

Journée

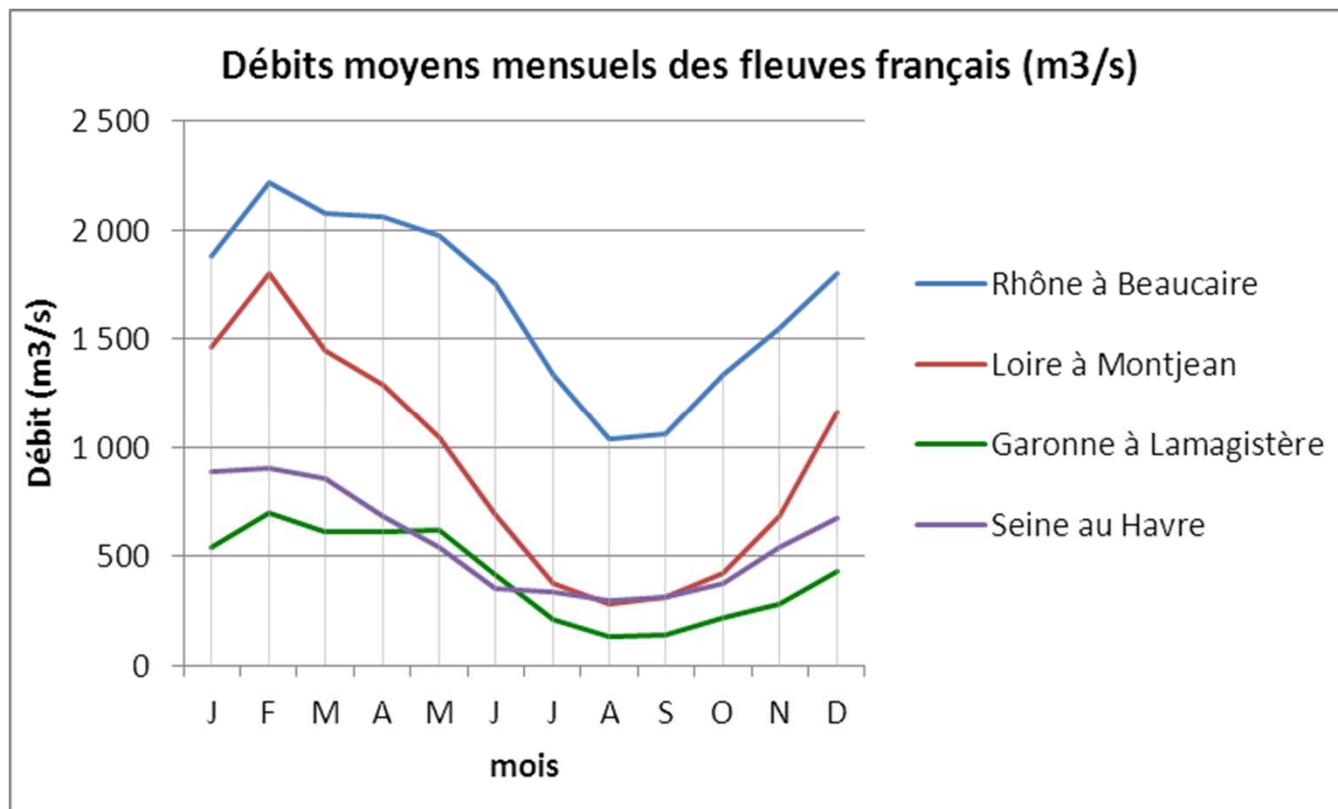
# CONNAISSANCES & Fleuve Rhône

18 novembre 2014

Université Lumière Lyon 2  
8 quai Claude Bernard

## Peut-on prélever plus d'eau dans le Rhône ?

**Sébastien CHAZOT**  
*BRLingénierie*



	Surface km <sup>2</sup>	Module m <sup>3</sup> /s	ratio Q Août/ Q annuel	Q spécifique l/s/km <sup>2</sup>	période
Rhône à Beaucaire	96 016	<b>1 670</b>	62%	17	1962-1991
Loire à Montjean	110 188	<b>910</b>	31%	8	1962-1991
Seine au Havre	79 000	<b>560</b>	53%	7	1989-2006
Garonne à Lamagistère	32 427	<b>410</b>	33%	13	1967-1991

# DE NOUVELLES CONNAISSANCES POUR ECLAIRER DES QUESTIONS DE GESTIONNAIRES

## Commanditaires



## Comité de pilotage

AERMC + DREAL délégation de bassin

Irstea

EDF

CNR

3 Conseils Régionaux

Canton de Genève



## Bureaux d'étude



h e p i a



**Objectif de l'étude :**  
« Cerner la capacité du **fleuve Rhône** à répondre à l'ensemble des usages actuels et futurs tout en assurant les fonctionnalités des milieux aquatiques »

## UN BASSIN INTERNATIONAL



environ **96 000 km<sup>2</sup>**

dont

6 700 km<sup>2</sup> en Suisse

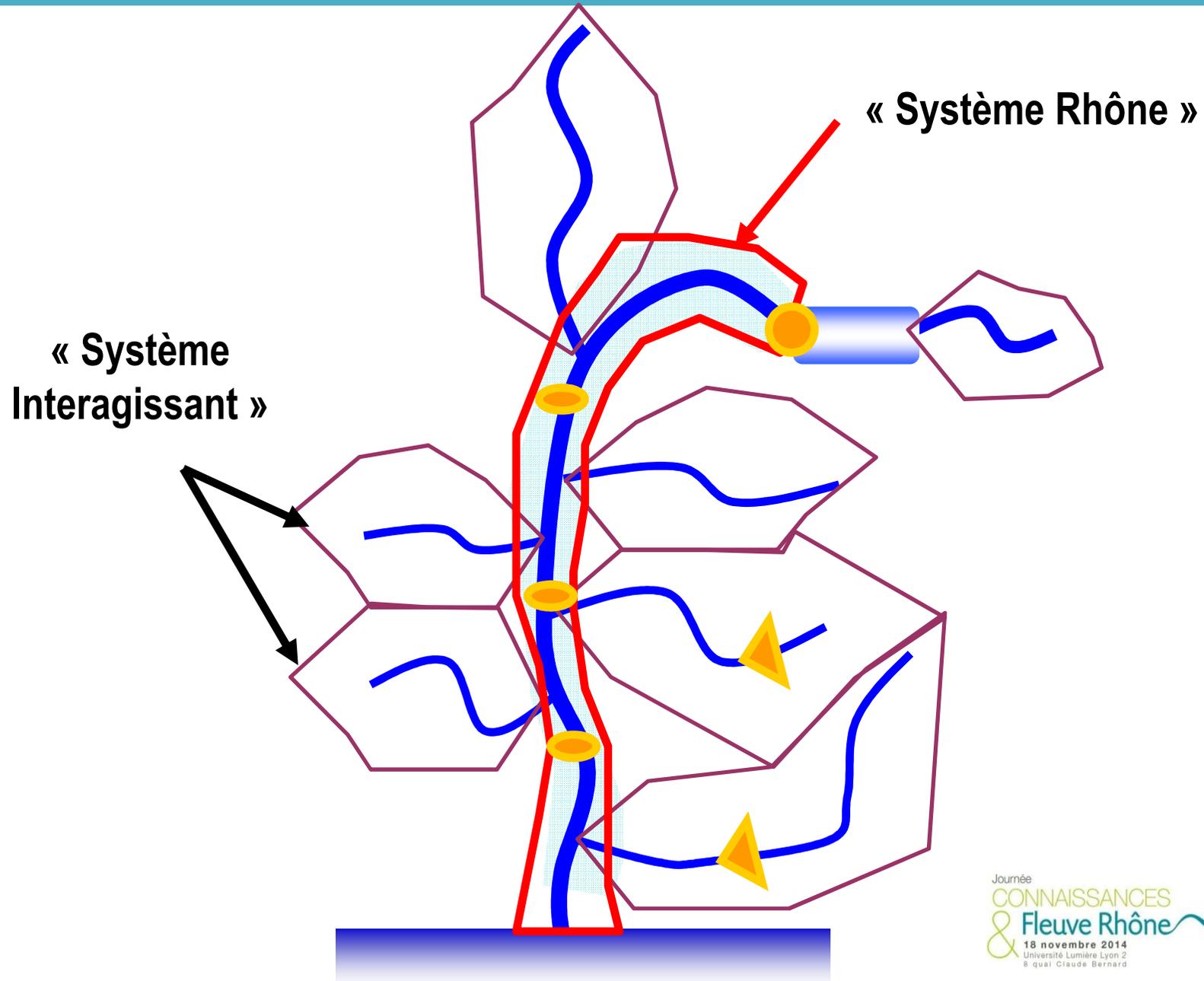
91 800 km<sup>2</sup> en France

environ **800 km**

170 km amont Léman

560 km aval Léman

# LE SYSTÈME RHÔNE et LE SYSTÈME INTERAGISSANT



**Etiages du Rhône : quand, combien, comment ?**

**Influence des prélèvements actuels sur les débits du Rhône ?**

**Quelles limites pour les milieux, l'AEP et les centrales nucléaires ?**

**Peut-on prélever plus d'eau dans le Rhône ?**

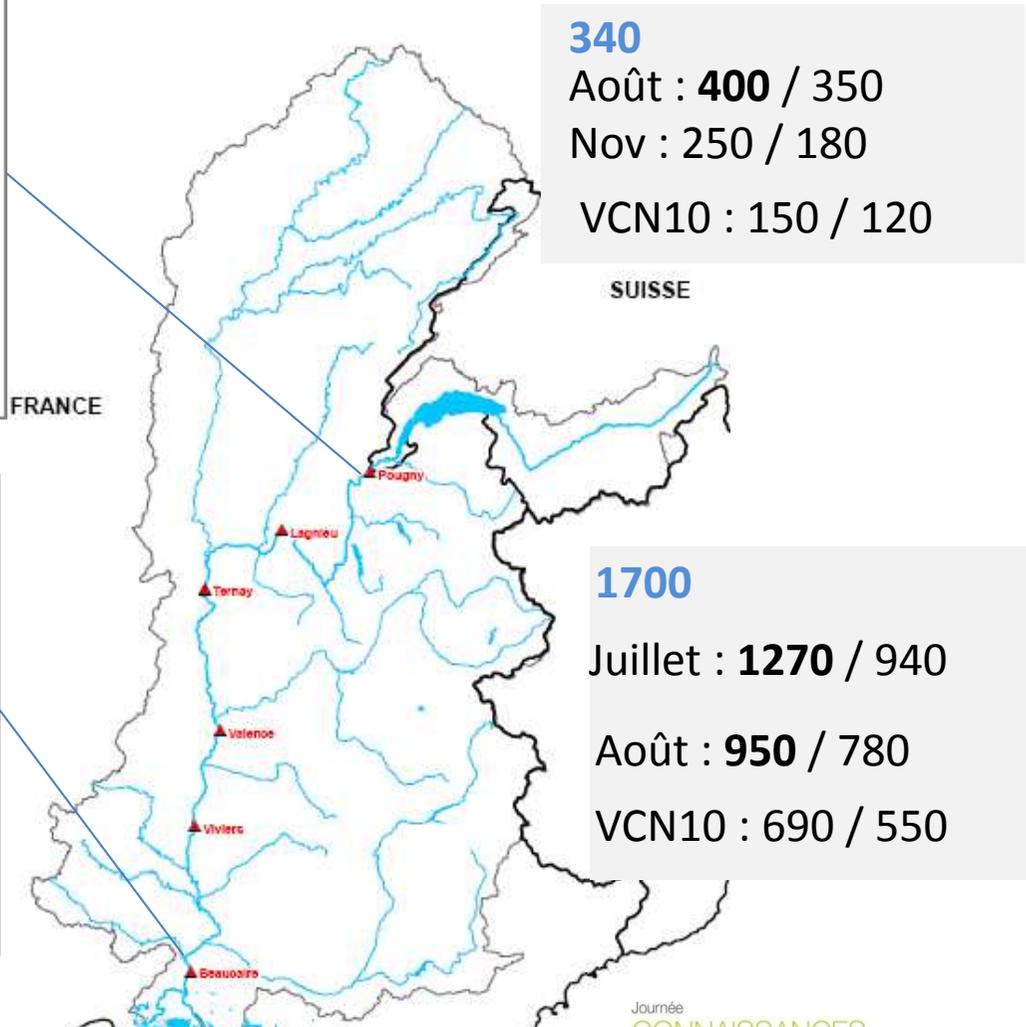
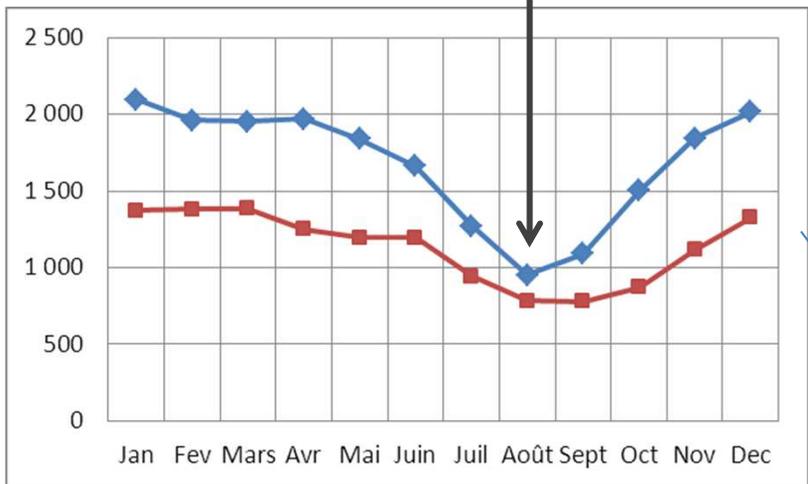
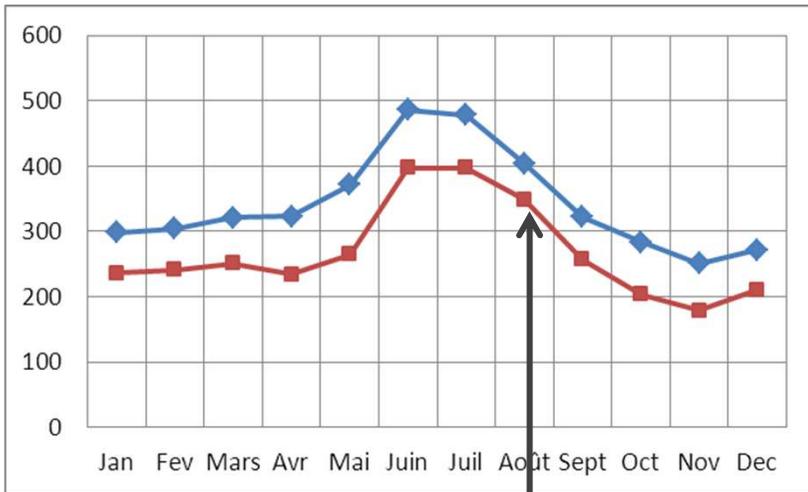
**Etiages du Rhône : quand, combien, comment ?**

**Influence des prélèvements actuels sur les débits du Rhône ?**

**Quelles limites pour les milieux, l'AEP et les centrales nucléaires ?**

**Peut-on prélever plus d'eau dans le Rhône ?**

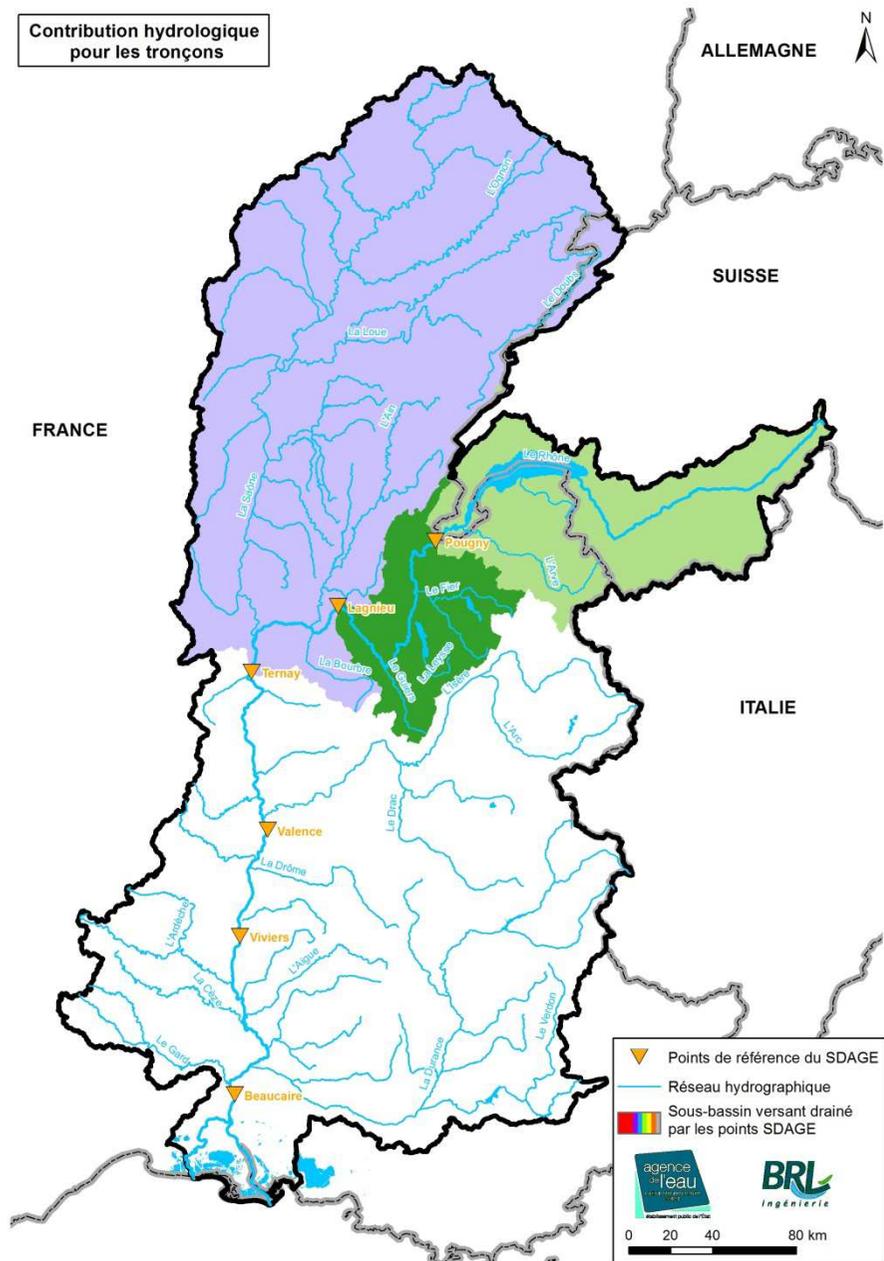
## Quelques ordres de grandeur (m<sup>3</sup>/s)



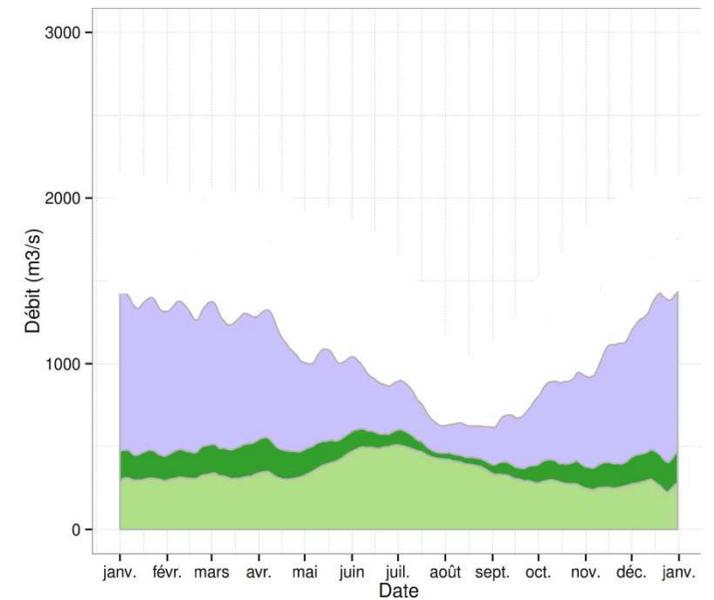




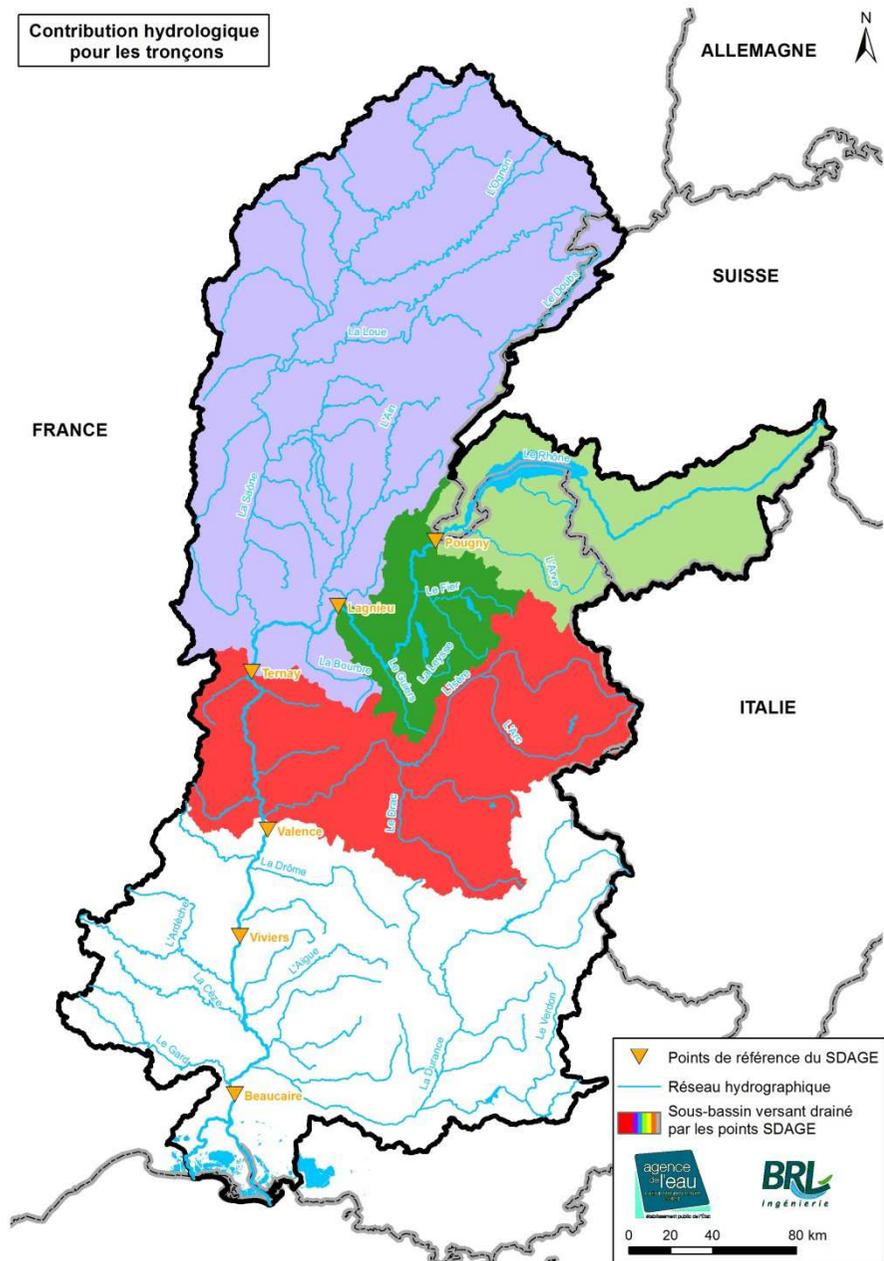
# Une forte contribution du bassin amont dans les débits estivaux



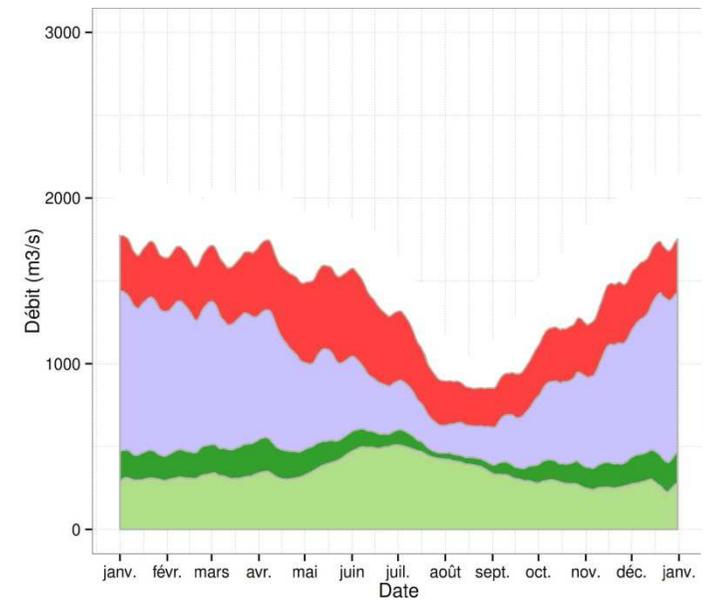
Contributions moyennes aux débits du Rhône – Débits glissants 10 jours – 1980-2011



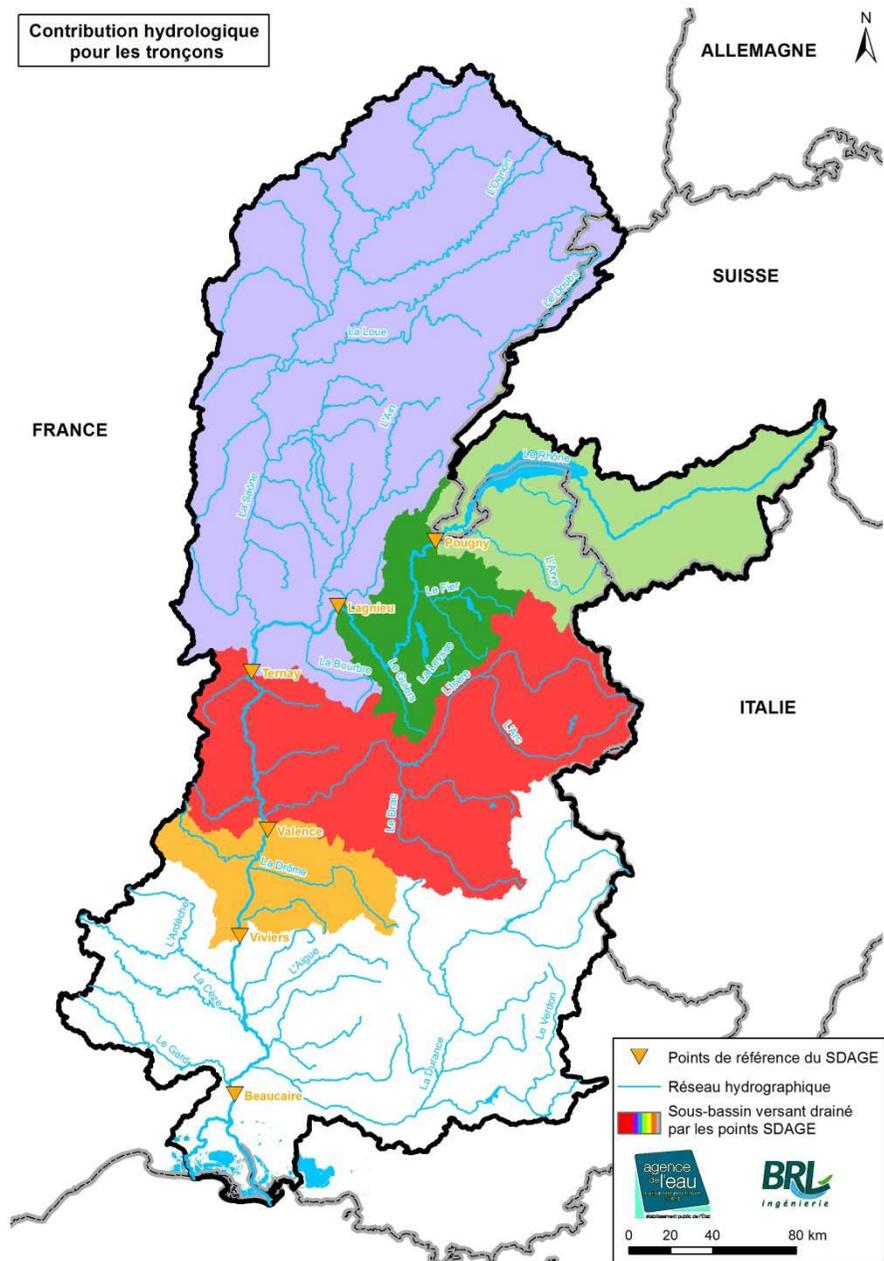
# Une forte contribution du bassin amont dans les débits estivaux



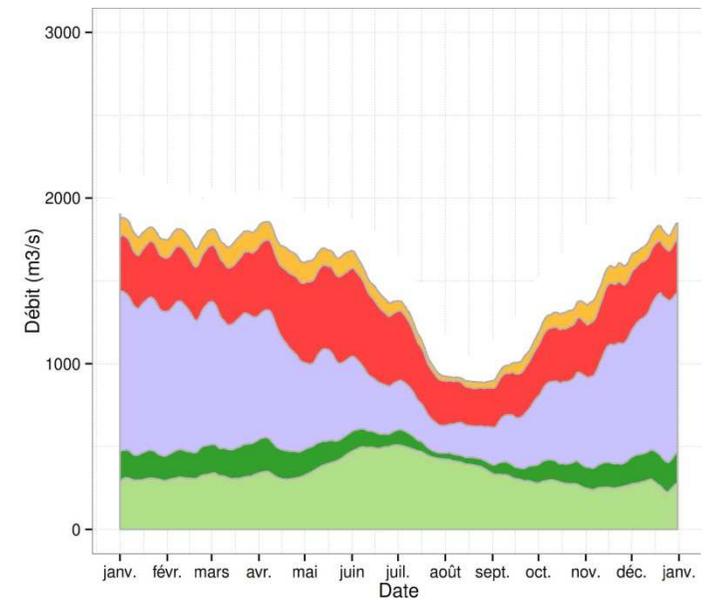
Contributions moyennes aux débits du Rhône – Débits glissants 10 jours – 1980-2011



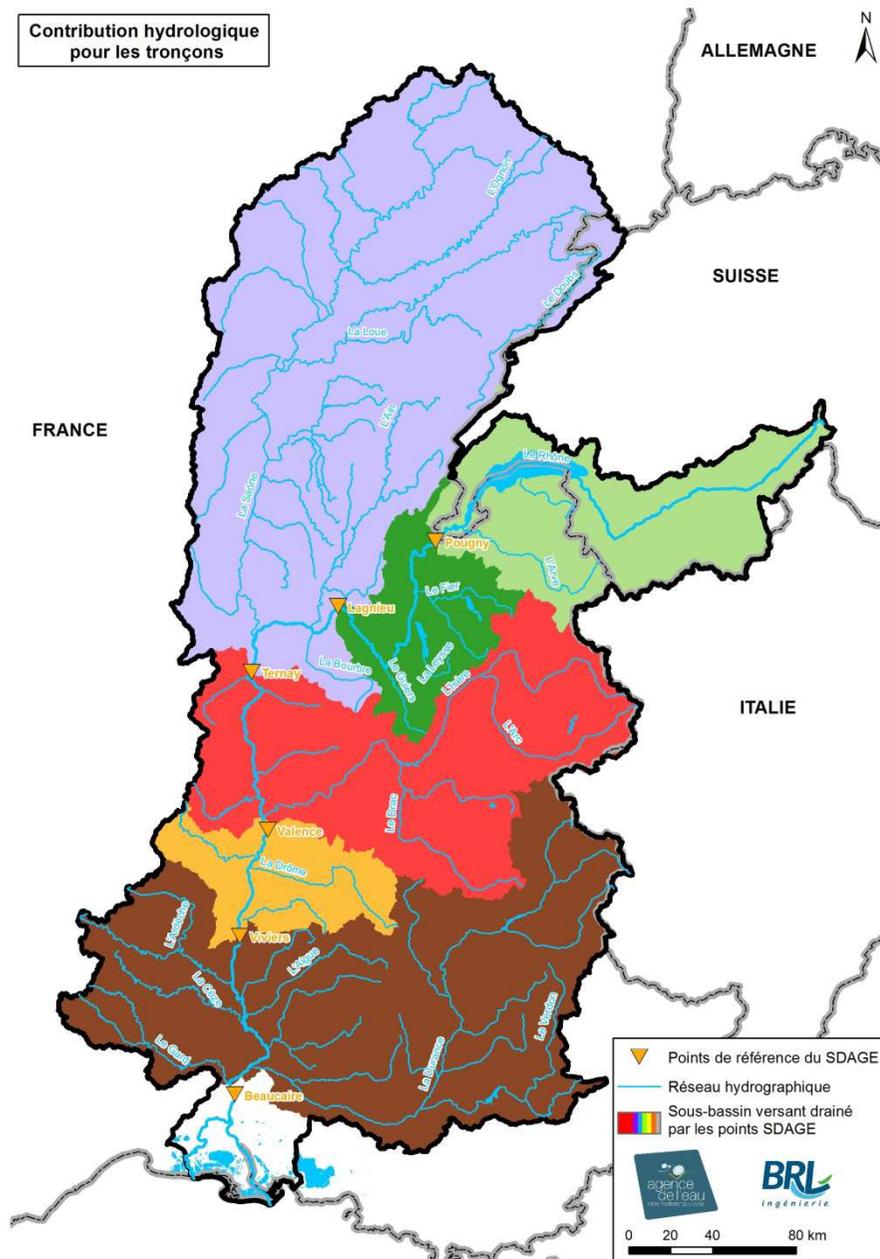
# Une forte contribution du bassin amont dans les débits estivaux



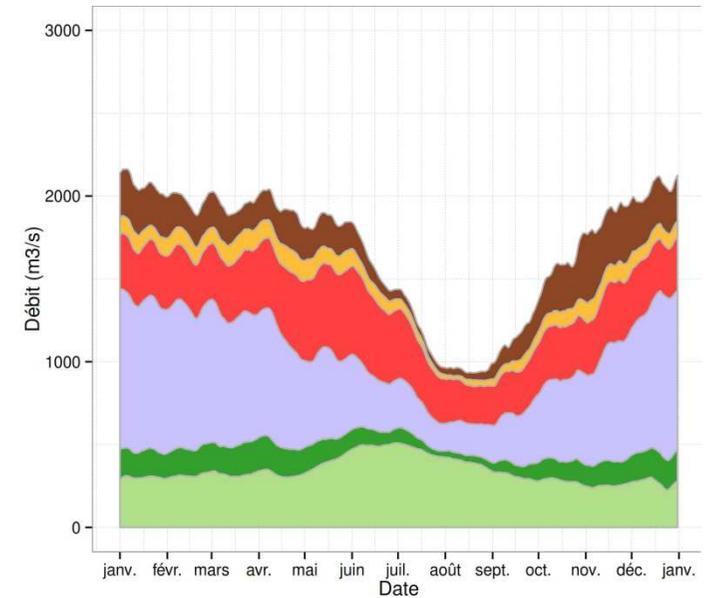
Contributions moyennes aux débits du Rhône –  
Débits glissants 10 jours – 1980-2011



# Une forte contribution du bassin amont dans les débits estivaux

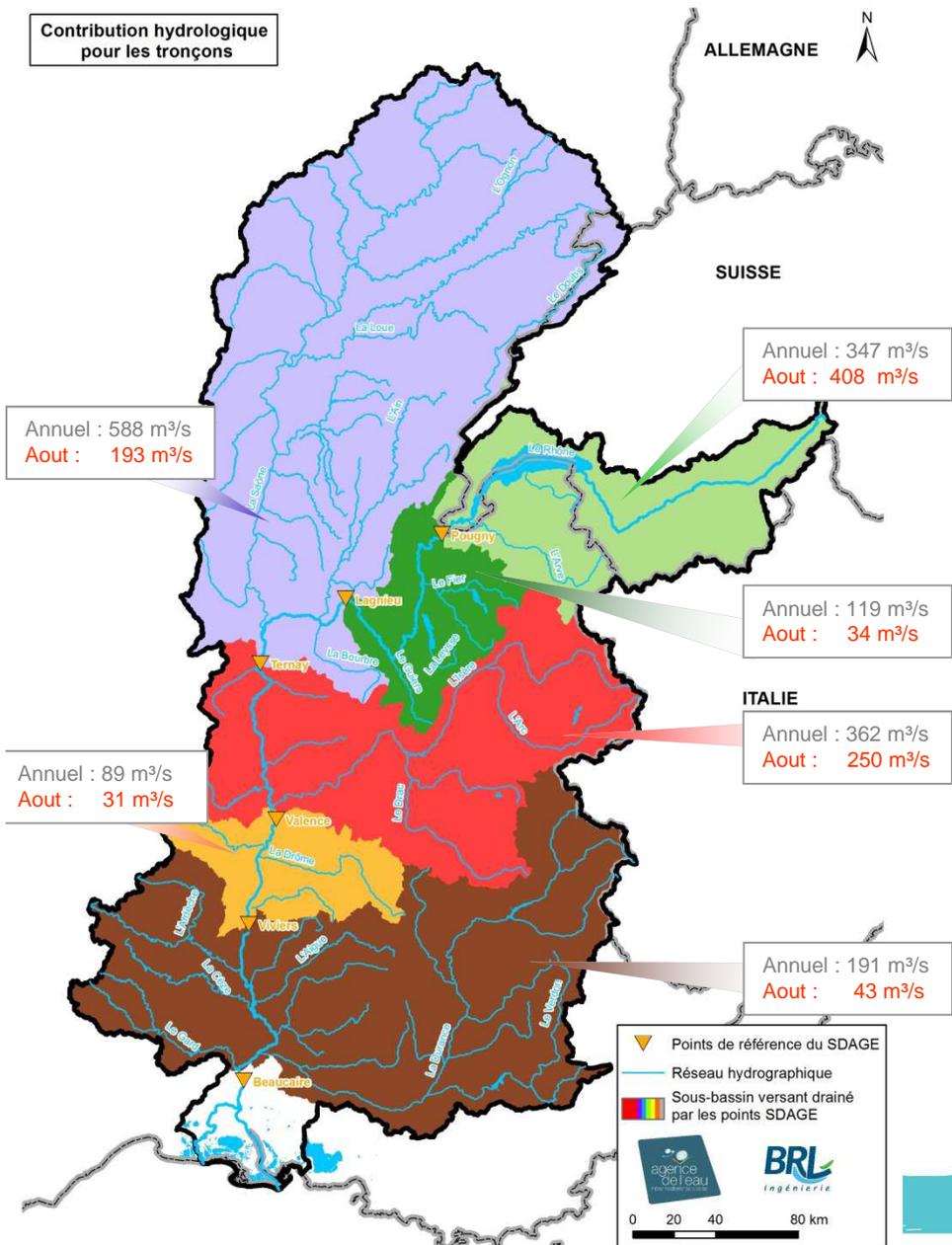


Contributions moyennes aux débits du Rhône –  
Débits glissants 10 jours – 1980-2011

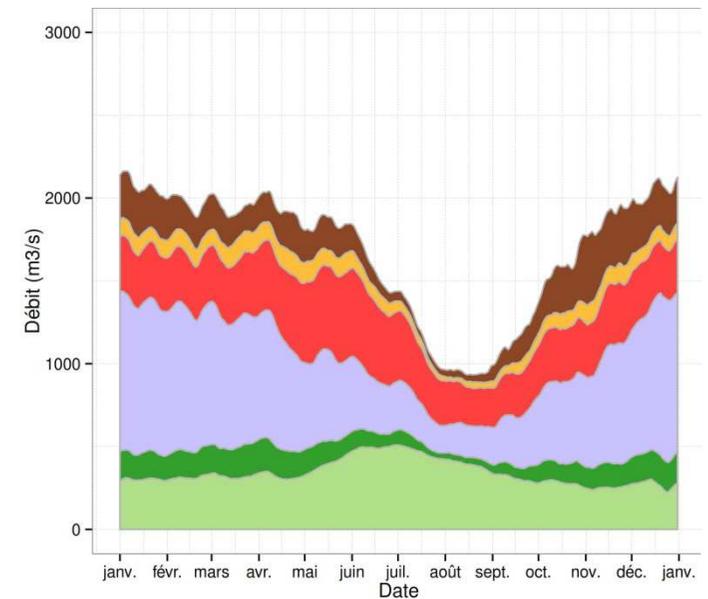


# Une forte contribution du bassin amont dans les débits estivaux

Contribution hydrologique pour les tronçons



Contributions moyennes aux débits du Rhône – Débits glissants 10 jours – 1980-2011

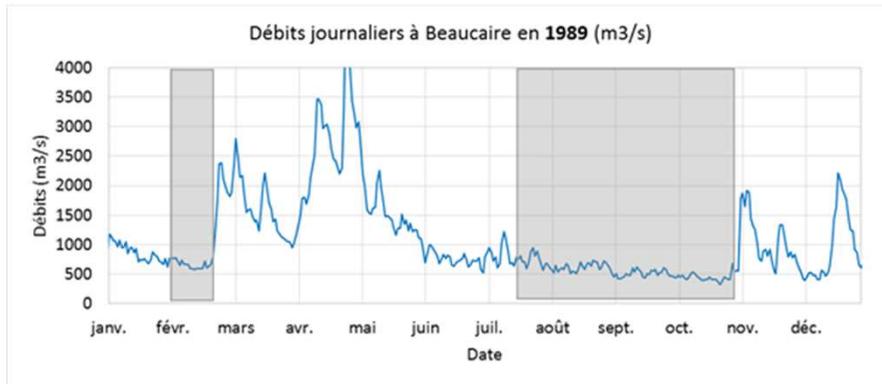


## Des épisodes de basses eaux très variables

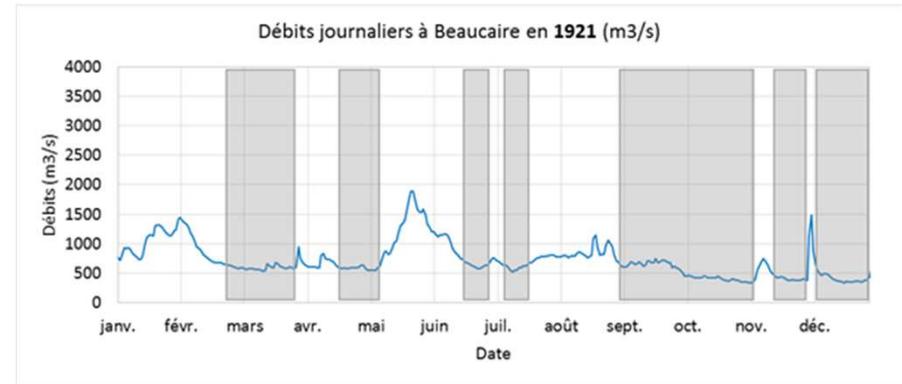
**14 années plus sèches  
avec des épisodes de  
basses eaux plus ou moins  
longs et n'affectant pas  
forcément tout le bassin.**

<b>14 épisodes de basses eaux identifiés et étudiés</b>
1921
1947
1949
1962
1964
1972
1976
1978
1985
1989
2003
2005
2009
2011

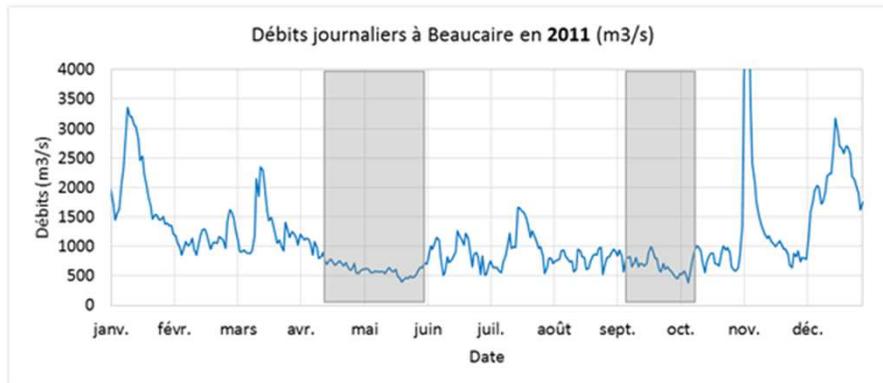
# Des épisodes de basses eaux en toutes saisons mais majoritairement en automne



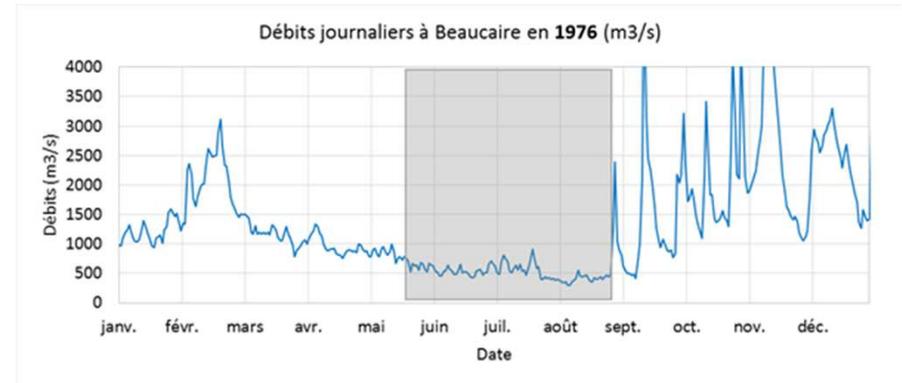
Automne 1989



Hiver 1921 + autres saisons



Printemps 2011



Été 1976

**Etiages du Rhône : quand, combien, comment ?**

**Influence des prélèvements actuels sur les débits du Rhône ?**

**Quelles limites pour les milieux, l'AEP et les centrales nucléaires ?**

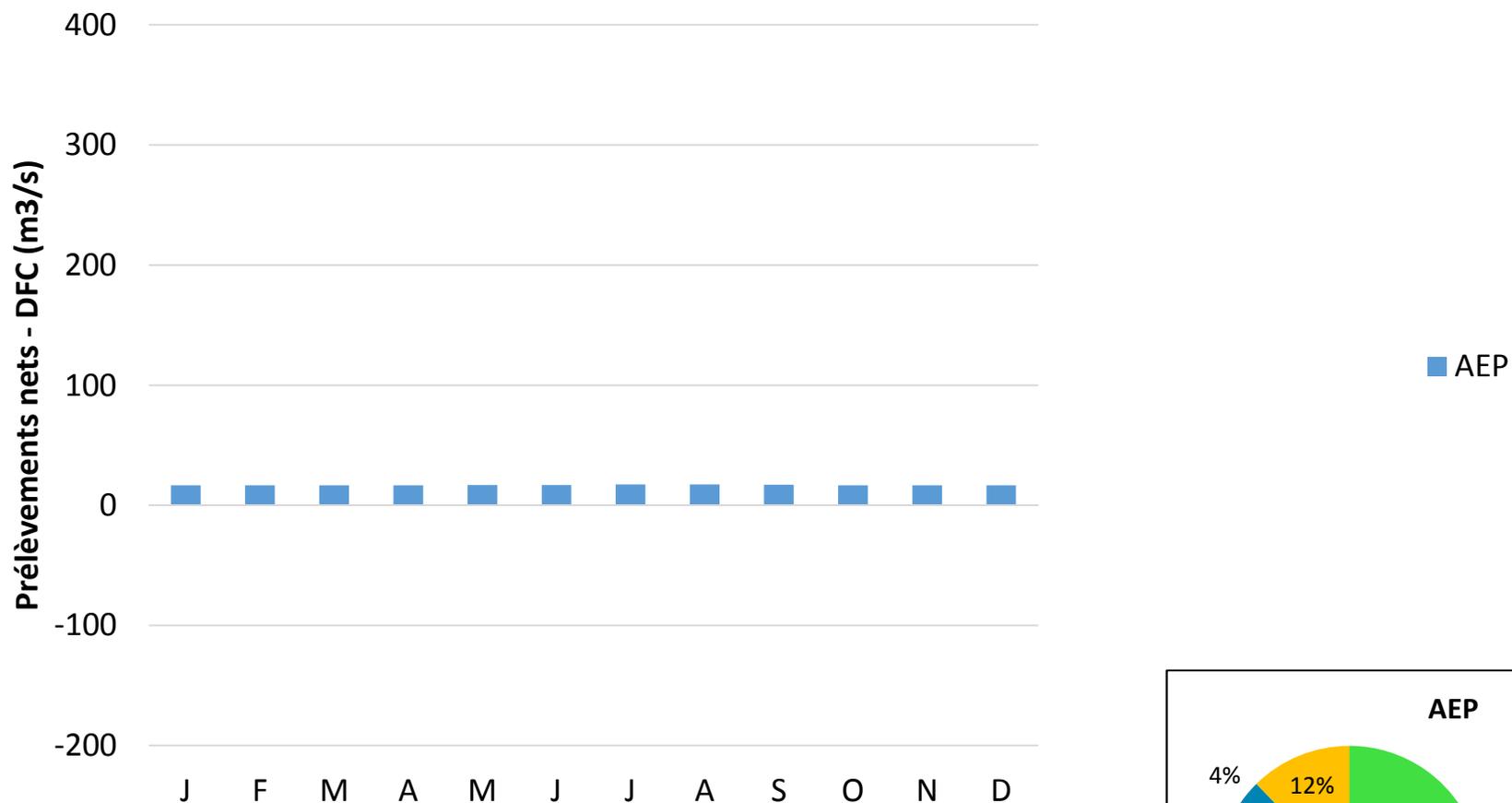
**Peut-on prélever plus d'eau dans le Rhône ?**

## Comment qualifier l'influence des usages ? : Notion d' « empreinte »

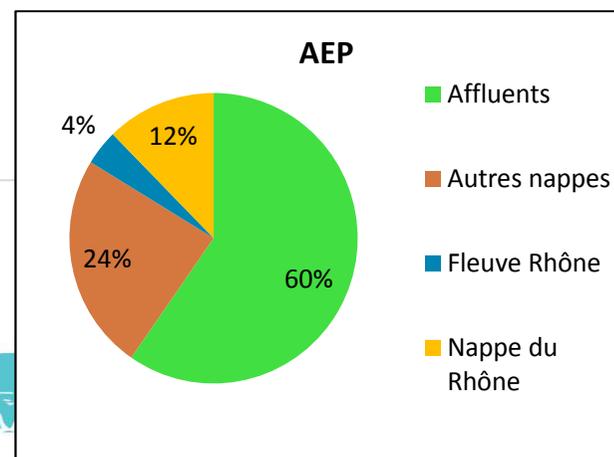


## Prélèvements nets des différents usages

Bilan des usages mensuels (prélèvements nets et influences hydroélectriques) sur la partie française du bassin du Rhône en conditions actuelles

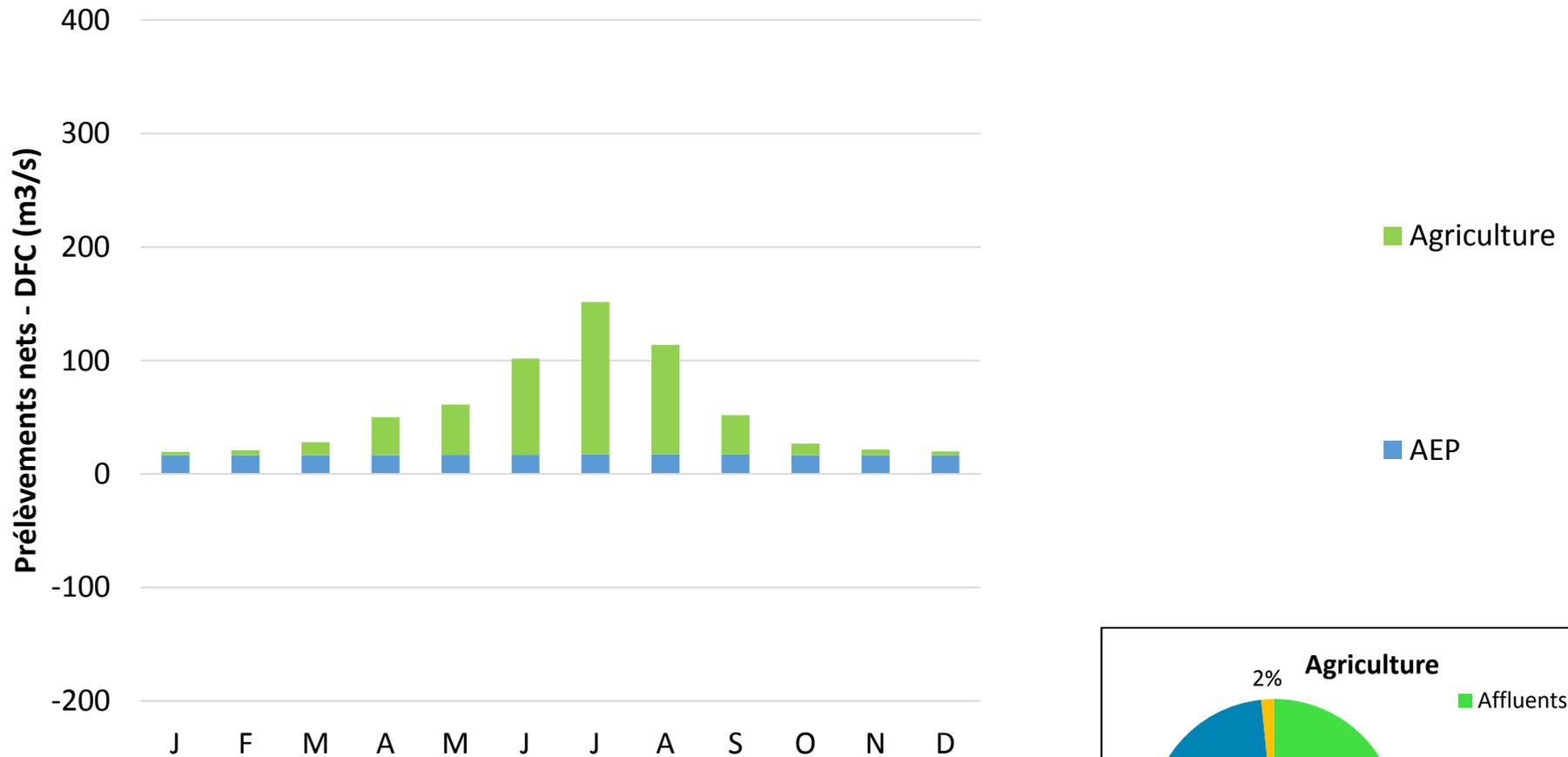


10,5 millions de personnes – 17 m<sup>3</sup>/s

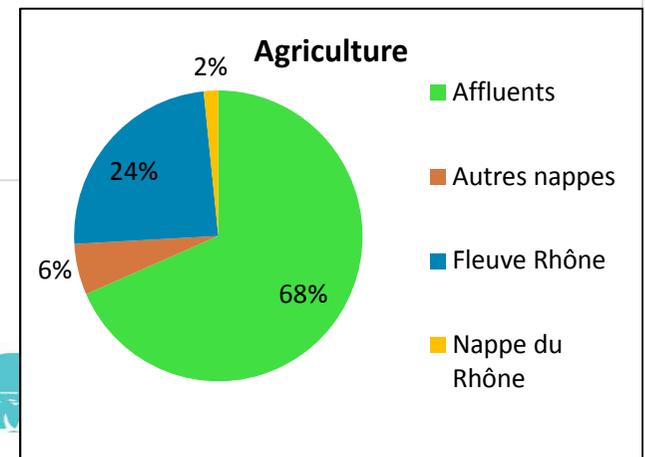


## Prélèvements nets des différents usages

Bilan des usages mensuels (prélèvements nets et influences hydroélectriques) sur la partie française du bassin du Rhône en conditions actuelles

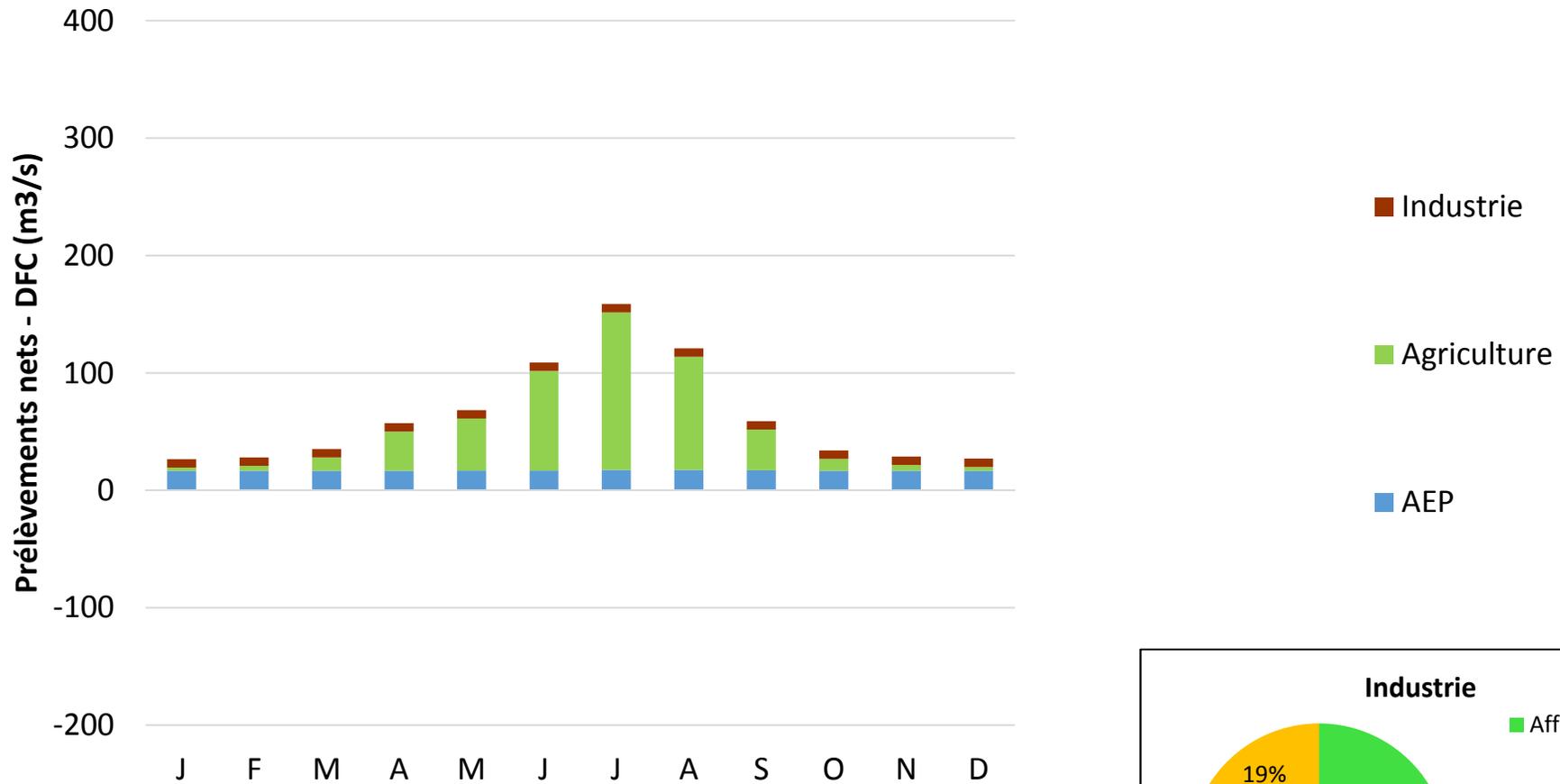


221.000 ha irrigués (vergers, maïs, ...) – 135 à 155 m<sup>3</sup>/s

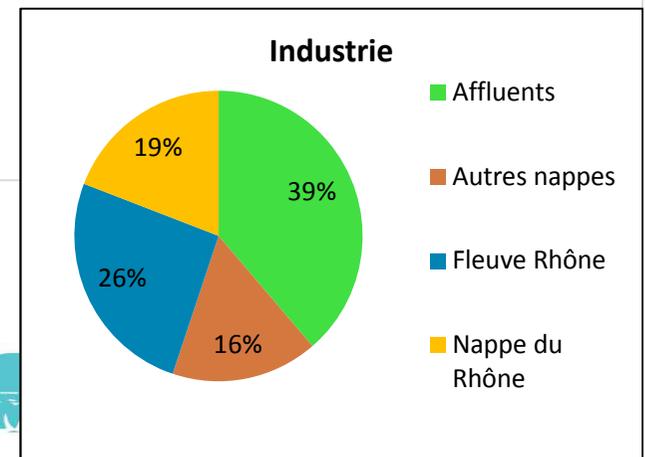


# Prélèvements nets des différents usages

## Bilan des usages mensuels (prélèvements nets et influences hydroélectriques) sur la partie française du bassin du Rhône en conditions actuelles

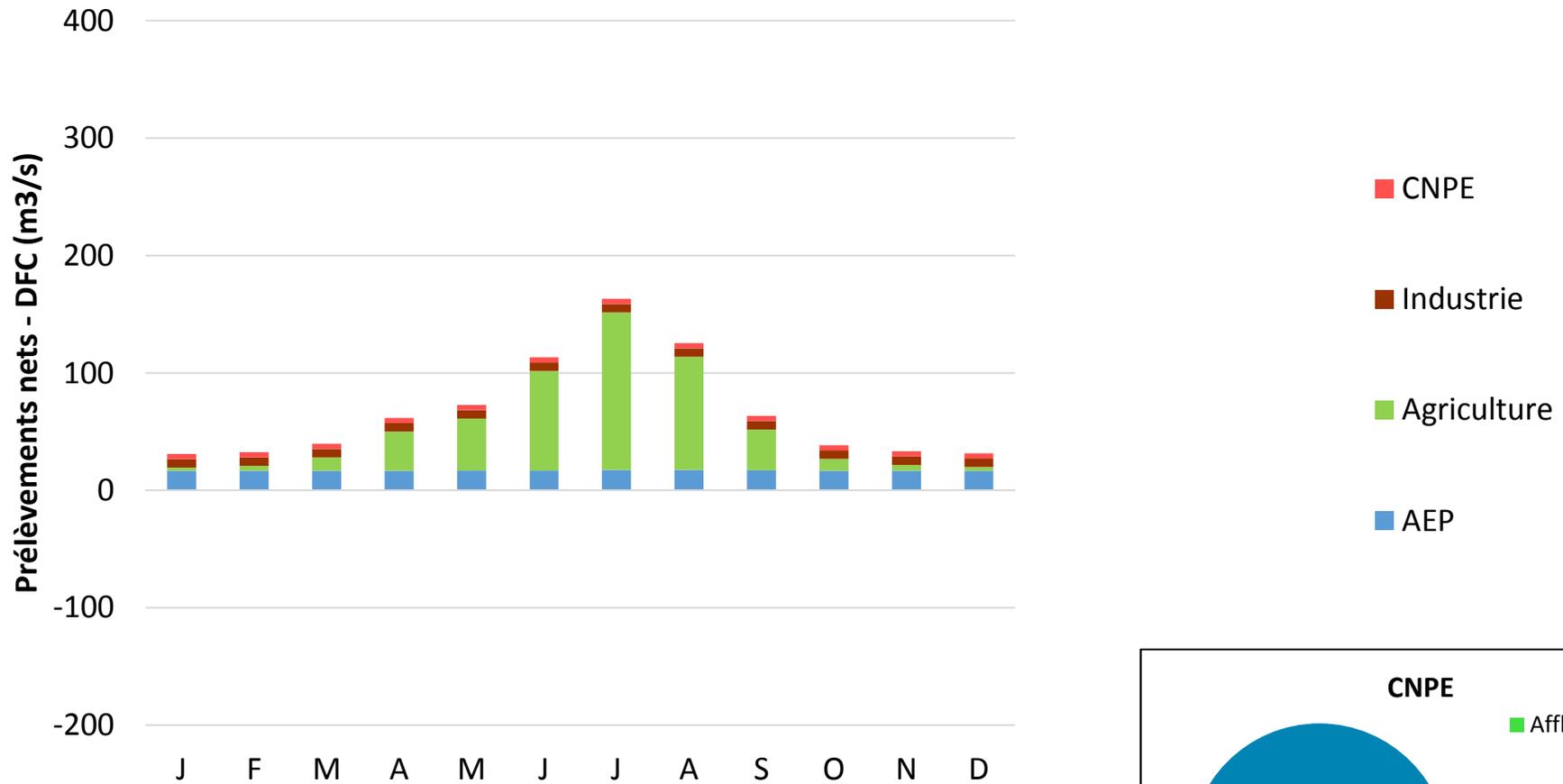


7 m³/s

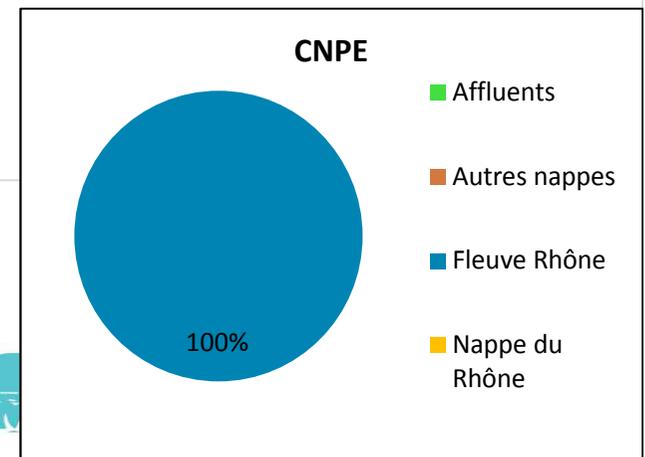


## Prélèvements nets des différents usages

Bilan des usages mensuels (prélèvements nets et influences hydroélectriques) sur la partie française du bassin du Rhône en conditions actuelles

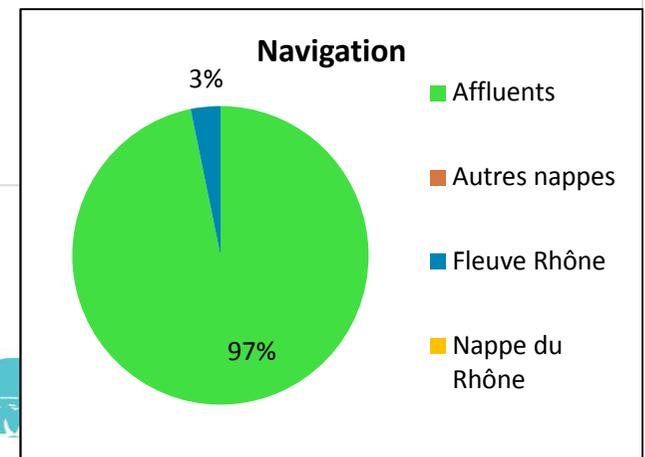
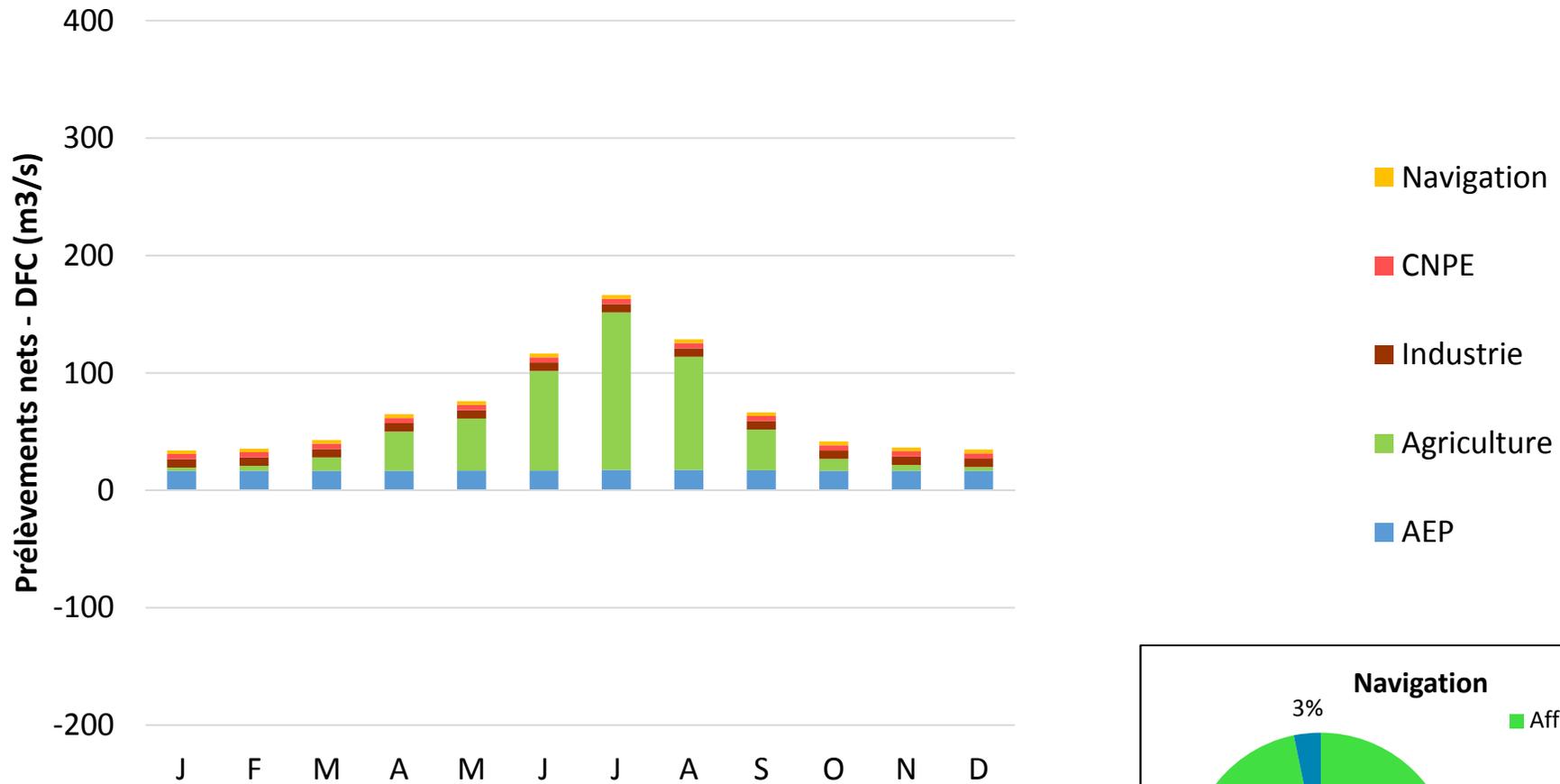


4 CNPE – P brut élevé – P net faible - 4,5 m³/s



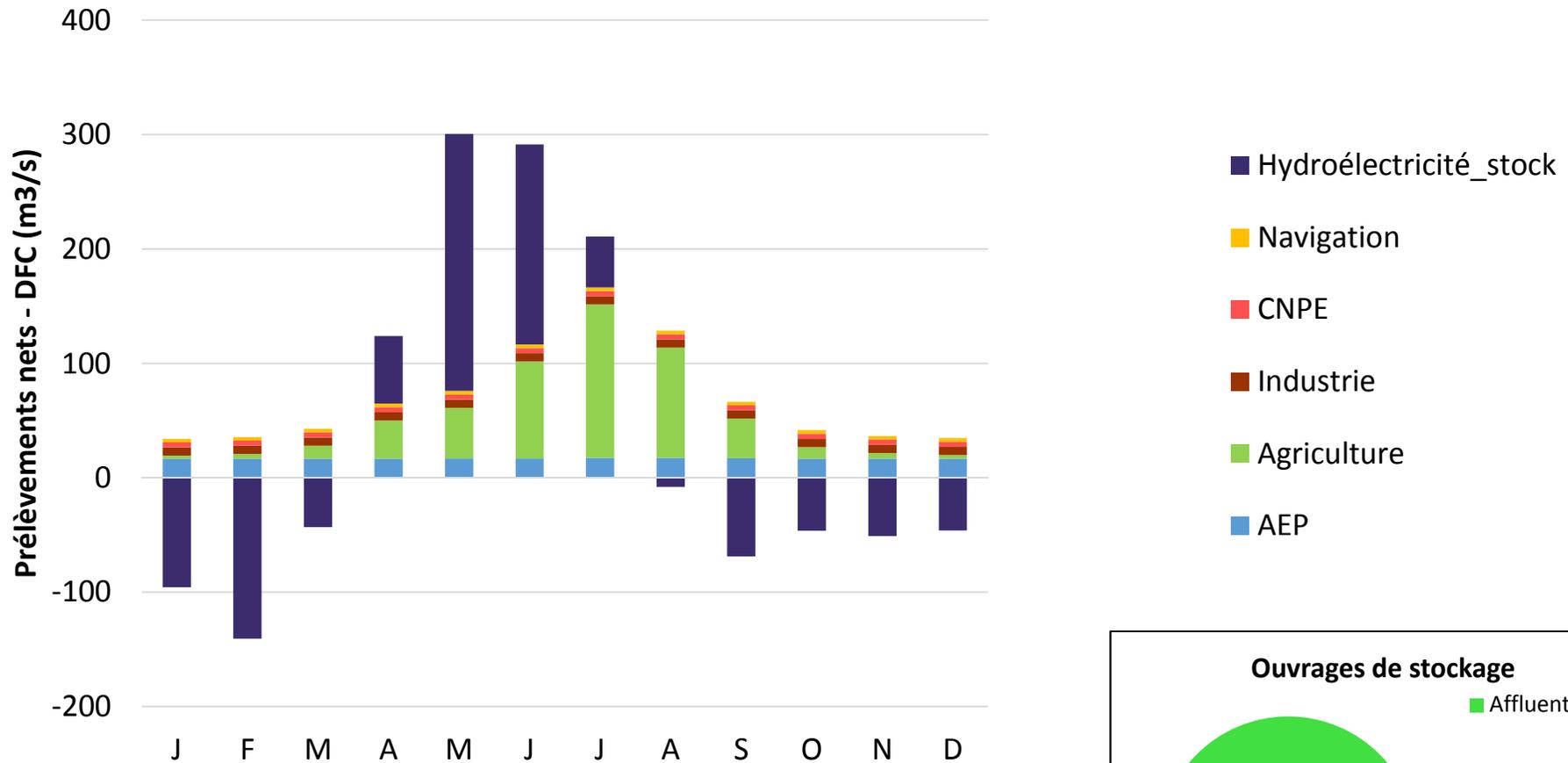
# Prélèvements nets des différents usages

Bilan des usages mensuels (prélèvements nets et influences hydroélectriques) sur la partie française du bassin du Rhône en conditions actuelles

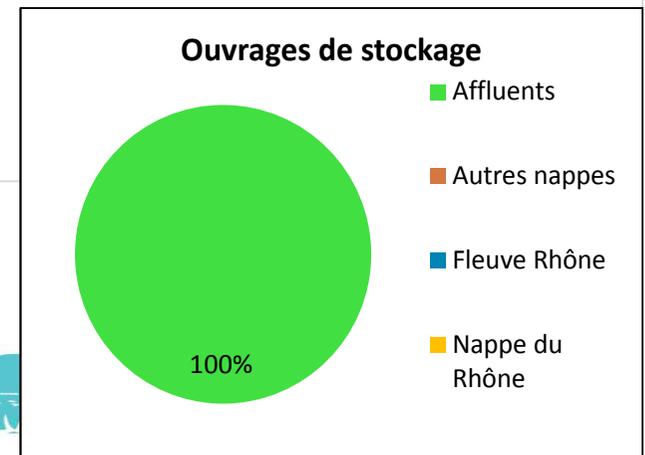


## Prélèvements nets des différents usages

Bilan des usages mensuels (prélèvements nets et influences hydroélectriques) sur la partie française du bassin du Rhône en conditions actuelles

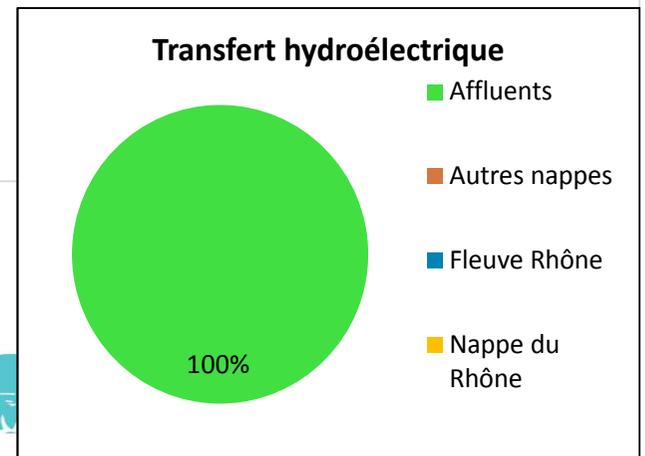
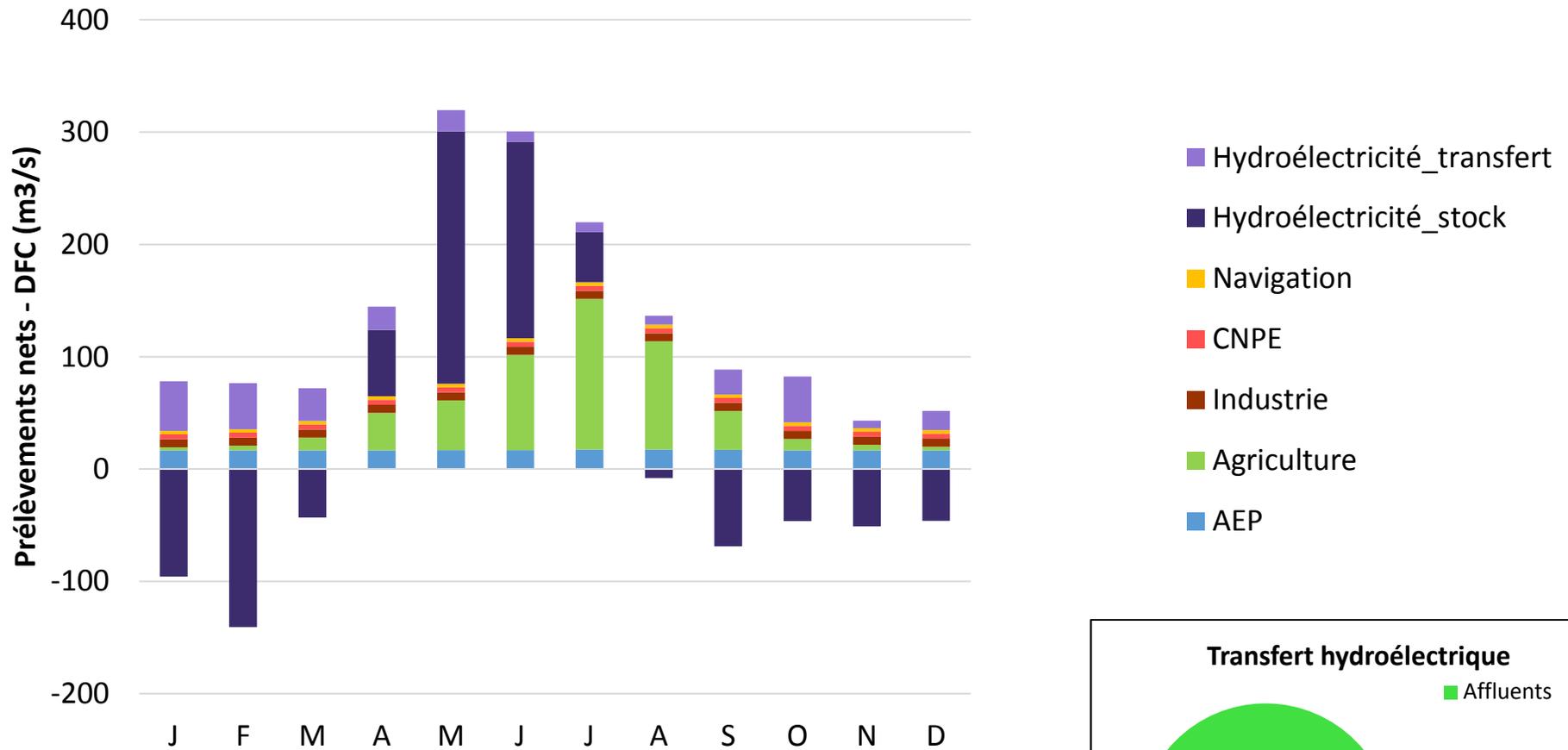


V utile : 4,4 milliards (dont 1,1 en Suisse) – 220 m³/s en mai



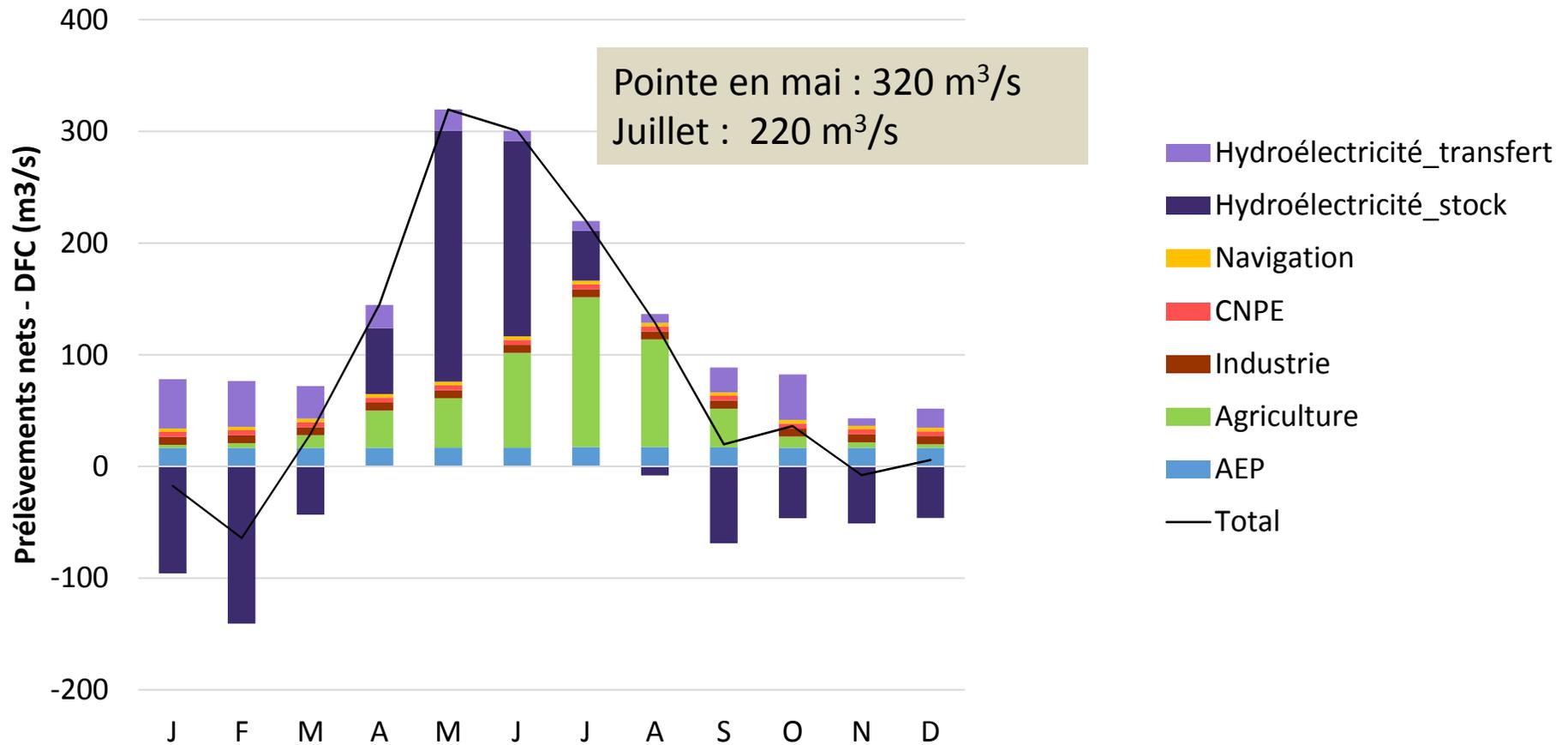
# Prélèvements nets des différents usages

Bilan des usages mensuels (prélèvements nets et influences hydroélectriques) sur la partie française du bassin du Rhône en conditions actuelles



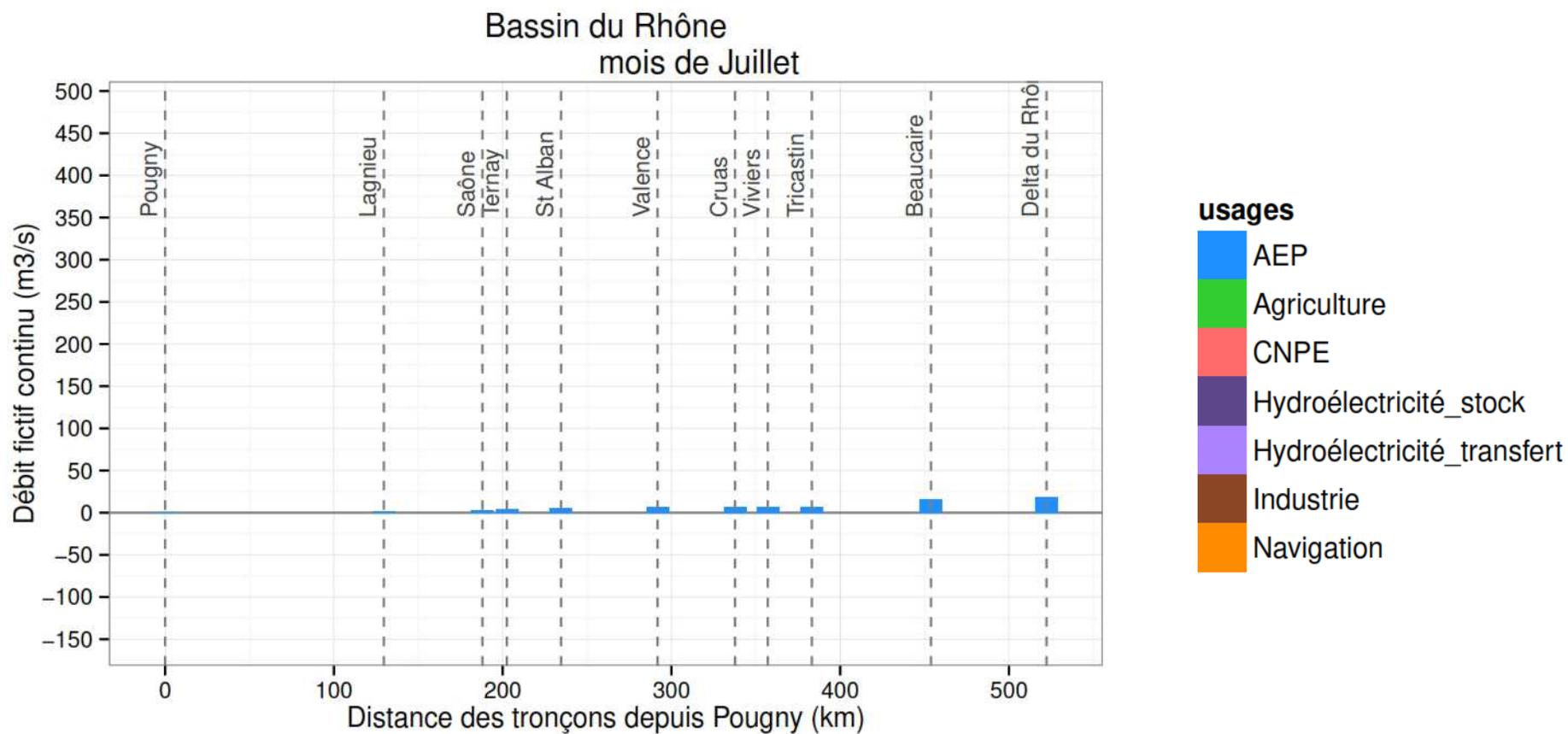
## Prélèvements nets des différents usages

Bilan des usages mensuels (prélèvements nets et influences hydroélectriques) sur la partie française du bassin du Rhône en conditions actuelles

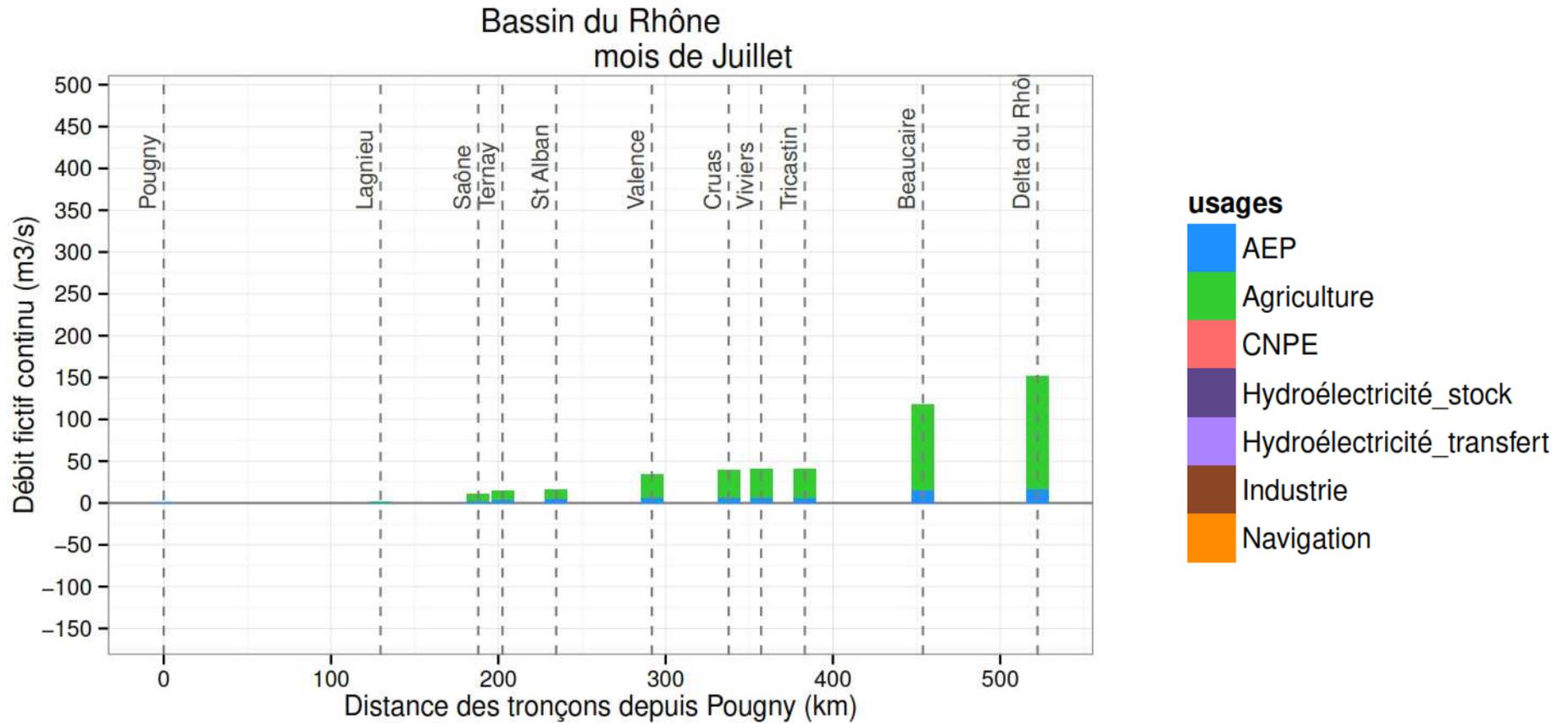


Principalement Durance : 10 (J,Jt,A) à 25 – 50 m<sup>3</sup>/s

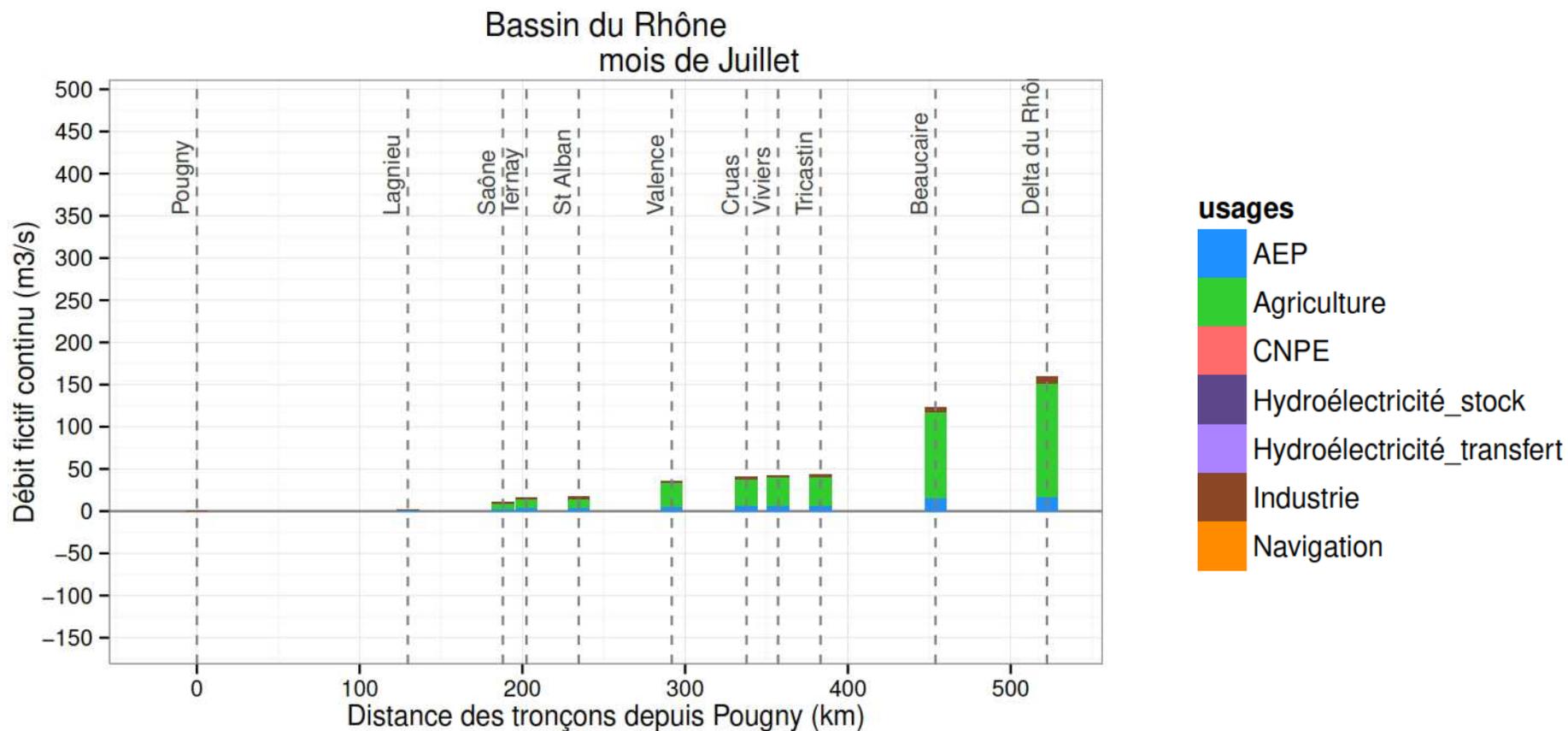
## Les gros prélèvements se situent à l'aval



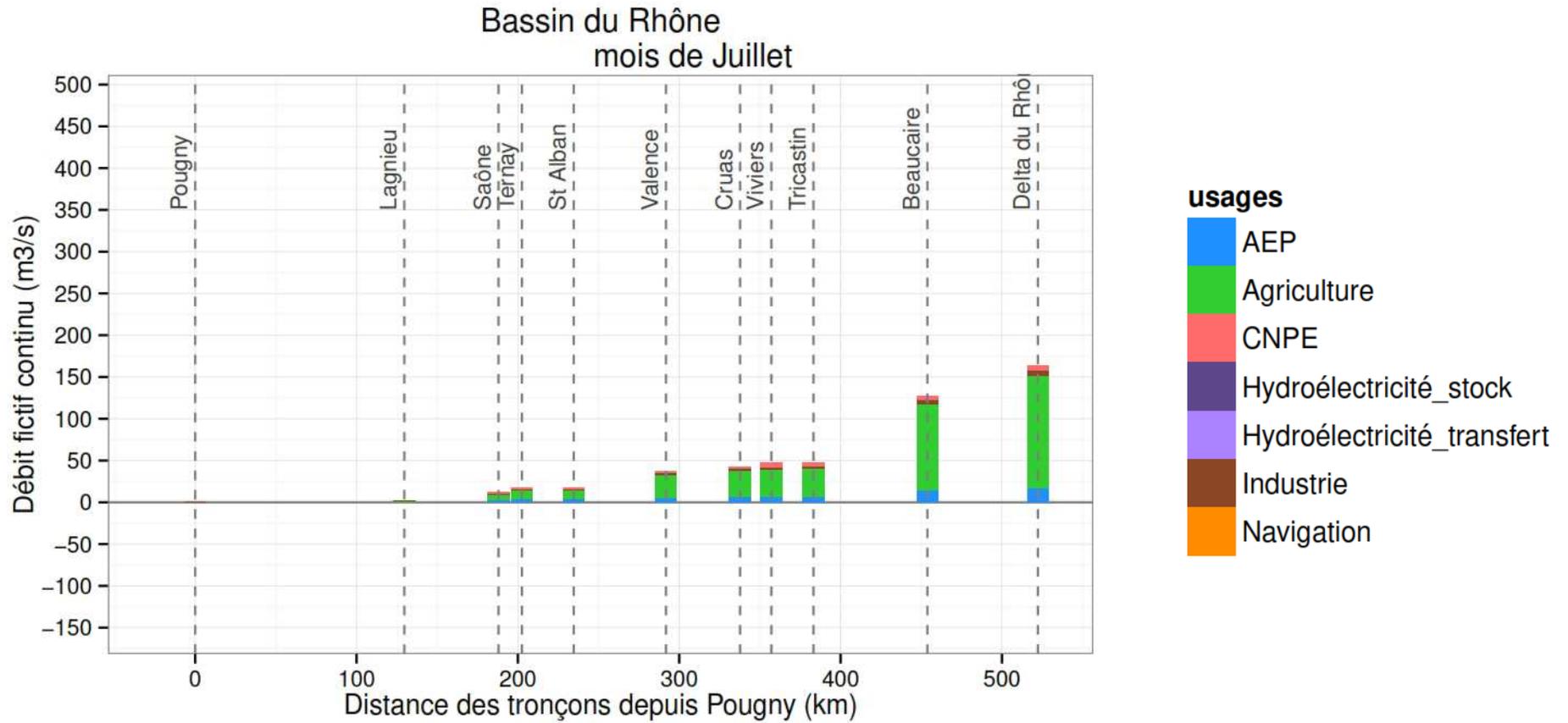
# Les gros prélèvements se situent à l'aval



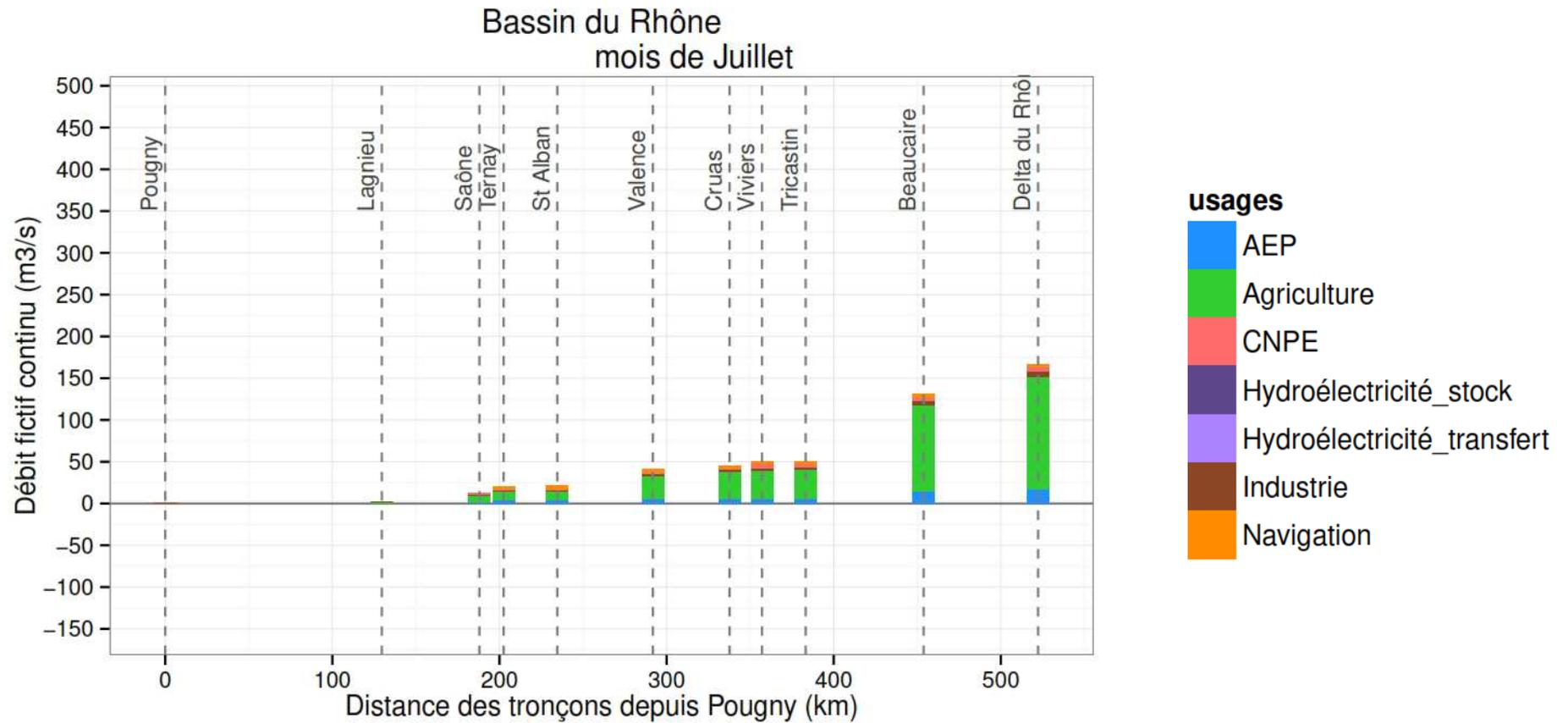
## Les gros prélèvements se situent à l'aval



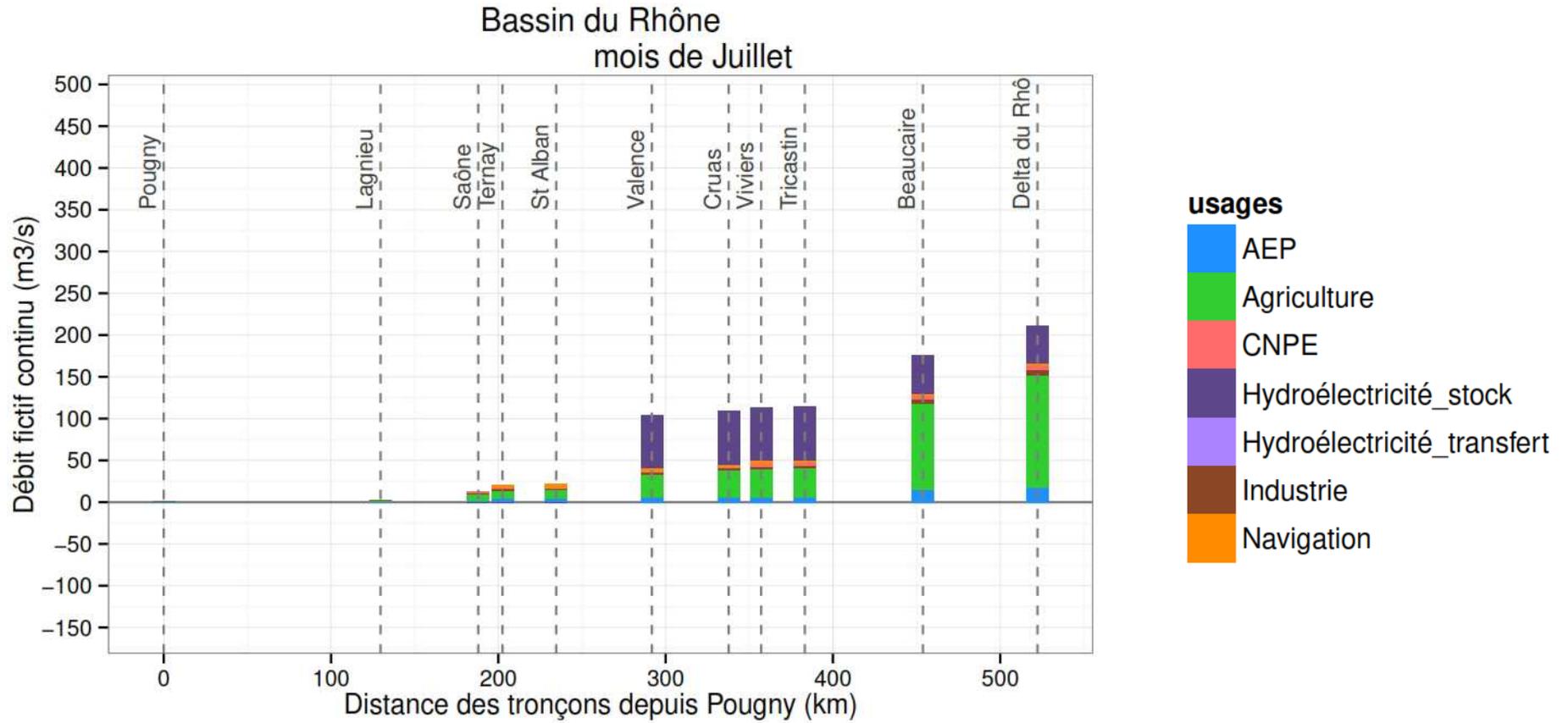
# Les gros prélèvements se situent à l'aval



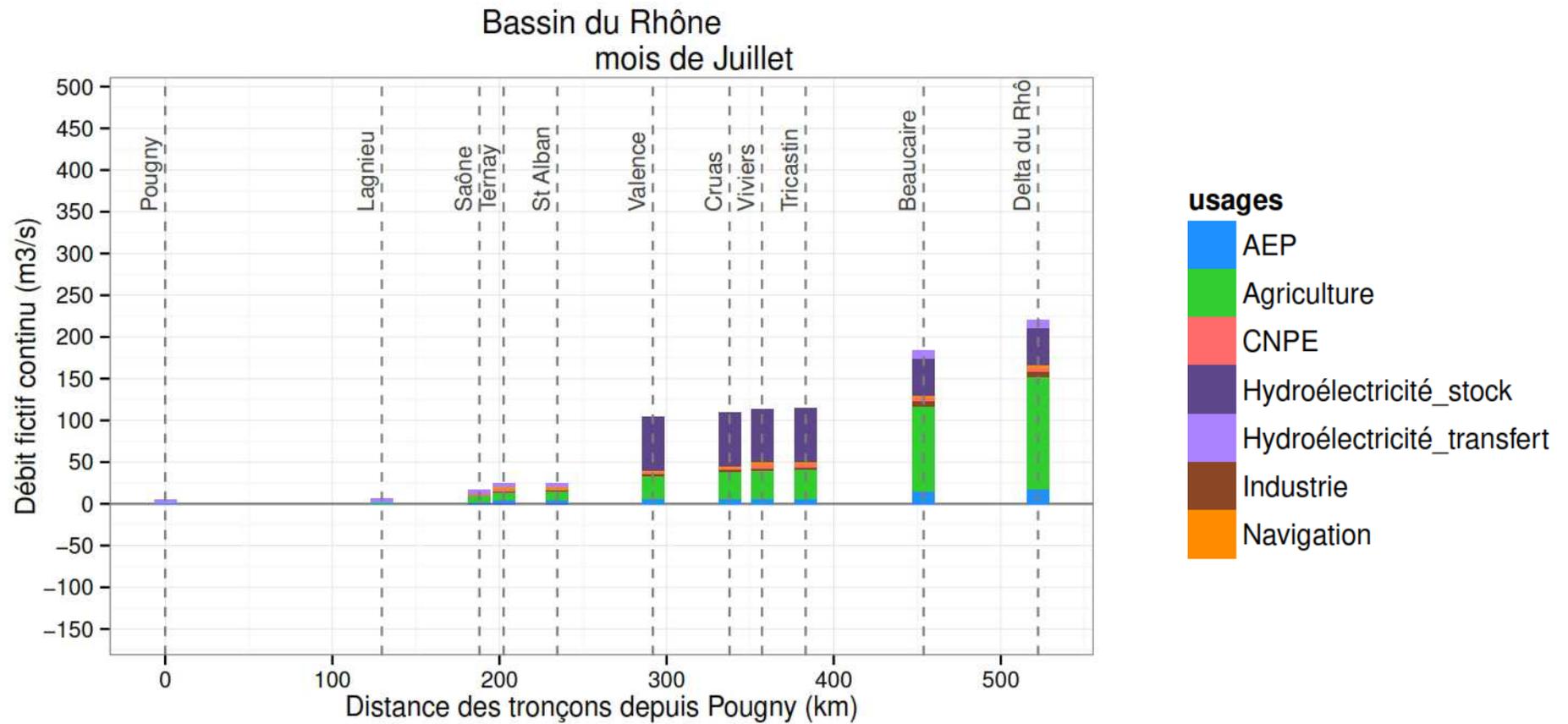
# Les gros prélèvements se situent à l'aval



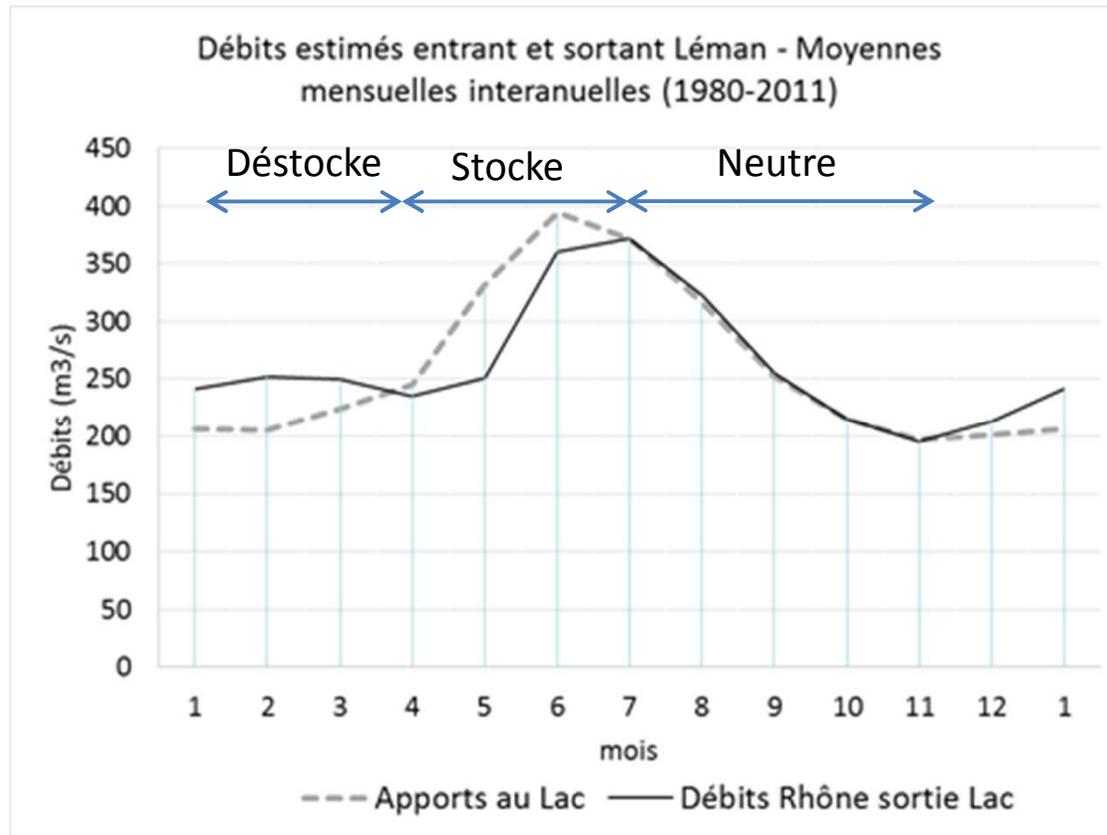
# Les gros prélèvements se situent à l'aval



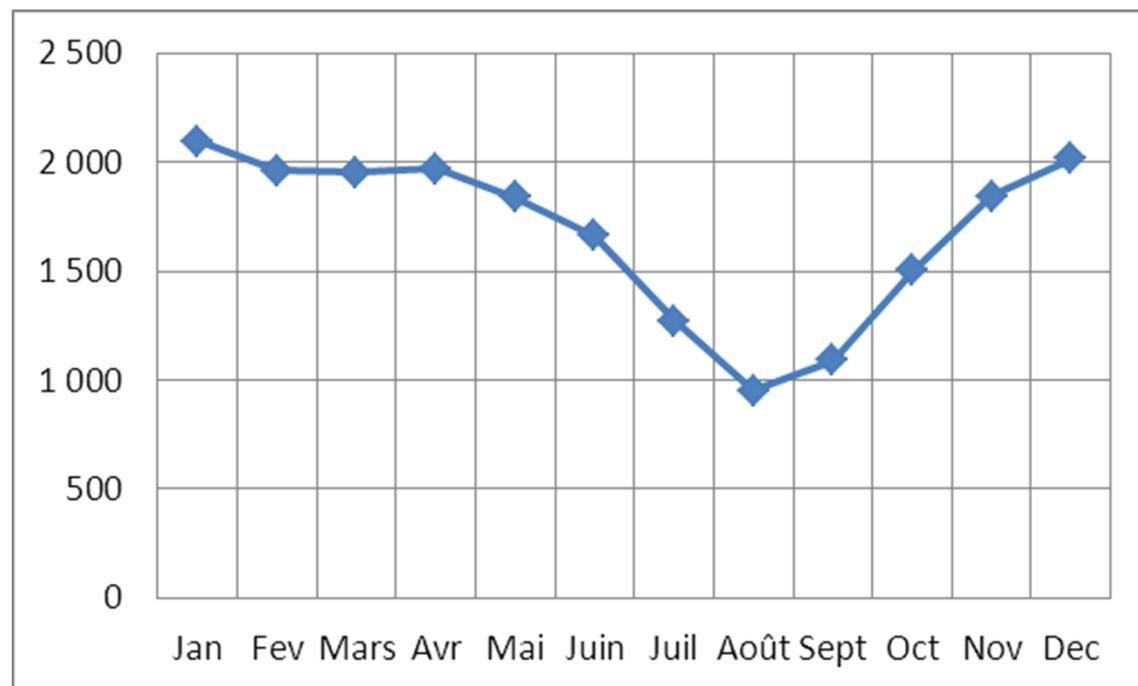
# Les gros prélèvements se situent à l'aval



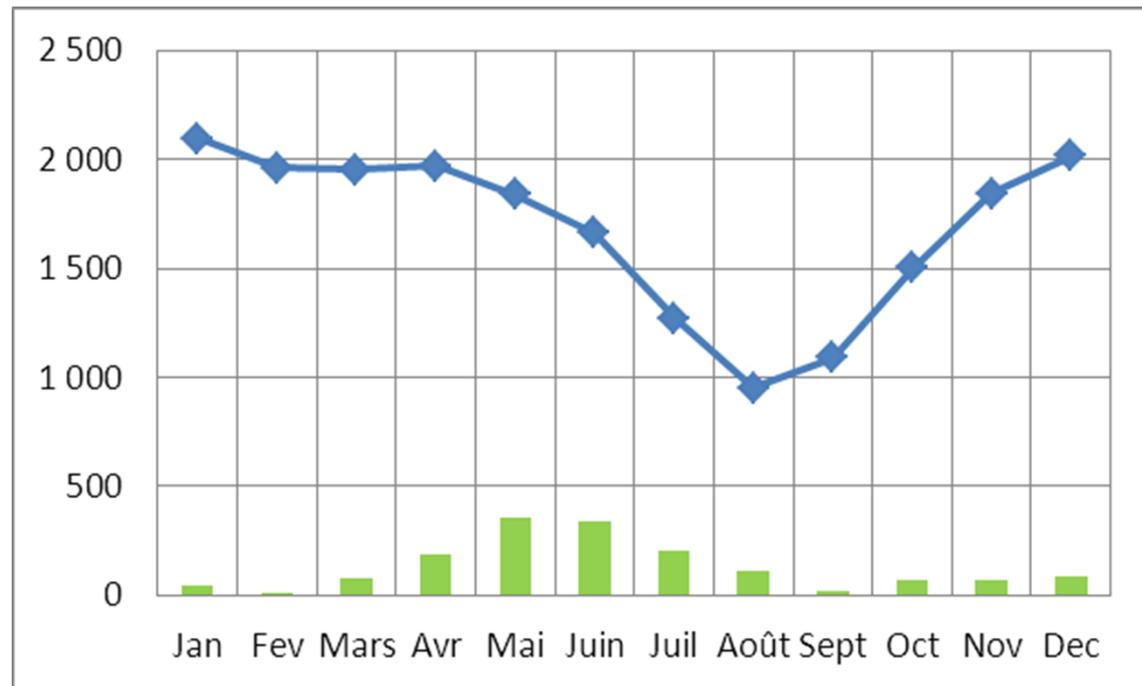
# ZOOM LAC LEMAN



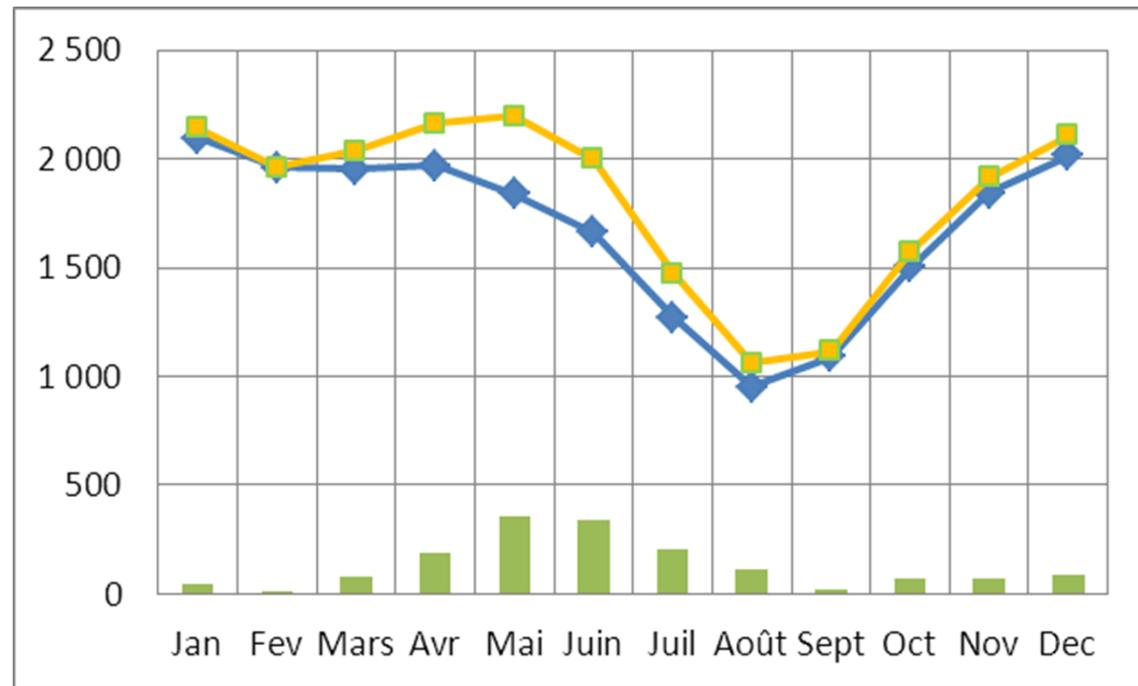
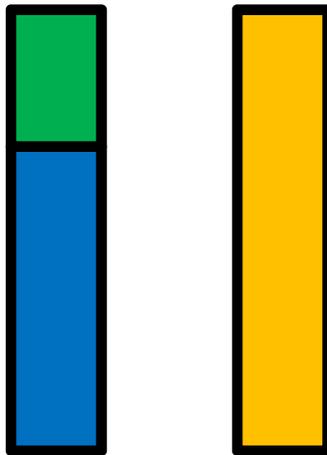
# RECONSTITUTION DES DEBITS DESINFLUENCES



# RECONSTITUTION DES DEBITS DESINFLUENCES



# RECONSTITUTION DES DEBITS DESINFLUENCES



# EMPREINTE ...



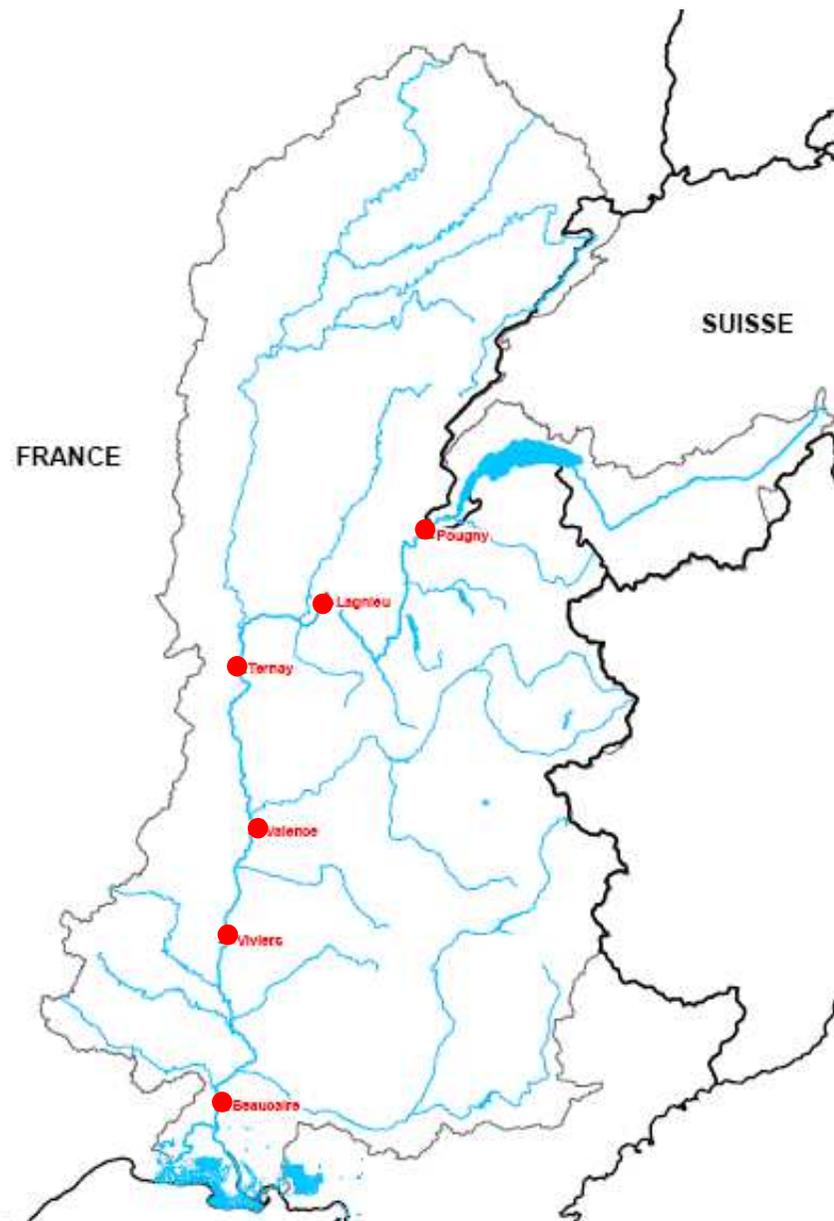
Empreinte =



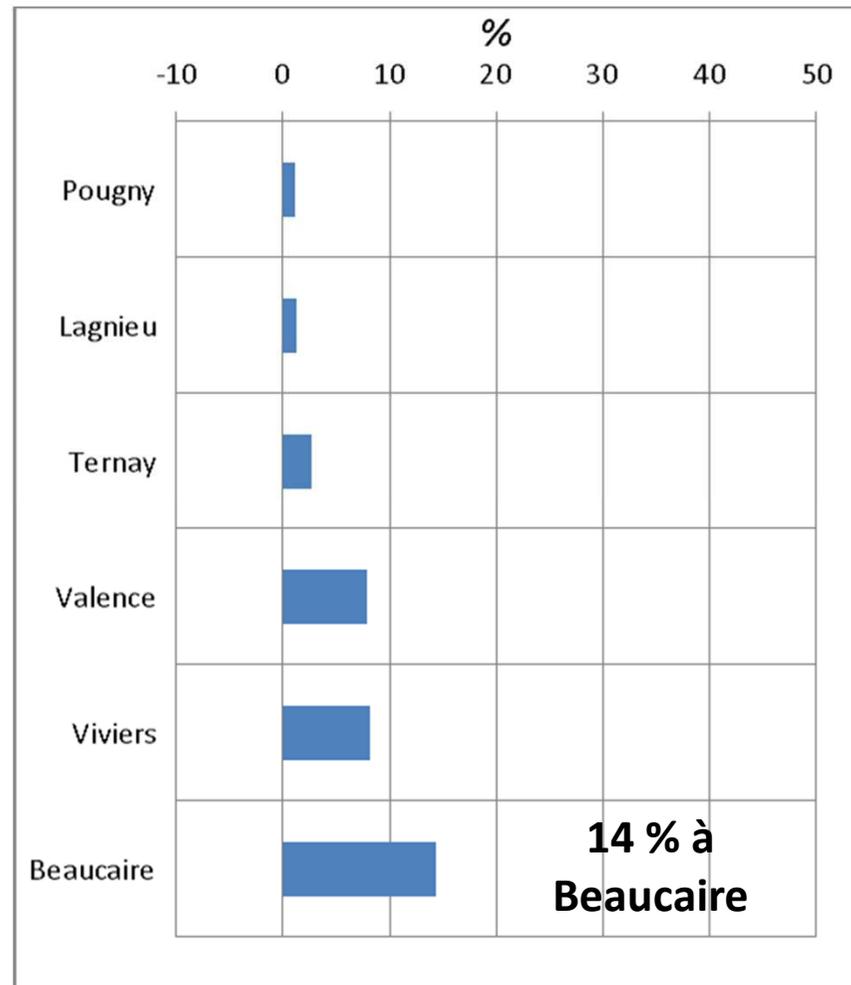
/



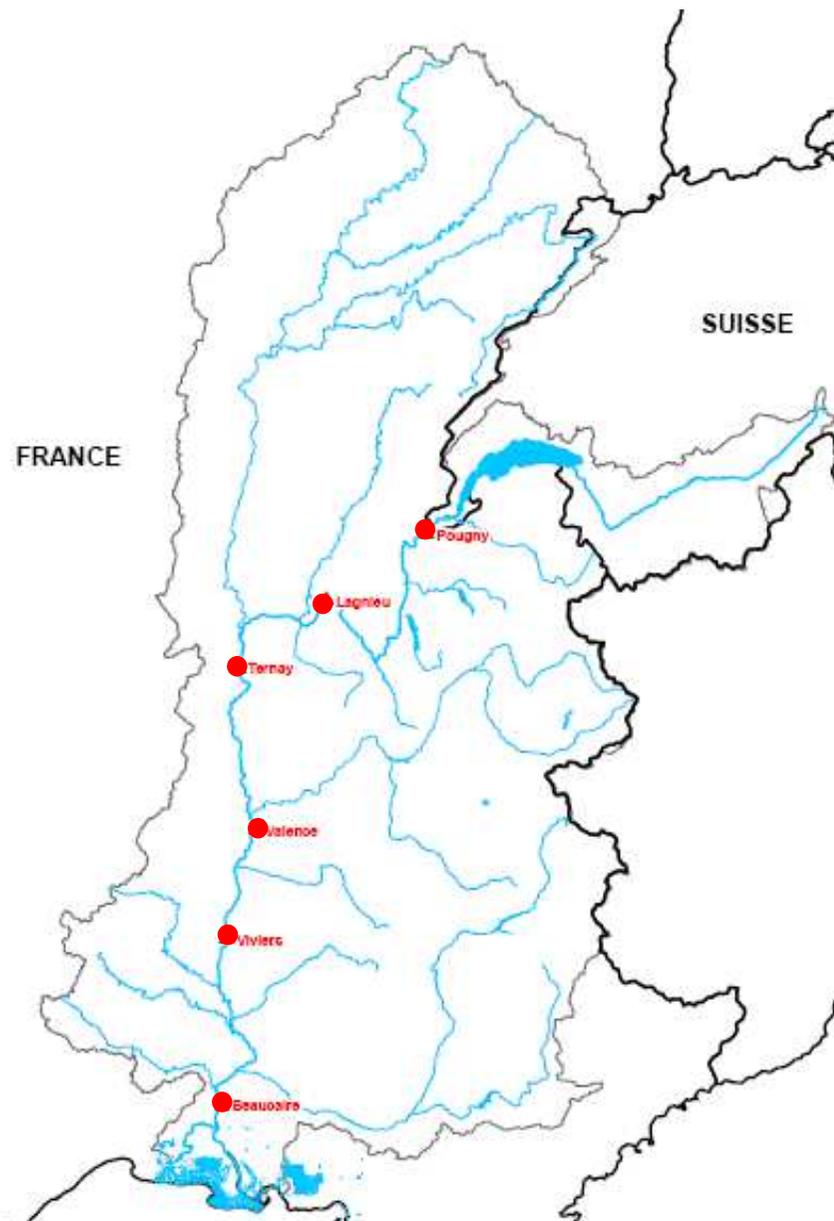
# Empreintes au droit des points de référence



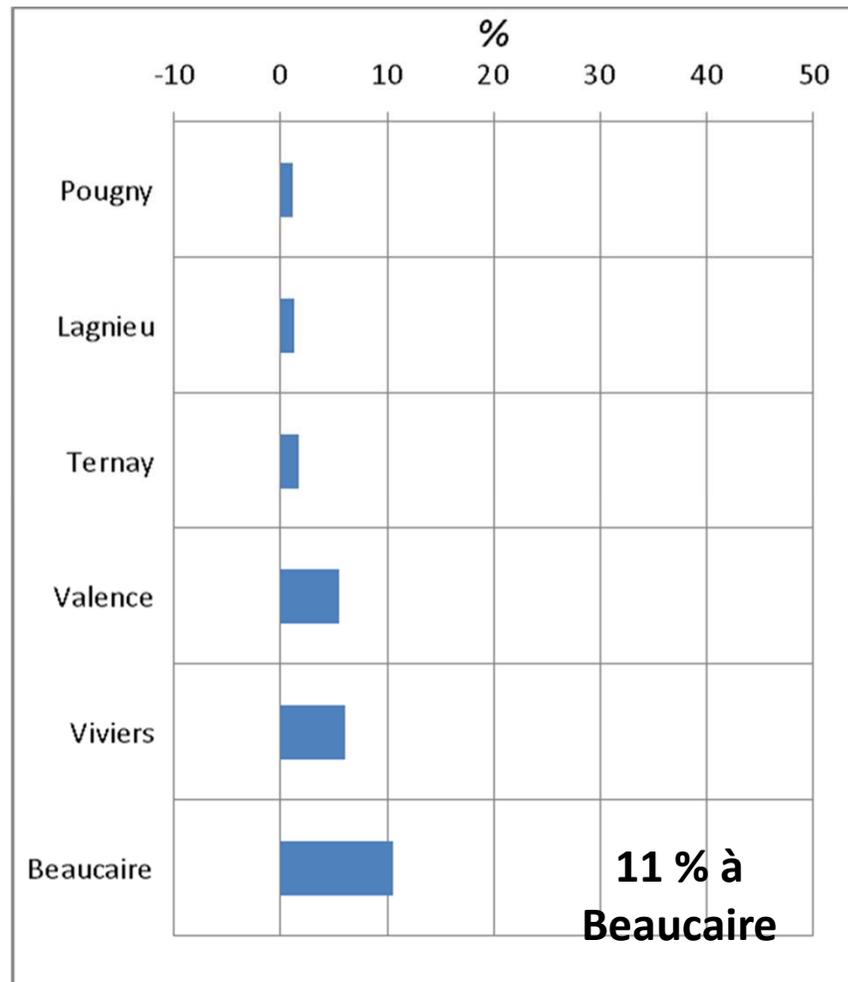
## Empreinte moyenne en juillet



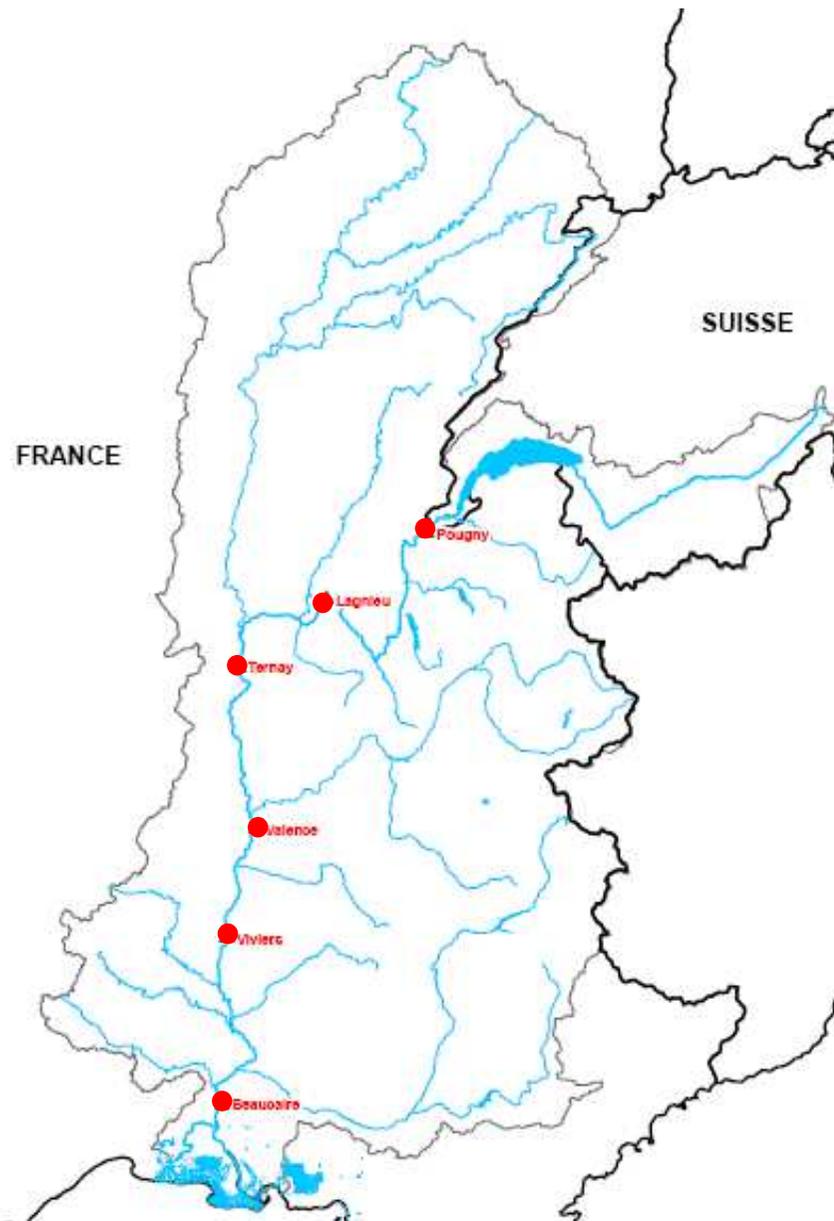
## Empreintes au droit des points de référence



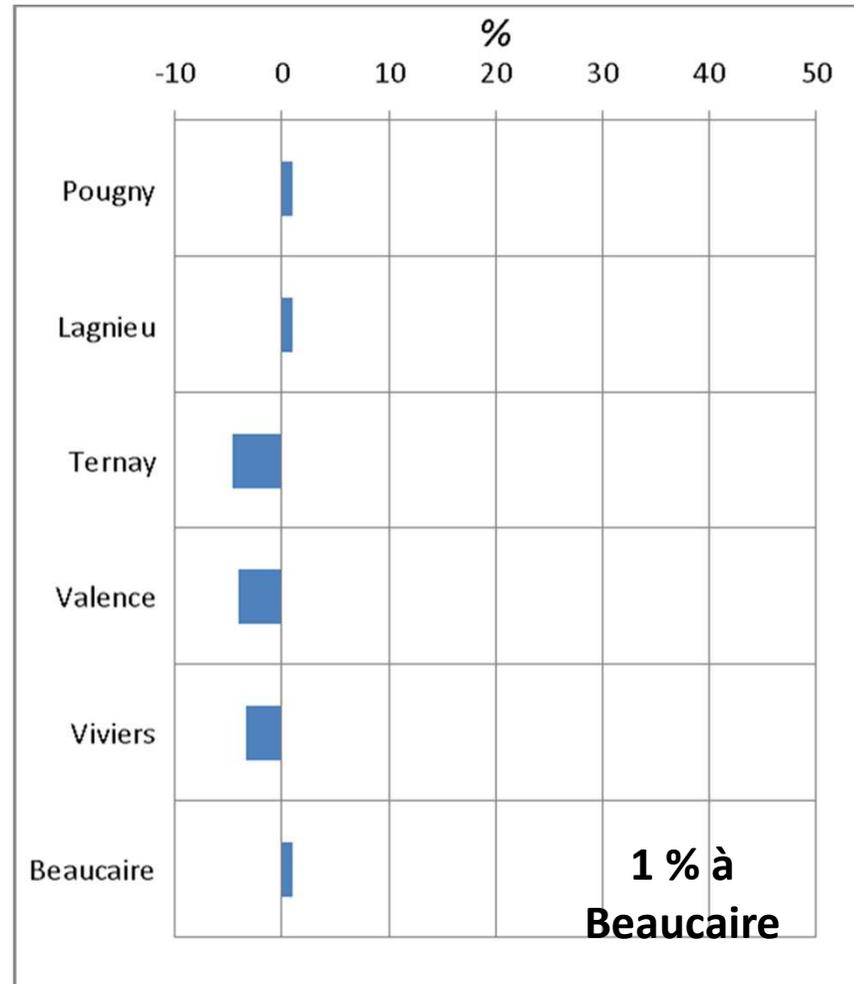
## Empreinte moyenne en août



# Empreintes au droit des points de référence



## Empreinte moyenne en septembre



## Empreintes sur les affluents

**Empreinte variables selon les affluents**

**Empreinte remarquablement élevée sur la Durance :**

- **60 % au global**
- **80 % en juillet – août**

# Empreintes au droit des points de référence

Empreintes aux 6 points SDAGE, en moyenne et pour les années 1989, 2005, 2009, 2011

## Résumé des empreintes

Moyenne [1980-2011],  
années 1989, 2005, 2009,  
2011

Mois de plus fortes  
empreintes :  
Mai, juin, juillet

Stockage des barrages,  
transfert, Irrigation

Déstockage  
des barrages

Moyenne	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Sept	Oct	Nov	Dec
Lagnieu2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ternay2	1	0	2	2	3	2	2	-5	-1	0	2
Valence	-3	-6	-2	1	8	9	7	-5	-4	-4	-1
Viviers	-3	-5	-1	2	8	9	7	-4	-3	-3	-1
Beaucaire	2	-1	4	9	18	18	14	1	3	3	4

1989	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Sept	Oct	Nov	Dec
Lagnieu2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ternay2	0	4	5	3	1	3	1	-14	-2	-3	3
Valence	-5	-1	4	3	8	12	7	-13	-19	-16	2
Viviers	-4	0	4	3	8	12	8	-11	-17	-15	2
Beaucaire	3	6	9	11	18	23	15	-5	-8	-7	7

2005	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Sept	Oct	Nov	Dec
Lagnieu2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ternay2	2	-1	1	2	2	3	3	-16	-3	1	7
Valence	-2	-9	0	2	7	12	10	-12	-6	-9	0
Viviers	-1	-8	1	2	7	12	11	-11	-5	-8	0
Beaucaire	2	-5	4	7	14	19	17	-2	-1	-2	2

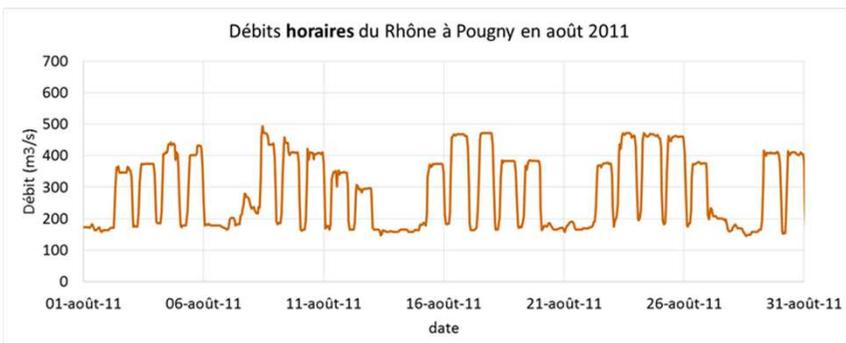
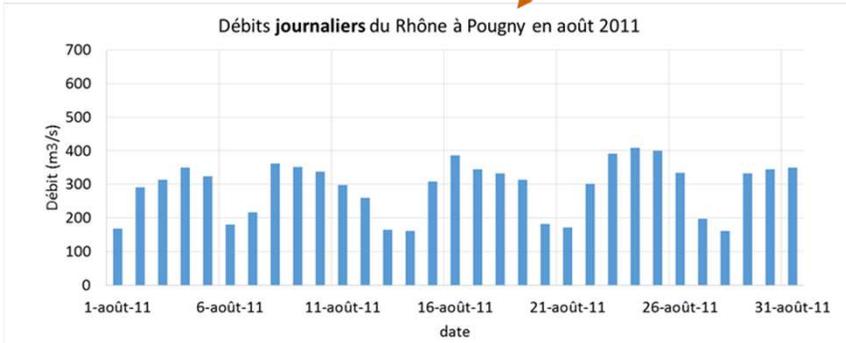
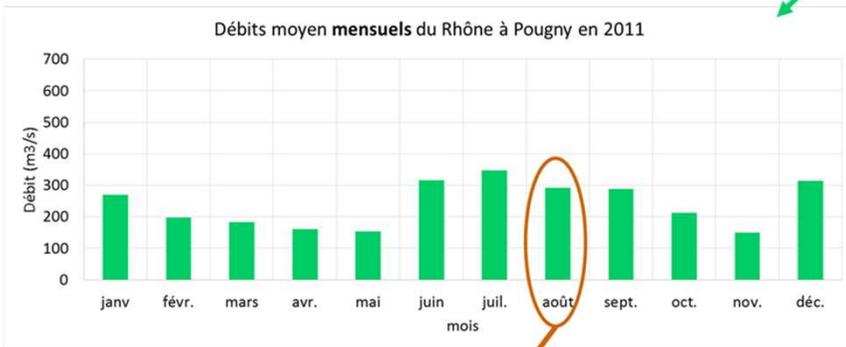
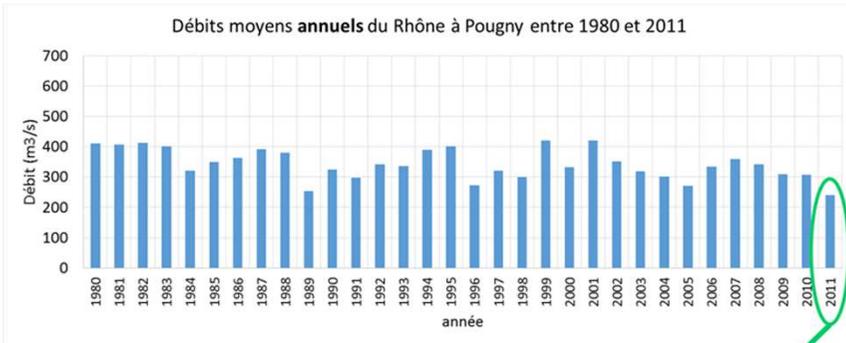
  

2009	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Sept	Oct	Nov	Dec
Lagnieu2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ternay2	0	1	3	2	2	4	5	-16	-1	8	3
Valence	-4	-4	-1	2	10	13	11	-14	-5	3	0
Viviers	-4	-3	0	2	9	12	12	-12	-4	3	0
Beaucaire	4	-2	-4	4	21	19	20	-5	-2	6	3

2011	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Sept	Oct	Nov	Dec
Lagnieu2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ternay2	0	1	5	3	3	4	5	-2	-1	-9	5
Valence	-4	-14	1	4	18	16	9	-2	-4	-9	2
Viviers	-3	-12	1	5	18	16	9	-1	-3	-7	2
Beaucaire	-1	-13	6	17	33	26	17	3	0	3	3

## Influences à d'autres pas de temps



Adaptation de la production électrique à la demande (semaine / we ; ...)

Ordre de grandeur des amplitudes :  
Plusieurs centaines de m<sup>3</sup>/s

Propagation des signaux vers l'aval

**Etiages du Rhône : quand, combien, comment ?**

**Influence des prélèvements actuels sur les débits du Rhône ?**

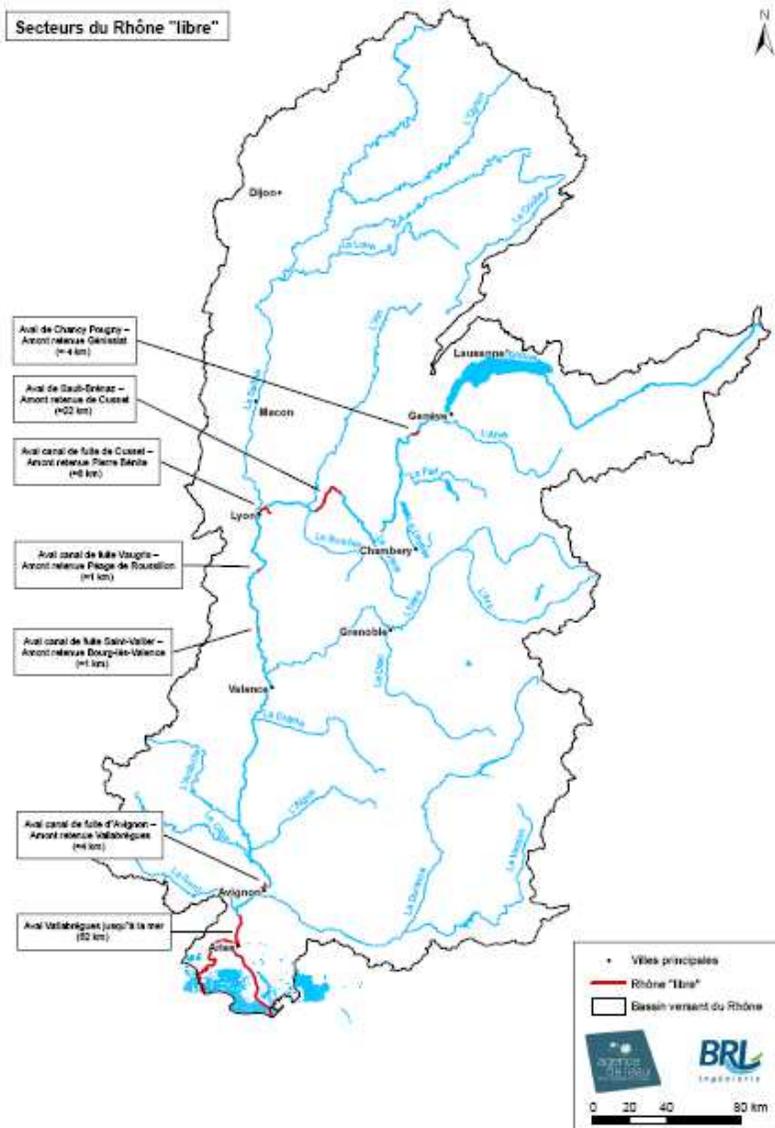
**Quelles limites pour les milieux, l'AEP et les centrales nucléaires ?**

**Peut-on prélever plus d'eau dans le Rhône ?**

## TENSIONS HISTORIQUES

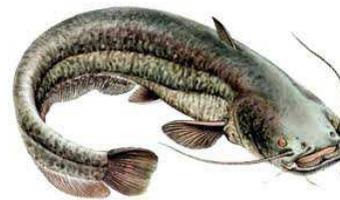
- Pas de forte tension liée aux basses eaux excepté épisode de mai 2011
- Episodes liées à des T° élevées

# LIMITES POUR LES POISSONS – Débit Biologique

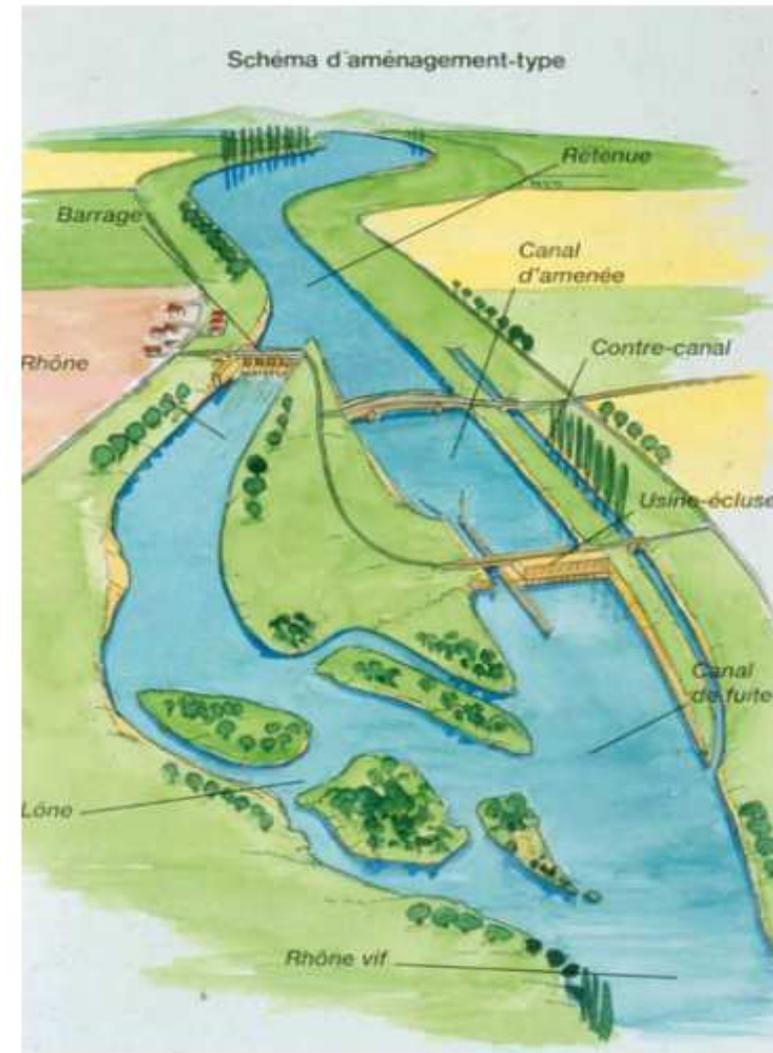
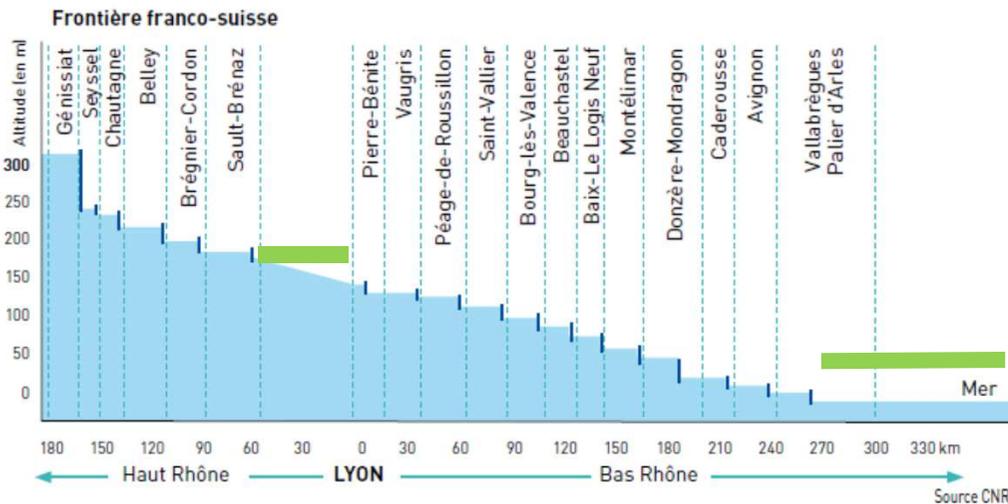
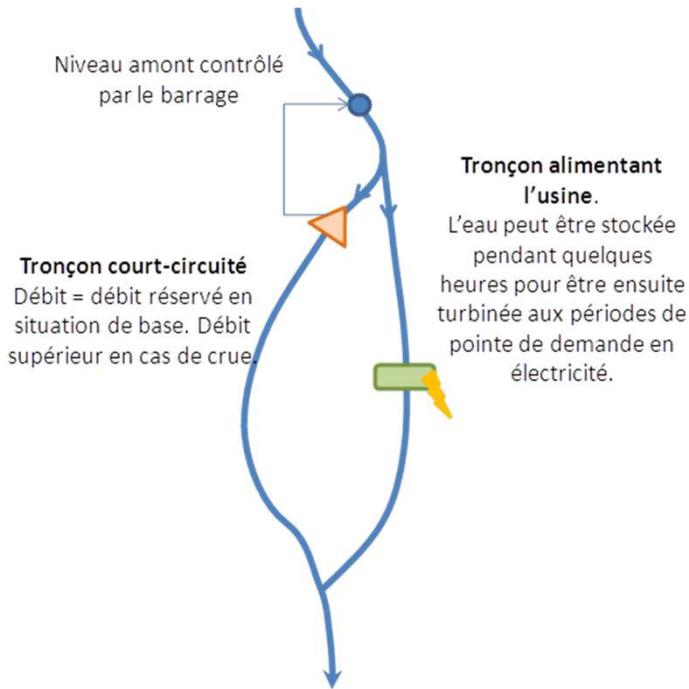


La notion de **Débit Biologique** à l'échelle mensuelle n'est pas un indicateur pertinent pour le Rhône chenalisé :

- 80 % du linéaire : influencé par des ouvrages
- 20 % : influencé par variations de débit infrajournalières.



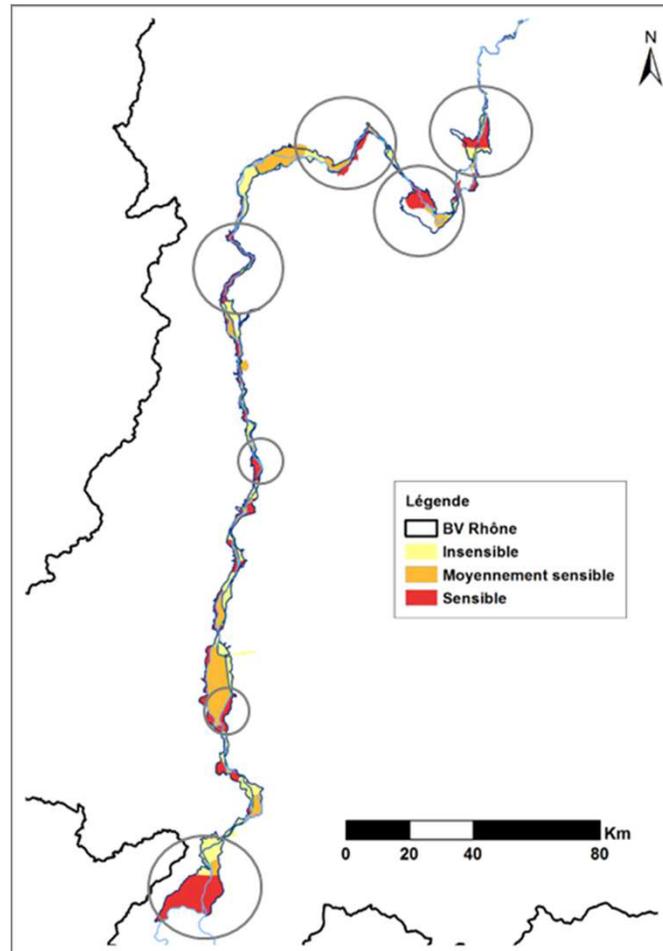
# LIMITES POUR LES POISSONS - Débit Biologique



Aménagement type du Rhône (© Photothèque CNR).

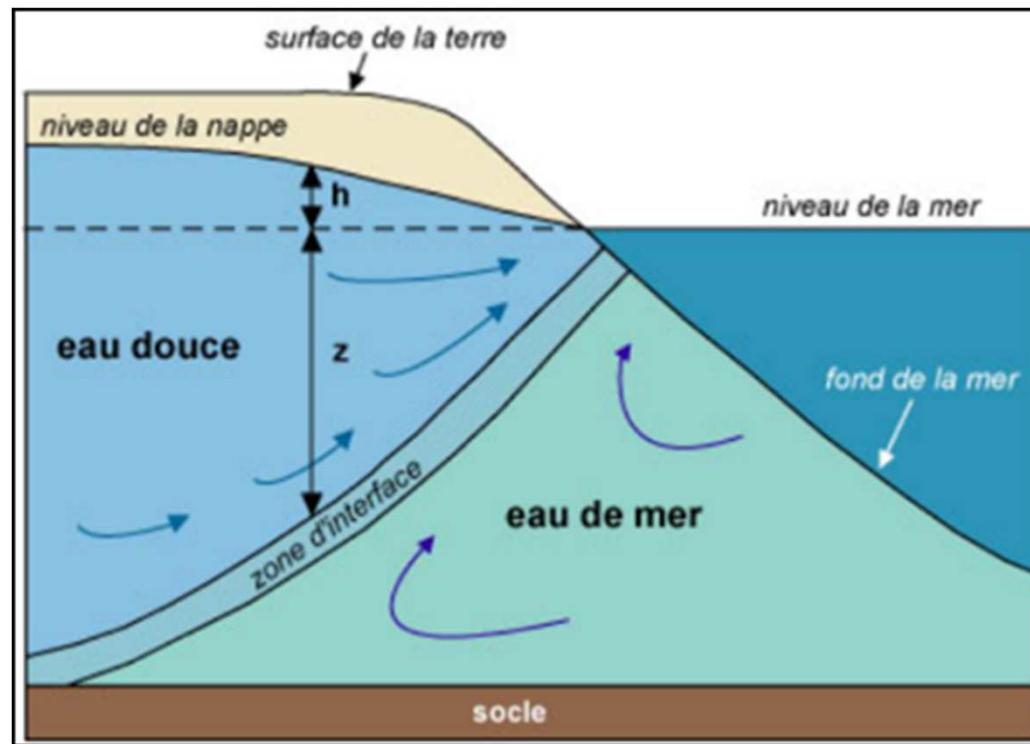
# LIMITES POUR L'AEP

Peu de secteurs sont sensibles au débit du Rhône pour le niveau des nappes



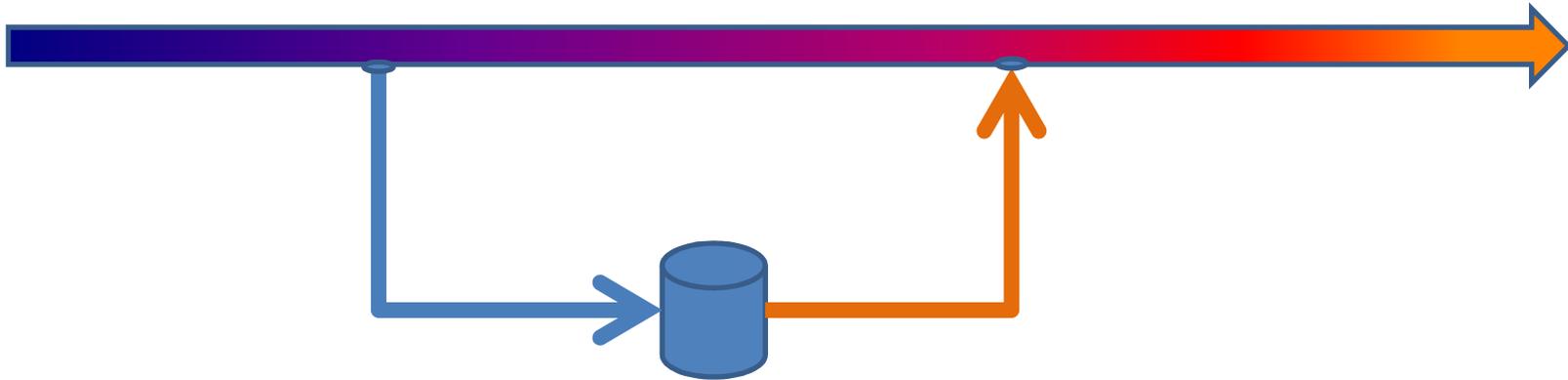
## LIMITES POUR L'AEP

Le débit du Rhône : facteur de second ordre pour la remontée du biseau salé.



## LIMITES POUR LES CENTRALES NUCLEAIRES

- **Fonctionnement conditionné au respect de :  $T^\circ$  aval et d'échauffement**



- **Niveau de production adapté pour respecter ces contraintes**
- **Au-delà d'une certaine température de l'eau, le débit ne joue plus.**

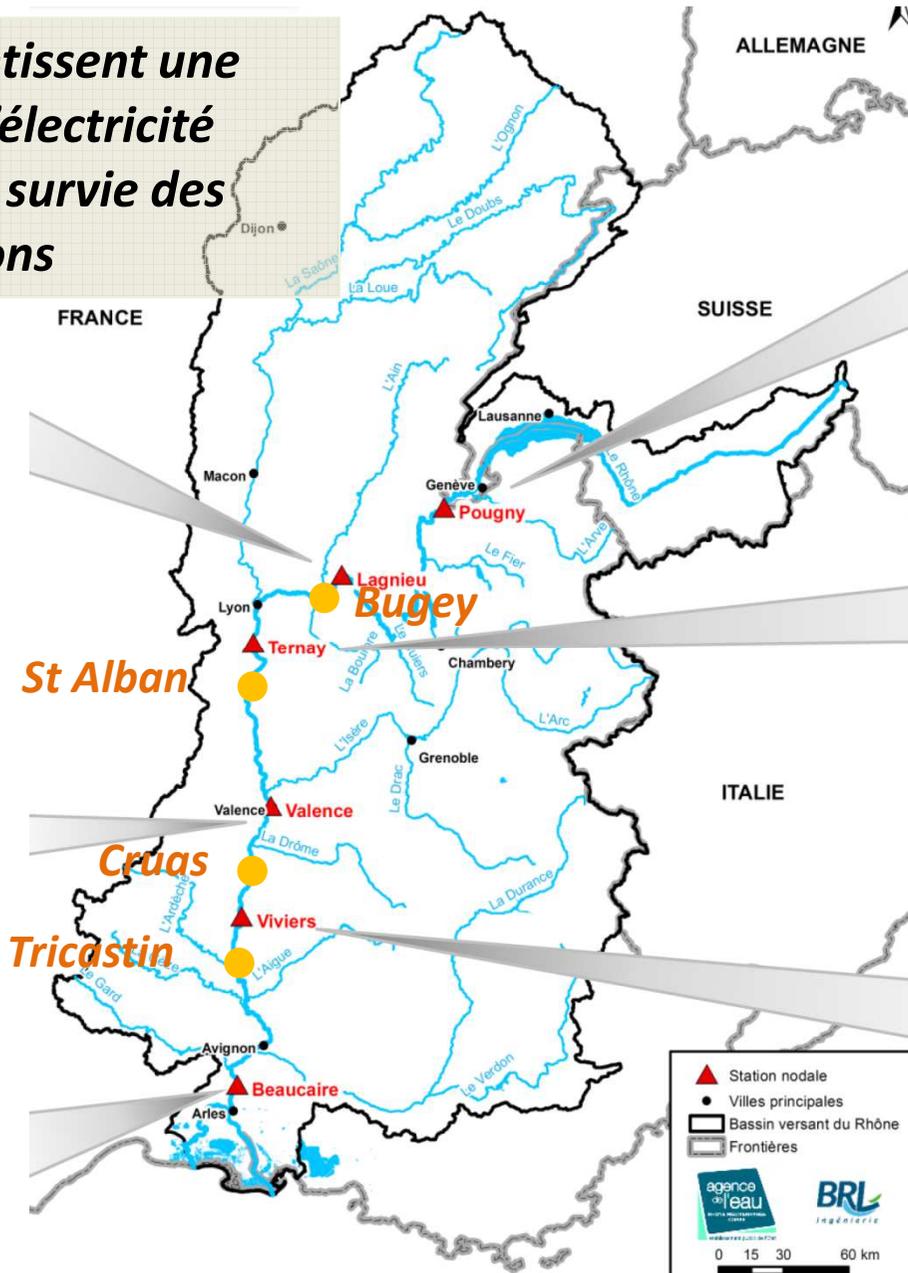
## LIMITES POUR LES CENTRALES NUCLEAIRES

CNPE	Débit limite proposé	Niveau de production associé
Bugey	130 m <sup>3</sup> /s (Lagnieu)	100%
Saint-Alban	205 m <sup>3</sup> /s (Ternay)	Pour T° amont < 22°C : 70 % Pour T° amont = 23°C : 56 % Pour T° amont = 24°C : 45 %
Cruas	OK avec contraintes à Viviers	
Tricastin	320 m <sup>3</sup> /s (Viviers)	Pour T° amont < 22°C : 80 % Pour T° amont = 23°C : 62 % Pour T° amont = 24°C : 50 %

# DCR à inscrire au SDAGE

Ces DCR garantissent une production d'électricité minimale + la survie des poissons

130 m<sup>3</sup>/s  
(Bugey)



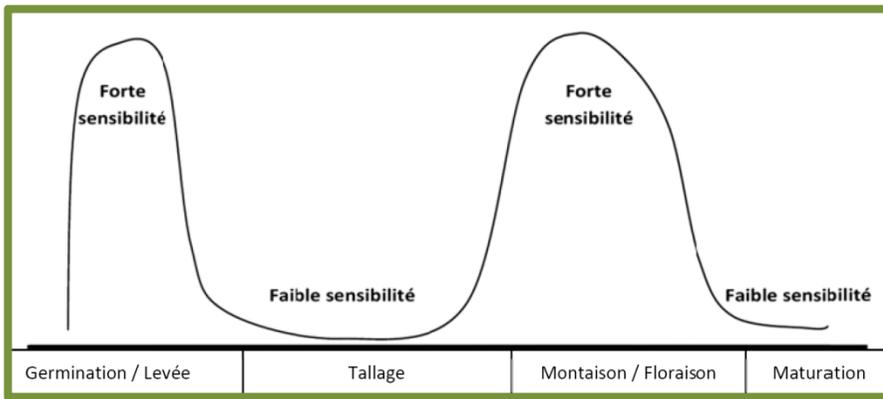
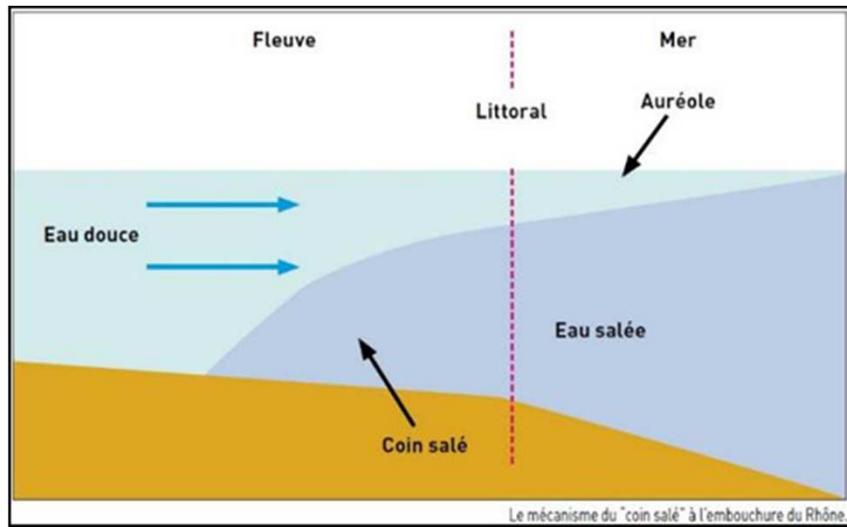
Réflexions à conduire avec la Suisse

205 m<sup>3</sup>/s  
(St Alban)

NB : production = f(T°)

320 m<sup>3</sup>/s  
(Cruas - Tricastin)

# AUTRES LIMITES – Usages non prioritaires



Source : Centre français du riz

— Mai ———— Juin ———— Juillet ———— Aout ————>

**Etiages du Rhône : quand, combien, comment ?**

**Influence des prélèvements actuels sur les débits du Rhône ?**

**Quelles limites pour les milieux, l'AEP et les centrales nucléaires?**

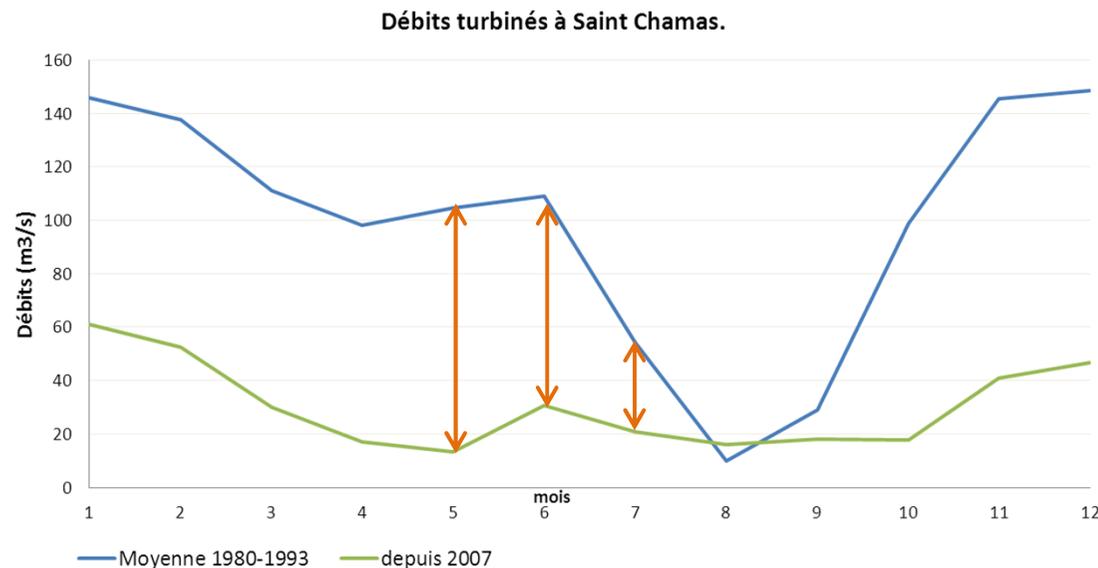
**Peut-on prélever plus d'eau dans le Rhône ?**

## Rétrospective

**Diminution importante des influences anthropiques ces 15 dernières années, essentiellement pour le Rhône aval :**

- Baisse de 2 % par an des prélèvements industriels
- Baisse de l'eau potable depuis 2003

**Mais surtout , baisse de l'influence du transfert hydroélectrique vers l'étang de Berre:**

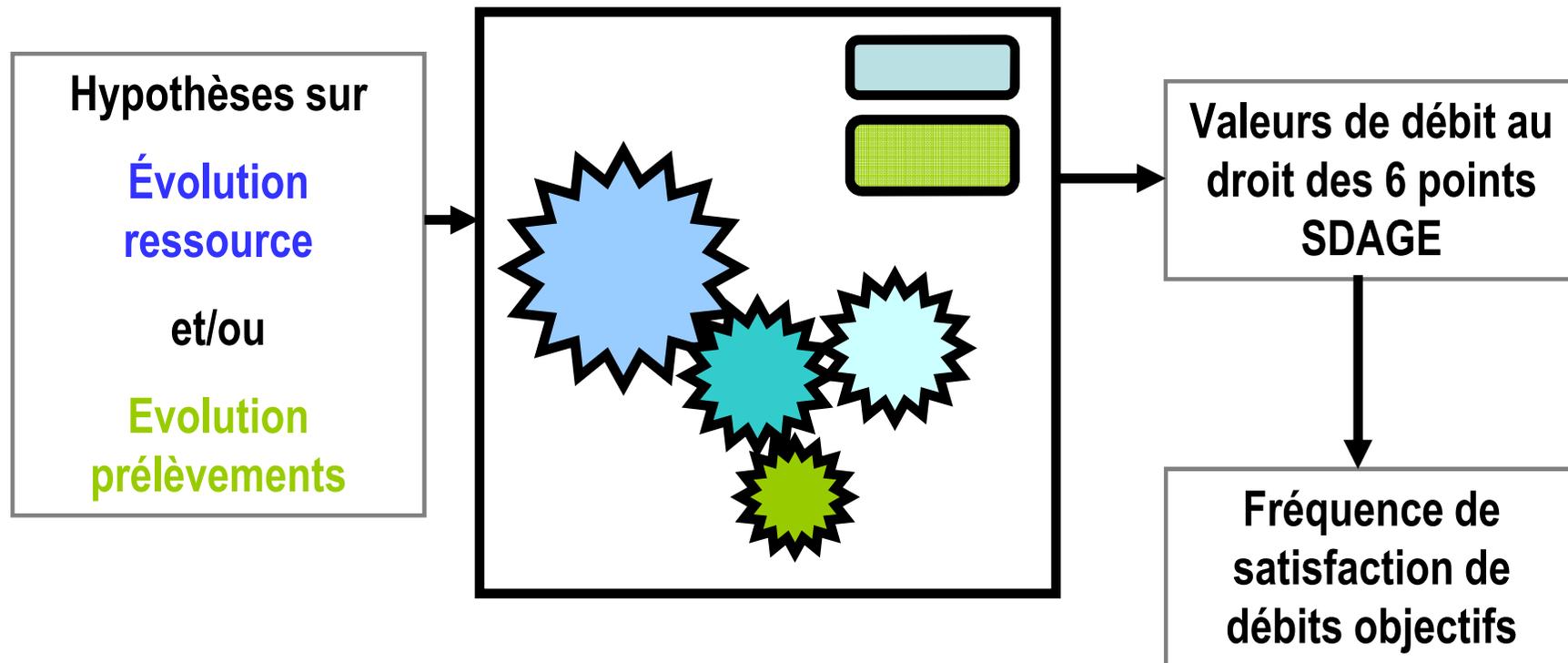


### Gains

**90 m<sup>3</sup>/s en mai,  
80 m<sup>3</sup>/s en juin  
35 m<sup>3</sup>/s en juillet**

## Prospective

Construction d'un outil du type « Qu'est ce qui se passerait si .... ? »



## Scénarios Prélèvements x Ressource 2 HYPOTHESES PRELEVEMENTS ...

**Economies d'eau : 2 m<sup>3</sup>/s**

**Projets CT-MT identifiés : 7 m<sup>3</sup>/s**

dont

- Liaison Verdon – St Cassien : 1 m<sup>3</sup>/s
- Aqua Domitia : 2,5 m<sup>3</sup>/s
- Irrigation Vaucluse : 0,5 m<sup>3</sup>/s
- ....

**Scénario « court terme » :**

**+ 5 m<sup>3</sup>/s en juillet à l'amont de Beaucaire**

## Scénarios Prélèvements x Ressource 2 HYPOTHESES PRELEVEMENTS ...

### Scénario « court terme » :

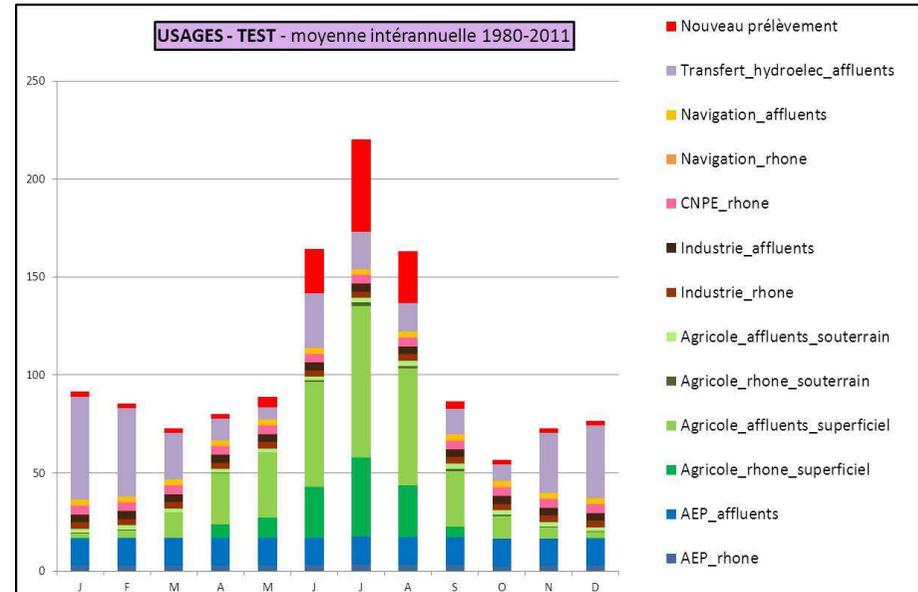
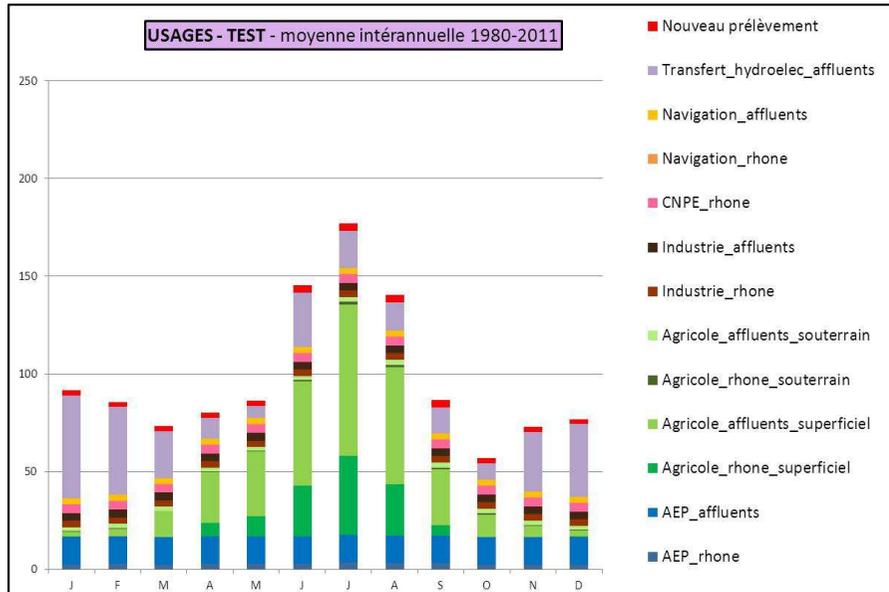
**+ 5 m<sup>3</sup>/s en juillet** à l'amont de Beaucaire

### Scénario « long terme » :

**+ 50 m<sup>3</sup>/s en juillet** à l'amont de Beaucaire

# Scénarios Prélèvements x Ressource

## 2 HYPOTHESES PRELEVEMENTS ...



### Scénario « court terme » :

+ **5 m<sup>3</sup>/s** en juillet à l'amont de Beaucaire ;  
 + **3%** de l'influence totale des usages actuels hors influence barrages en juillet à l'amont de Beaucaire.

### Scénario « long terme » :

+ **50 m<sup>3</sup>/s** en juillet à l'amont de Beaucaire ;  
 + **28 %** de l'influence totale des usages actuels hors influence barrages en juillet à l'amont de Beaucaire.

## Scénarios Prélèvements x Ressource 2 HYPOTHESES RESSOURCES

*Chiffres d'évolution des débits du Rhône à tester (horizon 2060)  
proposés à dire d'expert*

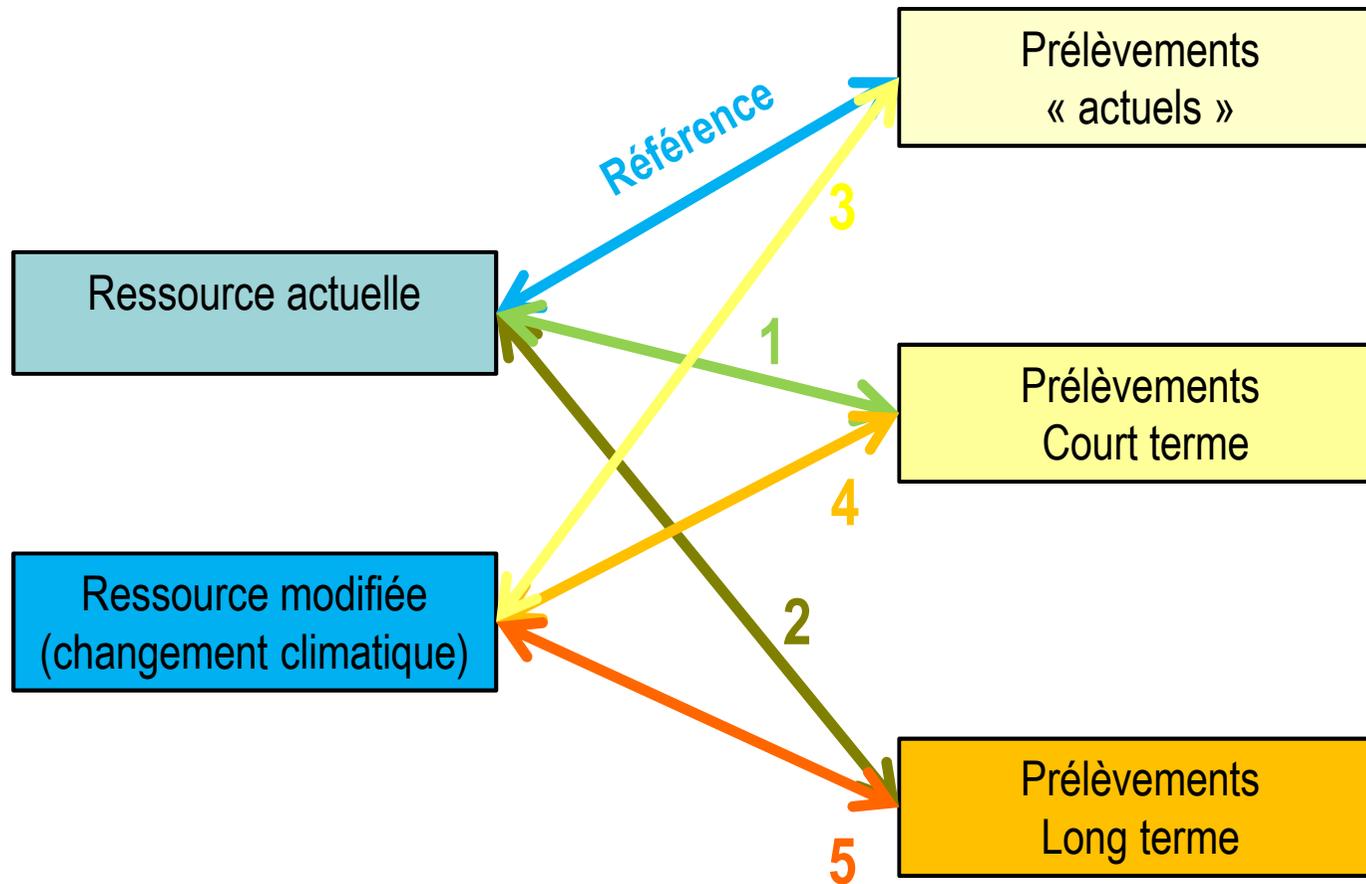
janv.	févr.	mars	avr.	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.
-------	-------	------	------	-----	------	-------	------	-------	------	------	------

Haut Rhône (Pougny - Lagnieu)	-10%	0%	0%	20%	10%	-10%	-30%	-30%	-30%	-10%	-10%	-10%
----------------------------------	------	----	----	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------

Rhône aval (Valence - Beaucaire)	-10%	-10%	-10%	-10%	-20%	-20%	-30%	-30%	-30%	-30%	-10%	-10%
--	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

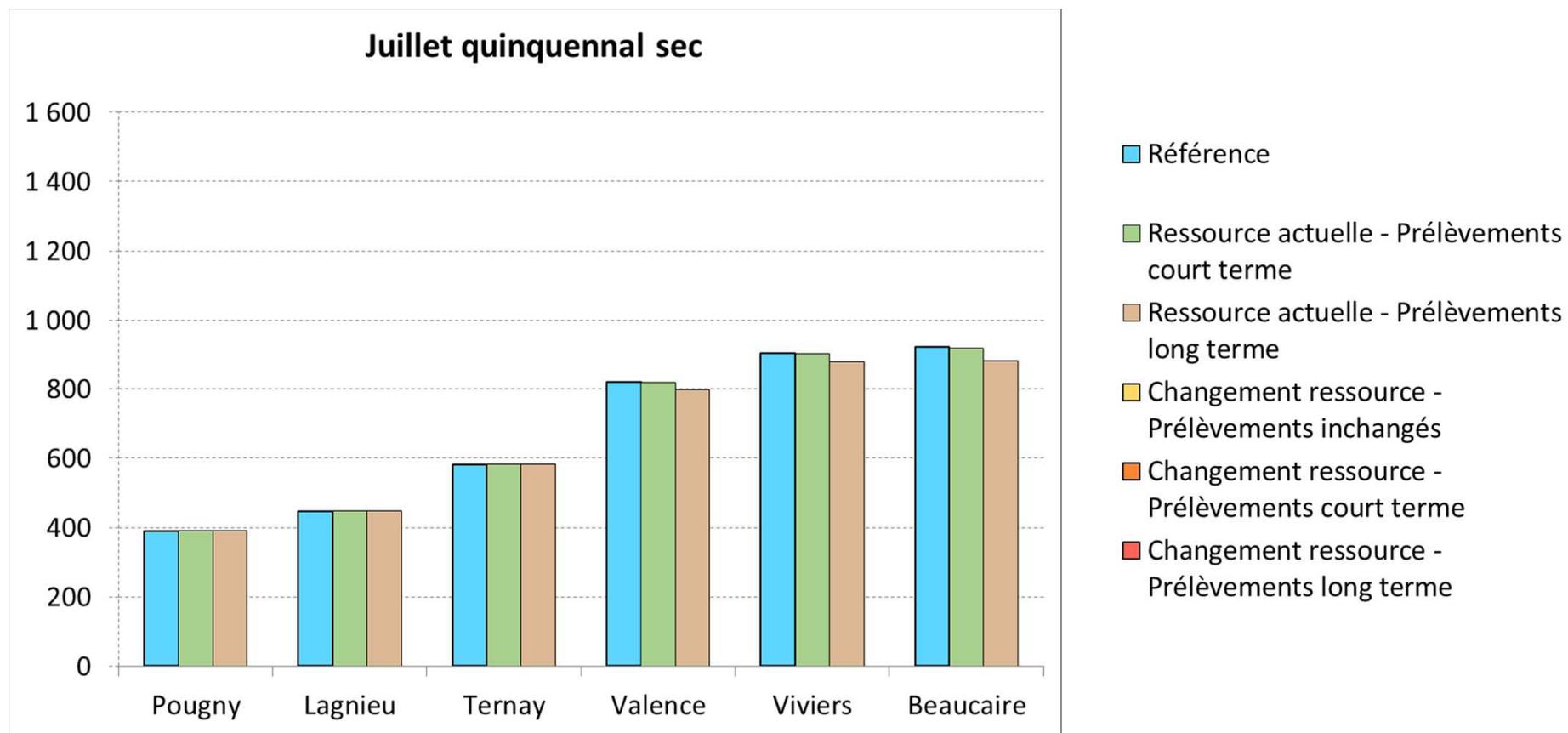
# Scénarios Prélèvements x Ressource

...



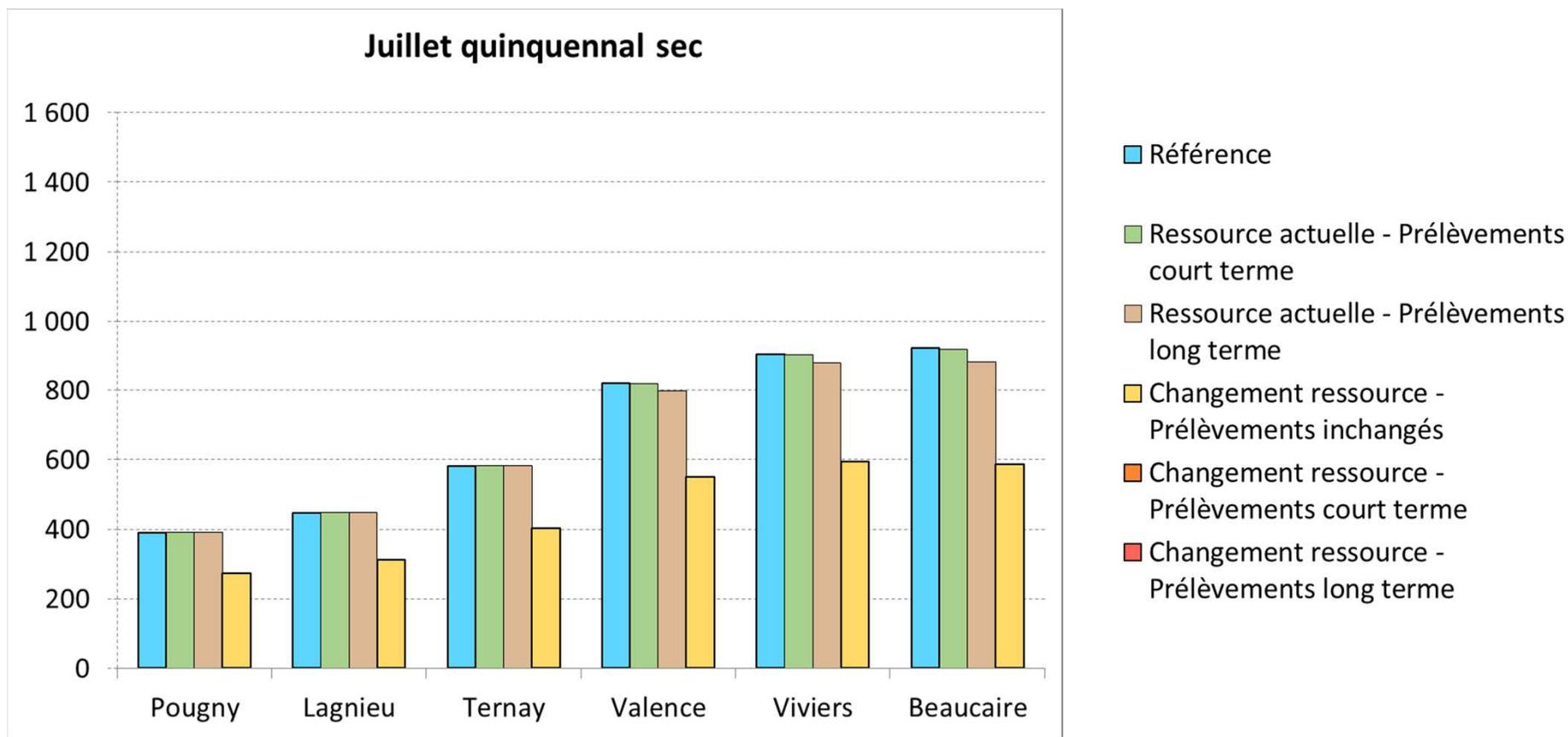
# Scénarios Prélèvements x Ressource

## RESULTATS



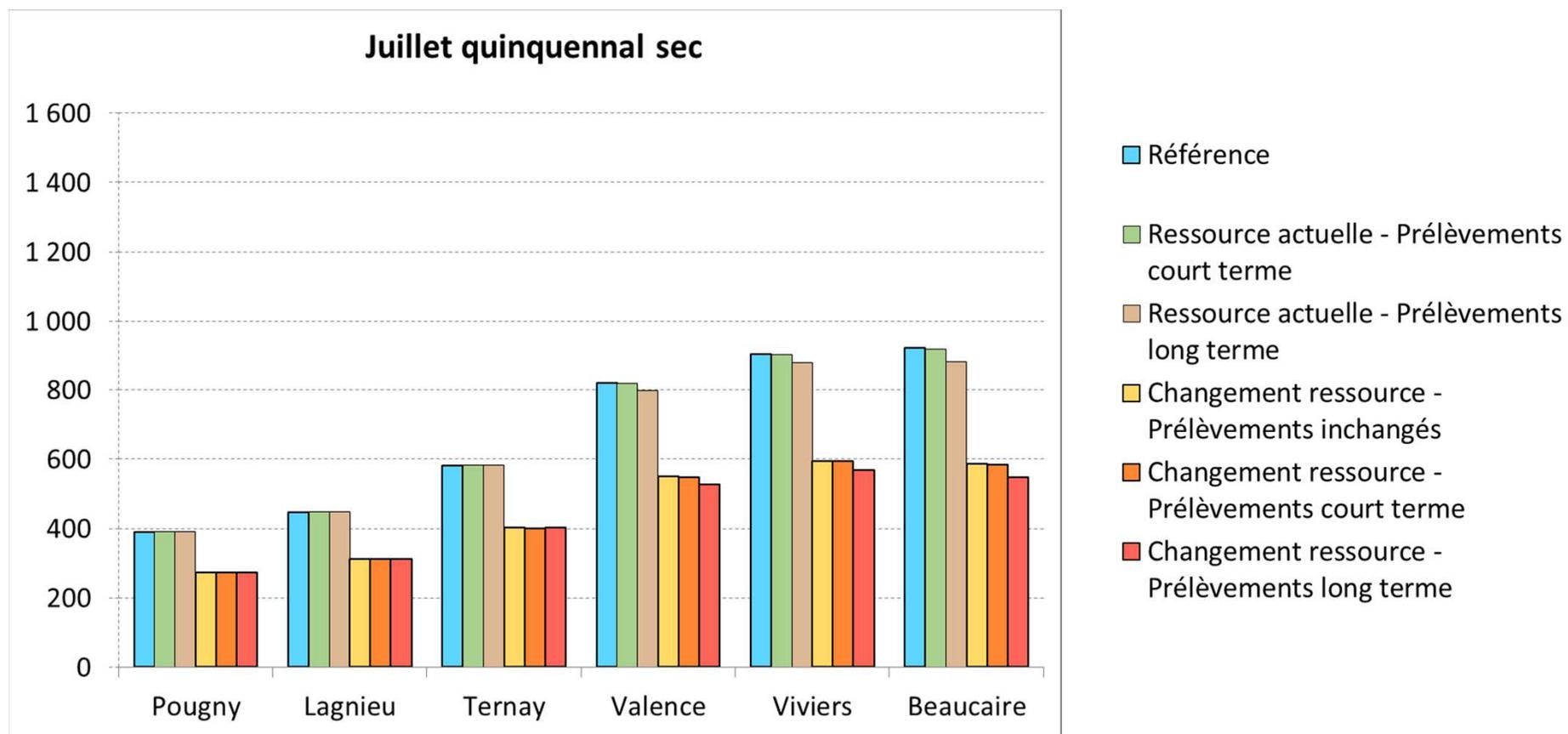
# Scénarios Prélèvements x Ressource

## RESULTATS



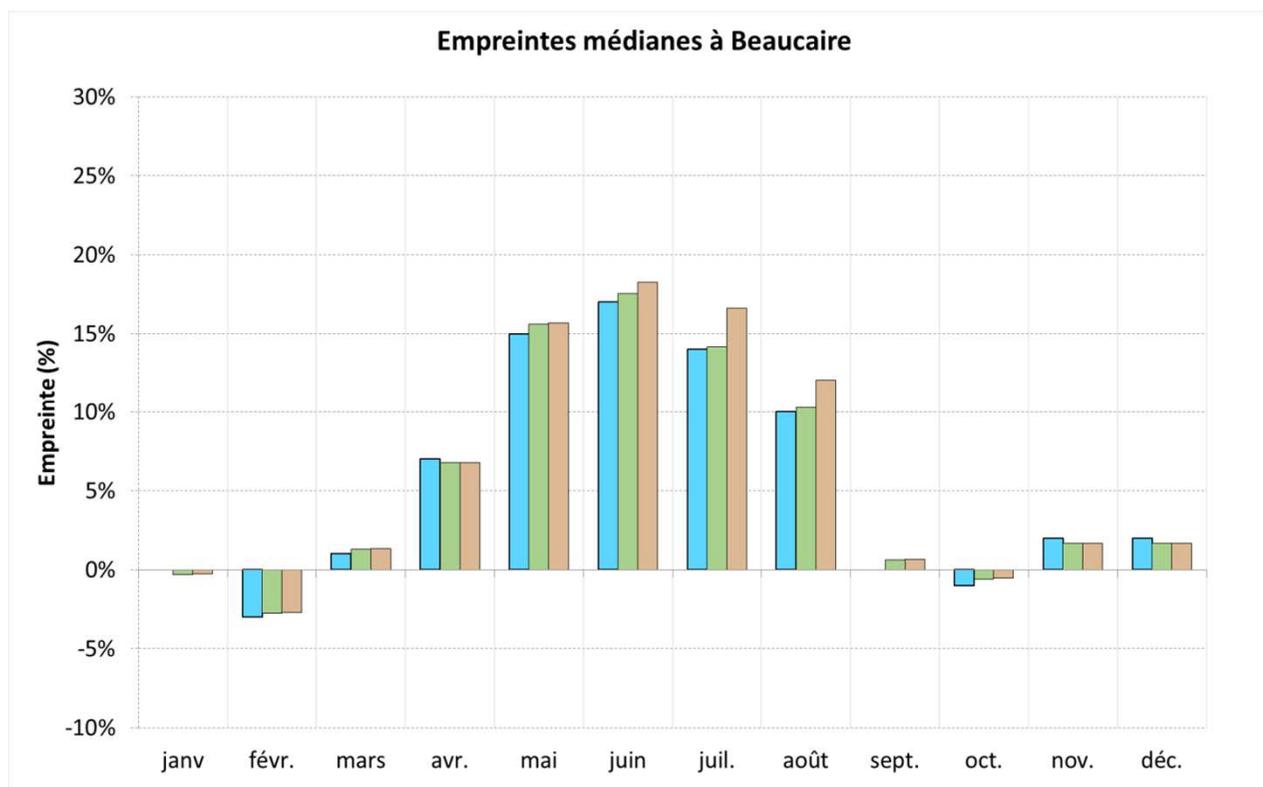
# Scénarios Prélèvements x Ressource

## RESULTATS



# Scénarios Prélèvements x Ressource

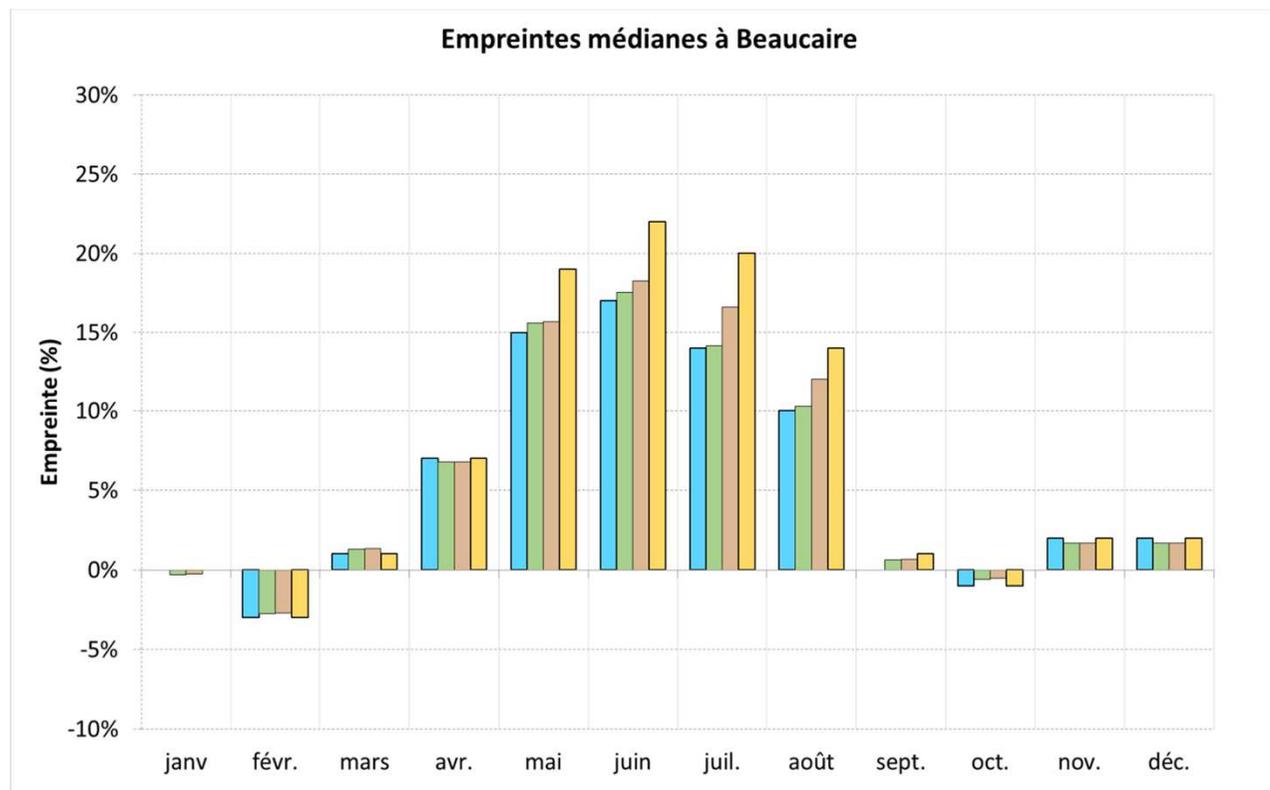
## RESULTATS



- Référence
- Ressource actuelle - Prélèvements court terme
- Ressource actuelle - Prélèvements long terme
- Changement ressource - Prélèvements inchangés
- Changement ressource - Prélèvements court terme
- Changement ressource - Prélèvements long terme

# Scénarios Prélèvements x Ressource

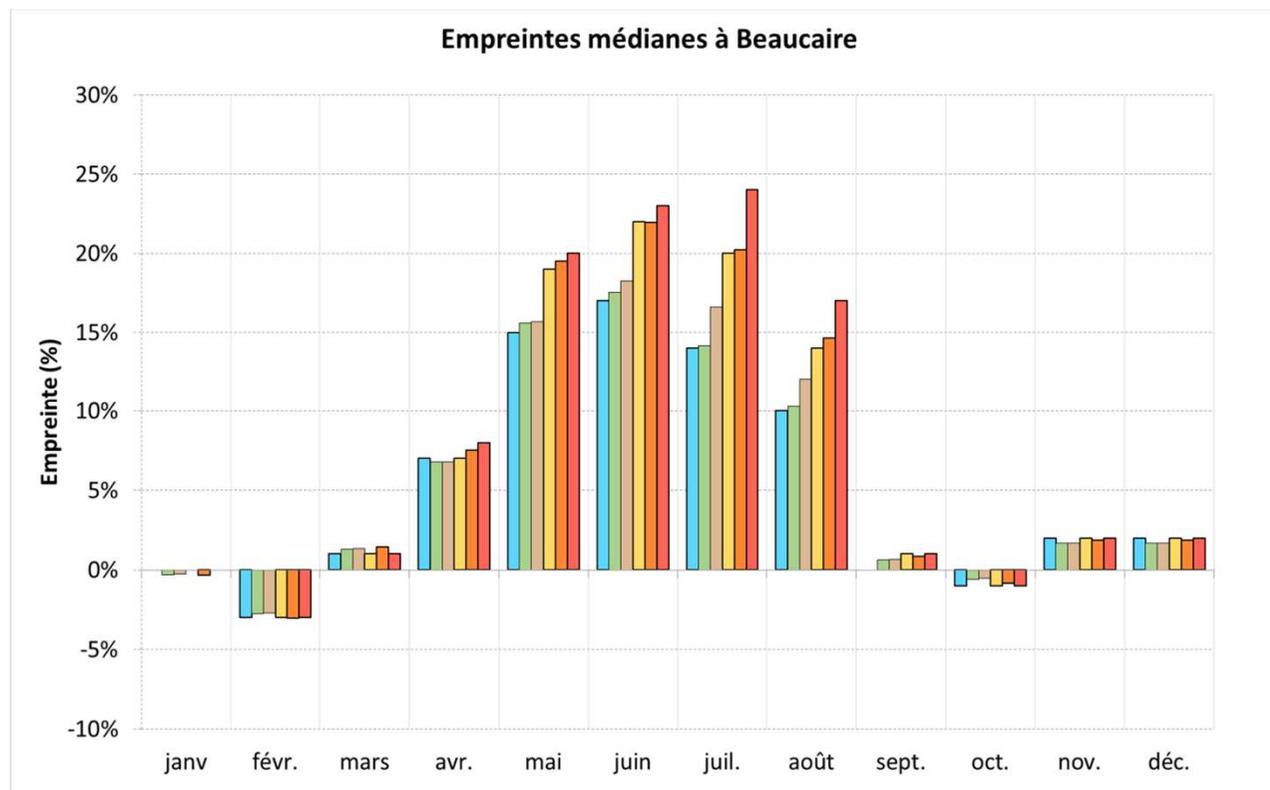
## RESULTATS



- Référence
- Ressource actuelle - Prélèvements court terme
- Ressource actuelle - Prélèvements long terme
- Changement ressource - Prélèvements inchangés
- Changement ressource - Prélèvements court terme
- Changement ressource - Prélèvements long terme

# Scénarios Prélèvements x Ressource

## RESULTATS



- Référence
- Ressource actuelle - Prélèvements court terme
- Ressource actuelle - Prélèvements long terme
- Changement ressource - Prélèvements inchangés
- Changement ressource - Prélèvements court terme
- Changement ressource - Prélèvements long terme

## Scénarios Prélèvements x Ressource RESULTATS

Scénario	Hausse des prélèvements sur le bassin (%) au niveau de Beaucaire			Baisse des débits quinquennaux secs à Beaucaire (%)			Hausse de l'empreinte à Beaucaire (points)			
	Juil.	Août	Sept.	Juil.	Août	Sept.	<i>Empreinte</i>	Juil.	Août	Sept.
Ressource : référence Prélèvements : court terme	3%	3%	3%	-0.5%	-0.5%	-0.3%	<i>Médiane</i>	+0.2	+0.3	+0.6
							<i>Maximale</i>	+0.4	+0.4	+0.1
Ressource : référence Prélèvements : long terme	28%	20%	4%	-4.4%	-3.1%	-0.4%	<i>Médiane</i>	+3	+2	+0.7
							<i>Maximale</i>	+4	+2.5	+0.2

## Scénarios Prélèvements x Ressource RESULTATS

Scénario	Hausse des prélèvements sur le bassin (%) au niveau de Beaucaire			Baisse des débits quinquennaux secs à Beaucaire (%)			Hausse de l'empreinte à Beaucaire (points)			
	Juil.	Août	Sept.	Juil.	Août	Sept.	Empreinte	Juil.	Août	Sept.
Ressource : référence Prélèvements : court terme	3%	3%	3%	-0.5%	-0.5%	-0.3%	Médiane	+0.2	+0.3	+0.6
							Maximale	+0.4	+0.4	+0.1
Ressource : référence Prélèvements : long terme	28%	20%	4%	-4.4%	-3.1%	-0.4%	Médiane	+3	+2	+0.7
							Maximale	+4	+2.5	+0.2
Ressource : CC pessimiste Prélèvements : long terme	0%	0%	0%	-36%	-33%	-27%	Médiane	+ 6	+ 4	+ 1
							Maximale	+ 9	+ 8	+ 5

## Scénarios Prélèvements x Ressource RESULTATS

Scénario	Hausse des prélèvements sur le bassin (%) au niveau de Beaucaire			Baisse des débits quinquennaux secs à Beaucaire (%)			Hausse de l'empreinte à Beaucaire (points)			
	Juil.	Août	Sept.	Juil.	Août	Sept.	Empreinte	Juil.	Août	Sept.
Ressource : référence Prélèvements : court terme	3%	3%	3%	-0.5%	-0.5%	-0.3%	Médiane	+0.2	+0.3	+0.6
							Maximale	+0.4	+0.4	+0.1
Ressource : référence Prélèvements : long terme	28%	20%	4%	-4.4%	-3.1%	-0.4%	Médiane	+3	+2	+0.7
							Maximale	+4	+2.5	+0.2
Ressource : CC pessimiste Prélèvements : long terme	0%	0%	0%	-36%	-33%	-27%	Médiane	+ 6	+ 4	+ 1
							Maximale	+ 9	+ 8	+ 5
Ressource : CC pessimiste Prélèvements : long terme	28%	20%	4%	-41%	-36%	-27%	Médiane	+10	+7	+1
							Maximale	+16	+12	+6

## CONCLUSION

**Le Rhône offre une marge de manœuvre certaine pour de nouveaux prélèvements.**

**Sa gestion devra intégrer un suivi attentif de :**

- **son hydrologie,**
- **de la somme des nouveaux prélèvements autorisés.**

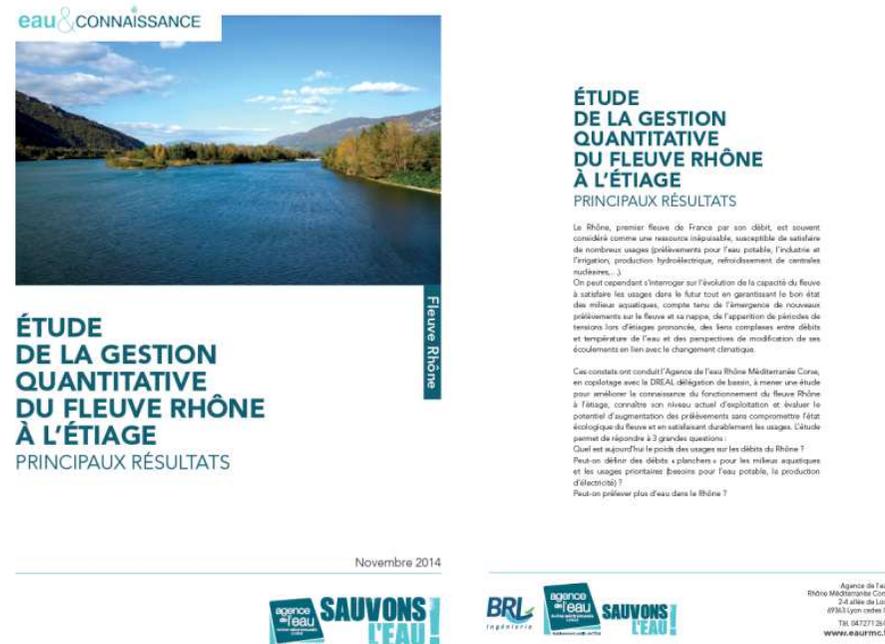
## CONCLUSION

### Besoins d'approfondissement :

- Suivi hydrométrique de long terme,
- Besoins biologiques dans les sections libres,
- Liens biologie / variations de débit.

## POUR ALLER PLUS LOIN

- Document « Principaux résultats » rédigé par BRLi et mis à disposition à l'accueil



- Tous les rapports détaillés de l'étude et synthèses en ligne sur : [www.eaurmc.fr/quantiterhone.fr](http://www.eaurmc.fr/quantiterhone.fr)