

## ANNEXE : Révision de l'étude hydrologique des barrages du Brayssou et des Graoussettes



*Retenue du Brayssou*

**Juillet 2013**



---

<b>1</b>	<b>PRESENTATION DES BASSINS VERSANTS.....</b>	<b>5</b>
<b>1.1</b>	<b>LOCALISATION.....</b>	<b>5</b>
<b>1.2</b>	<b>PRINCIPALES CARACTERISTIQUES .....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>RESUME DES ETUDES HYDROLOGIQUES DISPONIBLES .....</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>REVISION DE L'HYDROLOGIE .....</b>	<b>8</b>
<b>3.1</b>	<b>ANALYSE DES PLUIES .....</b>	<b>8</b>
<b>3.2</b>	<b>ANALYSE DES DEBITS .....</b>	<b>17</b>
<b>3.3</b>	<b>ELABORATION DES HYDROGRAMMES DE CRUE POUR DIFFERENTES PERIODES DE RETOUR .....</b>	<b>24</b>

---

## Liste des tableaux

---

Tableau 1 : Principales caractéristiques des barrages et de leur bassin versant.....	6
Tableau 2 : Stations pluviométriques utilisées pour l'analyse .....	9
Tableau 3 : Données SHYREG et évaluation du GRADEX des pluies correspondant .....	14
Tableau 4 : Récapitulatif des pluies de 24h de différentes périodes de retour et des valeurs de gradex en différents points .....	14
Tableau 5 : Données hydrométriques disponibles .....	17
Tableau 6 : Application de formules semi-empiriques pour l'évaluation du débit de pointe décennal aux barrages.....	19
Tableau 7 : Application des formules de Myer et de Francou-Rodier pour l'évaluation du débit de pointe décennal au barrage .....	20
Tableau 8 : Première estimation du coefficient de pointe aux barrages de Brayssou et Graussettes .....	23
Tableau 9 : Coefficient de pointe pour d'autres barrages du bassin Adour-Garonne.....	23
Tableau 10 : Périodes de retour (T) des crues à considérer .....	24
Tableau 11 : Débits moyens et de pointe des crues pour différentes périodes de retour au barrage de Brayssou .....	25
Tableau 12 : Débits moyens et de pointe des crues pour différentes périodes de retour au barrage des Graussettes.....	25

---

## Liste des figures

---

Figure 1 : Situation des barrages étudiés et de leur bassin versant .....	5
Figure 2 : Localisation des stations pluviométriques utilisées .....	10
Figure 3 : Ajustement de Gumbel sur les pluies journalières maximales annuelles à Monpazier (période du 01/01/1966 au 31/12/2012).....	11
Figure 4 : Ajustement de Gumbel sur les pluies journalières maximales annuelles à Cancon (période du 01/01/1936 au 31/12/2012).....	12
Figure 5 : Ajustement de Gumbel sur les pluies journalières maximales annuelles à Douzains (période du 01/01/1987 à 31/12/2012).....	13
Figure 6 : Localisation des stations hydrométriques utilisées dans l'analyse.....	18
Figure 7 : Débits de pointe décennaux spécifiques aux stations hydrométriques en fonction de la taille du bassin versant contrôlé.....	18
Figure 8 : Coefficient de pointe en fonction du débit de pointe des crues observées sur le Lescouroux à Soumensac entre 1975 et 1993 .....	22
Figure 9 : Cp24h retenu pour quelques barrages en Adour-Garonne en fonction de la taille du bassin versant .....	23
Figure 10 : Hydrogrammes de crues exceptionnelle et extrême au barrage de Brayssou .....	26
Figure 11 : Hydrogrammes de crues exceptionnelle et extrême au barrage des Graoussettes.....	27



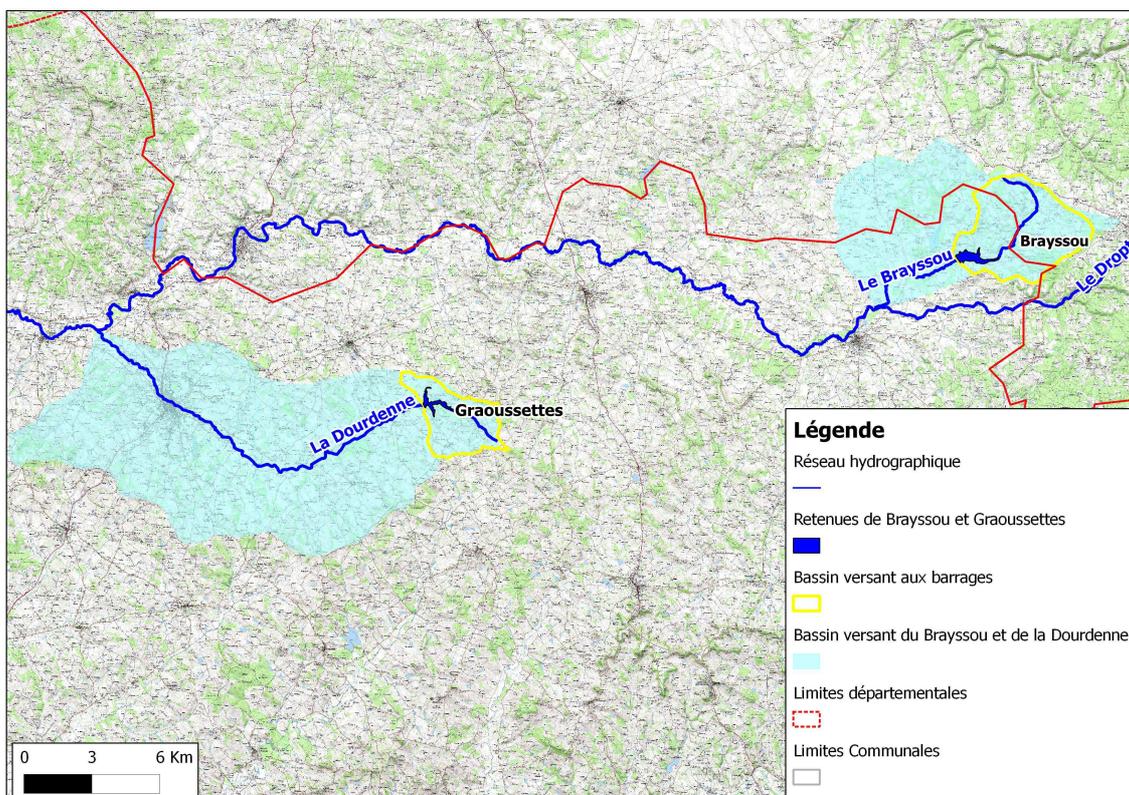
## 1 PRESENTATION DES BASSINS VERSANTS

### 1.1 Localisation

Les deux retenues sont situées dans la vallée du Dropt au Nord du département du Lot-et-Garonne.

La retenue du Brayssou est implantée sur le cours du Brayssou, affluent rive droite du Dropt tandis que la retenue des Graoussettes est implantée sur le cours de la Dourdenne, affluent rive gauche du Dropt.

Figure 1 : Situation des barrages étudiés et de leur bassin versant



## 1.2 Principales caractéristiques

Les principales caractéristiques des barrages et de leur bassin versant sont les suivantes :

**Tableau 1 : Principales caractéristiques des barrages et de leur bassin versant**

Barrage	Brayssou	Graoussettes
Volume de la retenue (à PEN)	2 960 000 m <sup>3</sup>	916 000 m <sup>3</sup>
Hauteur au-dessus du terrain naturel	14.5 m	8.25 m
Classe du barrage	B	C
Surface du bassin versant	18.5 km <sup>2</sup>	8.9 km <sup>2</sup>
Date de première mise en eau	1989	1989
Crue de projet initiale	Qp10000 = 57 m <sup>3</sup> /s	Qp10000 = 25 m <sup>3</sup> /s
Altitude du point le plus haut	223 m	189 m
Altitude du point le plus bas	100 m	79 m
Longueur du cheminement hydraulique le plus long	7.3 km	4.5 km
Pente moyenne le long de ce cheminement	0.017 m/m	0.024 m/m
Evaluation du temps de concentration du bassin selon différentes formules (Ventura, Giandotti, Passini)	3h30 environ	2h30 environ

## 2 RESUME DES ETUDES HYDROLOGIQUES DISPONIBLES

Pour ces barrages, nous disposons de l'étude hydrologique initiale du barrage du Brayssou réalisée en 1989 par la C.A.R.A. pour l'avant-projet. L'hydrologie initiale du barrage des Graoussettes ne sera pas présentée mais a été réalisée sur les mêmes hypothèses que celle de Brayssou.

L'étude hydrologique initiale est basée sur la méthode du GRADEX selon les étapes suivantes :

- Les données pluviométriques de 5 stations ont été analysées : Beaumont, Castillonnes, Issigeac, Monpazier et Villereal. Finalement, la valeur de la pluie décennale journalière a été estimée à 60 mm et le gradex des pluies à 11 mm/24h. Ces valeurs correspondent à celles obtenues pour les stations de Monpazier et Villereal.
- Le débit décennal au barrage a été estimé par différentes méthodes : SOCOSE, Crupedix, SOGREAH et à partir des données de la station du Lescouroux à Soumensac. La valeur retenue est  $Q_{10} = 7 \text{ m}^3/\text{s}$ .
- La méthode du Gradex a été appliquée sur deux durées caractéristiques, 7.1h et 12.5h, et pour deux coefficients de pointe, 1.66 et 1.5.
- La valeur retenue est  $Q_{10000} = 57 \text{ m}^3/\text{s}$  pour une durée caractéristique de 12.5h et un coefficient de pointe de 1.66.

La même méthode a été appliquée pour l'évaluation de la crue de projet des Graoussettes et la valeur retenue est  $Q_{10000} = 25 \text{ m}^3/\text{s}$ .

### 3 REVISION DE L'HYDROLOGIE

Par rapport aux études hydrologiques précédentes, nous disposons aujourd'hui de près de 24 années d'information hydrométrique et pluviométrique supplémentaire, ce qui justifie la révision de l'étude hydrologique et plus particulièrement la détermination des crues de fréquences rares.

Notre analyse est basée sur l'application de la méthode du GRADEX, à partir d'une analyse des débits et des pluies. Le principe de la méthode du GRADEX est qu'au-delà d'une certaine fréquence (généralement décennale, prise comme « point-pivot »), tout accroissement de pluie génère un accroissement de débit équivalent en volume écoulé. Au-delà de ce point pivot, la distribution des débits moyens de crue sur la durée de référence est ainsi supposée progresser avec la même pente que celle des pluies génératrices (pente appelée GRADEX) dans un graphique de Gumbel.

La présente étude hydrologique est articulée autour des deux axes principaux de la méthode du GRADEX :

1. analyse des pluies,
2. analyse des débits.

#### 3.1 Analyse des pluies

En théorie, la méthode du GRADEX devrait être appliquée à des pluies de durée égale aux durées caractéristiques ou aux temps de concentration des bassins, qui sont voisins de 3h30 et 2h30 pour les bassins versant considérés. En ce sens, des durées de pluie inférieures à 24h seraient bien adaptées pour cette analyse. Cependant, des travaux du groupe de travail du CFGB (en particulier restitués dans le document « Les crues de projet des barrages : méthode du GRADEX », Novembre 1994) ont montré que, dans l'application de la méthode du GRADEX, les résultats dépendent finalement très peu du choix de la durée de référence, en particulier lorsque la durée de référence retenue est supérieure au temps de concentration.

Ceci justifie l'emploi de la durée de 24h, pour laquelle les données de pluie sont facilement obtenues par application du coefficient de Weiss (1,14) aux données de pluie journalière (non centrées), généralement disponibles en de nombreux points et sur de longues périodes.

C'est donc cette durée de pluie qui sert de base à la présente étude hydrologique.

##### 3.1.1 Méthodologie

Après examen de l'information pluviométrique disponible à proximité des barrages de Brayssou et des Graoussettes, nous avons choisi d'examiner, dans le cadre de cette révision hydrologique, les données des stations pluviométriques suivantes :

1. Monpazier : Station située à 5 km du bassin versant du Brayssou et à 30 km de celui des Graoussettes. En service depuis 1965, cette station est intéressante du fait de sa situation très proche du barrage du Brayssou et de la longueur correcte de sa chronique de données.

2. Cancon : en service depuis 1935, cette station est située à environ 25 km du barrage du Brayssou et 10 km de celui des Graoussettes. Cette station est intéressante du fait de la longue chronique de données disponible (près de 80 années de mesures de hauteurs pluviométriques) et de sa situation géographique, au sud des bassins versants, complémentaire des autres stations.
3. Douzains : en service depuis 1987, cette station dispose d'une chronique de données plus courte que les deux autres stations mais sa situation géographique, à 5 km du barrage des Graoussettes et à 25 km de celui du Brayssou permet d'avoir des informations supplémentaires sur la pluviométrie autour des barrages.

Les données disponibles et la localisation de ces stations sont présentées dans le tableau suivant et la carte jointe (cf. Figure 2).

**Tableau 2 : Stations pluviométriques utilisées pour l'analyse**

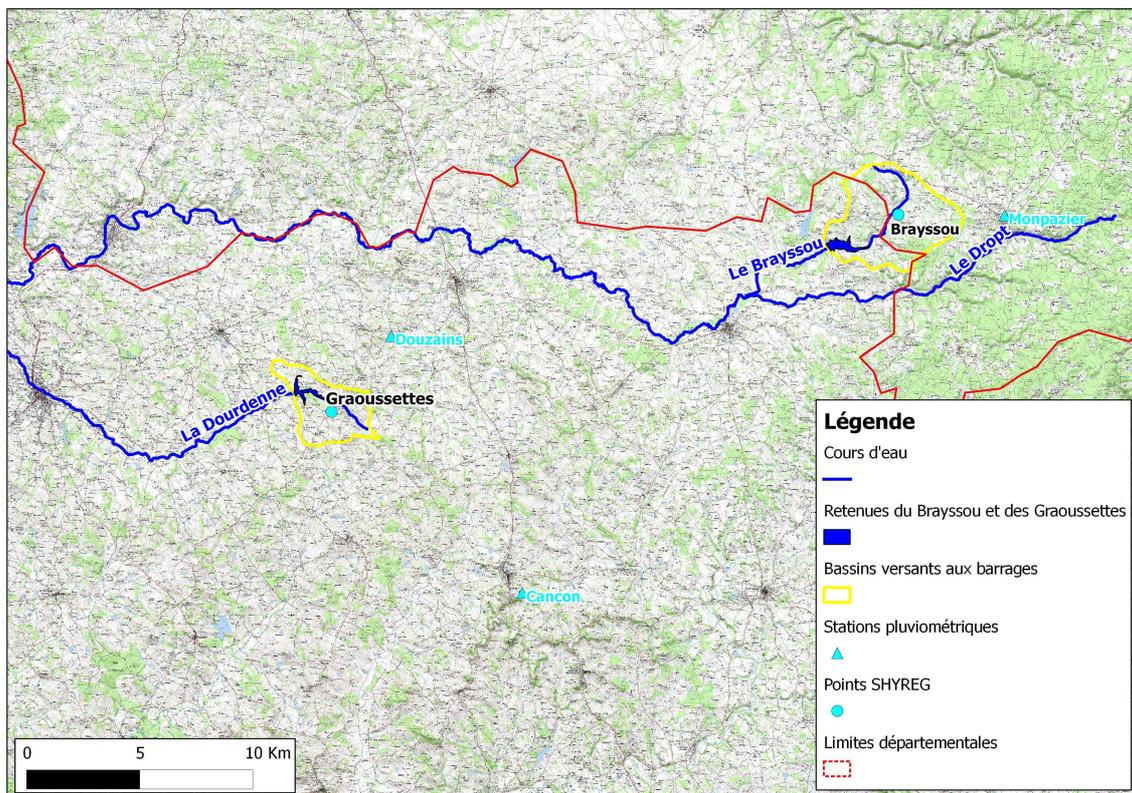
Commune	Nom de la station	Station	Code station	Série disponible	XL93	YL93	Altitude
Monpazier	Gendarmerie	Monpazier	24280001	1965 - 2013	53325	6400699	195
Cancon	Langles	Cancon	47048001	1935 - 2013	511936	6383892	140
Douzains	Cinq chemins	Douzains	47084001	1987 - 2013	506136	6395329	136

Ces quelques informations sur les stations pluviométriques utilisées sont issues du site Internet Climathèque de Météo-France.

L'approche basée sur le traitement des données brutes de ces stations est ensuite complétée par l'examen des données de pluie issues de la base de données SHYREG pour la durée de précipitation 24 h. Cette base de données, développée par l'IRSTEA (ex-CEMAGREF) d'après l'ensemble de l'information pluviométrique existante sur le plan national, permet d'obtenir localement une évaluation de la hauteur de pluie précipitée pour différentes durées de précipitation et différentes périodes de retour ; elle est accessible par l'intermédiaire de la Climathèque de Météo-France. Ce type d'information n'était pas disponible lors des études hydrologiques précédentes.

Les données SHYREG ont été extraites en 1 point de chacun des bassins versants. Situés sur la commune de Saint-Cassien, au centre du bassin versant intercepté par le barrage de Brayssou, et sur la commune de Ségalas, au centre du bassin versant intercepté par le barrage des Graoussettes.

Figure 2 : Localisation des stations pluviométriques utilisées



### 3.1.2 Analyse des données station par station et comparaison aux données SHYREG

L'analyse réalisée pour chacune de ces stations consiste à :

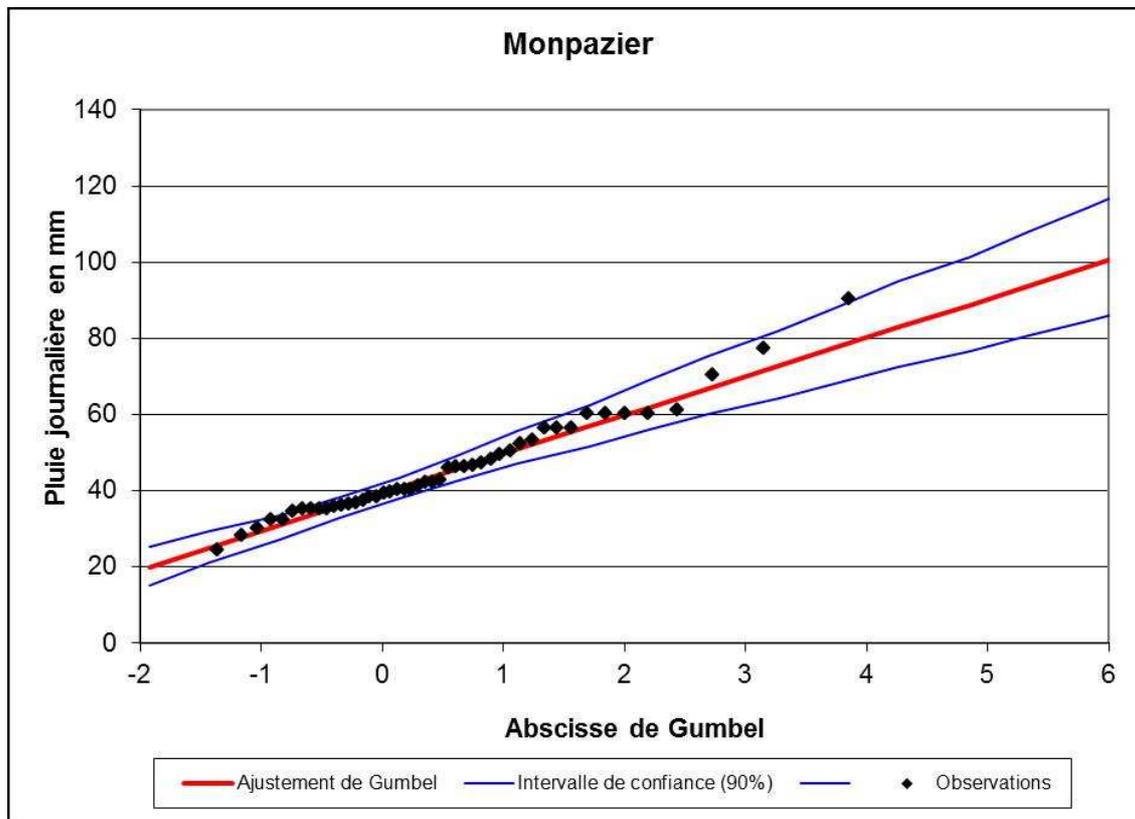
- Constituer une chronique de pluies journalières maximales annuelles à partir des données Météo-France,
- Procéder à un ajustement linéaire sur ces données dans un graphique de Gumbel, par la méthode des moments,
- En déduire le GRADEX des pluies journalières qui n'est autre que la pente de la droite d'ajustement puis le GRADEX des pluies de durée 24 h (valeurs probables et intervalle de confiance à 90 %).

#### 3.1.2.1 Monpazier

Les données disponibles au niveau de ce poste pluviométrique nous permettent de constituer une chronique de 47 valeurs de pluies journalières maximales annuelles, soit toutes les années de la période 1966-2012.

L'ajustement statistique réalisé sur la chronique de pluies maximales annuelles ainsi obtenue est illustré par le graphique suivant :

Figure 3 : Ajustement de Gumbel sur les pluies journalières maximales annuelles à Monpazier (période du 01/01/1966 au 31/12/2012)



Les plus fortes valeurs enregistrées sont, en ordre décroissant de hauteur de pluie :

- 90 mm le 13 Septembre 1969,
- 77 mm le 04 Juin 2003,
- 70 mm le 25 Mai 2008.

Le GRADEX de la droite d'ajustement présentée sur la **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** s'élève à 10.2 mm/j, avec un intervalle de confiance à 90% de [7.9 ; 12.6].

L'ajustement suit bien la plupart des valeurs mesurées, mais on note que quelques valeurs limites sont justes au-dessus de l'intervalle de confiance à 90%, sans être des valeurs extrêmes.

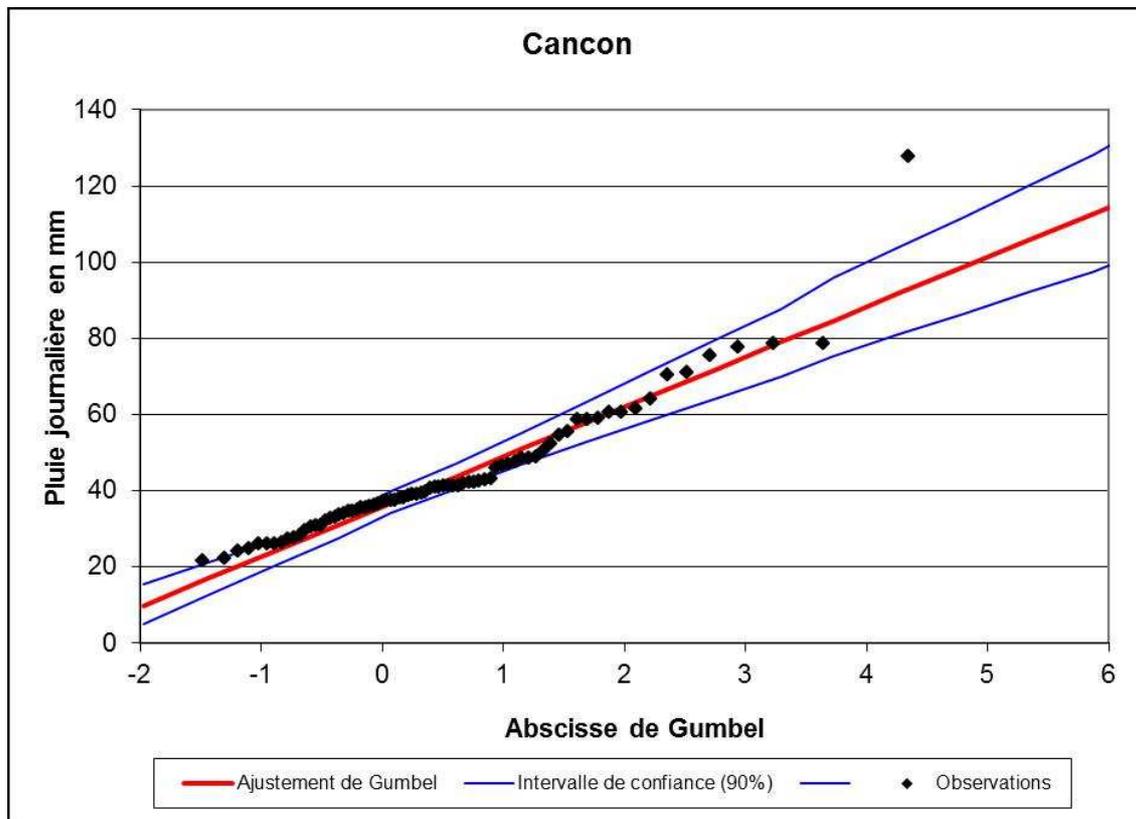
Après application aux résultats de cet ajustement du coefficient de Weiss (1,14) permettant d'évaluer les pluies maximales de durée 24h à partir des pluies journalières, nous pouvons estimer à 11,6 mm avec un intervalle de confiance à 90 % de [9 ; 14.4 mm] le GRADEX des pluies maximales de durée 24h.

### 3.1.2.2 Cancon

La station de Cancon est en service depuis 1935. Les données disponibles au niveau de ce poste pluviométrique nous permettent de constituer une chronique de 77 valeurs de pluies journalières maximales annuelles, soit toutes les années de la période 1936 à 2012.

L'ajustement statistique réalisé sur ces données est illustré par le graphique suivant :

Figure 4 : Ajustement de Gumbel sur les pluies journalières maximales annuelles à Cancon (période du 01/01/1936 au 31/12/2012)



Les plus fortes valeurs enregistrées sont, en ordre décroissant de hauteur de pluie :

- 127.3 mm le 07 Juillet 1977,
- 78.3 mm le 03 Octobre 1937,
- 78.2 le 05 Juillet 1993.

L'ajustement obtenu conduit à un GRADEX des pluies journalières de 13.1 mm avec un intervalle de confiance à 90 % de [10.9 ; 15.8 mm].

On note ici que l'ajustement suit bien les valeurs mesurées mais que la plus forte valeur de précipitations mesurées (de 127.3 mm) sort totalement de l'intervalle de confiance à 90%.

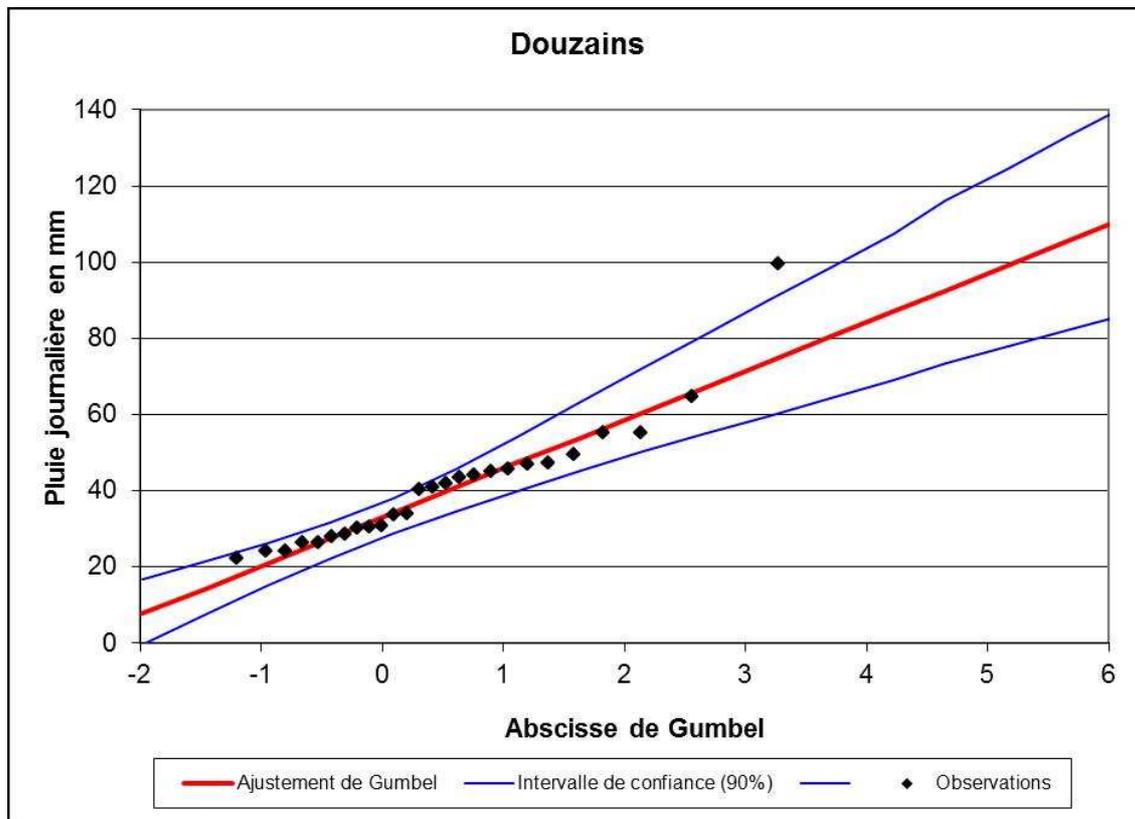
Après application du coefficient de Weiss (1,14) permettant de centrer les pluies maximales de durée 24h à partir des pluies journalières, nous pouvons estimer à 14.9 mm avec un intervalle de confiance à 90 % de [12.4 ; 18.0 mm] le GRADEX des pluies maximales de durée 24 h.

### 3.1.2.3 Douzains

Les données disponibles au niveau de ce poste pluviométrique nous permettent de constituer une chronique de 26 valeurs de pluies journalières maximales annuelles, soit toutes les années de la période 1987-2012.

L'ajustement statistique réalisé sur la chronique de pluies maximales annuelles ainsi obtenue est illustré par le graphique suivant :

Figure 5 : Ajustement de Gumbel sur les pluies journalières maximales annuelles à Douzains (période du 01/01/1987 à 31/12/2012)



Les plus fortes valeurs enregistrées sont, en ordre décroissant de hauteur de pluie :

- 99.3 mm le 05 Juillet 1993,
- 64.4 mm le 29 Juin 1990,
- 55 mm le 08 Août 1992.

Le GRADEX de la droite d'ajustement présentée sur la **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** s'élève à 12.8 mm/j, avec un intervalle de confiance à 90% de [9.0 ; 17.2].

L'ajustement suit bien la plupart des valeurs mesurées, celles-ci sont comprises dans l'intervalle de confiance à 90%. Seule la valeur maximale de 99.3 mm sort de l'intervalle de confiance.

Après application aux résultats de cet ajustement du coefficient de Weiss (1,14) permettant de centrer les pluies maximales de durée 24 h à partir des pluies journalières, nous pouvons estimer à 14.6 mm avec un intervalle de confiance à 90 % de [10.3 ; 19.6 mm] le GRADEX des pluies maximales de durée 24h.

#### 3.1.2.4 Données SHYREG

Les données SHYREG pour les pluies de durée 24 h et de durée de retour 10 ans et 100 ans (ne sont disponibles que les valeurs probables, sans intervalle de confiance) ont été acquises auprès de Météo-France en un point central de chacun des bassins versants, situés sur les communes de Saint-Cassien et Ségalas. Elles permettent d'estimer en ces points le GRADEX entre les pluies de période de retour 10 ans et 100 ans, pour la durée 24 h, en valeur médiane.

Ces données sont fournies dans le tableau suivant, ainsi que l'estimation du GRADEX correspondant.

**Tableau 3 : Données SHYREG et évaluation du GRADEX des pluies correspondant**

	Point du bassin versant du barrage de Brayssou	Point du bassin versant du barrage des Graussettes
X Lambert II étendu (km)	481	456
Y Lambert II étendu (km)	1966	1957
P10, 24h SHYREG (mm)	69.8	66.9
P100, 24h SHYREG (mm)	96.3	93.3
GRADEX (mm/24h)	11.3	11.2

### 3.1.2.5 Récapitulatif

Les résultats de GRADEX obtenus (valeur probable et borne supérieure de l'intervalle de confiance à 90% pour les stations sur lesquelles nous avons réalisé nous-mêmes l'ajustement) au niveau des différents points examinés sont récapitulés dans le tableau suivant.

**Tableau 4 : Récapitulatif des pluies de 24h de différentes périodes de retour et des valeurs de gradex en différents points**

	Période de retour	variable réduite de Gumbel	Monpazier	Cancon	Douzains	SHYREG point central du BV du Brayssou	SHYREG point central du BV des Graussettes
Nombre d'années sur lequel est basée l'analyse			47	77	26		
Hauteur de pluie (mm) de différentes périodes de retour (en années)	10	2,25	71.1	74.5	70.5	69.8	66.9
	100	4,60	98.4	109.5	104.7	96.3	93.3
	1 000	6,91	125.3	144.0	138.4	-	-
	3 000	8,01	138.0	160.4	154.5	-	-
	5 000	8,52	144.0	168.0	161.9	-	-
	10 000	9,21	152.0	178.4	172.0	-	-
Gradex (mm/24h)	Valeur probable		11.6	14.9	14.6	11.3	11.6
	Valeur supérieure de l'IC à 90%		14.4	18.0	19.6	-	-

L'analyse conduit donc à des GRADEX sur les pluies de 24h compris entre 11,3 et 14,9 mm/24h en valeur probable.

### 3.1.3 Evaluation du GRADEX des pluies dans la zone d'étude

#### 3.1.3.1 *Barrage de Brayssou*

Les GRADEX obtenus sur les stations voisines du bassin versant sont, comme nous l'avons vu ci-avant, compris entre 11,3 et 14,9 mm/24h en valeur probable.

Les valeurs obtenues aux stations de Cancon (14,9 [18]) et Douzains (14,6 [19,6]) sont très proches l'une de l'autre. Ces valeurs sont très supérieures à celles obtenues à la station de Monpazier (11,6 [14,4]) et au gradex obtenu à partir des données SHYREG sur le bassin versant du Brayssou (11,3).

Les stations de Cancon et Douzains sont beaucoup plus éloignées du bassin versant du Brayssou que la station de Monpazier qui est située à environ 5 km du bassin versant.

Nous proposons donc de retenir, une valeur de GRADEX 24h = 14.5, qui correspond à la borne supérieure de l'intervalle de confiance à la station de Monpazier et aux valeurs probables des stations de Cancon et Douzains. Cette valeur permet de tenir compte de la possibilité d'occurrence d'évènements pluviométriques au-dessus de l'ajustement pour la station de Monpazier (possibilité vérifiée par les observations).

**Nous retiendrons ainsi une valeur de GRADEX de 14.5 mm pour les pluies de durée 24 h.**

#### 3.1.3.2 *Barrages des Graoussettes*

Les GRADEX obtenus sur les stations voisines du bassin versant sont, comme nous l'avons vu ci-avant, compris entre 11.3 et 14.9 mm/24h en valeur probable.

Les valeurs obtenues aux stations de Cancon (14.9 [18]) et Douzains (14.6 [19.6]) sont très proches l'une de l'autre. Ces valeurs sont très supérieures à celles obtenues à la station de Monpazier (11.6 [14.4]) et au gradex obtenu à partir des données SHYREG sur le bassin versant des Graoussettes (11.6).

Les stations de Cancon et Douzains sont beaucoup plus proches du bassin versant des Graoussettes que la station de Monpazier qui est située à environ 30 km du bassin versant.

Nous proposons donc de retenir, une valeur de GRADEX 24h = 18, qui correspond à la borne supérieure de l'intervalle de confiance à la station de Cancon et permettant de tenir compte de la possibilité d'occurrence d'évènements pluviométriques au-dessus de l'ajustement (possibilité vérifiée par les observations).

**Nous retiendrons ainsi une valeur de GRADEX de 18 mm pour les pluies de durée 24 h.**

### 3.1.4 Pluies extrêmes observées

#### 3.1.4.1 *Barrage de Brayssou*

[Source : site internet « Pluies Extrêmes » de Météo-France (<http://pluiesextremes.meteo.fr/>)]

Au-delà des pluies enregistrées aux stations de Monpazier, Cancon et Douzains qui ont été analysées précédemment, il est intéressant de vérifier si d'autres évènements pluvieux exceptionnels n'auraient pas touché le bassin versant étudié.

Plusieurs évènements pluvieux supérieurs à 90 mm en un jour ont été enregistrés sur la période 1958-2012 dans un rayon de 25 km autour de Saint-Cassien :

- Le 05/07/1993 : 105 mm enregistrés à Monflanquin,
- Le 21/05/1959 : 104.3 mm enregistrés à Belves,
- Le 25/05/2008 : 100.8 mm enregistrés à Belves,
- Le 10/10/1970 : 97 mm enregistrés à Villefranche-du-Perigord,
- Le 29/06/1990: 96 mm enregistrés à Beaumont,

Les 105 mm enregistrés à Monflanquin correspondent à une période de retour comprise entre 100 et 1000 ans si l'on se réfère aux ajustements sur les pluies journalières aux trois stations étudiées.

La possibilité d'occurrence de tels évènements sur le bassin du barrage est donc largement prise en compte plus loin dans l'application de la méthode du GRADEX puisque les évènements considérés pour le barrage de Brayssou correspondent à des périodes de retour au moins trois millénales.

### 3.1.4.2 Barrage des Graoussettes

[Source : site internet « Pluies Extrêmes » de Météo-France (<http://pluiesextremes.meteo.fr/>)]

Au-delà des pluies enregistrées aux stations de Monpazier, Cancon et Douzains qui ont été analysées précédemment, il est intéressant de vérifier si d'autres évènements pluvieux exceptionnels n'auraient pas touché le bassin versant étudié.

Plusieurs évènements pluvieux supérieurs à 90 mm en un jour ont été enregistrés sur la période 1958-2012 dans un rayon de 25 km autour de Ségalas :

- Le 27/07/2006 : 144.6 mm enregistrés à Saint-Livrade-sur-Lot,
- Le 05/07/1993 : 120 mm enregistrés à Saint-Livrade-sur-Lot,
- Le 05/06/1971 : 100.8 mm enregistrés à Seyches,
- Le 29/06/1990: 96 mm enregistrés à Beaumont,

Les 144.6 mm enregistrés à Saint-Livrade-sur-Lot correspondent à une période de retour comprise entre 1000 et 3000 ans si l'on se réfère aux ajustements sur les pluies journalières aux stations de Cancon et Douzains (stations les plus proches du bassin versant).

La possibilité d'occurrence de tels évènements sur le bassin du barrage est donc prise en compte plus loin dans l'application de la méthode du GRADEX puisque les évènements considérés pour le barrage des Graoussettes correspondent à des périodes de retour millénales à décamillénales.

## 3.2 Analyse des débits

### 3.2.1 Données hydrométriques disponibles

Les stations hydrométriques disposant de 20 années de mesures au moins à proximité de la zone d'étude ont été recherchées. Nous avons conservé uniquement les stations contrôlant des bassins versants de taille moyenne (excluant ainsi les stations proches implantées sur le Dropt, contrôlant un bassin versant beaucoup plus vaste).

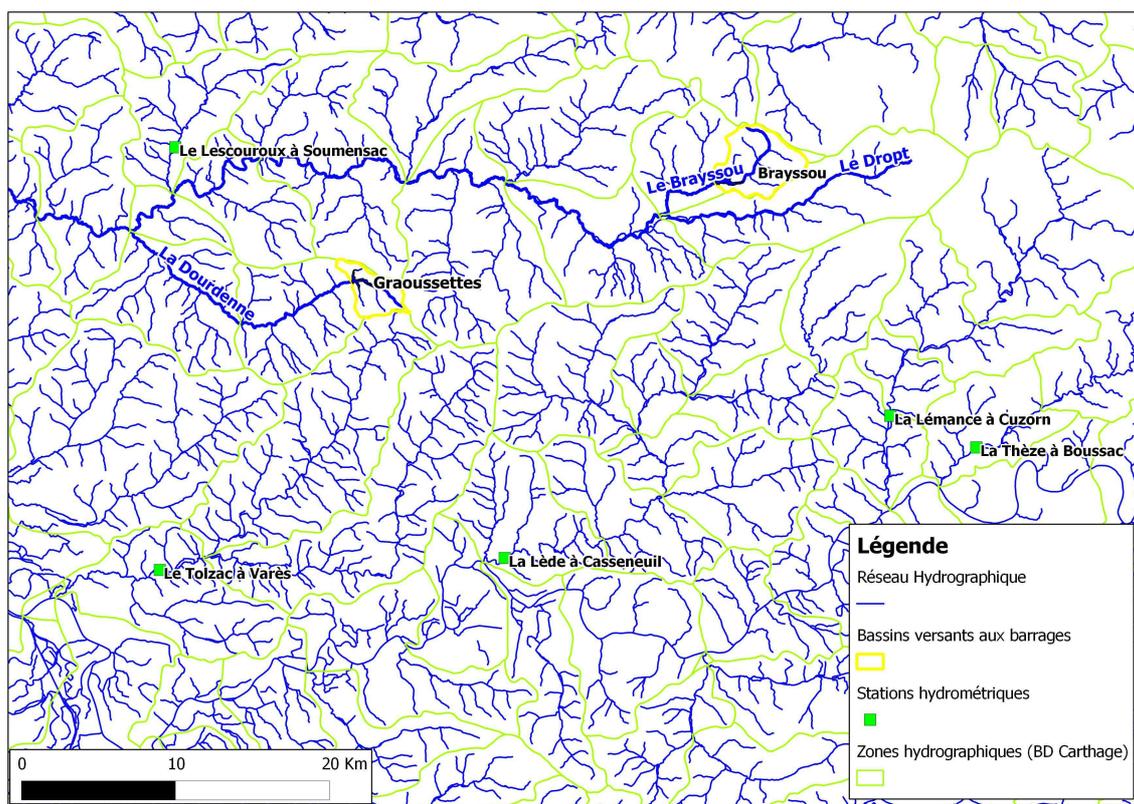
Le tableau suivant en donne les principales caractéristiques et les valeurs de crue décennale annoncées dans la Banque HYDRO.

**Tableau 5 : Données hydrométriques disponibles**

Code Station	Nom Station	Cours d'eau	SBV (km <sup>2</sup> )	Période	Débit journalier de crue décennale Qj10 (m <sup>3</sup> /s)	Débit de pointe de crue décennale Qp10 (m <sup>3</sup> /s)	Débit de pointe décennal spécifique q10 spé (m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup> )
O9285010	Soumensac	Lescouroux	41	1974-1994	7.8	13	0.32
O9034010	Vares	Tolzac	255	1970-2013	30	31	0.12
O8584010	Casseneuil	Lede	411	1970-2013	59	65	0.16
O8344020	Boussac	Thèze	102	1971-2013	3.4	4.8	0.05
O8394310	Cuzorn	Lémance	234	1968-2013	13	16	0.07

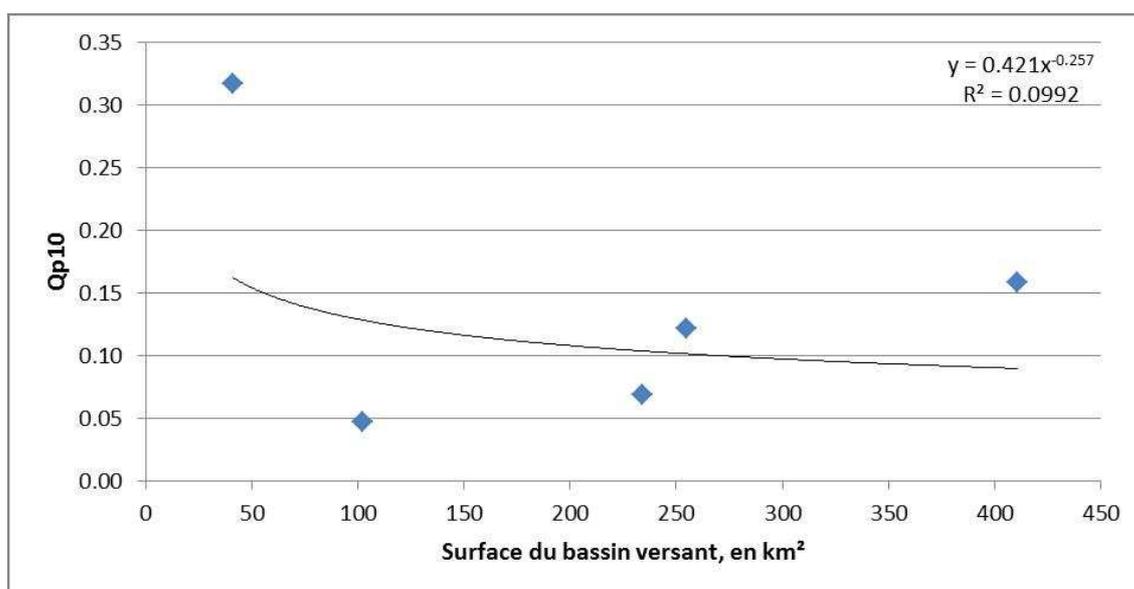
La localisation de ces stations est représentée sur la carte suivante.

Figure 6 : Localisation des stations hydrométriques utilisées dans l'analyse



Nous proposons ici de regarder la courbe d'évolution des débits de pointe décennaux spécifiques (en  $m^3/s/km^2$  de bassin versant) en fonction de la surface de bassin versant, avant de déterminer sur quelle(s) station(s) nous baserons la détermination des débits de pointe décennaux au niveau du barrage.

Figure 7 : Débits de pointe décennaux spécifiques aux stations hydrométriques en fonction de la taille du bassin versant contrôlé



L'ajustement d'une courbe de tendance de la forme usuelle  $Q = aS^b$ , qui traduit l'évolution du débit de crue en fonction de la surface de bassin versant, n'est pas du tout satisfaisant sur ce nuage de point.

Dans l'optique de la révision des crues de fréquence rare par la méthode du GRADEX, il nous importe d'évaluer le débit de pointe décennal au barrage (« point pivot »), quitte, dans le doute, à plutôt surestimer la valeur dans une logique de sécurité vis-à-vis du fonctionnement des ouvrages. Nous proposons donc un peu plus loin une évaluation basée sur les valeurs spécifiques les plus fortes. Le débit spécifique le plus fort,  $qp_{10} = 0.32 \text{ m}^3/\text{s}$ , est obtenu pour la station du Lescouroux à Soumensac qui est également la station qui avait été utilisée lors de l'hydrologie initiale.

Notons qu'une incertitude sur la valeur du débit de pointe décennal pèse assez peu sur le résultat final, les paramètres plus déterminants étant le GRADEX des pluies et le coefficient de pointe des crues.

### 3.2.2 Evaluation des débits de pointe décennaux aux barrages

#### 3.2.2.1 *Utilisation des méthodes semi-empiriques régionales*

Différentes méthodes semi-empiriques permettent d'évaluer un ordre de grandeur du débit de pointe décennal aux barrages.

Les données de base utilisées sont les suivantes :

- Pluie moyenne annuelle : 747 mm environ (Agen),
- Pluie journalière décennale estimée à 62.7 mm (Valeur moyenne des 3 stations pluviométriques),
- Température moyenne annuelle : 12.9°C (Agen),
- Coefficients a et b de Montana pris égaux à ceux de la station Météo d'Agen,
- Surface des bassins versants, longueur du cheminement hydraulique le plus long et dénivelé : cf. Tableau 1 du présent rapport.

**Tableau 6 : Application de formules semi-empiriques pour l'évaluation du débit de pointe décennal aux barrages**

Méthode	Qp Brayssou	Qp spé Brayssou	Qp Graussettes	Qp spé Graussettes
CRUPEDIX	6.34 m3/s	0.34 m3/s/km <sup>2</sup>	3.53 m3/s	0.39 m3/s/km <sup>2</sup>
SOCOSE	4.47 m3/s	0.24 m3/s/km <sup>2</sup>	2.46 m3/s	0.28 m3/s/km <sup>2</sup>
SOGREAH (abaques)	8.5 m3/s	0.46 m3/s/km <sup>2</sup>	5 m3/s	0.56 m3/s/km <sup>2</sup>

#### 3.2.2.2 *Estimation à partir du débit décennal de pointe aux stations hydrométriques*

Suite à l'examen de l'évolution des débits de pointe spécifique en fonction de la surface du bassin versant (cf. §3.2.1), nous baserons par sécurité cette estimation sur les valeurs spécifiques les plus fortes rencontrées au niveau des stations hydrométriques voisines.

Le débit décennal de pointe mesuré sur le Lescouroux à Soumensac nous servira ainsi de référence.

Nous utilisons pour cela les formules de Myer et de Francou-Rodier.

La formule de Myer :

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \left( \frac{S_1}{S_2} \right)^\alpha$$

Les valeurs usuelles du coefficient  $\alpha$  sont comprises entre 0,6 et 0,9, mais en l'absence d'information locale fiable, la valeur retenue est généralement de 0,7 ou 0,8.

La formule de Francou-Rodier :

$$Q_1 = 10^6 \exp \left[ \left( \frac{1 - K_{FR}}{10} \right) \ln(S_1 10^8) \right]$$

Avec

$$K_{FR} = 10 \left[ \frac{1 - \ln(10^{-6} Q_2)}{\ln(10^{-8} S_2)} \right]$$

Nous obtenons ainsi les valeurs suivantes :

**Tableau 7 : Application des formules de Myer et de Francou-Rodier pour l'évaluation du débit de pointe décennal au barrage**

	Brayssou	Graoussettes
Rappel Surface BV	18.5 km <sup>2</sup>	8.9 km <sup>2</sup>
<b>Méthode de Myer</b>		
Débit de pointe décennal au barrage ( $\alpha=0,7$ )	7.45 m <sup>3</sup> /s	4.46 m <sup>3</sup> /s
Débit de pointe décennal au barrage ( $\alpha=0,8$ )	6.88 m <sup>3</sup> /s	3.83 m <sup>3</sup> /s
<b>Méthode de Francou-Rodier</b>		
Débit de pointe décennal au barrage	7.07 m <sup>3</sup> /s	4.04 m <sup>3</sup> /s

Ces valeurs sont cohérentes avec les valeurs obtenues par les méthodes empiriques.

### 3.2.2.3 Valeurs retenues

- Barrage de Brayssou :

Les différentes valeurs obtenues s'échelonnent entre 4.47 et 8.5 m<sup>3</sup>/s pour le débit décennal au barrage.

Nous retiendrons une valeur intermédiaire entre les méthodes empiriques et l'application de la formule de Myer et de Francou-Rodier à partir de la station de référence du Lescouroux à Soumensac.

**La valeur retenue pour le débit décennal au barrage est de  $8 \text{ m}^3/\text{s}$ .**

- Barrage des Graoussettes :

Les différentes valeurs obtenues s'échelonnent entre  $2.46$  et  $5 \text{ m}^3/\text{s}$  pour le débit décennal au barrage.

Nous retiendrons la valeur sécuritaire de  $5 \text{ m}^3/\text{s}$  correspondant à la valeur maximale obtenue par les abaques de Sogreah.

**La valeur retenue pour le débit décennal au barrage des Graoussettes est de  $5 \text{ m}^3/\text{s}$ .**

### 3.2.3 Détermination du coefficient de pointe

Afin d'appliquer la méthode du Gradex, le ratio  $C_{p24h} = Q_p/Q_{M24h}$  (rapport du débit de pointe sur le débit moyen de 24h de la crue) doit être déterminé.

Nous ferons l'hypothèse, généralement vérifiée, de l'indépendance du coefficient de pointe vis-à-vis du débit de pointe des crues et de leur période de retour.

#### 3.2.3.1 *Détermination du coefficient de pointe sur le Lescouroux à Soumensac*

Nous disposons des mesures au pas de temps horaire sur la période 1975-1993 qui nous permettent de calculer les rapports pour chaque crue :

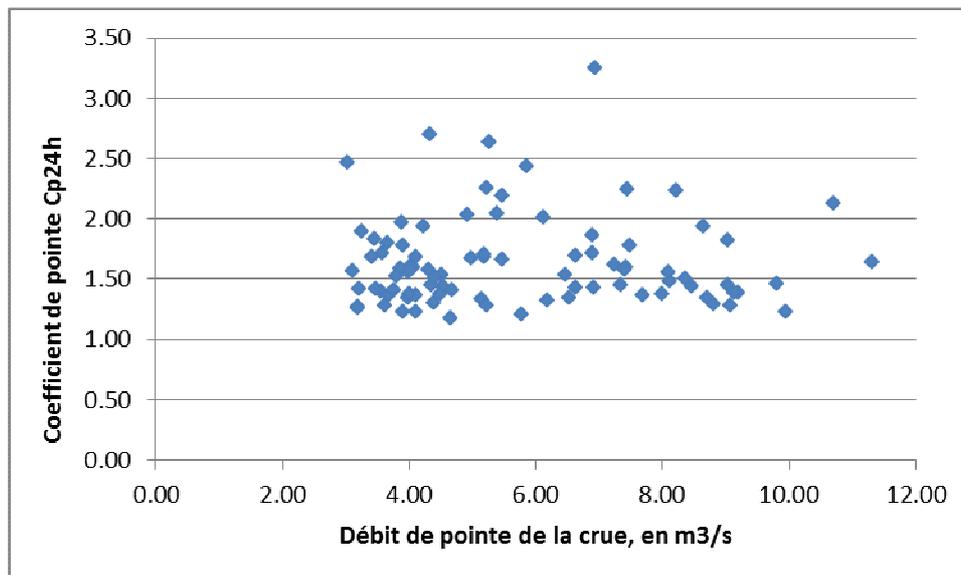
- Du débit de pointe au débit moyen journalier maximal,
- Du débit de pointe au débit moyen sur 24h maximal.

et ce pour toutes les crues remarquables (en moyenne 4 par an). Les valeurs sont données sur le tableau en annexe avec :

- $Q_{max}$  (ou  $Q_p$ ) = débit de pointe de la crue étudiée
- $Q_{MJ}$  = débit moyen journalier (0h-24h) de la crue étudiée
- $C_{pMJ}$  = rapport des 2 valeurs précédentes  $Q_{max}/Q_{MJ}$
- $Q_{M24h}$  = débit moyen maximal sur 24h glissantes de la crue étudiée
- $C_{p24h}$  = rapport  $Q_{max}/Q_{M24h}$
- $C_{pMJ}/C_{p24h}$  = rapport des 2 coefficients de pointe calculés

Les valeurs du coefficient de pointe sont également illustrées par le graphique de la Figure 8 représentant les valeurs de  $C_{p24h}$  en fonction du débit de pointe de la crue correspondante.

Figure 8 : Coefficient de pointe en fonction du débit de pointe des crues observées sur le Lescouroux à Soumensac entre 1975 et 1993



Nous retrouvons le ratio moyen CpMJ/Cp24h (coefficient de centrage) de 1.15 (ici 1.26) utilisé fréquemment pour passer de l'un à l'autre (en général, on ne dispose que du CpMJ).

La valeur du Cp24h varie sur la chronique entre 1.18 et 3.25 ; la moyenne s'établit à 1.64.

La Figure 8 montre que pour toutes les crues, le coefficient de pointe se concentre généralement au sein d'un nuage de points dont les valeurs sont autour de 1.5. Nous retrouvons également quelques valeurs comprises entre 2 et 2.5, indépendamment de la valeur du débit de pointe. Ainsi, l'indépendance (théorique) de Cp24h vis-à-vis du Qp semble ici assez bien vérifiée, puisqu'il ne se dégage pas de tendance à l'augmentation de Cp avec Qp.

Nous retiendrons pour cette station hydrométrique une valeur sécuritaire de Cp24h de l'ordre de 2.5.

### 3.2.3.2 Détermination du coefficient de pointe aux barrages

Il convient maintenant d'évaluer le coefficient de pointe des crues pour les bassins versants des barrages de Brayssou et des Graoussettes. Cp varie en effet en fonction de la taille du bassin versant et tend à diminuer lorsque la surface du bassin versant augmente et inversement.

Pour faire la transposition au bassin versant du barrage, nous partons des considérations suivantes :

1. la relation de Myer donne Qp proportionnel à  $S^\alpha$  et nous avons considéré ici  $\alpha$  égal à 0.8
2. on peut estimer que QMJ serait quant à lui plutôt proportionnel à  $S^{0.9}$  ou S,
3.  $Cp = Qp/QMJ$  serait donc proportionnel à  $S^{-0.2}$  et nous ferons l'approximation qu'il en est de même pour le Cp24h.

La valeur de coefficient de pointe ainsi obtenue aux barrages de Brayssou et Graoussettes est alors :

Tableau 8 : Première estimation du coefficient de pointe aux barrages de Brayssou et Graoussettes

Barrage	Surface de bassin versant (km <sup>2</sup> )	Cp24h
Brayssou	18.5	2.9
Graoussettes	8.9	3.4

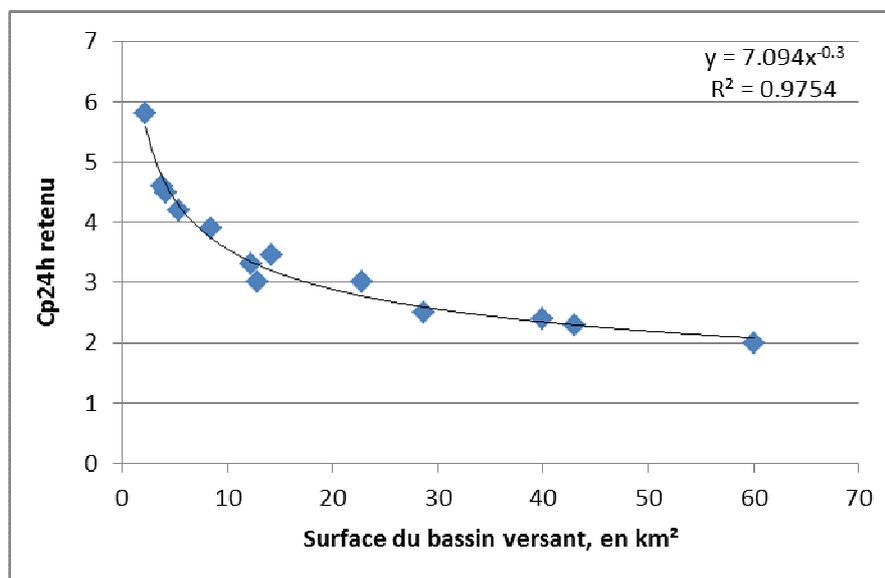
Pour mémoire et pour vérifier la cohérence des valeurs ci-dessus, nous rassemblons ci-après quelques valeurs de coefficient de pointe pris en compte lors d'études hydrologiques récentes réalisées par la CACG pour d'autres barrages du bassin Adour-Garonne (hors bassins versants de montagne), après des analyses comparables basées sur les stations hydrométriques proches.

Tableau 9 : Coefficient de pointe pour d'autres barrages du bassin Adour-Garonne

Barrage	Puydarrieux	Bouès	Miélan	St Cricq	Gimone	Bouillac	Comberouger	Lavit	Sivens	Gabas	Saint-Beauzeil	Fontbouysson	Peyralade
SBV (km <sup>2</sup> )	60	14,25	22,8	12,3	40	12,8	8,4	2,2	28,7	43	4,2	5,4	3,8
Cp24h retenu	2	3,45	3	3,3	2,4	3	3,9	5,8	2,5	2,3	4,5	4,2	4,6

La variation du Cp24h en fonction de la surface du bassin versant est représentée sur le graphique de la figure suivante.

Figure 9 : Cp24h retenu pour quelques barrages en Adour-Garonne en fonction de la taille du bassin versant



Appliqué aux surfaces des bassins versants des barrages de Brayssou et des Graoussettes, cet ajustement permettrait d'estimer respectivement à 3.0 et 3.7 les Cp24h, ces valeurs sont cohérentes avec celles obtenues à partir des données du Lescouroux à Soumensac.

Les valeurs obtenues à partir de l'ajustement étant légèrement supérieures, nous retiendrons par sécurité les valeurs de Cp estimées à partir de cet ajustement.

**Finalement, nous retiendrons une valeur du Cp24h de 3,0 pour le barrage de Brayssou et de 3,7 pour le barrage des Graoussettes.**

### 3.3 Elaboration des hydrogrammes de crue pour différentes périodes de retour

Les travaux en cours du groupe de travail « Dimensionnement des évacuateurs de crue des barrages » du CFBR Comité Français des Barrages et Réservoirs préconisent de procéder à des vérifications du fonctionnement des ouvrages pour une situation exceptionnelle (correspondant à une crue de période de retour  $T = 300$  à  $10\,000$  ans pour les barrages meubles) et pour une situation extrême (correspondant à une crue de période de retour  $T=1\,000$  à  $100\,000$  ans pour les barrages meubles).

Les périodes de retour préconisées pour les barrages de classes B et C sont les suivantes :

**Tableau 10 : Périodes de retour (T) des crues à considérer**

Classe du barrage	Situation exceptionnelle	Situation extrême
B	$T = 3\,000$ ans	$T = 30\,000$ ans
C	$T = 1\,000$ ans	$T = 10\,000$ ans

#### 3.3.1 Calcul des débits de pointe et des débits moyens 24h de crue pour différentes périodes de retour

Le volume ruisselé est calculé pour différentes périodes de retour à partir du point pivot correspondant à la crue décennale et le coefficient de pointe  $C_{p24h}$ , en appliquant le GRADEX des pluies. De là est déduit directement le débit moyen pendant 24h pour ces durées de retour, puis le débit de pointe par application du ratio  $Q_p/Q_{m24h}$  déterminé au niveau du barrage.

Les résultats obtenus sont rassemblés dans les tableaux suivants.

Les hydrogrammes des crues correspondant aux situations exceptionnelles et extrêmes sont ensuite élaborés pour les barrages de Brayssou et Graoussettes.

**Tableau 11 : Débits moyens et de pointe des crues pour différentes périodes de retour au barrage de Brayssou**

		Brayssou					
Rappel des données intermédiaires	Surface du bassin versant (km <sup>2</sup> ) :			18.5			
	Point pivot Qp10 (m3/s) :			8			
	Coefficient de pointe Cp24h :			3			
	Gradex des pluies 24h (mm) :			14.5			
résultats des calculs de crue	période de retour T (ans)	f	abscisse Gumbel	Ruissellement 24h (mm)	Qm24h (m3/s)	Qp (m3/s)	Volume ruisselé (m3)
	10	0.9	2.250367	12	2.7	8.0	230 400
	100	0.99	4.600149	47	10.0	29.9	860 729
	1000	0.9990	6.907255	80	17.1	51.4	1 479 610
	3000	0.999666667	8.006201	96	20.5	61.6	1 774 402
	5000	0.9998	8.517093	103	22.1	66.4	1 911 449
	10000	0.9999	9.210290	113	24.3	72.8	2 097 399
	20000	0.99995	9.903463	123	26.4	79.3	2 283 343
	30000	0.99997	10.308936	129	27.7	83.1	2 392 111
	50000	0.99998	10.819768	137	29.3	87.8	2 529 142
	100000	0.99999	11.512920	147	31.4	94.3	2 715 080
	1000000	0.999999	13.815510	180	38.6	115.7	3 332 750
	2500000	0.9999996	14.731801	193	41.4	124.3	3 578 545

**Tableau 12 : Débits moyens et de pointe des crues pour différentes périodes de retour au barrage des Graussettes**

		Graussettes					
Rappel des données intermédiaires	Surface du bassin versant (km <sup>2</sup> ) :			8.9			
	Point pivot Qp10 (m3/s) :			5			
	Coefficient de pointe Cp24h :			3.7			
	Gradex des pluies 24h (mm) :			18.0			
résultats des calculs de crue	période de retour T (ans)	f	abscisse Gumbel	Ruissellement 24h (mm)	Qm24h (m3/s)	Qp (m3/s)	Volume ruisselé (m3)
	10	0.9	2.250367	13	1.4	5.0	116 757
	100	0.99	4.600149	55	5.7	21.1	493 192
	1000	0.9990	6.907255	97	10.0	36.9	862 790
	3000	0.999666667	8.006201	117	12.0	44.5	1 038 841
	5000	0.9998	8.517093	126	13.0	48.0	1 120 686
	10000	0.99990	9.210290	138	14.3	52.7	1 231 736
	20000	0.99995	9.903463	151	15.5	57.5	1 342 783
	30000	0.999966667	10.308936	158	16.3	60.3	1 407 739
	50000	0.99998	10.819768	167	17.2	63.8	1 489 575
	100000	0.99999	11.512920	180	18.5	68.5	1 600 618
	1000000	0.999999	13.815510	221	22.8	84.3	1 969 493
	2500000	0.9999996	14.731801	238	24.5	90.6	2 116 282

Les valeurs à retenir ont été surlignées de jaune pour les crues exceptionnelles et de orange pour les crues extrêmes.

### 3.3.2 Hydrogrammes de crues exceptionnelles et extrêmes

Les hydrogrammes de crue sont calculés de manière à respecter les débits de pointe et les débits moyens de 24h, évalués précédemment, en utilisant la formulation de SOCOSE. Cette formulation a été retenue en suivant les conseils du guide « Petits barrages : recommandations pour la conception, la réalisation et le suivi" (CFGB, 2002), elle s'exprime de la manière suivante :

$$q(t) = \frac{Q_p \times 2 \times \left(\frac{t}{D}\right)^\alpha}{1 + \left(\frac{t}{D}\right)^{2\alpha}}$$

Où :

- $q(t)$  est le débit à l'instant  $t$
- $Q_p$  est le débit de pointe de la crue
- $D$  est la durée caractéristique du bassin versant donnée par la formule de SOCOSE :

$$\ln(D) = -0.69 + 0.32 \ln(S) + 2.2 \left(\frac{P_a}{P \times t_a}\right)^{0.5}$$

- $S$  est la surface du bassin versant (ici 18,5 et 8,9 km<sup>2</sup>)
- $P_a$  la pluie annuelle (ici 750 mm environ)
- $P$  la pluie journalière de fréquence décennale (on retient ici la valeur moyenne de 62,7 mm)
- $t_a$  la température moyenne annuelle (ici 12,9°C environ)
- le paramètre  $\alpha$  est calé de manière à respecter le débit moyen sur 24h.

Les hydrogrammes de crue, pour les périodes de retour 3000 et 30 000 ans pour le barrage de Brayssou et 1000 et 10 000 ans pour le barrage des Graoussettes, obtenus par cette formulation sont représentés sur les graphiques suivants.

Figure 10 : Hydrogrammes de crues exceptionnelle et extrême au barrage de Brayssou

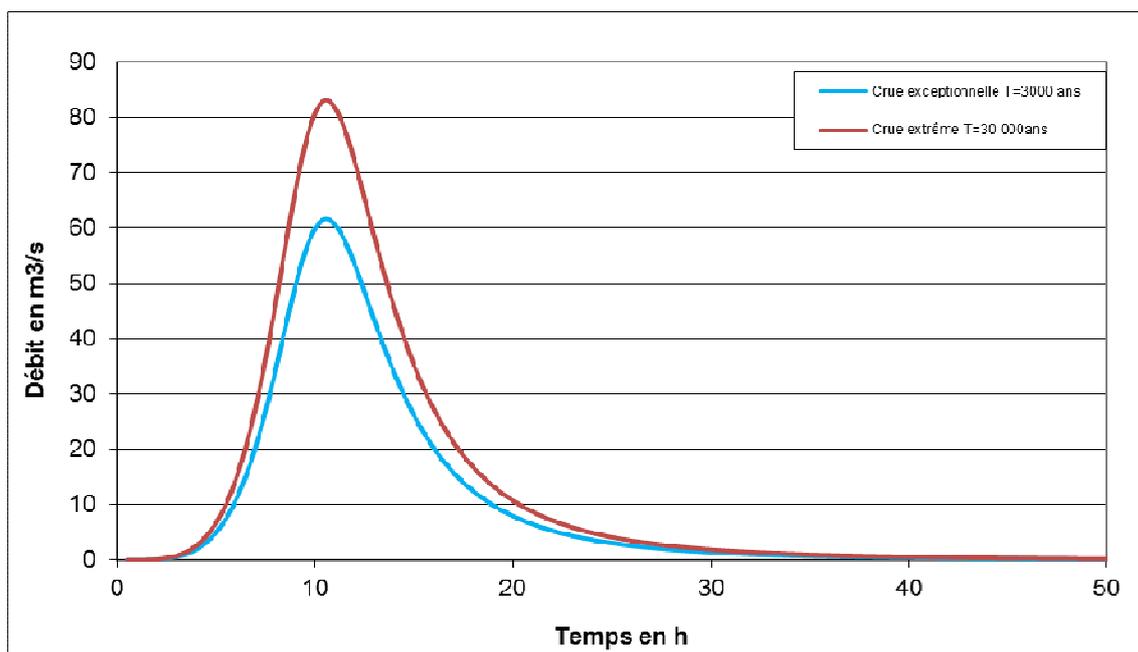
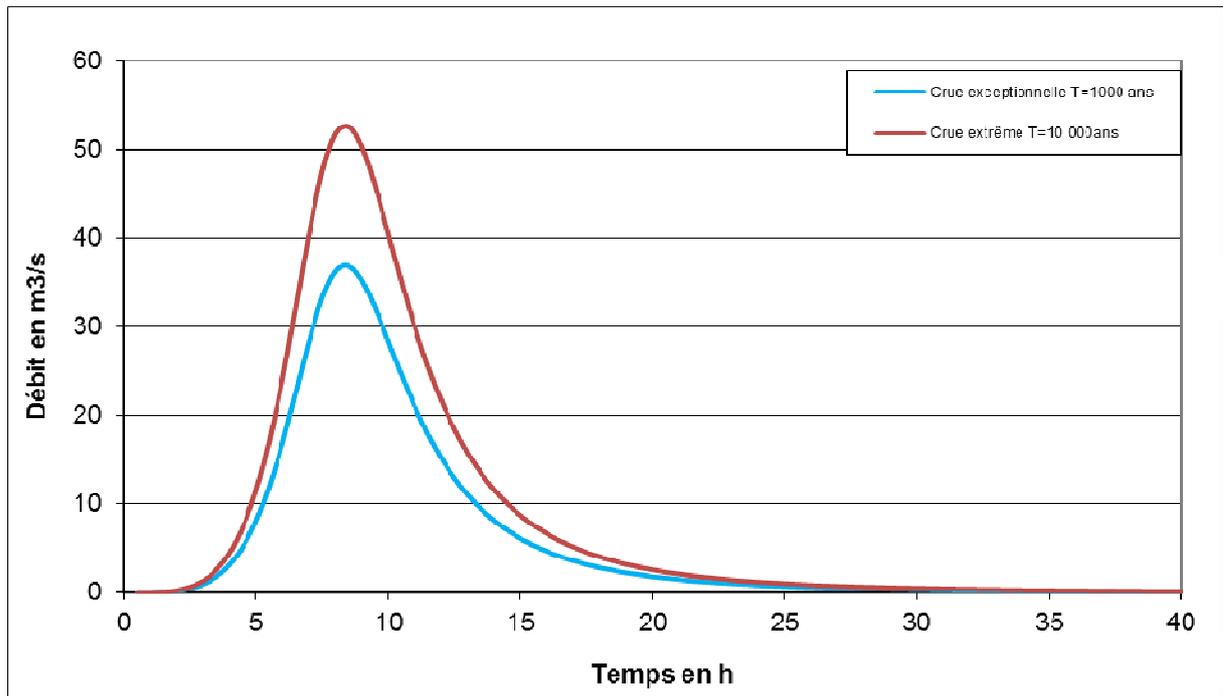


Figure 11 : Hydrogrammes de crues exceptionnelle et extrême au barrage des Graussettes



**Annexes**

**Paramètres de synthèse des principales crues observées à la station du Lescouroux à  
Soumensac entre 1975 et 1993**

Date	Qp	QMJ	CpMJ	QM24h	Cp24h	CpMJ/Cp24h
18/01/1975	3.19	2.48	1.28	2.51	1.27	1.01
29/01/1975	3.90	2.99	1.30	3.17	1.23	1.06
13/02/1975	4.01	1.92	2.09	2.49	1.62	1.29
19/04/1975	4.40	3.24	1.36	3.37	1.31	1.04
03/11/1976	5.23	1.70	3.08	2.32	2.26	1.36
12/11/1976	3.99	2.10	1.90	2.97	1.34	1.42
01/12/1976	9.18	6.41	1.43	6.63	1.38	1.04
26/01/1977	6.63	3.69	1.80	3.91	1.70	1.06
10/02/1977	6.91	4.80	1.44	4.83	1.43	1.01
20/02/1977	5.19	1.81	2.86	3.08	1.69	1.70
13/03/1977	3.25	1.43	2.27	1.71	1.90	1.20
10/04/1977	3.46	1.57	2.20	1.88	1.84	1.20
25/05/1977	9.04	4.35	2.08	4.95	1.83	1.14
18/06/1977	3.88	1.86	2.09	1.97	1.97	1.06
08/07/1977	8.64	4.43	1.95	4.47	1.93	1.01
29/01/1978	4.66	3.89	1.20	3.95	1.18	1.02
01/02/1978	6.63	4.00	1.66	4.64	1.43	1.16
16/02/1978	3.56	2.43	1.46	2.55	1.39	1.05
20/02/1978	4.98	2.68	1.86	2.98	1.67	1.11
03/03/1978	3.62	1.16	3.12	2.81	1.29	2.42
24/03/1978	5.19	2.79	1.86	3.05	1.70	1.09
30/03/1978	4.54	3.11	1.46	3.16	1.44	1.01
10/01/1979	4.35	0.92	4.75	3.01	1.45	3.28
27/01/1979	3.10	1.09	2.83	1.97	1.57	1.81
07/02/1979	4.11	2.97	1.38	3.01	1.37	1.01
14/02/1979	3.68	2.50	1.47	2.69	1.37	1.08
11/04/1979	4.22	1.96	2.15	2.18	1.94	1.11
04/06/1979	10.69	4.50	2.37	5.01	2.13	1.11
29/12/1979	7.42	1.06	6.97	4.64	1.60	4.36
22/01/1980	7.68	4.92	1.56	5.63	1.36	1.14
26/02/1980	3.19	2.48	1.29	2.54	1.26	1.02
08/03/1980	4.07	2.44	1.67	2.55	1.60	1.05
15/01/1981	3.89	1.85	2.11	2.19	1.78	1.18
12/05/1981	4.11	2.07	1.99	2.44	1.68	1.18
13/12/1981	11.31	6.43	1.76	6.89	1.64	1.07
22/12/1981	7.24	4.20	1.73	4.47	1.62	1.07
29/12/1981	3.98	2.49	1.60	2.56	1.55	1.03
07/01/1982	7.34	4.71	1.56	5.05	1.45	1.07
22/02/1982	3.86	0.80	4.81	2.42	1.59	3.02
14/10/1982	8.22	3.33	2.47	3.67	2.24	1.10
22/10/1982	3.76	1.05	3.59	2.67	1.41	2.55
Date	Qp	QMJ	CpMJ	QM24h	Cp24h	CpMJ/Cp24h
15/11/1982	3.80	2.35	1.62	2.49	1.53	1.06
07/12/1982	6.18	4.53	1.37	4.65	1.33	1.03
13/12/1982	8.71	6.20	1.40	6.47	1.35	1.04
17/12/1982	5.15	3.52	1.46	3.86	1.33	1.10
26/02/1983	9.81	6.28	1.56	6.69	1.47	1.06
23/01/1984	8.46	4.94	1.71	5.88	1.44	1.19

07/02/1984	4.11	2.18	1.88	3.35	1.23	1.53
05/10/1984	3.21	1.97	1.63	2.26	1.42	1.14
09/11/1984	7.49	3.06	2.45	4.22	1.78	1.38
16/11/1984	8.81	5.04	1.75	6.82	1.29	1.35
23/11/1984	3.57	1.85	1.93	2.07	1.72	1.12
21/12/1984	3.47	2.40	1.44	2.44	1.42	1.02
19/01/1985	4.51	2.55	1.77	2.93	1.54	1.15
26/01/1985	6.53	4.21	1.55	4.85	1.34	1.15
13/02/1985	8.12	5.18	1.57	5.47	1.49	1.06
03/03/1985	5.46	3.21	1.70	3.27	1.67	1.02
22/03/1985	4.41	2.03	2.17	2.92	1.51	1.43
07/05/1985	3.40	1.65	2.06	2.03	1.68	1.22
16/05/1985	3.65	1.26	2.89	2.02	1.80	1.60
15/01/1986	4.30	2.23	1.93	2.73	1.58	1.22
23/01/1986	5.77	3.21	1.80	4.78	1.21	1.49
09/04/1986	4.50	3.02	1.49	3.26	1.38	1.08
26/04/1986	9.94	7.93	1.25	8.06	1.23	1.02
13/11/1987	3.02	1.04	2.90	1.22	2.47	1.18
09/01/1988	3.99	2.36	1.69	2.90	1.38	1.23
22/01/1988	6.89	3.18	2.16	3.69	1.86	1.16
31/01/1988	8.10	4.86	1.67	5.21	1.56	1.07
06/02/1988	9.04	5.87	1.54	6.21	1.46	1.06
17/03/1988	8.00	5.37	1.49	5.81	1.38	1.08
17/04/1988	7.44	3.09	2.41	3.31	2.24	1.07
24/04/1988	9.08	6.15	1.48	7.06	1.29	1.15
23/05/1988	5.27	1.45	3.62	1.99	2.64	1.37
03/03/1989	7.41	4.42	1.68	4.68	1.58	1.06
17/04/1989	6.46	3.75	1.72	4.21	1.53	1.12
29/10/1990	6.12	2.85	2.15	3.04	2.01	1.07
25/11/1990	6.90	3.72	1.86	4.02	1.72	1.08
27/12/1990	4.68	3.15	1.49	3.32	1.41	1.05
15/11/1991	5.86	2.27	2.57	2.41	2.43	1.06
05/06/1992	5.23	3.80	1.38	4.08	1.28	1.07
10/06/1992	4.01	2.24	1.79	2.54	1.58	1.13
13/11/1992	5.48	2.17	2.53	2.50	2.19	1.15
07/12/1992	8.35	5.27	1.59	5.56	1.50	1.06
27/05/1993	6.94	1.92	3.61	2.13	3.25	1.11
<b>Date</b>	<b>Qp</b>	<b>QMJ</b>	<b>CpMJ</b>	<b>QM24h</b>	<b>Cp24h</b>	<b>CpMJ/Cp24h</b>
23/06/1993	4.32	1.49	2.90	1.60	2.70	1.08
02/10/1993	5.39	1.77	3.04	2.63	2.05	1.49
08/12/1993	4.92	2.09	2.36	2.42	2.03	1.16
24/12/1993	9.13	6.12	1.49	6.56	1.39	1.07
Moyenne	5.75	3.16	2.06	3.65	1.64	1.26