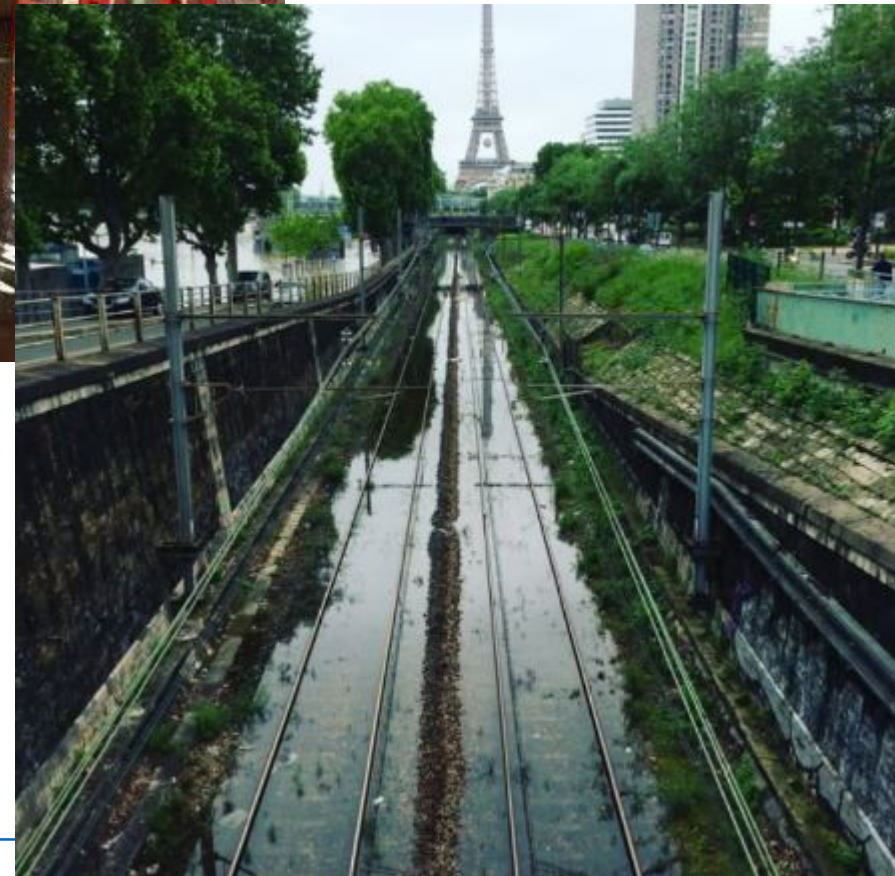
La crue de juin 2016 à Paris : RER C paralysé

43



RER C : voies situées le long de la Seine, sous le niveau de la Seine pendant la crue.

A 5 cm près, le point bas des protections était atteint et l'ensemble des voies submergées.



Propagation des débits de crue sur la Seine amont

