

Étude hydrologique préalable à une étude hydraulique afin de déterminer les zones inondables des vallées de la Chiers, de la Thinte, du Loison, de la Thonne et de l'Othain

Phase 2

Date : 24/11/2020

SOMMAIRE

1 AVIS DU SERVICE HYDROMETRIE SUR LA QUALTE DES MESURES..... 6

2 ANALYSE DES CRUES 9

2.1 SAISONNALITE DES CRUES 9

2.2 EXAMEN DE LA DYNAMIQUE DES CRUES 20

2.3 DISTRIBUTION DES CRUES D’OCCURRENCE FREQUENTE 23

2.3.1 CHOIX DU MODE D’ECHANTILLONNAGE ET D’UNE DISTRIBUTION POUR LES DEBITS DE POINTE..... 23

2.3.2 RESULTATS ISSUS D’UN AJUSTEMENT DE GUMBEL 25

3 ANALYSE PLUVIOMETRIQUE 28

3.1 POSTES PLUVIOMETRIQUES EXPLOITABLES..... 28

3.2 ETUDE DES PLUIES EXTREMES 31

3.3 GRADEX PLUVIOMETRIQUE SUR DIFFERENTES DUREES 33

4 EXTRAPOLATION AUX FREQUENCES RARES SELON LA METHODE DU GRADEX ESTHETIQUE 34

4.1 HYPOTHESES A FIXER POUR LA METHODE DU GRADEX ESTHETIQUE 34

4.2 EXTRAPOLATION DES DEBITS POUR LES OCCURRENCES RARES (DE 100 A 1000 ANS) 37

4.2.1 RESULTATS D’ANCIENNES ETUDES 37

4.2.2 LA CHIERS..... 39

4.2.3 AFFLUENTS DE LA CHIERS..... 44

4.3 COMPARAISON AVEC LES DONNEES SHYREG 53

5 RESULTATS SUR L’ENSEMBLE DE LA ZONE D’ETUDE 54

5.1 DEBIT DE POINTE POUR LES OCCURRENCES SUIVANTES : 2, 5, 10, 20, 30, 50, 100, 200, 500 ET 1000 ANS 54

5.2 HYDROGRAMMES DE CRUE 56

6 RESUME NON TECHNIQUE 60

7	ANNEXE N°1 : COURBES DE TARAGE EXTRAITES DE BAREME	62
8	ANNEXE N°2 : AJUSTEMENTS DE GUMBEL SUR LES MAXIMAS ANNUELS	68
9	ANNEXE N°3 : DUREES CARACTERISTIQUES DE CRUE	82
10	ANNEXE N°4 : COEFFICIENTS DE FORME DES 10 PLUS FORTES CRUES.....	89
11	ANNEXE N°5 : CONTEXTE GEOLOGIQUE	93

Table des illustrations

<i>Tableau 1 : Fiabilité des mesures réalisées aux stations hydrométriques du bassin versant de la Chiers (source : DREAL).....</i>	<i>8</i>
<i>Figure 2 : Répartition des maximas annuels selon la date d'apparition – Chiers à Longlaville.....</i>	<i>9</i>
<i>Figure 3 : Répartition des maximas annuels selon la date d'apparition – Chiers à Longwy.....</i>	<i>10</i>
<i>Figure 4 : Répartition des maximas annuels selon la date d'apparition – Chiers à Montigny-sur-Chiers.....</i>	<i>11</i>
<i>Figure 5 : Répartition des maximas annuels selon la date d'apparition – Chiers à Chauvency-le-Château.....</i>	<i>12</i>
<i>Figure 6 : Répartition des maximas annuels selon la date d'apparition – Chiers à Carigan.....</i>	<i>13</i>
<i>Figure 7 : Répartition des maximas annuels selon la date d'apparition – Crusnes à Pierrepont.....</i>	<i>14</i>
<i>Figure 8 : Répartition des maximas annuels selon la date d'apparition – Othain à Othe.....</i>	<i>15</i>
<i>Figure 9 : Répartition des maximas annuels selon la date d'apparition – Loison à Han-lès-Juvigny.....</i>	<i>16</i>
<i>Figure 10 : Répartition des maximas annuels selon la date d'apparition – Ton à Ecoviez.....</i>	<i>17</i>
<i>Tableau 11 : Répartition des maximas annuels selon les périodes Automne-Hiver et Printemps-Eté.....</i>	<i>19</i>
<i>Tableau 12 : Durée caractéristique de crues au droit des stations hydrométriques du bassin de la Chiers.....</i>	<i>20</i>
<i>Figure 13 : Durée caractéristique de crues en fonction de la superficie de bassin versant sur la Chiers et ces affluents.....</i>	<i>21</i>
<i>Figure 14 : Extrait de l'étude prévention des crues sur le bassin de la Chiers (BCEOM 2007).....</i>	<i>23</i>
<i>Figure 15 : Gumbel vs GEV – station de Montigny sur la Chiers.....</i>	<i>24</i>
<i>Figure 16 : Gumbel vs GEV – station de Chauvency sur la Chiers.....</i>	<i>24</i>
<i>Figure 17 : Gumbel vs GEV – station de Pierrepont sur la Crusnes.....</i>	<i>24</i>
<i>Figure 18 : Gumbel vs GEV – station de Othe sur l'Othain.....</i>	<i>24</i>
<i>Figure 19 : Gumbel vs GEV – station de Han sur le Loison.....</i>	<i>24</i>
<i>Tableau 20 : Débits issus d'un ajustement avec une loi de Gumbel vs loi GEV au droit des stations hydrométriques du bassin versant.....</i>	<i>25</i>
<i>Tableau 21 : Intervalle de confiance à 95% pour 3 occurrences aux stations de Longlaville et Longwy.....</i>	<i>25</i>
<i>Tableau 22 : Synthèse des débits d'occurrence 2 à 100 ans avec un ajustement de Gumbel.....</i>	<i>26</i>
<i>Figure 23 : Ajustement de Gumbel – station du Ton à Ecoviez.....</i>	<i>26</i>
<i>Figure 24 : Loi régionale sur la Chiers pour Q10 ans en fonction de la superficie de bassin versant.....</i>	<i>27</i>
<i>Figure 25 : Loi régionale sur la Chiers pour Q50 ans en fonction de la superficie de bassin versant.....</i>	<i>27</i>
<i>Tableau 26 : Postes pluviométriques présents sur le bassin versant de la Chiers.....</i>	<i>29</i>
<i>Figure 27 : Localisation des postes pluviométriques.....</i>	<i>30</i>
<i>Figure 28 : Extrait données SHYREG sur l'Othain.....</i>	<i>31</i>
<i>Figure 29 : Pluie journalière 10 ans.....</i>	<i>32</i>

Figure 30 : Pluie journalière 100 ans.....	32
Figure 31 : Ajustement Pluie 1J – poste de Longuyon	33
Figure 32 : Ajustement Pluie 2J – poste de Longuyon	33
Figure 33 : Ajustement Pluie 3J – poste de Longuyon	33
Tableau 34 : Synthèse des coefficients de forme pour différents pas de temps	37
Tableau 35 : Extrait du rapport de présentation – PPRi Longwy (2017).....	38
Tableau 36 : Coefficients d'écoulement pour la durée d =1, 2 jours – la Chiers à Longlaville.....	39
Figure 37 : la Chiers à Longlaville / Extrapolation de type Gradex esthétique pour 4 périodes de saturation (10, 20, 30 et 50 ans)	39
Tableau 38 : Coefficients d'écoulement pour la durée d =1, 2 jours – la Chiers à Longwy	40
Figure 39 : la Chiers à Longwy / Extrapolation de type Gradex esthétique pour 4 périodes de saturation (10, 20, 30 et 50 ans).....	40
Tableau 40 : Coefficients d'écoulement pour la durée d =1, 2 jours – la Chiers à Montigny-sur-Chiers.....	41
Figure 41 : la Chiers à Montigny-sur-Chiers / Extrapolation de type Gradex esthétique pour 4 périodes de saturation (10, 20, 30 et 50 ans)	41
Tableau 42 : Coefficients d'écoulement pour la durée d =1, 2,3 jours – la Chiers à Chauvency-le-Château.....	42
Figure 43 : la Chiers à Chauvency-le-Château / Extrapolation de type Gradex esthétique pour 4 périodes de saturation (10, 20, 30 et 50 ans)	42
Tableau 44 : la Chiers à Montigny-sur-Chiers / valeurs retenues pour l'extrapolation de type Gradex esthétique	43
Tableau 45 : la Chiers à Chauvency-le-Château / valeurs retenues pour l'extrapolation de type Gradex esthétique.....	43
Tableau 46 : Coefficients d'écoulement pour la durée d =1, 2,3 jours – la Crusnes à Pierrepont.....	44
Figure 47 : la Crusnes à Pierrepont / Extrapolation de type Gradex esthétique pour 4 périodes de saturation (10, 20, 30 et 50 ans)	44
Tableau 48 : la Crusnes à Pierrepont / valeurs retenues pour l'extrapolation de type Gradex esthétique.....	45
Tableau 49 : Coefficients d'écoulement pour la durée d =1, 2,3 jours – l'Othain à Othe.....	45
Figure 50 : l'Othain à Othe / Extrapolation de type Gradex esthétique pour 4 périodes de saturation (10, 20, 30 et 50 ans) et D=3 jours.....	46
Figure 51 : l'Othain à Othe / Extrapolation de type Gradex esthétique pour 4 périodes de saturation (10, 20, 30 et 50 ans) et D=2 jours.....	46
Tableau 52 : l'Othain à Othe / valeurs retenues pour l'extrapolation de type Gradex esthétique.....	47
Tableau 53 : Coefficients d'écoulement pour la durée d =1, 2,3 jours – le Loison à Han-lès-Juvigny	47
Figure 54 : Le Loison à Han-lès-Juvigny / Extrapolation de type Gradex esthétique pour 4 périodes de saturation (10, 20, 30 et 50 ans) et D=2 jours.....	48
Tableau 55 : le Loison à Han-lès-Juvigny / valeurs retenues pour l'extrapolation de type Gradex esthétique	48
Figure 56 : ajustement visuel d'une loi de Gumbel sur le Ton à Ecouviez.....	49
Tableau 57 : Comparaison des résultats pour les 2 droites d'ajustements.....	49
Figure 58 : le Ton à Ecouviez / Extrapolation de type Gradex esthétique pour 2 périodes de saturation (20 et 30 ans) et 2 durées D=2 et 3 jours	50
Tableau 59 : le Loison à Han-lès-Juvigny / valeurs retenues pour l'extrapolation de type Gradex esthétique	50
Figure 60 : ajustement d'une loi de Gumbel sur la Thonne à Thonne-les-Près	51
Figure 61 : la Thonne à Thonne-les-Près / Extrapolation de type Gradex esthétique pour 4 périodes de saturation (10, 20, 30 et 50 ans).....	52
Tableau 62 : la Thonne à Thonne-les-Près / valeurs retenues pour l'extrapolation de type Gradex esthétique.....	52
Tableau 63 : ratio Q (T) / Débit SHYREG.....	53
Tableau 64 : Synthèse des débits de pointe pour les périodes de retour 2, 5, 10, 20, 30, 50, 100, 200, 500 et 1000 ans.	54
Figure 65 : Localisation des points de calcul pour lesquels un débit a été calculé	55
Figure 66 : Coefficient α de la formulation Socose pour chaque point de calcul.....	56
Figure 67 : Hydrogrammes de crue 100 ans sur la Chiers pour les points 11, 12, 13, 14 et 15.....	58
Figure 68 : Hydrogrammes de crue 10, 100 et 1000 ans vs crues du 24 janvier 1995 et du 21 décembre 1993.....	59

<i>Tableau 69 : Rappel sur le choix de la période de saturation du bassin versant pour chaque station hydrométrique exploitée.....</i>	<i>61</i>
<i>Figure 70 : Courbe de tarage CT D28a-hbe – Chiers à Longlaville</i>	<i>62</i>
<i>Figure 71 : Courbe de tarage CT D13b-hbe – Chiers à Longwy.....</i>	<i>62</i>
<i>Figure 72 : Courbe de tarage CT D34-hbe – Chiers à Montigny-sur-Chiers.....</i>	<i>63</i>
<i>Figure 73 : Courbe de tarage CT D37-hbe – Crusnes à Pierrepont.....</i>	<i>64</i>
<i>Figure 74 : Courbe de tarage CT D11-hbe – Othain à Spincourt</i>	<i>65</i>
<i>Figure 75 : Courbe de tarage – Othain à Othe.....</i>	<i>65</i>
<i>Figure 76 : Courbe de tarage – Ton à Ecouviez.....</i>	<i>66</i>
<i>Figure 77 : Courbe de tarage – Loison à Han-les-Juvigny.....</i>	<i>66</i>
<i>Figure 78 : Courbe de tarage – Chiers à Chauvency-le-Château</i>	<i>67</i>
<i>Figure 79 : La Chiers à Longlaville – ajustement de Gumbel sur les maximas annuels</i>	<i>69</i>
<i>Figure 80 : La Chiers à Longwy – ajustement de Gumbel sur les maximas annuels.....</i>	<i>71</i>
<i>Figure 81 : La Chiers à Montigny-sur-Chiers – ajustement de Gumbel sur les maximas annuels</i>	<i>73</i>
<i>Figure 82 : La Chiers à Chauvency-le-Château – ajustement de Gumbel sur les maximas annuels</i>	<i>75</i>
<i>Figure 83 : La Crusnes à Pierrepont – ajustement de Gumbel sur les maximas annuels.....</i>	<i>77</i>
<i>Figure 84 : L’Othain à Othe – ajustement de Gumbel sur les maximas annuels.....</i>	<i>79</i>
<i>Figure 85 : Le Loison à Han-lès-Juvigny – ajustement de Gumbel sur les maximas annuels</i>	<i>81</i>
<i>Figure 86 : La Chiers à Longlaville – crues normées (10 plus fortes).....</i>	<i>82</i>
<i>Figure 87 : La Chiers à Longwy – crues normées (10 plus fortes).....</i>	<i>83</i>
<i>Figure 88 : La Chiers à Montigny-sur-Chiers – crues normées (10 plus fortes).....</i>	<i>84</i>
<i>Figure 89 : La Chiers à Chauvency – crues normées (10 plus fortes).....</i>	<i>85</i>
<i>Figure 90 : La Crusnes à Pierrepont– crues normées (10 plus fortes).....</i>	<i>86</i>
<i>Figure 91 : L’Othain à Othe– crues normées (10 plus fortes).....</i>	<i>87</i>
<i>Figure 92 : Le Loison à Han-lès-Juvigny – crues normées (10 plus fortes)</i>	<i>88</i>
<i>Figure 93 : La Chiers à Longlaville – Coefficients de pointe sur 1 jour.....</i>	<i>89</i>
<i>Figure 94 : La Chiers à Longwy – Coefficients de pointe sur 1 jour</i>	<i>89</i>
<i>Figure 95 : La Chiers à Montigny-sur-Chiers – Coefficients de pointe sur 1 et 2 jours.....</i>	<i>90</i>
<i>Figure 96 : La Chiers à Chauvency-le-Château – Coefficients de pointe sur 2 et 3 jours.....</i>	<i>90</i>
<i>Figure 97 : La Crusnes à Pierrepont – Coefficients de pointe sur 1 et 2 jours</i>	<i>91</i>
<i>Figure 98 : L’Othain à Othe – Coefficients de pointe sur 2 et 3 jours</i>	<i>91</i>
<i>Figure 99 : Le Loison à Hans-lès-Juvigny – Coefficients de pointe sur 1 et 2 jours</i>	<i>92</i>

Cette phase a pour **objectif de déterminer les débits caractéristiques des bassins versants de la Chiers, de la Thinte, du Loison, de l'Othain, le Ton de la Thonne pour des périodes de retour de 2 ans, 5 ans, 10 ans, 20 ans, 30 ans, 50 ans, 100 ans, 200 ans et 1000 ans.**

Les **observations des stations hydrométriques et pluviométriques** des bassins étudiés sont **exploitées**. **Plusieurs approches** sont mises en œuvre pour caractériser les débits à prendre en compte :



- **Ajustement statistique sur les débits enregistrés aux stations de mesure** pour les **périodes de retour inférieures à la période de saturation du bassin versant retenu** (*noté T_g , valeur comprise entre 10 à 50 ans selon e bassin*).
- Méthode du **gradex esthétique** pour les débits de période de retour supérieur à T_g (*entre 10 à 50 ans selon le bassin*), avec pour support les **données pluviométriques** disponibles auprès de **Météo-France**.
- **Comparaison avec les débits SHYREG**, et définition d'une **correction à appliquer pour chaque sous-bassin versant**.

Après la **définition des débits de pointe**, les **hydrogrammes** sont **produits en respectant le volume de crue sur une durée propre à chaque point de calcul**.

1 AVIS DU SERVICE HYDROMETRIE SUR LA QUALTE DES MESURES

- Pour les stations de Longlaville, Longwy, Montigny sur la Chiers et Pierrepont sur la Crusnes, les courbes de tarage ne présentent pas de problème dans leur partie jaugée.
- En revanche, pour les autres stations, une reprise des courbes de tarage est nécessaire avec une harmonisation en moyennes et hautes eaux (Othe, Ecouvies avec une recherche sur le changement hydraulique observé, Han-lès-Juvigny et Chauvency).

Nom de la station	Cours d'eau	Commentaires
LONGLAVILLE	CHIERS	<ul style="list-style-type: none"> • La CT (Courbe de Tarage) D28a-hbe est stable depuis 2001. • Jaugeabilité : jaugeages ADCP = jaugeages cyclo car pont sans pile. • La plus forte crue jaugée est de 66.4 m³/s, le 06/01/2011 (période de retour = 10 ans). • La courbe de tarage théorique est construite jusqu'à un débit de 183 m³/s.
LONGWY	CHIERS	<ul style="list-style-type: none"> • La CT (Courbe de Tarage) D13b-hbe est stable depuis la création de la station en juillet 2000. • Jaugeabilité : jaugeages ADCP = jaugeages cyclo car pont sans pile. • La plus forte crue jaugée est de 67 m³/s, le 06/01/2011 (période de retour entre 5 et 10 ans). • La courbe de tarage théorique est construite jusqu'à un débit de 130 m³/s.

MONTIGNY	CHIERS	<ul style="list-style-type: none"> • La CT (Courbe de Tarage) D34-hbe est stable depuis 1990. • Jaugeabilité : jaugeages ADCP = jaugeages cyclo car pont avec pile mais sous tablier. • La plus forte crue jaugée est de 81.8 m³/s, le 12/01/1993 (période de retour = 10 ans). • La courbe de tarage théorique est construite jusqu'à un débit de 145 m³/s.
PIERREPONT	CRUSNES	<ul style="list-style-type: none"> • CT (Courbe de Tarage) stable depuis la création de la station en décembre 1967. • Jaugeabilité : jaugeages ADCP = jaugeages cyclo car pont sans pile. • La plus forte crue jaugée est de 17 m³/s, le 04/02/2020 (période de retour = 2 ans). • La courbe de tarage théorique est construite jusqu'à un débit de 54.2 m³/s.
SPINCOURT	OTHAIN	<ul style="list-style-type: none"> • Jaugeabilité : débordement sur route + ponts de décharge. La station n'est plus jaugée. • Un nouveau site pour cette station est en projet.
OTHE	OTHAIN	<ul style="list-style-type: none"> • CT (Courbes de Tarage) actuelles à modifier : modification et harmonisation de toutes les CT moyennes et hautes eaux. • Jaugeabilité : référence jaugeages ADCP car écoulement complexe avec jaugeages cyclo. • La plus forte crue jaugée est de 22.4 m³/s, le 05/02/1970 (période de retour = 2 ans). • La courbe de tarage théorique est construite jusqu'à un débit de 62.7 m³/s.
ECOUVIEZ	TON	<ul style="list-style-type: none"> • CT (Courbes de Tarage) actuelles à modifier : modification et harmonisation de toutes les CT moyennes et hautes eaux / modification de l'écoulement entre 2011 et 2018 mais sans réelles explications. <p><i>Nota : attention débordement en rive gauche non pris en compte par la station.</i></p> <p style="text-align: center;">Débordement en RG non pris en compte par la station</p> <p style="text-align: center;">Vue depuis berge RD (2020 – échelle 3.73 m) Vue depuis berge RG (2020 – échelle 3.73 m)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="border: 1px solid red; padding: 2px; display: inline-block;">Débordement en RG non pris en compte par la station</p> <ul style="list-style-type: none"> • La plus forte crue jaugée est de 33.5 m³/s, le 07/01/2011 (période de retour = 5 ans). • La courbe de tarage théorique est construite jusqu'à un débit de 72.7 m³/s.
HAN LES JUVIGNY	LOISON	<ul style="list-style-type: none"> • CT (Courbes de Tarage) actuelles à modifier : modification et harmonisation de toutes les CT moyennes et hautes eaux. • Jaugeabilité : jaugeages ADCP (présence fond mobile) = jaugeages cyclo car pont sans pile. • La plus forte crue jaugée est de 72 m³/s, le 07/01/2011 (période de retour = 5 ans).

Etude hydrologique

		<ul style="list-style-type: none"> La courbe de tarage théorique est construite jusqu'à un débit de 156 m³/s.
CHAUVENCY	CHIERS	<ul style="list-style-type: none"> CT (Courbes de Tarage) actuelles à modifier : modification et harmonisation de toutes les CT moyennes et hautes eaux La plus forte crue jaugée est de 250 m³/s, en 1998 (période de retour = 10 ans). Cette crue n'est toutefois semble-t-il pas présente dans l'échantillon des maxima annuels. Autre point, il a été retrouvé dans le cadre des recherches en archives une allusion à un jaugeage le 02/11/1998 de 270 m³/s à cette station (extrait « Cette crue aura permis le déclenchement de campagnes de photographies aériennes sur la Chiers à Longwy et la réalisation de 2 jaugeages de hautes eaux sur la Chiers à Chauvency »). A l'échelle de Chauvency : 2 maxima principaux ont été enregistrés, le premier à 2.32m le 30 octobre à 08h00, et le second à 2.66m le 2 novembre à 08h00, correspondant au deuxième flot, à un débit de 270 m³/s, et à une crue d'ordre décennale. Jaugeabilité : référence jaugeages ADCP (présence fond mobile) car cyclo réalisée sur pont avec grosses piles. La courbe de tarage théorique est construite jusqu'à un débit de 409 m³/s.

Tableau 1 : Fiabilité des mesures réalisées aux stations hydrométriques du bassin versant de la Chiers (source : DREAL)

Nota : la station de Carignan n'a pas de signification en hautes eaux et n'est donc pas exploitée.

2 ANALYSE DES CRUES

2.1 SAISONNALITE DES CRUES

Près de 90% des évènements maximaux annuels se concentrent sur la période Automne-Hiver (mois d'Octobre-Novembre-Décembre-Janvier-Février-Mars) sur le bassin versant de la Chiers (cf. tableau 11).

- Les crues du mois de mai 1983 et de juin 2016 apparaissent en bonne position sur les bassins versants de la Crusnes, l'Othain et le Loison. La crue de mai 1983 est peu importante sur l'amont de la Chiers, mais apparaît en 5^{ème} position sur l'aval de la Chiers (station de Chauvency). Ce point étant localisé en aval des confluences avec l'Othain et le Loison, on retrouve ainsi l'apport des affluents pour cette crue.
- L'Othain se différencie par la présence de plusieurs crues printanières, dont celle du 22/03/2002 qui constitue une référence. La crue de mai 1983 se positionne en 2^{ème} position sur le Loison.

Station de Longlaville sur la Chiers :

- La plus forte crue enregistrée s'est produite le 01/11/1998.
- 2 évènements au mois de mai (20/05/2013 et 30/05/2016), classés en 11^{ème} et 14^{ème} position.

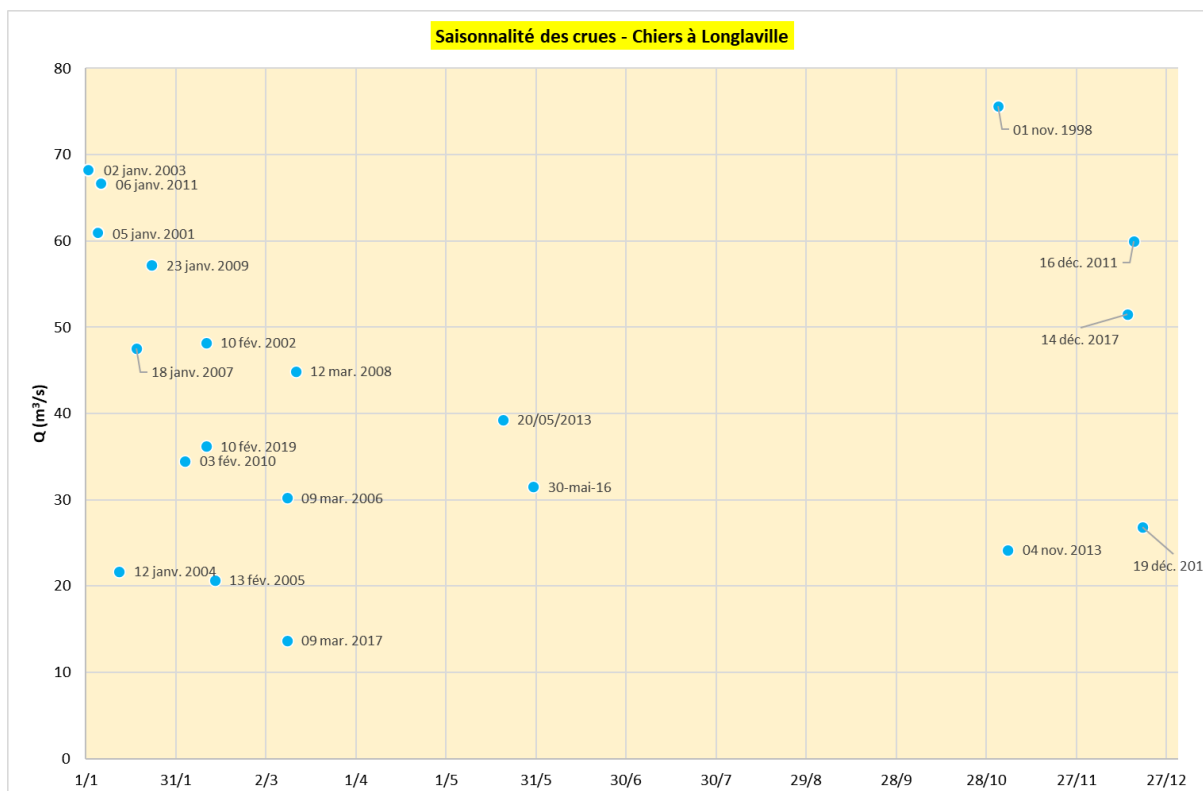


Figure 2 : Répartition des maximaux annuels selon la date d'apparition – Chiers à Longlaville

Station de Longwy sur la Chiers :

- La plus forte crue enregistrée s'est produite le 01/11/1998.
- 2 évènements au mois de mai (20/05/2013 et 30/05/2016), classés en 9^{ème} et 14^{ème} position).

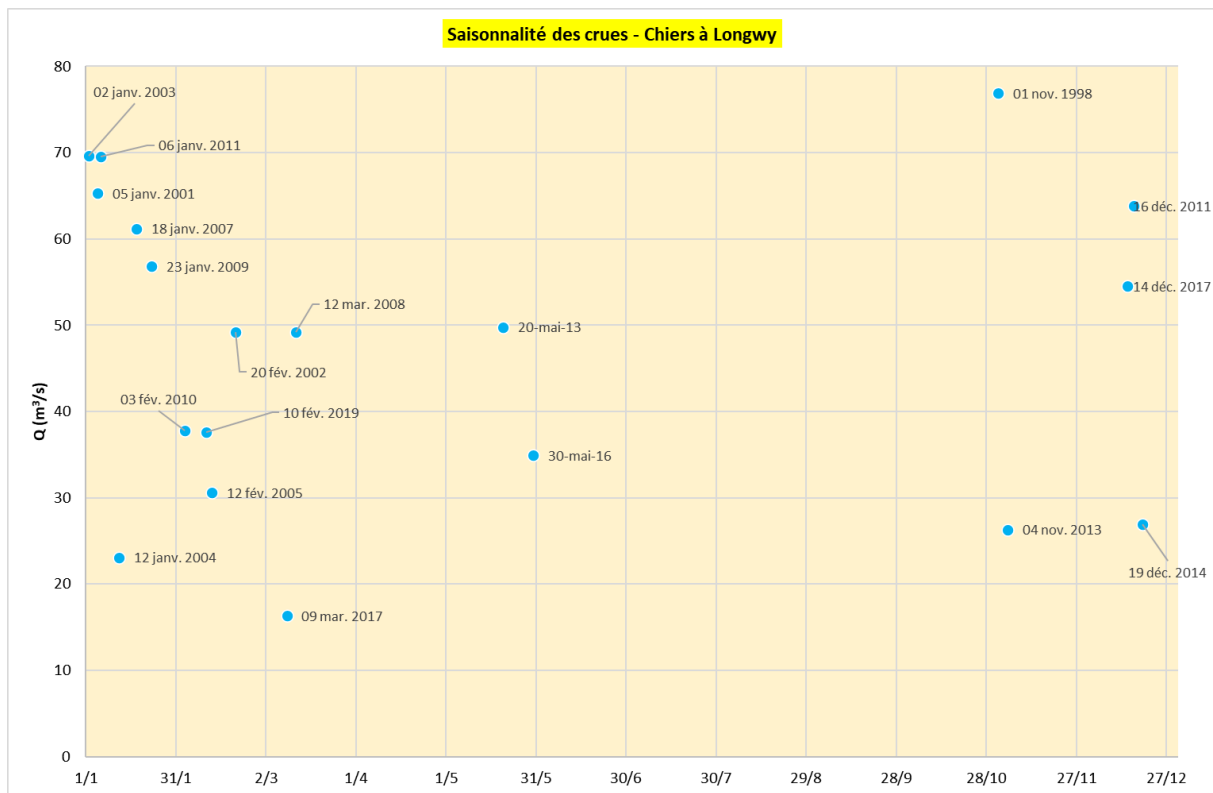


Figure 3 : Répartition des maxima annuels selon la date d'apparition – Chiers à Longwy

Station de Montigny-sur-Chiers :

- La plus forte crue enregistrée s'est produite le 02/01/2003
- La crue du 20 mai 1983 n'apparaît qu'en 19^{ème} position, plus fort évènement enregistré sur la saison printanière.

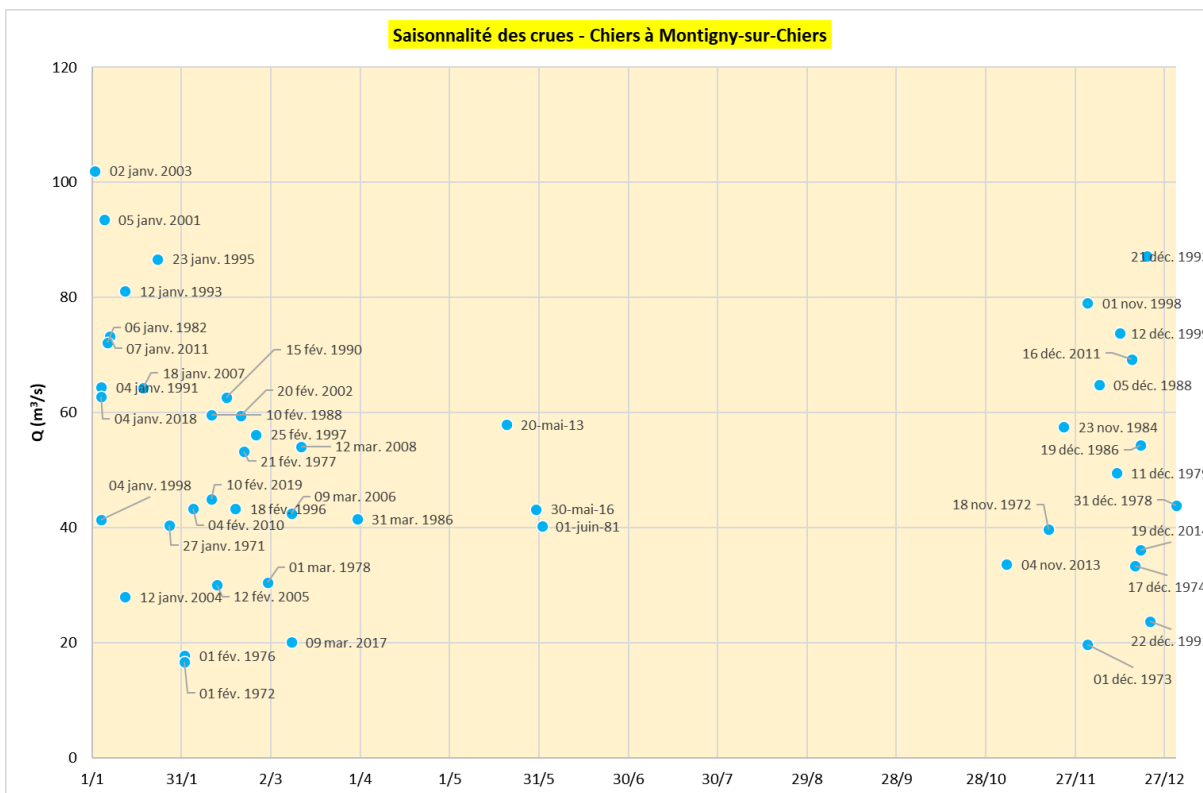


Figure 4 : Répartition des maxima annuels selon la date d'apparition – Chiers à Montigny-sur-Chiers

Station La Chiers à Chauvency-le-Château :

- La plus forte crue enregistrée s'est produite le 24/01/1995.
- La crue du 20 mai 1983 apparaît en 5^{ème} position, plus fort évènement enregistré sur la saison printanière.

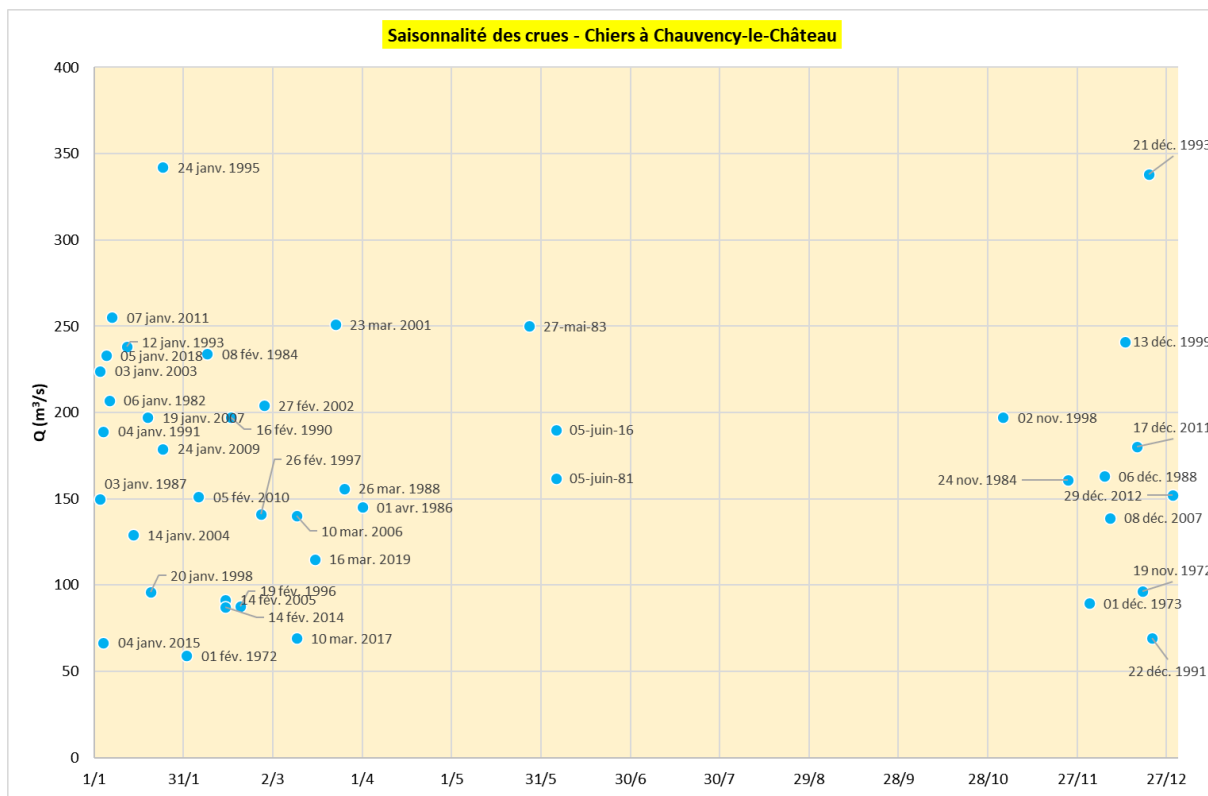


Figure 5 : Répartition des maxima annuels selon la date d'apparition – Chiers à Chauvency-le-Château

Station La Chiers à Carigan :

- La plus forte crue enregistrée s'est produite le 01/01/1968.
- La crue du 07 juin 2016 apparaît en 4^{ème} position, plus fort évènement enregistré sur la saison printanière.

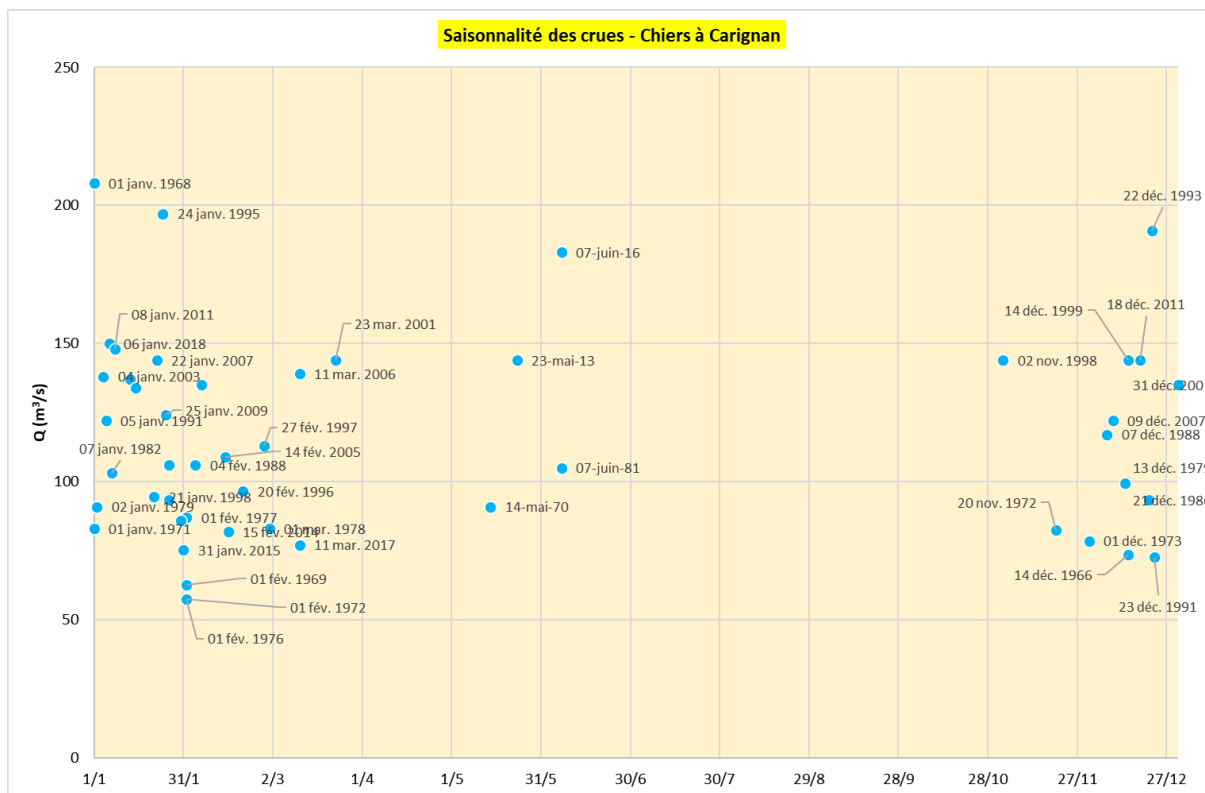


Figure 6 : Répartition des maxims annuels selon la date d'apparition – Chiers à Carignan

Station La Crusnes à Pierrepont :

- La plus forte crue enregistrée s’est produite le 21/12/1993.
- La crue du 04 juin 2016 apparaît en 3^{ème} position, plus fort évènement enregistré sur la saison printanière.

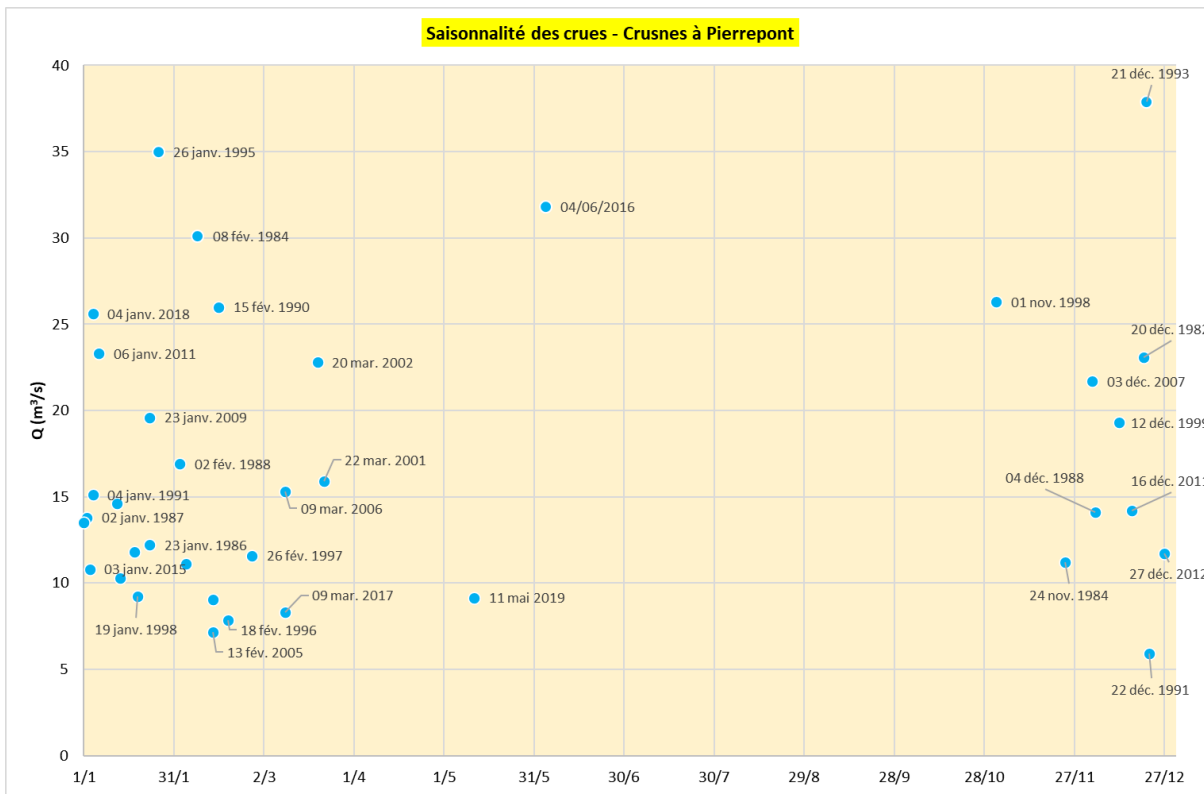


Figure 7 : Répartition des maxima annuels selon la date d'apparition – Crusnes à Pierrepont

Station L'Othain à Othe :

- La plus forte crue enregistrée s'est produite le 22/03/2002.
- La crue du 27/05/1983 apparaît en 2^{ème} position (plus fort évènement enregistré sur la saison printanière), et celle du 04/06/2016 en 6^{ème} position. La crue du 22/03/2002 est classée en 1^{ère} position.

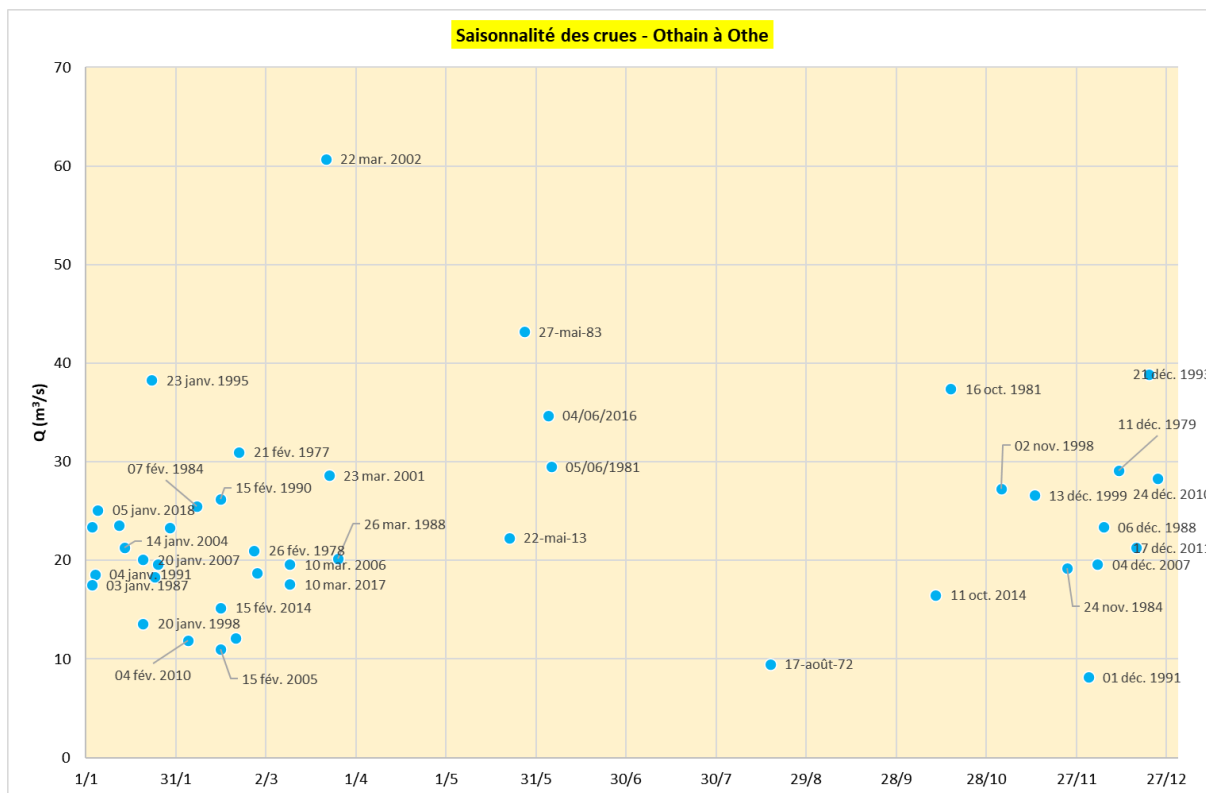


Figure 8 : Répartition des maxima annuels selon la date d'apparition – Othain à Othe

Station Le Loison à Han-lès-Juvigny :

- La plus forte crue enregistrée s’est produite le 23/01/1995.
- La crue du 27/05/1983 apparaît en 2^{ème} position (plus fort évènement enregistré sur la saison printanière), et celle du 04/06/2016 en 8^{ème} position.

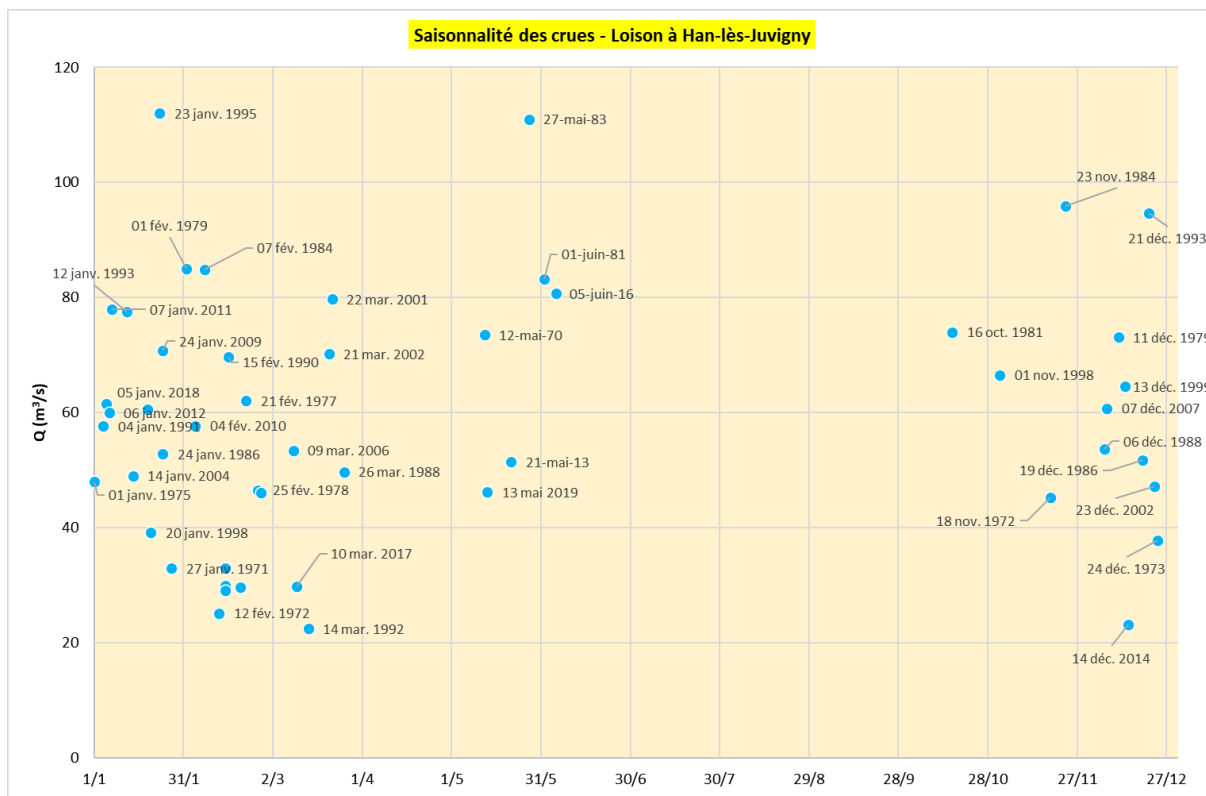


Figure 9 : Répartition des maxima annuels selon la date d'apparition – Loison à Han-lès-Juvigny

Station Le Ton à Ecouviez :

- La plus forte crue enregistrée s'est produite le 21/12/1993.
- La crue du 20/05/2013 apparaît en 5^{ème} position (plus fort évènement enregistré sur la saison printanière), et celle du 27/05/1983 en 30^{ème} position.

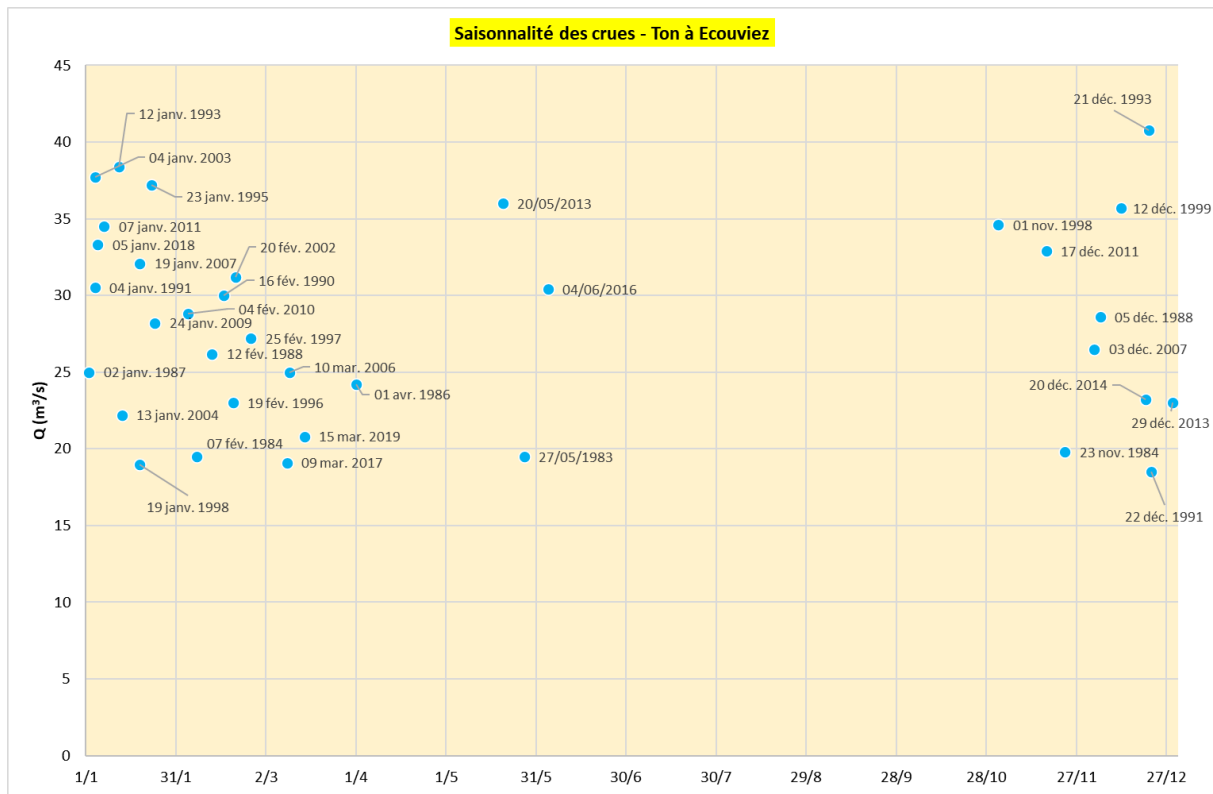


Figure 10 : Répartition des maxima annuels selon la date d'apparition – Ton à Ecouviez

		Automne- Hiver	Printemps-Été	3 plus fortes crues enregistrée (date de l'évènement / mois d'apparition)																	
La Chiers à Longlaville (1998-2020)	Nombre d'évènements par sous période	18	2	01 nov. 1998				02 janv. 2003				06 janv. 2011									
	% crues par sous-période	90,0%	10,0%	J	F	M	A	M	J	J	F	M	A	M	J	J	F	M	A	M	J
				J	A	S	O	N	D	J	A	S	O	N	D	J	A	S	O	N	D
La Chiers à Longwy (1998-2020)	Nombre d'évènements par sous période	17	2	01 nov. 1998				02 janv. 2003				06 janv. 2011									
	% crues par sous-période	89,5%	10,5%	J	F	M	A	M	J	J	F	M	A	M	J	J	F	M	A	M	J
				J	A	S	O	N	D	J	A	S	O	N	D	J	A	S	O	N	D
La Chiers à Montigny-sur-Chiers (1970-2020)	Nombre d'évènements par sous période	44	3	02 janv. 2003				05 janv. 2001				21 déc. 1993									
	% crues par sous-période	93,6%	6,4%	J	F	M	A	M	J	J	F	M	A	M	J	J	F	M	A	M	J
				J	A	S	O	N	D	J	A	S	O	N	D	J	A	S	O	N	D
La Chiers à Chauvency-le-Château (1971-2020)	Nombre d'évènements par sous période	38	4	24 janv. 1995				21 déc. 1993				07 janv. 2011									
	% crues par sous-période	90,5%	9,5%	J	F	M	A	M	J	J	F	M	A	M	J	J	F	M	A	M	J
				J	A	S	O	N	D	J	A	S	O	N	D	J	A	S	O	N	D
La Chiers à Carignan (1966-2020)	Nombre d'évènements par sous période	45	3	01 janv. 1968				24 janv. 1995				22 déc. 1993									
	% crues par sous-période	93,8%	6,3%	J	F	M	A	M	J	J	F	M	A	M	J	J	F	M	A	M	J
				J	A	S	O	N	D	J	A	S	O	N	D	J	A	S	O	N	D
La Crusnes à Pierrepont (1982-2020)	Nombre d'évènements par sous période	35	2	21 déc. 1993				26 janv. 1995				04 juin 2016									
	% crues par sous-période	94,6%	5,4%	J	F	M	A	M	J	J	F	M	A	M	J	J	F	M	A	M	J
				J	A	S	O	N	D	J	A	S	O	N	D	J	A	S	O	N	D
L'Othain à Othe (1971-2020)	Nombre d'évènements par sous période	38	4	22 mar. 2002				27-mai-83				21 déc. 1993									
	% crues par sous-période	90,5%	9,5%	J	F	M	A	M	J	J	F	M	A	M	J	J	F	M	A	M	J
				J	A	S	O	N	D	J	A	S	O	N	D	J	A	S	O	N	D
Le Loison à Han-les-Juvigny	Nombre d'évènements par sous période	44	6	23 janv. 1995				27-mai-83				23 nov. 1984									

Etude hydrologique

(1969-2020)	% crues par sous-période	88,0%	12,0%	J	F	M	A	M	J	J	F	M	A	M	J	J	F	M	A	M	J
				J	A	S	O	N	D	J	A	S	O	N	D	J	A	S	O	N	D
Le Ton à Ecouviez (1982-2020)	Nombre d'évènements par sous période	31	4	21 déc. 1993						12 janv. 1993						04 janv. 2003					
	% crues par sous-période	88,6%	11,4%	J	F	M	A	M	J	J	F	M	A	M	J	J	F	M	A	M	J
				J	A	S	O	N	D	J	A	S	O	N	D	J	A	S	O	N	D

Tableau 11 : Répartition des maxima annuels selon les périodes Automne-Hiver et Printemps-Eté

2.2 EXAMEN DE LA DYNAMIQUE DES CRUES

La dynamique des crues est qualifiée à partir de la durée caractéristique de crue. Cette durée est appréciée à partir d'une sélection d'hydrogrammes sur une fenêtre autour des pics de crues majeures. Pour chaque station, ont ainsi été extraits les 10 évènements les plus forts. Chaque hydrogramme est rendu adimensionnel en divisant chacun d'eux par le débit de pointe. Tous les hydrogrammes normés ont ainsi un débit maximal égal à 1. A partir de cet échantillon de crues normées, on peut construire un hydrogramme représentatif du régime de crue (**courbe rouge sur les graphiques de l'annexe n°3**).

Nota : les 10 plus fortes crues ont ainsi été normalisées pour chaque station hydrométrique (cf. annexe n°3).

La durée caractéristique retenue (Durée Socose) correspond au temps de dépassement de la moitié du débit de pointe de l'hydrogramme normé moyen.

	Nom de la station	Superficie (km ²)	Durée Socose (h)	Durée Socose (j)	Choix Durée pour la suite de l'étude (j)
La Chiers	La Chiers à Longlaville	151	14,0	0,6	1 j (*)
	La Chiers à Longwy	209	18,5	0,8	1 j (*)
	La Chiers à Montigny-sur-Chiers	274	31	1,3	1 J (*)
	La Chiers à Chauvency-le-Château	1700	72	3,0	3 J
Affluents de la Chiers	La Crusnes à Pierrepont	206	41	1,7	2 j (*)
	L'Othain à Othe	247	62	2,6	2 j (*)
	Le Loison à Han-les-Juvigny	348	45	1,9	2 j (*)
	Le Ton à Ecouviez	308	80	3,3	2 j (*)

Tableau 12 : Durée caractéristique de crues au droit des stations hydrométriques du bassin de la Chiers

(*) : les données de pluie mobilisées sont des données journalières. L'analyse ne sera donc réalisée que sur des durées entières 1, 2, 3 jours.

- Pour la Chiers, les crues ont une durée moyenne allant de 0.6 à 3.0 jours au niveau de la station hydrométrique de Chauvency (aval du bassin versant).

- Pour les affluents de la Chiers, les durées moyennes sont légèrement supérieures au bassin de la Chiers pour une même superficie de bassin versant. Le calcul réalisé sur le Ton conduirait à une dynamique de crue plus lente sur ce bassin versant. Toutefois, il est difficile de conclure du fait que cette station ne semble pas mesurer l'intégralité du débit et ce dès des évènements fréquents.
- Une régression logarithmique peut-être déduite pour généraliser le calcul de la durée caractéristique de crue en fonction de la superficie de bassin versant sur le cours de la Chiers (cf. figure 13).

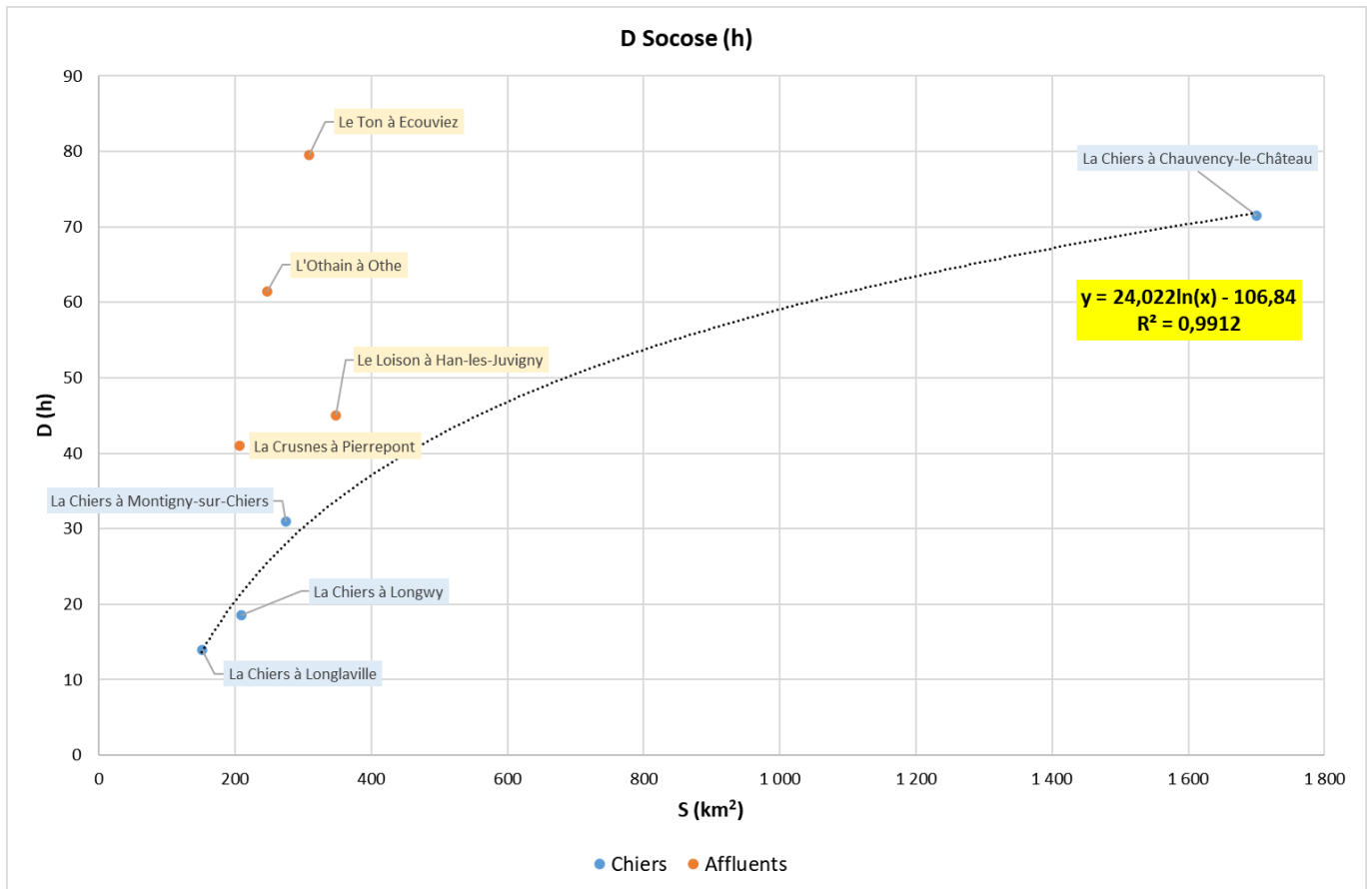


Figure 13 : Durée caractéristique de crues en fonction de la superficie de bassin versant sur la Chiers et ces affluents

Dans le cadre de la production des hydrogrammes de crue, nécessaires pour une modélisation hydraulique en régime transitoire, un calibrage de la formule de Fuller a été réalisé pour les affluents de la Chiers en s'appuyant sur la valeur calculée au droit des stations hydrométriques présentes sur chaque bassin versant. Cette formule est une relation expérimentale entre le coefficient de forme (noté r ou R moyen) et représentant le rapport entre le débit de pointe et le débit moyen sur la durée caractéristique de crue D et la superficie S du bassin versant (en km^2). La puissance 0.3 de la formule initiale est ajustée pour chaque sous-bassin versant.

$$r \cong 1 + \left(\frac{2,66}{S} \right)^{0,3}$$

Exemple sur l'Othain :

Etude hydrologique

Le coefficient R au droit de la station hydrométrique de l'Othain à Othe est évalué à partir de l'analyse des 10 plus fortes crues à 1.29. Si on adapte la formulation de Fuller pour retrouver cette valeur, on trouve une formulation avec une puissance de 0.27, soit :

$$r (\text{bassin versant Othain}) = 1 + \left(\frac{2.66}{S}\right)^{0.27}$$

Pour les autres points de calculs du bassin versant de l'Othain, les valeurs de r sont donc évaluées à :

Les valeurs en bleu sont calculées à partir de la formulation de Fuller adaptée au bassin versant de l'Othain et présentée ci-avant.

Point de calcul	Cours d'eau	Superficie (km ²)	D(h)	r
601	l'Othain	3.1	15.2	1.96
602	l'Othain	43.7	35.3	1.47
6	l'Othain (Houdelaucourt sur Othain)	96.4	45.5	1.38
7	l'Othain (Duzey)	121.0	48.9	1.36
8	l'Othain (Saint-Laurent sur Othain)	175.5	55.1	1.32
9	l'Othain (Marville)	212.9	58.6	1.31
10	L'Othain à Othe (1971-2018) / 247 km ²	247.0	61.5	1.29

2.3 DISTRIBUTION DES CRUES D'OCCURRENCE FREQUENTE

2.3.1 CHOIX DU MODE D'ECHANTILLONNAGE ET D'UNE DISTRIBUTION POUR LES DEBITS DE POINTE

Dans les études précédentes (Prévention des crues sur le bassin de la Chiers, de la Messancy et du Ton), il ressort que l'échantillonnage par valeurs supérieures à un seuil n'a pas conduit à une plus-value par rapport à un échantillonnage sur les valeurs maximales. [Aussi, un échantillonnage par maxima annuel a été retenu dans le cadre de cette analyse.](#)

3.3 METHODE DU RENOUELEMENT

La méthode du renouvellement a été appliquée sur la série 1986 2005 à Montigny-sur-Chiers. Les résultats sont renvoyés en annexe.

L'ajustement retenu est celui de la loi exponentielle simple. Il s'agit de la loi la plus usuelle pour ces ajustements.

Tableau 6 - Débits maxima instantanés à Montigny-sur-Chiers –méthode du renouvellement

Période de retour	Borne inférieure de l'intervalle de confiance à 70% (m ³ /s)	Valeur médiane (m ³ /s)	Borne supérieure de l'intervalle de confiance à 70% (m ³ /s)
2 ans	55	59	64
5 ans	69	76	83
10 ans	80	88	96
20 ans	90	100	110
50 ans	105	117	128
100 ans	115	129	142

Les résultats sont légèrement supérieurs aux résultats estimés par la méthode des maxima annuels. L'écart est de 7% sur le débit décennal, 2% sur le débit centennal. On notera toutefois que l'échantillon est plus petit (19 ans).

Figure 14 : Extrait de l'étude prévention des crues sur le bassin de la Chiers (BCEOM 2007)

Les échantillons analysés sont issus d'une [extraction des maxima annuels](#). Les années hydrologiques sont prises du 1^{er} septembre d'une année au 31 août de l'année suivante. Les ajustements statistiques ont été effectués à partir d'une loi de Gumbel, loi la plus usuelle (cf. annexe n°2). La loi GEV (3 paramètres) a également été testé sur les stations possédant les échantillons les plus longs. [Son utilisation n'apporte pas d'amélioration notable sur la qualité de l'ajustement.](#)

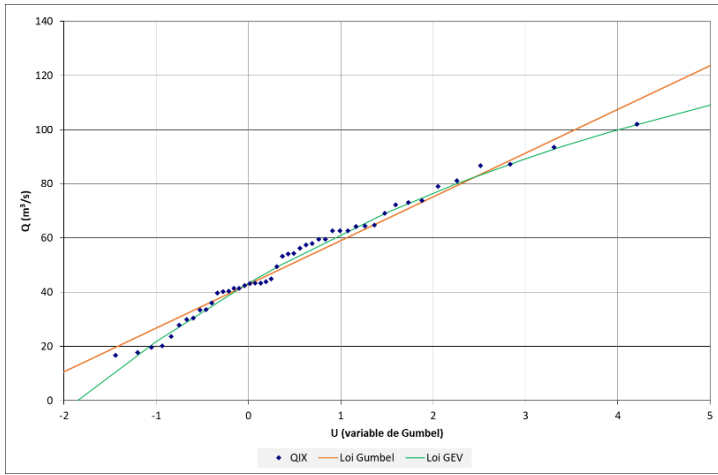


Figure 15 : Gumbel vs GEV – station de Montigny sur la Chiers

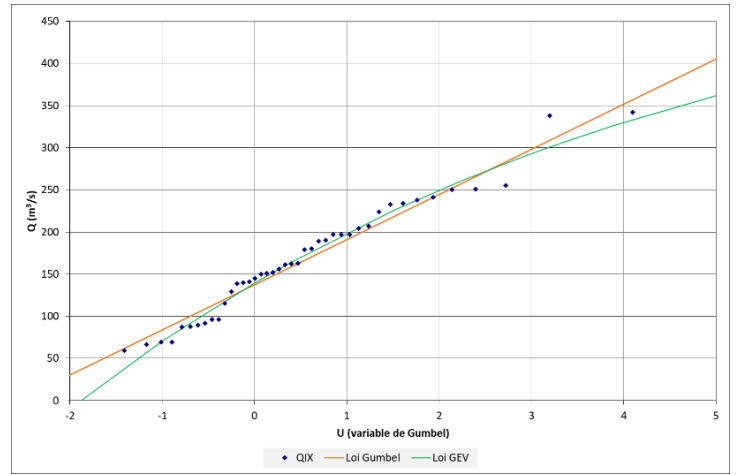


Figure 16 : Gumbel vs GEV – station de Chauvency sur la Chiers

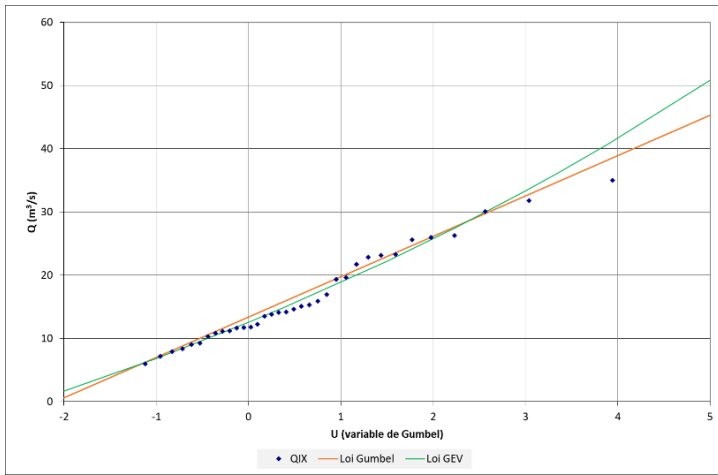


Figure 17 : Gumbel vs GEV – station de Pierrepont sur la Crusnes

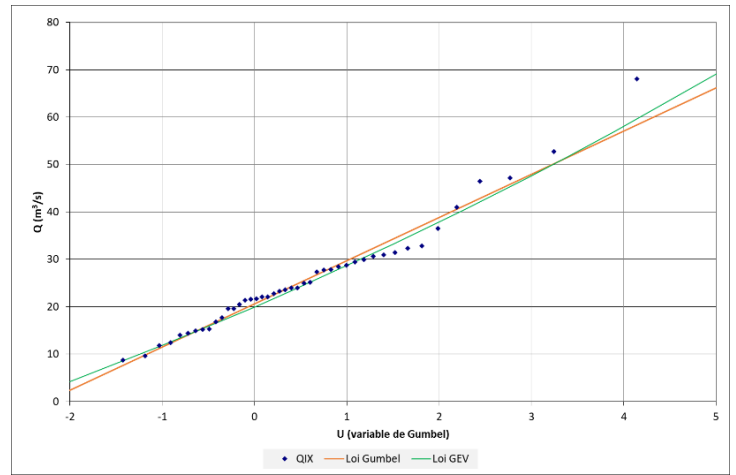


Figure 18 : Gumbel vs GEV – station de Othe sur l'Othain

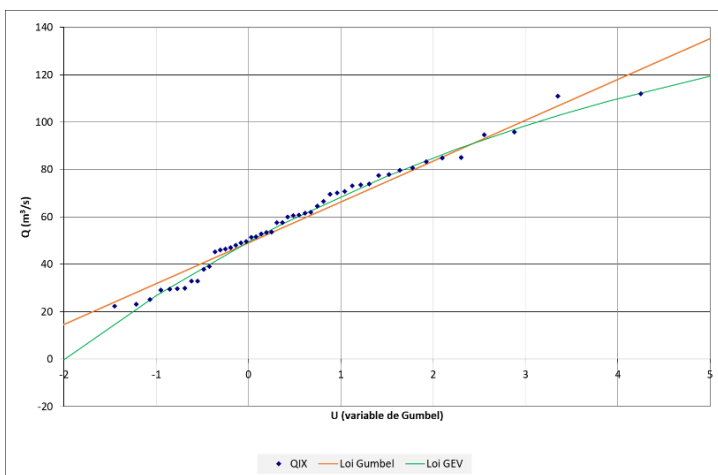


Figure 19 : Gumbel vs GEV – station de Han sur le Loison

Par la suite, un échantillonnage par valeurs maximales et une loi de Gumbel sont conservés pour l'évaluation des débits d'occurrence moyenne.

Nom_station	Loi ajustement	Période de retour T (ans)					
		2	5	10	20	50	100
La Chiers à Montigny-sur-Chiers	Gumbel (*)	49	67	79	91	106	117
	GEV	50	69	80	89	99	106
La Chiers à Chauvency-le-Château	Gumbel	157	218	258	297	347	384
	GEV	163	225	261	292	327	350
La Crusnes à Pierrepont	Gumbel	16	23	28	32	38	43
	GEV	15	22	28	33	41	47
L'Othain à Othe	Gumbel	24	34	41	48	56	62
	GEV	23	33	40	47	57	65
Le Loison à Han-les-Juvigny	Gumbel	55	75	88	100	116	128
	GEV	57	77	88	98	109	116

Tableau 20 : Débits issus d'un ajustement avec une loi de Gumbel vs loi GEV au droit des stations hydrométriques du bassin versant

(*) Les valeurs au droit des stations hydrométriques, issues des ajustements de Gumbel évalués dans la présente étude sont retenues par la suite. Elles sont proches des valeurs annoncées sur la Banque Hydro, qui s'appuie également sur un ajustement de type Gumbel.

2.3.2 RESULTATS ISSUS D'UN AJUSTEMENT DE GUMBEL

- Pour les stations de Longlaville et Longwy, la taille des échantillons est limitée, et augmente de fait l'incertitude. L'intervalle de confiance à 95% a ainsi été évalué pour ces 2 stations à titre informatif.

Période de retour	Longlaville		Longwy	
	Valeur médiane	IC 95%	Valeur médiane	IC 95%
5 ans	56	[46.2-66.8]	60	[50.3-71.4]
10 ans	66	[53.9-81.9]	71	[57.9-86.7]
50 ans	89	[69.7-116]	94	[73.5-121]

Tableau 21 : Intervalle de confiance à 95% pour 3 occurrences aux stations de Longlaville et Longwy

- Pour la station de Montigny-sur-Chiers, on observe sur l'ajustement de Gumbel un léger tassement des valeurs observées vers 85 m³/s.

- Pour la station de Chauvency, on constate sur l'ajustement de Gumbel, un léger tassement des valeurs observées pour un débit de l'ordre de 200 à 250 m³/s. Les 2 plus fortes crues (21 décembre 1993 et 24 janvier 1995) semblent isolées par rapport au reste de l'échantillon.
- Les ajustements pour les stations de Pierrepont et Han-lès-Juvigny n'amènent pas de commentaires particuliers.
- Pour la station de Othe sur l'Othain, un décrochage est apparent entre la pente d'ajustement de la droite et les valeurs observées pour une période de retour entre 10 à 20 ans. La droite d'ajustement n'atteint pas la plus forte crue du 22 mars 2002.

Nom_station	Superficie (km ²)	Période de retour T (ans)						
		2	5	10	20	30	50	100
La Chiers à Longlaville	151	40	56	66	76	82	89	99
La Chiers à Longwy	209	44	60	71	81	87	94	104
La Chiers à Montigny-sur-Chiers	274	49	67	79	91	98	106	117
La Chiers à Chauvency-le-Château	1700	157	218	258	297	319	347	384
La Crusnes à Pierrepont	206	16	23	28	32	35	38	43
L'Othain à Othe	247	22	31	36	42	51	56	62
Le Loison à Han-les-Juvigny	348	55	75	88	100	107	116	128
<i>Le Ton à Ecoviez (*)</i>	<i>308</i>	<i>27</i>	<i>35</i>	<i>40</i>	<i>45</i>	<i>48</i>	<i>52</i>	<i>57</i>

Tableau 22 : Synthèse des débits d'occurrence 2 à 100 ans avec un ajustement de Gumbel

(*) L'ajustement réalisé pour le Ton à Ecoviez semble confirmer les difficultés de travailler avec cette station. On constate en effet un tassement des valeurs observées à partir d'un débit de l'ordre de 30 à 35 m³/s. L'interprétation reste naturellement délicate, mais ce constat pourrait avoir pour origine le fait que la station ne mesure qu'une partie du débit en crue et ce dès une occurrence fréquente (entre T = 1 à 5 ans).

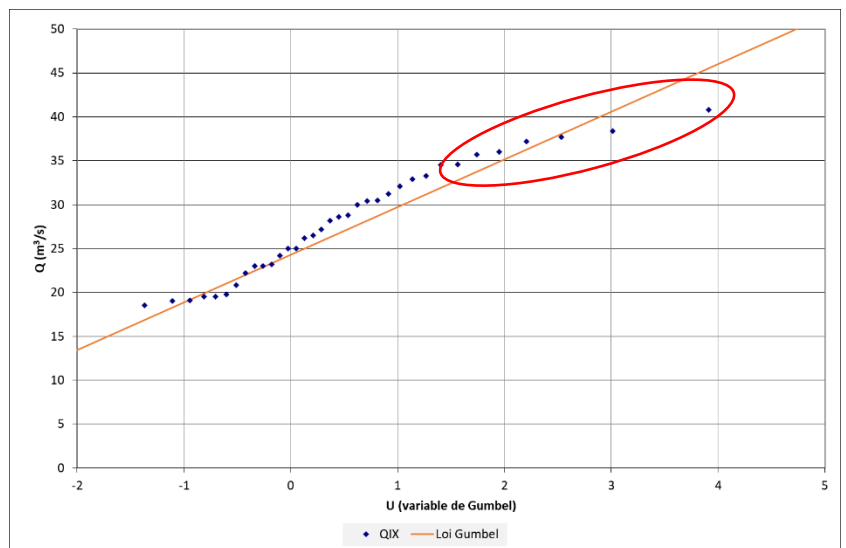


Figure 23 : Ajustement de Gumbel – station du Ton à Ecoviez

Ces valeurs seront utilisées par la suite pour les occurrences inférieures à la période de saturation retenue pour chaque station. On retiendra que sur la Chiers, le transfert des débits de pointe peut être réalisé à partir d'une loi puissance du type $S^{0.6}$ pour les occurrences inférieures à 50 ans.

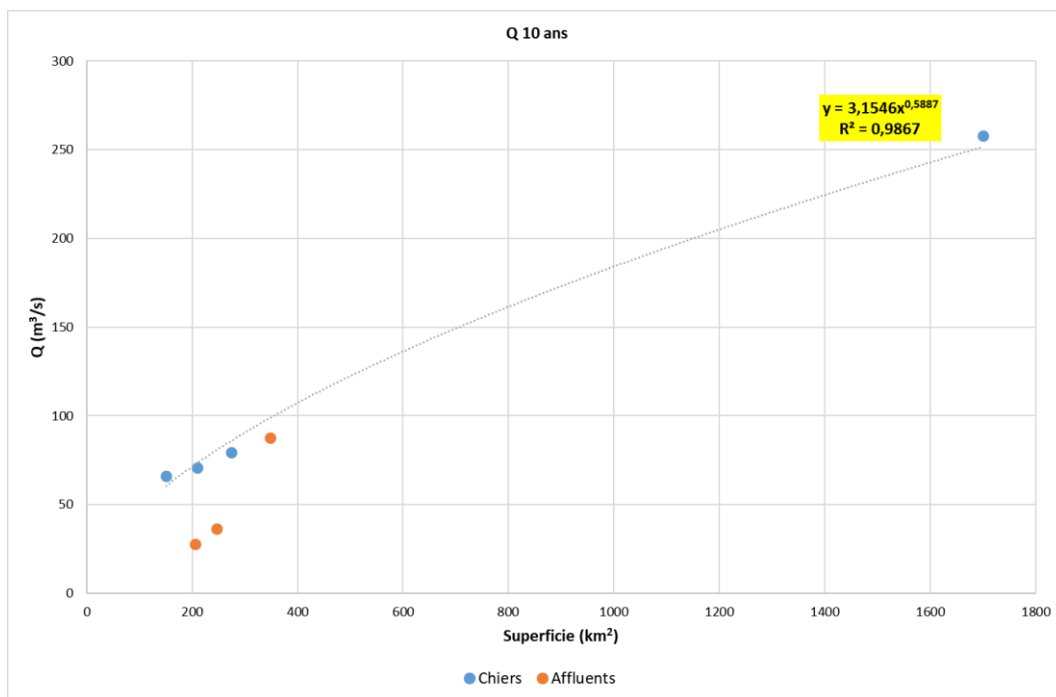


Figure 24 : Loi régionale sur la Chiers pour Q10 ans en fonction de la superficie de bassin versant

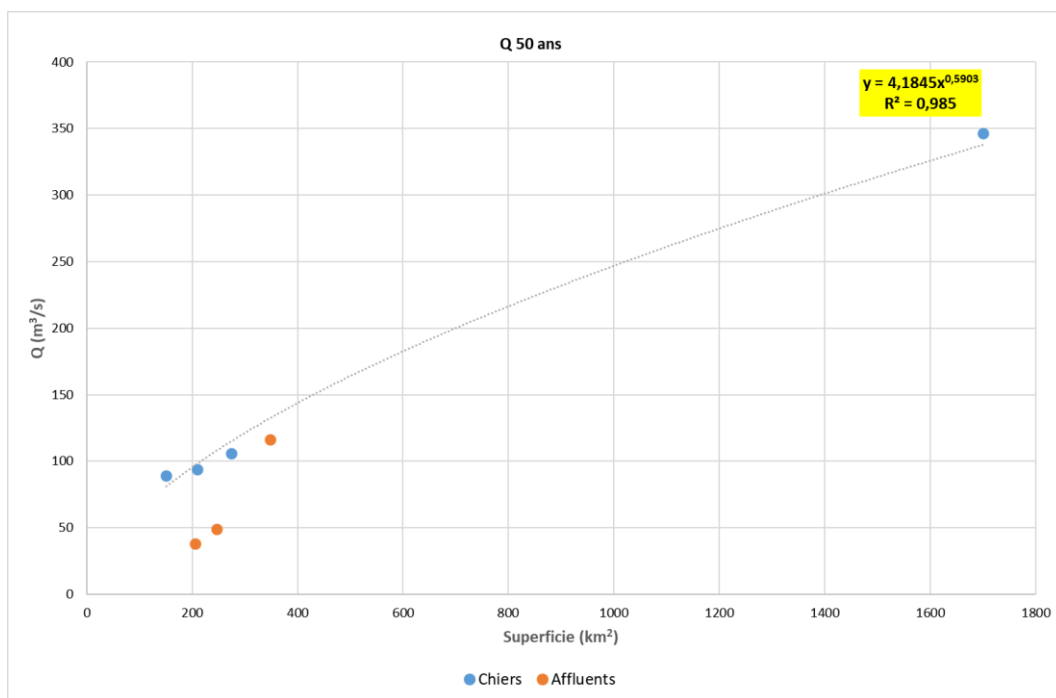


Figure 25 : Loi régionale sur la Chiers pour Q50 ans en fonction de la superficie de bassin versant

3 ANALYSE PLUVIOMETRIQUE

Afin de proposer une présentation homogène, les différentes démarches mises en œuvre pour le calcul des gradex pluviométriques sont rappelées ci-dessous :

- Plusieurs postes pluviométriques ont été sélectionnés sur les bassins versant étudiés, l'idée étant de disposer de chroniques suffisantes et d'une bonne couverture spatiale.
- Les données produites par Météo France et le SPC sont des données de pluie journalière. Les différents calculs ou ajustement statistiques nécessaires à la détermination des gradex des cumuls pluviométriques ont été réalisés à partir d'un échantillonnage sur les maxima annuels et d'une loi de Gumbel.

Globalement, les effets saisonniers sont limités.

Afin d'obtenir une pluie du bassin, la méthode de Thiessen a été appliquée dans un premier temps pour pondérer les pluies des différents postes pluviométriques par leur surface d'influence au niveau de chaque point de calcul. Toutefois, la densité des postes est apparue insuffisante pour certains points de calcul, conduisant ainsi à l'absence de pluie pour certaines crues observées.

Nous avons alors travaillé à partir de postes pluviométriques représentatifs de chaque bassin versant. Or pour évaluer le volume ruisselé sur une surface, il est nécessaire de connaître la pluie moyenne sur la surface du bassin versant et non la pluie ponctuelle au droit du poste. Un **coefficient d'abattement (rapport de la pluie moyenne sur la surface du BV à la pluie ponctuelle)** a donc été utilisé.

3.1 POSTES PLUVIOMETRIQUES EXPLOITABLES

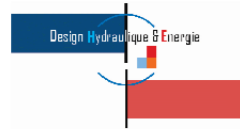
- Les postes en rouge qui disposent des échantillons les plus importants ont été privilégiés dans la suite de l'étude.
- Les postes en vert sont les postes localisés en Belgique.
- Les postes en noir sont considérés comme ne disposant pas de suffisamment de valeurs pour le calcul des gradex pluviométriques.

Poste	Producteur	Période	Altitude (m)	PJ 10 ans	Gradex Pluie (1j)	PJ 100 ans	Gradex Pluie (2j)	Gradex Pluie (3j)
AUBREVILLE_SAPC	Météo France	2008-2020	202	42,7	5,9	56,5	6,78	7,80
BONZEE_SAPC	Météo France	2009-2020	235	49,6	9,1	71,1	8,46	9,84
BRAS-SUR-MEUSE	Météo France	1990-2020	194	47,8	8,7	68,2	9,24	8,41
BUZANCY_SAPC	Météo France	2007-2020	199	48,5	7,7	66,6	6,46	5,94

Etude hydrologique

CHARLEVILLE-MEZ	Météo France	1990-2020	145	49,6	7,6	67,6	10,44	11,22
MARGUT	Météo France	1990-2020	180	36,3	7,1	57,4	7,26	8,12
DAMVILLIERS	Météo France	1990-2016	206	47,0	10,6	71,9	11,42	11,91
DOUZY	Météo France	2002-2020	153	42,5	5,9	56,3	7,72	7,97
ERROUVILLE_SAPC	Météo France	2014-2020	373	65,7	13,1	96,6	11,78	14,43
LINAY	Météo France	1990-2020	177	58,1	9,4	70,4	10,70	10,62
LONGUYON	Météo France	1990-2020	257	45,2	9,1	66,7	10,78	11,76
MALANCOURT	Météo France	1990-2020	346	47,6	8,7	68,0	10,24	9,63
MOUZAY	Météo France	2007-2020	166	45,3	6,5	60,7	6,97	7,83
ROUVRES-EN-WOEVRE	Météo France	2011-2020	226	54,0	8,9	75,0	13,22	12,20
SEPTSARGES	Météo France	1990-2020	293	50,3	8,5	70,3	11,00	12,93
VILLETTE	Météo France	1997-2020	345	51,1	9,0	72,3	9,18	13,81
TORGNY	Voies hydrauliques - Wallonie	2002-2018	261	47,4	6,7	63,1	7,20	8,03
FRATIN	idem	2002-2018	340	61,5	9,6	84,1	10,91	10,33
AUBANGE	idem	2002-2018	276	55,8	8,1	74,8	9,13	8,31
ORVAL	idem	2002-2018	256	51,4	8,9	72,2	9,75	13,32
			Moyenne	49,9	8,5	69,5	9,4	10,2
			Médiane	49,1	8,7	69,3	9,5	10,1
			Minimum	36,3	5,9	56,3	6,5	5,9
			Maximum	65,7	13,1	96,6	13,2	14,4

Tableau 26 : Postes pluviométriques présents sur le bassin versant de la Chiers



STATIONS PLUVIOMETRIQUES



PRÉFET
DE LA MEUSE

Légende

- ◆ Poste pluvio Belge
- station_Meteo-France-SPC_L93
- ▲ OUI
- ▲ OUI
- ▭ Departement_55
- ▭ LIMITES_AMINISTRATIVE
- Principaux cours d'eau
- La Chiers
- La Meuse
- La Thinte
- Le Loison
- L'Othain
- Ruisseau la Thonne
- Le Thon
- La Crusnes
- Bassin versant de la Chiers

Date : 17/07/2020
Source : DDT 55

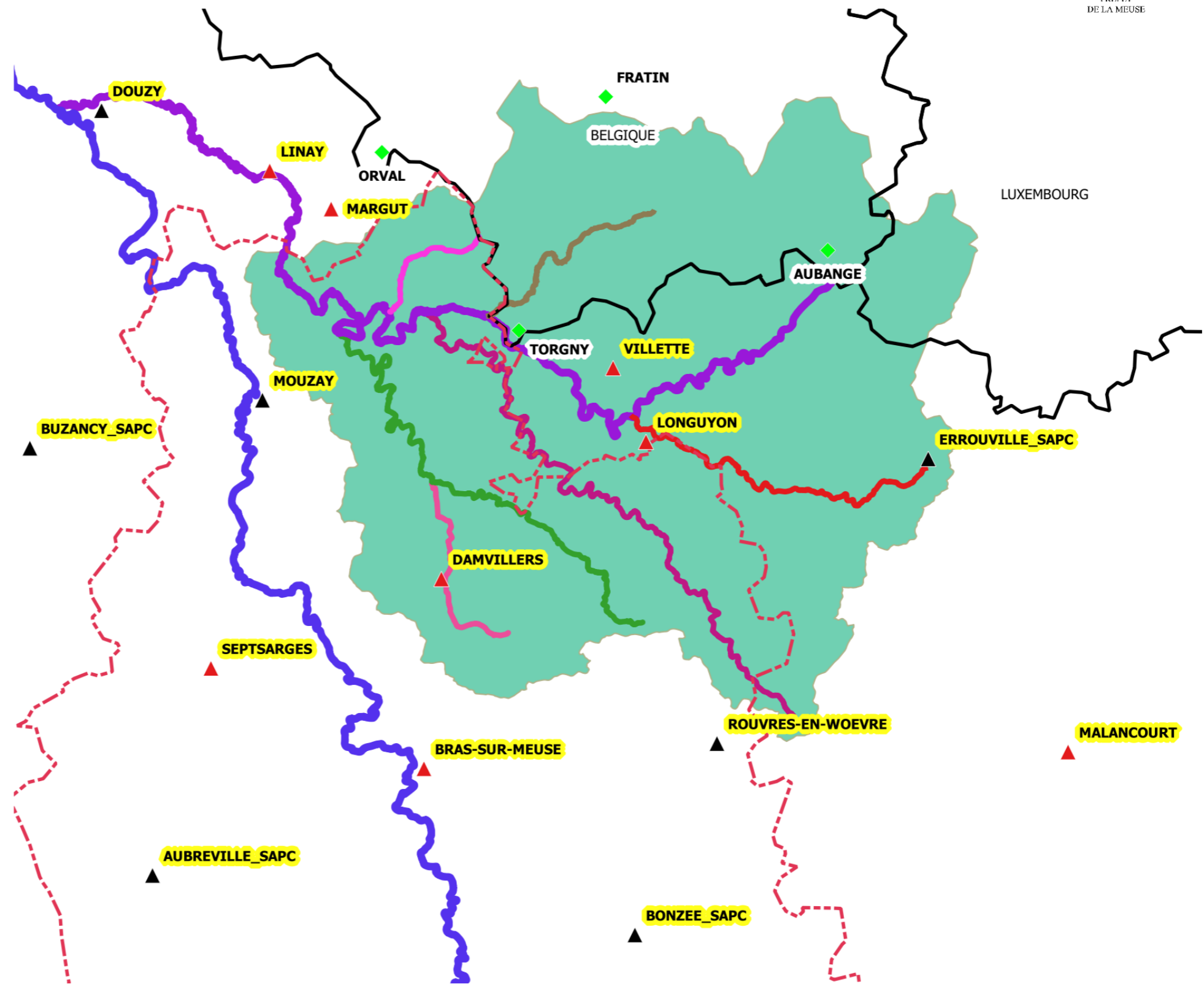
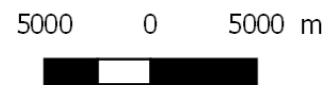


Figure 27 : Localisation des postes pluviométriques

3.2 ETUDE DES PLUIES EXTREMES

On trouve une **pluie journalière d'occurrence 10 ans de l'ordre de 50mm** et d'occurrence 100 ans de l'ordre de 70mm.

Cette valeur de pluie décennale est cohérente avec les valeurs SHYREG (exemple sur le bassin de l'Othain ci-dessous).

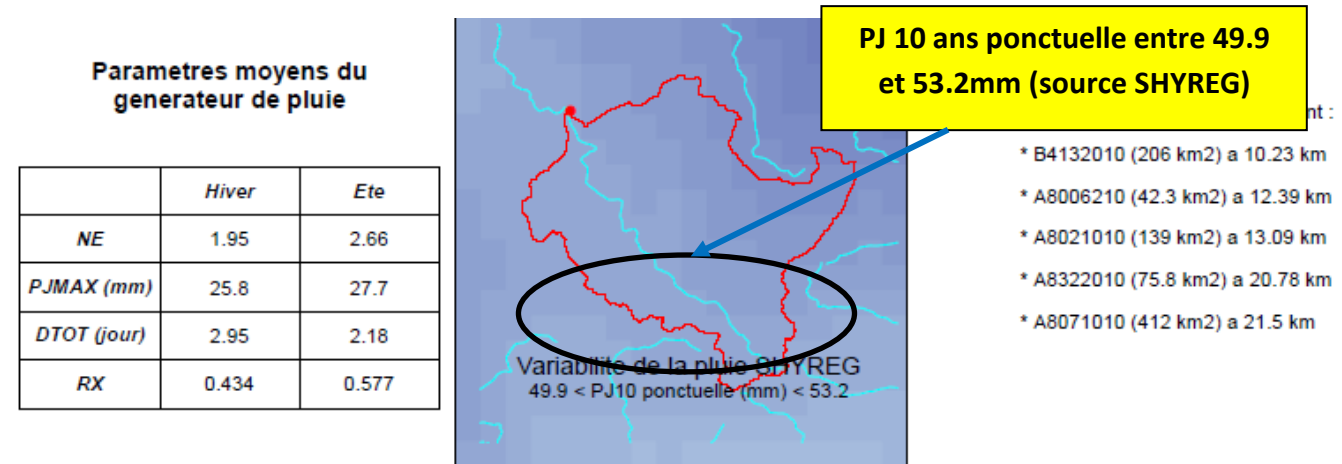
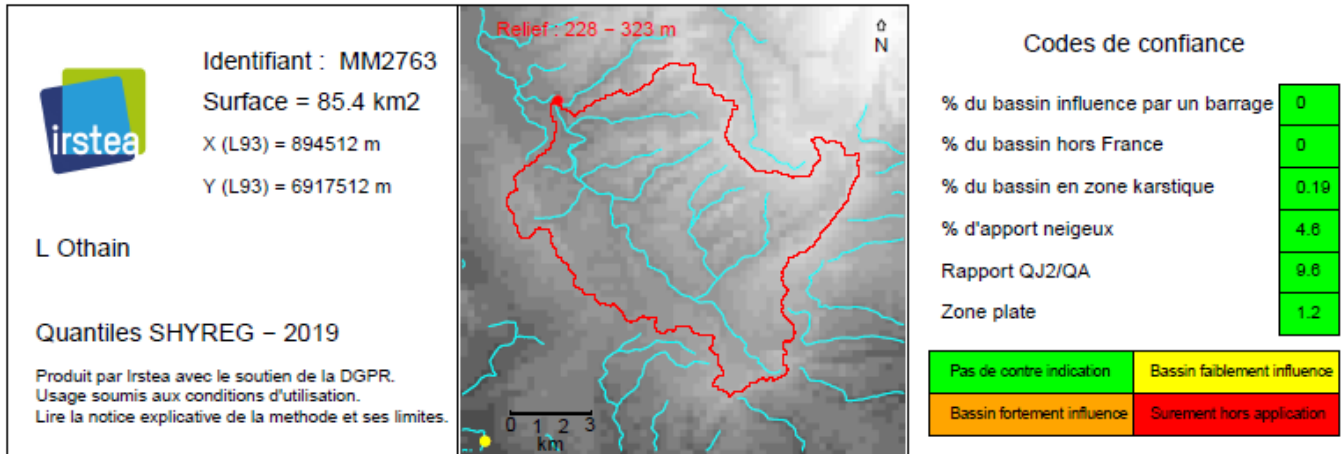


Figure 28 : Extrait données SHYREG sur l'Othain

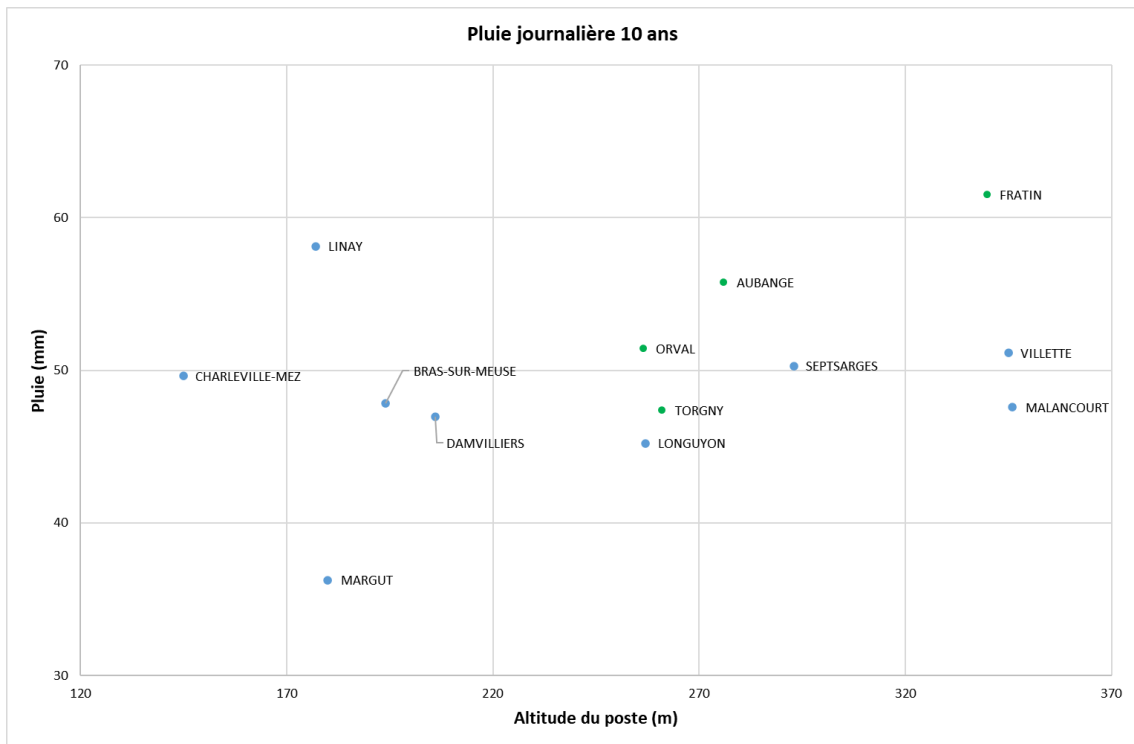


Figure 29 : Pluie journalière 10 ans

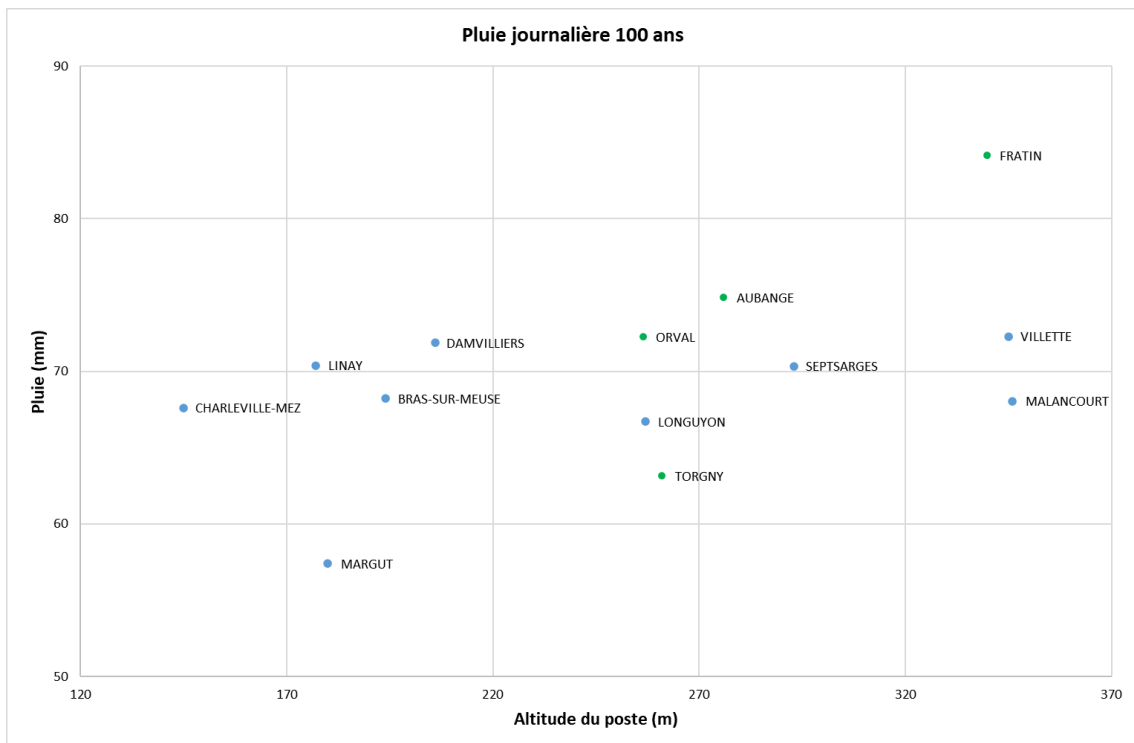


Figure 30 : Pluie journalière 100 ans

3.3 GRADEX PLUVIOMETRIQUE SUR DIFFERENTES DUREES

Par la suite, les gradex pluviométriques sur des durées adaptées à la dynamique des crues (1 à 3 jours) de chaque point de calcul sont utilisés. On trouvera ci-après quelques illustrations des valeurs calculées au droit des postes pluviométriques.

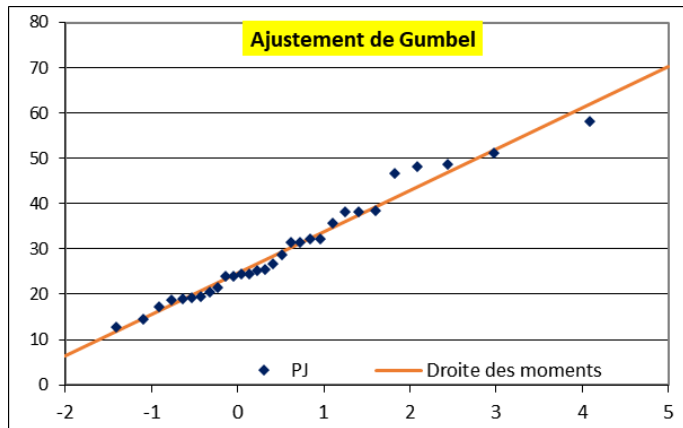


Figure 31 : Ajustement Pluie 1J – poste de Longuyon

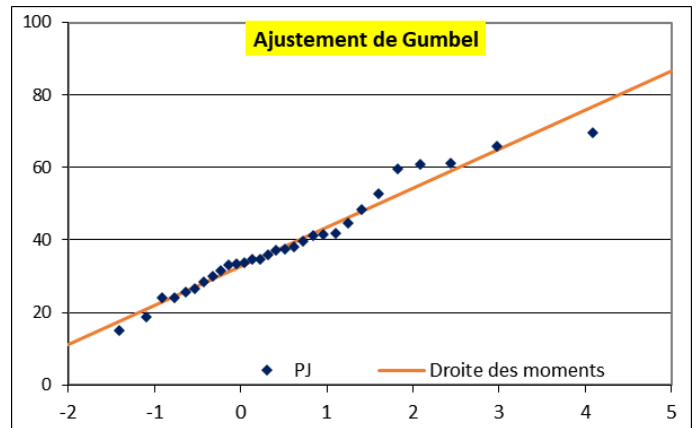


Figure 32 : Ajustement Pluie 2J – poste de Longuyon

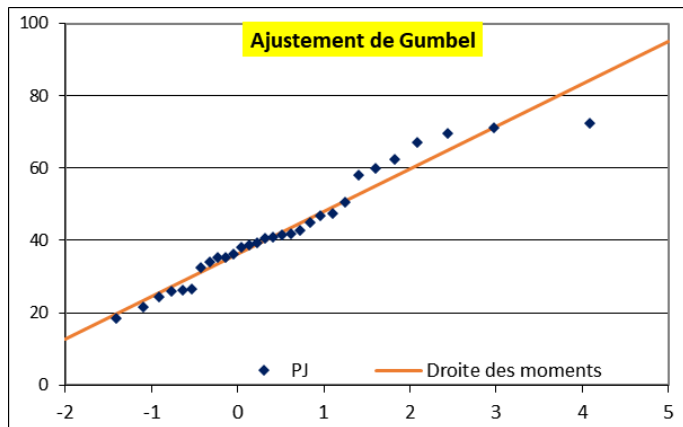


Figure 33 : Ajustement Pluie 3J – poste de Longuyon

- Gradex des pluies sur 1 jour = 9,1 mm
- Gradex des pluies sur 2 jours = 10,8 mm
- Gradex des pluies sur 3 jours = 11,8 mm

4 EXTRAPOLATION AUX FREQUENCES RARES SELON LA METHODE DU GRADEX ESTHETIQUE

Les paragraphes suivants font état des méthodes de calcul mises en œuvre pour le calcul des débits statistiques (ajustement de Gumbel sur les maximas annuels pour les débits fréquents) et des hypothèses ou paramètres retenues dans le calcul du gradex esthétique (durée caractéristique de la crue, coefficient de forme, période de retour de saturation, ...).

4.1 HYPOTHESES A FIXER POUR LA METHODE DU GRADEX ESTHETIQUE

Pour déterminer les débits de fréquence rares (100 et 1000 ans), l'extrapolation fréquentielle est réalisée à partir de la méthode du gradex esthétique (variante de la méthode du gradex). On considère dans ce type d'approche que lorsque le bassin est complètement saturé en eau, la distribution des débits est la même que celle de la pluie (en d'autres termes tout accroissement de pluie induit le même accroissement en débit). Cette méthode suppose (par rapport à la méthode du gradex) **un passage plus progressif vers ce comportement exponentiel. Elle est notamment plus appropriée pour des bassins versants importants ou avec des alimentations souterraines importantes, puisqu'elle permet de pondérer l'hypothèse de saturation uniforme du bassin. Cette approche est donc mieux adaptée au contexte hydro-climatique étudié.**

Le débit de pointe s'exprime alors par la formule suivante :

$$QIX(T) = R * [QMX(d, Tg) + K * Ap(d) * \ln[1 + (Aq(d) / K * Ap(d)) * (T - Tg / Tg)]$$

Avec :

- d : durée caractéristique de crue au point de calcul
- Tg : seuil exprimé en période de retour à partir duquel l'information pluviométrique prend progressivement le relais pour l'estimation des quantiles.
- QIX (Tg) : débit instantané maximum de période de retour Tg
- R = QIX / Q moyen (d)
- QMX (d, Tg) = débit moyen maximum sur une durée d de période de retour Tg
- Ap (d) = gradex des pluies maximales pour les intensités relatives à la durée caractéristique de crue d
- K : coefficient d'abattement spatial pour passer des pluies ponctuelles à une pluie moyenne à l'échelle du bassin versant
- Aq (d) = gradex des débits relatifs à la durée caractéristique de crue d

Quels paramètres doit-on fixer par la suite ?

1) d : durée caractéristique des crues au point de calcul

Un préalable à l'application de la méthode est le choix du pas de temps de travail (d dans la formule précédente). Cette valeur est issue de l'analyse de la dynamique des crues.

2) $A_p(d)$ = gradex des pluies maximales pour les intensités relatives à la durée caractéristique de crue

L'étude de la saisonnalité des crues n'a pas démontré l'intérêt de raisonner sur des gradex saisonniers. Une sélection des stations pluviométriques exploitables a été réalisée sur les bassins versants amont. Un ajustement sur les cumuls pluviométriques est ensuite réalisé pour les différentes durées nécessaires (ajustement de Gumbel sur les maxima annuels). Ces valeurs ponctuelles sont ensuite pondérées à partir d'un coefficient d'abattement spatial pour calculer le coefficient $A_p(d)$ en m^3/s .

3) K : coefficient d'abattement spatial des pluies

Pour passer d'une pluie ponctuelle (mesurée à un poste pluviométrique), à une pluie moyenne sur la surface du bassin versant, on applique généralement un coefficient d'abattement : Pluie moyenne = $K \times$ Pluie Ponctuelle. Nous ne disposons pas de loi spécifique sur les bassins versant étudiés. Des études sur des bassins parisiens ont montré que K pouvait être approché par $K = 1 / [1 + (S^{1/2} / 30 \times t^{1/3})]$ avec S en km^2 et t en h. [Des tests de cette formule sur les bassins versant étudiés ont montré que cette valeur était comprise entre 0.81 et 0.94.](#)

4) T_g : Choix de la période de retour de saturation

10 ans est la valeur historiquement utilisée dans la formule du gradex (bassin versant à fort ruissellement dans des zones de montagne sur les sites hydroélectriques d'EDF). Ce point peut parfois être déduit visuellement sur les graphiques d'ajustement (on constate alors sur un plan de type Gumbel un décrochement des événements à partir d'une certaine fréquence – les échantillons à disposition ne sont pas suffisamment grand pour cette déduction graphique, aucun événement majeur dans les échantillons exploités). [Sur des bassins à dynamique plus faible, on admet qu'une période de retour de 20 ans est plus adaptée.](#) Toutefois, sur des bassins ayant de grandes capacités d'infiltration (structure karstique par exemple), des périodes de retour supérieures doivent être envisagées.

Pour nous aider dans le [choix final du seuil \$T_g\$](#) , les coefficients d'écoulement ont été examinés pour les 3 à 5 plus forts événements au droit de chaque station. [La pluie maximale sur la durée \$d\$ est ainsi comparée au débit maximal moyen sur la même durée.](#)

Quelques éléments sur la géologie du bassin versant la Chiers sont extraits de l'Etude hydraulique aménagement Chiers, afin d'alimenter nos réflexions sur le choix de T_g :

- *En conclusion, on retiendra que du point de vue géologique, il existe une analogie entre les affluents rive droite de la Chiers (Ton, Marche, Ausnois, ...) qui sont issus de terrains à perméabilité moyenne.*
- *La Haute Chiers, la Crusnes et l'Othain sont aussi comparables car issus de bassins essentiellement calcaires. Pour l'Othain, il y a deux comportements entre la rive droite à perméabilité moyenne et la rive gauche avec une perméabilité plutôt mauvaise.*

- Enfin, le Loison et pour partie l'Othain ont des bassins à perméabilité mauvaise dans l'ensemble.

Bassin versant	Terrains	Perméabilité			
		P3	P4	P5	Indications sur la géologie prédominante
Le Loison à Han-lès-Juvigny	Alluvions récentes	2%			P5 (marnes et argiles du Callovo-Oxfordien) en majorité à 78%
	Argovien - Rauracien		10%		
	Callovien-Oxfordien			78%	
	Batonien		10%		
L'Othain à Othe	Alluvions récentes	3%			P4
	Callovien-Oxfordien	7%			
	Bathonien		90%		
La Crusnes à Pierrepont	Bajocien-Bathonien		100%		P4 (calcaires du Bajocien-Bathonien) en majorité
La Thonne à Thonne-les-Prés	Alluvions récentes	6%			P3
	Bajocien		10%		
	Toarcién			4%	
	Charmouthien-Sinemurien-Hettangien	80%			
Le Ton à Harnoncourt (Belgique)	Alluvions récentes	2%			P3
	Bajocien		8%		
	Toarcién			5%	
	Charmouthien-Sinemurien-Hettangien	85%			

5) R : Coefficient de forme

Le coefficient de forme moyen représente le ratio entre le débit de pointe et le débit moyen maximal sur la durée caractéristique d. L'analyse des 10 plus fortes crues a été réalisée pour calculer le coefficient de forme (valeur médiane retenue) à différents pas de temps adaptés à chaque point de calcul.

Nom de la station	Superficie (km ²)	Coefficient de forme		
		R 1j	R 2j	R 3j
La Chiers à Longlaville	151	1,62		
La Chiers à Longwy	209	1,41		
La Chiers à Montigny-sur-Chiers	274	1,19	1,56	

La Chiers à Chauvency-le-Château	1700	1,25	1,41
La Crusnes à Pierrepont	206	1,32	1,53
L'Othain à Othe	247	1,29	1,47
Le Loison à Han-lès-Juvigny	348	1,11	1,37
Le Ton à Ecouviez	308		1,25 *

Tableau 34 : Synthèse des coefficients de forme pour différents pas de temps

R1J : ratio entre le débit de pointe et le débit moyen maximal sur 1 jour

R2J : ratio entre le débit de pointe et le débit moyen maximal sur 2 jours

R3J : ratio entre le débit de pointe et le débit moyen maximal sur 3 jours

Nota : () cette valeur est proche de la valeur calculée avec la formulation de Fuller 1.24, et a donc été conservée pour le calcul du gradex esthétique sur une durée de 2 jours.*

4.2 EXTRAPOLATION DES DEBITS POUR LES OCCURRENCES RARES (DE 100 A 1000 ANS)

4.2.1 RESULTATS D'ANCIENNES ETUDES

Dans l'étude BCEOM de 2007, la méthode du gradex esthétique avait été appliquée pour calculer le débit centennal. Les principales hypothèses et résultats de cette étude sont rappelés ci-après :

- Tg (Temps de retour de saturation) : **le débit pivot choisi est le débit décennal**. Les bassins versants de la Chiers et de la Crusnes restent de taille modeste. **La saturation du bassin versant dans son intégralité peut commencer à subvenir dès la crue décennale.**
Ce point est naturellement discutable et n'est pas visible sur les ajustements avec les maximas annuels (cf annexe n°2).
- Durée caractéristique à Montigny-sur-Chiers :
 - 1) calcul par la méthode SOCOSE : La durée caractéristique SOCOSE est estimée à 36 heures à Montigny-sur-Chiers.
La valeur calculée dans l'étude DHE est de 31 heures. On retrouve donc un résultat proche de l'hypothèse du BCEOM.
 - 2) Estimation de ce temps sur des hydrogrammes observés : Douze hydrogrammes ont été étudiés. Le temps de base moyen sur les 12 crues est de 27 heures.

Etude hydrologique

Les deux méthodes conduisent à des temps de base entre 1 et 1.5 jour. Les données servant au calcul ne sont connues que pour 1 ou 2 jours. Le temps de base choisi pour la méthode du Gradex est de 1 jour.

- Durée caractéristique à Pierrepont :
 - L'application de la méthode SOCOSE à la Crusnes conduit à un temps de base de 30 heures.
La valeur calculée dans l'étude DHE est de 41 heures. On trouve une valeur supérieure au BCEOM.

Pour la Crusnes il avait été choisi de retenir un temps de base de 1 jour. Une valeur de 2 jours a été privilégiée dans cette étude, plus en cohérence avec la dynamique de ce bassin versant.

En conclusion, on retiendra les résultats suivants dans l'étude BCEOM 2007 :

Le calcul du débit de crue centennale par la méthode du Gradex esthétique (AGREGEE) conduit à :

- **149 m³/s sur la Chiers à Montigny-sur-Chiers,**
- **64 m³/s sur la Crusnes à Pierrepont.**

Dans le cadre du **PPRI de Longwy**, on retrouve les débits cités dans l'étude précédente de BCEOM 2007, à savoir pour le débit de la crue centennale :

- **128 m³/s sur la Chiers à Longwy,**
- **150 m³/s sur la Chiers à Montigny-sur-Chiers (probablement un arrondi des 149 m³/s évoqué précédemment),**
- **64 m³/s sur la Crusnes à Pierrepont.**

<i>Station</i>	<i>Débit pour la crue de référence</i>
<i>Mont-saint-Martin</i>	<i>107m³/s</i>
<i>Longwy</i>	<i>128m³/s</i>
<i>Cons la Grandville</i>	<i>138m³/s</i>
<i>Montigny-sur-Chiers</i>	<i>150m³/s</i>
<i>Longuyon</i>	<i>159m³/s</i>
<i>Colmey</i>	<i>233m³/s</i>
<i>Charenzy-Vezin</i>	<i>239m³/s</i>

Source BCEOM, juin 2007

Tableau 35 : Extrait du rapport de présentation – PPRI Longwy (2017)

4.2.2 LA CHIERS

La Chiers à Longlaville

Date	Q pointe (m ³ /s)	T expérimentale (ans)	Pluie brut (mm)	Coefficient d'écoulement
01/11/1998	75,6	29,14	38,4 / 49,2	0,66 / 0,62
02/01/2003	68,2	12,00	34,3 / 71,4	0,81 / 0,61
06/01/2011	66,6	7,56	38,9 / 39,0	0,49 / 0,79
16/12/2011	60	4,34	43,5 / 52,4	0,48 / 0,52

Tableau 36 : Coefficients d'écoulement pour la durée d =1, 2 jours – la Chiers à Longlaville

- Hypothèses retenues pour l'extrapolation du débit avec le gradex esthétique :**

d (j)	1
Tg (ans)	20
R moyen	1,62
Ap (d)	14,5
K	0,91
Aq (d)	8,43

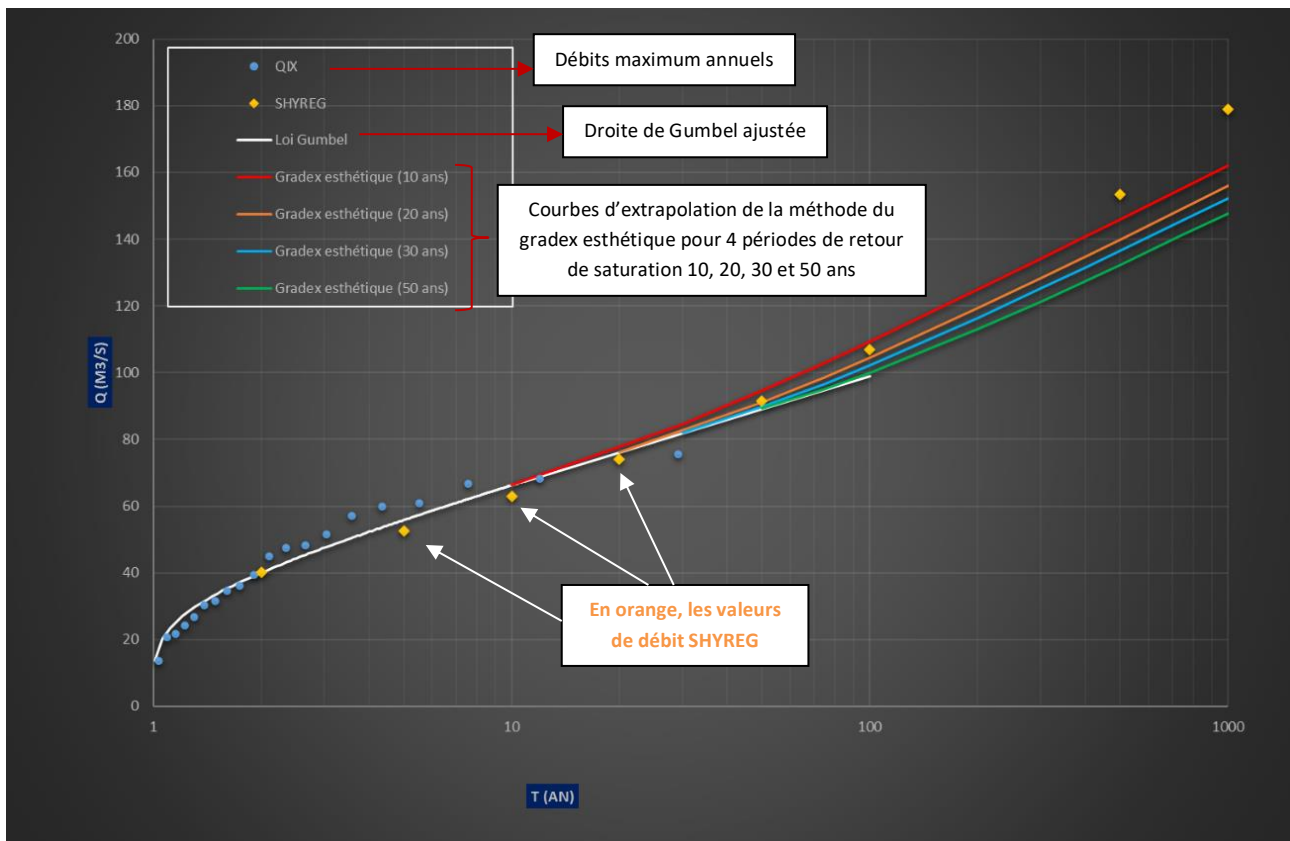


Figure 37 : la Chiers à Longlaville / Extrapolation de type Gradex esthétique pour 4 périodes de saturation (10, 20, 30 et 50 ans)

La Chiers à Longwy

Date	Q pointe (m³/s)	T expérimentale (ans)	Pluie brut (mm)	Coefficient d'écoulement
01/11/1998	76,9	27,7	38,4 / 49,2	0,54 / 0,55
02/01/2003	69,6	11,4	34,3 / 71,4	0,57 / 0,48
06/01/2011	69,5	7,2	38,9 / 39,0	0,38 / 0,63
16/12/2011	63,8	4,1	43,5/52,4	0,38 / 0,43

Tableau 38 : Coefficients d'écoulement pour la durée d=1, 2 jours – la Chiers à Longwy

- Hypothèses retenues pour l'extrapolation du débit avec le gradex esthétique :**

d (j)	1
Tg (ans)	20
R moyen	1,41
Ap (d)	19,8
K	0,89
Aq (d)	9,01

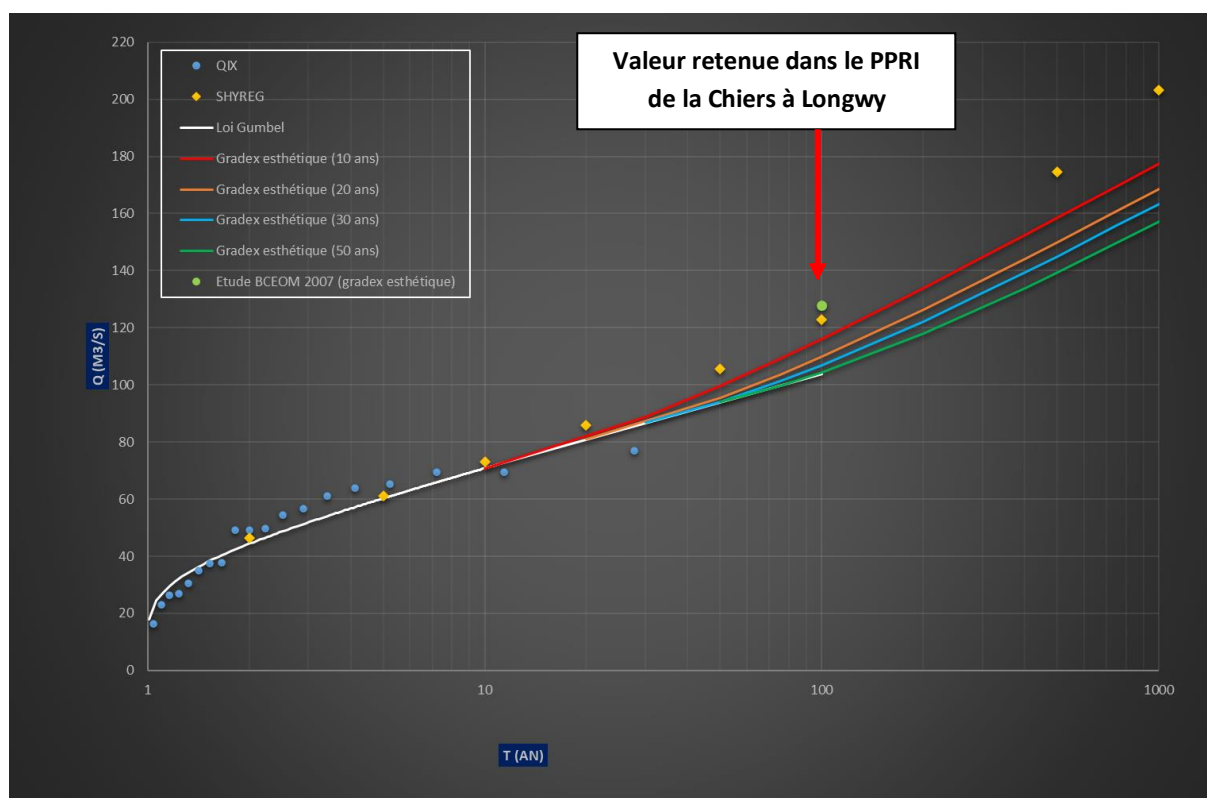


Figure 39 : la Chiers à Longwy / Extrapolation de type Gradex esthétique pour 4 périodes de saturation (10, 20, 30 et 50 ans)

La Chiers à Montigny-sur-Chiers

Date	Q pointe (m ³ /s)	T expérimentale (ans)	Pluie brut (mm)	Coefficient d'écoulement
02/01/2003	102	67,7	37,1 / 71,4	0,57 / 0,50
21/12/1993	87,2	17,6	39,1 / 59,3	0,43 / 0,70
23/01/1995	86,7	12,8	46,6 / 65,8	0,50 / 0,57
12/01/1993	81,1	10,1	38,2 / 61,3	0,59 / 0,59

Tableau 40 : Coefficients d'écoulement pour la durée d =1, 2 jours – la Chiers à Montigny-sur-Chiers

- Hypothèses retenues pour l'extrapolation du débit avec le gradex esthétique :

d (j)	1
Tg (ans)	20
R moyen	1,19
Ap (d)	25,5
K	0,88
Aq (d)	16,07

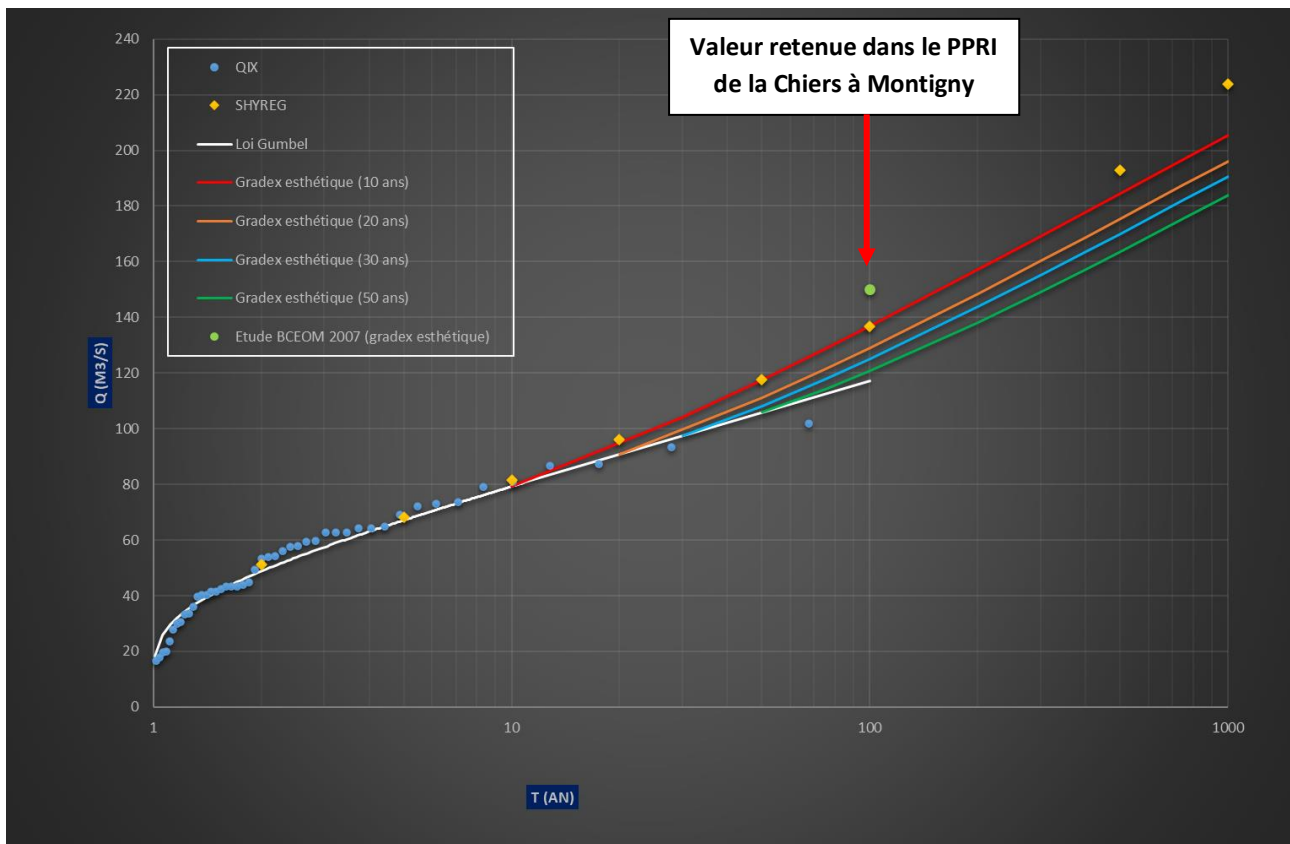


Figure 41 : la Chiers à Montigny-sur-Chiers / Extrapolation de type Gradex esthétique pour 4 périodes de saturation (10, 20, 30 et 50 ans)

La Chiers à Chauvency-le-Château

Date	Q pointe (m ³ /s)	T expérimentale (ans)	Pluie brut (mm)	Coefficient d'écoulement
24/12/1995	342	60,6	46,6/65,8/69,4	0,27/0,38/0,40
21/12/1993	338	24,9	39,1/59,3/70,0	0,36/0,46/0,53
07/01/2011	255	15,7	38.9/39.0/45.5	0.50/0.54/0.62
23/03/2001	251	11,5	22.8/33.2/41.8	0.49/0.56/0.60

Tableau 42 : Coefficients d'écoulement pour la durée d =1, 2,3 jours – la Chiers à Chauvency-le-Château

- Hypothèses retenues pour l'extrapolation du débit avec le gradex esthétique :**

d (j)	3
Tg (ans)	30
R moyen	1,41
Ap (d)	62,5
K	0,81
Aq (d)	33,95

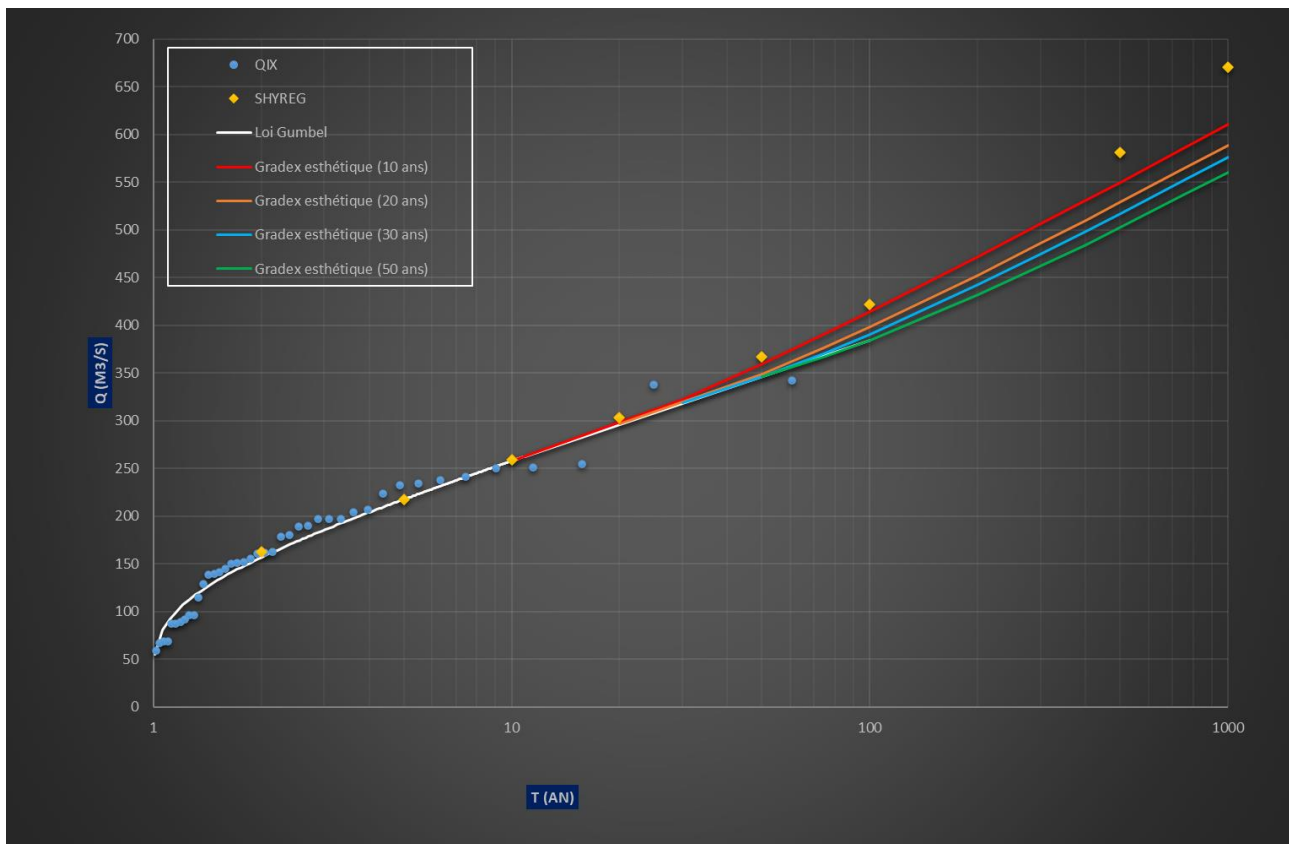


Figure 43 : la Chiers à Chauvency-le-Château / Extrapolation de type Gradex esthétique pour 4 périodes de saturation (10, 20, 30 et 50 ans)

Un paramètre essentiel est le point d'inflexion Tg de la courbe d'ajustement. Au-delà ce seuil Tg, on considère que tout nouvel accroissement de précipitation induit un accroissement équivalent en termes de lame d'eau écoulée.

- La valeur admise par défaut usuellement est de 10 ans. C'est cette valeur qui a été retenue dans le cadre des évaluations de l'étude BCEOM de 2007. On constate en effet que l'extrapolation réalisée avec des données actualisées pour le gradex esthétique pour une période de saturation de 10 ans est proche du débit centennal du PPRI (128 m³/s dans le PPRI contre 116.2 m³/s dans cette étude).

Nota : pour les stations de Longlaville et de Longwy, il serait préférable de travailler à la vue de la durée caractéristique des crues avec des pluies inférieures au pas de temps journalier pour disposer d'une évaluation plus précise avec la méthode du gradex esthétique.

- Pour éclairer le choix de la période de saturation, une comparaison des pluies maximales sur une durée d au débit maximal moyen sur la même durée a été réalisée au droit des différentes stations hydrométriques.
 - Cette évaluation conduit à des coefficients d'écoulement entre 40 à 60% pour les 4 crues analysées à la station de Chauvency, concluant que l'on semble loin de la saturation du bassin pour les stations de Montigny et Chauvency.
 - Pour la suite de l'étude, on retiendra une extrapolation de type gradex esthétique avec un seuil de saturation établi à :
 - 20 ans pour la station de Montigny,
 - 30 ans pour la station de Chauvency.

T saturation : Tg (ans)	QIX (Tg)	QIX 100 ans	QIX 1000 ans
10	79,3	136,9	205,3
20	90,9	129,1	196,1
30	97,6	125,0	190,6
50	105,9	120,8	183,8

Tableau 44 : la Chiers à Montigny-sur-Chiers / valeurs retenues pour l'extrapolation de type Gradex esthétique

T saturation : Tg (ans)	QIX (Tg)	QIX 100 ans	QIX 1000 ans
10	257,9	414,1	610,4
20	296,5	398,2	588,8
30	318,7	390,8	576,0
50	346,5	384,7	560,2

Tableau 45 : la Chiers à Chauvency-le-Château / valeurs retenues pour l'extrapolation de type Gradex esthétique

4.2.3 AFFLUENTS DE LA CHIERS

La Crusnes à Pierrepont

Date	Q pointe (m³/s)	T expérimentale (ans)	Pluie brut (mm)	Coefficient d'écoulement
21/12/1993	37,9	52,0	39.1/59.3/63.5	0.31/0.38/0.48
26/01/1995	35	21,4	46,6/65,8/69,4	0.20/0.34/0.32
04/06/2016	31,8	13,5	39.3/40.3/72.4	0.20/0.27/0.22

Tableau 46 : Coefficients d'écoulement pour la durée d =1, 2,3 jours – la Crusnes à Pierrepont

- Hypothèses retenues pour l'extrapolation du débit avec le gradex esthétique :**

d (j)	2
Tg (ans)	30
R moyen	1,53
Ap (d)	11,8
K	0,92
Aq (d)	3,45

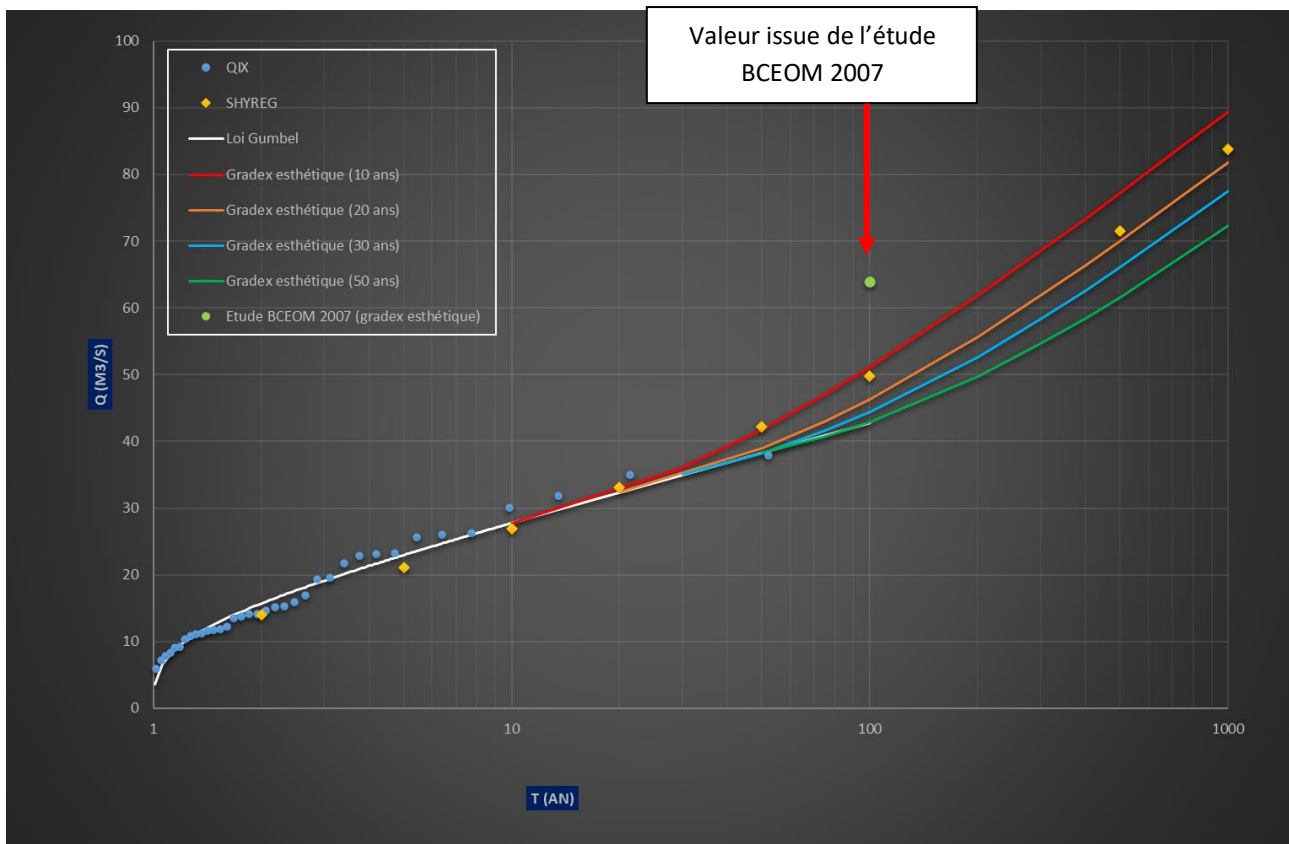


Figure 47 : la Crusnes à Pierrepont / Extrapolation de type Gradex esthétique pour 4 périodes de saturation (10, 20, 30 et 50 ans)

On obtient de faibles valeurs pour les coefficients d'écoulement pour les 3 crues analysées à la station de Pierrepont, concluant que l'on semble loin de la saturation du bassin.

- On retiendra une extrapolation de type gradex esthétique avec un seuil de saturation établi à 30 ans pour la station de Pierrepont.

T saturation (ans)	QIX	QIX 100 ans	QIX 1000 ans
10	27,8	51,1	89,4
20	32,4	46,4	81,8
30	35,0	44,4	77,5
50	38,3	42,9	72,4

Tableau 48 : la Crusnes à Pierrepont / valeurs retenues pour l'extrapolation de type Gradex esthétique

L'Othain à Othe

Date	Q pointe (m ³ /s)	T expérimentale (ans)	Pluie brut (mm)	Coefficient d'écoulement
22 mar. 2002	68,1	63,43	25.6/43.7/61.6	0.77/0.87/0.70
21 déc. 1993	47,2	16,44	39.1/59.3/79.6	0.36/0.36/0.51
04/06/2016	41	9,45	11.5/27.7/39.9	0.52/0.51/0.65

Tableau 49 : Coefficients d'écoulement pour la durée d =1, 2,3 jours – l'Othain à Othe

- Hypothèses retenues pour l'extrapolation du débit avec le gradex esthétique :**

d (j)	2
Tg (ans)	10
R moyen	1,29
Ap (d)	14,1
K	0,91
Aq (d)	6,84

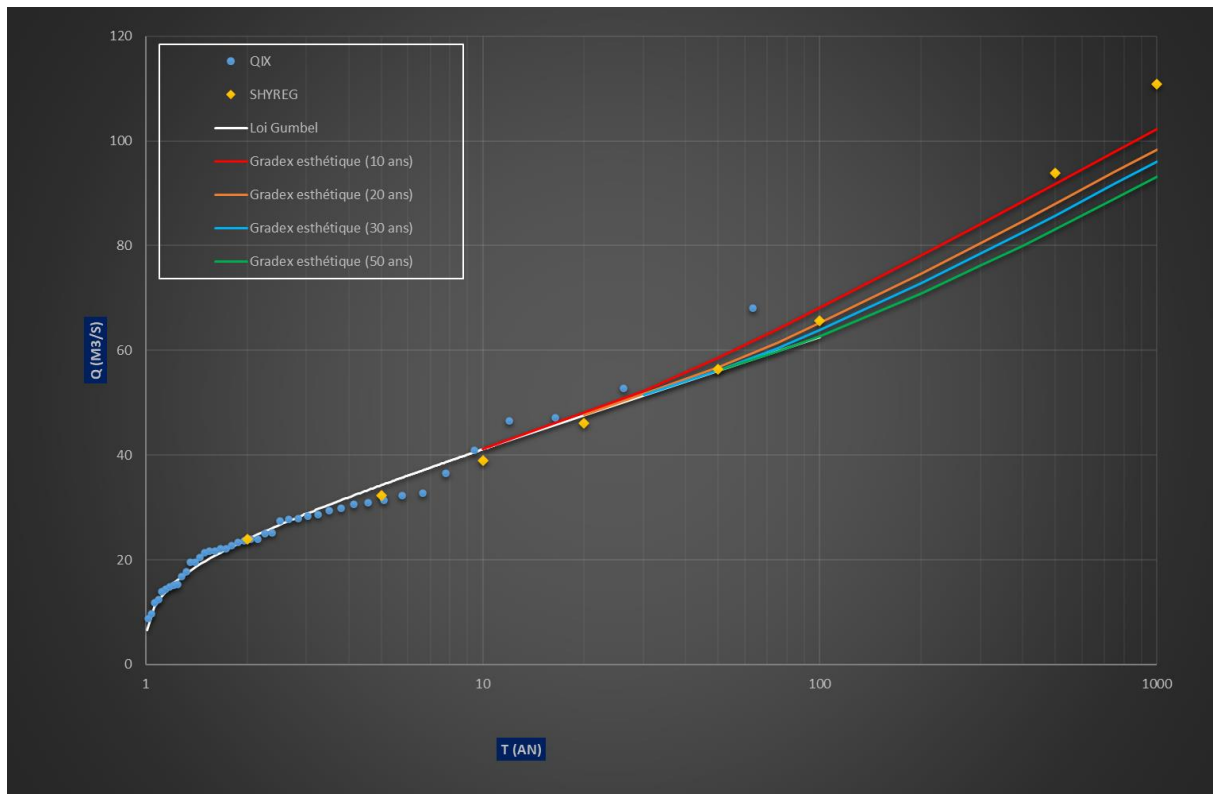


Figure 50 : l'Othain à Othe / Extrapolation de type Gradex esthétique pour 4 périodes de saturation (10, 20, 30 et 50 ans) et D=3 jours

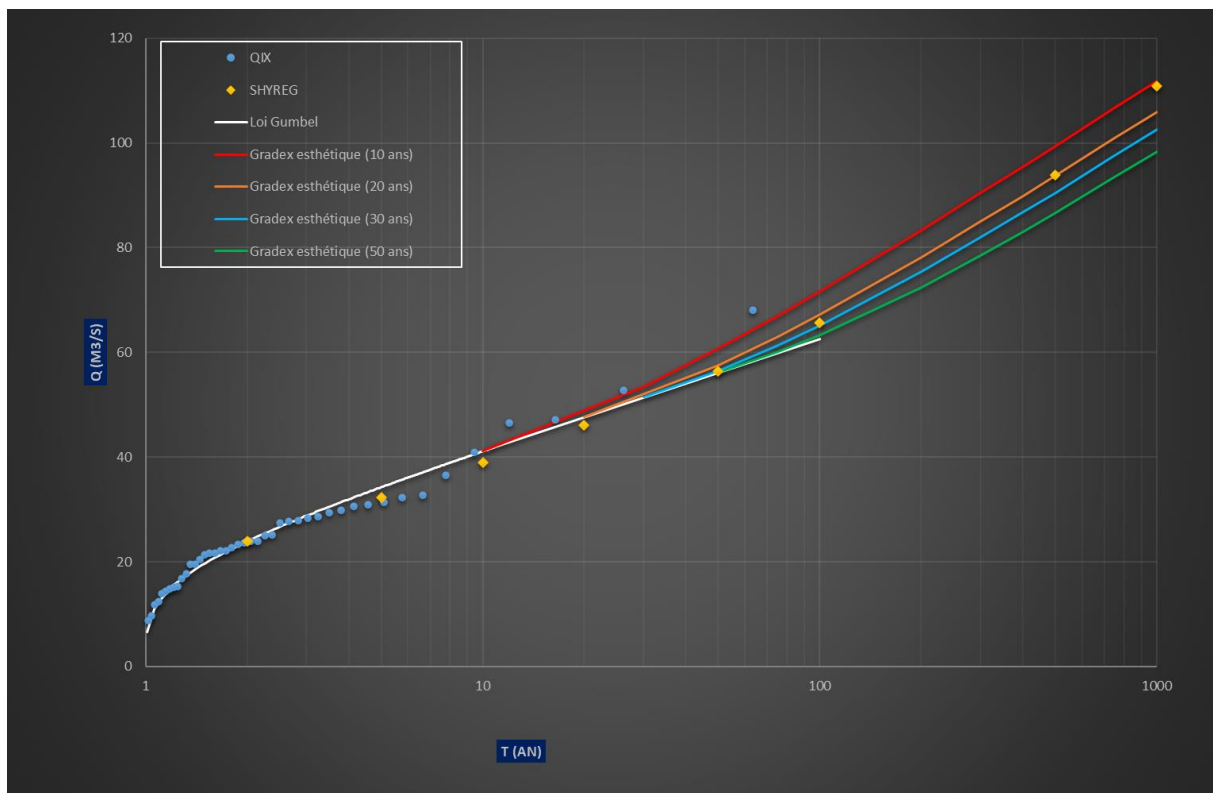


Figure 51 : l'Othain à Othe / Extrapolation de type Gradex esthétique pour 4 périodes de saturation (10, 20, 30 et 50 ans) et D=2 jours

L'analyse de la crue de 2002 conduit à un coefficient d'écoulement de l'ordre de 87% sur 2 jours. On semble donc proche du point de saturation du bassin pour un évènement auquel on attribue une fréquence empirique de 63 ans. Pour les 2 autres crues analysées, les valeurs pour les coefficients d'écoulement sont plus faibles. Elles présentent toutefois des valeurs supérieures à celles calculées au niveau de la station de Chauvency.

- On retiendra une extrapolation de type gradex esthétique avec un seuil de saturation établi à 10 ans pour la station de Othe. Cette valeur est par ailleurs cohérente avec le décrochement constaté entre T=10 et 20 ans dans l'ajustement de Gumbel.
- Le choix de la durée caractéristique de crue a naturellement une incidence. On constate ainsi que pour une durée caractéristique de 2 jours, le débit centennal (100 ans) est supérieur de +2.1 m³/s pour la même période de retour de saturation. La crue de mars 2002 qui semble constituée la référence sur ce bassin a une durée de l'ordre de 48h, on conservera pour la suite la durée de crue de 2 jours. La crue de mars 2002 (Q pointe = 68.1 m³/s) avec le choix de cet ajustement aurait une période de retour de l'ordre de 80 ans.

T saturation (ans)	QIX	D=3jours		D=2jours		Ecart en m ³ /s	
		QIX 100 ans	QIX 1000 ans	QIX 100 ans	QIX 1000 ans	QIX 100 ans	QIX 1000 ans
10	41,1	68,1	102,3	71,9	112,6	+3,7	+10,3
20	47,6	65,2	98,3	67,4	106,6	+2,1	+8,2
30	51,4	63,9	96,0	65,2	103,1	+1,4	+7,0
50	56,1	62,7	93,2	63,3	98,8	+0,6	+5,6

Tableau 52 : l'Othain à Othe / valeurs retenues pour l'extrapolation de type Gradex esthétique

Le Loison à Han-lès-Juvigny

Date	Q pointe (m ³ /s)	T expérimentale (ans)	Pluie brut (mm)	Coefficient d'écoulement
23 janv. 1995	112	70,6	56.6/65.8/69.4	0.50/0.77/0.69
21 déc. 1993	94,6	13,35	39.1/59.3/63.5	0.54/0.58/0.77
05/06/2016	80,7	6,42	36.3/45.2/45.4	0.41/0.62/0.79

Tableau 53 : Coefficients d'écoulement pour la durée d =1, 2,3 jours – le Loison à Han-lès-Juvigny

- **Hypothèses retenues pour l'extrapolation du débit avec le gradex esthétique :**

d (j)	2
Tg (ans)	20
R moyen	1,37
Ap (d)	19,5
K	0,90
Aq (d)	12,05

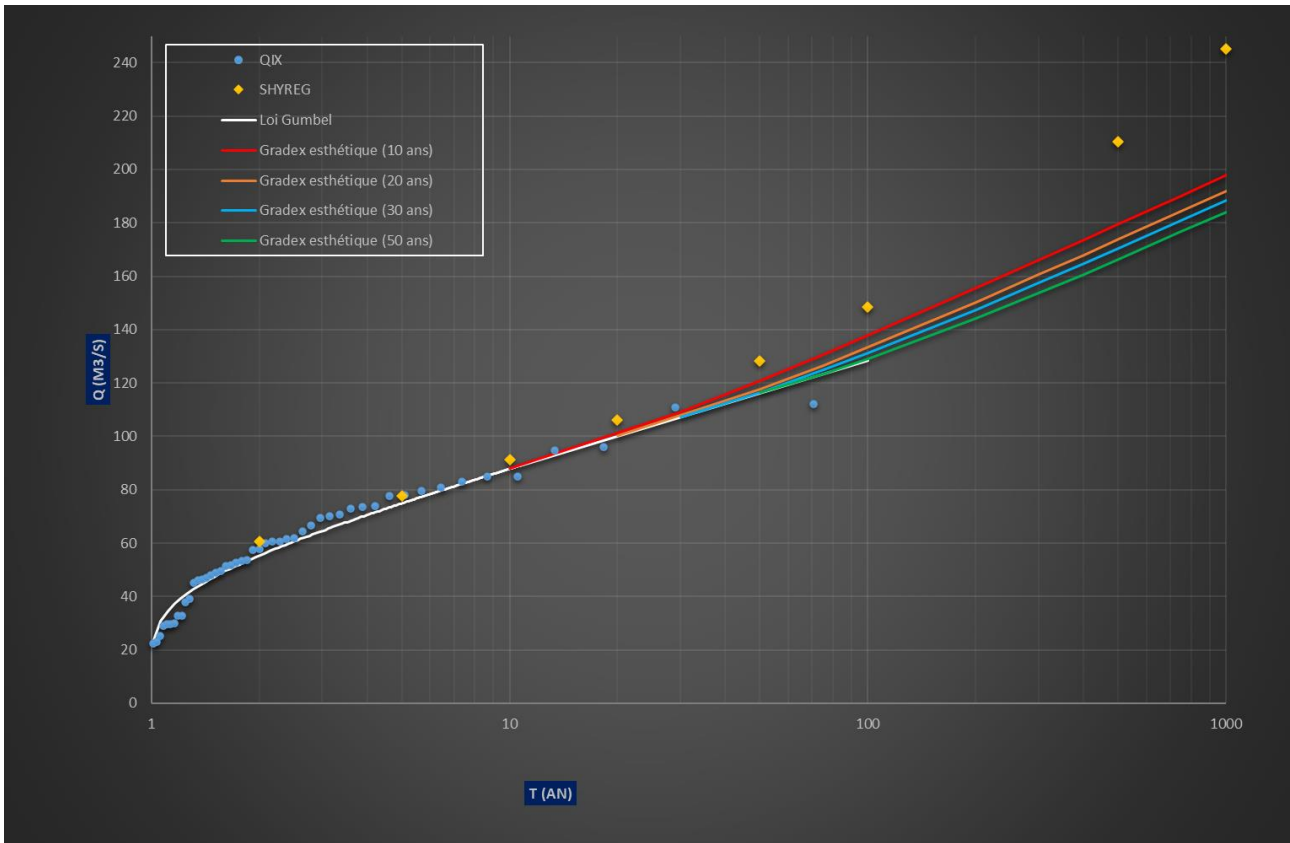


Figure 54 : Le Loison à Han-lès-Juvigny / Extrapolation de type Gradex esthétique pour 4 périodes de saturation (10, 20, 30 et 50 ans) et D=2 jours

L'analyse de la crue de 1995 conduit à un coefficient d'écoulement de l'ordre de 77% sur 2 jours. On semble donc se rapprocher du point de saturation du bassin pour un événement auquel on attribue une fréquence empirique de 70 ans. Pour les 2 autres crues analysées, les valeurs pour les coefficients d'écoulement sont plus faibles. Elles présentent toutefois des valeurs supérieures à ce qui a pu être calculées sur la station de Chauvency.

- On retiendra une extrapolation de type gradex esthétique avec un seuil de saturation établi à 20 ans pour la station de Han-lès-Juvigny.

T saturation : Tg (ans)	QIX	QIX 100 ans	QIX 1000 ans
10	87,8	137,9	197,8
20	100,2	133,4	191,9
30	107,3	131,1	188,4
50	116,3	129,1	184,0

Tableau 55 : Le Loison à Han-lès-Juvigny / valeurs retenues pour l'extrapolation de type Gradex esthétique

Le Ton à Ecoviez

La précision des chroniques de débit, notamment pour les évènements les plus importantes rend difficile les évaluations pour cette station. Il faudrait étudier la possibilité de produire une courbe de tarage en crue représentative des écoulements dans le lit majeur pour disposer d'une chronique de débits plus fiable.

En l'état, une évaluation est proposée avec une incertitude qu'il conviendra de rappeler. Considérant que les plus débits les plus importants étaient probablement sous-estimés, une droite de Gumbel (en vert) a été ajustée visuellement avec une pente supérieure à celle obtenue avec les moments pondérés.

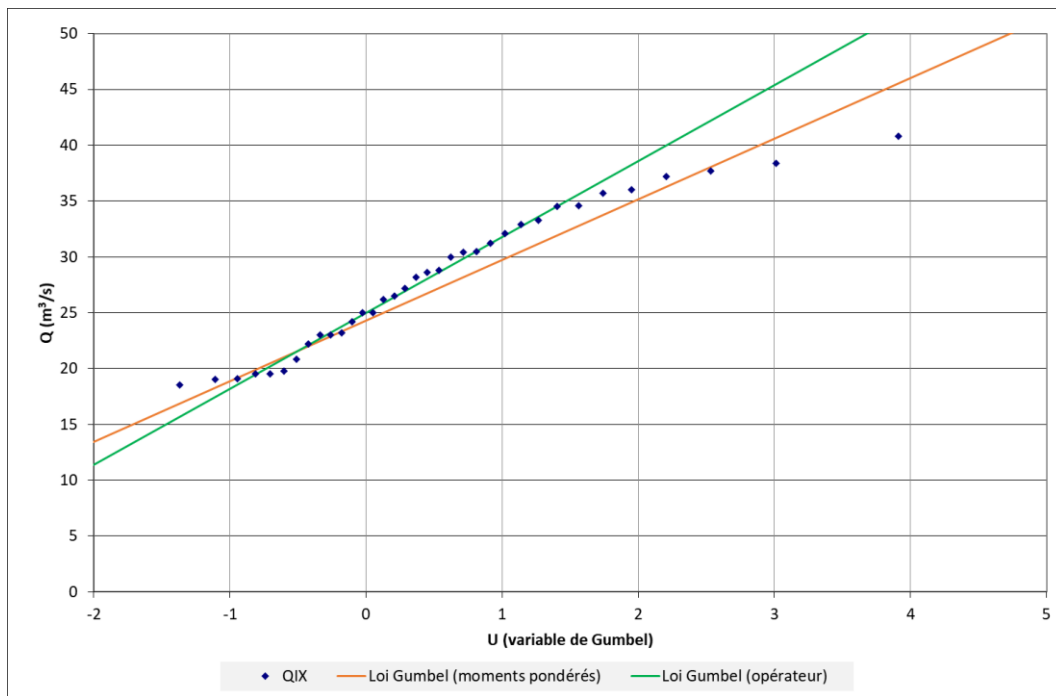


Figure 56 : ajustement visuel d'une loi de Gumbel sur le Ton à Ecoviez

T (ans)	2	5	10	20	30	50	100
U (variable de Gumbel)	0,37	1,50	2,25	2,97	3,38	3,90	4,60
QIX (loi des moments pondérés) en m³/s	26	32	37	40	43	45	49
QIX (loi opérateur) en m³/s	27	35	40	45	48	52	57
Ecart (m³/s)	+1	+3	+4	+5	+6	+6	+8

Tableau 57 : Comparaison des résultats pour les 2 droites d'ajustements

La durée caractéristique de crue a été évaluée à 3.3 jours. Il est possible que cette valeur soit surestimée du fait que les débits plafonnent. De fait, nous avons retenu une durée plus sécuritaire de 2 jours pour réaliser l'extrapolation des débits. L'impact de ce choix produit une augmentation pour Q 100 ans et Q 1000 ans respectivement de +1.7 et + 14.1 m³/s.

- **Hypothèses retenues pour l'extrapolation du débit avec le gradex esthétique :**

d (j)	2
Tg (ans)	30
R moyen	1,25
Ap (d)	17,6
K	0,90
Aq (d)	5,90

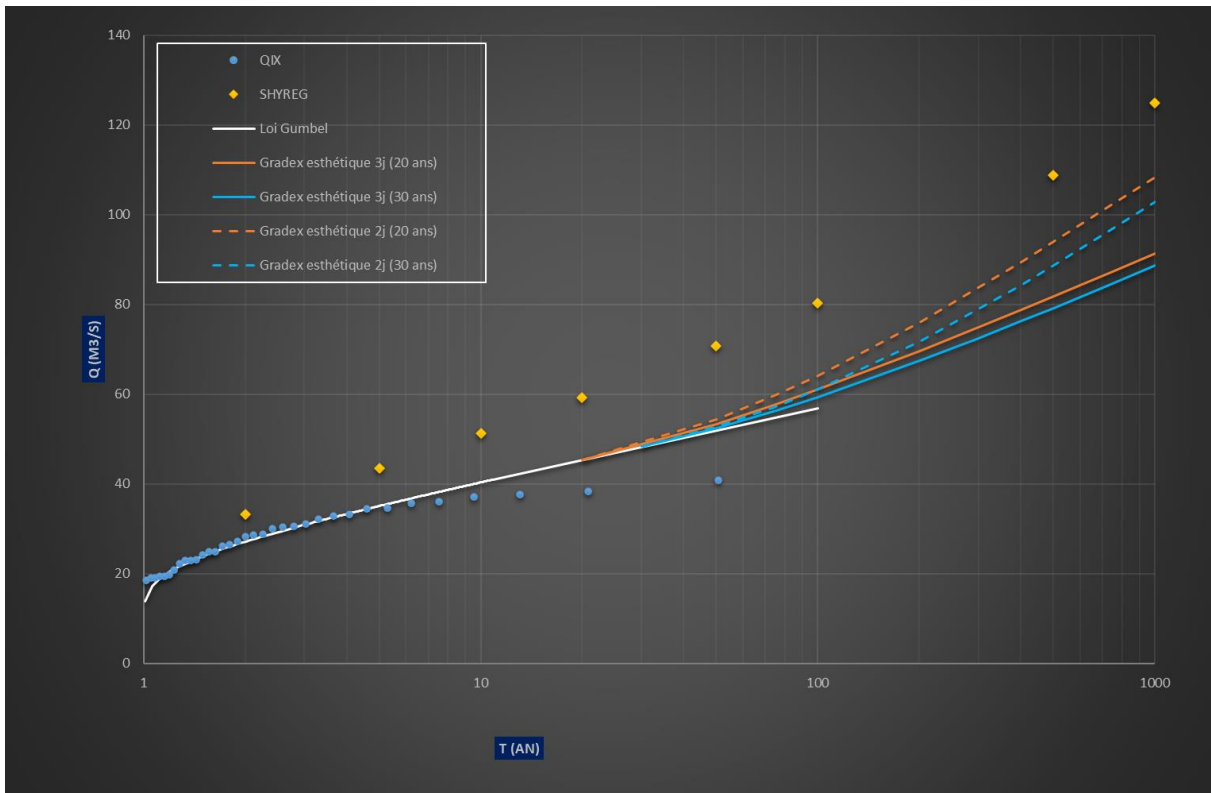


Figure 58 : le Ton à Ecoviez / Extrapolation de type Gradex esthétique pour 2 périodes de saturation (20 et 30 ans) et 2 durées D=2 et 3 jours

- On retiendra une extrapolation de type gradex esthétique avec un seuil de saturation établi à 30 ans pour la station d'Ecoviez.

T saturation : Tg (ans)	QIX	QIX 100 ans	QIX 1000 ans
10	40,4	71,0	118,2
20	45,4	64,2	108,4
30	48,3	61,0	102,8
50	51,9	58,3	96,0

Tableau 59 : le Loison à Han-lès-Juvigny / valeurs retenues pour l'extrapolation de type Gradex esthétique

La Thonne à Thonne-les-Près

Cette station a été abandonnée en 1991 et dispose de très peu de données de débit. Un ajustement sur les chroniques existantes est toutefois proposé faute de disposer d'alternative satisfaisante pour réaliser le calcul des débits.

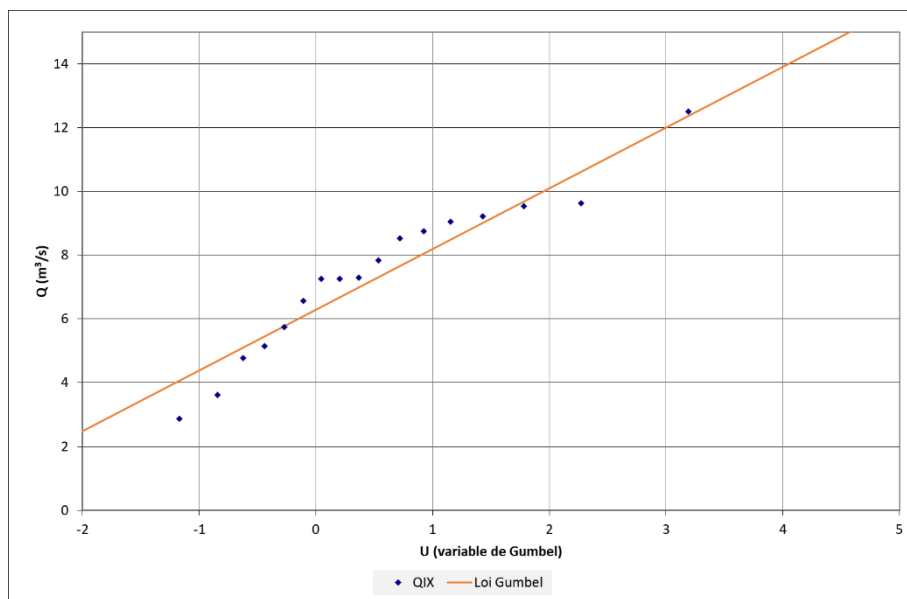


Figure 60 : ajustement d'une loi de Gumbel sur la Thonne à Thonne-les-Près

La durée caractéristique de crue a été fixée à 1 jour, du fait de la faible superficie de bassin versant. Une évaluation sur les 5 plus fortes crues conduit à une durée caractéristique à partir des chroniques de débit comprise entre 14 et 22h. Le coefficient de forme moyen a été évaluée à partir de la formule de Fuller à 1.40.

- Hypothèses retenues pour l'extrapolation du débit avec le gradex esthétique :**

d (j)	1
Tg (ans)	20
R moyen	1,40
Ap (d)	5,3
K	0.95
Aq (d)	1,03

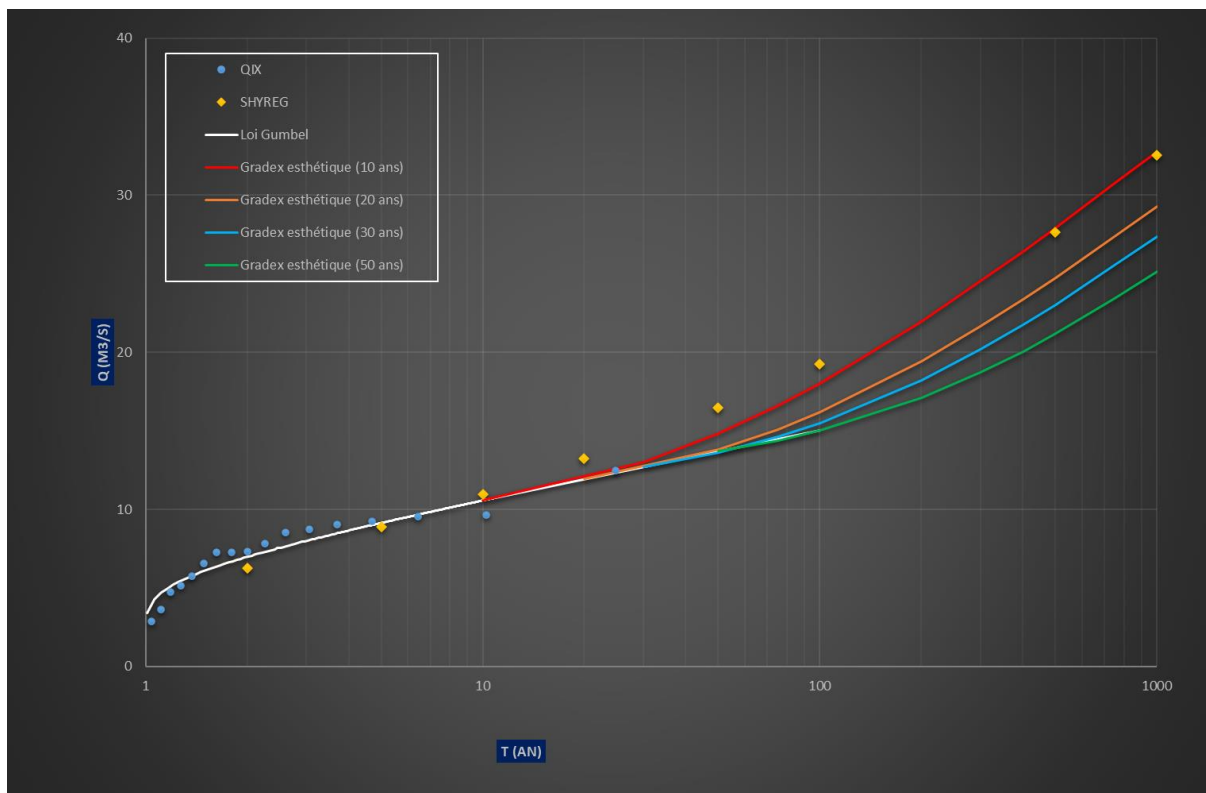


Figure 61 : la Thonne à Thonne-les-Près / Extrapolation de type Gradex esthétique pour 4 périodes de saturation (10, 20, 30 et 50 ans)

- On retiendra une extrapolation de type gradex esthétique avec un seuil de saturation établi à 20 ans pour la station Thonne-les-Près. Une période de saturation (Tg) de 10 ans nous semble trop sécuritaire à la vue du contexte pédologique et d’occupation des sols. Une valeur Tg=20 ans est donc retenue, comme pour les stations amont de la Chiers de Longlaville et Longwy.

T saturation : Tg (ans)	QIX	QIX 100 ans	QIX 1000 ans
10	10,6	18,0	32,8
20	11,9	16,2	29,3
30	12,7	15,5	27,4
50	13,7	15,0	25,1

Tableau 62 : la Thonne à Thonne-les-Près / valeurs retenues pour l’extrapolation de type Gradex esthétique

4.3 COMPARAISON AVEC LES DONNEES SHYREG

Une comparaison entre les débits calculés et issus des différents ajustements statistiques est proposée ci-après, en s'appuyant sur le ratio Q calculé / Q SHYREG pour chaque période de retour. On constate dans l'ensemble une assez bonne concordance pour les occurrences inférieures à 50-100 ans, mise à part pour la station d'Ecouviez sur le Ton. Les plus forts écarts concernent les stations de Montigny-sur-Chiers, Han-lès-Juvigny et Ecouviez pour les occurrences les plus rares.

	Période de retour T (ans)							
	2	5	10	20	50	100	500	1000
La Chiers à Longlaville	1,00	1,06	1,05	1,03	1,00	0,98	0,91	0,87
La Chiers à Longwy	0,96	0,99	0,97	0,94	0,90	0,89	0,86	0,83
La Chiers à Montigny-sur-Chiers	0,95	0,98	0,97	0,95	0,92	0,91	0,88	0,85
La Chiers à Chauvency-le-Château	0,96	1,00	0,99	0,98	0,95	0,94	0,91	0,88
La Crusnes à Pierrepont	1,12	1,09	1,03	0,98	0,91	0,89	0,92	0,93
L'Othain à Othe	1,00	1,06	1,05	1,03	1,08	1,09	1,06	1,01
Le Loison à Han-lès-Juvigny	0,92	0,97	0,96	0,95	0,92	0,90	0,83	0,78
La Thonne à Thonne-les-Près	1,12	1,03	0,96	0,90	0,84	0,84	0,90	0,90
Le Ton à Ecouviez	0,82	0,81	0,79	0,77	0,75	0,76	0,82	0,82

Tableau 63 : ratio $Q(T)$ / Débit SHYREG

- Ces corrections sont appliquées par la suite sur le jeu de données SHYREG débit avec une adaptation sur le cours de la Chiers. Les corrections calculées au droit des stations hydrométriques sont ainsi sélectionnées par bassin versant et appliquées pour les points de calcul localisés à proximité.
- Sur la Chiers, pour les points localisés en amont de la station de Chauvency, une loi $Q = a \times S^b$ construite pour chaque période de retour sur les ajustements présentés précédemment a été utilisée.

5 RESULTATS SUR L'ENSEMBLE DE LA ZONE D'ETUDE

5.1 DEBIT DE POINTE POUR LES OCCURRENCES SUIVANTES : 2, 5, 10, 20, 30, 50, 100, 200, 500 ET 1000 ANS

On trouvera ci-dessous les résultats sur l'ensemble des points de calculs retenus en phase 1. Un débit de pointe a été évalué pour les occurrences suivantes : 2, 5, 10, 20, 30, 50, 100, 200, 500 et 1000 ans.

Point	Description	Superficie (km ²)	D (h)	R (médiane 10 crues)	R	Période de retour T (ans)									
						2	5	10	20	30	50	100	200	500	1000
1	Thinte (Damvillers)	25,3	19,4		1,63	6,9	9,6	11,5	13,3	15,3	16,1	18,6	21,8	25,3	28,3
2	Thinte (Peuvillers)	68,3	26,7		1,51	16,1	21,8	25,7	29,6	33,4	35,1	40,2	46,6	53,5	59,4
301	Loison	16,7	17,0		1,69	3,6	5,1	6,3	7,5	8,0	9,4	11,2	13,0	16,2	18,6
302	Loison	84,4	28,6		1,49	16,5	23,0	27,4	31,9	36,6	38,4	44,4	52,1	60,2	67,5
303	Loison	142,9	33,8		1,44	25,6	35,2	41,8	48,2	54,6	57,5	65,9	76,6	88,1	98,1
3	Loison (confluence du Loison et de la Thinte)	262,1	41,1		1,39	44,7	60,6	71,2	81,3	90,7	95,8	108,8	124,8	142,3	157,4
4	Loison (Juvigny sur Loison)	330,9	44,3		1,37	53,6	72,6	85,1	97,1	108,0	114,1	129,3	148,0	168,7	186,3
5	Le Loison à Han-lès-Juvigny / station hydrométrique	348,0	45,0	1,37	1,37	55,4	74,9	87,8	100,2	111,4	117,7	133,4	152,6	173,7	191,9
601	l'Othain	3,1	15,2		1,96	1,1	1,7	2,0	2,4	2,6	3,2	3,8	4,5	5,7	6,6
602	l'Othain	43,7	35,3		1,47	5,5	8,1	10,0	11,8	12,9	15,5	18,8	21,8	27,8	32,1
6	l'Othain (Houdelaucourt sur Othain)	96,4	45,5		1,38	10,6	15,6	19,0	22,3	24,1	28,9	34,5	39,5	49,4	56,3
7	l'Othain (Duzey)	121,0	48,9		1,36	12,8	18,7	22,7	26,6	28,7	34,3	40,9	46,7	58,1	66,1
8	l'Othain (Saint-Laurent sur Othain)	175,5	55,1		1,32	17,7	25,6	30,9	36,1	38,8	46,2	54,8	62,2	77,0	87,0
9	l'Othain (Marville)	212,9	58,6		1,31	21,0	30,1	36,2	42,1	45,3	53,8	63,6	72,0	88,7	100,0
10	L'Othain à Othe / station hydrométrique	247,0	61,5	1,29	1,29	23,9	34,2	41,1	47,6	51,2	60,7	71,6	80,9	99,4	111,8
11	entrée de la Chiers dans le département	643,4	52,4		1,49	87,0	120,1	142,0	163,2	175,8	192,9	220,3	251,1	294,9	329,3
12	Chiers (confluence de la Chiers et du Ton)	971,9	59,8		1,45	110,8	153,0	181,0	208,1	224,1	244,9	278,8	317,1	371,8	414,9
13	Chiers (confluence de la Chiers et de l'Othain)	1245,9	64,7		1,43	128,1	177,1	209,5	240,9	259,3	282,9	321,3	364,9	427,5	476,8
14	la Chiers (confluence de la Chiers et de la Thonne)	1331,4	66,1		1,43	133,1	184,1	217,9	250,5	269,6	294,0	333,7	378,8	443,7	494,8
15	la Chiers (confluence de la Chiers et du Loison)	1697,0	71,5		1,41	156,2	216,7	256,8	295,3	326,7	347,5	396,5	451,6	526,9	586,2
16	La Chiers à Chauvency-le-Château (1971-2019)	1700,0	71,5	1,4	1,41	156,9	217,7	257,9	296,5	328,1	346,0	390,8	453,5	517,1	576,0
17	la Chiers (Olizy sur Chiers)	1768,2	72,4		1,40	157,5	219,0	259,8	299,0	330,7	352,1	402,0	457,6	534,0	594,0
18	sortie de la Chiers du département	1774,1	72,5		1,40	157,8	219,4	260,3	299,6	331,4	352,8	402,8	458,5	535,0	595,2
19	Le Ton à Ecouvies / station hydrométrique	308,0	79,5	1,25	1,24	27,2	35,1	40,4	45,4	49,1	52,7	61,0	72,4	88,7	102,8
201	la Thonne (Thonnelle)	7,6			1,73	1,5	2,0	2,3	2,6	2,9	3,1	3,7	4,6	5,9	7,1
20	la Thonne (Thonnelle)	47,2			1,42	6,2	8,1	9,4	10,7	11,6	12,4	14,5	17,8	22,2	26,3

Tableau 64 : Synthèse des débits de pointe pour les périodes de retour 2, 5, 10, 20, 30, 50, 100, 200, 500 et 1000 ans.



POINTS DE CALCUL POUR L'ETUDE HYDROLOGIQUE



PRÉFET DE LA MEUSE

Légende

Points de calcul

- points CCTP
- points complémentaires
- Cours d'eau
- Departement_55

Principaux cours d'eau

- La Chiers
- La Meuse
- La Thinte
- Le Loison
- L'Othain
- Ruisseau la Thonne
- Le Thon
- La Crusnes
- Bassin versant de la Chiers
- Perimetre des communes du PPRI

Date : 18/08/2020
Source : DDT 55

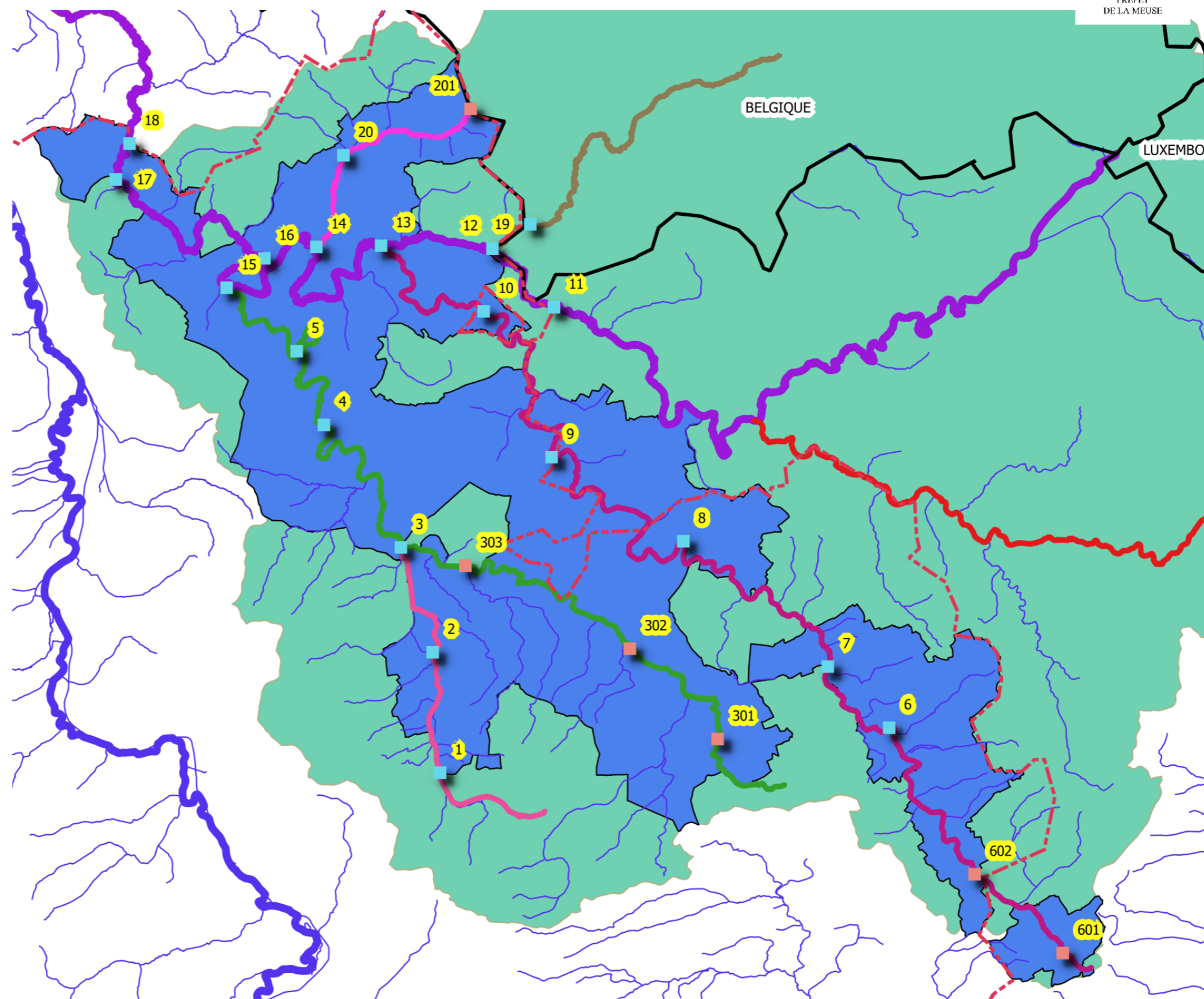
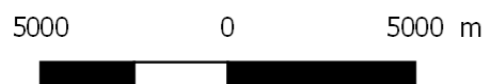


Figure 65 : Localisation des points de calcul pour lesquels un débit a été calculé

5.2 HYDROGRAMMES DE CRUE

Afin de pouvoir travailler avec un modèle hydraulique en régime transitoire, il est nécessaire de produire des hydrogrammes de crue (débit en fonction du temps).

Pour ce faire, cette construction s'est appuyée sur la **formulation SOCOSE** présentée ci-contre.

La formulation suivante est retenue :

$$q(t) = \frac{qp \cdot 2 \cdot (t/D)^\alpha}{1 + (t/D)^{2\alpha}}$$

où

qp : débit de pointe

q(t) : débit à l'instant t

D : temps caractéristique du bassin versant

L'objectif est notamment de calculer le **coefficient α** afin de retrouver le volume de crue sur la durée caractéristique **D** pour le point de calcul considéré. Ce calcul doit être réalisé pour chaque point et pour chaque occurrence de crue simulée.

Point	Description	D(h)	Coefficient de forme α
1	Thinte (Damvillers)	19.4	4.36
2	Thinte (Peuvilliers)	26.7	3.92
301	Loison	17.0	4.74
302	Loison	28.6	3.81
303	Loison	33.8	3.61
3	Loison (confluence du Loison et de la Thinte)	41.1	3.40
4	Loison (Juvigny sur Loison)	44.3	3.24
5	Le Loison à Han-lès-Juvigny	45.0	3.29
601	l'Othain	15.2	5.85
602	l'Othain	35.3	3.80
6	l'Othain (Houdelaucourt sur Othain)	45.5	3.30
7	l'Othain (Duzey)	48.9	3.24
8	l'Othain (Saint-Laurent sur Othain)	55.1	3.04
9	l'Othain (Marville)	58.6	2.96
10	L'Othain à Othe	61.5	2.85
11	entrée de la Chiers dans le département	52.4	3.82
12	Chiers (confluence de la Chiers et du Ton)	59.8	3.67
13	Chiers (confluence de la Chiers et de l'Othain)	64.7	3.57
14	la Chiers (confluence de la Chiers et de la Thonne)	66.1	3.59
15	la Chiers (confluence de la Chiers et du Loison)	71.5	3.46
16	La Chiers à Chauvency-le-Château	71.5	3.45
17	la Chiers (Olizy sur Chiers)	72.4	3.45
18	sortie de la Chiers du département	72.5	3.42
19	Le Ton à Ecouviez	79.5	2.57
201	la Thonne (Thonnelle)	20.2	4.94
20	la Thonne (Thonnelle)	36.2	3.56

Figure 66 : Coefficient α de la formulation Socose pour chaque point de calcul

Une illustration des hydrogrammes de crue d'occurrence 100 ans sur le cours de la Chiers est présentée ci-dessous. On constate que les crues du 24 janvier 1995 et du 21 décembre 1993 sont bien encadrées par l'hydrogramme d'occurrence 100 ans au niveau de la station hydrométrique de Chauvency.

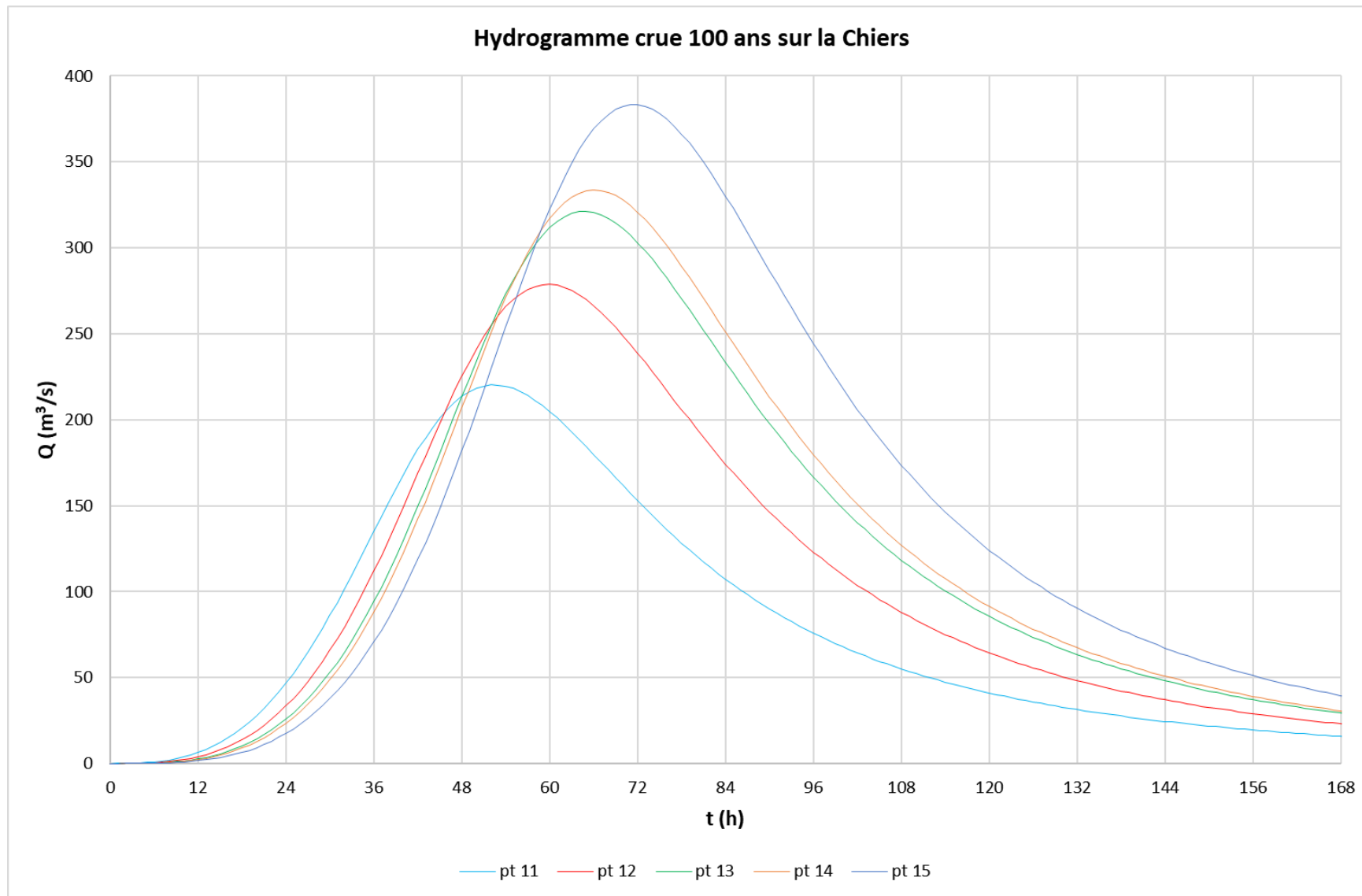


Figure 67 : Hydrogrammes de crue 100 ans sur la Chiers pour les points 11, 12, 13, 14 et 15

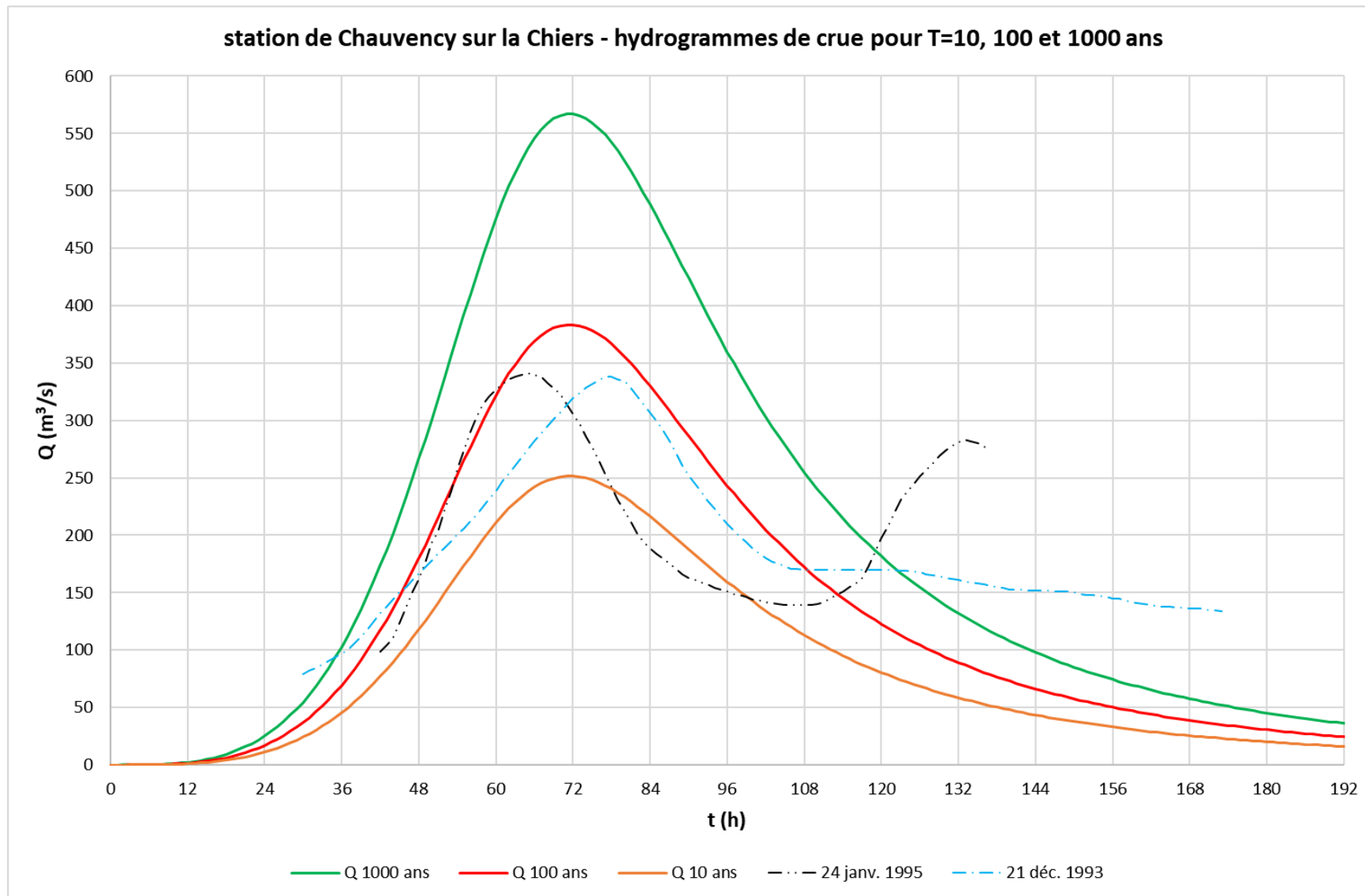


Figure 68 : Hydrogrammes de crue 10, 100 et 1000 ans vs crues du 24 janvier 1995 et du 21 décembre 1993

6 RESUME NON TECHNIQUE

Une approche s'appuyant sur l'exploitation des données de débit et de pluie mesurées sur le bassin versant de la Chiers a été mise en œuvre pour définir les débits de référence. Une évaluation des débits au droit de chaque station hydrométrique (station permettant de préciser le débit en crue notamment) a été réalisée selon les principes suivants :

- Pour les périodes de retour $\leq T_g$ (période de saturation du bassin versant de 10 à 30 ans selon les points de calcul) : ajustement d'une loi statistique pour calculer les débits (dans la pratique, on isole les plus forts débits de chaque année hydrologique pour constituer un échantillon pour lequel, une loi passant au plus proche de ces points est précisée. Cette loi est également appelée ajustement et permet de produire un débit pour chaque fréquence).
- Pour les périodes de retour $\geq T_g$ (période de saturation de 10 à 30 ans selon les points de calcul) : extrapolation à partir de la loi du gradex esthétique pour calculer notamment les débits pour la crue centennale ou millénale (cette méthode utilise l'information pluviométrique pour extrapoler la distribution de fréquence des débits).

On retiendra à l'échelle du bassin de la Chiers que la pluie journalière :

- pour $T=10$ ans (ou d'occurrence décennale), est de l'ordre de 50mm,
- Pour $T=100$ ans (ou d'occurrence centennale), est de l'ordre de 70mm.

L'une des principales incertitudes repose sur la représentativité des courbes de tarage pour les crues aux stations hydrométriques exploitées (la courbe de tarage est utilisée pour la conversion des hauteurs d'eau mesurées sur le cours d'eau en débits). Peu de jaugeage en hautes eaux sont en effet présents généralement dans les valeurs mesurées :

- la plus forte crue jaugée est tout au plus d'occurrence 10 ans et seulement sur la Chiers pour les stations de Longlaville, Montigny et Chauvency).
- plusieurs stations semblent nécessiter une mise à jour des courbes de tarage en moyennes et hautes eaux (Othain à Othe, Ton à Ecouvies, Loison à Han-lès-Juvigny, Chiers à Chauvency).
- Le site d'Ecouvies ne mesure pas l'intégralité du débit en crue.

La majorité des crues se produisent sur la période Automne-Hiver (mois d'Octobre-Novembre-Décembre-Janvier-Février-Mars) sur le bassin versant de la Chiers. On notera toutefois la particularité du bassin de l'Othain à Othe, pour lequel les deux plus fortes crues enregistrées se sont produites au printemps (22/03/2002 et 27/05/1983).

Pour la Chiers, les crues ont une durée moyenne allant de 0.6 jour (au niveau de la station hydrométrique de Longlaville) à 3 jours (au niveau de la station hydrométrique de Chauvency quasiment à l'exutoire de la zone étudiée dans le cadre de cette étude).

L'hypothèse de saturation du bassin versant dans la méthode du gradex esthétique reste incertaine, du fait que peu d'éléments sont apparents pour les définir sur l'échantillon des maxima annuels aux stations de mesure. L'arbitrage dans le choix de ce paramètre s'est donc appuyé sur le coefficient d'écoulement des principales crues et le décrochage visible dans les ajustements de Gumbel (seulement apparent pour le bassin versant de l'Othain).

	Choix de la période de saturation du bassin versant (Tg)
La Chiers à Longlaville	20 ans
La Chiers à Longwy	20 ans
La Chiers à Montigny-sur-Chiers	20 ans
La Chiers à Chauvency-le-Château	30 ans
La Crusnes à Pierrepont	30 ans
L'Othain à Othe	10 ans
Le Loison à Han-lès-Juvigny	20 ans
La Thonne à Thonne-les-Près	20 ans
Le Ton à Ecouvies	30 ans

Tableau 69 : Rappel sur le choix de la période de saturation du bassin versant pour chaque station hydrométrique exploitée

Dans le cadre des études préalables au PPRI de Longwy, une période de saturation de 10 ans avait été retenue. Selon les éléments à notre disposition (notamment les coefficients d'écoulement sur les principales crues), cette hypothèse apparaît sécuritaire. Une période de retour de 20 ans a été retenue dans le cadre de cette étude pour ces 2 stations (Longwy et Longlaville).

Nota : Comme évoqué, il serait toutefois souhaitable de réaliser les calculs pour ces 2 stations (Longwy et Longlaville) avec des données de pluie ayant un pas de temps inférieur à la journée (adaptée à la durée de crue inférieure à la journée à Longlaville et à Longwy). Notre hypothèse de travail ne remet donc pas en cause les calculs du PPRI de Longwy. Dans les faits, seule la station de Montigny-sur-Chiers est exploitée par la suite dans les calculs des débits proposés.

Au final, les débits ont été définis au niveau de 26 points de calcul (cf. tableau 64), selon le process suivant :

- Sur la Chiers, une loi de débit en fonction de la surface (du type $Q = a \times S^b$) construite pour chaque période de retour à partir des résultats au droit des stations hydrométriques de Montigny-sur-Chiers et Chauvency-le-Château.
- Pour l'Othain, le Loison, la Thinte, la Thonne, le Ton, une comparaison au droit des stations hydrométriques avec les données SHYREG a été réalisée pour déterminer des coefficients correctifs pour chaque période de retour. Les corrections calculées au droit des stations hydrométriques sont ainsi sélectionnées par bassin versant et appliquées aux valeurs SHYREG de chaque point de calcul.

7 ANNEXE N°1 : COURBES DE TARAGE EXTRAITES DE BAREME

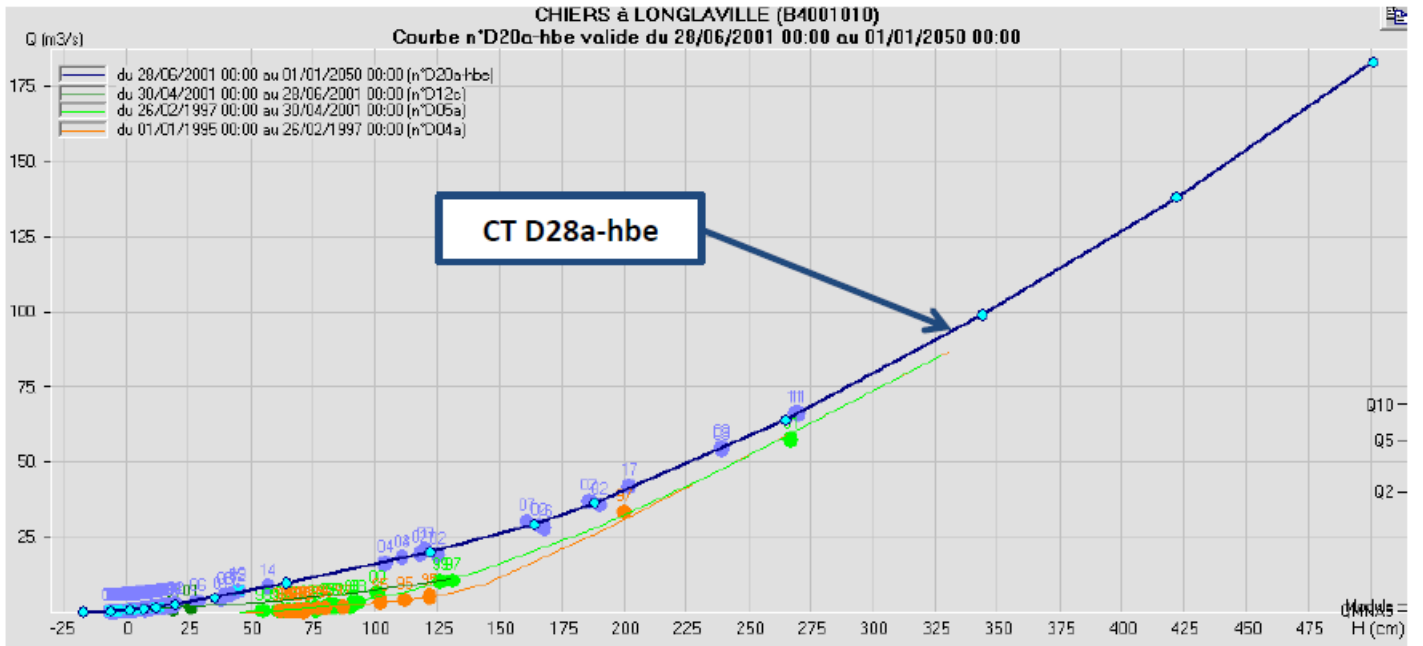


Figure 70 : Courbe de tarage CT D28a-hbe – Chiers à Longlaville

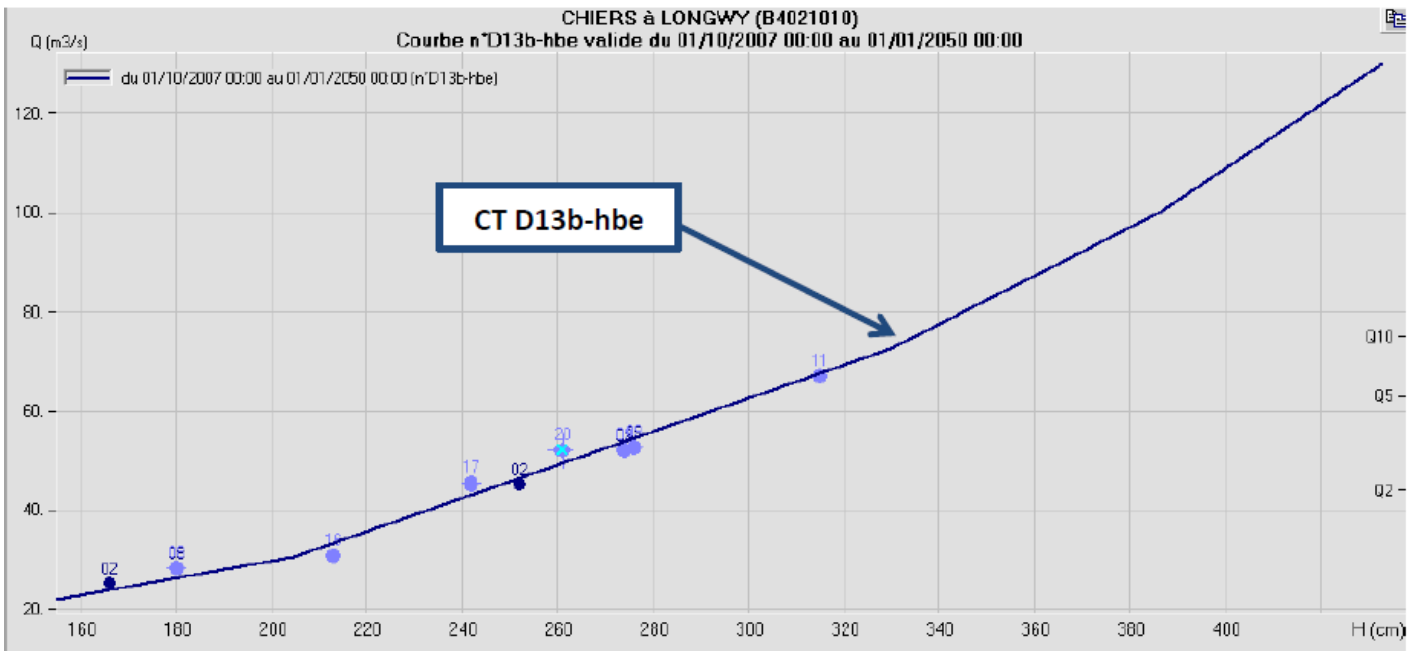


Figure 71 : Courbe de tarage CT D13b-hbe – Chiers à Longwy

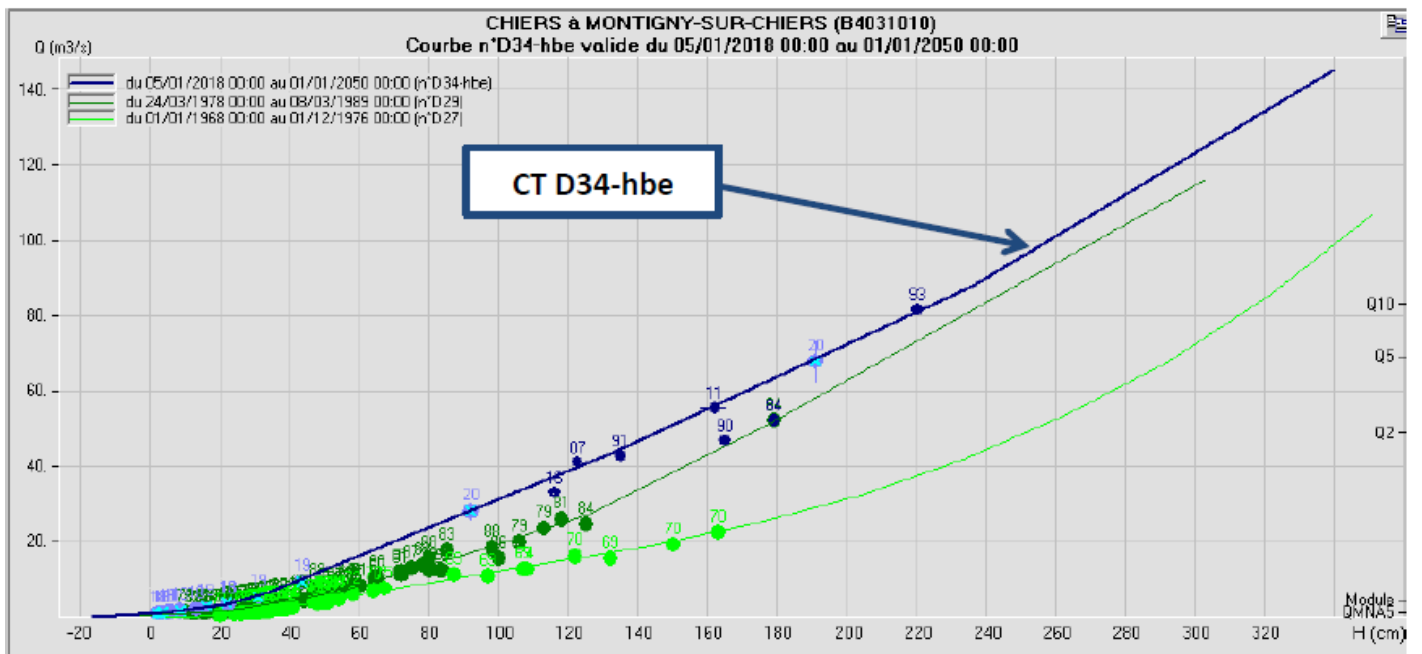


Figure 72 : Courbe de tarage CT D34-hbe – Chiers à Montigny-sur-Chiers

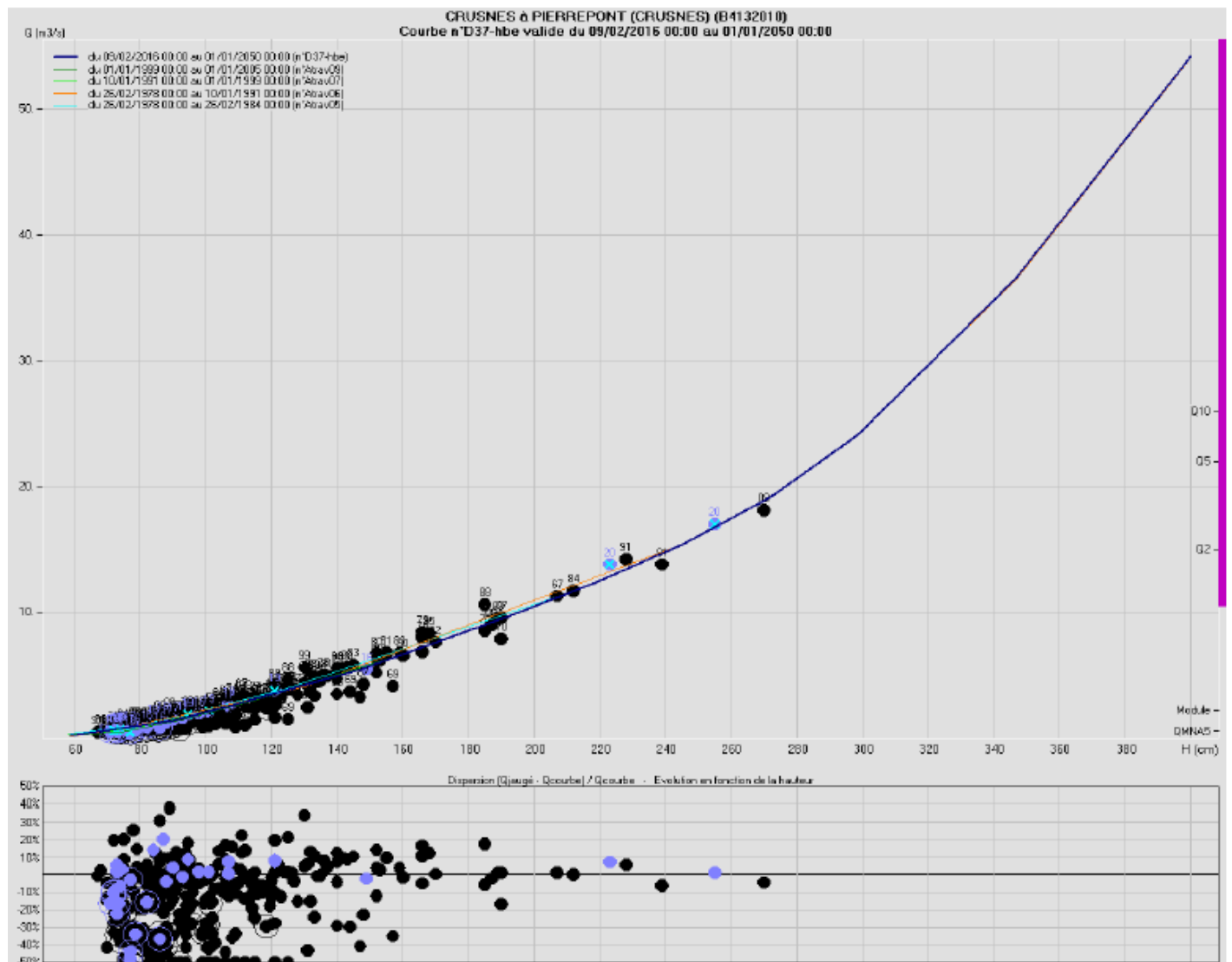


Figure 73 : Courbe de tarage CT D37-hbe – Crusnes à Pierrepont

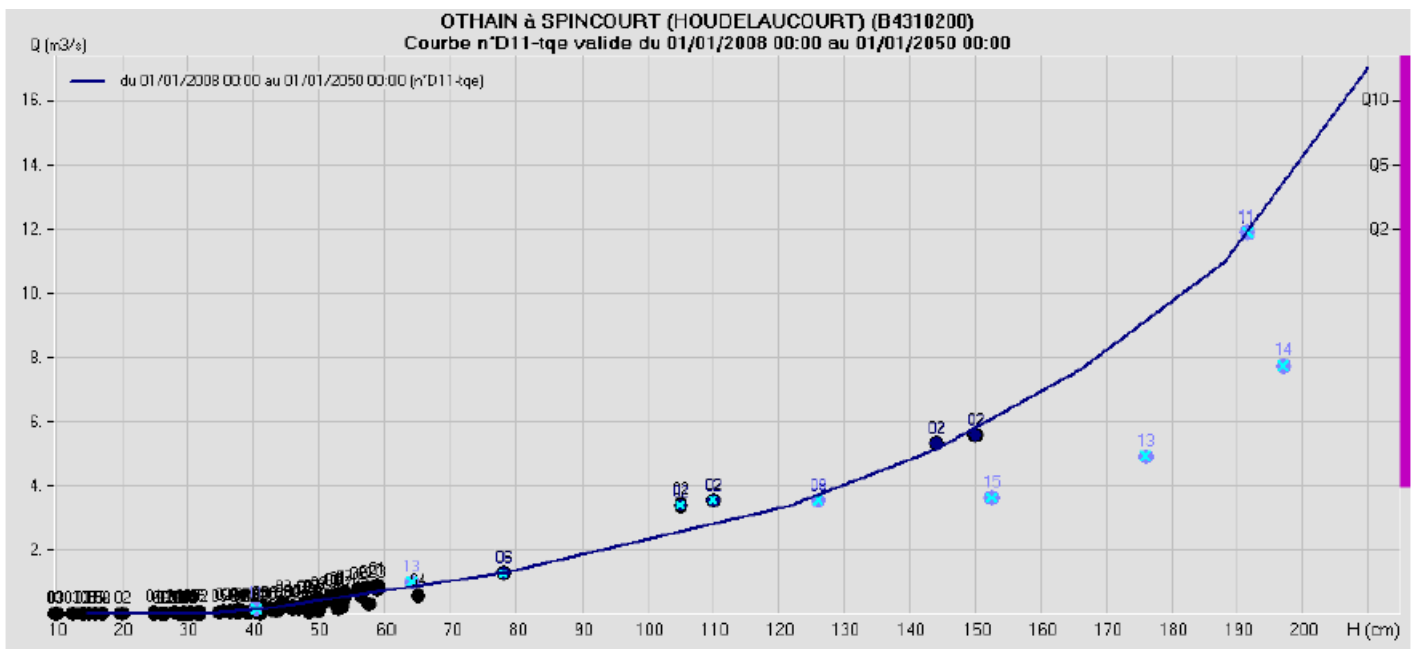


Figure 74 : Courbe de tarage CT D11-hbe – Othain à Spincourt

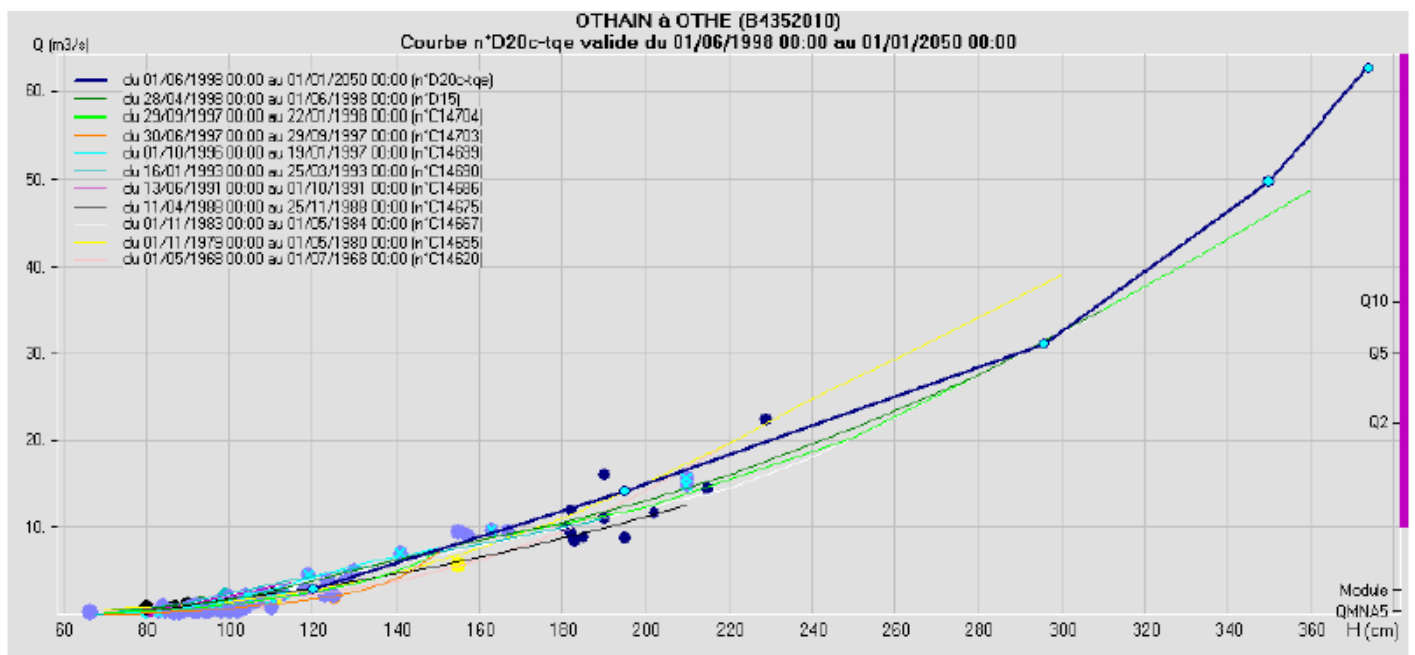


Figure 75 : Courbe de tarage – Othain à Othe

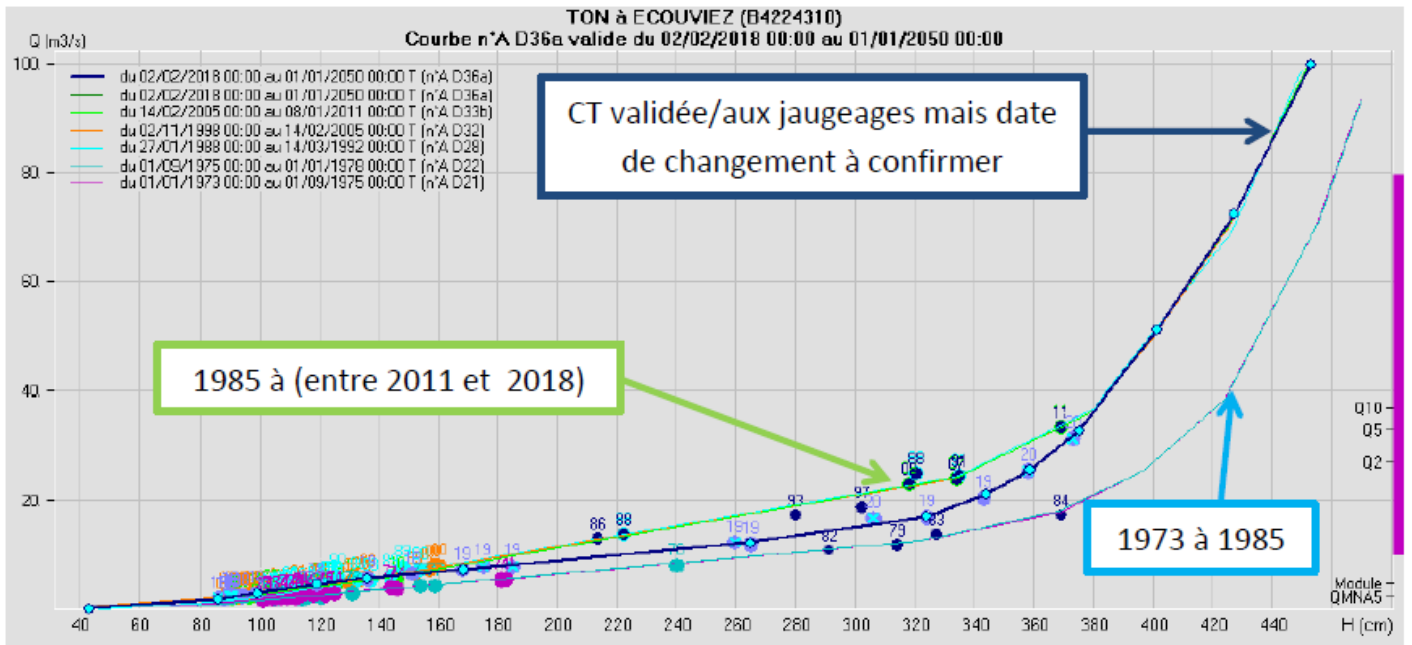


Figure 76 : Courbe de tarage – Ton à Ecouviez

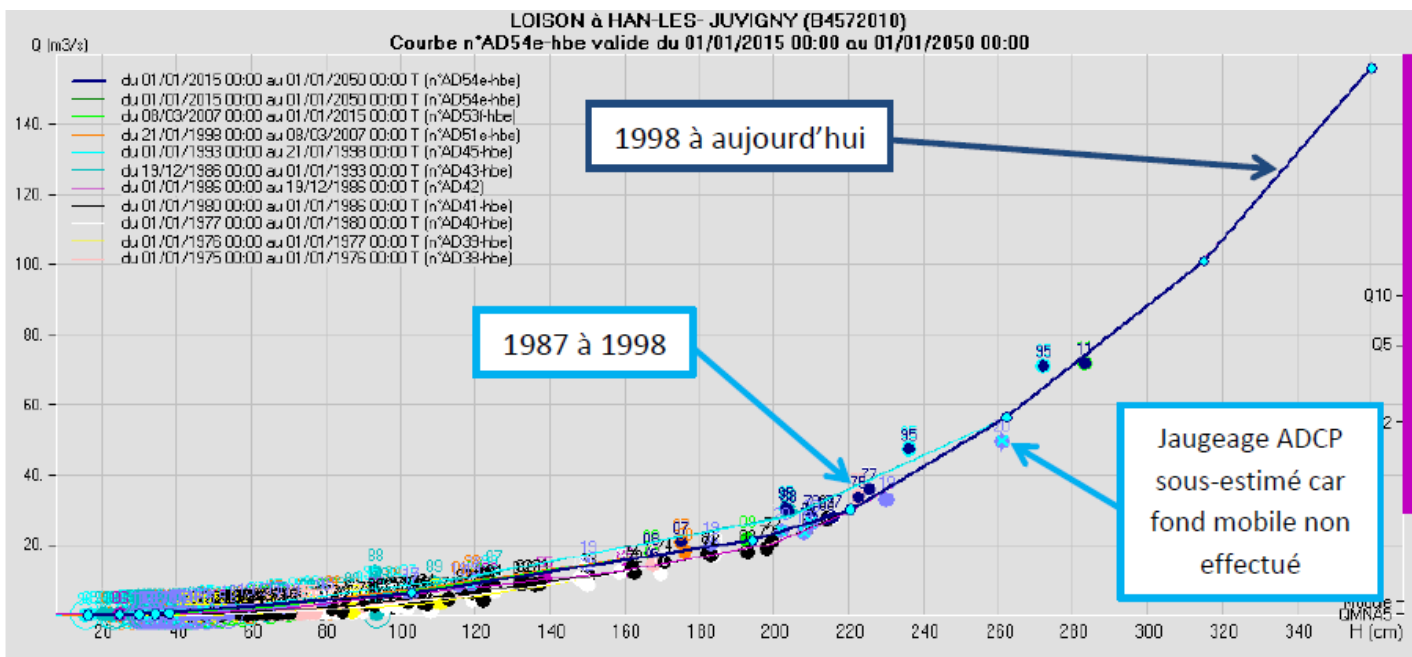


Figure 77 : Courbe de tarage – Loison à Han-les-Juvigny

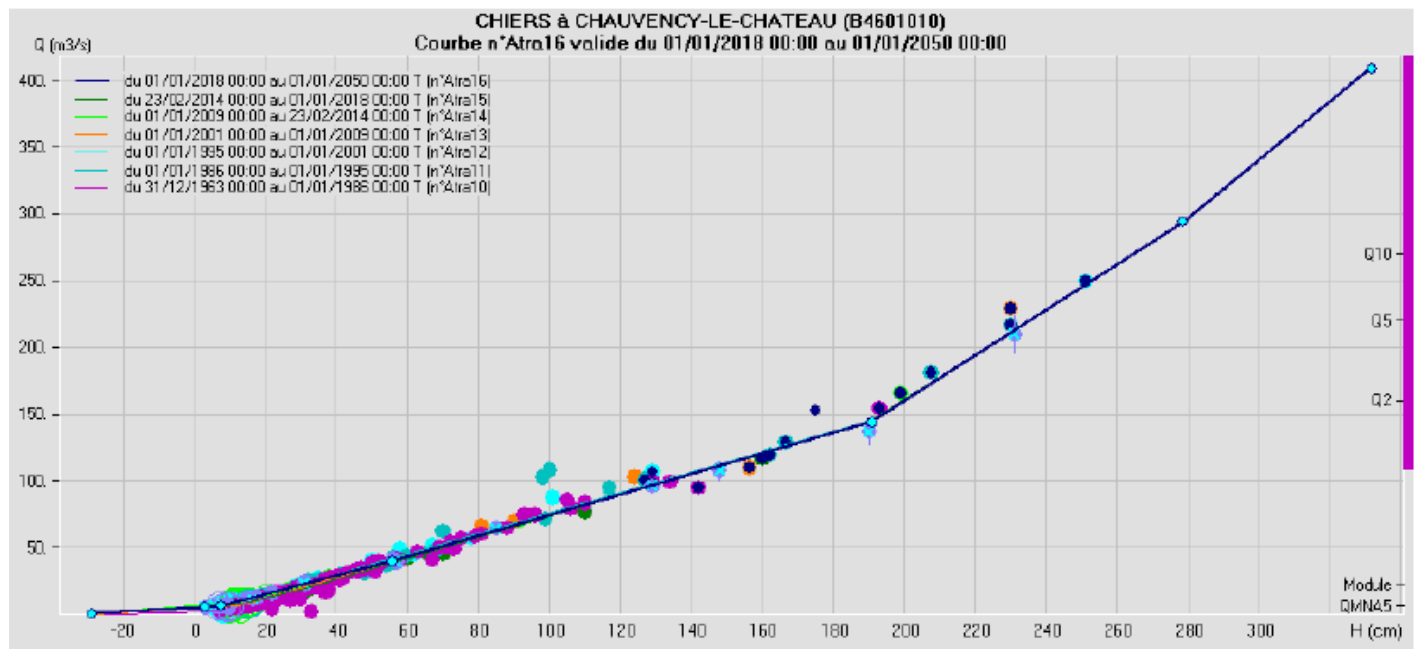


Figure 78 : Courbe de tarage – Chiers à Chauvency-le-Château

8 ANNEXE N°2 : AJUSTEMENTS DE GUMBEL SUR LES MAXIMAS ANNUELS

La Chiers à Longlaville (1998-2019) / 151 km²

nb données =	20
Ecart type =	17,83
Moyenne =	42,97

a (GRADEX) =	13,90
b=	34,95

Date	QIX	Rang	$F(i)=(i-0.3)/(N+0.4)$	$U=-\ln(-\ln(F))$
09 mar. 2017	13,7	1	0,034	-1,22
13 fév. 2005	20,7	2	0,083	-0,91
12 janv. 2004	21,7	3	0,132	-0,70
04 nov. 2013	24,2	4	0,181	-0,53
19 déc. 2014	26,8	5	0,230	-0,38
09 mar. 2006	30,2	6	0,279	-0,24
30/05/2016	31,5	7	0,328	-0,11
03 fév. 2010	34,5	8	0,377	0,03
10 fév. 2019	36,2	9	0,426	0,16
20/05/2013	39,3	10	0,475	0,30
12 mar. 2008	44,9	11	0,525	0,44
18 janv. 2007	47,5	12	0,574	0,59
10 fév. 2002	48,2	13	0,623	0,75
14 déc. 2017	51,5	14	0,672	0,92
23 janv. 2009	57,2	15	0,721	1,12
16 déc. 2011	60	16	0,770	1,34
05 janv. 2001	60,9	17	0,819	1,61
06 janv. 2011	66,6	18	0,868	1,95
02 janv. 2003	68,2	19	0,917	2,44
01 nov. 1998	75,6	20	0,966	3,35

T (ans)	2	5	10	20	50	100
U	0,37	1,50	2,25	2,97	3,90	4,60
QIX	40	56	66	76	89	99

Droite des moments	
U	QIX
-2	7,14
5	104,47

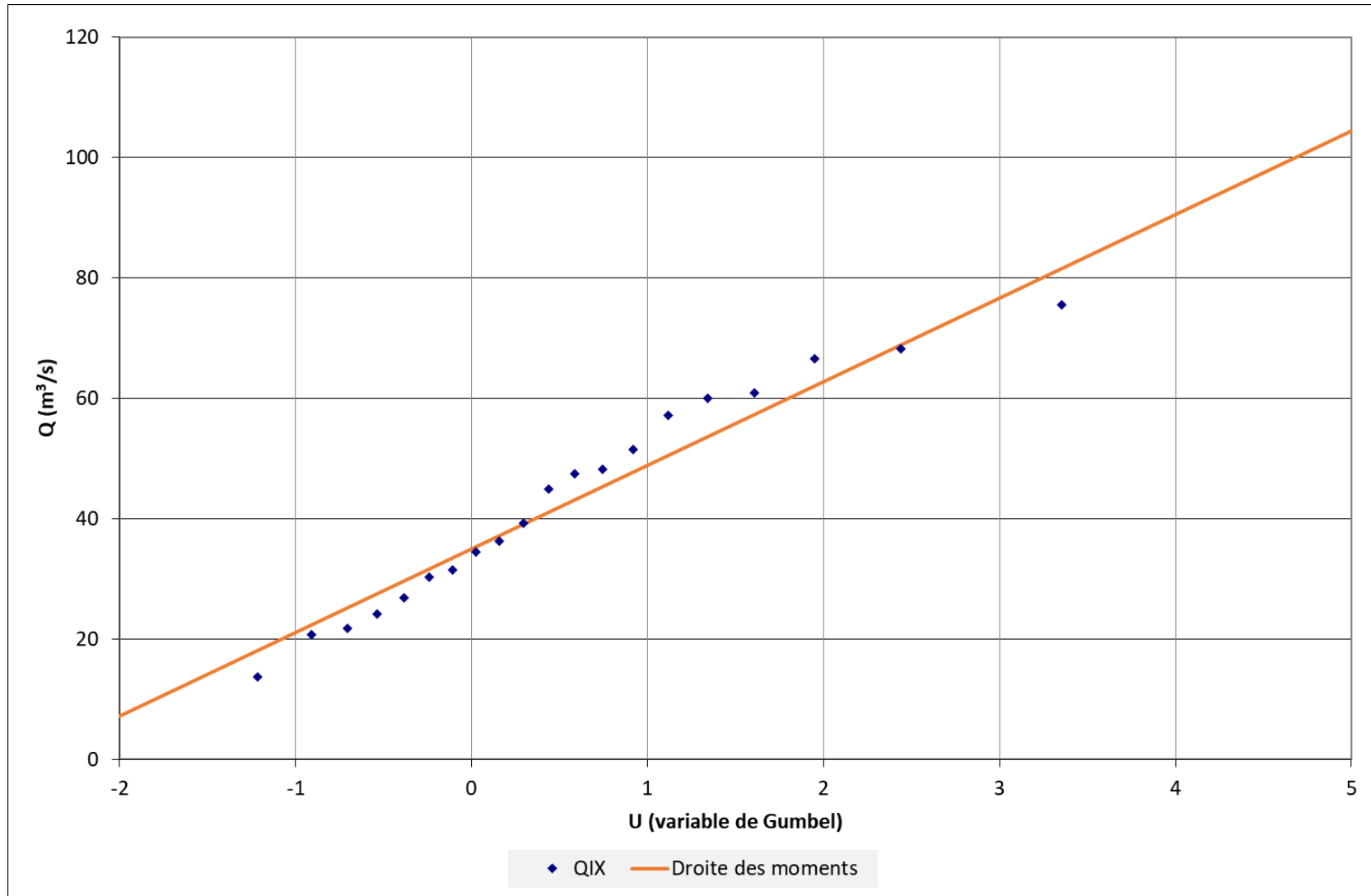


Figure 79 : La Chiers à Longlaville – ajustement de Gumbel sur les maxima annuels

La Chiers à Longwy (1998-2018) / 209 km²

nb données =	19
Ecart type =	18,00
Moyenne =	47,33

a (GRADEX) =	14,03
b =	39,23

Date	QIX	Rang	$F(i)=(i-0.3)/(N+0.4)$	$U=-\ln(-\ln(F))$
09 mar. 2017	16,3	1	0,036	-1,20
12 janv. 2004	23,1	2	0,088	-0,89
04 nov. 2013	26,3	3	0,139	-0,68
19 déc. 2014	26,9	4	0,191	-0,50
12 fév. 2005	30,6	5	0,242	-0,35
30/05/2016	34,9	6	0,294	-0,20
10 fév. 2019	37,6	7	0,345	-0,06
03 fév. 2010	37,8	8	0,397	0,08
20 fév. 2002	49,2	9	0,448	0,22
12 mar. 2008	49,2	10	0,500	0,37
20/05/2013	49,8	11	0,552	0,52
14 déc. 2017	54,5	12	0,603	0,68
23 janv. 2009	56,8	13	0,655	0,86
18 janv. 2007	61,2	14	0,706	1,06
16 déc. 2011	63,8	15	0,758	1,28
05 janv. 2001	65,3	16	0,809	1,55
06 janv. 2011	69,5	17	0,861	1,90
02 janv. 2003	69,6	18	0,912	2,39
01 nov. 1998	76,9	19	0,964	3,30

T (ans)	2	5	10	20	50	100
U	0,37	1,50	2,25	2,97	3,90	4,60
QIX	44	60	71	81	94	104

Droite des moments	
U	QIX
-2	11,16
5	109,41

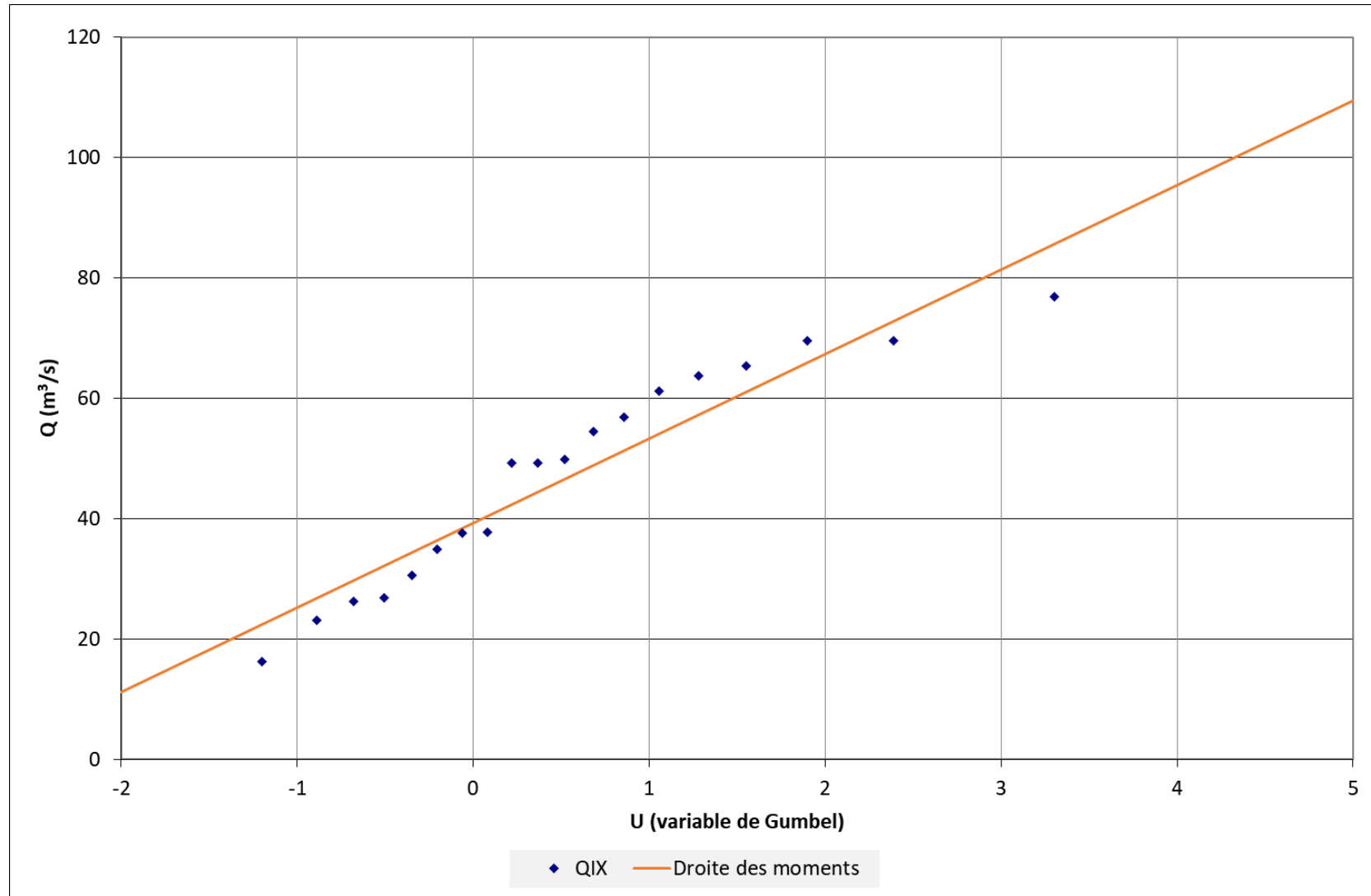


Figure 80 : La Chiers à Longwy – ajustement de Gumbel sur les maxima annuels

La Chiers à Montigny-sur-Chiers (1970-2018) / 274 km²

nb données =	47
Ecart type =	20,71
Moyenne =	52,24

a (GRADEX) =	16,15
b=	42,92

Date	QIX	Rang	$F(i)=(i-0.3)/(N+0.4)$	$U=-\ln(-\ln(F))$
01 fév. 1972	16,7	1	0,015	-1,44
01 fév. 1976	17,7	2	0,036	-1,20
01 déc. 1973	19,7	3	0,057	-1,05
09 mar. 2017	20,1	4	0,078	-0,94
22 déc. 1991	23,7	5	0,099	-0,84
12 janv. 2004	27,9	6	0,120	-0,75
12 fév. 2005	30	7	0,141	-0,67
01 mar. 1978	30,5	8	0,162	-0,60
17 déc. 1974	33,4	9	0,184	-0,53
04 nov. 2013	33,6	10	0,205	-0,46
19 déc. 2014	36,1	11	0,226	-0,40
18 nov. 1972	39,7	12	0,247	-0,34
01/06/1981	40,2	13	0,268	-0,28
27 janv. 1971	40,4	14	0,289	-0,22
04 janv. 1998	41,4	15	0,310	-0,16
31 mar. 1986	41,5	16	0,331	-0,10
09 mar. 2006	42,5	17	0,352	-0,04
30/05/2016	43,2	18	0,373	0,02
18 fév. 1996	43,3	19	0,395	0,07
04 fév. 2010	43,3	20	0,416	0,13
31 déc. 1978	43,9	21	0,437	0,19
10 fév. 2019	44,9	22	0,458	0,25
11 déc. 1979	49,5	23	0,479	0,31
21 fév. 1977	53,3	24	0,500	0,37
12 mar. 2008	54,1	25	0,521	0,43
19 déc. 1986	54,4	26	0,542	0,49
25 fév. 1997	56,2	27	0,563	0,56
23 nov. 1984	57,5	28	0,584	0,62
20/05/2013	57,9	29	0,605	0,69
20 fév. 2002	59,5	30	0,627	0,76
10 fév. 1988	59,6	31	0,648	0,83
15 fév. 1990	62,6	32	0,669	0,91
23 janv. 2009	62,7	33	0,690	0,99
04 janv. 2018	62,7	34	0,711	1,08
18 janv. 2007	64,3	35	0,732	1,17
04 janv. 1991	64,4	36	0,753	1,26
05 déc. 1988	64,8	37	0,774	1,36
16 déc. 2011	69,2	38	0,795	1,47
06 janv. 1982	72,2	39	0,816	1,60
07 janv. 2011	73,2	40	0,838	1,73
12 déc. 1999	73,8	41	0,859	1,88
01 nov. 1998	79	42	0,880	2,05
12 janv. 1993	81,1	43	0,901	2,26
23 janv. 1995	86,7	44	0,922	2,51
21 déc. 1993	87,2	45	0,943	2,84
05 janv. 2001	93,5	46	0,964	3,31
02 janv. 2003	102	47	0,985	4,21

T (ans)	2	5	10	20	50	100
U	0,37	1,50	2,25	2,97	3,90	4,60
QIX	49	67	79	91	106	117

Droite des moments	
U	QIX
-2	10,63
5	123,65

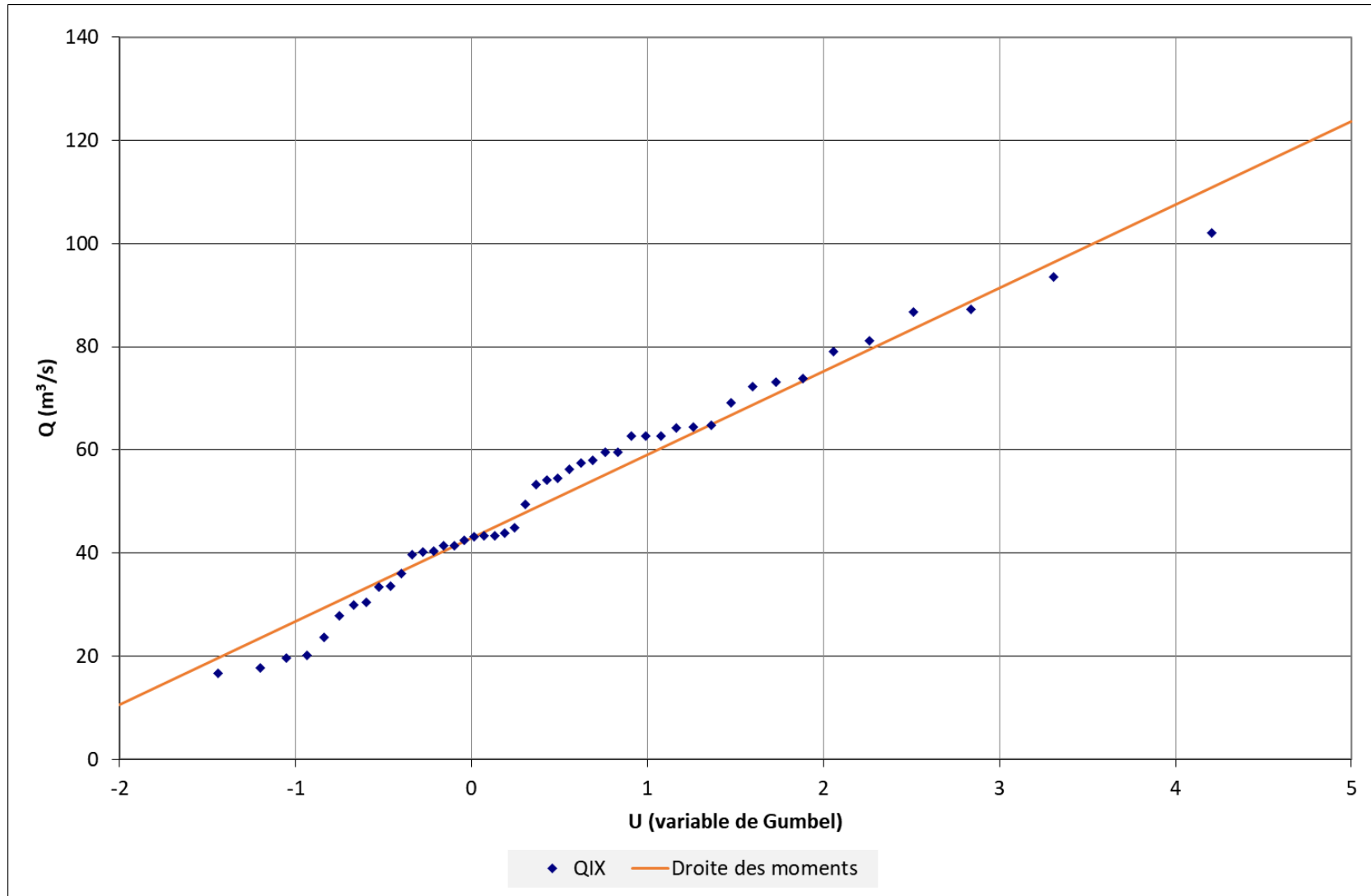


Figure 81 : La Chiers à Montigny-sur-Chiers – ajustement de Gumbel sur les maxima annuels

La Chiers à Chauvency-le-Château (1971-2019) / 1700 km²

nb données =	42
Ecart type =	68,80
Moyenne =	168,16

a (GRADEX) =	53,64
b=	137,21

Date	QIX	Rang	$F(i)=(i-0.3)/(N+0.4)$	$U=-\ln(-\ln(F))$
01 fév. 1972	59	1	0,017	-1,41
04 janv. 2015	66,7	2	0,040	-1,17
22 déc. 1991	69,3	3	0,064	-1,01
10 mar. 2017	69,3	4	0,087	-0,89
14 fév. 2014	87,2	5	0,111	-0,79
19 fév. 1996	87,9	6	0,134	-0,70
01 déc. 1973	89,5	7	0,158	-0,61
14 fév. 2005	91,6	8	0,182	-0,53
20 janv. 1998	96	9	0,205	-0,46
19 nov. 1972	96,4	10	0,229	-0,39
16 mar. 2019	115	11	0,252	-0,32
14 janv. 2004	129	12	0,276	-0,25
08 déc. 2007	139	13	0,300	-0,19
10 mar. 2006	140	14	0,323	-0,12
26 fév. 1997	141	15	0,347	-0,06
01 avr. 1986	145	16	0,370	0,01
03 janv. 1987	150	17	0,394	0,07
05 fév. 2010	151	18	0,417	0,14
29 déc. 2012	152	19	0,441	0,20
26 mar. 1988	156	20	0,465	0,27
24 nov. 1984	161	21	0,488	0,33
5 juin 1981	162	22	0,512	0,40
06 déc. 1988	163	23	0,535	0,47
24 janv. 2009	179	24	0,559	0,54
17 déc. 2011	180	25	0,583	0,62
04 janv. 1991	189	26	0,606	0,69
5 juin 2016	190	27	0,630	0,77
16 fév. 1990	197	28	0,653	0,85
02 nov. 1998	197	29	0,677	0,94
19 janv. 2007	197	30	0,700	1,03
27 fév. 2002	204	31	0,724	1,13
06 janv. 1982	207	32	0,748	1,24
03 janv. 2003	224	33	0,771	1,35
05 janv. 2018	233	34	0,795	1,47
08 fév. 1984	234	35	0,818	1,61
12 janv. 1993	238	36	0,842	1,76
13 déc. 1999	241	37	0,866	1,94
27 mai 1983	250	38	0,889	2,14
23 mar. 2001	251	39	0,913	2,39
07 janv. 2011	255	40	0,936	2,72
21 déc. 1993	338	41	0,960	3,20
24 janv. 1995	342	42	0,983	4,10

T (ans)	2	5	10	20	50	100
U	0,37	1,50	2,25	2,97	3,90	4,60
QIX	157	218	258	297	347	384

Droite des moments	
U	QIX
-2	29,93
5	405,41

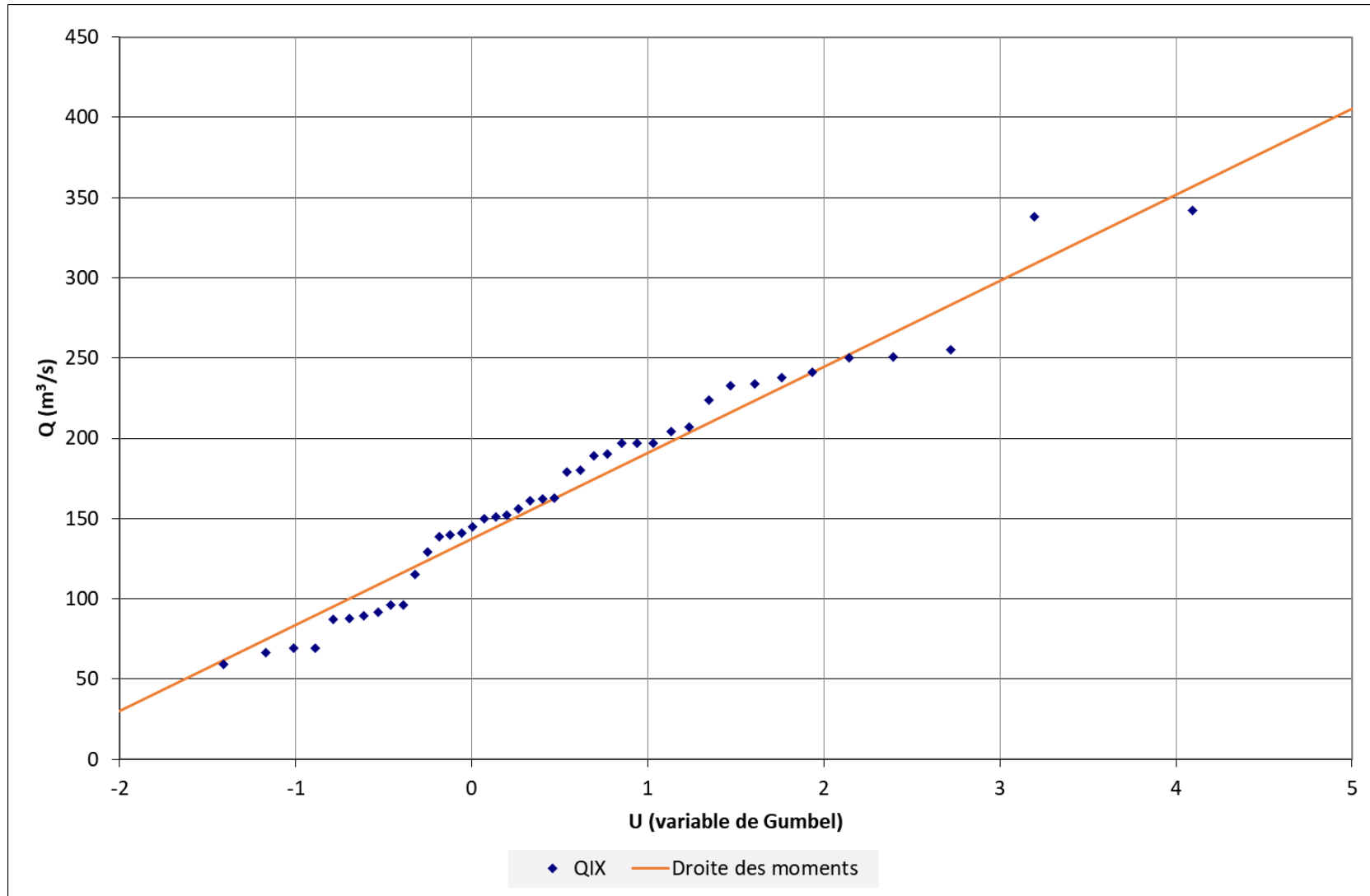


Figure 82 : La Chiers à Chauvency-le-Château – ajustement de Gumbel sur les maxims annuels

La Crusnes à Pierrepont (1982-2018) / 206 km²

nb données =	36
Ecart type =	8,20
Moyenne =	17,06

a (GRADEX) =	6,39
b =	13,37

Date	QIX	Rang	$F(i)=(i-0.3)/(N+0.4)$	$U=-\ln(-\ln(F))$
22 déc. 1991	5,92	1	0,019	-1,37
13 fév. 2005	7,14	2	0,047	-1,12
18 fév. 1996	7,87	3	0,074	-0,96
09 mar. 2017	8,33	4	0,102	-0,83
13 fév. 2014	9,03	5	0,129	-0,72
19 janv. 1998	9,25	6	0,157	-0,62
13 janv. 2004	10,3	7	0,184	-0,53
03 janv. 2015	10,8	8	0,212	-0,44
04 fév. 2010	11,1	9	0,239	-0,36
24 nov. 1984	11,2	10	0,266	-0,28
26 fév. 1997	11,6	11	0,294	-0,20
27 déc. 2012	11,7	12	0,321	-0,13
18 janv. 2007	11,8	13	0,349	-0,05
23 janv. 1986	12,2	14	0,376	0,02
01 janv. 2003	13,5	15	0,404	0,10
02 janv. 1987	13,8	16	0,431	0,17
04 déc. 1988	14,1	17	0,459	0,25
16 déc. 2011	14,2	18	0,486	0,33
12 janv. 1993	14,6	19	0,514	0,41
04 janv. 1991	15,1	20	0,541	0,49
09 mar. 2006	15,3	21	0,569	0,57
22 mar. 2001	15,9	22	0,596	0,66
02 fév. 1988	16,9	23	0,624	0,75
12 déc. 1999	19,3	24	0,651	0,85
23 janv. 2009	19,6	25	0,679	0,95
03 déc. 2007	21,7	26	0,706	1,06
20 mar. 2002	22,8	27	0,734	1,17
20 déc. 1982	23,1	28	0,761	1,30
06 janv. 2011	23,3	29	0,788	1,44
04 janv. 2018	25,6	30	0,816	1,59
15 fév. 1990	26	31	0,843	1,77
01 nov. 1998	26,3	32	0,871	1,98
08 fév. 1984	30,1	33	0,898	2,23
04/06/2016	31,8	34	0,926	2,56
26 janv. 1995	35	35	0,953	3,04
21 déc. 1993	37,9	36	0,981	3,94

T (ans)	2	10	20	50	100
U	0,37	2,25	2,97	3,90	4,60
QIX	16	28	32	38	43

Droite des moments	
U	QIX
-2	0,59
5	45,32

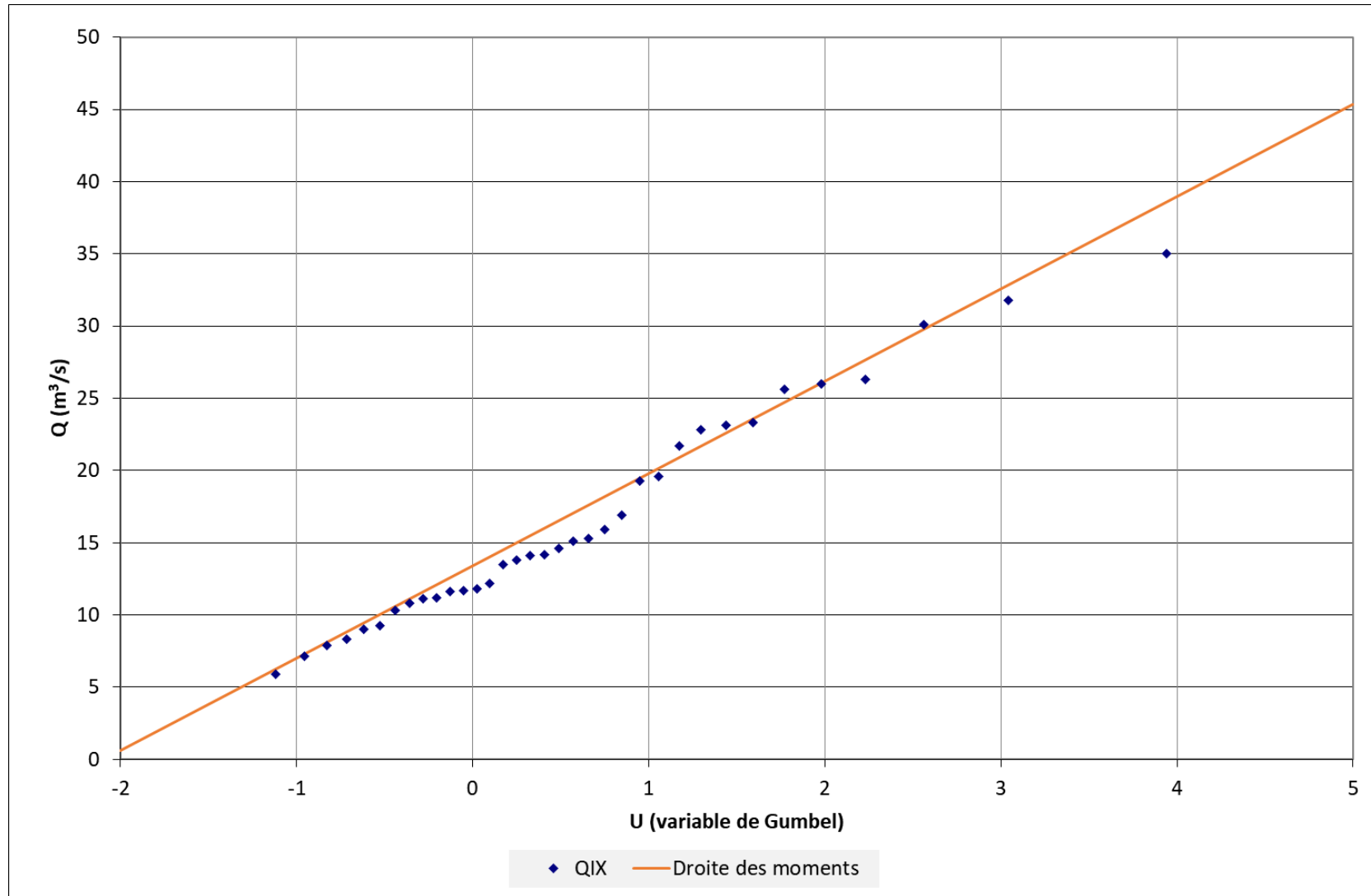


Figure 83 : La Crusnes à Pierrepont – ajustement de Gumbel sur les maxima annuels

L'Othain à Othe (1971-2018) / 247 km²

nb données =	43
Ecart type =	9,85
Moyenne =	23,65

a (GRADEX) =	7,68
b =	19,22

Date	QIX	Rang	$F(i)=(i-0.3)/(N+0.4)$	$U=-\ln(-\ln(F))$
01 déc. 1991	8,15	1	0,016	-1,42
17/08/1972	9,49	2	0,039	-1,18
15 fév. 2005	11	3	0,062	-1,02
04 fév. 2010	11,9	4	0,085	-0,90
20 fév. 1996	12,1	5	0,108	-0,80
20 janv. 1998	13,6	6	0,131	-0,71
15 fév. 2014	15,2	7	0,154	-0,63
11 oct. 2014	16,5	8	0,177	-0,55
03 janv. 1987	17,5	9	0,200	-0,47
10 mar. 2017	17,6	10	0,224	-0,40
24 janv. 2009	18,3	11	0,247	-0,34
04 janv. 1991	18,6	12	0,270	-0,27
27 fév. 1997	18,7	13	0,293	-0,21
24 nov. 1984	19,2	14	0,316	-0,14
25 janv. 1986	19,6	15	0,339	-0,08
10 mar. 2006	19,6	16	0,362	-0,02
04 déc. 2007	19,6	17	0,385	0,05
20 janv. 2007	20,1	18	0,408	0,11
26 mar. 1988	20,2	19	0,431	0,17
26 fév. 1978	21	20	0,454	0,24
14 janv. 2004	21,3	21	0,477	0,30
17 déc. 2011	21,3	22	0,500	0,37
22/05/2013	22,3	23	0,523	0,43
29 janv. 1975	23,3	24	0,546	0,50
06 déc. 1988	23,4	25	0,569	0,57
03 janv. 2003	23,4	26	0,592	0,65
12 janv. 1993	23,6	27	0,615	0,72
05 janv. 2018	25,1	28	0,638	0,80
07 fév. 1984	25,5	29	0,661	0,88
15 fév. 1990	26,2	30	0,684	0,97
13 déc. 1999	26,6	31	0,707	1,06
02 nov. 1998	27,3	32	0,730	1,16
24 déc. 2010	28,3	33	0,753	1,26
23 mar. 2001	28,6	34	0,776	1,37
11 déc. 1979	29,1	35	0,800	1,50
05/06/1981	29,5	36	0,823	1,63
21 fév. 1977	31	37	0,846	1,79
04/06/2016	34,7	38	0,869	1,96
16 oct. 1981	37,4	39	0,892	2,17
23 janv. 1995	38,3	40	0,915	2,42
21 déc. 1993	38,9	41	0,938	2,75
27/05/1983	43,2	42	0,961	3,22
22 mar. 2002	60,7	43	0,984	4,12

T (ans)	2	5	10	20	50	100
U	0,37	1,50	2,25	2,97	3,90	4,60
QIX	22	31	36	42	49	55

Droite des moments	
U	QIX
-2	3,86
5	57,61

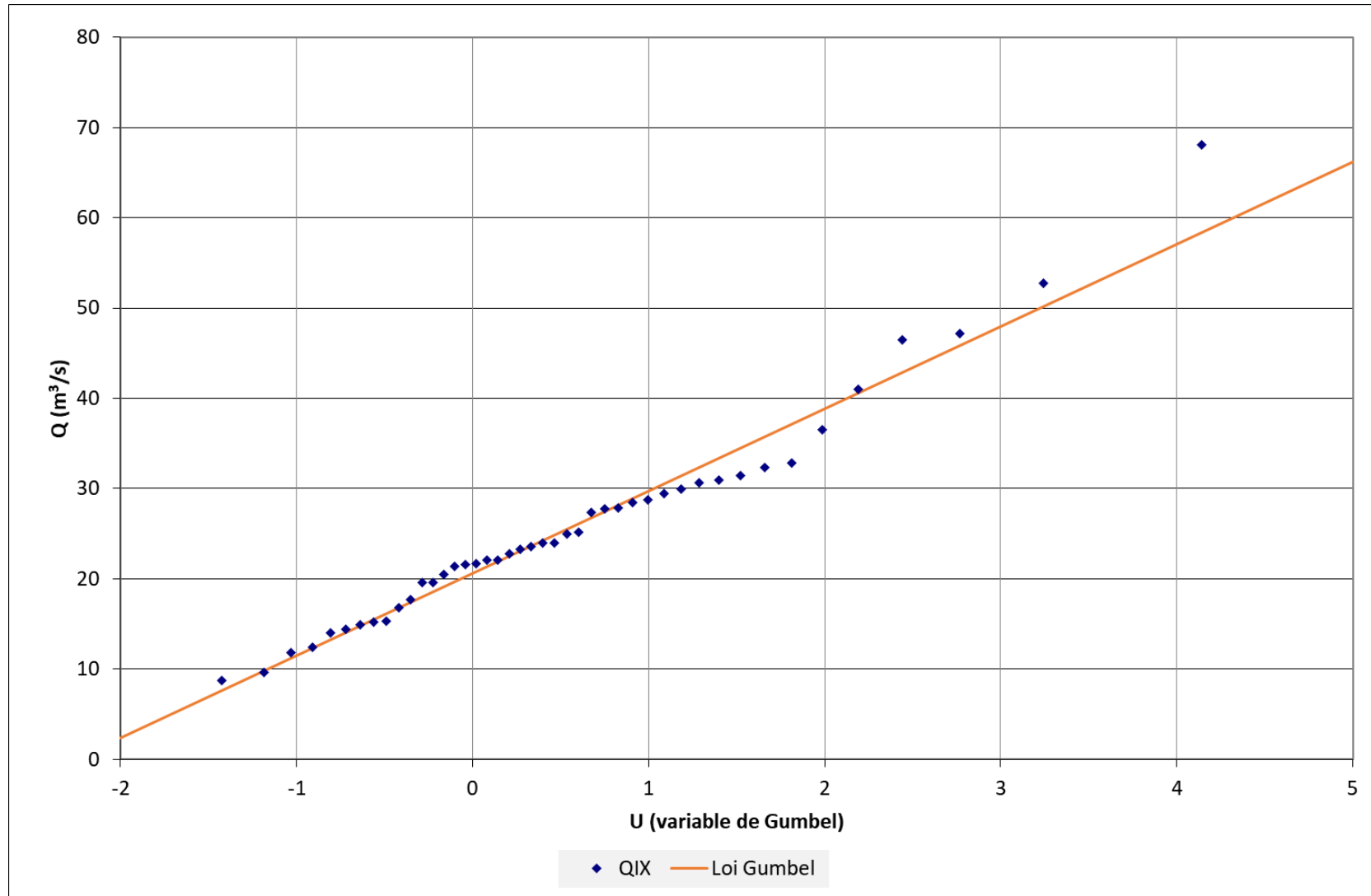


Figure 84 : L'Othain à Othe – ajustement de Gumbel sur les maxima annuels

Le Loison à Han-lès-Juvigny (1969-2018) / 348 km²

nb données =	49
Ecart type =	22,09
Moyenne =	59,00

a (GRADEX) =	17,22
b=	49,06

Date	QIX	Rang	$F(i)=(i-0.3)/(N+0.4)$	$U=-\ln(-\ln(F))$
14 mar. 1992	22,4	1	0,014	-1,45
14 déc. 2014	23,1	2	0,034	-1,21
12 fév. 1972	25,1	3	0,055	-1,07
14 fév. 1976	29,1	4	0,075	-0,95
19 fév. 1996	29,6	5	0,095	-0,86
10 mar. 2017	29,7	6	0,115	-0,77
14 fév. 2005	29,9	7	0,136	-0,69
27 janv. 1971	32,9	8	0,156	-0,62
14 fév. 2014	32,9	9	0,176	-0,55
24 déc. 1973	37,8	10	0,196	-0,49
20 janv. 1998	39,1	11	0,217	-0,43
18 nov. 1972	45,2	12	0,237	-0,36
26 fév. 1997	46,1	13	0,257	-0,31
25 fév. 1978	46,5	14	0,277	-0,25
23 déc. 2002	47,1	15	0,298	-0,19
01 janv. 1975	48	16	0,318	-0,14
14 janv. 2004	49	17	0,338	-0,08
26 mar. 1988	49,7	18	0,358	-0,03
21/05/2013	51,4	19	0,379	0,03
19 déc. 1986	51,7	20	0,399	0,08
24 janv. 1986	52,8	21	0,419	0,14
09 mar. 2006	53,4	22	0,439	0,20
06 déc. 1988	53,6	23	0,460	0,25
04 janv. 1991	57,6	24	0,480	0,31
04 fév. 2010	57,7	25	0,500	0,37
06 janv. 2012	60	26	0,520	0,43
19 janv. 2007	60,6	27	0,540	0,49
07 déc. 2007	60,7	28	0,561	0,55
05 janv. 2018	61,5	29	0,581	0,61
21 fév. 1977	62	30	0,601	0,68
13 déc. 1999	64,5	31	0,621	0,74
01 nov. 1998	66,5	32	0,642	0,81
15 fév. 1990	69,6	33	0,662	0,89
21 mar. 2002	70,2	34	0,682	0,96
24 janv. 2009	70,7	35	0,702	1,04
11 déc. 1979	73,1	36	0,723	1,12
12/05/1970	73,5	37	0,743	1,21
16 oct. 1981	74	38	0,763	1,31
12 janv. 1993	77,6	39	0,783	1,41
07 janv. 2011	77,9	40	0,804	1,52
22 mar. 2001	79,7	41	0,824	1,64
05/06/2016	80,7	42	0,844	1,78
01/06/1981	83,2	43	0,864	1,93
07 fév. 1984	84,9	44	0,885	2,10
01 fév. 1979	85	45	0,905	2,30
21 déc. 1993	94,6	46	0,925	2,55
23 nov. 1984	95,9	47	0,945	2,88
27/05/1983	111	48	0,966	3,35
23 janv. 1995	112	49	0,986	4,25

T (ans)	2	5	10	20	50	100
U	0,37	1,50	2,25	2,97	3,90	4,60
QIX	55	75	88	100	116	128

Droite des moments	
U	QIX
-2	14,61
5	135,17

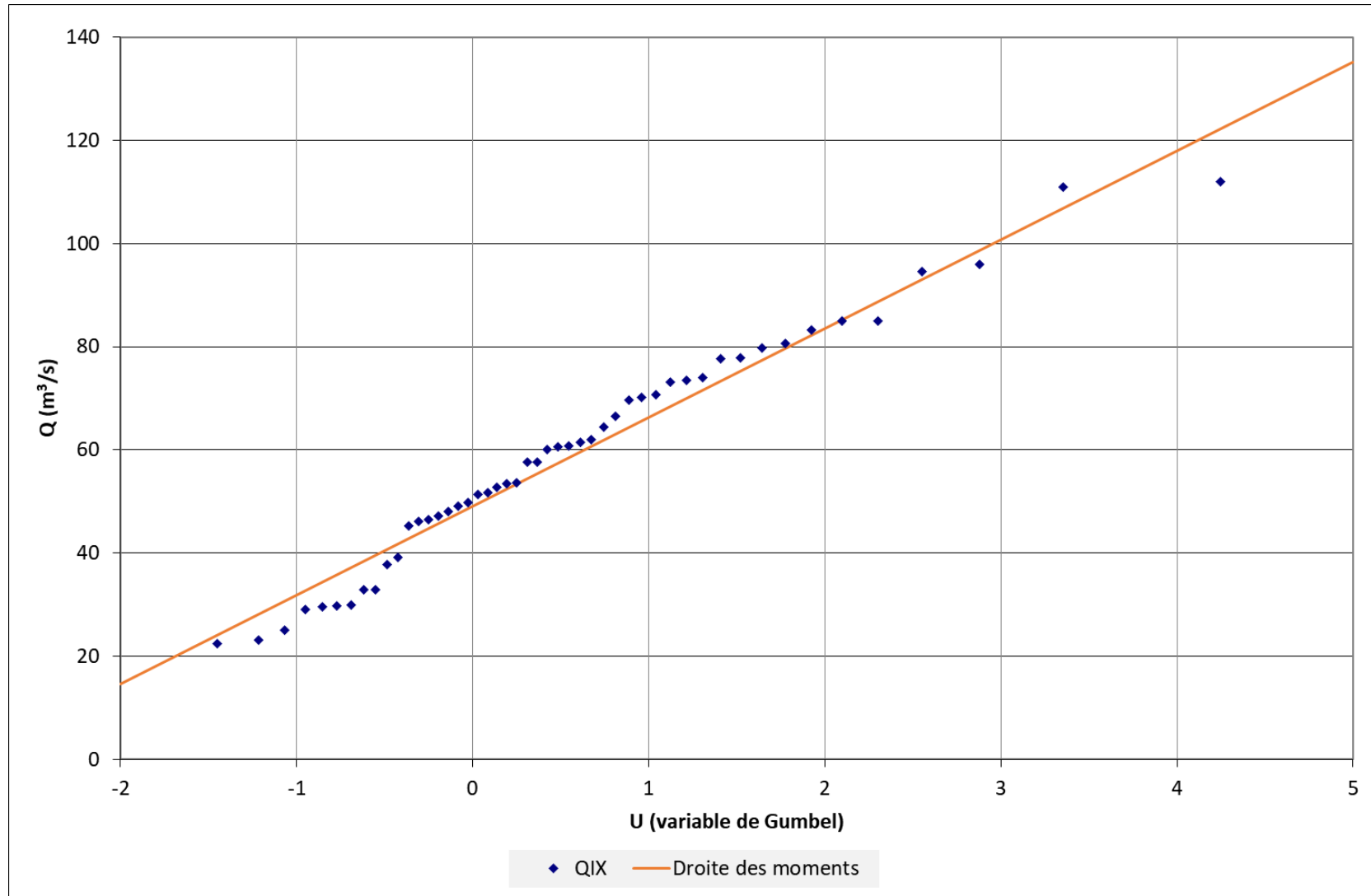


Figure 85 : Le Loison à Han-lès-Juvigny – ajustement de Gumbel sur les maximas annuels

9 ANNEXE N°3 : DUREES CARACTERISTIQUES DE CRUE

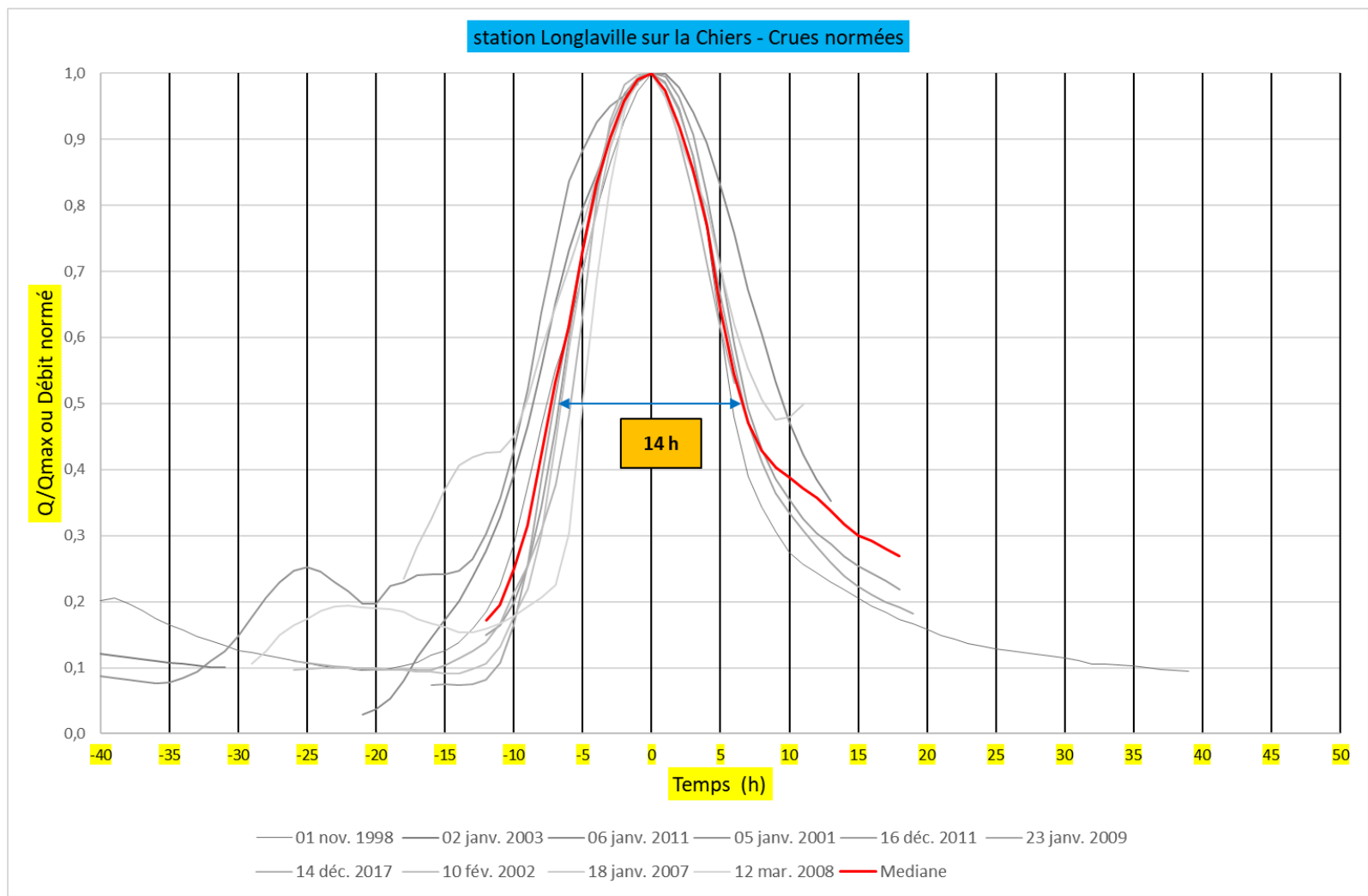


Figure 86 : La Chiers à Longlaville – crues normées (10 plus fortes)

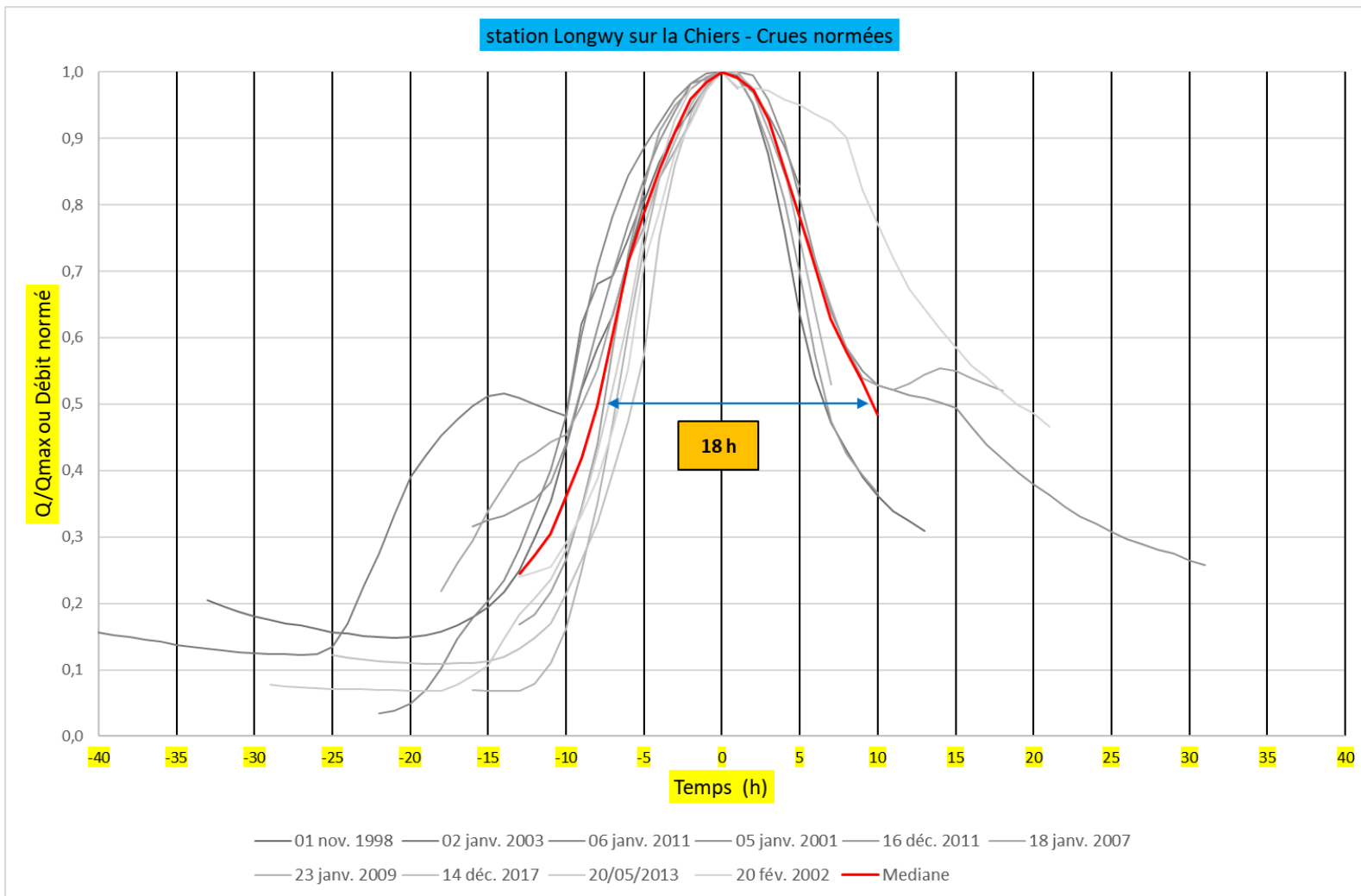


Figure 87 : La Chiers à Longwy – crues normées (10 plus fortes)

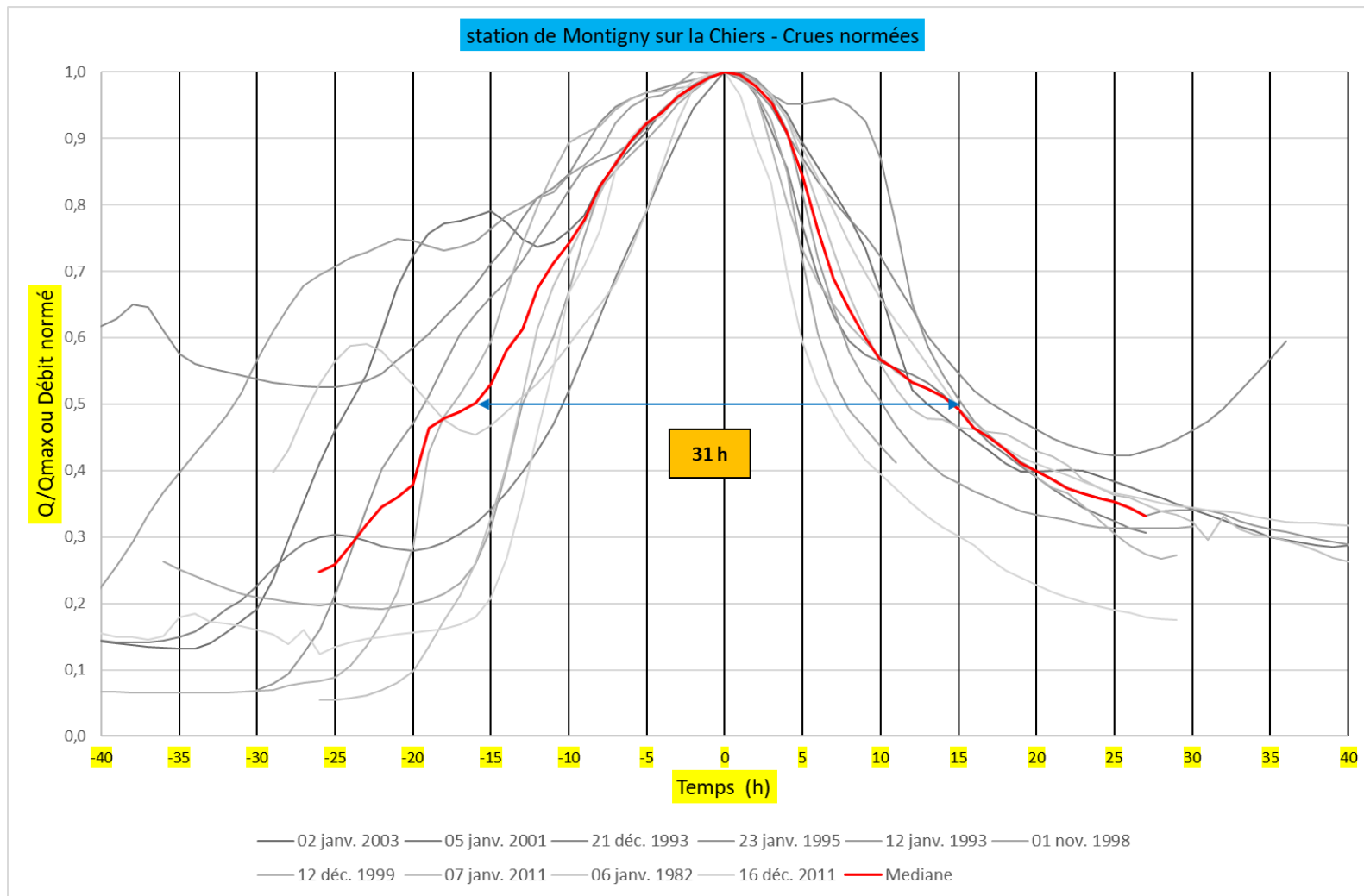


Figure 88 : La Chiers à Montigny-sur-Chiers – crues normées (10 plus fortes)

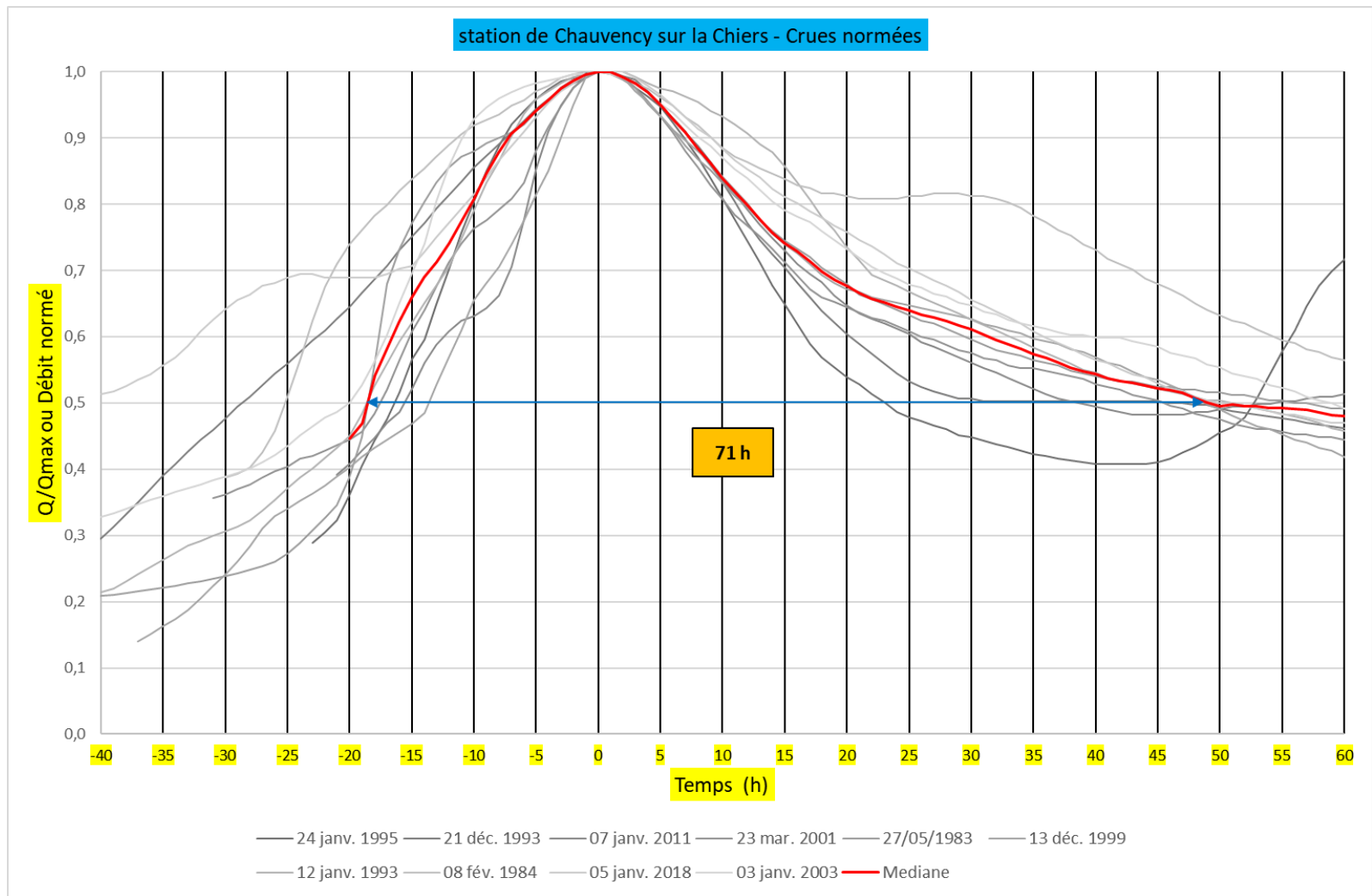


Figure 89 : La Chiers à Chauvency – crues normées (10 plus fortes)

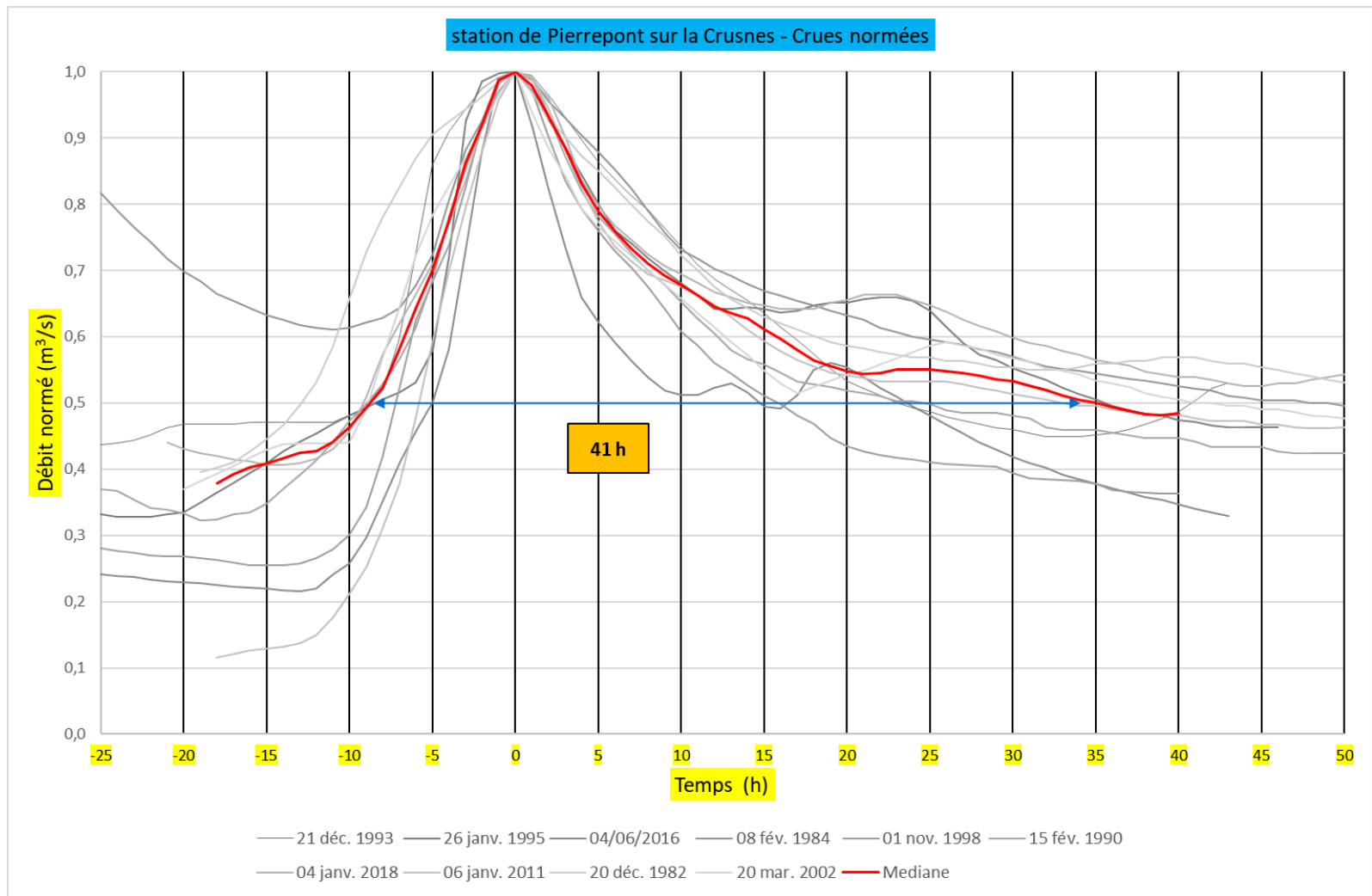


Figure 90 : La Crusnes à Pierrepont– crues normées (10 plus fortes)

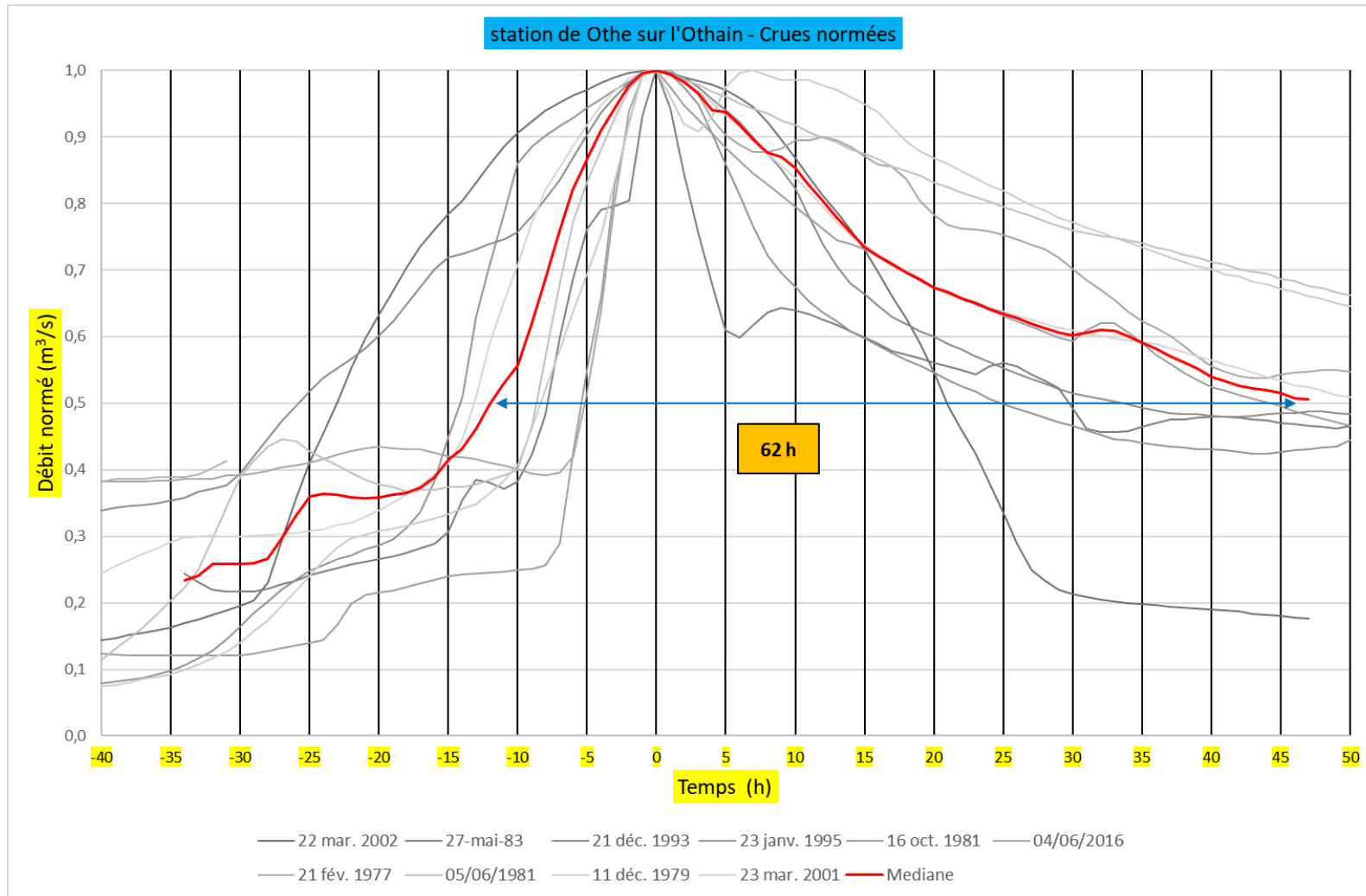


Figure 91 : L'Othain à Othe—crues normées (10 plus fortes)

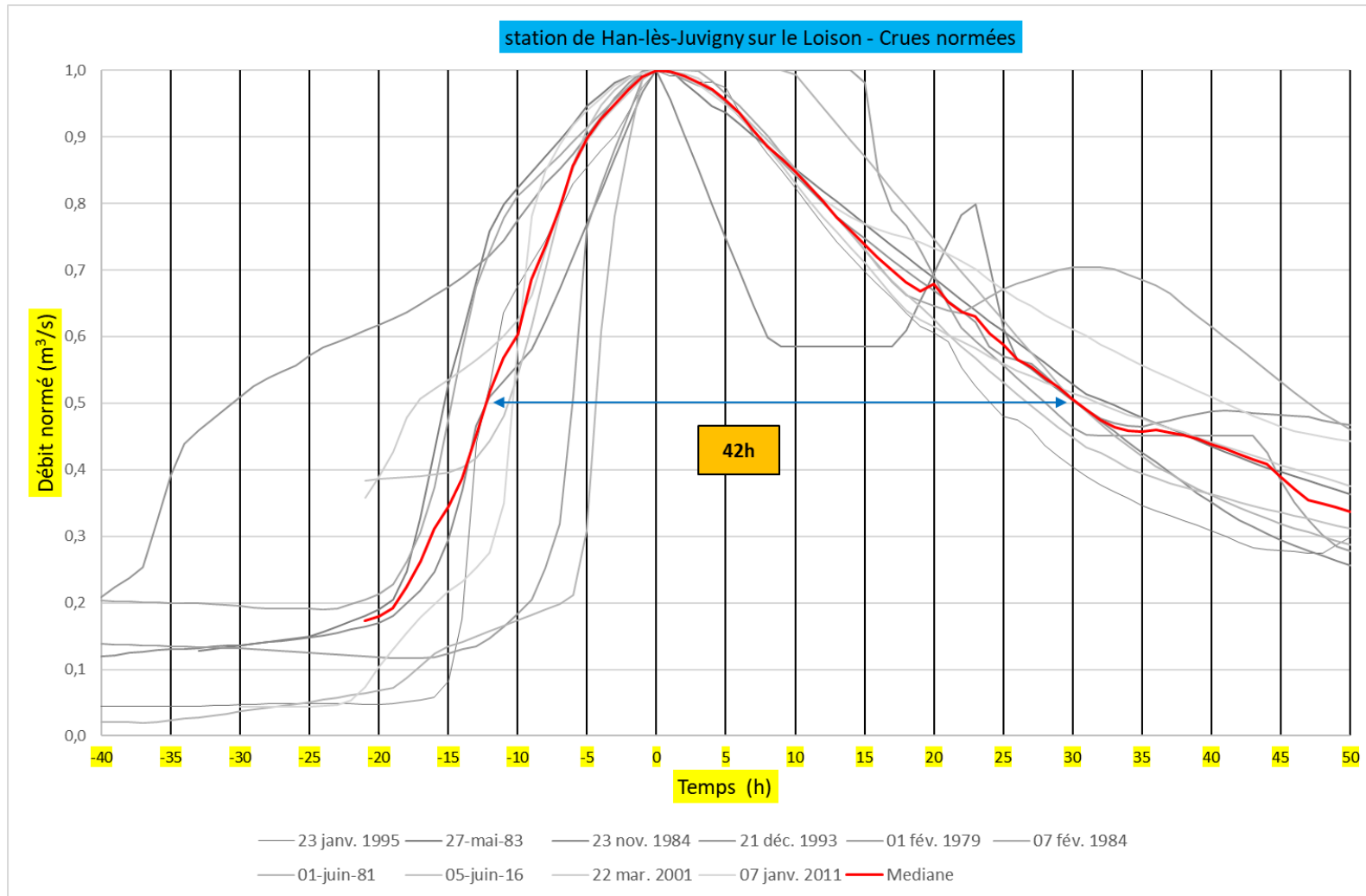


Figure 92 : Le Loison à Han-lès-Juvigny – crues normées (10 plus fortes)

10 ANNEXE N°4 : COEFFICIENTS DE FORME DES 10 PLUS FORTES CRUES

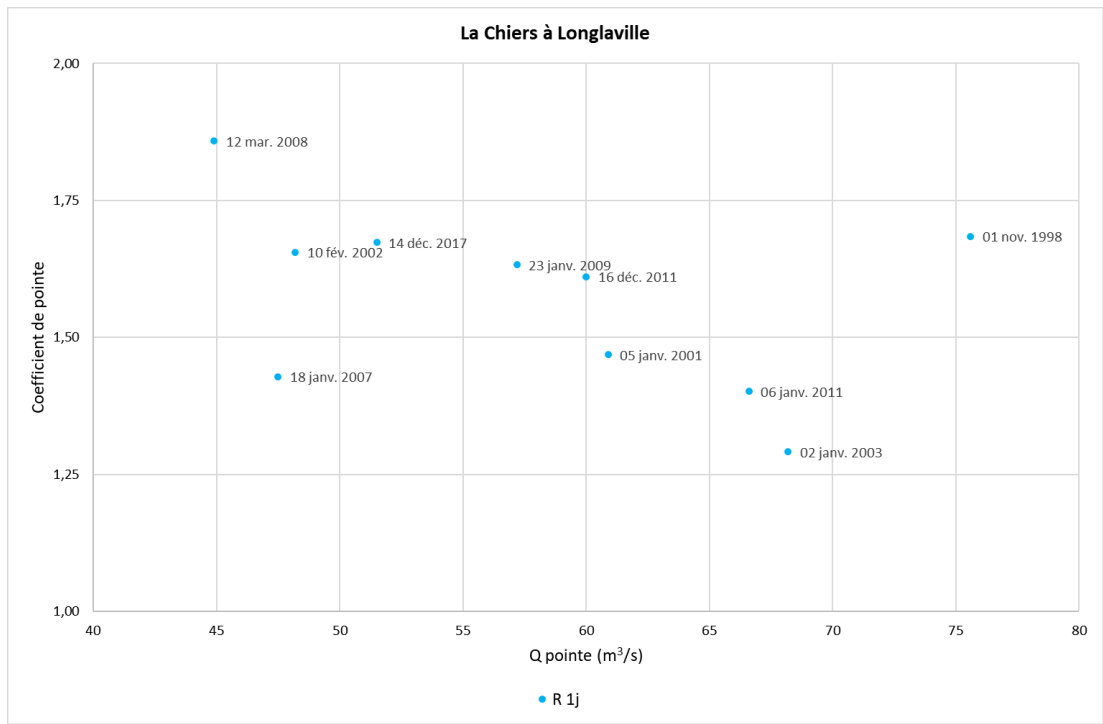


Figure 93 : La Chiers à Longlaville – Coefficients de pointe sur 1 jour

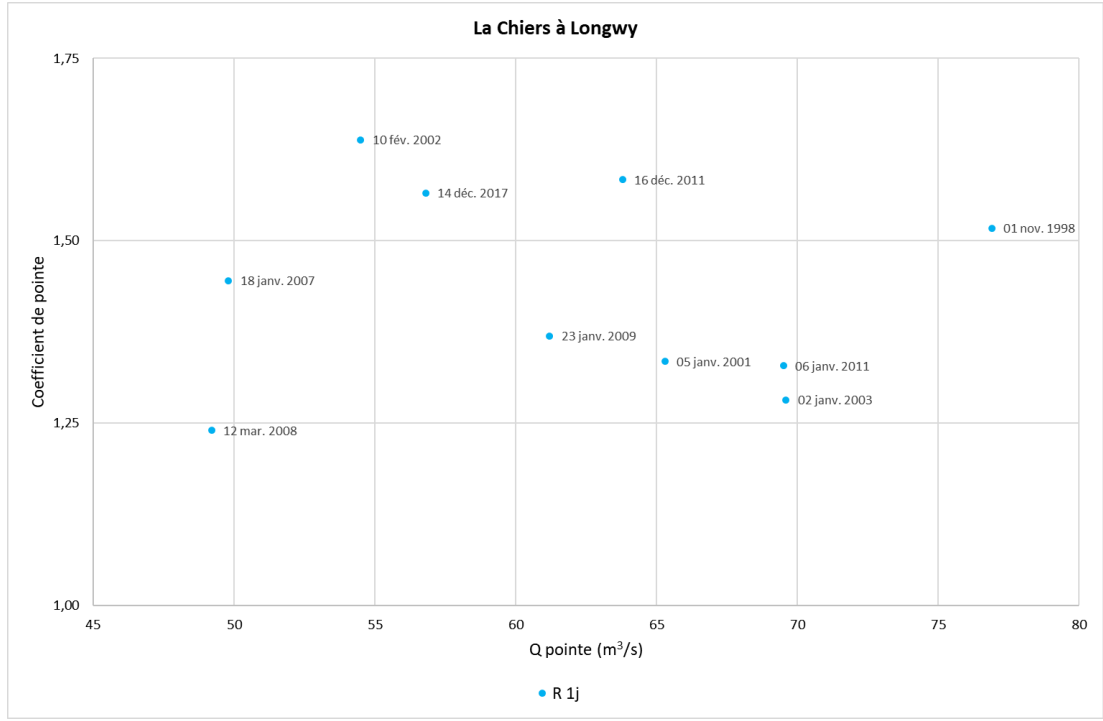


Figure 94 : La Chiers à Longwy – Coefficients de pointe sur 1 jour

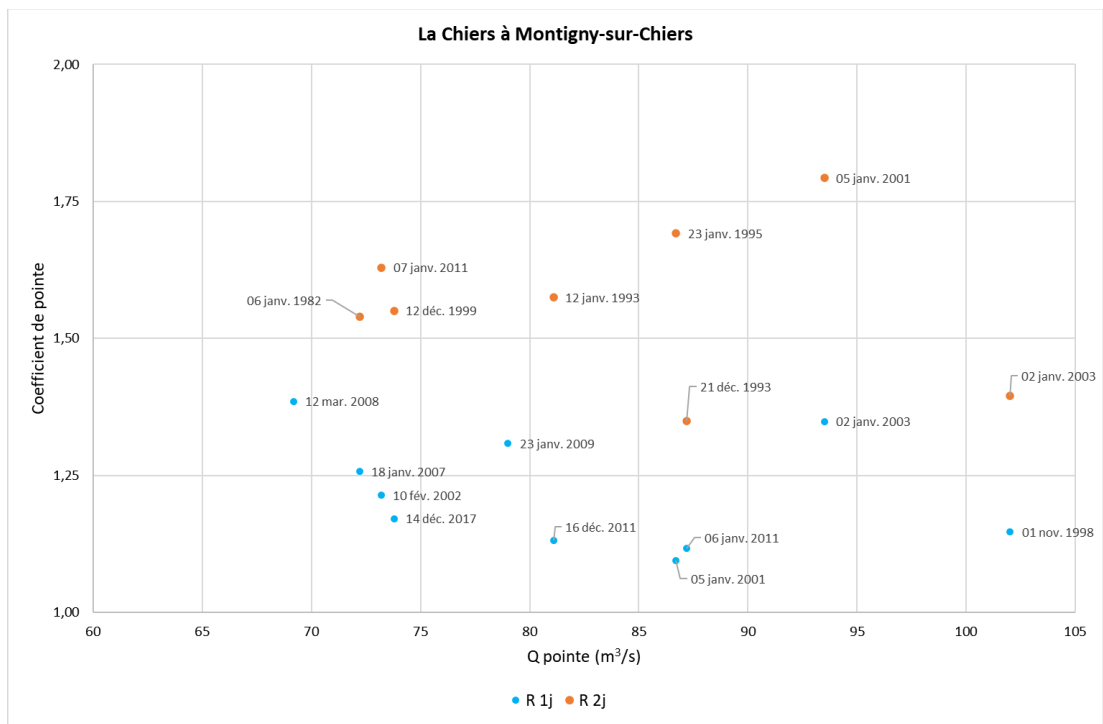


Figure 95 : La Chiers à Montigny-sur-Chiers – Coefficients de pointe sur 1 et 2 jours

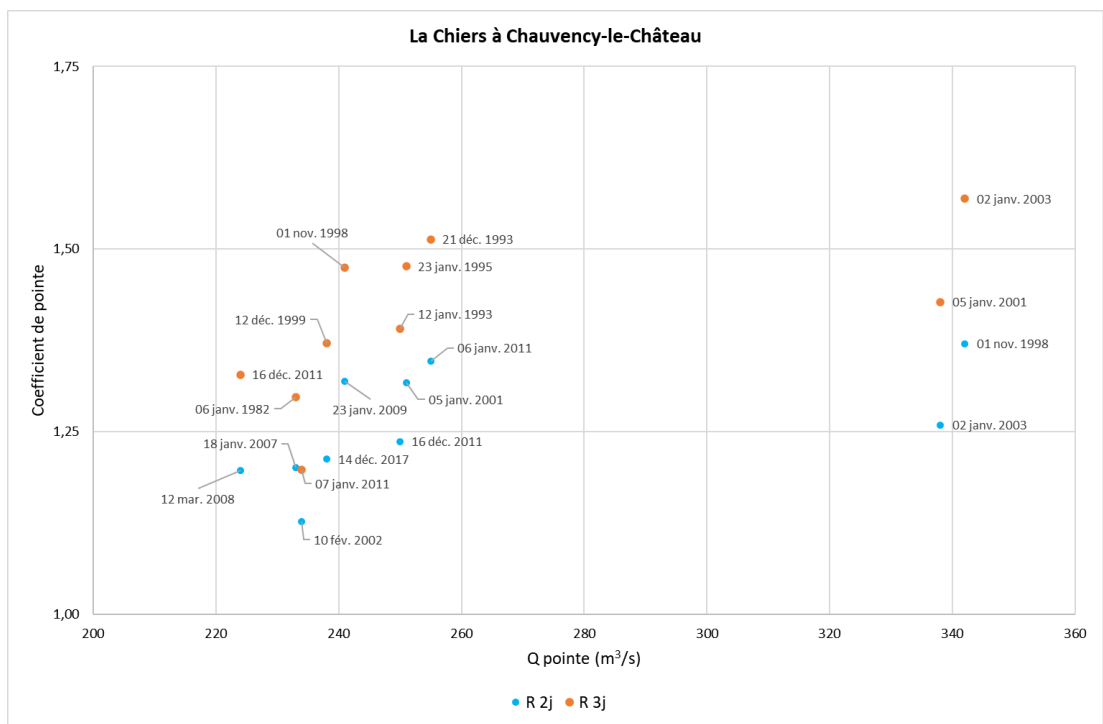


Figure 96 : La Chiers à Chauvency-le-Château – Coefficients de pointe sur 2 et 3 jours

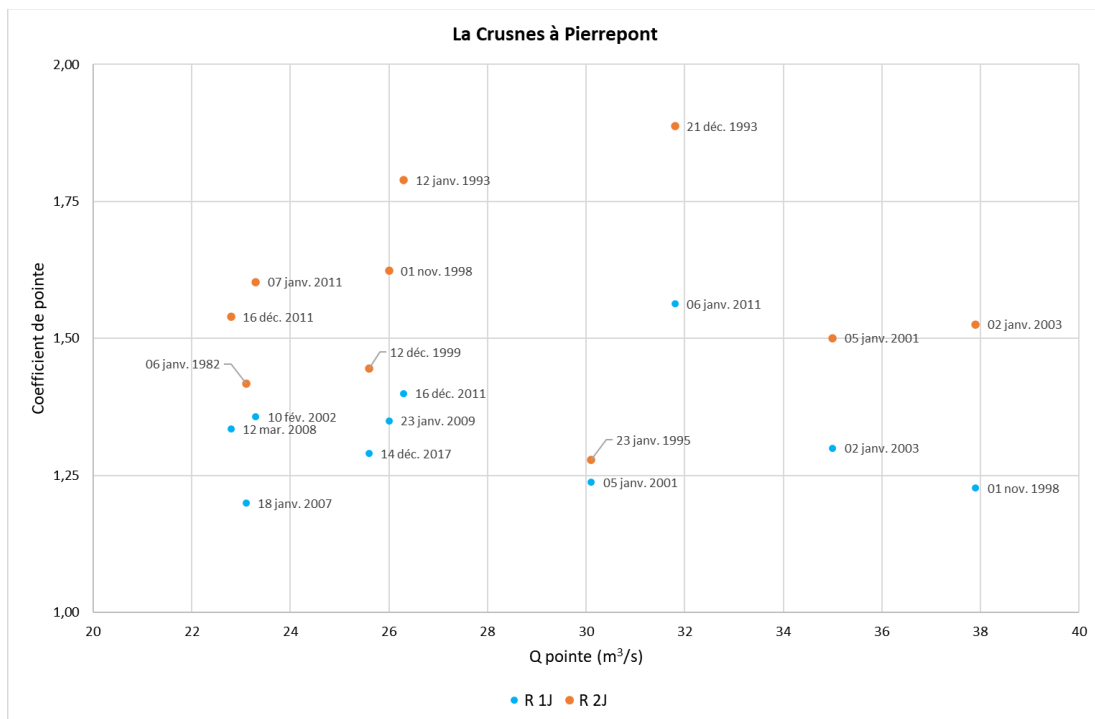


Figure 97 : La Crusnes à Pierrepont – Coefficients de pointe sur 1 et 2 jours

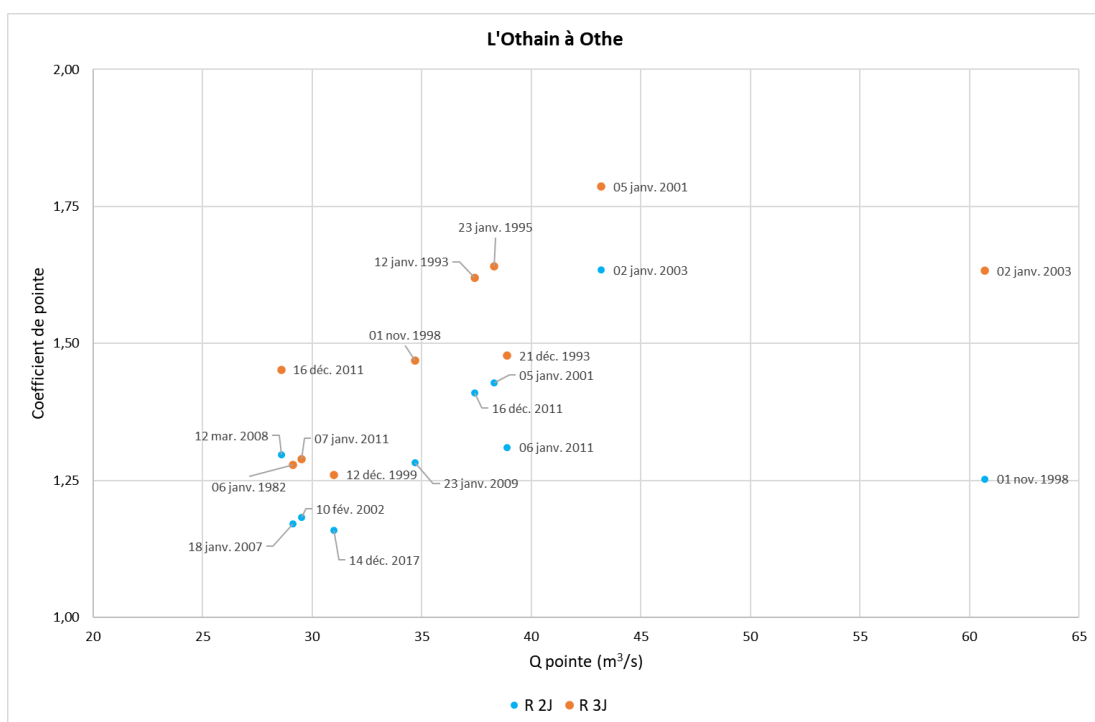


Figure 98 : L'Othain à Othe – Coefficients de pointe sur 2 et 3 jours

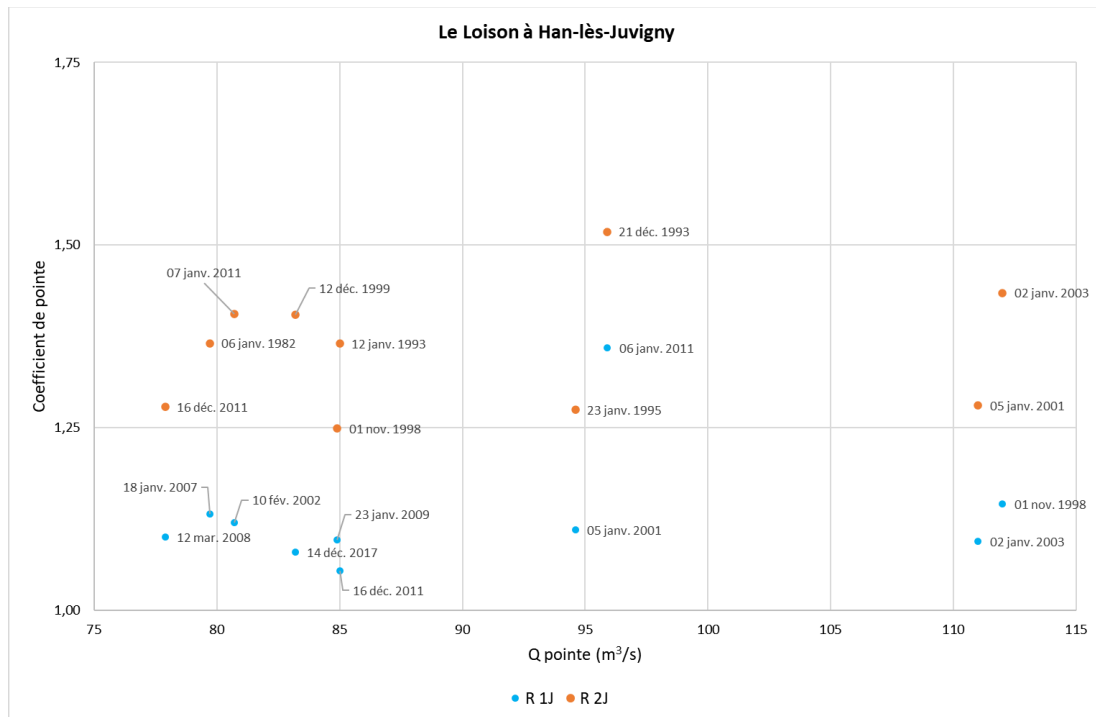
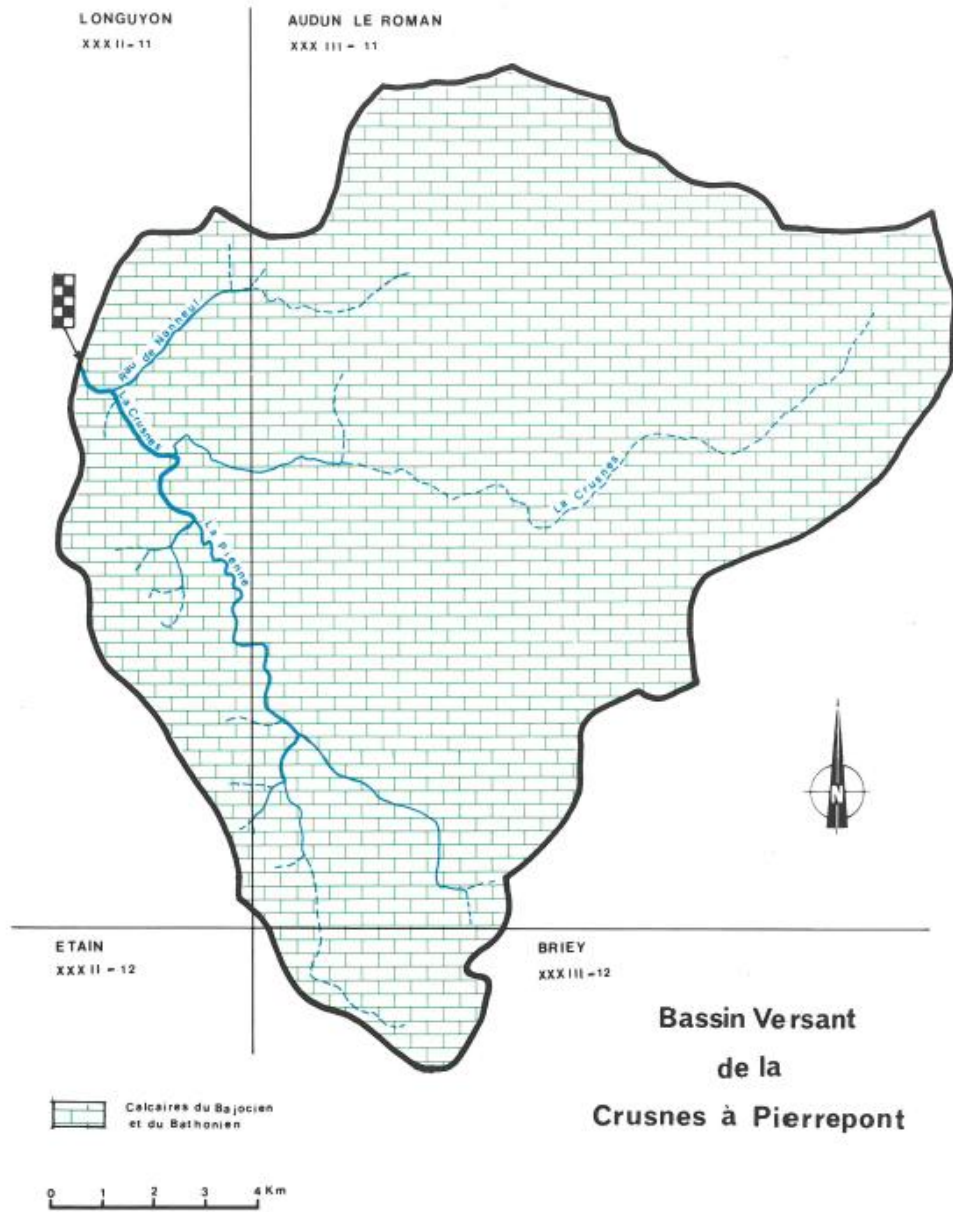


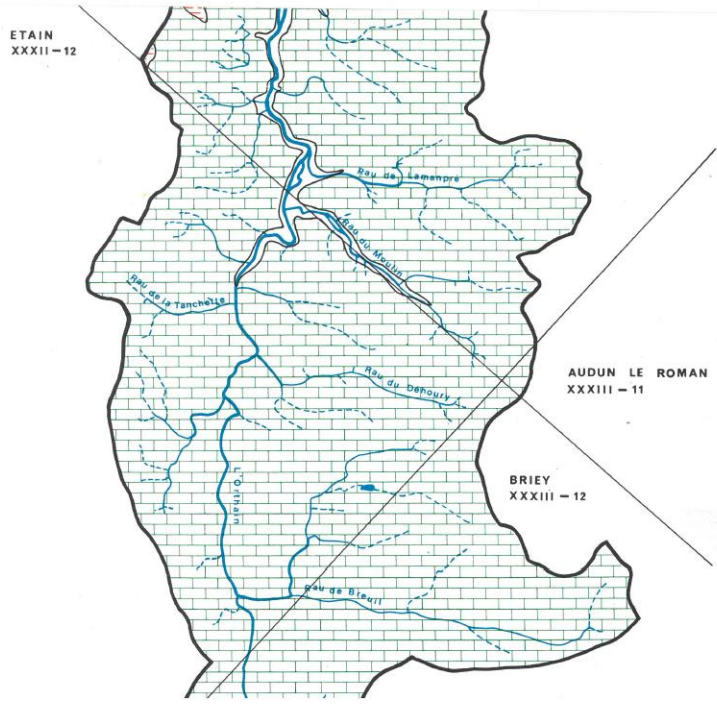
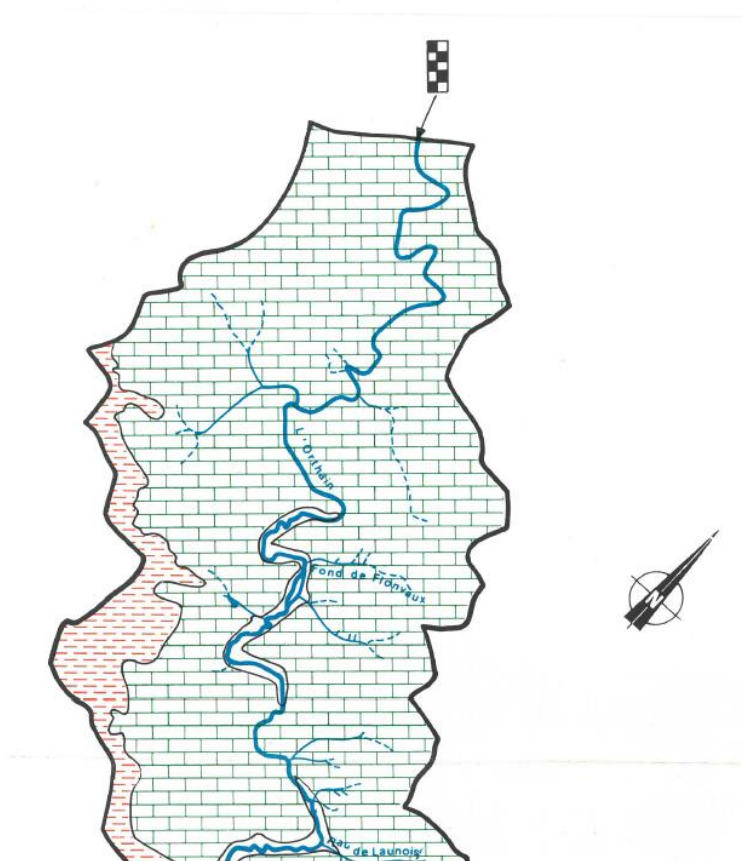
Figure 99 : Le Loison à Hans-lès-Juvigny – Coefficients de pointe sur 1 et 2 jours

11 ANNEXE N°5 : CONTEXTE GEOLOGIQUE

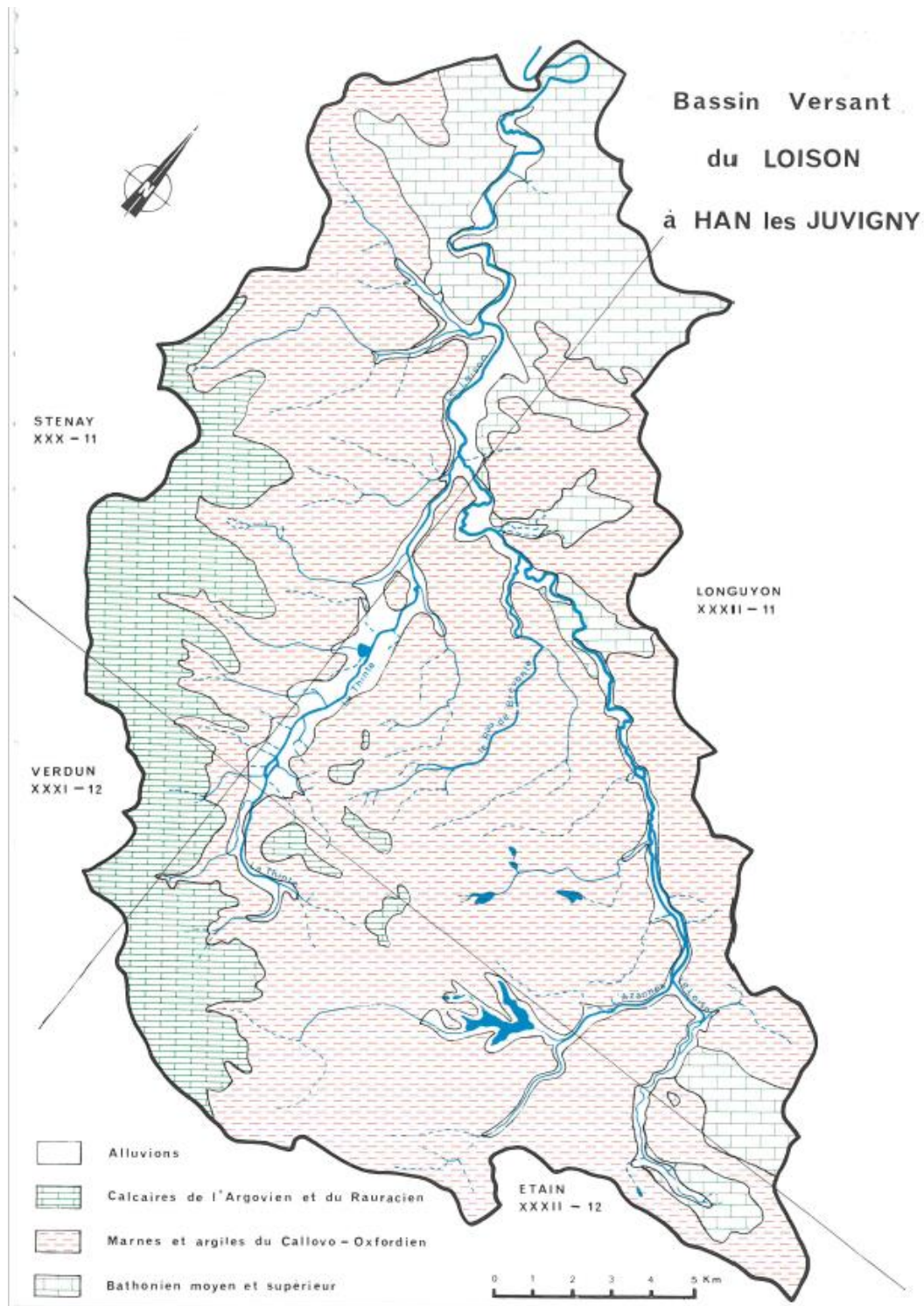
La Crusnes à Pierrepont



L'Othain à Othe



Le Loison à Han-lès-Juvigny



Le Ton à Hornoncourt

