

## SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>SOUS-BASSIN DE LA MOSELLE AMONT</b>	<b>1</b>
1.1	A4050620 – LA MOSELLE A RUPT-SUR-MOSELLE	1
1.1.1	ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES	1
1.1.1.1	Estimation de la durée caractéristique D	1
1.1.1.2	Estimation coefficient de forme $r_D$	2
1.1.1.3	Construction de l'hydrogramme moyen normé	2
1.1.2	ANALYSE STATISTIQUE	2
1.1.2.1	Echantillonnages	2
1.1.2.2	Résultats	3
1.1.3	ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE	3
1.1.3.1	Choix de la période pivot	3
1.1.3.2	Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE	3
1.1.4	SYNTHESE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE	4
1.2	A4200620 – LA MOSELLE A REMIREMONT	6
1.2.1	ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES	6
1.2.1.1	Estimation de la durée caractéristique D	6
1.2.1.2	Estimation coefficient de forme $r_D$	6
1.2.1.3	Construction de l'hydrogramme moyen normé	7
1.2.2	ANALYSE STATISTIQUE	7
1.2.2.1	Echantillonnage	7
1.2.2.2	Résultats	7
1.2.3	ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE	8
1.2.3.1	Choix de la période pivot	8
1.2.3.2	Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE	8
1.2.4	SYNTHESE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE	9
1.3	A4200630 – LA MOSELLE A SAINT-NABORD	11
1.3.1	ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES	11
1.3.1.1	Estimation de la durée caractéristique D	11
1.3.1.2	Estimation coefficient de forme $r_D$	12
1.3.1.3	Construction de l'hydrogramme moyen normé	12
1.3.2	ANALYSE STATISTIQUE	12
1.3.2.1	Echantillonnage	12
1.3.2.2	Résultats	12

1.3.3	ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE	13
1.3.3.1	Choix de la période pivot	13
1.3.3.2	Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE	13
1.3.4	SYNTHESE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE	14
1.4	A4250640 – LA MOSELLE A EPINAL	16
1.4.1	ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES	16
1.4.1.1	Estimation de la durée caractéristique D	16
1.4.1.2	Estimation coefficient de forme $r_D$	17
1.4.1.3	Construction de l'hydrogramme moyen normé	17
1.4.2	ANALYSE STATISTIQUE	17
1.4.2.1	Echantillonnage MAXAN	17
1.4.2.2	Résultats	17
1.4.3	ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE	18
1.4.3.1	Choix de la période pivot	18
1.4.3.2	Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE	18
1.4.4	SYNTHESE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE	19
1.5	A5110610 – LA MOSELLE A TONNOY	21
1.5.1	ASSOCIATION DE STATIONS	21
1.5.2	ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES	21
1.5.2.1	Estimation de la durée caractéristique D	22
1.5.2.2	Estimation coefficient de forme $r_D$	22
1.5.2.3	Construction de l'hydrogramme moyen normé	22
1.5.3	ANALYSE STATISTIQUE	22
1.5.3.1	Echantillonnage MAXAN	22
1.5.3.2	Résultats	23
1.5.4	ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE	23
1.5.4.1	Choix de la période pivot	23
1.5.4.2	Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE	23
1.5.5	SYNTHESE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE	24
1.6	A5500610 – LA MOSELLE A PONT-SAINT-VINCENT	26
1.6.1	ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES	26
1.6.1.1	Estimation de la durée caractéristique D	26
1.6.1.2	Estimation coefficient de forme $r_D$	26
1.6.1.3	Construction de l'hydrogramme moyen normé	27
1.6.2	ANALYSE STATISTIQUE	27
1.6.2.1	Echantillonnage MAXAN	27
1.6.2.2	Résultats	27

1.6.3	ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE	28
1.6.3.1	Choix de la période pivot	28
1.6.3.2	Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE	28
1.6.4	SYNTHESE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE	29
1.7	A5730610 – LA MOSELLE A TOUL	31
1.7.1	ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES	31
1.7.1.1	Estimation de la durée caractéristique D	31
1.7.1.2	Estimation coefficient de forme $r_D$	32
1.7.1.3	Construction de l'hydrogramme moyen normé	32
1.7.2	ANALYSE STATISTIQUE	32
1.7.2.1	Echantillonnage MAXAN	32
1.7.2.2	Résultats	32
1.7.3	ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE	33
1.7.3.1	Choix de la période pivot	33
1.7.3.2	Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE	33
1.7.4	SYNTHESE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE	34
1.8	A7010610 – LA MOSELLE A CUSTINES	36
1.8.1	ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES	36
1.8.1.1	Estimation de la durée caractéristique D	36
1.8.1.2	Estimation coefficient de forme $r_D$	37
1.8.1.3	Construction de l'hydrogramme moyen normé	37
1.8.2	ANALYSE STATISTIQUE	37
1.8.2.1	Echantillonnage MAXAN	37
1.8.2.2	Résultats	37
1.8.3	ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE	38
1.8.3.1	Choix de la période pivot	38
1.8.3.2	Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE	38
1.8.4	SYNTHESE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE	39
<b>2</b>	<b>AFFLUENTS DE LA MOSELLE AMONT</b>	<b>41</b>
2.1	A4140202 – LA MOSELOTTE A VAGNEY	41
2.1.1	ASSOCIATION DE STATIONS	41
2.1.2	CONCLUSION SUR L'EXPLOITATION DES MESURES A LA STATION DE VAGNEY SUR LA MOSELOTTE	43
2.2	A4173010 – LA CLEURIE A CLEURIE	44
2.2.1	ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES	44
2.2.1.1	Estimation de la durée caractéristique D	44

2.2.1.2	Estimation coefficient de forme $r_D$	45
2.2.1.3	Construction de l'hydrogramme moyen normé	45
2.2.2	ANALYSE STATISTIQUE	45
2.2.2.1	Echantillonnage	45
2.2.2.2	Résultats	45
2.2.3	ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE	46
2.2.3.1	Choix de la période pivot	46
2.2.3.2	Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE	46
2.2.4	SYNTHESE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE	47
2.3	A4362030 – LA VOLOGNE A CHENIMENIL	49
2.3.1	ASSOCIATION DE STATIONS	49
2.3.2	ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES	49
2.3.2.1	Estimation de la durée caractéristique D	50
2.3.2.2	Estimation coefficient de forme $r_D$	50
2.3.2.3	Construction de l'hydrogramme moyen normé	51
2.3.3	ANALYSE STATISTIQUE	51
2.3.3.1	Echantillonnage	51
2.3.3.2	Résultats	51
2.3.4	ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE	52
2.3.4.1	Choix de la période pivot	52
2.3.4.2	Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE	52
2.3.5	SYNTHESE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE	52
2.4	A4442010 – LE DURBION A VAXONCOURT	54
2.4.1	ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES	54
2.4.1.1	Estimation de la durée caractéristique D	54
2.4.1.2	Estimation coefficient de forme $r_D$	54
2.4.1.3	Construction de l'hydrogramme moyen normé	54
2.4.2	ANALYSE STATISTIQUE	55
2.4.2.1	Echantillonnage	55
2.4.2.2	Résultats	55
2.4.3	ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE	56
2.4.3.1	Choix de la période pivot	56
2.4.3.2	Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE	56
2.4.4	SYNTHESE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE	56
2.5	A5012010 – L'EURON A FROVILLE	58
2.5.1	ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES	58
2.5.1.1	Estimation de la durée caractéristique D	58



2.5.1.2	Estimation coefficient de forme $r_D$	58
2.5.1.3	Construction de l'hydrogramme moyen normé	59
<b>2.5.2</b>	<b>ANALYSE STATISTIQUE</b>	<b>59</b>
2.5.2.1	Echantillonnage	59
2.5.2.2	Résultats	59
<b>2.5.3</b>	<b>ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE</b>	<b>60</b>
2.5.3.1	Choix de la période pivot	60
2.5.3.2	Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE	60
<b>2.5.4</b>	<b>SYNTHESE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>61</b>
<b>2.6</b>	<b>A5431010 – LE MADON A PULLIGNY</b>	<b>63</b>
<b>2.6.1</b>	<b>ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES</b>	<b>63</b>
2.6.1.1	Estimation de la durée caractéristique D	63
2.6.1.2	Estimation coefficient de forme $r_D$	64
2.6.1.3	Construction de l'hydrogramme moyen normé	64
<b>2.6.2</b>	<b>ANALYSE STATISTIQUE</b>	<b>64</b>
2.6.2.1	Echantillonnage	64
2.6.2.2	Résultats	64
<b>2.6.3</b>	<b>ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE</b>	<b>65</b>
2.6.3.1	Choix de la période pivot	65
2.6.3.2	Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE	65
<b>2.6.4</b>	<b>SYNTHESE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>66</b>
<b>2.7</b>	<b>A5723010 – L'INGRESSIN A TOUL</b>	<b>68</b>
<b>2.7.1</b>	<b>ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES</b>	<b>68</b>
2.7.1.1	Estimation de la durée caractéristique D	68
2.7.1.2	Estimation coefficient de forme $r_D$	68
2.7.1.3	Construction de l'hydrogramme moyen normé	69
<b>2.7.2</b>	<b>ANALYSE STATISTIQUE</b>	<b>69</b>
2.7.2.1	Echantillonnage	69
2.7.2.2	Résultats	69
<b>2.7.3</b>	<b>ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE</b>	<b>70</b>
2.7.3.1	Choix de la période pivot	70
2.7.3.2	Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE	70
<b>2.7.4</b>	<b>SYNTHESE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>70</b>
<b>3</b>	<b>SOUS-BASSINS DE LA MEURTHE</b>	<b>72</b>
<b>3.1</b>	<b>A6051020 – LA MEURTHE A SAINT-DIE-DES-VOSGES</b>	<b>72</b>
<b>3.1.1</b>	<b>ASSOCIATION DE STATIONS</b>	<b>72</b>

3.1.2	ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES	72
3.1.2.1	Estimation de la durée caractéristique D	73
3.1.2.2	Estimation coefficient de forme $r_D$	73
3.1.2.3	Construction de l'hydrogramme moyen normé	74
3.1.3	ANALYSE STATISTIQUE	74
3.1.3.1	Echantillonnage	74
3.1.3.2	Résultats	74
3.1.4	ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE	75
3.1.4.1	Choix de la période pivot	75
3.1.4.2	Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE	75
3.1.5	SYNTHESE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE	76
3.2	A6151030 – LA MEURTHE A RAON-L'ETAPE	78
3.2.1	ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES	78
3.2.1.1	Estimation de la durée caractéristique D	78
3.2.1.2	Estimation coefficient de forme $r_D$	79
3.2.1.3	Construction de l'hydrogramme moyen normé	79
3.2.2	ANALYSE STATISTIQUE	79
3.2.2.1	Echantillonnage	79
3.2.2.2	Résultats	79
3.2.3	ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE	80
3.2.3.1	Choix de la période pivot	80
3.2.3.2	Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE	80
3.2.4	SYNTHESE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE	81
3.3	A6232010 – LA PLAINE A RAON-L'ETAPE	83
3.3.1	ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES	83
3.3.1.1	Estimation de la durée caractéristique D	83
3.3.1.2	Estimation coefficient de forme $r_D$	83
3.3.1.3	Construction de l'hydrogramme moyen normé	83
3.3.2	ANALYSE STATISTIQUE	84
3.3.2.1	Echantillonnage MAXAN	84
3.3.2.2	Echantillonnage SUPSEUIL	84
3.3.2.3	Résultats	84
3.3.3	ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE	85
3.3.3.1	Choix de la période pivot	85
3.3.3.2	Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE	85
3.3.4	SYNTHESE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE	86
3.4	A6341010 – LA MEURTHE A LUNEVILLE	88

3.4.1	ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES	88
3.4.1.1	Estimation de la durée caractéristique D	88
3.4.1.2	Estimation coefficient de forme $r_D$	88
3.4.1.3	Construction de l'hydrogramme moyen normé	89
3.4.2	ANALYSE STATISTIQUE	89
3.4.2.1	Echantillonnage	89
3.4.2.2	Résultats	89
3.4.3	ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE	90
3.4.3.1	Choix de la période pivot	90
3.4.3.2	Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE	90
3.4.4	SYNTHESE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE	91
3.5	A6571110 – LA VEZOUZE A LUNEVILLE	93
3.5.1	ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES	93
3.5.1.1	Estimation de la durée caractéristique D	93
3.5.1.2	Estimation coefficient de forme $r_D$	94
3.5.1.3	Construction de l'hydrogramme moyen normé	94
3.5.2	ANALYSE STATISTIQUE	94
3.5.2.1	Echantillonnage	94
3.5.2.2	Résultats	94
3.5.3	ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE	95
3.5.3.1	Choix de la période pivot	95
3.5.3.2	Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE	95
3.5.4	SYNTHESE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE	96
3.6	A6761010 – LA MEURTHE A DAMELEVIERES	98
3.6.1	ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES	98
3.6.1.1	Estimation de la durée caractéristique D	98
3.6.1.2	Estimation coefficient de forme $r_D$	99
3.6.1.3	Construction de l'hydrogramme moyen normé	99
3.6.2	ANALYSE STATISTIQUE	99
3.6.2.1	Echantillonnage MAXAN	99
3.6.2.2	Résultats	99
3.6.3	ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE	100
3.6.3.1	Choix de la période pivot	100
3.6.3.2	Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE	100
3.6.4	SYNTHESE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE	101
3.7	A6872010 – LE SANON A DOMBASLE-SUR-MEURTHE	103

3.7.1	ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES	103
3.7.1.1	Estimation de la durée caractéristique D	103
3.7.1.2	Estimation coefficient de forme $r_D$	103
3.7.1.3	Construction de l'hydrogramme moyen normé	104
3.7.2	ANALYSE STATISTIQUE	104
3.7.2.1	Echantillonnage	104
3.7.2.2	Résultats	104
3.7.3	ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE	105
3.7.3.1	Choix de la période pivot	105
3.7.3.2	Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE	105
3.7.4	SYNTHESE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE	106
3.8	A6761010 – LA MEURTHE A LANEUVEVILLE	108
3.8.1	ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES	108
3.8.1.1	Estimation de la durée caractéristique D	108
3.8.1.2	Estimation coefficient de forme $r_D$	108
3.8.1.3	Construction de l'hydrogramme moyen normé	109
3.8.2	ANALYSE STATISTIQUE	109
3.8.2.1	Echantillonnage	109
3.8.2.2	Résultats	109
3.8.3	ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE	110
3.8.3.1	Choix de la période pivot	110
3.8.3.2	Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE	110
3.8.4	SYNTHESE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE	111
3.9	A6941020 – LA MEURTHE A MALZEVILLE	113
3.9.1	ASSOCIATION DE STATIONS	113
3.9.2	ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES	113
3.9.2.1	Estimation de la durée caractéristique D	114
3.9.2.2	Estimation coefficient de forme $r_D$	114
3.9.2.3	Construction de l'hydrogramme moyen normé	115
3.9.3	ANALYSE STATISTIQUE	115
3.9.3.1	Echantillonnage	115
3.9.3.2	Résultats	115
3.9.4	ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE	116
3.9.4.1	Choix de la période pivot	116
3.9.4.2	Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE	116

3.9.5	SYNTHESE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE	117
<hr/>		
<b>4</b>	<b>SOUS-BASSINS DE LA MOSELLE AVAL</b>	<b>119</b>
4.1	A7010610 – LA MOSELLE A CUSTINES	119
4.1.1	ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES	119
4.1.1.1	Estimation de la durée caractéristique D	119
4.1.1.2	Estimation coefficient de forme $r_D$	120
4.1.1.3	Construction de l'hydrogramme moyen normé	120
4.1.2	ANALYSE STATISTIQUE	120
4.1.2.1	Echantillonnage MAXAN	120
4.1.2.2	Résultats	120
4.1.3	ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE	121
4.1.3.1	Choix de la période pivot	121
4.1.3.2	Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE	121
4.1.4	SYNTHESE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE	122
<hr/>		
4.2	A7430610 – LA MOSELLE A METZ (PONT DES MORTS)	124
4.2.1	ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES	124
4.2.1.1	Estimation de la durée caractéristique D	124
4.2.1.2	Estimation coefficient de forme $r_D$	124
4.2.1.3	Construction de l'hydrogramme moyen normé	125
4.2.2	ANALYSE STATISTIQUE	125
4.2.2.1	Echantillonnage MAXAN	125
4.2.2.2	Résultats	125
4.2.3	ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE	126
4.2.3.1	Choix de la période pivot	126
4.2.3.2	Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE	126
4.2.4	SYNTHESE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE	127
<hr/>		
4.3	A7430610 – LA MOSELLE A HAGONDANGE/HAUONCOURT	129
4.3.1	ASSOCIATION DE STATIONS	129
4.3.2	ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES	130
4.3.2.1	Estimation de la durée caractéristique D	130
4.3.2.2	Estimation coefficient de forme $r_D$	131
4.3.2.3	Construction de l'hydrogramme moyen normé	131
4.3.3	ANALYSE STATISTIQUE	131

4.3.3.1	Echantillonnage MAXAN	131
4.3.3.2	Résultats	131
4.3.4	ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE	132
4.3.4.1	Choix de la période pivot	132
4.3.4.2	Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE	132
4.3.5	SYNTHESE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE	133
4.4	A8500610 – LA MOSELLE A UCKANGE	135
4.4.1	ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES	135
4.4.1.1	Estimation de la durée caractéristique D	135
4.4.1.2	Estimation coefficient de forme $r_D$	136
4.4.1.3	Construction de l'hydrogramme moyen normé	136
4.4.2	ANALYSE STATISTIQUE	136
4.4.2.1	Echantillonnage MAXAN	136
4.4.2.2	Résultats	136
4.4.3	ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE	137
4.4.3.1	Choix de la période pivot	137
4.4.3.2	Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE	137
4.4.4	SYNTHESE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE	138
<b>5</b>	<b>SOUS-BASSIN DE LA SEILLE</b>	<b>140</b>
5.1	A7581020 – LA SEILLE A MOYENVIC	140
5.1.1	ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES	140
5.1.1.1	Estimation de la durée caractéristique D	140
5.1.1.2	Estimation coefficient de forme $r_D$	141
5.1.1.3	Construction de l'hydrogramme moyen normé	141
5.1.2	ANALYSE STATISTIQUE	141
5.1.2.1	Echantillonnage	141
5.1.2.2	Résultats	141
5.1.3	ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE	142
5.1.3.1	Choix de la période pivot	142
5.1.3.2	Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE	142
5.1.4	SYNTHESE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE	143
5.2	A7642010 – LA PETITE SEILLE A CHATEAU-SALINS	145
5.2.1	ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES	145

5.2.1.1	Estimation de la durée caractéristique D	145
5.2.1.2	Estimation coefficient de forme $r_D$	145
5.2.1.3	Construction de l'hydrogramme moyen normé	146
5.2.2	ANALYSE STATISTIQUE	146
5.2.2.1	Echantillonnage	146
5.2.2.2	Résultats	146
5.2.3	ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE	147
5.2.3.1	Choix de la période pivot	147
5.2.3.2	Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE	147
5.2.4	SYNTHESE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE	148
5.3	A7821010 – LA SEILLE A NOMENY	150
5.3.1	ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES	150
5.3.1.1	Estimation de la durée caractéristique D	150
5.3.1.2	Estimation coefficient de forme $r_D$	150
5.3.1.3	Construction de l'hydrogramme moyen normé	151
5.3.2	ANALYSE STATISTIQUE	151
5.3.2.1	Echantillonnage MAXAN	151
5.3.2.2	Résultats	151
5.3.3	ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE	152
5.3.3.1	Choix de la période pivot	152
5.3.3.2	Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE	152
5.3.4	SYNTHESE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE	153
5.4	A7881020 – LA SEILLE A METZ (PONT LOTHAIRE)	155
5.4.1	ASSOCIATION DE STATIONS	155
5.4.2	ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES	155
5.4.2.1	Estimation de la durée caractéristique D	156
5.4.2.2	Estimation coefficient de forme $r_D$	156
5.4.2.3	Construction de l'hydrogramme moyen normé	157
5.4.3	ANALYSE STATISTIQUE	157
5.4.3.1	Echantillonnage MAXAN	157
5.4.3.2	Résultats	157
5.4.4	ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE	158
5.4.4.1	Choix de la période pivot	158
5.4.4.2	Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE	158
5.4.5	SYNTHESE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE	158

<b>6</b>	<b>SOUS-BASSIN DE L'ORNE</b>	<b>160</b>
6.1	CHOIX DES STATIONS A PRENDRE EN COMPTE	160
6.2	A8021010 – L'ORNE A ETAIN	162
6.2.1	ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES	162
6.2.1.1	Estimation de la durée caractéristique D	162
6.2.1.2	Estimation coefficient de forme $r_D$	162
6.2.1.3	Construction de l'hydrogramme moyen normé	163
6.2.2	ANALYSE STATISTIQUE	163
6.2.2.1	Echantillonnage	163
6.2.2.2	Résultats	163
6.2.3	ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE	164
6.2.3.1	Choix de la période pivot	164
6.2.3.2	Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE	164
6.2.4	SYNTHESE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE	165
6.3	A8071010 – L'ORNE A BONCOURT	167
6.3.1	ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES	167
6.3.1.1	Estimation de la durée caractéristique D	167
6.3.1.2	Estimation coefficient de forme $r_D$	168
6.3.1.3	Construction de l'hydrogramme moyen normé	168
6.3.2	ANALYSE STATISTIQUE	168
6.3.2.1	Echantillonnage MAXAN	168
6.3.2.2	Résultats	168
6.3.3	ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE	169
6.3.3.1	Choix de la période pivot	169
6.3.3.2	Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE	169
6.3.4	SYNTHESE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE	170
6.4	A8182010 – L'YRON A JARNY (LA CARTOUCHERIE)	172
6.4.1	ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES	172
6.4.1.1	Estimation de la durée caractéristique D	172
6.4.1.2	Estimation coefficient de forme $r_D$	172
6.4.1.3	Construction de l'hydrogramme moyen normé	173
6.4.2	ANALYSE STATISTIQUE	173
6.4.2.1	Echantillonnage	173
6.4.2.2	Résultats	173
6.4.3	ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE	174



6.4.3.1	Choix de la période pivot	174
6.4.3.2	Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE	174
6.4.4	<b>SYNTHESE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>175</b>
6.4.5	COMPLEMENT	176
6.5	<b>A8322010 – LE WOIGOT À BRIEY</b>	<b>177</b>
6.5.1	<b>ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES</b>	<b>177</b>
6.5.1.1	Estimation de la durée caractéristique D	177
6.5.1.2	Estimation coefficient de forme $r_D$	178
6.5.1.3	Construction de l'hydrogramme moyen normé	178
6.5.2	<b>ANALYSE STATISTIQUE</b>	<b>178</b>
6.5.2.1	Echantillonnage	178
6.5.2.2	Résultats	178
6.5.3	<b>ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE</b>	<b>179</b>
6.5.3.1	Choix de la période pivot	179
6.5.3.2	Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE	179
6.5.4	<b>SYNTHESE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>180</b>
6.6	<b>A8431010 – L'ORNE A ROSSELANGE</b>	<b>182</b>
6.6.1	<b>ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES</b>	<b>182</b>
6.6.1.1	Estimation de la durée caractéristique D	182
6.6.1.2	Estimation coefficient de forme $r_D$	183
6.6.1.3	Construction de l'hydrogramme moyen normé	183
6.6.2	<b>ANALYSE STATISTIQUE</b>	<b>183</b>
6.6.2.1	Echantillonnage MAXAN	183
6.6.2.2	Résultats	183
6.6.3	<b>ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE</b>	<b>184</b>
6.6.3.1	Choix de la période pivot	184
6.6.3.2	Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE	184
6.6.4	<b>SYNTHESE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>185</b>
<b>7</b>	<b>AFFLUENTS DE LA MOSELLE AVAL</b>	<b>187</b>
7.1	<b>A7122010 – LE RUISSEAU D'ESCH A JEZAINVILLE</b>	<b>187</b>
7.1.1	<b>ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES</b>	<b>187</b>
7.1.1.1	Estimation de la durée caractéristique D	187
7.1.1.2	Estimation coefficient de forme $r_D$	188

7.1.1.3	Construction de l'hydrogramme moyen normé	188
7.1.2	ANALYSE STATISTIQUE	188
7.1.2.1	Echantillonnage	188
7.1.2.2	Résultats	188
7.1.3	ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE	189
7.1.3.1	Choix de la période pivot	189
7.1.3.2	Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE	189
7.1.4	SYNTHESE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE	190
7.2	A7352010 – LE RUPT DE MAD A ONVILLE	192
7.2.1	ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES	192
7.2.1.1	Estimation de la durée caractéristique D	192
7.2.1.2	Estimation coefficient de forme $r_D$	193
7.2.1.3	Construction de l'hydrogramme moyen normé	193
7.2.2	ANALYSE STATISTIQUE	193
7.2.2.1	Echantillonnage	193
7.2.2.2	Résultats	193
7.2.3	ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE	194
7.2.3.1	Choix de la période pivot	194
7.2.3.2	Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE	194
7.2.4	SYNTHESE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE	195
7.3	A8612020 – LA FENSCH A KNUTANGE	197
7.3.1	ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES	197
7.3.1.1	Estimation de la durée caractéristique D	198
7.3.1.2	Estimation coefficient de forme $r_D$	198
7.3.1.3	Construction de l'hydrogramme moyen normé	198
7.3.2	ANALYSE STATISTIQUE	198
7.3.2.1	Echantillonnage	198
7.3.2.2	Résultats	198
7.3.3	ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE	199
7.3.3.1	Choix de la période pivot	199
7.3.3.2	Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE	199
7.3.4	SYNTHESE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE	200



## TABLE DES FIGURES

Figure 1-1 : durée caractéristique et coefficient de forme – Moselle à Rupt-sur-Moselle. _____	1
Figure 1-2 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Moselle à Rupt-sur-Moselle. _____	2
Figure 1-3 : ajustements statistiques – Moselle à Rupt-sur-Moselle. _____	3
Figure 1-4 : comparaison avec la base SHYREG – Moselle à Rupt-sur-Moselle. _____	5
Figure 1-5 : durée caractéristique et coefficient de forme – Moselle à Remiremont. _____	6
Figure 1-6 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Moselle à Remiremont. _____	7
Figure 1-7 : ajustements statistiques – Moselle à Remiremont. _____	8
Figure 1-8 : comparaison avec la base SHYREG – Moselle à Remiremont. _____	10
Figure 1-9 : durée caractéristique et coefficient de forme – Moselle à Saint-Nabord. _____	11
Figure 1-10 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Moselle à Saint-Nabord. _____	12
Figure 1-11 : ajustements statistiques – Moselle à Saint-Nabord. _____	13
Figure 1-12 : comparaison avec la base SHYREG – Moselle à Saint-Nabord. _____	15
Figure 1-13 : durée caractéristique et coefficient de forme – Moselle à Epinal. _____	16
Figure 1-14 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Moselle à Epinal. _____	17
Figure 1-15 : ajustements statistiques – Moselle à Epinal. _____	18
Figure 1-16 : comparaison avec la base SHYREG – Moselle à Epinal. _____	20
Figure 1-17 : durée caractéristique et coefficient de forme – Moselle à Tonnoy. _____	21
Figure 1-18 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Moselle à Tonnoy. _____	22
Figure 1-19 : ajustements statistiques – Moselle à Tonnoy. _____	23
Figure 1-20 : comparaison avec la base SHYREG – Moselle à Tonnoy. _____	25
Figure 1-21 : durée caractéristique et coefficient de forme – Moselle à Pont-Saint-Vincent. _____	26
Figure 1-22 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Moselle à Pont-Saint-Vincent. _____	27
Figure 1-23 : ajustements statistiques – Moselle à Pont-Saint-Vincent. _____	28
Figure 1-24 : comparaison avec la base SHYREG – Moselle à Pont-Saint-Vincent. _____	30
Figure 1-25 : durée caractéristique et coefficient de forme – Moselle à Toul. _____	31
Figure 1-26 : hydrogramme moyen normé – Moselle à Toul. _____	32
Figure 1-27 : ajustements statistiques – Moselle à Toul. _____	33
Figure 1-28 : comparaison avec la base SHYREG – Moselle à Toul. _____	35
Figure 1-29 : durée caractéristique et coefficient de forme – Moselle à Custines. _____	36
Figure 1-30 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Moselle à Custines. _____	37
Figure 1-31 : ajustements statistiques – Moselle à Custines. _____	38
Figure 1-32 : comparaison avec la base SHYREG – Moselle à Custines. _____	40
Figure 2-1 : hydrogrammes de la crue d'octobre 2006 à Vagney. _____	41
Figure 2-2 : comparaison des débits de pointe à Vagney avec ceux de la Moselle à Rupt-sur-Moselle. _____	42

Figure 2-3 : comparaison des débits de pointe à Vagney avec ceux de la Cleurie. _____	42
Figure 2-4 : échantillons MAXAN aux deux stations de Vagney sur la Moselotte _____	42
Figure 2-5 : durée caractéristique et coefficient de forme – Cleurie à Cleurie. _____	44
Figure 2-6 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Cleurie à Cleurie. _____	45
Figure 2-7 : ajustements statistiques – Cleurie à Cleurie. _____	46
Figure 2-8 : comparaison avec la base SHYREG – Cleurie à Cleurie. _____	48
Figure 2-9 : comparaison des débits de pointe à Cheniménil avec ceux de la Vologne. _____	49
Figure 2-10 : durée caractéristique et coefficient de forme – Vologne à Cheniménil. _____	50
Figure 2-11 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Vologne à Cheniménil. _	51
Figure 2-12 : ajustements statistiques – Vologne à Cheniménil. _____	51
Figure 2-13 : comparaison avec la base SHYREG – Vologne à Cheniménil. _____	53
Figure 2-14 : durée caractéristique des crues observées – Durbion à Vaxoncourt. _____	54
Figure 2-15 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Durbion à Vaxoncourt. _	55
Figure 2-16 : ajustements statistiques – Durbion à Vaxoncourt. _____	55
Figure 2-17 : comparaison avec la base SHYREG – Durbion à Vaxoncourt. _____	57
Figure 2-18 : durée caractéristique et coefficient de forme – Euron à Froville. _____	58
Figure 2-19 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Euron à Froville. _____	59
Figure 2-20 : ajustements statistiques – Euron à Froville. _____	59
Figure 2-21 : comparaison avec la base SHYREG – Euron à Froville. _____	62
Figure 2-22 : durée caractéristique et coefficient de forme – Madon à Pulligny. _____	63
Figure 2-23 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Madon à Pulligny. _____	64
Figure 2-24 : ajustements statistiques – Madon à Pulligny. _____	65
Figure 2-25 : comparaison avec la base SHYREG – Madon à Pulligny. _____	67
Figure 2-26 : durée caractéristique des crues observées – Ingressin à Toul. _____	68
Figure 2-27 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Ingressin à Toul. _____	69
Figure 2-28 : ajustements statistiques – Ingressin à Toul. _____	69
Figure 2-29 : comparaison avec la base SHYREG – Ingressin à Toul. _____	71
Figure 3-1 : comparaison des débits de pointe à Saint-Dié-des-Vosges avec ceux de Raon-l'Etape. _____	72
Figure 3-2 : durée caractéristique et coefficient de forme – Meurthe à Saint-Dié-des-Vosges. _	73
Figure 3-3 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Meurthe à Saint-Dié-des-Vosges. _____	74
Figure 3-4 : ajustements statistiques – Meurthe à Saint-Dié-des-Vosges. _____	75
Figure 3-5 : comparaison avec la base SHYREG – Meurthe à Saint-Dié-des-Vosges. _____	77
Figure 3-6 : durée caractéristique et coefficient de forme – Meurthe à Raon-l'Etape. _____	78
Figure 3-7 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Meurthe à Raon-l'Etape. _	79
Figure 3-8 : ajustements statistiques – Meurthe à Raon-l'Etape. _____	80

Figure 3-9 : comparaison avec la base SHYREG – Meurthe à Raon-l'Etape. _____	82
Figure 3-10 : durée caractéristique des crues observées – Plaine à Raon-l'Etape. _____	83
Figure 3-11 : hydrogramme moyen normé – Plaine à Raon-l'Etape. _____	84
Figure 3-12 : ajustements statistiques – Plaine à Raon-l'Etape. _____	85
Figure 3-13 : comparaison avec la base SHYREG – Plaine à Raon-l'Etape. _____	87
Figure 3-14 : durée caractéristique des crues observées – Meurthe à Lunéville. _____	88
Figure 3-15 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Meurthe à Lunéville. ____	89
Figure 3-16 : ajustements statistiques – Meurthe à Lunéville. _____	90
Figure 3-17 : comparaison avec la base SHYREG – Meurthe à Lunéville. _____	92
Figure 3-18 : durée caractéristique et coefficient de forme – Vezouze à Lunéville. _____	93
Figure 3-19 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Vezouze à Lunéville. ____	94
Figure 3-20 : ajustements statistiques – Vezouze à Lunéville. _____	95
Figure 3-21 : comparaison avec la base SHYREG – Vezouze à Lunéville. _____	97
Figure 3-22 : durée caractéristique et coefficient de forme – Meurthe à Damelevières. _____	98
Figure 3-23 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Meurthe à Damelevières. 99	
Figure 3-24 : ajustements statistiques – Meurthe à Damelevières. _____	100
Figure 3-25 : comparaison avec la base SHYREG – Meurthe à Damelevières. _____	102
Figure 3-26 : durée caractéristique et coefficient de forme – Sânon à Dombasle-sur-Meurthe. _	103
Figure 3-27 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Sânon à Dombasle-sur-Meurthe. _____	104
Figure 3-28 : ajustements statistiques – Sânon à Dombasle-sur-Meurthe. _____	105
Figure 3-29 : comparaison avec la base SHYREG – Sânon à Dombasle-sur-Meurthe. _____	107
Figure 3-30 : durée caractéristique et coefficient de forme – Meurthe à Laneuveville. _____	108
Figure 3-31 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Meurthe à Laneuveville. 109	
Figure 3-32 : ajustements statistiques – Meurthe à Laneuveville. _____	110
Figure 3-33 : comparaison avec la base SHYREG – Meurthe à Laneuveville. _____	112
Figure 3-34 : comparaison des débits de pointe à Malzéville avec ceux de Damelevières. ____	113
Figure 3-35 : durée caractéristique des crues observées – Meurthe à Malzéville. _____	114
Figure 3-36 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Meurthe à Malzéville. _	115
Figure 3-37 : ajustements statistiques – Meurthe à Malzéville. _____	116
Figure 3-38 : comparaison avec la base SHYREG – Meurthe à Malzéville _____	118
Figure 4-1 : durée caractéristique et coefficient de forme – Moselle à Custines. _____	119
Figure 4-2 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Moselle à Custines. ____	120
Figure 4-3 : ajustements statistiques – Moselle à Custines. _____	121
Figure 4-4 : comparaison avec la base SHYREG – Moselle à Custines. _____	123
Figure 4-5 : durée caractéristique et coefficient de forme – Moselle à Metz. _____	124
Figure 4-6 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Moselle à Metz. _____	125

Figure 4-7 : ajustements statistiques – Moselle à Metz. _____	126
Figure 4-8 : comparaison avec la base SHYREG – Moselle à Metz. _____	128
Figure 4-9 : hydrogrammes de la crue de février 2013 à Hauconcourt et Hagondange. _____	129
Figure 4-10 : comparaison des débits de pointe à Hagondange/Hauconcourt avec ceux d’Uckange. _____	129
Figure 4-11 : durée caractéristique et coefficient de forme – Moselle à Hagondange/Hauconcourt. _____	130
Figure 4-12 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Moselle à Hagondange/Hauconcourt. _____	131
Figure 4-13 : ajustements statistiques – Moselle à Hagondange/Hauconcourt. _____	132
Figure 4-14 : comparaison avec la base SHYREG – Moselle à Hagondange/Hauconcourt. _____	134
Figure 4-15 : durée caractéristique des crues observées – Moselle à Uckange. _____	135
Figure 4-16 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Moselle à Uckange. _____	136
Figure 4-17 : ajustements statistiques – Moselle à Uckange. _____	137
Figure 4-18 : comparaison avec la base SHYREG – Moselle à Uckange. _____	139
Figure 5-1 : durée caractéristique et coefficient de forme – Seille à Moyenvic. _____	140
Figure 5-2 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Seille à Moyenvic. _____	141
Figure 5-3 : ajustements statistiques – Seille à Moyenvic. _____	142
Figure 5-4 : comparaison avec la base SHYREG – Seille à Moyenvic. _____	144
Figure 5-5 : durée caractéristique et coefficient de forme – Petite Seille à Château-Salins. _____	145
Figure 5-6 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Petite Seille à Château-Salins. _____	146
Figure 5-7 : ajustements statistiques – Petite Seille à Château-Salins. _____	147
Figure 5-8 : comparaison avec la base SHYREG – Petite Seille à Château-Salins. _____	149
Figure 5-9 : durée caractéristique des crues observées – Seille à Nomény. _____	150
Figure 5-10 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Seille à Nomény. _____	151
Figure 5-11 : ajustements statistiques – Seille à Nomény. _____	152
Figure 5-12 : comparaison avec la base SHYREG – Seille à Nomény. _____	154
Figure 5-13 : comparaison des débits de pointe à Metz avec ceux à Nomény sur la Seille. _____	155
Figure 5-14 : durée caractéristique des crues observées – Seille à Metz. _____	156
Figure 5-15 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Seille à Metz. _____	157
Figure 5-16 : ajustements statistiques – Seille à Metz. _____	157
Figure 5-17 : comparaison avec la base SHYREG – Seille à Metz. _____	159
Figure 6-1 : comparaison entre les crues maximales de l’Orne à Rosselange et les cumuls de pluies de 2 jours sur le bassin versant de l’Orne. _____	160
Figure 6-2 : durée caractéristique et coefficient de forme – Orne à Etain. _____	162
Figure 6-3 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Orne à Etain. _____	163
Figure 6-4 : ajustements statistiques – Orne à Etain. _____	163



Figure 6-5 : comparaison avec la base SHYREG – Orne à Etain. _____	166
Figure 6-6 : durée caractéristique et coefficient de forme – Orne à Boncourt. _____	167
Figure 6-7 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Orne à Boncourt. _____	168
Figure 6-8 : ajustements statistiques – Orne à Boncourt. _____	169
Figure 6-9 : comparaison avec la base SHYREG – Orne à Boncourt. _____	171
Figure 6-10 : durée caractéristique et coefficient de forme – Yron à Jarny (La Cartoucherie). _	172
Figure 6-11 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Yron à Jarny (La Cartoucherie). _____	173
Figure 6-12 : ajustements statistiques – Yron à Jarny (La Cartoucherie). _____	174
Figure 6-13 : comparaison avec la base SHYREG – Yron à Jarny (La Cartoucherie). _____	176
Figure 6-14 : durée caractéristique et coefficient de forme – Woigot à Briey. _____	177
Figure 6-15 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Woigot à Briey _____	178
Figure 6-16 : ajustements statistiques – Woigot à Briey. _____	179
Figure 6-17 : comparaison avec la base SHYREG – Woigot à Briey. _____	181
Figure 6-18 : durée caractéristique et coefficient de forme – Orne à Rosselange. _____	182
Figure 6-19 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Orne à Rosselange. __	183
Figure 6-20 : ajustements statistiques – Orne à Rosselange. _____	184
Figure 6-21 : comparaison avec la base SHYREG – Orne à Rosselange. _____	186
Figure 7-1 : durée caractéristique et coefficient de forme – Esch à Jézainville. _____	187
Figure 7-2 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Esch à Jézainville. ____	188
Figure 7-3 : ajustements statistiques – Esch à Jézainville. _____	189
Figure 7-4 : comparaison avec la base SHYREG – Esch à Jézainville. _____	191
Figure 7-5 : durée caractéristique et coefficient de forme – Rupt de Mad à Onville. _____	192
Figure 7-6 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Rupt de Mad à Onville. _	193
Figure 7-7 : ajustements statistiques – Rupt de Mad à Onville. _____	194
Figure 7-8 : comparaison avec la base SHYREG – Rupt de Mad à Onville. _____	196
Figure 7-9 : durée caractéristique et coefficient de forme – Fensch à Knutange – crues de type « hivernal ». _____	197
Figure 7-10 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Fensch à Knutange. __	198
Figure 7-11 : ajustements statistiques – Fensch à Knutange. _____	199
Figure 7-12 : comparaison avec la base SHYREG – Fensch à Knutange. _____	201

## TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1-1 : échantillons d'hydrogrammes de crues – Moselle à Rupt-sur-Moselle. ....	1
Tableau 1-2 : taille des échantillons – Moselle à Rupt-sur-Moselle. ....	2
Tableau 1-3 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGEE – Moselle à Rupt-sur-Moselle. ....	4



Tableau 1-4 : synthèse des estimations de débits – Moselle à Rupt-sur-Moselle.....	4
Tableau 1-5 : échantillons d’hydrogrammes de crues – Moselle à Remiremont.....	6
Tableau 1-6 : taille des échantillons – Moselle à Remiremont.....	7
Tableau 1-7 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGEE (m <sup>3</sup> /s) – Moselle à Remiremont. ...	9
Tableau 1-8 : synthèse des estimations de débits (m <sup>3</sup> /s) – Moselle à Remiremont. ....	9
Tableau 1-9 : échantillons d’hydrogrammes de crues – Moselle à Saint-Nabord.....	11
Tableau 1-10 : taille des échantillons – Moselle à Saint-Nabord. ....	12
Tableau 1-11 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGEE (m <sup>3</sup> /s) – Moselle à Saint-Nabord. .....	14
Tableau 1-12 : synthèse des estimations de débits (m <sup>3</sup> /s) – Moselle à Saint-Nabord.....	14
Tableau 1-13 : échantillons d’hydrogrammes de crues – Moselle à Epinal.....	16
Tableau 1-14 : taille des échantillons – Moselle à Epinal. ....	17
Tableau 1-15 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGE (m <sup>3</sup> /s) – Moselle à Epinal. ....	19
Tableau 1-16 : synthèse des estimations de débits (m <sup>3</sup> /s) – Moselle à Epinal.....	19
Tableau 1-17 : échantillons d’hydrogrammes de crues – Moselle à Tonnoy.....	21
Tableau 1-18 : taille des échantillons – Moselle à Tonnoy. ....	22
Tableau 1-19 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGE (m <sup>3</sup> /s) – Moselle à Tonnoy. ....	24
Tableau 1-20 : synthèse des estimations de débits (m <sup>3</sup> /s) – Moselle à Tonnoy.....	24
Tableau 1-21 : échantillons d’hydrogrammes de crues – Moselle à Pont-Saint-Vincent.....	26
Tableau 1-22 : taille des échantillons – Moselle à Pont-Saint-Vincent.....	27
Tableau 1-23 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGE (m <sup>3</sup> /s) – Moselle à Pont-Saint-Vincent. .....	29
Tableau 1-24 : synthèse des estimations de débits (m <sup>3</sup> /s) – Moselle à Pont-Saint-Vincent. ....	29
Tableau 1-25 : échantillons d’hydrogrammes de crues – Moselle à Toul. ....	31
Tableau 1-26 : taille des échantillons – Moselle à Toul. ....	32
Tableau 1-27 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGE (m <sup>3</sup> /s) – Moselle à Toul. ....	34
Tableau 1-28 : synthèse des estimations de débits (m <sup>3</sup> /s) – Moselle à Toul.....	34
Tableau 1-29 : échantillons d’hydrogrammes de crues – Moselle à Custines.....	36
Tableau 1-30 : taille des échantillons – Moselle à Custines. ....	37
Tableau 1-31 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGE (m <sup>3</sup> /s) – Moselle à Custines. ....	39
Tableau 1-32 : synthèse des estimations de débits (m <sup>3</sup> /s) – Moselle à Custines.....	39
Tableau 2-1 : échantillons d’hydrogrammes de crues – Cleurie à Cleurie. ....	44
Tableau 2-2 : taille des échantillons – Cleurie à Cleurie.....	45
Tableau 2-3 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGEE – Cleurie à Cleurie.....	47
Tableau 2-4 : synthèse des estimations de débits – Cleurie à Cleurie.....	47
Tableau 2-5 : échantillons d’hydrogrammes de crues – Vologne à Cheniménil.....	50
Tableau 2-6 : taille des échantillons – Vologne à Cheniménil.....	51

Tableau 2-7 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGEE – Vologne à Cheniménil. ....	52
Tableau 2-8 : synthèse des estimations de débits – Vologne à Cheniménil. ....	53
Tableau 2-9 : échantillons d’hydrogrammes de crues – Durbion à Vaxoncourt. ....	54
Tableau 2-10 : taille des échantillons – Durbion à Vaxoncourt. ....	55
Tableau 2-11 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGEE – Durbion à Vaxoncourt. ....	56
Tableau 2-12 : synthèse des estimations de débits – Durbion à Vaxoncourt. ....	57
Tableau 2-13 : échantillons d’hydrogrammes de crues – Euron à Froville. ....	58
Tableau 2-14 : taille des échantillons – Euron à Froville. ....	59
Tableau 2-15 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGEE – Euron à Froville. ....	61
Tableau 2-16 : synthèse des estimations de débits – Euron à Froville. ....	61
Tableau 2-17 : échantillons d’hydrogrammes de crues – Madon à Pulligny. ....	63
Tableau 2-18 : taille des échantillons – Madon à Pulligny. ....	64
Tableau 2-19 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGEE – Madon à Pulligny. ....	66
Tableau 2-20 : synthèse des estimations de débits – Madon à Pulligny. ....	66
Tableau 2-21 : durée caractéristique et coefficient de forme – Ingressin à Toul. ....	68
Tableau 2-22 : taille des échantillons – Ingressin à Toul. ....	69
Tableau 2-23 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGEE – Ingressin à Toul. ....	70
Tableau 2-24 : synthèse des estimations de débits – Ingressin à Toul. ....	71
Tableau 3-1 : échantillons d’hydrogrammes de crues – Meurthe à Saint-Dié-des-Vosges. ....	73
Tableau 3-2 : taille des échantillons – Meurthe à Saint-Dié-des-Vosges. ....	74
Tableau 3-3 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGEE – Meurthe à Saint-Dié-des-Vosges. ....	76
Tableau 3-4 : synthèse des estimations de débits – Meurthe à Saint-Dié-des-Vosges. ....	76
Tableau 3-5 : échantillons d’hydrogrammes de crues – Meurthe à Raon-l’Etape. ....	78
Tableau 3-6 : taille des échantillons – Meurthe à Raon-l’Etape. ....	79
Tableau 3-7 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGEE – Meurthe à Raon-l’Etape. ....	81
Tableau 3-8 : synthèse des estimations de débits – Meurthe à Raon-l’Etape. ....	81
Tableau 3-9 : échantillons d’hydrogrammes de crues – Plaine à Raon-l’Etape. ....	83
Tableau 3-10 : échantillonnage MAXAN – Plaine à Raon-l’Etape. ....	84
Tableau 3-11 : échantillonnage SUPSEUIL – Plaine à Raon-l’Etape. ....	84
Tableau 3-12 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGEE – Plaine à Raon-l’Etape. ....	86
Tableau 3-13 : synthèse des estimations de débits – Plaine à Raon-l’Etape. ....	86
Tableau 3-14 : échantillons d’hydrogrammes de crues – Meurthe à Lunéville. ....	88
Tableau 3-15 : taille des échantillons – Meurthe à Lunéville. ....	89
Tableau 3-16 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGEE – Meurthe à Lunéville. ....	91
Tableau 3-17 : synthèse des estimations de débits – Meurthe à Lunéville. ....	91
Tableau 3-18 : échantillons d’hydrogrammes de crues – Vezouze à Lunéville. ....	93

Tableau 3-19 : taille des échantillons – Vezouze à Lunéville.....	94
Tableau 3-20 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGEE – Vezouze à Lunéville. ....	96
Tableau 3-21 : synthèse des estimations de débits – Vezouze à Lunéville. ....	96
Tableau 3-22 : échantillons d’hydrogrammes de crues – Meurthe à Damelevières. ....	98
Tableau 3-23 : échantillonnage SUPSEUIL – Meurthe à Damelevières. ....	99
Tableau 3-24 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGEE – Meurthe à Damelevières.....	101
Tableau 3-25 : synthèse des estimations de débits – Meurthe à Damelevières. ....	101
Tableau 3-26 : échantillons d’hydrogrammes de crues – Sânon à Dombasle-sur-Meurthe. ....	103
Tableau 3-27 : taille des échantillons – Sânon à Dombasle-sur-Meurthe. ....	104
Tableau 3-28 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGEE – Sânon à Dombasle-sur-Meurthe. .....	106
Tableau 3-29 : synthèse des estimations de débits – Sânon à Dombasle-sur-Meurthe.....	106
Tableau 3-30 : échantillons d’hydrogrammes de crues – Meurthe à Laneuveville. ....	108
Tableau 3-31 : taille des échantillons – Meurthe à Laneuveville.....	109
Tableau 3-32 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGEE – Meurthe à Laneuveville. ....	111
Tableau 3-33 : synthèse des estimations de débits – Meurthe à Laneuveville. ....	111
Tableau 3-34 : échantillons d’hydrogrammes de crues – Meurthe à Malzéville. ....	114
Tableau 3-35 : taille des échantillons – Meurthe à Malzéville.....	115
Tableau 3-36 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGEE – Meurthe à Malzéville.....	117
Tableau 3-37 : synthèse des estimations de débits – Meurthe à Malzéville.....	117
Tableau 4-1 : échantillons d’hydrogrammes de crues – Moselle à Custines.....	119
Tableau 4-2 : taille des échantillons – Moselle à Custines. ....	120
Tableau 4-3 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGEE (m <sup>3</sup> /s) – Moselle à Custines. ....	122
Tableau 4-4 : synthèse des estimations de débits (m <sup>3</sup> /s) – Moselle à Custines.....	122
Tableau 4-5 : échantillons d’hydrogrammes de crues – Moselle à Metz.....	124
Tableau 4-6 : taille des échantillons – Moselle à Metz. ....	125
Tableau 4-7 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGEE (m <sup>3</sup> /s) – Moselle à Metz. ....	127
Tableau 4-8 : synthèse des estimations de débits (m <sup>3</sup> /s) – Moselle à Metz.....	127
Tableau 4-9 : échantillons d’hydrogrammes de crues – Moselle à Hagondange/Hauconcourt. ...	130
Tableau 4-10 : échantillonnage MAXAN – Moselle à Hagondange/Hauconcourt. ....	131
Tableau 4-11 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGEE (m <sup>3</sup> /s) – Moselle à Hagondange/Hauconcourt. ....	133
Tableau 4-12 : synthèse des estimations de débits (m <sup>3</sup> /s) – Moselle à Hagondange/Hauconcourt. .....	133
Tableau 4-13 : échantillons d’hydrogrammes de crues – Moselle à Uckange. ....	135
Tableau 4-14 : échantillonnage SUPSEUIL – Moselle à Uckange.....	136
Tableau 4-15 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGEE (m <sup>3</sup> /s) – Moselle à Uckange. ....	138

Tableau 4-16 : synthèse des estimations de débits (m <sup>3</sup> /s) – Moselle à Uckange.....	138
Tableau 5-1 : échantillons d’hydrogrammes de crues – Seille à Moyenvic.....	140
Tableau 5-2 : taille des échantillons – Seille à Moyenvic.....	141
Tableau 5-3 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGE (m <sup>3</sup> /s) – Seille à Moyenvic. ....	143
Tableau 5-4 : synthèse des estimations de débits (m <sup>3</sup> /s) – Seille à Moyenvic. ....	143
Tableau 5-5 : échantillons d’hydrogrammes de crues – Petite Seille à Château-Salins.....	145
Tableau 5-6 : taille des échantillons – Petite Seille à Château-Salins.....	146
Tableau 5-7 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGE (m <sup>3</sup> /s) – Petite Seille à Château-Salins. .....	148
Tableau 5-8 : synthèse des estimations de débits (m <sup>3</sup> /s) – Petite Seille à Château-Salins. ....	148
Tableau 5-9 : échantillons d’hydrogrammes de crues – Seille à Nomény.....	150
Tableau 5-10 : échantillonnage SUPSEUIL – Seille à Nomény.....	151
Tableau 5-11 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGE (m <sup>3</sup> /s) – Seille à Nomény. ....	153
Tableau 5-12 : synthèse des estimations de débits (m <sup>3</sup> /s) – Seille à Nomény.....	153
Tableau 5-13 : échantillons d’hydrogrammes de crues – Seille à Metz.....	156
Tableau 5-14 : échantillonnage SUPSEUIL – Seille à Metz.....	157
Tableau 5-15 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGE (m <sup>3</sup> /s) – Seille à Metz.....	158
Tableau 5-16 : synthèse des estimations de débits (m <sup>3</sup> /s) – Seille à Metz.....	159
Tableau 6-1 : échantillons d’hydrogrammes de crues – Orne à Etain.....	162
Tableau 6-2 : taille des échantillons – Orne à Etain.....	163
Tableau 6-3 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGE (m <sup>3</sup> /s) – Orne à Etain.....	165
Tableau 6-4 : synthèse des estimations de débits (m <sup>3</sup> /s) – Orne à Etain.....	165
Tableau 6-5 : échantillons d’hydrogrammes de crues – Orne à Boncourt.....	167
Tableau 6-6 : échantillonnage SUPSEUIL – Orne à Boncourt.....	168
Tableau 6-7 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGE (m <sup>3</sup> /s) – Orne à Boncourt.....	170
Tableau 6-8 : synthèse des estimations de débits (m <sup>3</sup> /s) – Orne à Boncourt.....	170
Tableau 6-9 : échantillons d’hydrogrammes de crues – Yron à Jarny (La Cartoucherie).....	172
Tableau 6-10 : taille des échantillons – Yron à Jarny (La Cartoucherie).....	173
Tableau 6-11 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGE (m <sup>3</sup> /s) – Yron à Jarny (La Cartoucherie).....	175
Tableau 6-12 : synthèse des estimations de débits (m <sup>3</sup> /s) – Yron à Jarny (La Cartoucherie). ....	175
Tableau 6-13 : échantillons d’hydrogrammes de crues – Woigot à Briey.....	177
Tableau 6-14 : taille des échantillons – Woigot à Briey.....	178
Tableau 6-15 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGE (m <sup>3</sup> /s) – Woigot à Briey.....	180
Tableau 6-16 : synthèse des estimations de débits (m <sup>3</sup> /s) – Woigot à Briey.....	180
Tableau 6-17 : échantillons d’hydrogrammes de crues – Orne à Rosselange.....	182
Tableau 6-18 : taille des échantillons – Orne à Rosselange.....	183

---

Tableau 6-19 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGE (m <sup>3</sup> /s) – Orne à Rosselange.....	185
Tableau 6-20 : synthèse des estimations de débits (m <sup>3</sup> /s) – Orne à Rosselange. ....	185
Tableau 7-1 : échantillons d’hydrogrammes de crues – Esch à Jézainville. ....	187
Tableau 7-2 : taille des échantillons – Esch à Jézainville. ....	188
Tableau 7-3 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGE (m <sup>3</sup> /s) – Esch à Jézainville.....	190
Tableau 7-4 : synthèse des estimations de débits (m <sup>3</sup> /s) – Esch à Jézainville.....	190
Tableau 7-5 : échantillons d’hydrogrammes de crues – Rupt de Mad à Onville. ....	192
Tableau 7-6 : taille des échantillons – Rupt de Mad à Onville. ....	193
Tableau 7-7 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGE (m <sup>3</sup> /s) – Rupt de Mad à Onville. ...	195
Tableau 7-8 : synthèse des estimations de débits (m <sup>3</sup> /s) – Rupt de Mad à Onville.....	195
Tableau 7-9 : échantillons d’hydrogrammes de crues – Fensch à Knutange.....	197
Tableau 7-10 : taille des échantillons – Fensch à Knutange.....	198
Tableau 7-11 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGE (m <sup>3</sup> /s) – Fensch à Knutange. ....	200
Tableau 7-12 : synthèse des estimations de débits (m <sup>3</sup> /s) – Fensch à Knutange. ....	200



# 1 SOUS-BASSIN DE LA MOSELLE AMONT

## 1.1 A4050620 – LA MOSELLE A RUPT-SUR-MOSELLE

### 1.1.1 ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES

Le Tableau 1-1 récapitule les événements de crues observés pris en compte :

Crues d'automne fin de basses eaux	Crues d'hiver / hautes eaux		Crues de printemps fin de hautes eaux
	Avec dégel/neige crues de redoux	Sans dégel/neige dominante pluviale	
Novembre 1972 Oct/Nov. 1998 Octobre 2006	Décembre 1999 (3 pics) Décembre 2001 Décembre 2010	Février 1970 Février 1979 Décembre 1982 (2 pics) Décembre 1988 Février 1990 Décembre 1991 Décembre 1993 (2 pics) Janvier 1994 (2 pics) Février 1997 Février 1999 Mars 1999 (2 pics) Janvier 2018 Février 2020	Mai 1970 Avril 1983 Mai 1983

Tableau 1-1 : échantillons d'hydrogrammes de crues – Moselle à Rupt-sur-Moselle.

Au total, 23 événements sont retenus pour caractériser les hydrogrammes de crues de la Moselle à Rupt-sur-Moselle.

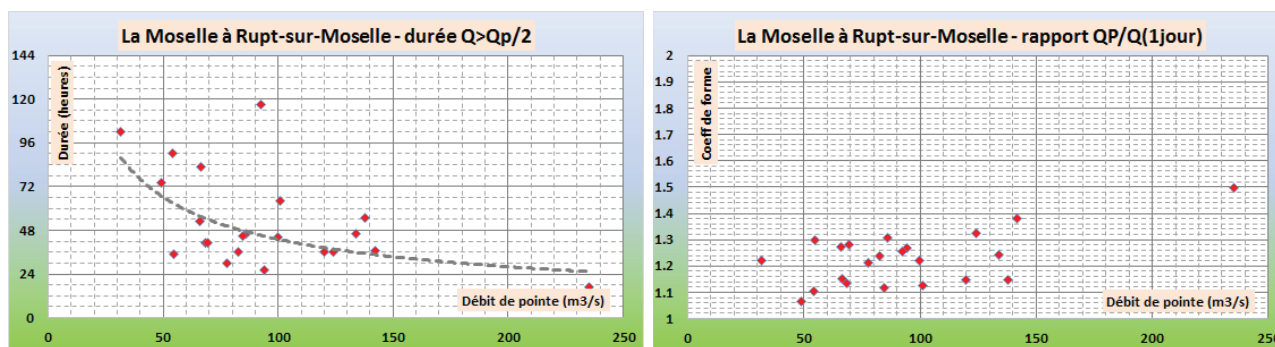


Figure 1-1 : durée caractéristique et coefficient de forme – Moselle à Rupt-sur-Moselle.

#### 1.1.1.1 Estimation de la durée caractéristique D

La Figure 1-1 présente la répartition des durées caractéristiques (en heures) en fonction du débit de pointe sur l'échantillon des 20 crues observées.

Les valeurs sont assez dispersées, notamment pour les crues courantes ( $Q_p < 100 \text{ m}^3/\text{s}$ ).

Pour les crues fortes ( $Q_p > 100 \text{ m}^3/\text{s}$ ), les valeurs varient de 17 heures (crue de février 1990) à 48 heures.

La valeur moyenne sur les 22 événements est de 52 heures.



La dispersion des valeurs ne permet pas un choix évident de la durée caractéristique. Nous proposons de retenir une durée caractéristique proche de celle de l'évènement maximal observé, soit la crue de février 1990.

**Il est proposé de retenir comme durée caractéristique 1 jour.**

Une estimation des débits pour une durée caractéristique de 2 jours est également fournie pour vérifier la sensibilité des résultats au choix de ce paramètre.

#### 1.1.1.2 Estimation coefficient de forme $r_D$

La Figure 1-1 présente les coefficients de forme, sur la durée caractéristique, estimés sur l'échantillon de 22 crues. Les valeurs obtenues sont assez dispersées.

La plupart des valeurs se situe entre 1,1 et 1,4. La valeur maximale (février 1990) est évaluée à 1,5.

La valeur moyenne est d'environ 1,25.

Compte tenu de la dispersion des valeurs, il est proposé de retenir la valeur correspondant à la plus forte crue observée (février 1990).

**Il est proposé de retenir comme coefficient de forme (sur la durée 1 jour) la valeur de 1,5.**

Pour l'étude de sensibilité, le coefficient de forme sur la durée de 2 jours est de 1,6.

#### 1.1.1.3 Construction de l'hydrogramme moyen normé

L'hydrogramme moyen normé est construit en moyennant les hydrogrammes normés des 22 crues retenues :

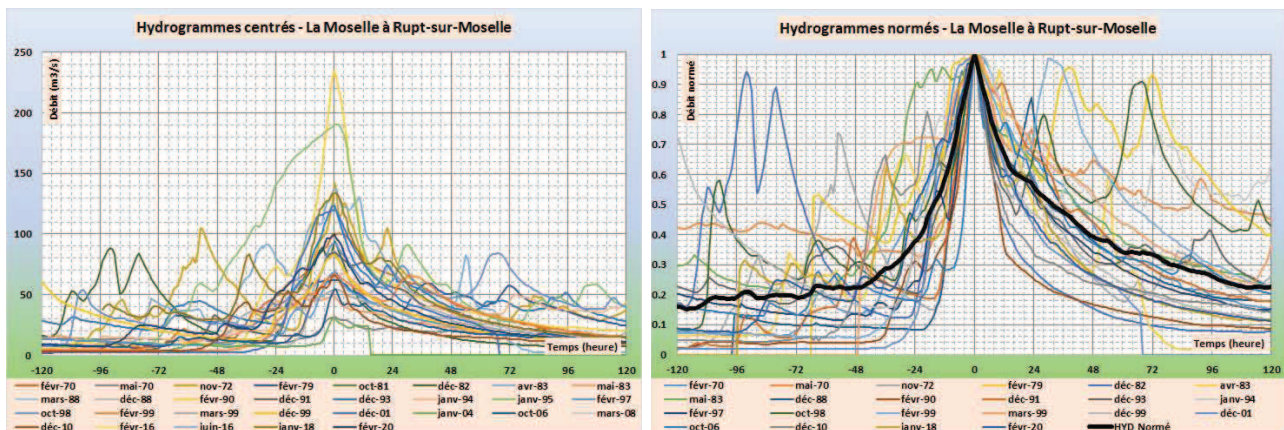


Figure 1-2 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Moselle à Rupt-sur-Moselle.

## 1.1.2 ANALYSE STATISTIQUE

### 1.1.2.1 Echantillonnages

Les échantillons MAXAN et SUPSEUIL sont donnés dans les fiches en ANNEXE 1. Le Tableau 1-2 rappelle le nombre de valeurs de chaque échantillon.

A4050620	La Moselle à Rupt-sur-Moselle	152 km <sup>2</sup>	Nb de valeurs	Nb de crues/an
	MAXAN		52	1,0
	SUPSEUIL		63	1,2

Tableau 1-2 : taille des échantillons – Moselle à Rupt-sur-Moselle.



### 1.1.2.2 Résultats

Le graphe de la Figure 1-3 présente les résultats des ajustements statistiques à la station de Rupt-sur-Moselle sur la Moselle :

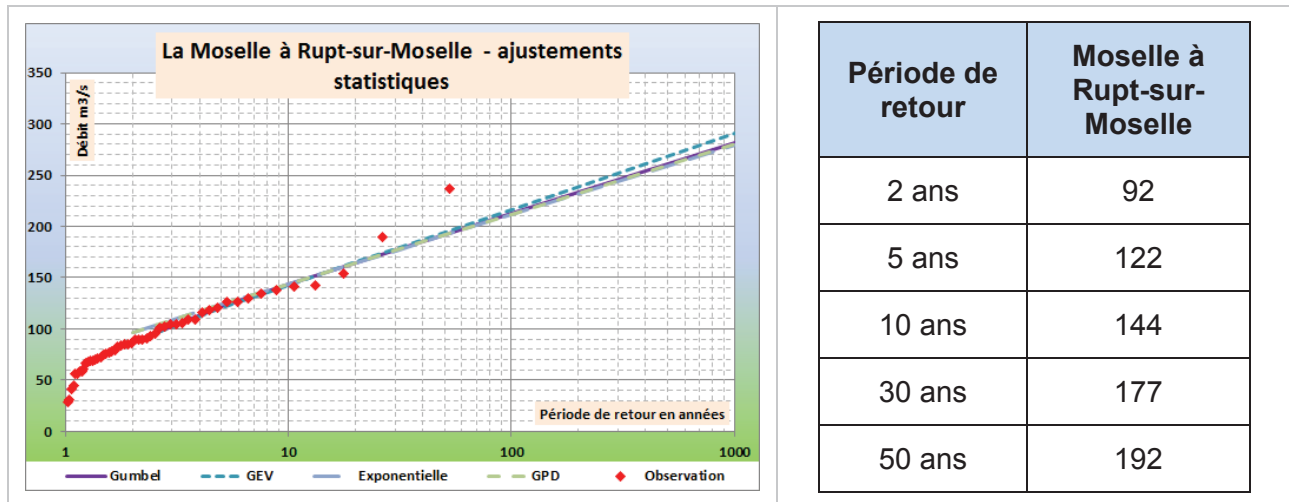


Figure 1-3 : ajustements statistiques – Moselle à Rupt-sur-Moselle.

Les quatre ajustements sont très similaires et donnent des estimations très proches.

**Il est proposé de retenir la moyenne des quatre estimations pour chaque période de retour.**

### 1.1.3 ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE

#### 1.1.3.1 Choix de la période pivot

La Figure 1-3 montre que les ajustements s'écartent des observations pour une période de retour comprise entre 10 et 20 ans.

Compte tenu de la taille du bassin versant et du substratum cristallin plutôt favorable au ruissellement, le choix d'une période pivot à 10 ans apparaît plus sécuritaire.

**Il est proposé de retenir comme période pivot la période de retour 10 ans.**

#### 1.1.3.2 Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE

Le gradex des pluies pour l'application de la méthode est pris à la station Météo-France de Sewen-Lac-Alfed.

Le gradex des pluies journalières sur la période d'octobre à avril est de 20,1 mm/j. L'ajustement à la loi de Gumbel est satisfaisant.

Le Tableau 1-3 présente les résultats de l'application des méthodes du GRADEX et AGREGEE.

Paramètres		
D	1 j	
Gradex pluies	20,1 mm/j	
$r_D$	1,50	
$T_{piv}$	10 ans	
Période de retour	GRADEX	AGREGEE
10 ans	144	144
30 ans	204	183
50 ans	231	206
100 ans	268	239
1000 ans	390	357

**Tableau 1-3 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGEE – Moselle à Rupt-sur-Moselle.**

Les estimations données par les deux méthodes sont relativement proches : la méthode du GRADEX donne des valeurs supérieures, ce qui est attendu. Les écarts entre les deux méthodes n'excèdent pas 10 % pour la crue de période de retour 1 000 ans.

L'application des méthodes du GRADEX et AGREGEE avec une durée caractéristique de 2 jours donne des valeurs entre 5 et 10 % inférieures pour les crues de période de retour 100 à 1 000 ans.

#### 1.1.4 SYNTHÈSE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE

Pour les périodes de retour inférieures à la période pivot, les estimations issues des ajustements statistiques sont retenues.

Le Tableau 1-4 récapitule les différentes estimations de débits Rupt-sur-Moselle :

Période de retour	GRADEX	AGREGEE	SHYREG	AZI 2000
2 ans	92	92	109	76
5 ans	122	122	146	
10 ans	144	144	180	135
30 ans	204	183		
50 ans	231	206	278	
100 ans	268	239	327	280
1000 ans	390	357	516	

**Tableau 1-4 : synthèse des estimations de débits – Moselle à Rupt-sur-Moselle.**

La Figure 1-4 superpose les différentes estimations avec les observations :

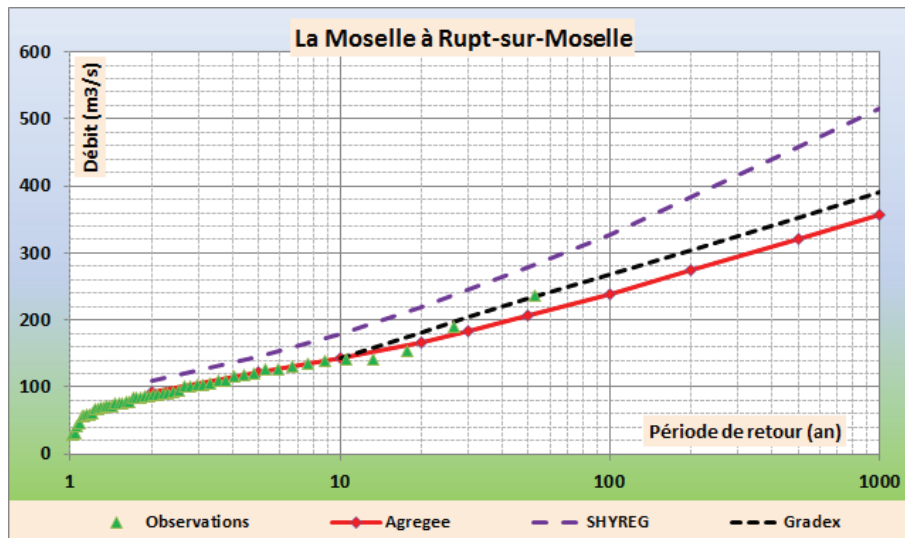


Figure 1-4 : comparaison avec la base SHYREG – Moselle à Rupt-sur-Moselle.

Les estimations issues de la base de données SHYREG sont nettement supérieures aux autres estimations. Elles sont par ailleurs peu concordantes avec les observations.

Compte tenu de la taille du bassin versant et du caractère montagneux, la méthode du GRADEX est préférée à la méthode AGREGEE. Elle donne par ailleurs des estimations cohérentes avec les estimations issues de la bibliographie.

**Il est proposé de retenir les estimations issues de l'application de la méthode du GRADEX pour la station de Rupt-sur-Moselle.**

## 1.2 A4200620 – LA MOSELLE A REMIREMONT

### 1.2.1 ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES

Le Tableau 1-5 récapitule les événements de crues observés pris en compte :

Crues d'automne fin de basses eaux	Crues d'hiver / hautes eaux		Crues de printemps fin de hautes eaux
	Avec dégel/neige crues de redoux	Sans dégel/neige dominante pluviale	
Oct-Nov. 1998 Octobre 2006	Décembre 1999 (3 pics) Décembre 2001 Décembre 2010	Décembre 1993 (2 pics) Janvier 1994 (2 pics) Janvier 1995 (3 pics) Février 1997 Février 1999 Janvier 2004 (3 pics) Janvier 2018 Février 2020	

Tableau 1-5 : échantillons d'hydrogrammes de crues – Moselle à Remiremont.

Au total, 13 événements sont retenus pour caractériser les hydrogrammes de crues de la Moselle à Remiremont.

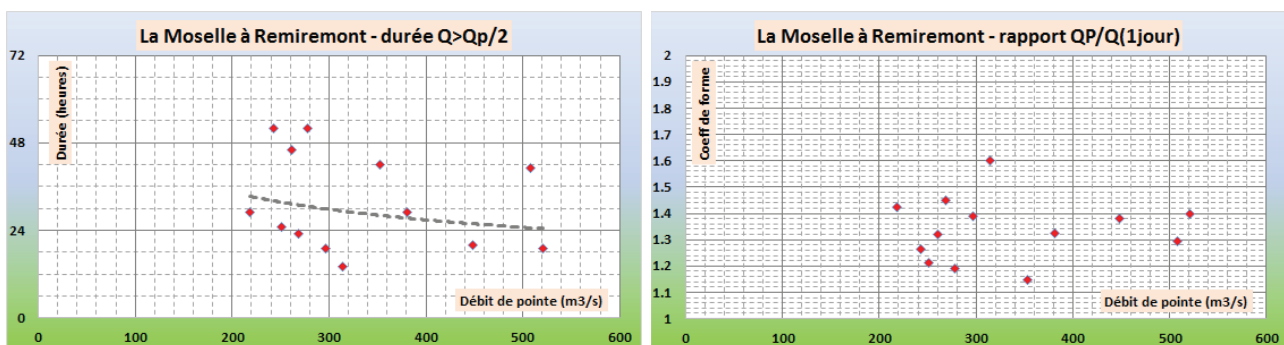


Figure 1-5 : durée caractéristique et coefficient de forme – Moselle à Remiremont.

#### 1.2.1.1 Estimation de la durée caractéristique $D$

La Figure 1-5 présente la répartition des durées caractéristiques (en heures) en fonction du débit de pointe sur l'échantillon des 13 crues observées.

Les valeurs sont relativement dispersées, dans une fourchette de 14 à 52 heures.

La valeur moyenne sur les 13 événements est de 32 heures.

En cohérence avec la valeur retenue à Rupt-sur-Moselle, il est proposé de retenir une durée caractéristique de 1 jour.

**Il est proposé de retenir comme durée caractéristique 1 jour.**

#### 1.2.1.2 Estimation coefficient de forme $r_D$

La Figure 1-5 présente les coefficients de forme, sur la durée caractéristique, estimés sur l'échantillon de 13 crues.

La plupart des valeurs se situent entre 1,15 et 1,6. Toutefois, pour les forts débits, les valeurs oscillent entre 1,3 et 1,4

La valeur moyenne est proche de 1,35.

**Il est proposé de retenir comme coefficient de forme (sur la durée 1 jour) la valeur de 1,4.**

### 1.2.1.3 Construction de l'hydrogramme moyen normé

L'hydrogramme moyen normé est construit en moyennant les hydrogrammes normés des 13 crues retenues :

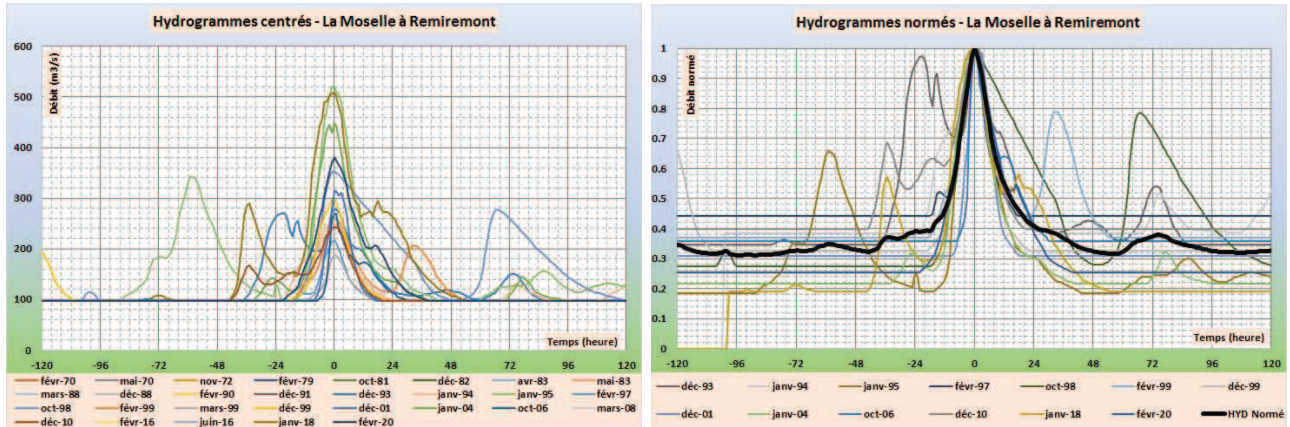


Figure 1-6 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Moselle à Remiremont.

## 1.2.2 ANALYSE STATISTIQUE

### 1.2.2.1 Echantillonnage

Les échantillons MAXAN et SUPSEUIL sont donnés dans les fiches en ANNEXE 1. Le Tableau 1-6 rappelle le nombre de valeurs de chaque échantillon.

A4200620	La Moselle à Remiremont	589 km <sup>2</sup>	Nb de valeurs	Nb de crues/an
	MAXAN		26	1,0
	SUPSEUIL		35	1,3

Tableau 1-6 : taille des échantillons – Moselle à Remiremont.

### 1.2.2.2 Résultats

Le graphe de la Figure 1-7 présente les résultats des ajustements statistiques à la station de Remiremont sur la Moselle :

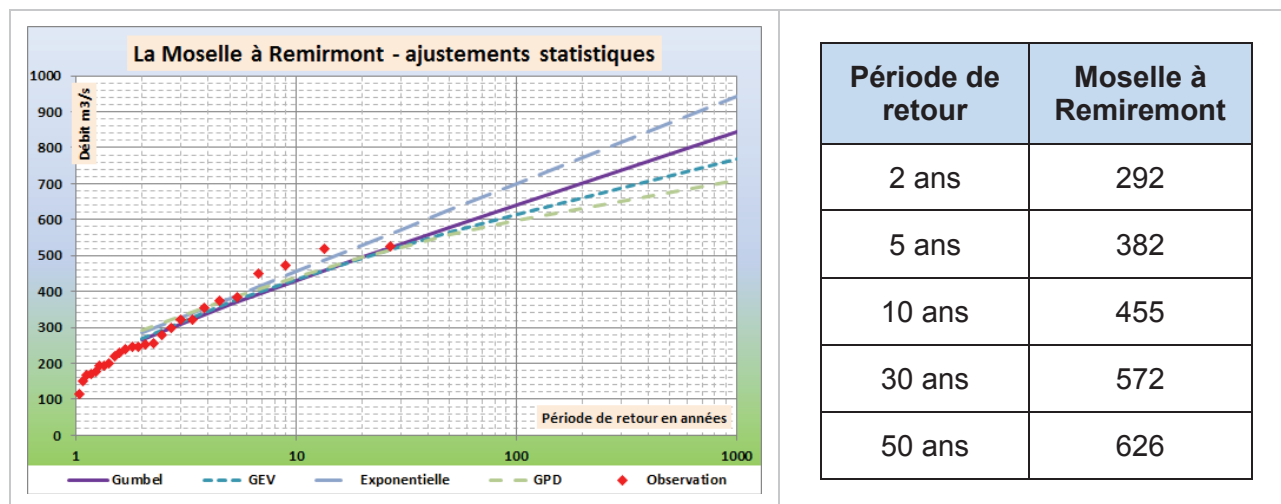


Figure 1-7 : ajustements statistiques – Moselle à Remiremont.

Les quatre ajustements donnent des estimations assez proches jusqu'à la période de retour décennale. Au-delà, les estimations divergent quelque peu. Le test du KHI-2 est favorable pour les quatre ajustements et l'analyse des graphiques ne permet pas de favoriser ou d'éliminer l'une ou l'autre des lois.

**Il est proposé de retenir la valeur maximale des quatre estimations pour chaque période de retour.**

## 1.2.3 ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE

### 1.2.3.1 Choix de la période pivot

La Figure 1-7 montre que les ajustements divergent au-delà de la période de retour 10 ans.

Compte tenu de la taille du bassin versant et du substratum cristallin plutôt favorable au ruissellement, le choix d'une période pivot à 10 ans apparaît plus sécuritaire.

**Il est proposé de retenir comme période pivot la période de retour 10 ans.**

### 1.2.3.2 Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE

Le gradex des pluies pour l'application de la méthode est un gradex moyen calculé sur le bassin versant.

Le gradex des pluies journalières sur la période d'octobre à avril est ainsi estimé à 14,0 mm/j. L'ajustement à la loi de Gumbel est satisfaisant.

Le Tableau 1-3 présente les résultats de l'application des méthodes du GRADEX et AGREGEE.

Paramètres		
D	1 j	
Gradex pluies	14,0 mm/j	
r <sub>D</sub>	1,40	
T <sub>piv</sub>	10 ans	
Période de retour	GRADEX	AGREGEE
10 ans	455	455
30 ans	607	568
50 ans	676	628
100 ans	769	715
1000 ans	1 077	1 016

**Tableau 1-7 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGEE (m<sup>3</sup>/s) – Moselle à Remiremont.**

Les estimations données par les deux méthodes sont relativement proches : la méthode du GRADEX donne des valeurs supérieures, ce qui est attendu. Les écarts entre les deux méthodes n'excèdent pas 10 %.

#### 1.2.4 SYNTHÈSE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE

Pour les périodes de retour inférieures à la période pivot, les estimations issues des ajustements statistiques sont retenues.

Le Tableau 1-8 récapitule les différentes estimations de débits à Remiremont :

Période de retour	GRADEX	AGREGEE	SHYREG	AZI 2000
2 ans	292	292	295	
5 ans	382	382	379	
10 ans	455	455	454	
30 ans	607	568		
50 ans	676	628	674	
100 ans	769	715	788	
1000 ans	1 077	1 016	1 220	

**Tableau 1-8 : synthèse des estimations de débits (m<sup>3</sup>/s) – Moselle à Remiremont.**

La Figure 1-8 superpose les différentes estimations avec les observations :



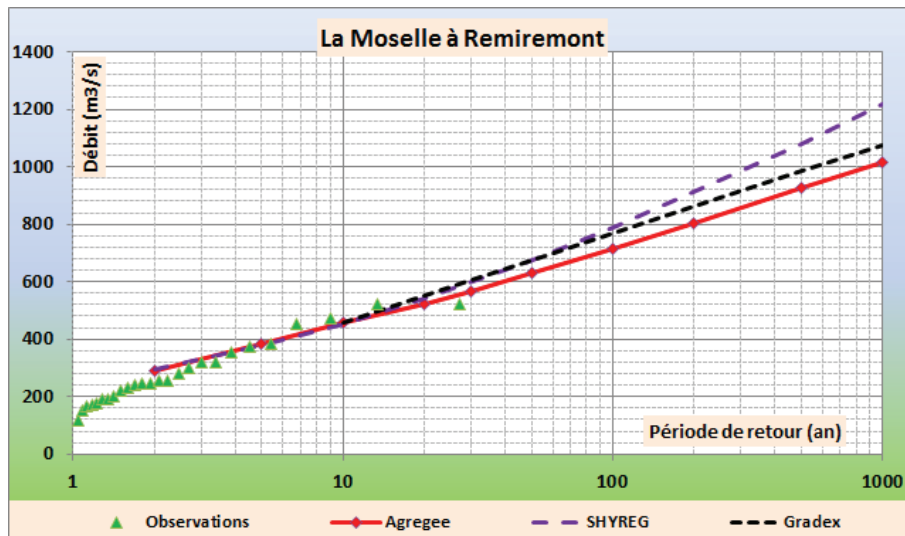


Figure 1-8 : comparaison avec la base SHYREG – Moselle à Remiremont.

Les trois estimations sont relativement proches pour les périodes de retour inférieures à 100 ans.

Pour la période de retour 1 000 ans, l'estimation issue de SHYREG est supérieure, de l'ordre de 15 %, à l'estimation par la méthode du GRADEX.

Compte tenu de la taille du bassin versant et du caractère montagneux, la méthode du GRADEX est préférée à la méthode AGREGEE.

**Il est proposé de retenir les estimations issues de l'application de la méthode du GRADEX pour la station de Remiremont.**



## 1.3 A4200630 – LA MOSELLE A SAINT-NABORD

### 1.3.1 ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES

Le Tableau 1-9 récapitule les événements de crues observés pris en compte :

Crues d'automne fin de basses eaux	Crues d'hiver / hautes eaux		Crues de printemps fin de hautes eaux
	Avec dégel/neige crues de redoux	Sans dégel/neige dominante pluviale	
Novembre 1972 Oct/Nov. 1998 Octobre 2006	Décembre 1999 (3 pics) Décembre 2001 Décembre 2010	Février 1970 Février 1979 Décembre 1982 (2 pics) Décembre 1988 Février 1990 Décembre 1991 Décembre 1993 (2 pics) Janvier 1994 (2 pics) Janvier 1995 (3 pics) Février 1997 Février 1999 Mars 1999 (2 pics) Janvier 2004 (3 pics) Janvier 2018 Février 2020	Mai 1970 Avril 1983 Mai 1983

Tableau 1-9 : échantillons d'hydrogrammes de crues – Moselle à Saint-Nabord.

Au total, 24 événements sont retenus pour caractériser les hydrogrammes de crues de la Moselle à Saint-Nabord.

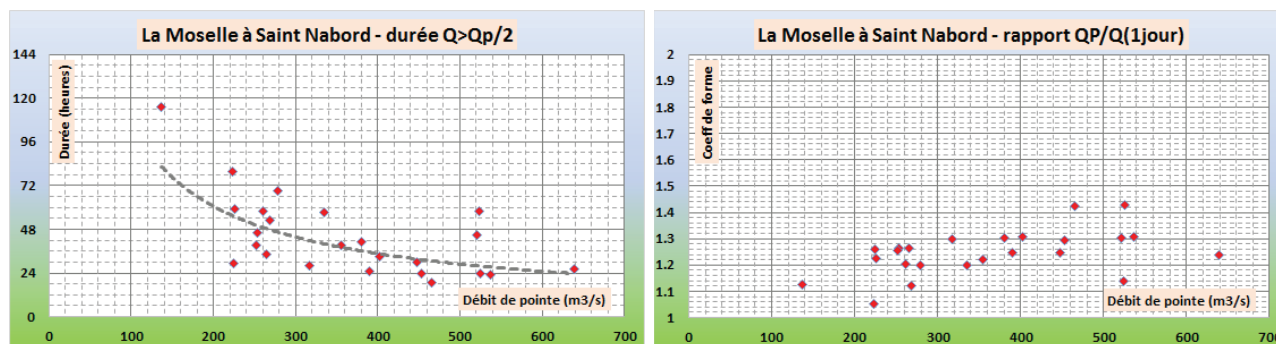


Figure 1-9 : durée caractéristique et coefficient de forme – Moselle à Saint-Nabord.

#### 1.3.1.1 Estimation de la durée caractéristique D

La Figure 1-9 présente la répartition des durées caractéristiques (en heures) en fonction du débit de pointe sur l'échantillon des 24 crues observées.

Les valeurs sont relativement dispersées, dans une fourchette de 19 à 80 heures, avec une valeur s'écartant sensiblement pour une faible crue (mai 1970).

La valeur moyenne sur les 24 événements est de 44 heures (la prise en compte de la crue de mai 1970 influe peu).

Pour les fortes crues, les valeurs oscillent entre 24 et 48 heures dans l'ensemble, avec de nombreuses valeurs proches des 24 heures.

En cohérence avec la valeur retenue à Remiremont, il est proposé de retenir une durée caractéristique de 1 jour.

**Il est proposé de retenir comme durée caractéristique 1 jour.**

### 1.3.1.2 Estimation coefficient de forme $r_D$

La Figure 1-9 présente les coefficients de forme, sur la durée caractéristique, estimés sur l'échantillon de 24 crues :

La plupart des valeurs se situent entre 1,1 et 1,5. Toutefois, pour les forts débits, les valeurs oscillent autour de 1,3

La valeur moyenne est proche de 1,25.

**Il est proposé de retenir comme coefficient de forme (sur la durée 1 jour) la valeur de 1,3.**

### 1.3.1.3 Construction de l'hydrogramme moyen normé

L'hydrogramme moyen normé est construit en moyennant les hydrogrammes normés des 22 crues retenues :

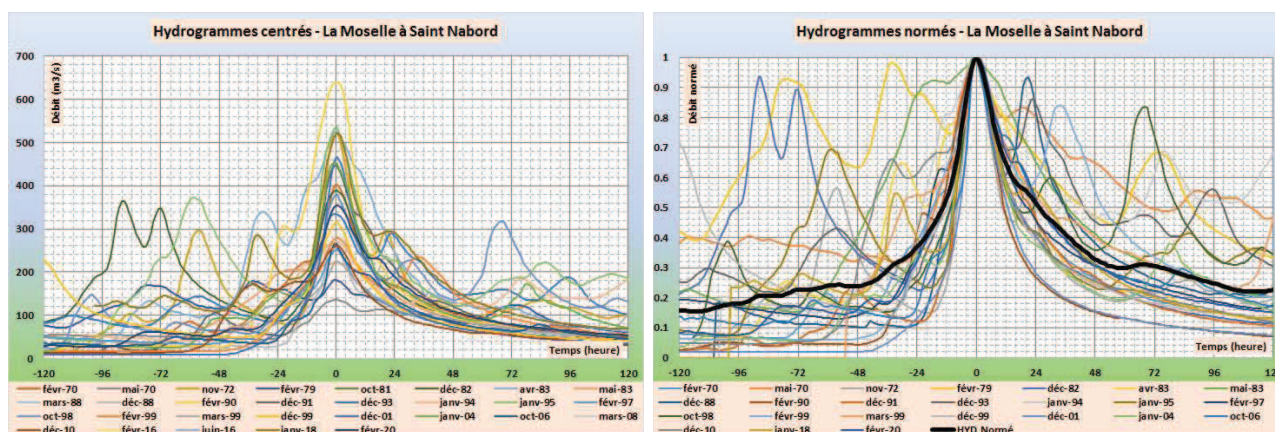


Figure 1-10 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Moselle à Saint-Nabord.

## 1.3.2 ANALYSE STATISTIQUE

### 1.3.2.1 Echantillonnage

Les échantillons MAXAN et SUPSEUIL sont donnés dans les fiches en ANNEXE 1. Le Tableau 1-10 rappelle le nombre de valeurs de chaque échantillon.

A4200630	La Moselle à Saint-Nabord	626 km <sup>2</sup>	Nb de valeurs	Nb de crues/an
MAXAN			59	1,0
SUPSEUIL			66	1,1

Tableau 1-10 : taille des échantillons – Moselle à Saint-Nabord.

### 1.3.2.2 Résultats

Le graphe de la Figure 1-11 présente les résultats des ajustements statistiques à la station de Saint-Nabord sur la Moselle :

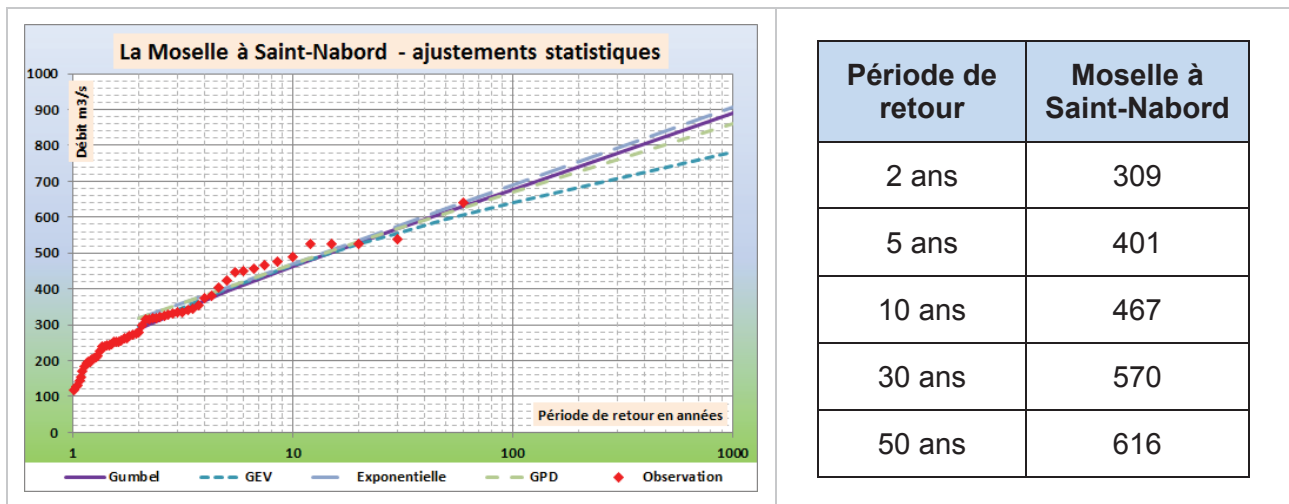


Figure 1-11 : ajustements statistiques – Moselle à Saint-Nabord.

Les quatre ajustements donnent des estimations assez proches jusqu'à la période de retour 30 ans. Au-delà, la loi GEV diverge quelque peu. Le test du KHI-2 est favorable pour les quatre ajustements et l'analyse des graphiques ne permet pas de favoriser ou d'éliminer l'une ou l'autre des lois.

**Il est proposé de retenir la valeur moyenne des trois estimations hors loi GEV pour chaque période de retour.**

Ce choix a un impact négligeable sur la valeur du débit pivot prise en compte pour l'application des méthodes de type GRADEX (cf. 1.3.3).

### 1.3.3 ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE

#### 1.3.3.1 Choix de la période pivot

La Figure 1-11 montre que les ajustements divergent au-delà de la période de retour 10 ans.

Compte tenu de la taille du bassin versant et du substratum cristallin plutôt favorable au ruissellement, le choix d'une période pivot à 10 ans apparaît plus sécuritaire.

**Il est proposé de retenir comme période pivot la période de retour 10 ans.**

#### 1.3.3.2 Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE

Le gradex des pluies pour l'application de la méthode est un gradex moyen calculé sur le bassin versant.

Le gradex des pluies journalières sur la période d'octobre à avril est ainsi estimé à 14,0 mm/j. L'ajustement à la loi de Gumbel est satisfaisant.

Le Tableau 1-11 présente les résultats de l'application des méthodes du GRADEX et AGREGEE.

Paramètres		
D	1 j	
Gradex pluies	14,0 mm/j	
r <sub>D</sub>	1,30	
T <sub>piv</sub>	10 ans	
Période de retour	GRADEX	AGREGEE
10 ans	467	467
30 ans	617	582
50 ans	685	643
100 ans	777	729
1000 ans	1 081	1 027

**Tableau 1-11 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGEE (m<sup>3</sup>/s) – Moselle à Saint-Nabord.**

Les estimations données par les deux méthodes sont relativement proches : la méthode du GRADEX donne des valeurs supérieures, ce qui est attendu. Les écarts entre les deux méthodes n'excèdent pas 10 %.

#### 1.3.4 SYNTHÈSE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE

Pour les périodes de retour inférieures à la période pivot, les estimations issues des ajustements statistiques sont retenues.

Le Tableau 1-12 récapitule les différentes estimations de débits à Saint-Nabord :

Période de retour	GRADEX	AGREGEE	SHYREG	AZI 2000
2 ans	309	309	307	260
5 ans	401	401	393	
10 ans	467	467	470	460
30 ans	617	582		
50 ans	685	643	696	
100 ans	777	729	812	715
1000 ans	1 081	1 027	1 260	

**Tableau 1-12 : synthèse des estimations de débits (m<sup>3</sup>/s) – Moselle à Saint-Nabord.**

La Figure 1-12 superpose les différentes estimations avec les observations :

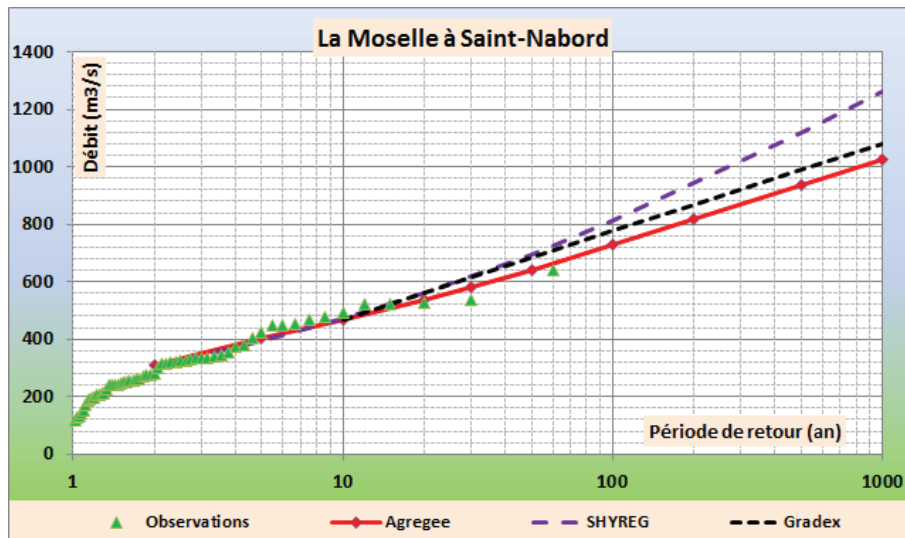


Figure 1-12 : comparaison avec la base SHYREG – Moselle à Saint-Nabord.

Les trois estimations sont relativement proches pour les périodes de retour inférieures à 100 ans.

Pour la période de retour 1 000 ans, l'estimation issue de SHYREG est supérieure, de l'ordre de 15 %, à l'estimation par la méthode du GRADEX.

Compte tenu de la taille du bassin versant et du caractère montagneux, la méthode du GRADEX est préférée à la méthode AGREGEE.

**Il est proposé de retenir les estimations issues de l'application de la méthode du GRADEX pour la station de Saint-Nabord.**

## 1.4 A4250640 – LA MOSELLE A EPINAL

### 1.4.1 ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES

Le Tableau 1-13 récapitule les évènements de crues observés pris en compte :

Crues d'automne fin de basses eaux	Crues d'hiver / hautes eaux		Crues de printemps fin de hautes eaux
	Avec dégel/neige crues de redoux	Sans dégel/neige dominante pluviale	
Novembre 1972 Oct/Nov. 1998 Octobre 2006	Décembre 1999 (3 pics) Décembre 2001 Décembre 2010	Février 1970 Février 1979 Décembre 1982 (2 pics) Décembre 1988 Février 1990 Décembre 1991 Décembre 1993 (2 pics) Janvier 1994 (2 pics) Janvier 1995 (3 pics) Février 1997 Février 1999 Mars 1999 (2 pics) Janvier 2004 (3 pics) Janvier 2018 Février 2020	Mai 1970 Avril 1983 Mai 1983

Tableau 1-13 : échantillons d'hydrogrammes de crues – Moselle à Epinal.

Au total, 24 évènements sont retenus pour caractériser les hydrogrammes de crues de la Moselle à Epinal.

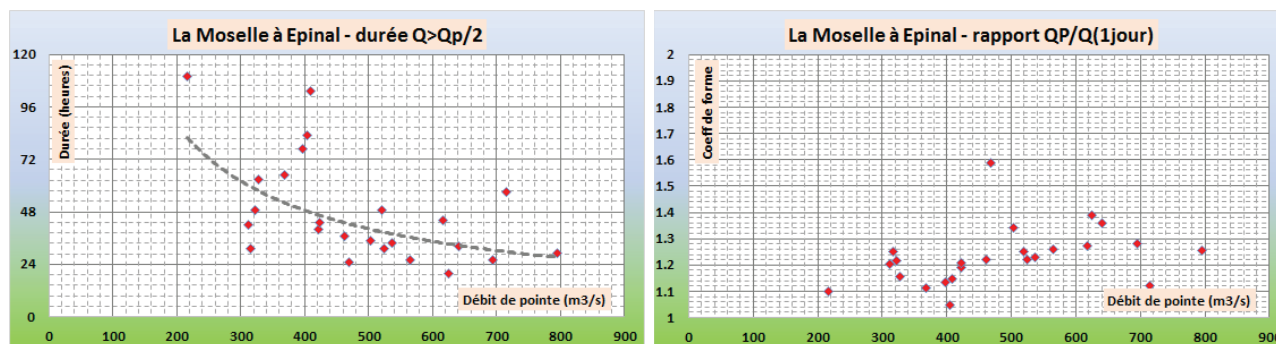


Figure 1-13 : durée caractéristique et coefficient de forme – Moselle à Epinal.

#### 1.4.1.1 Estimation de la durée caractéristique D

La Figure 1-13 présente la répartition des durées caractéristiques (en heures) en fonction du débit de pointe sur l'échantillon des 24 crues observées.

Les valeurs sont relativement dispersées, dans une fourchette de 20 à 83 heures, avec deux valeurs s'écartant sensiblement pour de faibles crues (mai 1970 et décembre 1993).

La valeur moyenne sur les 24 évènements est de 48 heures (la prise en compte de la crue de mai 1970 influe peu).

Pour les fortes crues, les valeurs oscillent entre 24 et 48 heures dans l'ensemble, avec de nombreuses valeurs proches des 24 heures.



**Il est proposé de retenir comme durée caractéristique 1 jour.**

#### 1.4.1.2 Estimation coefficient de forme $r_D$

La Figure 1-13 présente les coefficients de forme, sur la durée caractéristique, estimés sur l'échantillon de 24 crues :

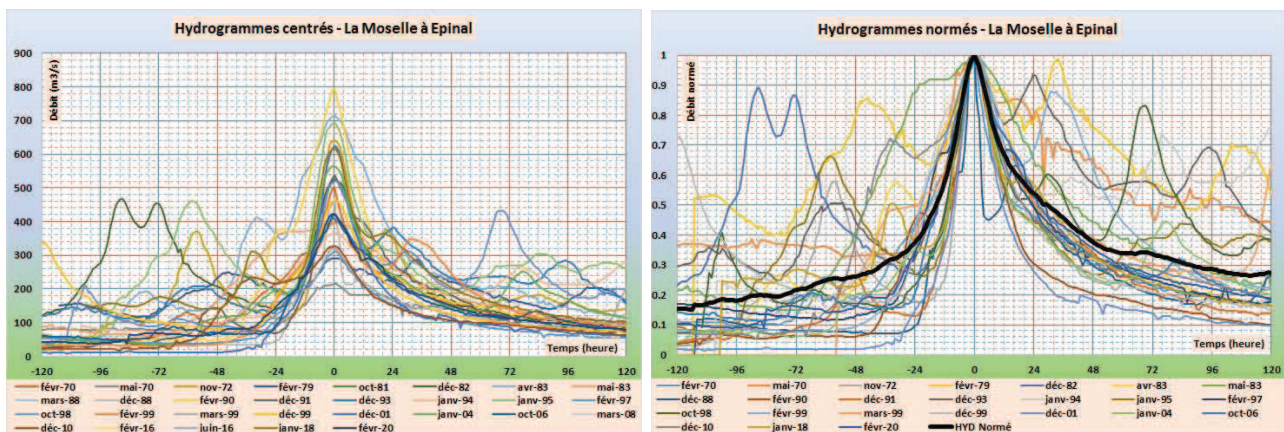
La plupart des valeurs se situent entre 1,1 et 1,4. Pour les forts débits, les valeurs sont proches de 1,3.

La valeur moyenne est proche de 1,25.

**Il est proposé de retenir comme coefficient de forme (sur la durée 1 jour) la valeur de 1,3.**

#### 1.4.1.3 Construction de l'hydrogramme moyen normé

L'hydrogramme moyen normé est construit en moyennant les hydrogrammes normés des 24 crues retenues :



**Figure 1-14 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Moselle à Epinal.**

## 1.4.2 ANALYSE STATISTIQUE

### 1.4.2.1 Echantillonnage MAXAN

Les échantillons MAXAN SUPSEUIL sont donnés dans les fiches en ANNEXE 1. Le Tableau 1-14 rappelle le nombre de valeurs de chaque échantillon.

A4250640	La Moselle à Epinal	1 217km <sup>2</sup>	Nb de valeurs	Nb de crues/an
	MAXAN		60	1,0
	SUPSEUIL		61	1,2

**Tableau 1-14 : taille des échantillons – Moselle à Epinal.**

### 1.4.2.2 Résultats

Le graphe de la Figure 1-15 présente les résultats des ajustements statistiques à la station d'Epinal sur la Moselle :



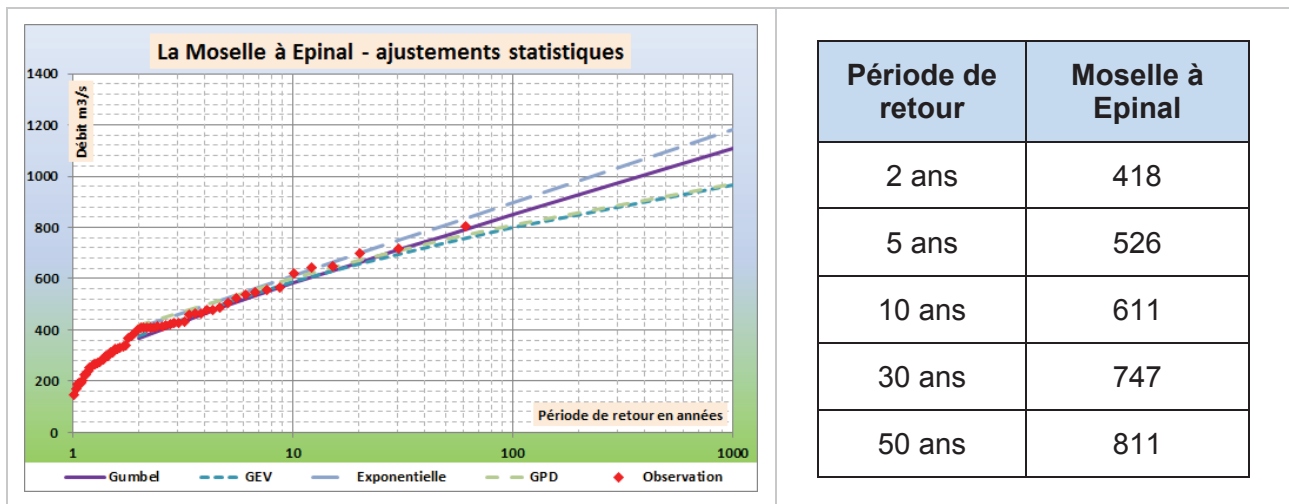


Figure 1-15 : ajustements statistiques – Moselle à Epinal.

Les quatre ajustements donnent des estimations assez proches jusqu'à la période de retour 30 ans. Au-delà, les estimations divergent quelque peu. Le test du KHI-2 est favorable pour les quatre ajustements et l'analyse des graphiques ne permet pas de favoriser ou d'éliminer l'une ou l'autre des lois. Graphiquement, la loi exponentielle semble mieux s'ajuster à l'échantillon observé.

**Il est proposé de retenir la valeur de la loi exponentielle pour chaque période de retour.**

### 1.4.3 ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE

#### 1.4.3.1 Choix de la période pivot

La Figure 1-15 montre que les ajustements divergent au-delà de la période de retour 30 ans.

L'ajustement des observations ne montre pas de rupture nette dans l'alignement des points.

**Il est proposé de retenir comme période pivot la période de retour 10 ans.**

#### 1.4.3.2 Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE

Le gradex des pluies pour l'application de la méthode est un gradex moyen calculé sur le bassin versant.

Le gradex des pluies journalières sur la période d'octobre à avril est ainsi estimé à 11,1 mm/j. L'ajustement à la loi de Gumbel est satisfaisant.

Le Tableau 1-15 présente les résultats de l'application des méthodes du GRADEX et AGREGEE.

Paramètres		
D	1 j	
Gradex pluies	11,1 mm/j	
$r_D$	1,30	
$T_{piv}$	10 ans	
Période de retour	GRADEX	AGREGEE
10 ans	611	611
30 ans	841	763
50 ans	947	849
100 ans	1 089	976
1000 ans	1 557	1 430

**Tableau 1-15 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGE ( $m^3/s$ ) – Moselle à Epinal.**

Les estimations données par les deux méthodes sont relativement proches : la méthode du GRADEX donne des valeurs supérieures, ce qui est attendu. Les écarts entre les deux méthodes sont de l'ordre de 10 %.

#### 1.4.4 SYNTHÈSE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE

Pour les périodes de retour inférieures à la période pivot, les estimations issues des ajustements statistiques sont retenues.

Le Tableau 1-16 récapitule les différentes estimations de débits à Epinal :

Période de retour	GRADEX	AGREGEE	SHYREG	AZI 2000
2 ans	418	418	399	330
5 ans	526	526	505	
10 ans	611	611	598	580
30 ans	841	763		730
50 ans	947	849	867	
100 ans	1 089	976	1 010	900
1000 ans	1 557	1 430	1 560	1 200

**Tableau 1-16 : synthèse des estimations de débits ( $m^3/s$ ) – Moselle à Epinal.**

La Figure 1-16 superpose les différentes estimations avec les observations :

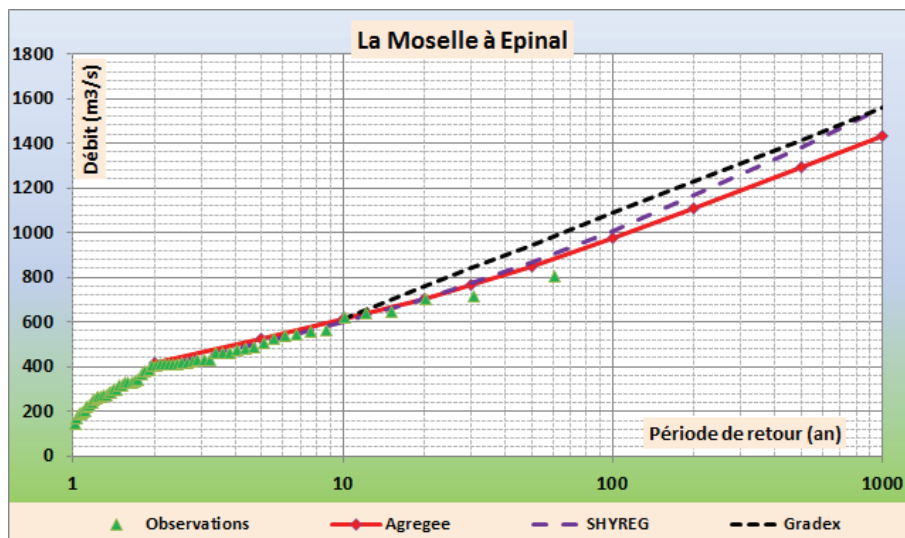


Figure 1-16 : comparaison avec la base SHYREG – Moselle à Epinal.

Les trois estimations sont relativement proches pour l'ensemble des périodes de retour jusqu'à 1 000 ans.

La méthode AGREGEE semble mieux représenter la distribution des observations.

**Il est proposé de retenir les estimations issues de l'application de la méthode AGREGEE pour la station d'Epinal.**

Les valeurs de crue centennale et millénale ainsi estimées sont supérieures aux estimations issues de la bibliographie :

- Crue centennale : la valeur de 900 m³/s correspond à l'estimation du débit de pointe de la crue de décembre 1947 considérée comme centennale sur la Moselle. Ce débit est retenu pour caractériser l'aléa de référence du PPRi à Epinal ;
- Crue millénale : la valeur de 1 200 m³/s est issue des travaux du CETE de l'Est dans le cadre du TRI d'Epinal. Elle résulte d'ajustements statistiques (loi de Gumbel, loi log-normale) sur les maxima de débits reconstitués à Epinal depuis 1854.

## 1.5 A5110610 – LA MOSELLE A TONNOY

### 1.5.1 ASSOCIATION DE STATIONS

Deux stations hydrométriques sont installées à proximité de Tonnoy :

- La station de Tonnoy, mise en service depuis août 1980 ;
- La station de Velle-sur-Moselle, mise en service depuis janvier 2010.

Les deux stations mesurent les débits de la Moselle sur une période commune depuis 2010. Les débits entre les deux stations sont bien corrélés, les débits de pointe à Velle-sur-Moselle étant légèrement supérieurs à ceux mesurés à Tonnoy pour un bassin versant quasi équivalent.

Compte tenu de la longue série d'observations à Tonnoy, l'analyse porte sur les mesures à cette station. Les mesures à Velle-sur-Moselle ne sont donc pas prises en compte pour l'étude des crues.

### 1.5.2 ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES

Le Tableau 1-17 récapitule les évènements de crues observés pris en compte :

Crues d'automne fin de basses eaux	Crues d'hiver / hautes eaux		Crues de printemps fin de hautes eaux
	Avec dégel/neige crues de redoux	Sans dégel/neige dominante pluviale	
Oct-Nov. 1998 Octobre 2006	Décembre 2001 Décembre 2010	Décembre 1982 (2 pics) Décembre 1988 Février 1990 Décembre 1991 (2 pics) Décembre 1993 (2 pics) Janvier 1994 (2 pics) Janvier 1995 (3 pics) Février 1997 Janvier 2004 (3 pics) Janvier 2018 Février 2020	Avril 1983 Mai 1983

Tableau 1-17 : échantillons d'hydrogrammes de crues – Moselle à Tonnoy.

Au total, 17 évènements sont retenus pour caractériser les hydrogrammes de crues de la Moselle à Tonnoy.

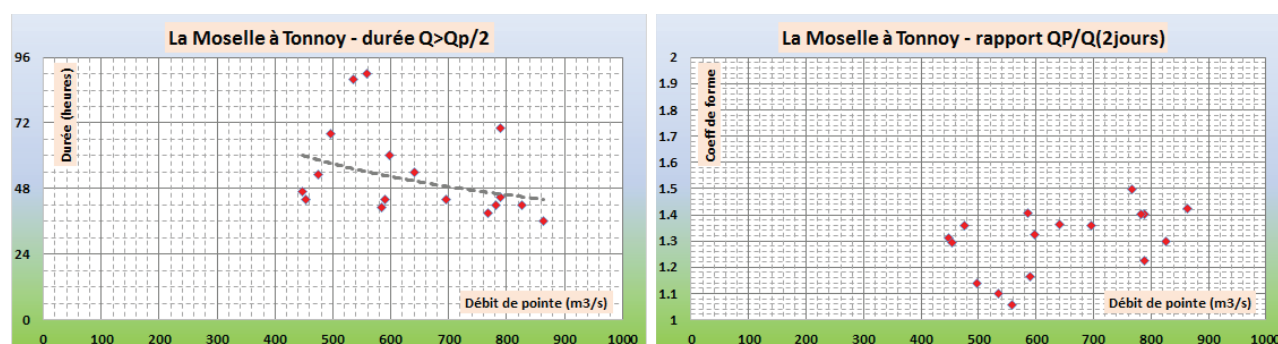


Figure 1-17 : durée caractéristique et coefficient de forme – Moselle à Tonnoy.

### 1.5.2.1 Estimation de la durée caractéristique D

La Figure 1-17 présente la répartition des durées caractéristiques (en heures) en fonction du débit de pointe sur l'échantillon des 17 crues observées.

Les valeurs sont relativement dispersées, dans une fourchette de 36 à 90 heures.

La valeur moyenne sur les 17 événements est de 51 heures.

Pour les fortes crues, les valeurs oscillent autour de 53 heures, hormis pour la crue d'avril 1983 (70 heures).

**Il est proposé de retenir comme durée caractéristique 2 jours.**

### 1.5.2.2 Estimation coefficient de forme $r_D$

La Figure 1-17 présente les coefficients de forme, sur la durée caractéristique, estimés sur l'échantillon de 17 crues.

La plupart des valeurs se situent entre 1,1 et 1,5. Pour les forts débits, les valeurs sont proches de 1,4

La valeur moyenne est proche de 1,3.

**Il est proposé de retenir comme coefficient de forme (sur la durée 2 jours) la valeur de 1,4.**

### 1.5.2.3 Construction de l'hydrogramme moyen normé

L'hydrogramme moyen normé est construit en moyennant les hydrogrammes normés des 16 crues retenues :

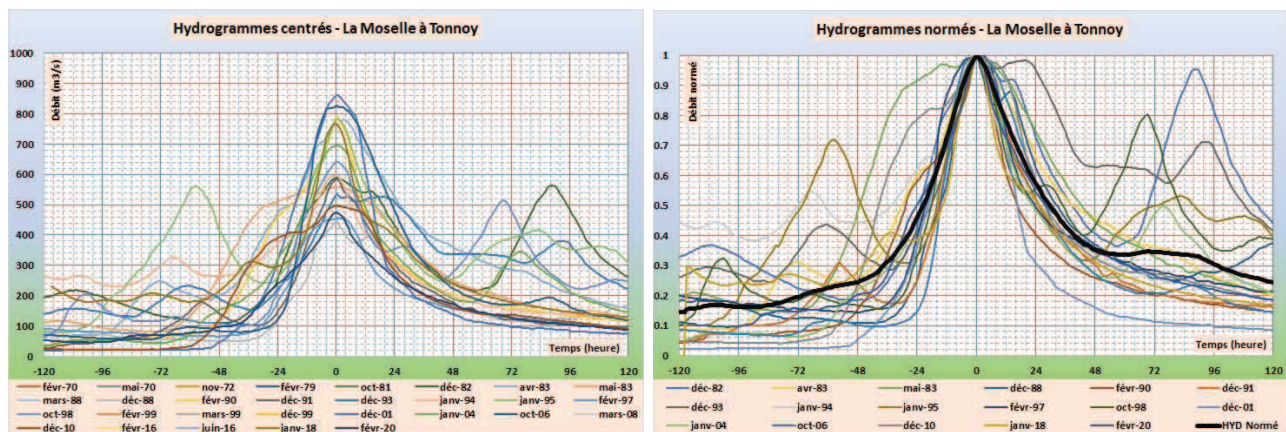


Figure 1-18 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Moselle à Tonnoy.

## 1.5.3 ANALYSE STATISTIQUE

### 1.5.3.1 Echantillonnage MAXAN

Les échantillons MAXAN et SUPSEUIL sont donnés dans les fiches en ANNEXE 1. Le Tableau 1-18 rappelle le nombre de valeurs de chaque échantillon.

A5110610	La Moselle à Tonnoy	1 976 km <sup>2</sup>	Nb de valeurs	Nb de crues/an
	MAXAN		37	1,0
	SUPSEUIL		48	1,2

Tableau 1-18 : taille des échantillons – Moselle à Tonnoy.

### 1.5.3.2 Résultats

Le graphe de la Figure 1-19 présente les résultats des ajustements statistiques à la station de Tonnoy sur la Moselle :

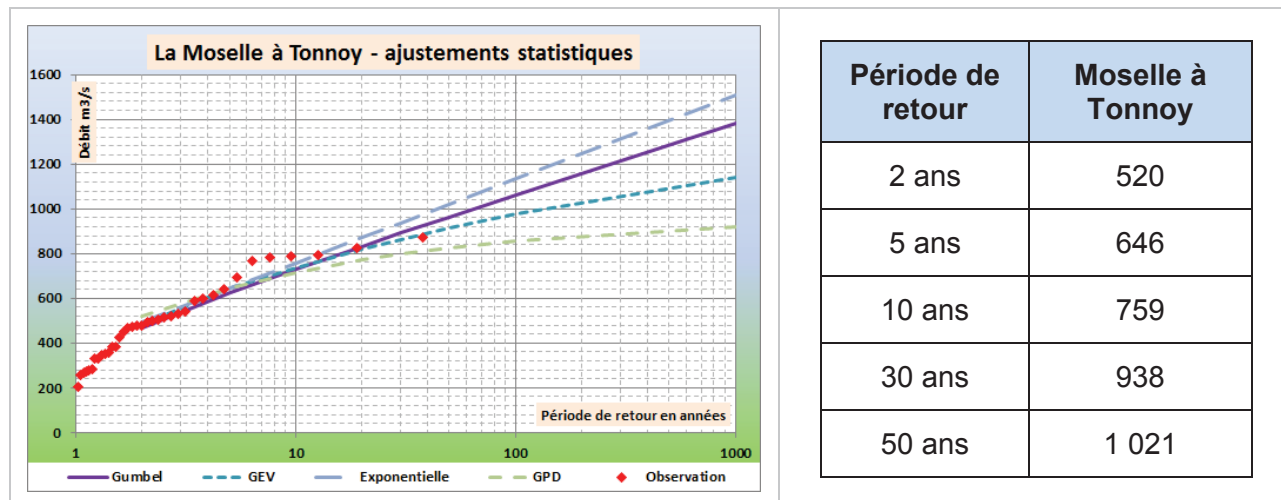


Figure 1-19 : ajustements statistiques – Moselle à Tonnoy.

Les quatre ajustements donnent des estimations assez proches jusqu'à la période de retour 10 ans. Au-delà, les estimations divergent assez fortement. Le test du KHI-2 est favorable pour les quatre ajustements et l'analyse des graphiques ne permet pas de favoriser ou d'éliminer l'une ou l'autre des lois.

**Il est proposé de retenir la valeur maximale des quatre estimations pour chaque période de retour.**

## 1.5.4 ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE

### 1.5.4.1 Choix de la période pivot

La Figure 1-19 montre que les ajustements divergent au-delà de la période de retour 10 ans.

L'ajustement des observations ne montre pas de rupture nette dans l'alignement des points.

**Il est proposé de retenir comme période pivot la période de retour 10 ans.**

### 1.5.4.2 Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE

Le gradex des pluies pour l'application de la méthode est un gradex moyen calculé sur le bassin versant.

Le gradex des pluies journalières sur la période d'octobre à avril est ainsi estimé à 15,9 mm/2j. L'ajustement à la loi de Gumbel est satisfaisant.

Le Tableau 1-19 présente les résultats de l'application des méthodes du GRADEX et AGREGEE.



Paramètres		
D	2 j	
Gradex pluies	15,9 mm/2j	
r <sub>D</sub>	1,40	
T <sub>piv</sub>	10 ans	
Période de retour	GRADEX	AGREGEE
10 ans	759	759
30 ans	1 048	948
50 ans	1 180	1 055
100 ans	1 358	1 214
1000 ans	1 947	1 783

**Tableau 1-19 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGE (m<sup>3</sup>/s) – Moselle à Tonnoy.**

Les estimations données par les deux méthodes sont relativement proches : la méthode du GRADEX donne des valeurs supérieures, ce qui est attendu. Les écarts entre les deux méthodes sont de l'ordre de 10 %.

### 1.5.5 SYNTHÈSE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE

Pour les périodes de retour inférieures à la période pivot, les estimations issues des ajustements statistiques sont retenues.

Le Tableau 1-20 récapitule les différentes estimations de débits à Tonnoy :

Période de retour	GRADEX	AGREGEE	SHYREG	AZI 2000
2 ans	520	520	497	450
5 ans	646	646	628	
10 ans	759	759	741	653
30 ans	1 048	948		
50 ans	1 180	1 055	1 060	
100 ans	1 358	1 214	1 230	900
1000 ans	1 947	1 783	1 920	

**Tableau 1-20 : synthèse des estimations de débits (m<sup>3</sup>/s) – Moselle à Tonnoy.**

La Figure 1-20 superpose les différentes estimations avec les observations :



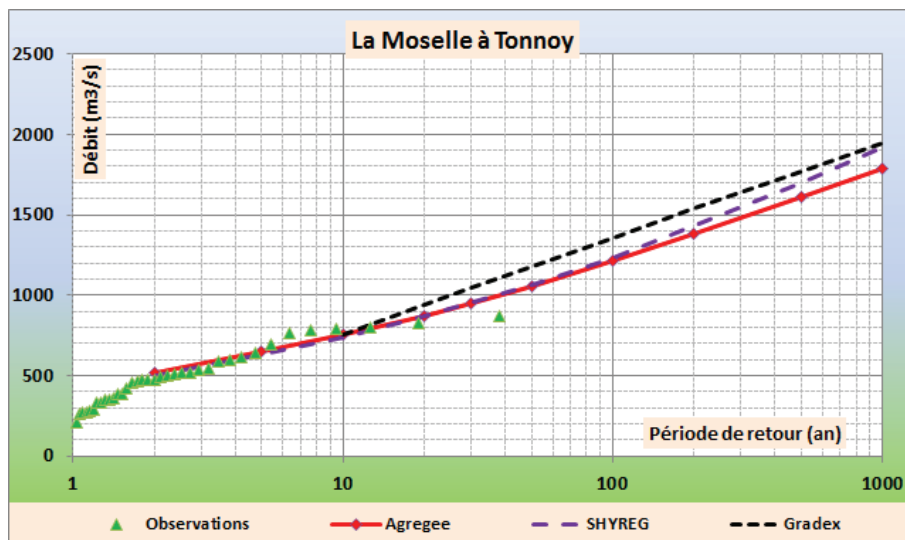


Figure 1-20 : comparaison avec la base SHYREG – Moselle à Tonnoy.

Les trois estimations sont relativement proches pour l'ensemble des périodes de retour jusqu'à 1 000 ans.

La méthode AGREGÉE semble mieux représenter la distribution des observations.

**Il est proposé de retenir les estimations issues de l'application de la méthode AGREGÉE pour la station de Tonnoy.**

## 1.6 A5500610 – LA MOSELLE A PONT-SAINT-VINCENT

### 1.6.1 ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES

Le Tableau 1-21 récapitule les évènements de crues observés pris en compte :

Crues d'automne fin de basses eaux	Crues d'hiver / hautes eaux		Crues de printemps fin de hautes eaux
	Avec dégel/neige crues de redoux	Sans dégel/neige dominante pluviale	
Oct/Nov. 1998 Octobre 2006	Décembre 1999 (3 pics) Décembre 2001 Décembre 2010	Décembre 1988 Février 1990 Décembre 1991 Décembre 1993 (2 pics) Janvier 1994 (2 pics) Janvier 1995 (3 pics) Février 1997 Février 1999 Mars 1999 (2 pics) Janvier 2004 (3 pics) Janvier 2018 Février 2020	

Tableau 1-21 : échantillons d'hydrogrammes de crues – Moselle à Pont-Saint-Vincent.

Au total, 17 évènements sont retenus pour caractériser les hydrogrammes de crues de la Moselle à Pont-Saint-Vincent. Pour rappel, la station se situe en aval de la confluence avec le Madon.

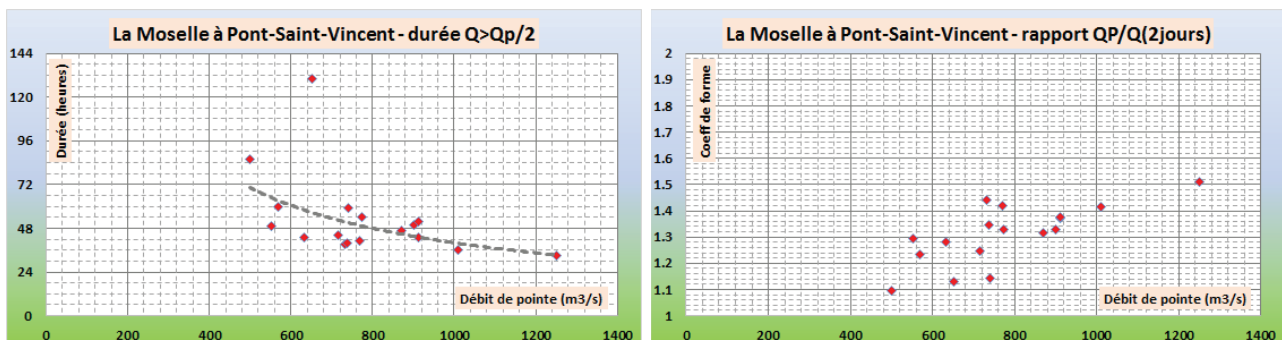


Figure 1-21 : durée caractéristique et coefficient de forme – Moselle à Pont-Saint-Vincent.

#### 1.6.1.1 Estimation de la durée caractéristique $D$

La Figure 1-21 présente la répartition des durées caractéristiques (en heures) en fonction du débit de pointe sur l'échantillon des 17 crues observées.

Les valeurs sont relativement dispersées, dans une fourchette de 33 à 60 heures. La crue de décembre 1993 présente une valeur de plus de 120 heures.

La valeur moyenne sur les 17 évènements est de 53 heures.

**Il est proposé de retenir comme durée caractéristique 2 jours.**

#### 1.6.1.2 Estimation coefficient de forme $r_D$

La Figure 1-21 présente les coefficients de forme, sur la durée caractéristique, estimés sur l'échantillon de 17 crues.

La plupart des valeurs se situent entre 1,1 et 1,5. Pour les forts débits, les valeurs se rapprochent de 1,5.

La valeur moyenne est proche de 1,3.

**Il est proposé de retenir comme coefficient de forme (sur la durée 2 jours) la valeur de 1,5.**

### 1.6.1.3 Construction de l'hydrogramme moyen normé

L'hydrogramme moyen normé est construit en moyennant les hydrogrammes normés des 17 crues retenues :

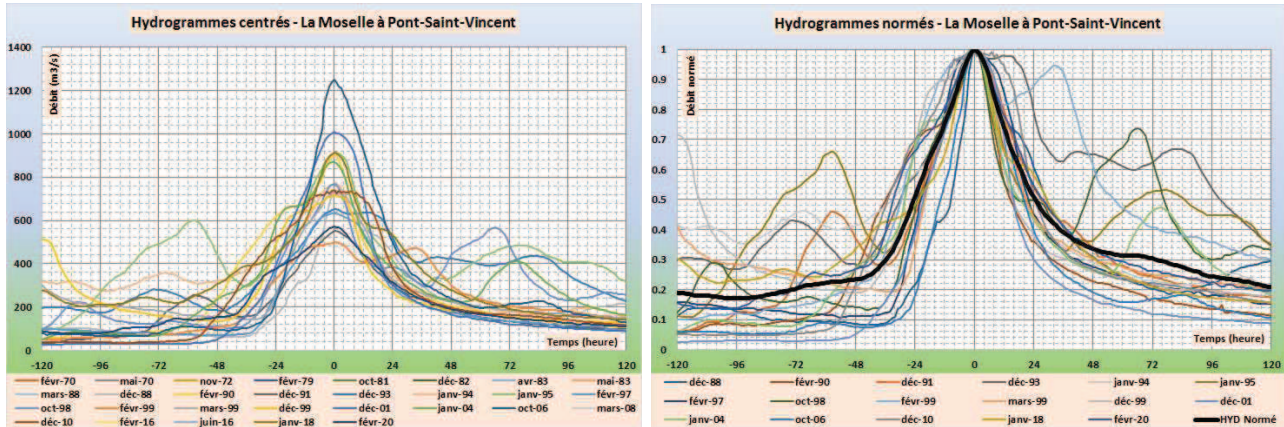


Figure 1-22 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Moselle à Pont-Saint-Vincent.

## 1.6.2 ANALYSE STATISTIQUE

### 1.6.2.1 Echantillonnage MAXAN

Les échantillons MAXAN et SUPSEUIL sont donnés dans les fiches en ANNEXE 1. Le Tableau 1-22 rappelle le nombre de valeurs de chaque échantillon.

A5500610	La Moselle à Pont-Saint-Vincent	3 070 km <sup>2</sup>	Nb de valeurs	Nb de crues/an
	MAXAN		32	1,0
	SUPSEUIL		41	1,3

Tableau 1-22 : taille des échantillons – Moselle à Pont-Saint-Vincent.

### 1.6.2.2 Résultats

Le graphe de la Figure 1-23 présente les résultats des ajustements statistiques à la station de Pont-Saint-Vincent sur la Moselle :

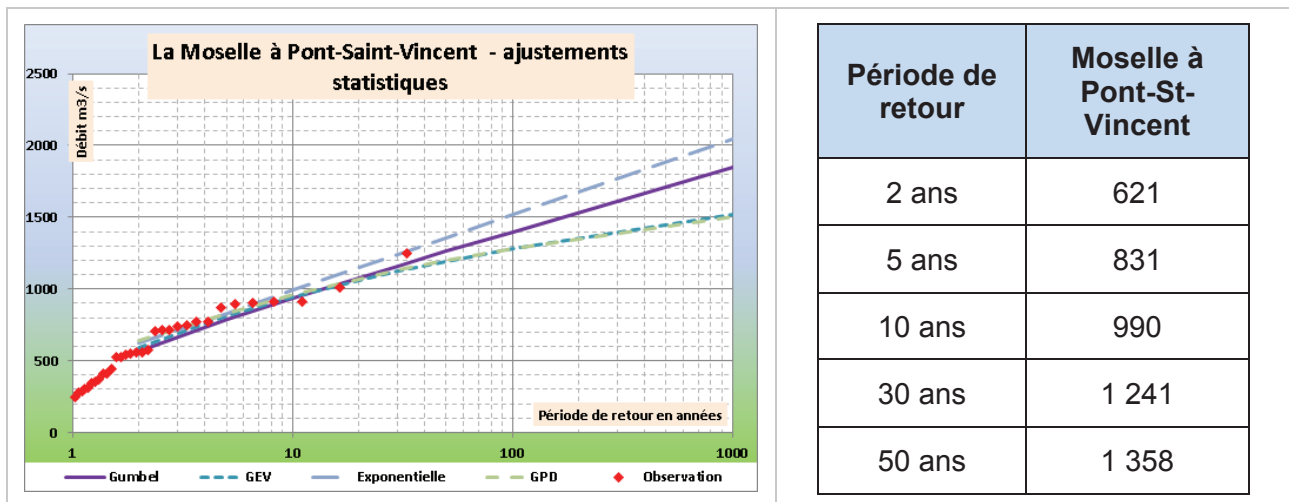


Figure 1-23 : ajustements statistiques – Moselle à Pont-Saint-Vincent.

Les quatre ajustements donnent des estimations assez proches jusqu'à la période de retour 10 ans. Au-delà, les estimations divergent assez fortement. Le test du KHI-2 est favorable pour les quatre ajustements et l'analyse des graphiques ne permet pas de favoriser ou d'éliminer l'une ou l'autre des lois. Graphiquement, la loi exponentielle semble mieux s'ajuster à l'échantillon observé.

**Il est proposé de retenir la valeur de la loi exponentielle pour chaque période de retour.**

### 1.6.3 ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE

#### 1.6.3.1 Choix de la période pivot

La Figure 1-23 montre que les ajustements divergent au-delà de la période de retour 10 ans.

L'ajustement des observations ne montre pas de rupture nette dans l'alignement des points.

**Il est proposé de retenir comme période pivot la période de retour 10 ans.**

#### 1.6.3.2 Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE

Le gradex des pluies pour l'application de la méthode est un gradex moyen calculé sur le bassin versant.

Le gradex des pluies journalières sur la période d'octobre à avril est ainsi estimé à 12,7 mm/2j. L'ajustement à la loi de Gumbel est satisfaisant.

Le Tableau 1-23 présente les résultats de l'application des méthodes du GRADEX et AGREGEE.

Paramètres		
D	2 j	
Gradex pluies	12,7 mm/j	
$r_D$	1,50	
$T_{piv}$	10 ans	
Période de retour	GRADEX	AGREGEE
10 ans	990	990
30 ans	1 375	1 250
50 ans	1 550	1 396
100 ans	1 788	1 609
1000 ans	2 571	2 369

**Tableau 1-23 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGE ( $m^3/s$ ) – Moselle à Pont-Saint-Vincent.**

Les estimations données par les deux méthodes sont relativement proches : la méthode du GRADEX donne des valeurs supérieures, ce qui est attendu. Les écarts entre les deux méthodes sont de l'ordre de 10 %.

#### 1.6.4 SYNTHÈSE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE

Pour les périodes de retour inférieures à la période pivot, les estimations issues des ajustements statistiques sont retenues.

Le Tableau 1-24 récapitule les différentes estimations de débits à Pont-Saint-Vincent :

Période de retour	GRADEX	AGREGEE	SHYREG	AZI 2000
2 ans	621	621	625	
5 ans	831	831	789	
10 ans	990	990	928	
30 ans	1 375	1 250		
50 ans	1 550	1 396	1 320	
100 ans	1 788	1 609	1 530	
1000 ans	2 571	2 369	2 380	

**Tableau 1-24 : synthèse des estimations de débits ( $m^3/s$ ) – Moselle à Pont-Saint-Vincent.**

La Figure 1-24 superpose les différentes estimations avec les observations :

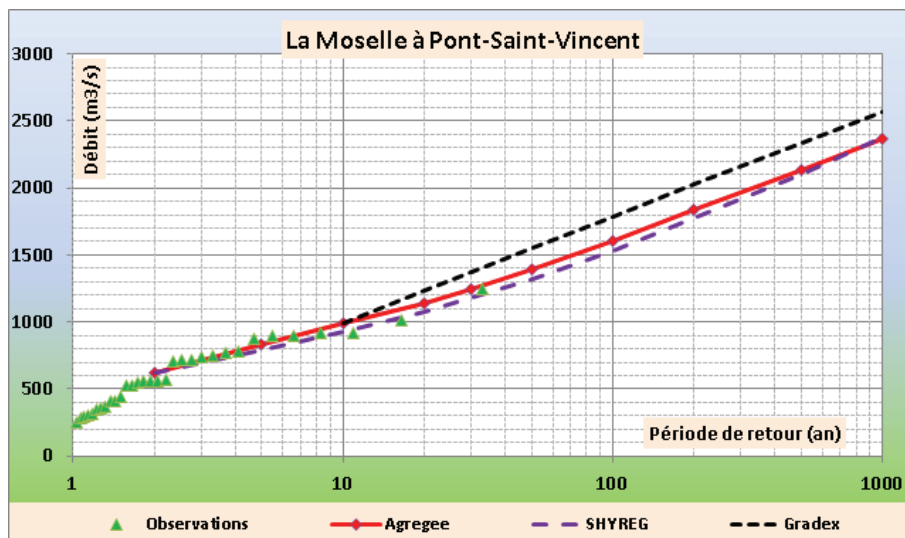


Figure 1-24 : comparaison avec la base SHYREG – Moselle à Pont-Saint-Vincent.

Les trois estimations sont relativement proches pour l'ensemble des périodes de retour jusqu'à 1 000 ans. En particulier, les comportements de la méthode AGREGEE et de la base SHYREG sont similaires.

**Il est proposé de retenir les estimations issues de l'application de la méthode AGREGEE pour la station de Pont-Saint-Vincent.**



## 1.7 A5730610 – LA MOSELLE A TOUL

### 1.7.1 ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES

Le Tableau 1-25 récapitule les évènements de crues observés pris en compte :

Crues d'automne fin de basses eaux	Crues d'hiver / hautes eaux		Crues de printemps fin de hautes eaux
	Avec dégel/neige crues de redoux	Sans dégel/neige dominante pluviale	
Novembre 1972 Oct/Nov. 1998 Octobre 2006	Décembre 1999 (3 pics) Décembre 2001 Décembre 2010	Février 1970 Février 1979 Décembre 1982 (2 pics) Décembre 1988 Février 1990 Décembre 1991 Décembre 1993 (2 pics) Janvier 1994 (2 pics) Janvier 1995 (3 pics) Février 1997 Février 1999 Mars 1999 (2 pics) Janvier 2004 (3 pics) Janvier 2018 Février 2020	Mai 1970 Avril 1983 Mai 1983

Tableau 1-25 : échantillons d'hydrogrammes de crues – Moselle à Toul.

Au total, 24 évènements sont retenus pour caractériser les hydrogrammes de crues de la Moselle à Toul.

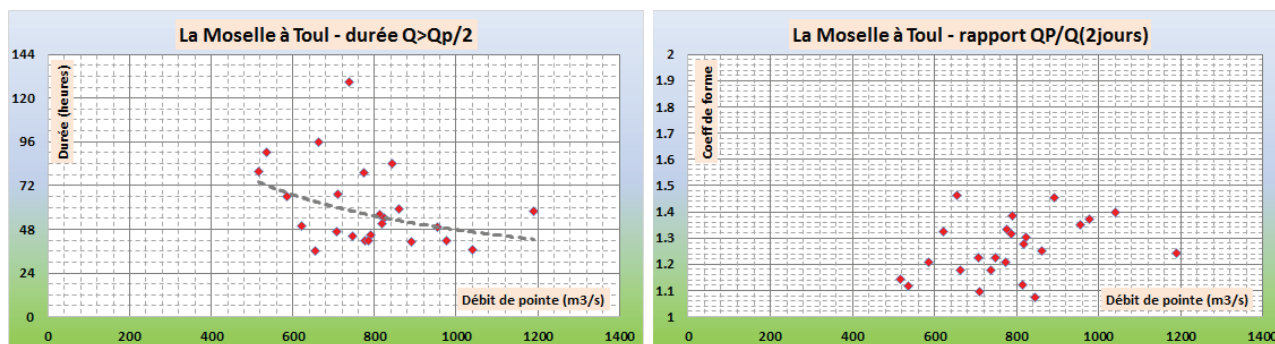


Figure 1-25 : durée caractéristique et coefficient de forme – Moselle à Toul.

#### 1.7.1.1 Estimation de la durée caractéristique D

La Figure 1-25 présente la répartition des durées caractéristiques (en heures) en fonction du débit de pointe sur l'échantillon des 24 crues observées.

Les valeurs sont relativement dispersées, dans une fourchette de 36 à 96 heures pour la plupart. La valeur pour la crue de décembre 1993 dépasse les 120 heures.

La valeur moyenne sur les 24 évènements est de 60 heures.

Pour les forts débits, les valeurs avoisinent 48 heures.

**Il est proposé de retenir comme durée caractéristique 2 jours.**



### 1.7.1.2 Estimation coefficient de forme $r_D$

La Figure 1-25 présente les coefficients de forme, sur la durée caractéristique, estimés sur l'échantillon de 24 crues.

La plupart des valeurs se situent entre 1,1 et 1,5. Pour les forts débits, les valeurs oscillent entre 1,2 et 1,4.

La valeur moyenne est proche de 1,25.

**Il est proposé de retenir comme coefficient de forme (sur la durée 2 jours) la valeur de 1,4.**

### 1.7.1.3 Construction de l'hydrogramme moyen normé

L'hydrogramme moyen normé est construit en moyennant les hydrogrammes normés des 24 crues retenues :

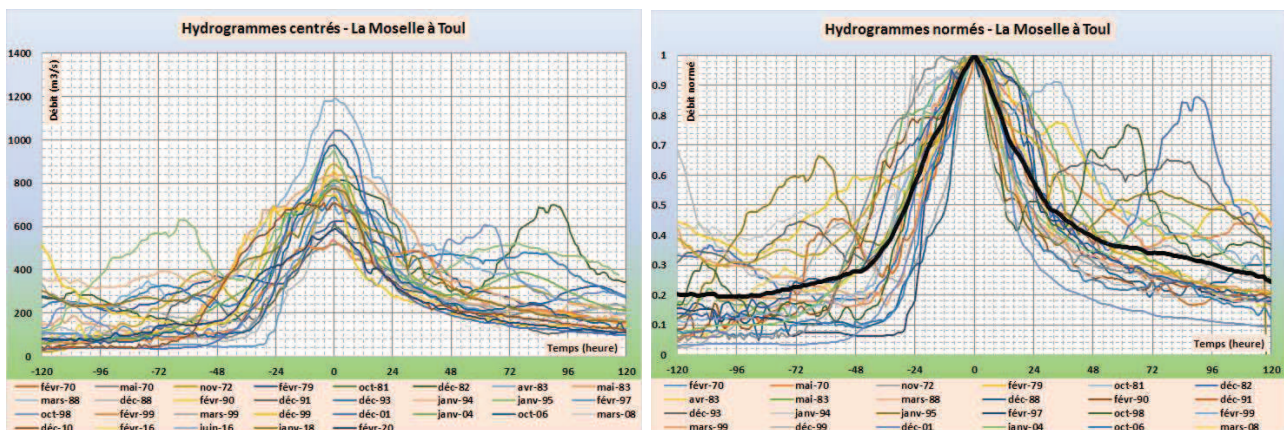


Figure 1-26 : hydrogramme moyen normé – Moselle à Toul.

## 1.7.2 ANALYSE STATISTIQUE

### 1.7.2.1 Echantillonnage MAXAN

Les échantillons MAXAN et SUPSEUIL sont donnés en ANNEXE 1. Le Tableau 1-26 rappelle le nombre de valeurs de chaque échantillon.

A7930610	La Moselle à Toul	3 338 km <sup>2</sup>	Nb de valeurs	Nb de crues/an
	MAXAN		60	1,0
	SUPSEUIL		68	1,2

Tableau 1-26 : taille des échantillons – Moselle à Toul.

### 1.7.2.2 Résultats

Le graphe de la Figure 1-27 présente les résultats des ajustements statistiques à la station de Pont-Saint-Vincent sur la Moselle :

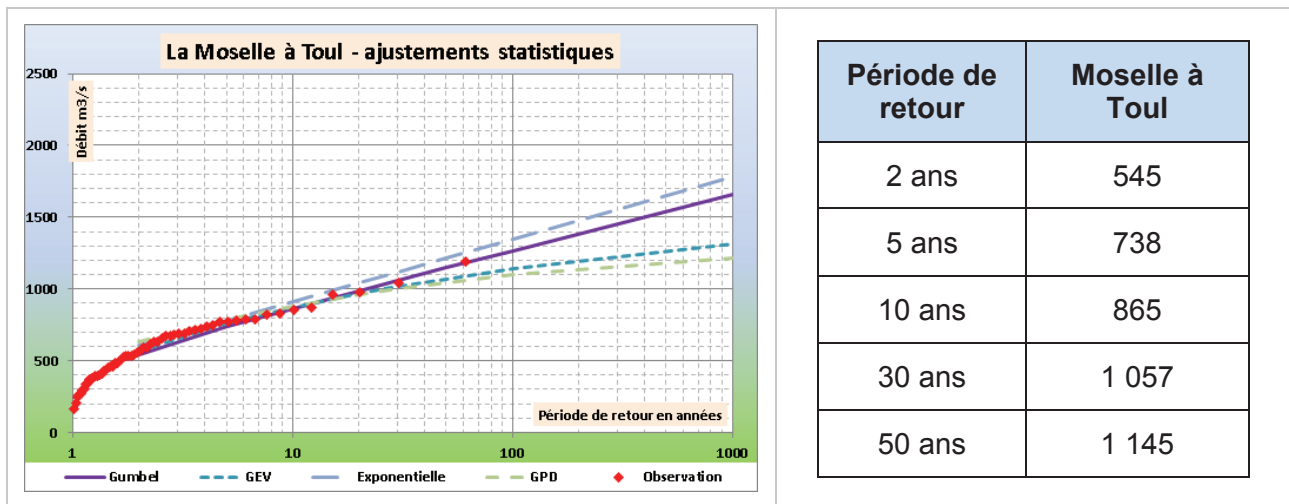


Figure 1-27 : ajustements statistiques – Moselle à Toul.

Les quatre ajustements donnent des estimations assez proches jusqu'à la période de retour 10 ans. Au-delà, les estimations divergent assez fortement. Le test du KHI-2 est favorable pour les quatre ajustements et l'analyse des graphiques ne permet pas de favoriser ou d'éliminer l'une ou l'autre des lois. Graphiquement, la loi de Gumbel semble mieux s'ajuster aux observations.

**Il est proposé de retenir la valeur issue de la loi de Gumbel pour chaque période de retour.**

### 1.7.3 ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE

#### 1.7.3.1 Choix de la période pivot

La Figure 1-27 montre que les ajustements divergent au-delà de la période de retour 10 ans.

L'ajustement des observations ne montre pas de rupture nette dans l'alignement des points.

**Il est proposé de retenir comme période pivot la période de retour 10 ans.**

#### 1.7.3.2 Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE

Le gradex des pluies pour l'application de la méthode est un gradex moyen calculé sur le bassin versant.

Le gradex des pluies journalières sur la période d'octobre à avril est ainsi estimé à 12,7 mm/2j. L'ajustement à la loi de Gumbel est satisfaisant.

Le Tableau 1-27 présente les résultats de l'application des méthodes du GRADEX et AGREGEE.

Paramètres		
D	2 j	
Gradex pluies	12,7 mm/j	
r <sub>D</sub>	1,40	
T <sub>piv</sub>	10 ans	
Période de retour	GRADEX	AGREGEE
10 ans	865	865
30 ans	1 256	1 101
50 ans	1 434	1 240
100 ans	1 675	1 448
1000 ans	2 469	2 211

Tableau 1-27 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGE (m<sup>3</sup>/s) – Moselle à Toul.

Les estimations données par les deux méthodes sont relativement proches : la méthode du GRADEX donne des valeurs supérieures, ce qui est attendu. Les écarts entre les deux méthodes sont de l'ordre de 10 %.

#### 1.7.4 SYNTHÈSE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE

Pour les périodes de retour inférieures à la période pivot, les estimations issues des ajustements statistiques sont retenues.

Le Tableau 1-28 récapitule les différentes estimations de débits à Toul :

Période de retour	GRADEX	AGREGEE	SHYREG	AZI 2000
2 ans	545	545	652	625
5 ans	738	738	823	
10 ans	865	865	968	900
30 ans	1 256	1 101		
50 ans	1 434	1 240	1 370	
100 ans	1 675	1 448	1 590	1 250
1000 ans	2 469	2 211	2 480	

Tableau 1-28 : synthèse des estimations de débits (m<sup>3</sup>/s) – Moselle à Toul.

La Figure 1-28 superpose les différentes estimations avec les observations :

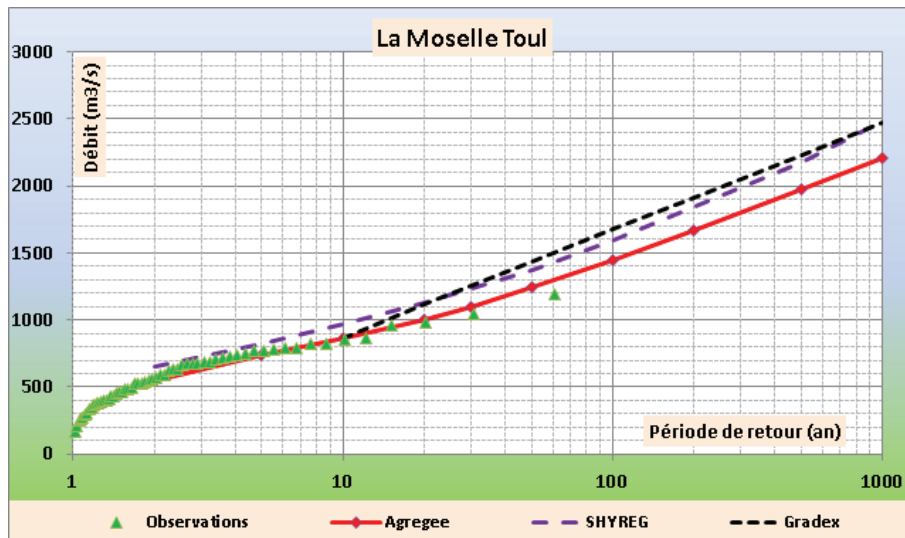


Figure 1-28 : comparaison avec la base SHYREG – Moselle à Toul.

Les trois estimations sont relativement proches pour l'ensemble des périodes de retour jusqu'à 1 000 ans.

**Il est proposé de retenir les estimations issues de l'application de la méthode AGREGÉE pour la station de Toul.**

Le débit de pointe de crue centennale ainsi estimé est significativement plus élevé que la précédente estimation de l'AZI (+20 %).

## 1.8 A7010610 – LA MOSELLE A CUSTINES

### 1.8.1 ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES

Le Tableau 1-29 récapitule les évènements de crues observés pris en compte :

Crues d'automne fin de basses eaux	Crues d'hiver / hautes eaux		Crues de printemps fin de hautes eaux
	Avec dégel/neige crues de redoux	Sans dégel/neige dominante pluviale	
Oct/Nov. 1998 Octobre 2006	Décembre 1999 (3 pics) Décembre 2001 Décembre 2010	Février 1979 Décembre 1982 (2 pics) Décembre 1988 Février 1990 Décembre 1991 Décembre 1993 (2 pics) Janvier 1994 (2 pics) Janvier 1995 (3 pics) Février 1997 Février 1999 Mars 1999 (2 pics) Janvier 2004 (3 pics) Janvier 2018 Février 2020	Avril 1983 Mai 1983 Mai/juin 2016

Tableau 1-29 : échantillons d'hydrogrammes de crues – Moselle à Custines.

Au total, 22 évènements sont retenus pour caractériser les hydrogrammes de crues de la Moselle à Custines.

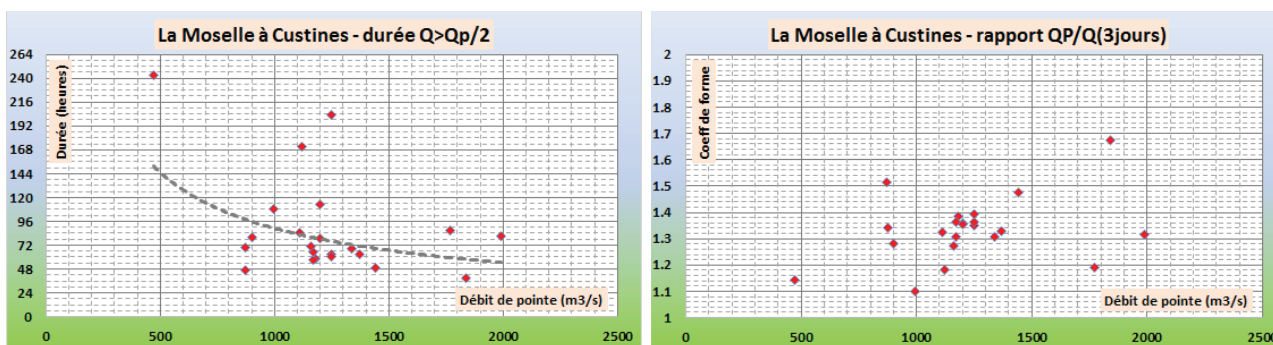


Figure 1-29 : durée caractéristique et coefficient de forme – Moselle à Custines.

#### 1.8.1.1 Estimation de la durée caractéristique D

La Figure 1-29 présente la répartition des durées caractéristiques (en heures) en fonction du débit de pointe sur l'échantillon des 22 crues observées.

Les valeurs sont relativement dispersées, dans une fourchette de 39 à 120 heures. Trois crues sortent de cet intervalle : décembre 1993 et janvier 1995 qui sont deux crues intenses à pics successifs, et la crue de mai/juin 2016 qui est une crue faible.

La valeur moyenne sur les 22 évènements est de 89 heures.

**Il est proposé de retenir comme durée caractéristique 3 jours.**



### 1.8.1.2 Estimation coefficient de forme $r_D$

La Figure 1-29 présente les coefficients de forme, sur la durée caractéristique, estimés sur l'échantillon de 22 crues.

La plupart des valeurs se situent entre 1,1 et 1,5. La valeur pour la crue d'octobre 2006 atteint toutefois 1,7. Pour les autres crues fortes, les valeurs sont généralement comprises entre 1,3 et 1,4.

La valeur moyenne est proche de 1,35.

**Il est proposé de retenir comme coefficient de forme (sur la durée 3 jours) la valeur de 1,4.**

### 1.8.1.3 Construction de l'hydrogramme moyen normé

L'hydrogramme moyen normé est construit en moyennant les hydrogrammes normés des 17 crues retenues :

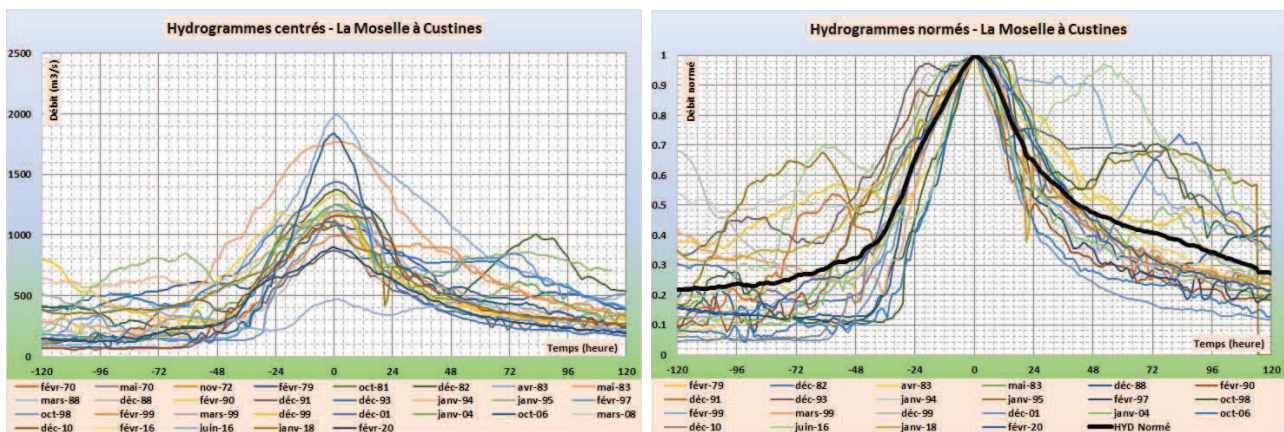


Figure 1-30 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Moselle à Custines.

## 1.8.2 ANALYSE STATISTIQUE

### 1.8.2.1 Echantillonnage MAXAN

Les échantillons MAXAN et SUPSEUIL sont donnés dans les fiches en ANNEXE 4. Le Tableau 1-30 rappelle le nombre de valeurs de chaque échantillon.

A7010610	La Moselle à Custines	6 830 km <sup>2</sup>	Nb de valeurs	Nb de crues/an
	MAXAN		41	1,0
	SUPSEUIL		40	1,0

Tableau 1-30 : taille des échantillons – Moselle à Custines.

### 1.8.2.2 Résultats

Le graphe de la Figure 1-27 présente les résultats des ajustements statistiques à la station de Custines sur la Moselle :

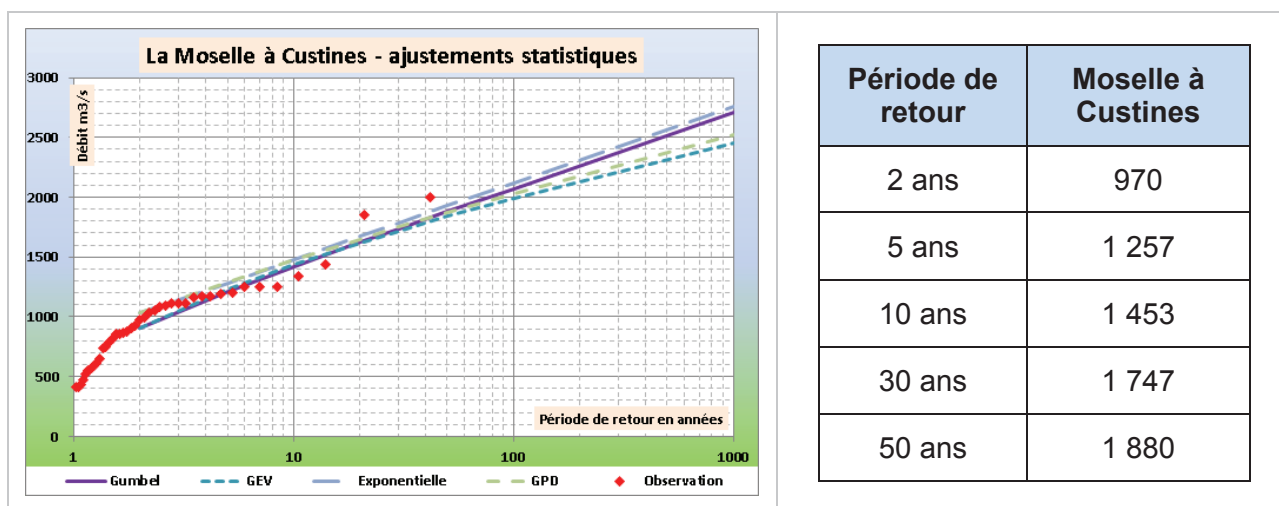


Figure 1-31 : ajustements statistiques – Moselle à Custines.

Les quatre ajustements donnent des estimations assez proches jusqu'à la période de retour 50 ans.

**Il est proposé de retenir la valeur moyenne des quatre estimations pour chaque période de retour.**

### 1.8.3 ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE

#### 1.8.3.1 Choix de la période pivot

La Figure 1-27 montre une rupture dans l'alignement des débits observés au voisinage de la période de retour 20 ans.

**Il est proposé de retenir comme période pivot la période de retour 20 ans.**

#### 1.8.3.2 Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE

Le gradex des pluies pour l'application de la méthode est un gradex moyen calculé sur le bassin versant.

Le gradex des pluies journalières sur la période d'octobre à avril est ainsi estimé à 13,2 mm/3j. L'ajustement à la loi de Gumbel est satisfaisant.

Le Tableau 1-31 présente les résultats de l'application des méthodes du GRADEX et AGREGEE.



Paramètres		
D	3 j	
Gradex pluies	13,2 mm/3j	
r <sub>D</sub>	1,40	
T <sub>piv</sub>	20 ans	
Période de retour	GRADEX	AGREGEE
20 ans	1 641	1 641
30 ans	1 842	1 762
50 ans	2 094	1 940
100 ans	2 434	2 217
1000 ans	3 556	3 276

**Tableau 1-31 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGE (m<sup>3</sup>/s) – Moselle à Custines.**

Les estimations données par les deux méthodes sont relativement proches : la méthode du GRADEX donne des valeurs supérieures, ce qui est attendu. Les écarts entre les deux méthodes sont de l'ordre de 10 %.

#### 1.8.4 SYNTHÈSE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE

Pour les périodes de retour inférieures à la période pivot, les estimations issues des ajustements statistiques sont retenues.

Le Tableau 1-32 récapitule les différentes estimations de débits à Custines :

Période de retour	GRADEX	AGREGEE	SHYREG	AZI 2000
2 ans	970	970	902	910
5 ans	1 257	1 257	1 140	
10 ans	1 453	1 453	1 340	1 400 à 1 450
30 ans	1 842	1 762		
50 ans	2 094	1 940	1 880	
100 ans	2 434	2 217	2 160	1 890 à 2 010
1000 ans	3 556	3 276	3 380	

**Tableau 1-32 : synthèse des estimations de débits (m<sup>3</sup>/s) – Moselle à Custines.**

La Figure 1-32 superpose les différentes estimations avec les observations :

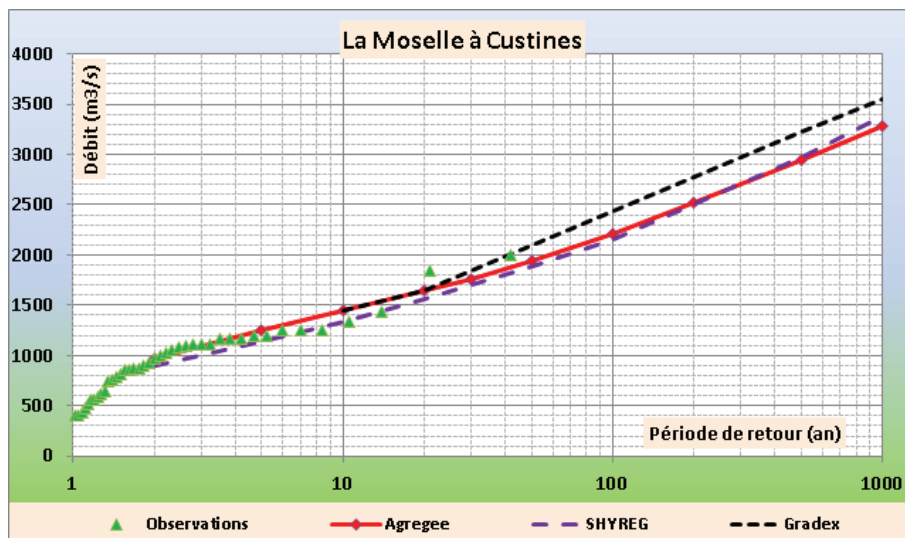


Figure 1-32 : comparaison avec la base SHYREG – Moselle à Custines.

Les trois estimations sont relativement proches pour l'ensemble des périodes de retour jusqu'à 1 000 ans.

**Il est proposé de retenir les estimations issues de l'application de la méthode AGREGÉE pour la station de Custines.**

Le débit de pointe de crue centennale ainsi estimé est plus élevé que la précédente estimation de l'AZI (+10 % environ).

## 2 AFFLUENTS DE LA MOSELLE AMONT

### 2.1 A4140202 – LA MOSELOTTE A VAGNEY

#### 2.1.1 ASSOCIATION DE STATIONS

Deux stations hydrométriques sont installées à Vagney sur la Moselotte :

- L'ancienne station ouverte en 1967 et fermée en décembre 2006 ;
- La nouvelle station de Zainvillers, mise en service depuis novembre 2005.

La seconde station remplace la première et est située toute proche. Le bassin versant est quasi-équivalent.

Les deux stations présentent quelques mois de mesures communes : en particulier, la crue d'octobre 2006 a été enregistrée aux deux stations. Les hydrogrammes issus de la BANQUE HYDRO sont donnés sur la Figure 2-1 :

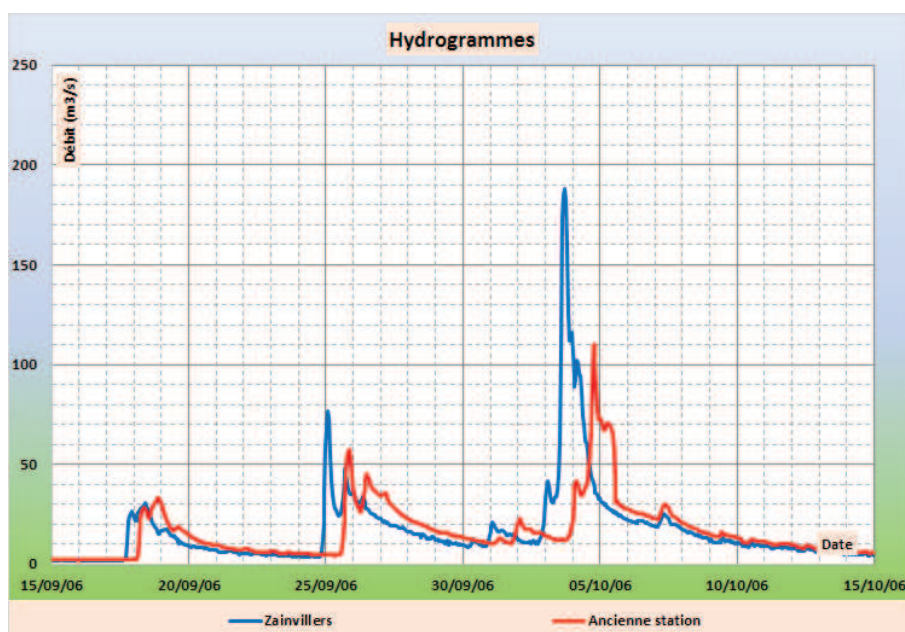


Figure 2-1 : hydrogrammes de la crue d'octobre 2006 à Vagney.

Les mesures à l'ancienne station présentent un important retard d'environ 26 heures par rapport aux mesures à Zainvillers (qui sont cohérentes avec les stations voisines pour l'heure du pic de crue). Outre cet écart d'horodatage, les débits mesurés à l'ancienne station sont très inférieurs à ceux de Zainvillers.

La Figure 2-2 compare les débits de crues mesurés aux deux stations de Vagney avec ceux observés sur la Moselle à Rupt-sur-Moselle : le premier graphique compare les débits de pointe et le second les débits de pointe spécifiques (rapport entre le débit de pointe et la superficie du bassin versant). La Figure 2-3 présente les mêmes données comparées aux valeurs relevées à la station de Cleurie à Cleurie, affluent de la Moselotte.

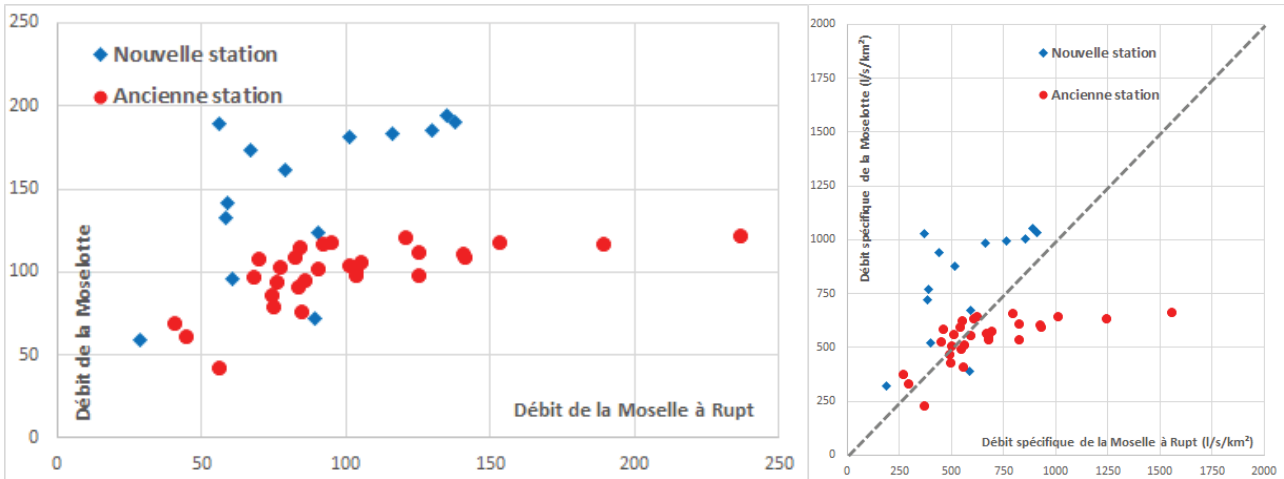


Figure 2-2 : comparaison des débits de pointe à Vagney avec ceux de la Moselle à Rupt-sur-Moselle.

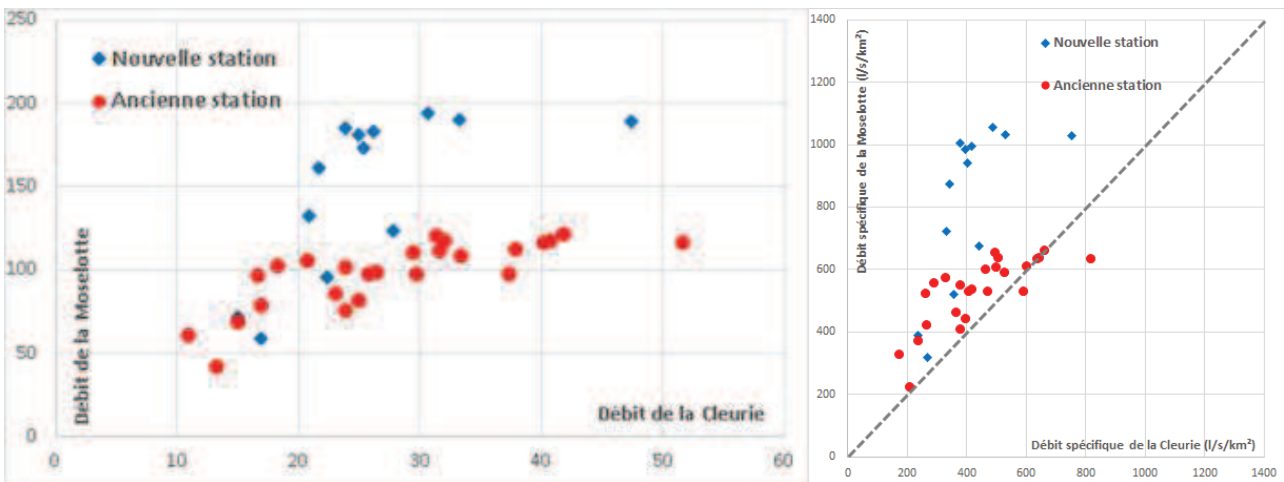


Figure 2-3 : comparaison des débits de pointe à Vagney avec ceux de la Cleurie.

Jusqu'à des débits de pointe de la Moselotte de l'ordre de 100-120 m<sup>3</sup>/s, les deux nuages de points sont relativement superposés. Au-delà, les deux nuages de points s'écartent significativement.

Ce comportement différent est également illustré par la Figure 2-4 qui présente les débits de pointes annuels (échantillon MAXAN) aux deux stations de Vagney :

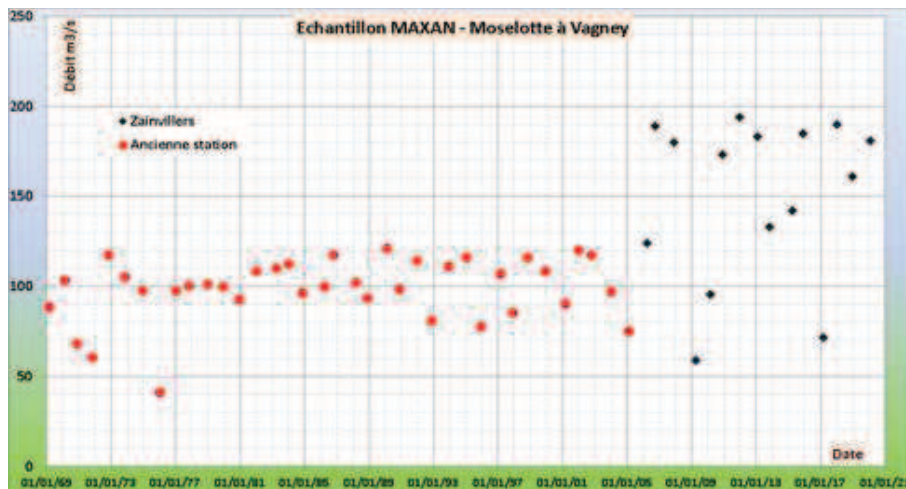


Figure 2-4 : échantillons MAXAN aux deux stations de Vagney sur la Moselotte

Outre ce comportement entre les deux stations, les mesures paraissent plafonner, autour de 120 m<sup>3</sup>/s pour l'ancienne station et autour de 190-200 m<sup>3</sup>/s pour la nouvelle.

En conclusion, les chroniques des deux stations de Vagney ne sont pas assemblées.

### 2.1.2 CONCLUSION SUR L'EXPLOITATION DES MESURES A LA STATION DE VAGNEY SUR LA MOSELOTTE

**Les mesures de débits de pointe aux stations de Vagney sur la Moselotte présentent des incertitudes quant à leur validité. La comparaison avec des stations voisines montrent un plafonnement des mesures aux deux stations de la Moselotte.**

**A ce stade, nous préconisons de ne pas retenir les évaluations basées sur les observations à cette station.**

## 2.2 A4173010 – LA CLEURIE A CLEURIE

### 2.2.1 ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES

Le Tableau 2-1 récapitule les événements de crues observés pris en compte :

Crues d'automne fin de basses eaux	Crues d'hiver / hautes eaux		Crues de printemps fin de hautes eaux
	Avec dégel/neige crues de redoux	Sans dégel/neige dominante pluviale	
Novembre 1972 Oct/Nov. 1998 Octobre 2006	Décembre 1999 (3 pics) Décembre 2001	Février 1979 Décembre 1982 (2 pics) Décembre 1988 Février 1990 Décembre 1993 (2 pics) Janvier 1994 (2 pics) Janvier 1995 (3 pics) Février 1997 Février 1999 Mars 1999 (2 pics) Janvier 2004 (3 pics) Janvier 2018 Février 2020	Avril 1983 Mai 1983

Tableau 2-1 : échantillons d'hydrogrammes de crues – Cleurie à Cleurie.

Au total, 20 événements sont retenus pour caractériser les hydrogrammes de crues de la Cleurie à Cleurie.

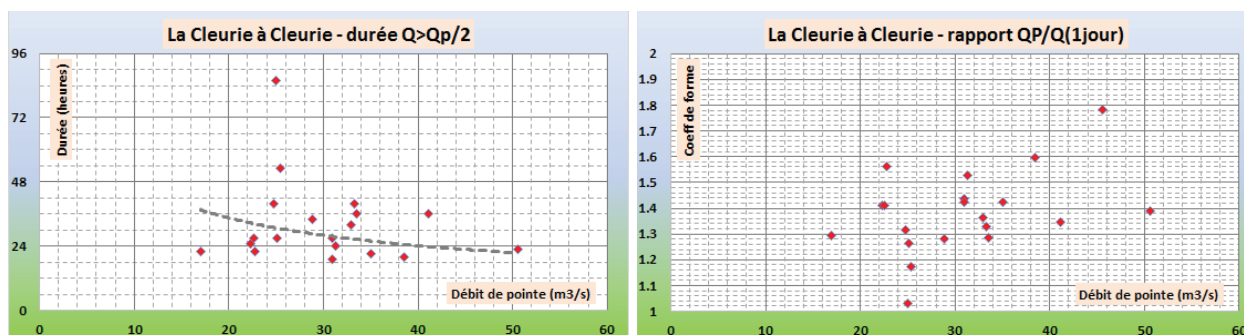


Figure 2-5 : durée caractéristique et coefficient de forme – Cleurie à Cleurie.

#### 2.2.1.1 Estimation de la durée caractéristique D

La Figure 2-5 présente la répartition des durées caractéristiques (en heures) en fonction du débit de pointe sur l'échantillon des 20 crues observées.

Hormis pour un événement parmi les 20, les valeurs de durée caractéristiques sont comprises entre 20 et 50 heures. Pour la plus forte crue observée, la durée caractéristique est voisine de 24 heures.

La valeur moyenne sur les 20 événements est de 31 heures.

**Il est proposé de retenir comme durée caractéristique 1 jour.**



### 2.2.1.2 Estimation coefficient de forme $r_D$

La Figure 2-5 présente les coefficients de forme, sur la durée caractéristique, estimés sur l'échantillon de 20 crues. Les valeurs obtenues sont assez dispersées, entre 1,0 et 1,8 et ne montrent pas de tendance nette en fonction du débit de pointe.

La valeur moyenne est d'environ 1,4.

**Il est proposé de retenir comme coefficient de forme (sur la durée 1 jour) la valeur intermédiaire de 1,6.**

### 2.2.1.3 Construction de l'hydrogramme moyen normé

L'hydrogramme moyen normé est construit en moyennant les hydrogrammes normés des 20 crues retenues :

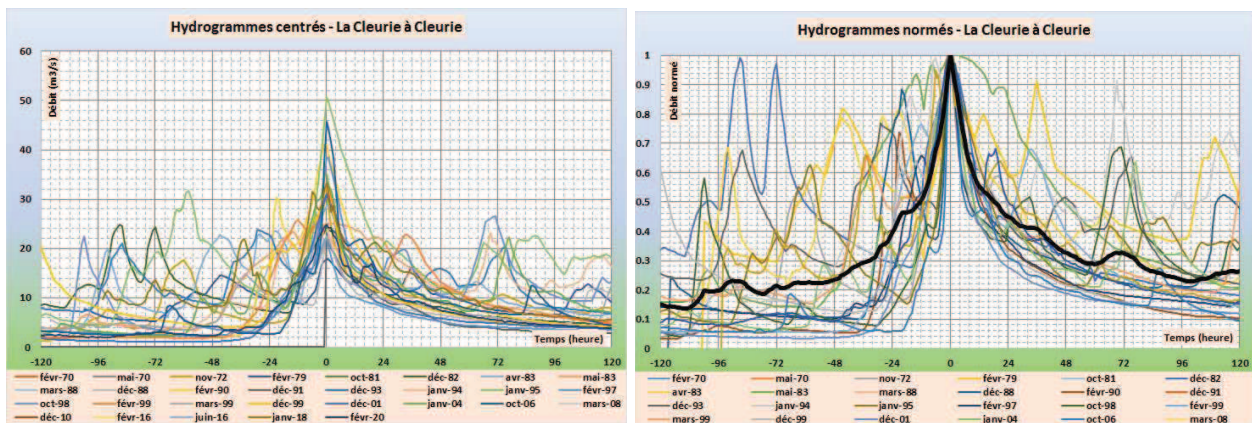


Figure 2-6 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Cleurie à Cleurie.

## 2.2.2 ANALYSE STATISTIQUE

### 2.2.2.1 Echantillonnage

Les échantillons MAXAN et SUPSEUIL sont donnés dans les fiches en ANNEXE 2. Le Tableau 2-2 rappelle le nombre de valeurs de chaque échantillon.

A4173010	La Cleurie à Cleurie	63 km <sup>2</sup>	Nb de valeurs	Nb de crues/an
	MAXAN		63	1,0
	SUPSEUIL		62	1,3

Tableau 2-2 : taille des échantillons – Cleurie à Cleurie.

### 2.2.2.2 Résultats

Le graphe de la Figure 2-7 présente les résultats des ajustements statistiques à la station de Vagney sur la Moselotte :



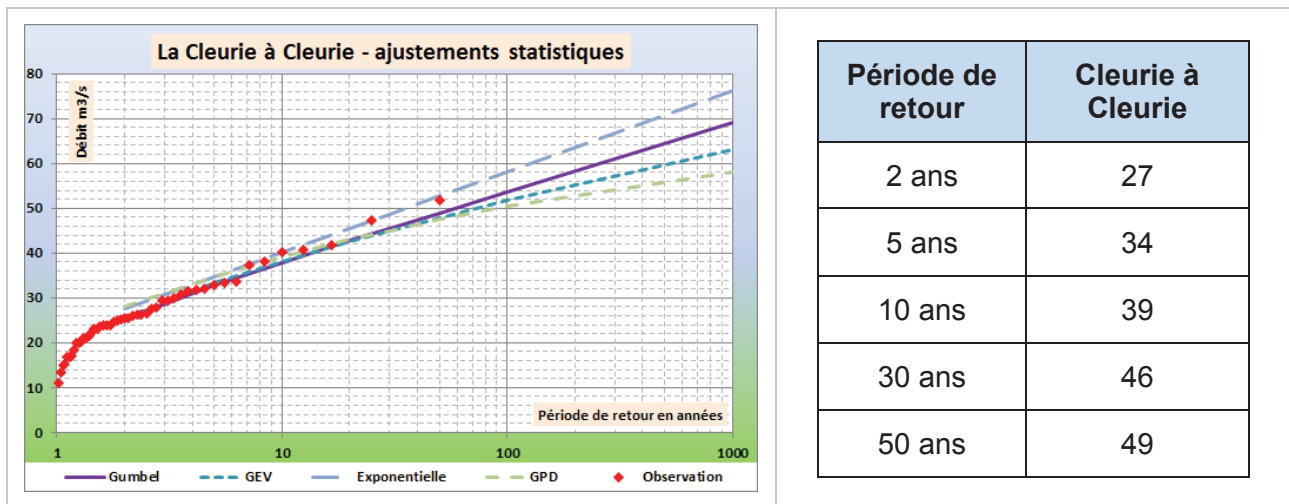


Figure 2-7 : ajustements statistiques – Cleurie à Cleurie.

Les quatre ajustements donnent des estimations proches.

**Il est proposé de retenir la moyenne des quatre estimations pour chaque période de retour.**

### 2.2.3 ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE

#### 2.2.3.1 Choix de la période pivot

La Figure 2-7 ne montre pas de rupture de l'alignement des observations.

**Il est proposé de retenir comme période pivot la période de retour 10 ans.**

#### 2.2.3.2 Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE

Le gradex des pluies pour l'application de la méthode est pris un gradex moyen calculé sur le bassin versant.

Le gradex des pluies journalières sur la période d'octobre à avril est ainsi estimé à 10,4 mm/j. L'ajustement à la loi de Gumbel est satisfaisant.

Le Tableau 2-3 présente les résultats de l'application des méthodes du GRADEX et AGREGEE.

Paramètres		
D	1 j	
Gradex pluies	10,4 mm/j	
$r_D$	1,60	
$T_{piv}$	10 ans	
Période de retour	GRADEX	AGREGEE
10 ans	39	39
30 ans	53	48
50 ans	59	53
100 ans	67	60
1000 ans	95	87

**Tableau 2-3 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGEE – Cleurie à Cleurie.**

La méthode du GRADEX donne des valeurs supérieures, ce qui est attendu. Les écarts entre les deux méthodes sont inférieurs à 10 %.

#### 2.2.4 SYNTHÈSE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE

Pour les périodes de retour inférieures à la période pivot, les estimations issues des ajustements statistiques sont retenues.

Le Tableau 2-4 récapitule les différentes estimations de débits à Cleurie :

Période de retour	GRADEX	AGREGEE	SHYREG	AZI 2000
2 ans	27	27	30	26
5 ans	34	34	38	
10 ans	39	39	46	39
30 ans	53	48		
50 ans	59	53	67	
100 ans	67	60	79	55
1000 ans	95	87	132	

**Tableau 2-4 : synthèse des estimations de débits – Cleurie à Cleurie.**

La Figure 2-8 superpose les différentes estimations avec les observations :

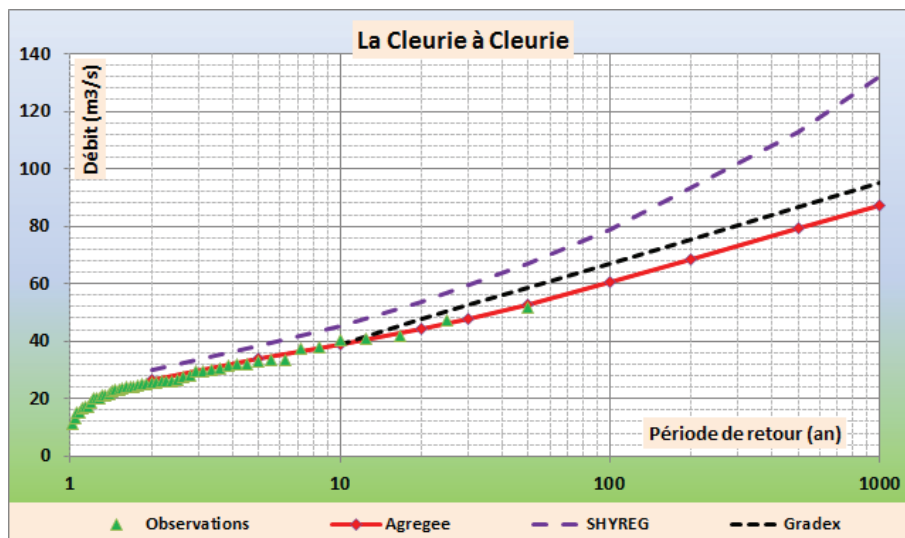


Figure 2-8 : comparaison avec la base SHYREG – Cleurie à Cleurie.

Les estimations issues de la base de données SHYREG sont nettement supérieures aux autres estimations. Elles sont par ailleurs peu concordantes avec les observations.

Compte tenu de la taille du bassin versant et du caractère montagneux, la méthode du GRADEX est préférée à la méthode AGREGÉE.

**Il est proposé de retenir les estimations issues de l'application de la méthode du GRADEX pour la station de Cleurie sur la Cleurie.**

## 2.3 A4362030 – LA VOLOGNE A CHENIMENIL

### 2.3.1 ASSOCIATION DE STATIONS

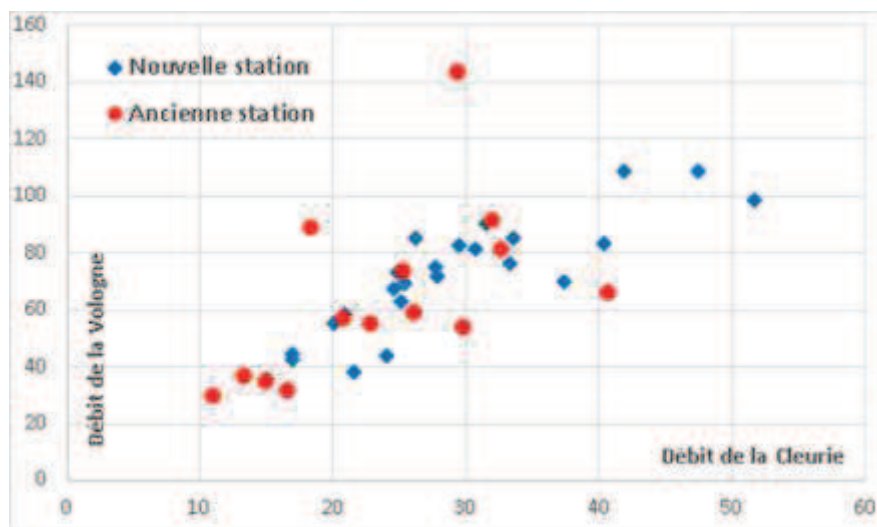
Deux stations hydrométriques sont installées à Cheniménil sur la Vologne :

- L'ancienne station ouverte en 1969 et fermée en mars 1988 ;
- La station de Velle-sur-Moselle, mise en service depuis mars 1988.

La seconde station remplace la première et est située toute proche. Le bassin versant est quasi-équivalent.

Les deux stations ne présentent pas de période d'ouverture concomitante ce qui ne permet pas de comparer les mesures aux deux stations.

La Figure 2-9 compare les débits de pointes mesurées aux deux stations de Cheniménil avec ceux observés sur la Cleurie à Cleurie, bassin versant voisin :



**Figure 2-9 : comparaison des débits de pointe à Cheniménil avec ceux de la Vologne.**

Les deux nuages de points se superposent et ne mettent pas en évidence de comportement différent entre les deux stations de Cheniménil. Il n'y a pas de raison évidente d'écarter l'une ou l'autre des stations.

Pour l'analyse, les mesures aux deux stations de Cheniménil sont assemblées sans correction pour former une unique chronique de 1969 à 2020.

### 2.3.2 ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES

Le Tableau 2-5 récapitule les événements de crues observés pris en compte :

Crues d'automne fin de basses eaux	Crues d'hiver / hautes eaux		Crues de printemps fin de hautes eaux
	Avec dégel/neige crues de redoux	Sans dégel/neige dominante pluviale	
Novembre 1972 Oct/Nov. 1998 Octobre 2006	Décembre 1999 (3 pics) Décembre 2001 Décembre 2010	Février 1970 Février 1979 Décembre 1982 (2 pics) Décembre 1988 Février 1990 Décembre 1991 Janvier 1994 (2 pics) Janvier 1995 (3 pics) Février 1997 Février 1999 Mars 1999 (2 pics) Janvier 2004 (3 pics) Janvier 2018 Février 2020	Mai 1970 Avril 1983 Mai 1983

Tableau 2-5 : échantillons d'hydrogrammes de crues – Vologne à Cheniménil.

Au total, 23 évènements sont retenus pour caractériser les hydrogrammes de crues de la Moselle à Rupt-sur-Moselle.

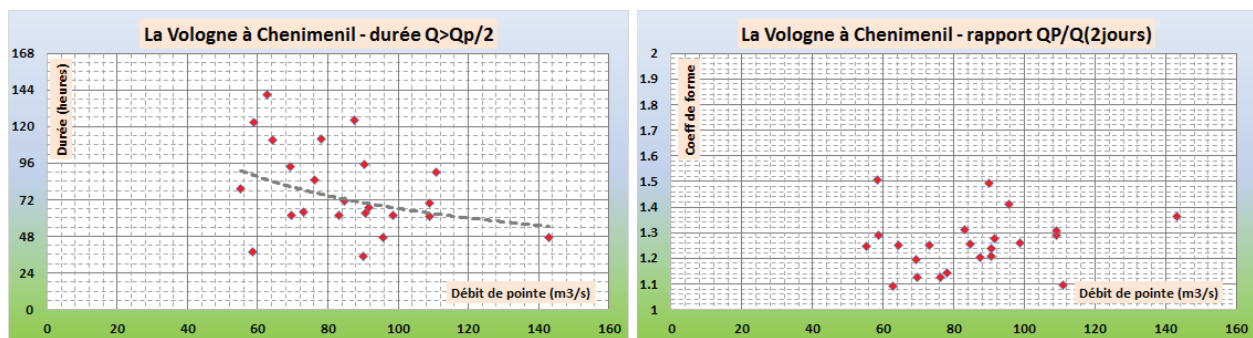


Figure 2-10 : durée caractéristique et coefficient de forme – Vologne à Cheniménil.

### 2.3.2.1 Estimation de la durée caractéristique $D$

La Figure 2-10 présente la répartition des durées caractéristiques (en heures) en fonction du débit de pointe sur l'échantillon des 23 crues observées. Les valeurs sont assez dispersées.

La valeur moyenne sur les 23 évènements est de 78 heures. Pour la plus forte, la valeur est de 48 heures.

**Il est proposé de retenir comme durée caractéristique 2 jours.**

### 2.3.2.2 Estimation coefficient de forme $r_D$

La Figure 2-10 présente les coefficients de forme, sur la durée caractéristique, estimés sur l'échantillon de 23 crues. Les valeurs obtenues sont assez dispersées entre 1,1 et 1,5.

Pour les plus fortes crues, les valeurs varient principalement entre 1,2 et 1,4.

La valeur moyenne est d'environ 1,25.

**Il est proposé de retenir comme coefficient de forme (sur la durée 2 jours) la valeur de 1,4.**

### 2.3.2.3 Construction de l'hydrogramme moyen normé

L'hydrogramme moyen normé est construit en moyennant les hydrogrammes normés des 23 crues retenues :

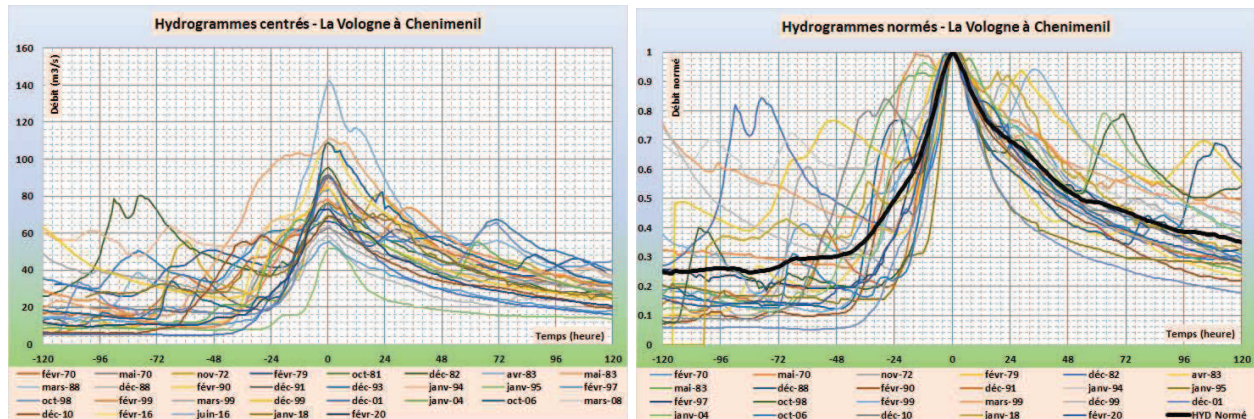


Figure 2-11 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Vologne à Cheniménil.

## 2.3.3 ANALYSE STATISTIQUE

### 2.3.3.1 Echantillonnage

Les échantillons MAXAN et SUPSEUIL sont donnés dans les fiches en ANNEXE 2. Le Tableau 2-6 rappelle le nombre de valeurs de chaque échantillon.

A4362030	La Vologne à Cheniménil	355 km <sup>2</sup>	Nb de valeurs	Nb de crues/an
	MAXAN		50	1,0
	SUPSEUIL		64	1,3

Tableau 2-6 : taille des échantillons – Vologne à Cheniménil.

### 2.3.3.2 Résultats

Le graphe de la Figure 2-12 présente les résultats des ajustements statistiques à la station de Cheniménil sur la Vologne :

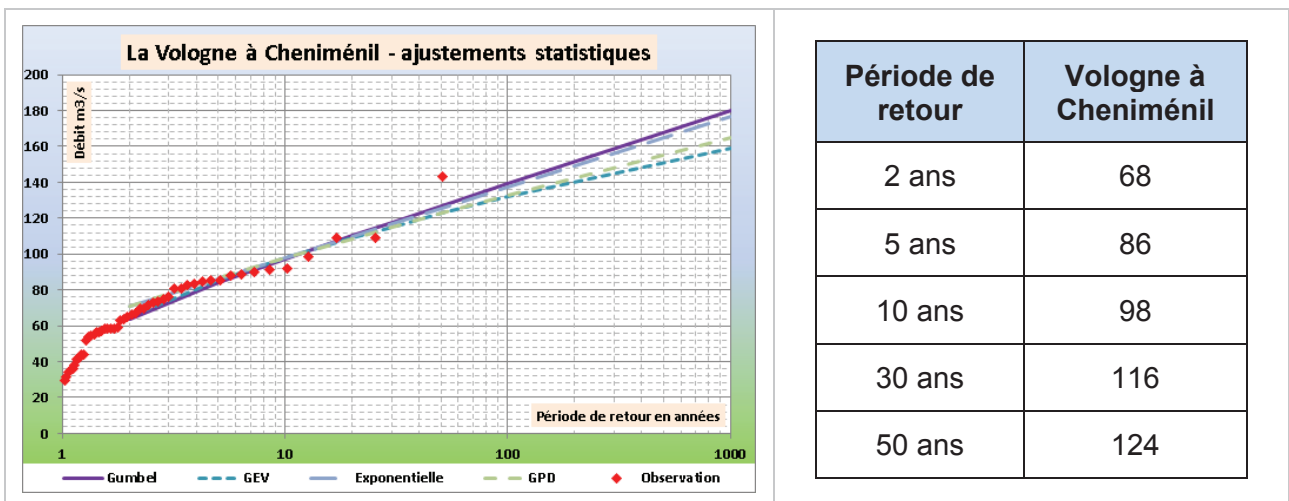


Figure 2-12 : ajustements statistiques – Vologne à Cheniménil.

Les quatre ajustements sont très similaires et donnent des estimations très proches jusqu'à la période de retour 50 ans.



**Il est proposé de retenir la moyenne des quatre estimations pour chaque période de retour.**

## 2.3.4 ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE

### 2.3.4.1 Choix de la période pivot

La Figure 2-12 montre une rupture de l'alignement des observations pour une période de retour avoisinant 20 ans.

**Il est proposé de retenir comme période pivot la période de retour 20 ans.**

### 2.3.4.2 Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE

Le gradex des pluies pour l'application de la méthode est un gradex moyen calculé sur le bassin versant.

Le gradex des pluies journalières sur la période d'octobre à avril est ainsi estimé à 14,9 mm/2j. L'ajustement à la loi de Gumbel est satisfaisant.

Le Tableau 2-7 présente les résultats de l'application des méthodes du GRADEX et AGREGEE.

Paramètres		
D	2 j	
Gradex pluies	14,9 mm/2j	
$r_D$	1,40	
$T_{piv}$	20 ans	
Période de retour	GRADEX	AGREGEE
20 ans	129	129
30 ans	127	117
50 ans	149	130
100 ans	179	151
1000 ans	278	240

**Tableau 2-7 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGEE – Vologne à Cheniménil.**

La méthode du GRADEX donne des valeurs supérieures, ce qui est attendu. Les écarts entre les deux méthodes sont de l'ordre de 15 %.

## 2.3.5 SYNTHÈSE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE

Pour les périodes de retour inférieures à la période pivot, les estimations issues des ajustements statistiques sont retenues.

Le Tableau 2-8 récapitule les différentes estimations de débits à Cheniménil :



Période de retour	GRADEX	AGREGEE	SHYREG	AZI 2000
2 ans	68	68	75	64
5 ans	86	86	97	
10 ans	98	98	115	96
30 ans	127	117		
50 ans	149	130	167	
100 ans	179	151	194	136
1000 ans	278	240	319	

Tableau 2-8 : synthèse des estimations de débits – Vologne à Cheniménil.

La Figure 1-4 superpose les différentes estimations avec les observations :

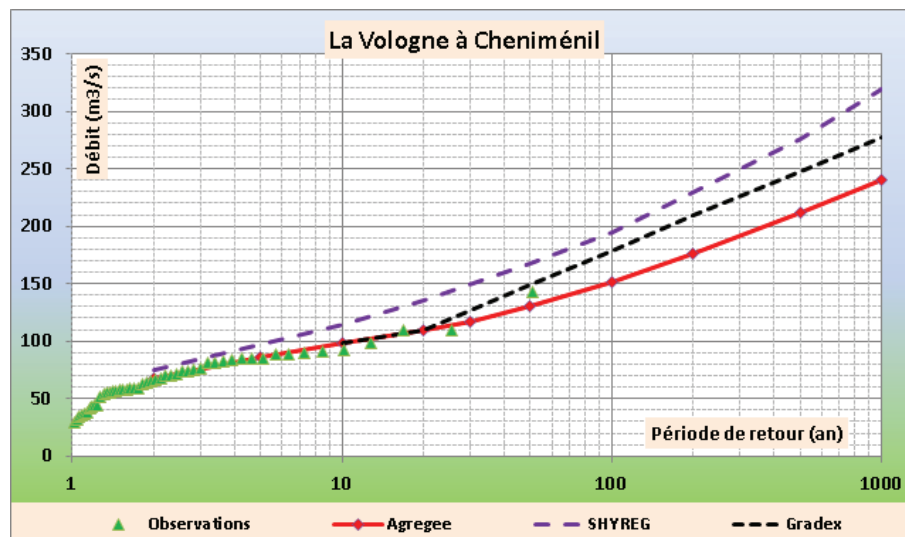


Figure 2-13 : comparaison avec la base SHYREG – Vologne à Cheniménil.

Les estimations issues de la base de données SHYREG sont nettement supérieures aux autres estimations. Elles sont par ailleurs peu concordantes avec les observations.

**Il est proposé de retenir les estimations issues de l'application de la méthode AGREGEE pour la station de Cheniménil.**

## 2.4 A4442010 – LE DURBION A VAXONCOURT

### 2.4.1 ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES

Le Tableau 2-9 récapitule les événements de crues observés pris en compte :

Crues d'automne fin de basses eaux	Crues d'hiver / hautes eaux		Crues de printemps fin de hautes eaux
	Avec dégel/neige crues de redoux	Sans dégel/neige dominante pluviale	
		Novembre 1972 Février 1979 Décembre 1982 (2 pics) Décembre 1988	Avril 1983 Mai 1983

Tableau 2-9 : échantillons d'hydrogrammes de crues – Durbion à Vaxoncourt.

Au total, 6 événements sont retenus pour caractériser les hydrogrammes de crues du Durbion à Vaxoncourt.

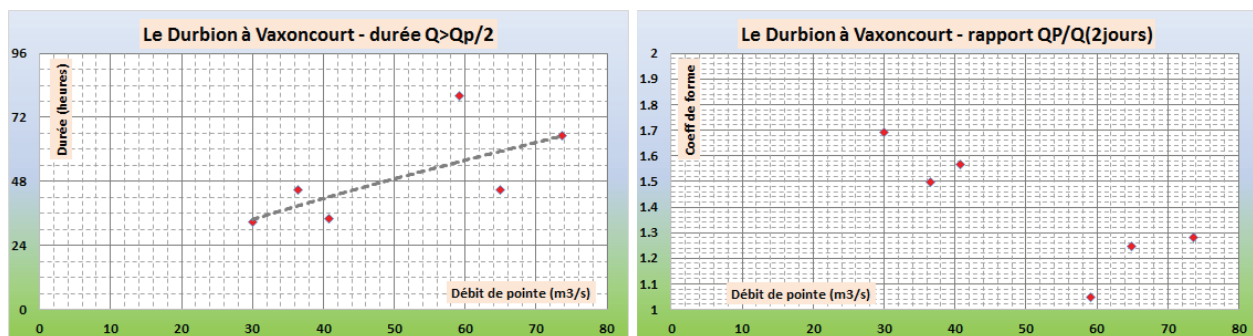


Figure 2-14 : durée caractéristique des crues observées – Durbion à Vaxoncourt.

#### 2.4.1.1 Estimation de la durée caractéristique D

La Figure 2-14 présente la répartition des durées caractéristiques (en heures) en fonction du débit de pointe sur l'échantillon des 6 crues observées.

Les valeurs varient de 33 à 80 heures.

La valeur moyenne sur les 6 événements est de 50 heures.

**Il est proposé de retenir comme durée caractéristique 2 jours.**

#### 2.4.1.2 Estimation coefficient de forme $r_D$

La Figure 2-14 présente les coefficients de forme, sur la durée caractéristique, estimés sur l'échantillon de 6 crues. Les valeurs obtenues sont assez dispersées.

La plupart des valeurs se situe entre 1,0 et 1,7. Pour les plus fortes crues, les valeurs tendent vers 1,3.

La valeur moyenne est d'environ 1,35.

**Il est proposé de retenir comme coefficient de forme (sur la durée 2 jours) la valeur de 1,35.**

#### 2.4.1.3 Construction de l'hydrogramme moyen normé

L'hydrogramme moyen normé est construit en moyennant les hydrogrammes normés des 6 crues retenues :

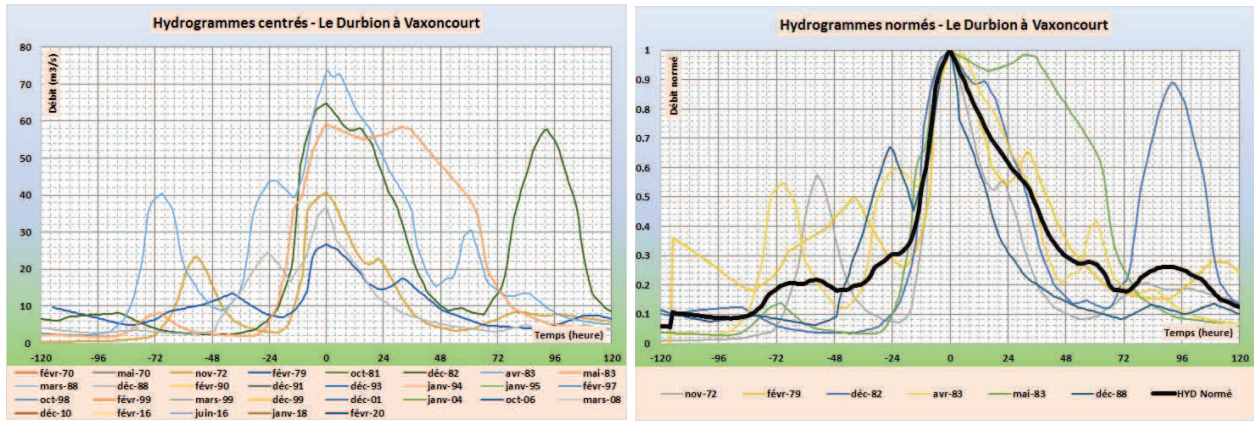


Figure 2-15 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Durbion à Vaxoncourt.

## 2.4.2 ANALYSE STATISTIQUE

### 2.4.2.1 Echantillonnage

Les échantillons MAXAN et SUPSEUIL sont donnés dans les fiches en ANNEXE 2. Le Tableau 2-10 rappelle le nombre de valeurs de chaque échantillon.

A4442010	Le Durbion à Vaxoncourt	145 km <sup>2</sup>	Nb de valeurs	Nb de crues/an
	MAXAN		17	1,0
	SUPSEUIL		25	1,6

Tableau 2-10 : taille des échantillons – Durbion à Vaxoncourt.

### 2.4.2.2 Résultats

Le graphe de la Figure 2-16 présente les résultats des ajustements statistiques à la station de Vaxoncourt sur le Durbion :

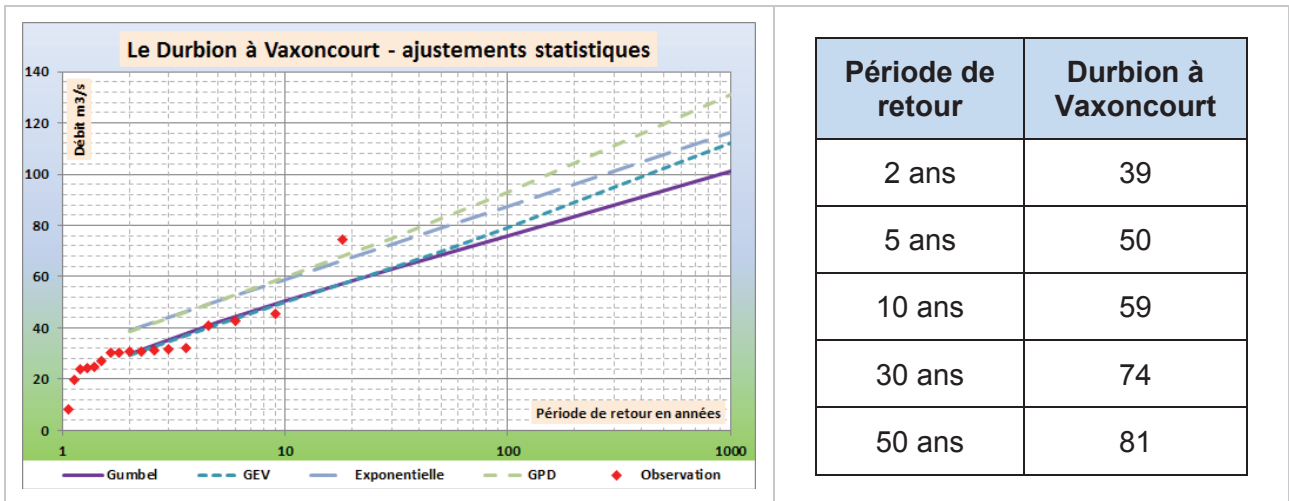


Figure 2-16 : ajustements statistiques – Durbion à Vaxoncourt.

Les deux échantillonnages conduisent à des ajustements très distincts. Le test du KHI-2 est favorable pour les lois exponentielle et GPD (échantillon SUPSEUIL).

**Il est proposé de retenir la moyenne des estimations exponentielle et GPD pour chaque période de retour.**

## 2.4.3 ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE

### 2.4.3.1 Choix de la période pivot

La Figure 2-16 montre une rupture de l'alignement des observations pour une période de retour avoisinant 10 ans.

**Il est proposé de retenir comme période pivot la période de retour 10 ans.**

### 2.4.3.2 Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE

Le gradex des pluies pour l'application de la méthode est un gradex moyen calculé sur le bassin versant.

Le gradex des pluies de 2 jours sur la période d'octobre à avril est ainsi estimé à 14,9 mm/2j. L'ajustement à la loi de Gumbel est satisfaisant.

Le Tableau 2-11 présente les résultats de l'application des méthodes du GRADEX et AGREGEE.

Paramètres		
D	1 j	
Gradex pluies	14,9 mm/2j	
$r_D$	1,40	
$T_{piv}$	10 ans	
Période de retour	GRADEX	AGREGEE
10 ans	59	59
30 ans	78	73
50 ans	87	81
100 ans	99	92
1000 ans	138	130

**Tableau 2-11 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGEE – Durbion à Vaxoncourt.**

La méthode du GRADEX donne des valeurs supérieures, ce qui est attendu. Les écarts entre les deux méthodes sont de l'ordre de 15 %.

## 2.4.4 SYNTHÈSE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE

Pour les périodes de retour inférieures à la période pivot, les estimations issues des ajustements statistiques sont retenues.

Le Tableau 2-12 récapitule les différentes estimations de débits à Vaxoncourt :

Période de retour	GRADEX	AGREGEE	SHYREG	AZI 2000
2 ans	39	39	34	32
5 ans	50	50	45	
10 ans	59	59	54	48
30 ans	78	73		
50 ans	87	81	80	
100 ans	99	92	94	68
1000 ans	138	130	163	

Tableau 2-12 : synthèse des estimations de débits – Durbion à Vaxoncourt.

La Figure 2-17 superpose les différentes estimations avec les observations :

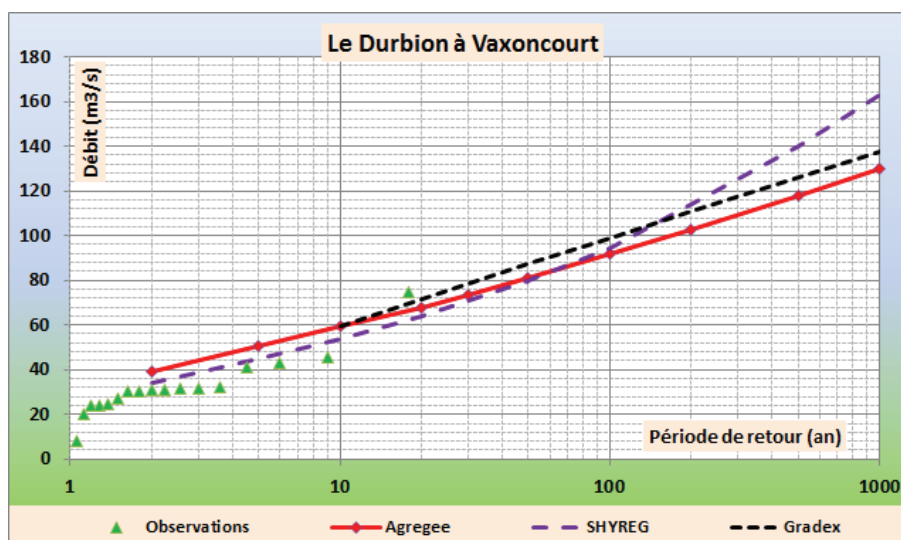


Figure 2-17 : comparaison avec la base SHYREG – Durbion à Vaxoncourt.

Les estimations issues de la base de données SHYREG sont nettement supérieures aux autres estimations pour les périodes de retour supérieures à 200 ans.

En-deçà, les trois méthodes donnent des résultats proches.

La méthode AGREGEE semble mieux représenter la distribution des observations.

**Il est proposé de retenir les estimations issues de l'application de la méthode AGREGEE pour la station de Vaxoncourt.**

## 2.5 A5012010 – L'EURON A FROVILLE

### 2.5.1 ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES

Le Tableau 2-13 récapitule les évènements de crues observés pris en compte :

Crues d'automne fin de basses eaux	Crues d'hiver / hautes eaux		Crues de printemps fin de hautes eaux
	Avec dégel/neige crues de redoux	Sans dégel/neige dominante pluviale	
Oct/Nov. 1998	Décembre 1999 (3 pics) Décembre 2001	Février 1979 Décembre 1982 (2 pics) Février 1990 Décembre 1991 Décembre 1993 (2 pics) Janvier 1994 (2 pics) Janvier 1995 (3 pics) Février 1997 Février 1999 Mars 1999 (2 pics) Janvier 2004 (3 pics)	Avril 1983 Mai 1983

Tableau 2-13 : échantillons d'hydrogrammes de crues – Euron à Froville.

Au total, 16 évènements sont retenus pour caractériser les hydrogrammes de crues de l'Euron à Froville.

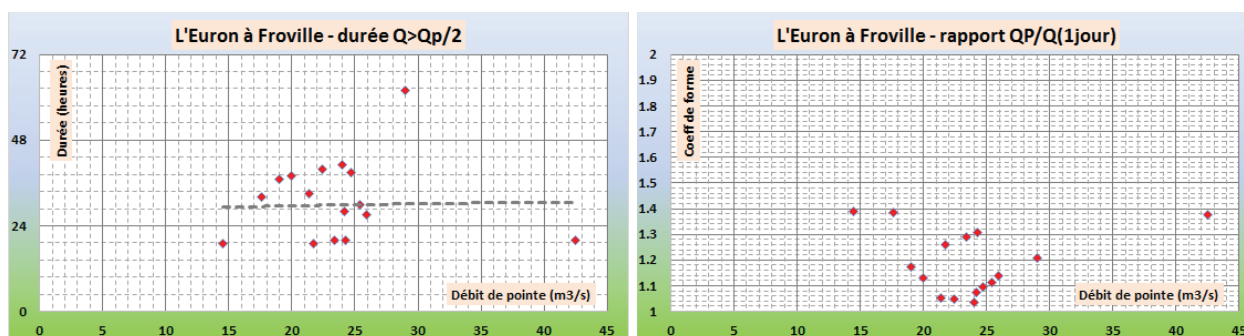


Figure 2-18 : durée caractéristique et coefficient de forme – Euron à Froville.

#### 2.5.1.1 Estimation de la durée caractéristique $D$

La Figure 2-18 présente la répartition des durées caractéristiques (en heures) en fonction du débit de pointe sur l'échantillon des 16 crues observées. Les valeurs sont très dispersées.

La valeur moyenne sur les 16 évènements est de 32 heures.

**Il est proposé de retenir comme durée caractéristique 1 jour proche de la crue la plus forte observée.**

#### 2.5.1.2 Estimation coefficient de forme $r_D$

La Figure 2-18 présente les coefficients de forme, sur la durée caractéristique, estimés sur l'échantillon de 16 crues.

La plupart des valeurs se situe entre 1,0 et 1,4. La valeur la plus forte (~1,8) correspond à la crue de décembre 1988 pour laquelle la forme de l'hydrogramme observé est sans doute erronée : cette valeur peut être ignorée.



La valeur moyenne est d'environ 1,2.

**Il est proposé de retenir comme coefficient de forme (sur la durée 1 jour) la valeur de 1,4.**

### 2.5.1.3 Construction de l'hydrogramme moyen normé

L'hydrogramme moyen normé est construit en moyennant les hydrogrammes normés des 16 crues retenues :

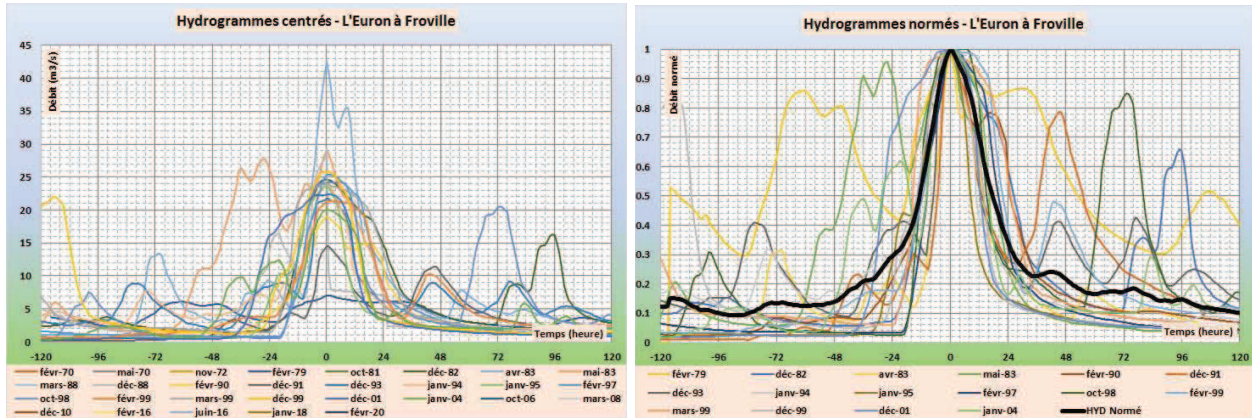


Figure 2-19 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Euron à Froville.

## 2.5.2 ANALYSE STATISTIQUE

### 2.5.2.1 Echantillonnage

Les échantillons MAXAN et SUPSEUIL sont donnés dans les fiches en ANNEXE 2. Le Tableau 2-14 rappelle le nombre de valeurs de chaque échantillon.

A5012010	L'Euron à Froville	92 km <sup>2</sup>	Nb de valeurs	Nb de crues/an
	MAXAN		28	1,0
	SUPSEUIL		43	1,6

Tableau 2-14 : taille des échantillons – Euron à Froville.

### 2.5.2.2 Résultats

Le graphe de la Figure 2-20 présente les résultats des ajustements statistiques à la station de Froville sur l'Euron :

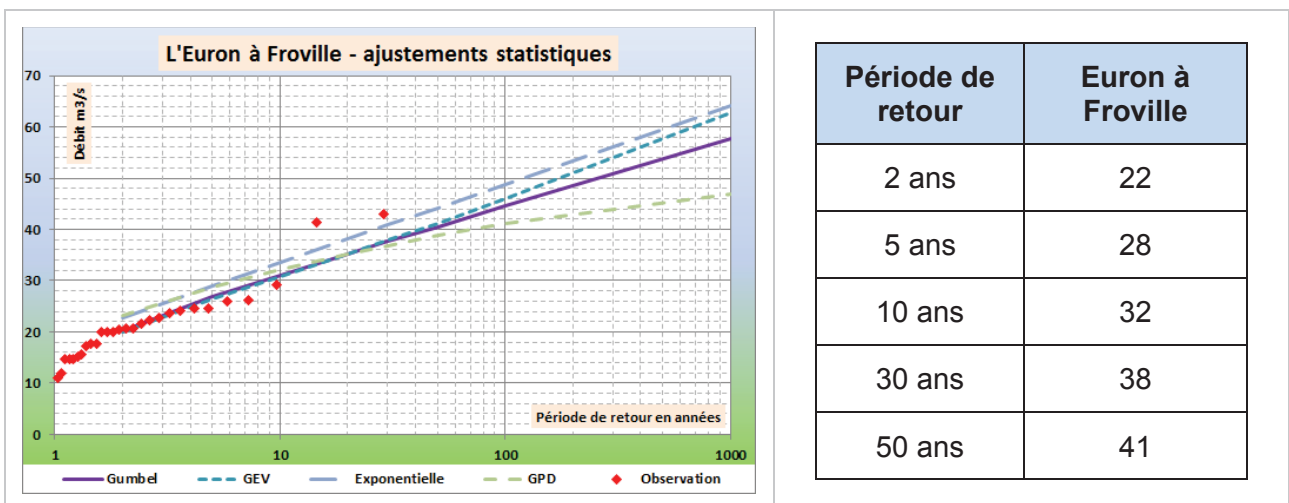


Figure 2-20 : ajustements statistiques – Euron à Froville.



Les différentes lois donnent des valeurs assez proches pour des périodes de retour inférieures à 50 ans. Le test du KHI-2 ne permet pas de valider ou d'éliminer l'une ou l'autre des méthodes.

**Il est proposé de retenir la moyenne des quatre estimations pour chaque période de retour.**

## 2.5.3 ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE

### 2.5.3.1 Choix de la période pivot

La Figure 2-20 montre une rupture de l'alignement des observations pour une période de retour avoisinant 10 ans.

**Il est proposé de retenir comme période pivot la période de retour 10 ans.**

### 2.5.3.2 Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE

Le gradex des pluies pour l'application de la méthode est un gradex moyen calculé sur le bassin versant.

Le gradex des pluies journalières sur la période d'octobre à avril est ainsi estimé à 8,4 mm/j. L'ajustement à la loi de Gumbel est satisfaisant.

Le Tableau 2-15 présente les résultats de l'application des méthodes du GRADEX et AGREGEE.

Paramètres		
D	1 j	
Gradex pluies	8,4 mm/j	
$r_D$	1,40	
$T_{piv}$	10 ans	
Période de retour	GRADEX	AGREGEE
10 ans	32	32
30 ans	46	40
50 ans	53	45
100 ans	61	52
1000 ans	90	80

Tableau 2-15 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGEE – Euron à Froville.

La méthode du GRADEX donne des valeurs supérieures, ce qui est attendu. Les écarts entre les deux méthodes sont de l'ordre de 10 à 15 %.

#### 2.5.4 SYNTHÈSE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE

Pour les périodes de retour inférieures à la période pivot, les estimations issues des ajustements statistiques sont retenues.

Le Tableau 2-16 récapitule les différentes estimations de débits à Froville sur l'Euron :

Période de retour	GRADEX	AGREGEE	SHYREG	AZI 2000
2 ans	22	22	21	21
5 ans	28	28	28	
10 ans	32	32	34	31
30 ans	46	40		
50 ans	53	45	52	
100 ans	61	52	62	45
1000 ans	90	80	111	

Tableau 2-16 : synthèse des estimations de débits – Euron à Froville.

La Figure 2-21 superpose les différentes estimations avec les observations :

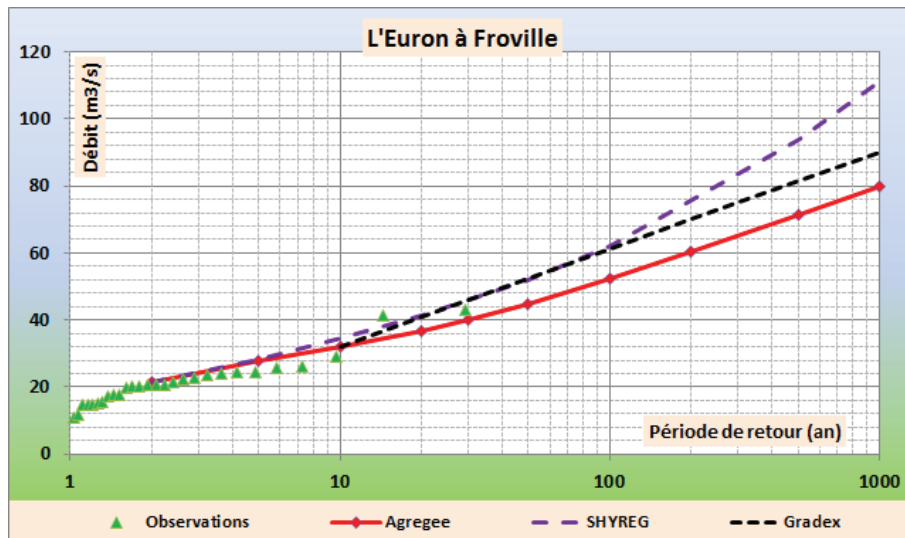


Figure 2-21 : comparaison avec la base SHYREG – Euron à Froville.

Les estimations issues de la base de données SHYREG sont nettement supérieures aux autres estimations pour les périodes de retour supérieures à 200 ans. En-deçà, elles se rapprochent des estimations de la méthode du GRADEX.

La méthode AGREGÉE semble néanmoins mieux représenter la distribution des observations.

**Il est proposé de retenir les estimations issues de l'application de la méthode AGREGÉE pour la station de Froville.**

L'application de cette méthode donne des estimations proches de celles de l'étude des AZI de 2000.

## 2.6 A5431010 – LE MADON A PULLIGNY

### 2.6.1 ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES

Le Tableau 2-17 récapitule les évènements de crues observés pris en compte :

Crues d'automne fin de basses eaux	Crues d'hiver / hautes eaux		Crues de printemps fin de hautes eaux
	Avec dégel/neige crues de redoux	Sans dégel/neige dominante pluviale	
Novembre 1972 Oct/Nov. 1998 Octobre 2006	Décembre 1999 (3 pics) Décembre 2001 Décembre 2010	Février 1970 Février 1979 Décembre 1982 (2 pics) Décembre 1988 Février 1990 Décembre 1991 Décembre 1993 (2 pics) Janvier 1994 (2 pics) Janvier 1995 (3 pics) Février 1997 Février 1999 Mars 1999 (2 pics) Janvier 2004 (3 pics) Janvier 2018 Février 2020	Mai 1970 Avril 1983 Mai 1983

Tableau 2-17 : échantillons d'hydrogrammes de crues – Madon à Pulligny.

Au total, 24 évènements sont retenus pour caractériser les hydrogrammes de crues du Madon à Pulligny.

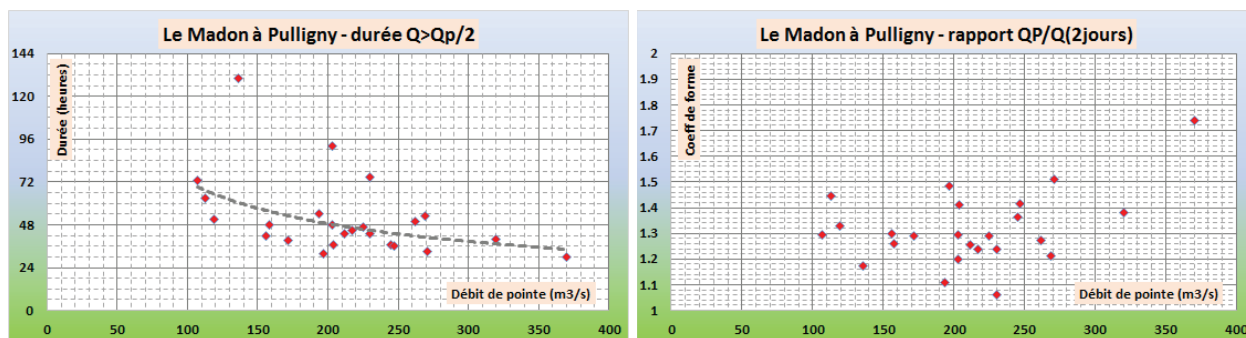


Figure 2-22 : durée caractéristique et coefficient de forme – Madon à Pulligny.

#### 2.6.1.1 Estimation de la durée caractéristique D

La Figure 2-22 présente la répartition des durées caractéristiques (en heures) en fonction du débit de pointe sur l'échantillon des 24 crues observées.

Les valeurs oscillent de manière générale autour de 48 heures. La valeur la plus faible et observée en octobre 2006 (30 heures).

La valeur moyenne sur les 24 évènements est de 52 heures.

**Il est proposé de retenir comme durée caractéristique 2 jours.**

### 2.6.1.2 Estimation coefficient de forme $r_D$

La Figure 2-22 présente les coefficients de forme, sur la durée caractéristique, estimés sur l'échantillon de 24 crues :

La plupart des valeurs se situe entre 1,1 et 1,5. La valeur la plus forte (~1,75) correspond à la crue d'octobre 2006.

La valeur moyenne est d'environ 1,35.

**Il est proposé de retenir comme coefficient de forme (sur la durée 2 jours) la valeur de 1,5.**

### 2.6.1.3 Construction de l'hydrogramme moyen normé

L'hydrogramme moyen normé est construit en moyennant les hydrogrammes normés des 24 crues retenues :

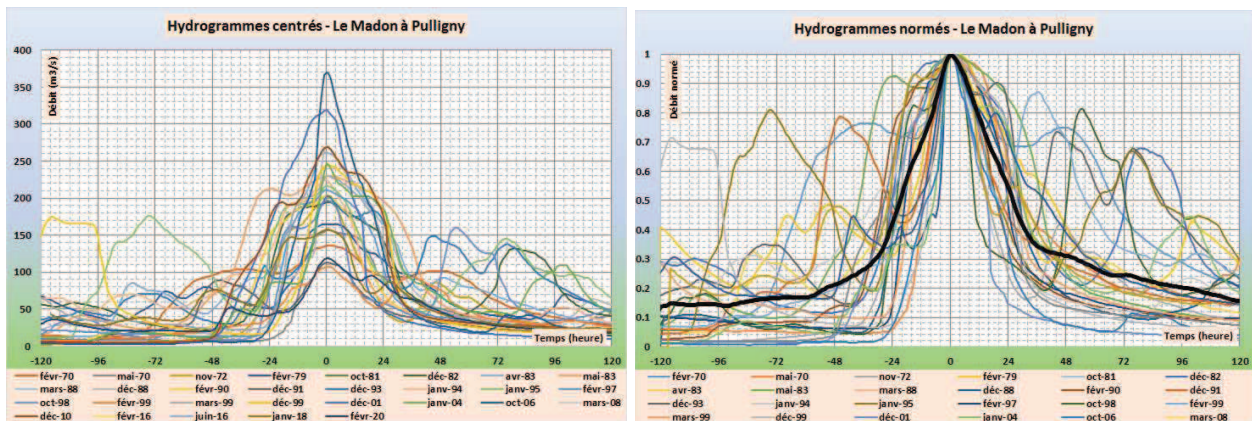


Figure 2-23 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Madon à Pulligny.

## 2.6.2 ANALYSE STATISTIQUE

### 2.6.2.1 Echantillonnage

Les échantillons MAXAN et SUPSEUIL sont donnés dans les fiches en ANNEXE 2. Le Tableau 2-18 rappelle le nombre de valeurs de chaque échantillon.

A5431010	Le Madon à Pulligny	943 km <sup>2</sup>	Nb de valeurs	Nb de crues/an
	MAXAN		54	1,0
	SUPSEUIL		59	1,2

Tableau 2-18 : taille des échantillons – Madon à Pulligny.

### 2.6.2.2 Résultats

Le graphe de la Figure 2-24 présente les résultats des ajustements statistiques à la station de Pulligny sur le Madon :

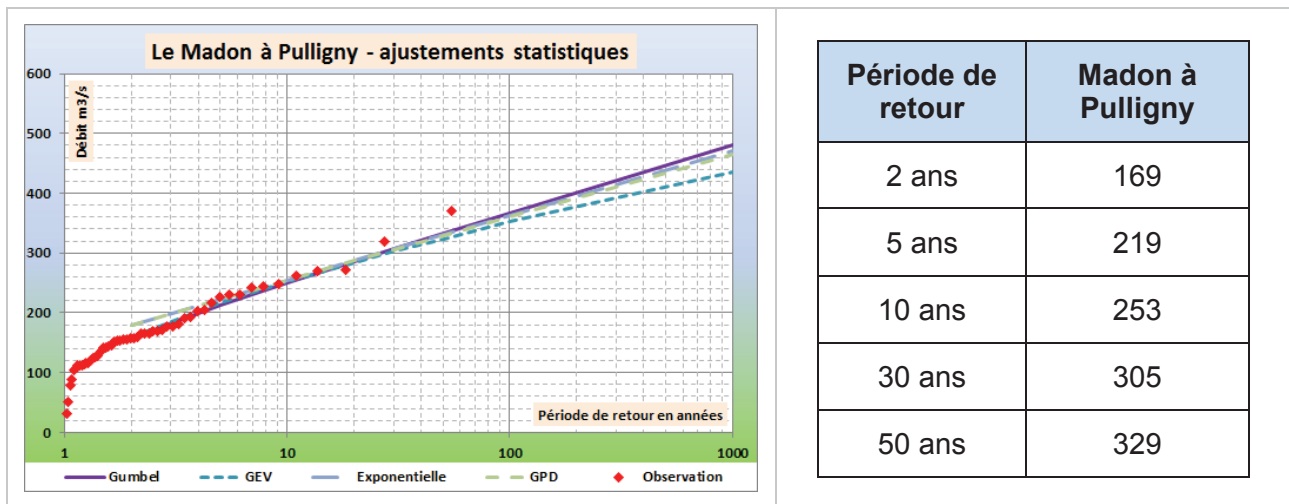


Figure 2-24 : ajustements statistiques – Madon à Pulligny.

Les différentes lois donnent des valeurs assez proches pour des périodes de retour inférieures à 50 ans. Le test du KHI-2 ne permet pas de valider ou d'éliminer l'une ou l'autre des méthodes.

**Il est proposé de retenir la moyenne des quatre estimations pour chaque période de retour.**

## 2.6.3 ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE

### 2.6.3.1 Choix de la période pivot

La Figure 2-24 montre une rupture de l'alignement des observations pour une période de retour avoisinant 20 ans.

**Il est proposé de retenir comme période pivot la période de retour 20 ans.**

### 2.6.3.2 Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE

Le gradex des pluies pour l'application de la méthode est un gradex moyen calculé sur le bassin versant.

Le gradex des pluies journalières sur la période d'octobre à avril est ainsi estimé à 13,0 mm/2j. L'ajustement à la loi de Gumbel est satisfaisant.

Le Tableau 2-19 présente les résultats de l'application des méthodes du GRADEX et AGREGEE.

Paramètres		
D	2 j	
Gradex pluies	13,0 mm/2j	
$r_D$	1,50	
$T_{piv}$	20 ans	
Période de retour	GRADEX	AGREGEE
20 ans	286	286
30 ans	330	309
50 ans	386	343
100 ans	460	398
1000 ans	705	624

Tableau 2-19 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGEE – Madon à Pulligny.

La méthode du GRADEX donne des valeurs supérieures, ce qui est attendu. Les écarts entre les deux méthodes sont de l'ordre de 10 à 15 %.

#### 2.6.4 SYNTHÈSE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE

Pour les périodes de retour inférieures à la période pivot, les estimations issues des ajustements statistiques sont retenues.

Le Tableau 2-20 récapitule les différentes estimations de débits à Pulligny :

Période de retour	GRADEX	AGREGEE	SHYREG	AZI 2000	Etude diagnostic (2016)
2 ans	169	169	188	159	
5 ans	219	219	242		313
10 ans	253	253	286	238	374
30 ans	330	309			
50 ans	386	343	411		508
100 ans	460	398	479	337	529
1000 ans	705	624	787		741

Tableau 2-20 : synthèse des estimations de débits – Madon à Pulligny.

La Figure 2-25 superpose les différentes estimations avec les observations :



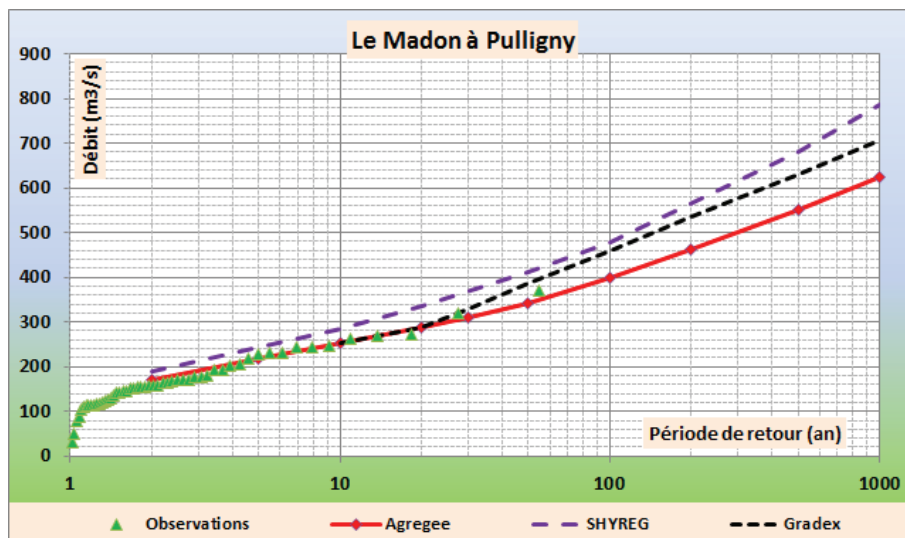


Figure 2-25 : comparaison avec la base SHYREG – Madon à Pulligny.

Les estimations issues de la base de données SHYREG sont supérieures aux autres estimations. De même, celles de l'étude diagnostic de 2016 sont également supérieures aux estimations, dont celles de la base SHYREG pour les périodes de retour inférieures ou égales à 100 ans. La méthode AGREGEE semble mieux représenter la distribution des observations.

**Il est proposé de retenir les estimations issues de l'application de la méthode AGREGEE pour la station de Pulligny sur le Madon.**

L'application de cette méthode donne des estimations supérieures à celles de l'étude des AZI de 2000. Il convient de rappeler que la présente étude tient compte des crues de décembre 2001 et octobre 2006, plus fortes crues enregistrées à Pulligny et postérieures à l'étude des AZI.

## 2.7 A5723010 – L'INGRESSIN A TOUL

### 2.7.1 ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES

Le Tableau 2-21 récapitule les évènements de crues observés pris en compte :

Crues d'automne fin de basses eaux	Crues d'hiver / hautes eaux		Crues de printemps fin de hautes eaux
	Avec dégel/neige crues de redoux	Sans dégel/neige dominante pluviale	
Oct/Nov. 1998	Décembre 1999 (3 pics) Décembre 2001	Décembre 1991 Décembre 1993 (2 pics) Janvier 1994 (2 pics) Février 1997 Février 1999 Mars 1999 (2 pics) Janvier 2004 (3 pics)	

Tableau 2-21 : durée caractéristique et coefficient de forme – Ingressin à Toul.

Au total, 10 évènements sont retenus pour caractériser les hydrogrammes de crues de l'Ingressin à Toul.

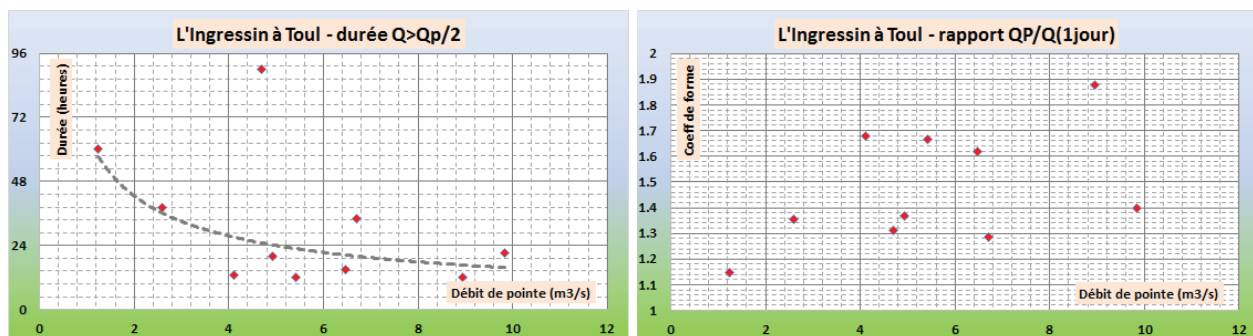


Figure 2-26 : durée caractéristique des crues observées – Ingressin à Toul.

#### 2.7.1.1 Estimation de la durée caractéristique $D$

La Figure 2-26 présente la répartition des durées caractéristiques (en heures) en fonction du débit de pointe sur l'échantillon des 10 crues observées.

Les valeurs sont assez dispersées. Pour les plus fortes crues, les valeurs sont voisines de 24 heures.

La valeur moyenne sur les 10 évènements est de 32 heures.

**Il est proposé de retenir comme durée caractéristique 1 jour.**

#### 2.7.1.2 Estimation coefficient de forme $r_D$

La Figure 2-26 présente les coefficients de forme, sur la durée caractéristique, estimés sur l'échantillon de 10 crues.

Les valeurs sont très dispersées mêmes pour les plus fortes crues.

La valeur moyenne est d'environ 1,5.

**Il est proposé de retenir comme coefficient de forme (sur la durée 1 jour) la valeur de 1,5.**

### 2.7.1.3 Construction de l'hydrogramme moyen normé

L'hydrogramme moyen normé est construit en moyennant les hydrogrammes normés des 10 crues retenues :

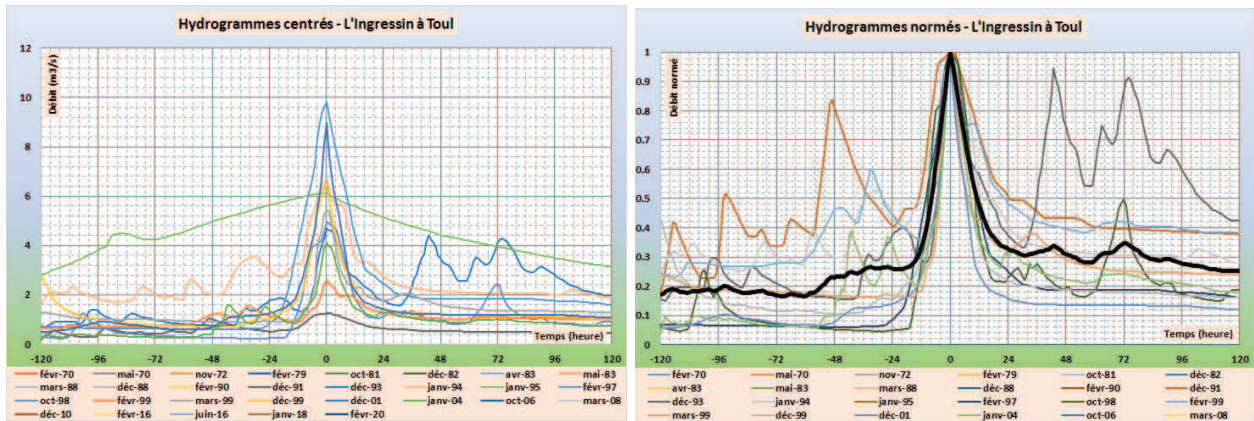


Figure 2-27 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Ingressin à Toul.

## 2.7.2 ANALYSE STATISTIQUE

### 2.7.2.1 Echantillonnage

Les échantillons MAXAN et SUPSEUIL sont donnés en ANNEXE 2. Le Tableau 2-2 rappelle le nombre de valeurs de chaque échantillon.

A5723010	L'Ingressin à Toul	55 km <sup>2</sup>	Nb de valeurs	Nb de crues/an
	MAXAN		41	1,0
	SUPSEUIL		40	1,0

Tableau 2-22 : taille des échantillons – Ingressin à Toul.

### 2.7.2.2 Résultats

Le graphe de la Figure 2-28 présente les résultats des ajustements statistiques à la station de Toul sur l'Ingressin :

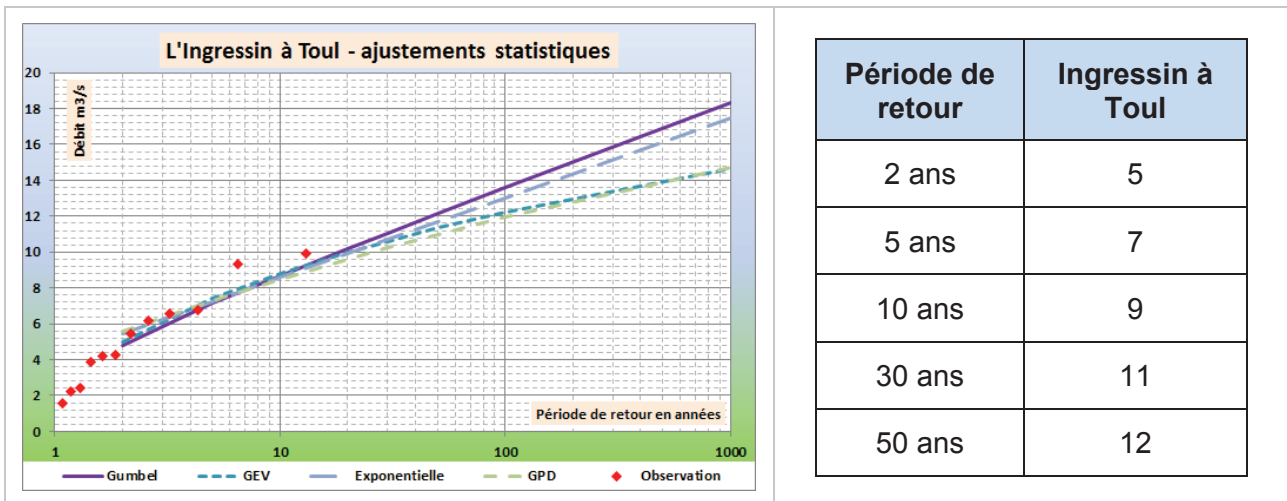


Figure 2-28 : ajustements statistiques – Ingressin à Toul.

Les différentes lois donnent des valeurs assez proches pour des périodes de retour inférieures à 50 ans. Le test du KHI-2 ne permet pas de valider ou d'éliminer l'une ou l'autre des méthodes.

**Il est proposé de retenir la moyenne des quatre estimations pour chaque période de retour.**

### 2.7.3 ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE

#### 2.7.3.1 Choix de la période pivot

La Figure 2-28 montre une rupture de l'alignement des observations pour une période de retour inférieure à 10 ans. Cette observation est à mettre en regard du peu de crues observées sur L'Ingressin.

**Il est proposé de retenir comme période pivot la période de retour 10 ans.**

#### 2.7.3.2 Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE

Le gradex des pluies pour l'application de la méthode est pris à la station de Nancy-Ochey.

Le gradex des pluies journalières sur la période d'octobre à avril est ainsi estimé à 9,3 mm/j. L'ajustement à la loi de Gumbel est assez médiocre, la distribution des pluies journalières montrant une rupture de l'alignement pour une période de retour de l'ordre de 20 à 30 ans.

Le Tableau 2-23 présente les résultats de l'application des méthodes du GRADEX et AGREGEE.

Paramètres		
D	1 j	
Gradex pluies	9,3 mm/j	
$r_D$	1,50	
$T_{piv}$	10 ans	
Période de retour	GRADEX	AGREGEE
10 ans	9	9
30 ans	19	12
50 ans	23	14
100 ans	29	19
1000 ans	50	37

**Tableau 2-23 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGEE – Ingressin à Toul.**

La méthode du GRADEX donne des valeurs supérieures, ce qui est attendu. Les écarts entre les deux méthodes sont importants, variant de 35 à 60 %.

### 2.7.4 SYNTHÈSE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE

Pour les périodes de retour inférieures à la période pivot, les estimations issues des ajustements statistiques sont retenues.

Le Tableau 2-24 récapitule les différentes estimations de débits à Toul sur l'Ingressin :

Période de retour	GRADEX	AGREGEE	SHYREG	AZI 2000
2 ans	5	5	5	
5 ans	7	7	7	
10 ans	9	9	9	
30 ans	19	12		
50 ans	23	14	14	
100 ans	29	19	17	
1000 ans	50	37	32	

Tableau 2-24 : synthèse des estimations de débits – Ingressin à Toul.

La Figure 2-29 superpose les différentes estimations avec les observations :

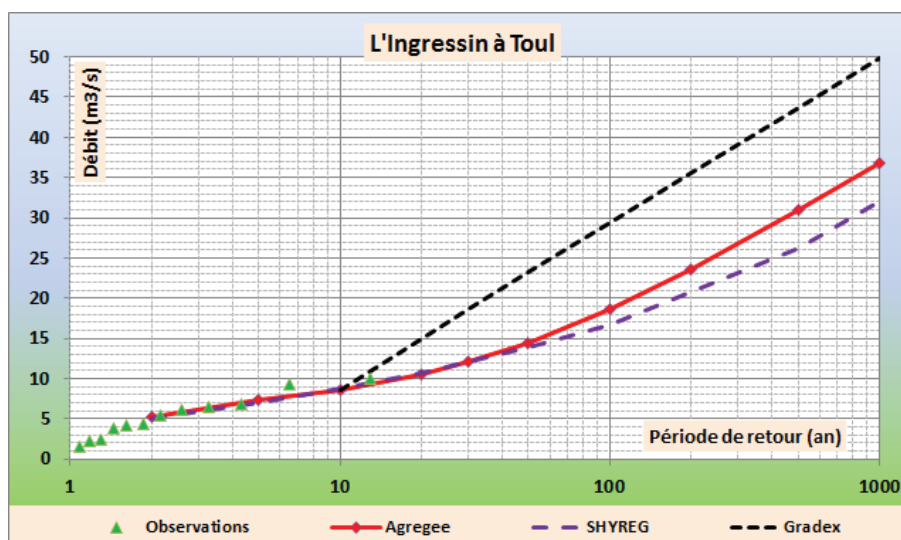


Figure 2-29 : comparaison avec la base SHYREG – Ingressin à Toul.

Les estimations issues de la base de données SHYREG sont plutôt inférieures aux autres estimations.

La méthode AGREGEE semble mieux représenter la distribution des observations.

**Il est proposé de retenir les estimations issues de l'application de la méthode AGREGEE pour la station de Toul sur l'Ingressin.**

## 3 SOUS-BASSINS DE LA MEURTHER

### 3.1 A6051020 – LA MEURTHER A SAINT-DIE-DES-VOSGES

#### 3.1.1 ASSOCIATION DE STATIONS

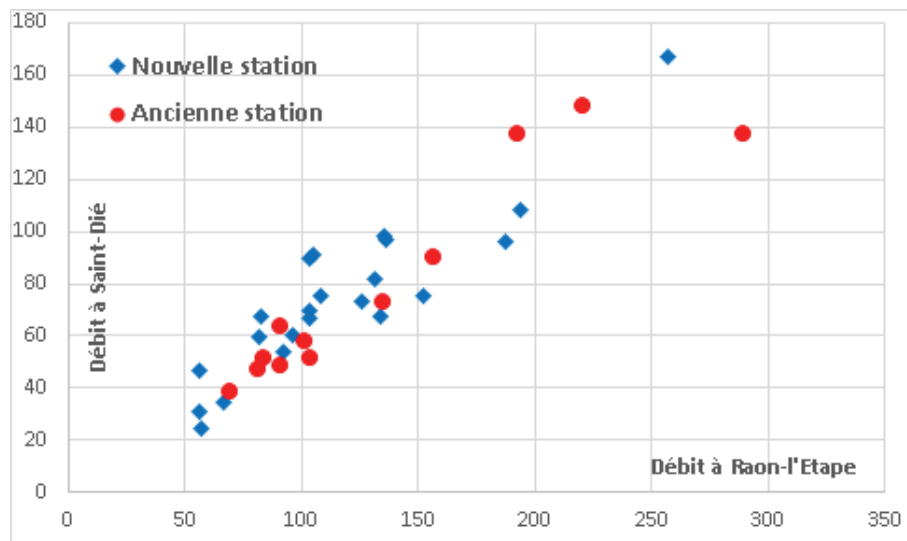
Deux stations hydrométriques sont installées à Saint-Dié-des-Vosges sur la Meurthe :

- L'ancienne station ouverte en 1967 et fermée en août 1992 ;
- La nouvelle station, mise en service depuis août 1992.

La seconde station remplace la première et est située toute proche. Le bassin versant est quasi-équivalent.

Les deux stations ne présentent pas de période d'ouverture concomitante ce qui ne permet pas de comparer les mesures aux deux stations.

La Figure 3-1 compare les débits de pointes mesurés aux deux stations de Saint-Dié avec ceux observés sur la Meurthe à Raon-l'Étape, plus en aval :



**Figure 3-1 : comparaison des débits de pointe à Saint-Dié-des-Vosges avec ceux de Raon-l'Étape.**

Les deux nuages de points se superposent et ne mettent pas en évidence de comportement différent entre les deux stations de Saint-Dié. Il n'y a pas de raison évidente d'écarter l'une ou l'autre des stations.

Pour l'analyse, les mesures aux deux stations de Saint-Dié sont assemblées sans correction pour former une unique chronique de 1967 à 2020.

#### 3.1.2 ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES

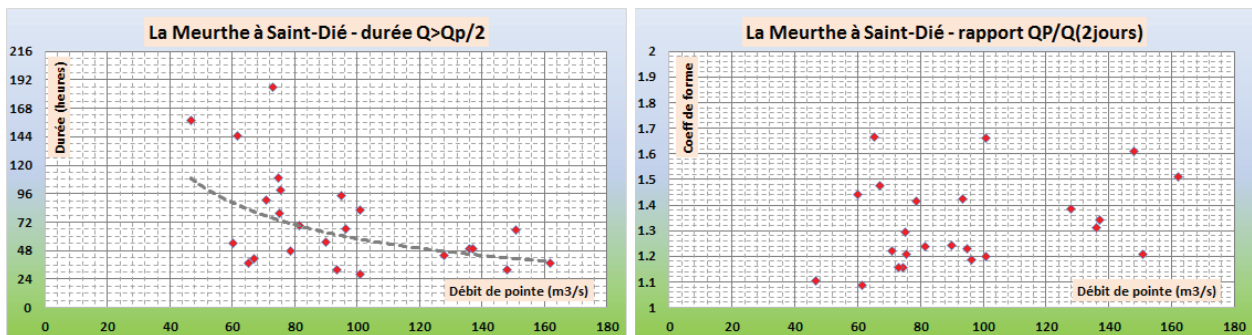
Le Tableau 3-1 récapitule les événements de crues observés pris en compte :



Crues d'automne fin de basses eaux	Crues d'hiver / hautes eaux		Crues de printemps fin de hautes eaux
	Avec dégel/neige crues de redoux	Sans dégel/neige dominante pluviale	
Novembre 1972 Oct/Nov. 1998 Octobre 2006	Décembre 1999 (3 pics) Décembre 2001 Décembre 2010	Février 1970 Février 1979 Décembre 1982 (2 pics) Décembre 1988 Février 1990 Décembre 1991 Décembre 1993 (2 pics) Janvier 1994 (2 pics) Janvier 1995 (3 pics) Février 1997 Février 1999 Mars 1999 (2 pics) Janvier 2004 (3 pics) Janvier 2018 Février 2020	Mai 1970 Avril 1983 Mai 1983

**Tableau 3-1 : échantillons d'hydrogrammes de crues – Meurthe à Saint-Dié-des-Vosges.**

Au total, 24 évènements sont retenus pour caractériser les hydrogrammes de crues de la Meurthe à Saint-Dié-des-Vosges.



**Figure 3-2 : durée caractéristique et coefficient de forme – Meurthe à Saint-Dié-des-Vosges.**

### 3.1.2.1 Estimation de la durée caractéristique $D$

La Figure 3-2 présente la répartition des durées caractéristiques (en heures) en fonction du débit de pointe sur l'échantillon des 24 crues observées.

Les valeurs sont assez dispersées, notamment pour les crues courantes.

Pour les crues fortes, les valeurs oscillent autour de 48 heures.

La valeur moyenne sur les 24 évènements est de 73 heures.

**Il est proposé de retenir comme durée caractéristique 2 jours.**

### 3.1.2.2 Estimation coefficient de forme $r_D$

La Figure 3-2 présente les coefficients de forme, sur la durée caractéristique, estimés sur l'échantillon de 24 crues. Les valeurs obtenues sont assez dispersées.

Pour les plus fortes crues, la valeur du coefficient de forme est comprise dans l'intervalle allant de 1,2 à 1,6.

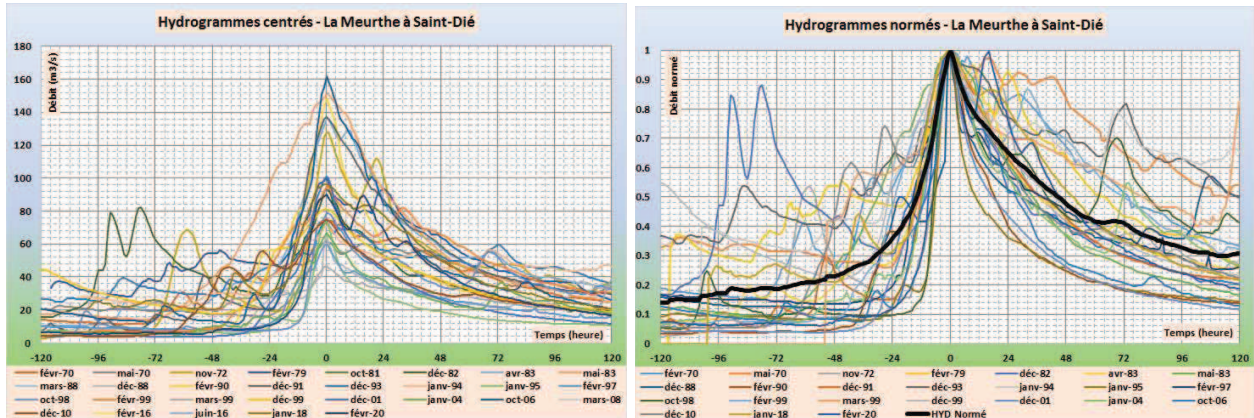
La valeur moyenne est d'environ 1,35.

Compte tenu de la dispersion des valeurs, il est proposé de retenir la valeur correspondant à la plus forte crue observée (octobre 2006).

**Il est proposé de retenir comme coefficient de forme (sur la durée 2 jours) la valeur de 1,5.**

### 3.1.2.3 Construction de l'hydrogramme moyen normé

L'hydrogramme moyen normé est construit en moyennant les hydrogrammes normés des 24 crues retenues :



**Figure 3-3 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Meurthe à Saint-Dié-des-Vosges.**

## 3.1.3 ANALYSE STATISTIQUE

### 3.1.3.1 Echantillonnage

Les échantillons MAXAN et SUPSEUIL sont donnés dans les fiches en ANNEXE 3. Le Tableau 3-2 rappelle le nombre de valeurs de chaque échantillon.

A6051020	La Meurthe à Saint-Dié	374 km <sup>2</sup>	Nb de valeurs	Nb de crues/an
	MAXAN		53	1,0
	SUPSEUIL		55	1,1

**Tableau 3-2 : taille des échantillons – Meurthe à Saint-Dié-des-Vosges.**

### 3.1.3.2 Résultats

Le graphe de la Figure 3-4 présente les résultats des ajustements statistiques à la station de Saint-Dié-des-Vosges sur la Meurthe :

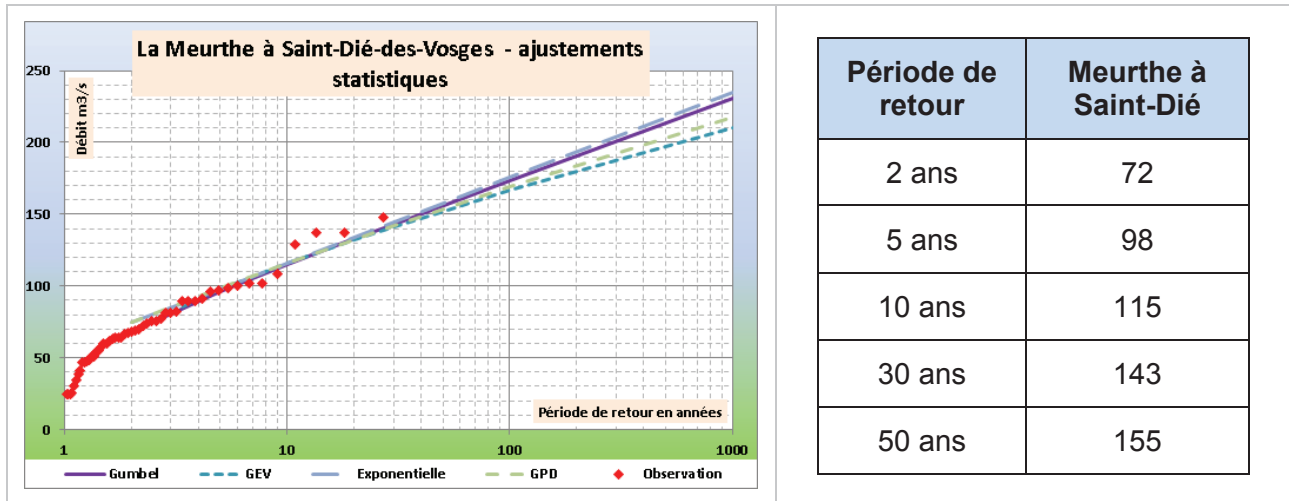


Figure 3-4 : ajustements statistiques – Meurthe à Saint-Dié-des-Vosges.

Les quatre ajustements sont très similaires et donnent des estimations très proches pour les périodes de retour inférieures à 100 ans.

**Il est proposé de retenir la moyenne des quatre estimations pour chaque période de retour.**

### 3.1.4 ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE

#### 3.1.4.1 Choix de la période pivot

La Figure 3-4 montre que les ajustements s'écartent des observations pour une période de retour comprise entre 10 et 20 ans.

Compte tenu de la taille du bassin versant et du substratum cristallin plutôt favorable au ruissellement, le choix d'une période pivot à 10 ans apparaît plus sécuritaire.

**Il est proposé de retenir comme période pivot la période de retour 10 ans.**

#### 3.1.4.2 Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE

Le gradex des pluies pour l'application de la méthode est un gradex moyen calculé sur le bassin versant.

Le gradex des pluies journalières sur la période d'octobre à avril est ainsi estimé à 15,3 mm/2j. L'ajustement à la loi de Gumbel est satisfaisant.

Le Tableau 3-3 présente les résultats de l'application des méthodes du GRADEX et AGREGEE.

Paramètres		
D	2 j	
Gradex pluies	15,3 mm/2j	
$r_D$	1,50	
$T_{piv}$	10 ans	
Période de retour	GRADEX	AGREGEE
10 ans	115	115
30 ans	172	150
50 ans	198	170
100 ans	232	200
1000 ans	347	311

**Tableau 3-3 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGEE – Meurthe à Saint-Dié-des-Vosges.**

Les estimations données par les deux méthodes sont relativement proches : la méthode du GRADEX donne des valeurs supérieures, ce qui est attendu. Les écarts entre les deux méthodes sont de l'ordre de 10 à 15 %.

### 3.1.5 SYNTHÈSE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE

Pour les périodes de retour inférieures à la période pivot, les estimations issues des ajustements statistiques sont retenues.

Le Tableau 3-4 récapitule les différentes estimations de débits à Saint-Dié-des-Vosges :

Période de retour	GRADEX	AGREGEE	SHYREG	PAPI 2008
2 ans	72	72	78	68
5 ans	98	98	101	96
10 ans	115	115	120	116
30 ans	172	150		159
50 ans	198	170	173	174
100 ans	232	200	202	195
1000 ans	347	311	333	

**Tableau 3-4 : synthèse des estimations de débits – Meurthe à Saint-Dié-des-Vosges.**

La Figure 3-5 superpose les différentes estimations avec les observations :

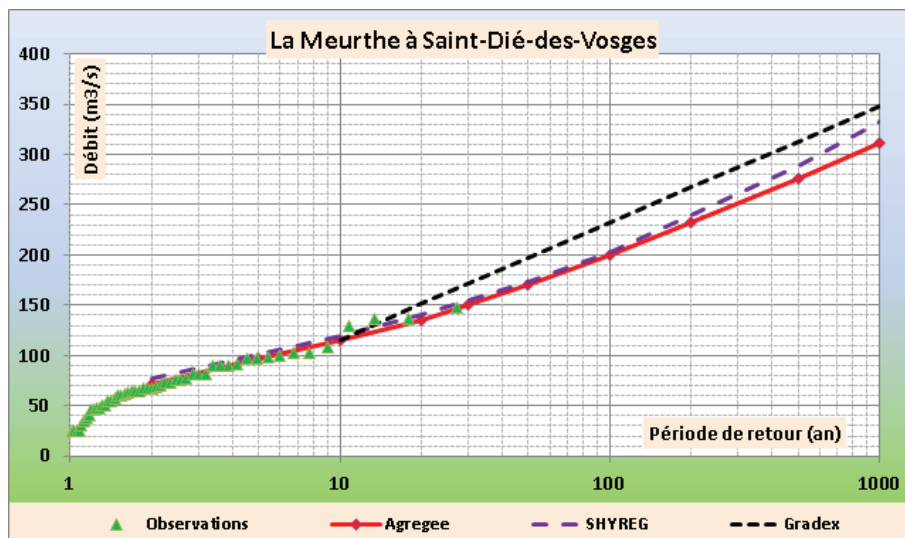


Figure 3-5 : comparaison avec la base SHYREG – Meurthe à Saint-Dié-des-Vosges.

Les estimations issues des trois méthodes sont proches. Les valeurs de la base SHYREG sont intermédiaires entre l'estimation du GRADEX et l'estimation AGREGÉE.

**Il est proposé de retenir les estimations issues de l'application de la méthode AGREGÉE pour la station de Saint-Dié-des-Vosges.**

Les valeurs ainsi estimées sont très proches des valeurs estimées dans le cadre de la préfiguration du PAPI Meurthe-Madon en 2008.

## 3.2 A6151030 – LA MEURTHE A RAON-L'ETAPE

### 3.2.1 ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES

Le Tableau 3-5 récapitule les événements de crues observés pris en compte :

Crues d'automne fin de basses eaux	Crues d'hiver / hautes eaux		Crues de printemps fin de hautes eaux
	Avec dégel/neige crues de redoux	Sans dégel/neige dominante pluviale	
Oct/Nov. 1998 Octobre 2006	Décembre 1999 (3 pics) Décembre 2010	Février 1979 Décembre 1982 (2 pics) Décembre 1988 Février 1990 Décembre 1991 Décembre 1993 (2 pics) Janvier 1994 (2 pics) Janvier 1995 (3 pics) Février 1997 Février 1999 Mars 1999 (2 pics) Janvier 2004 (3 pics) Janvier 2018 Février 2020	Avril 1983 Mai 1983

Tableau 3-5 : échantillons d'hydrogrammes de crues – Meurthe à Raon-l'Etape.

Au total, 20 événements sont retenus pour caractériser les hydrogrammes de crues de la Meurthe à Raon-l'Etape.

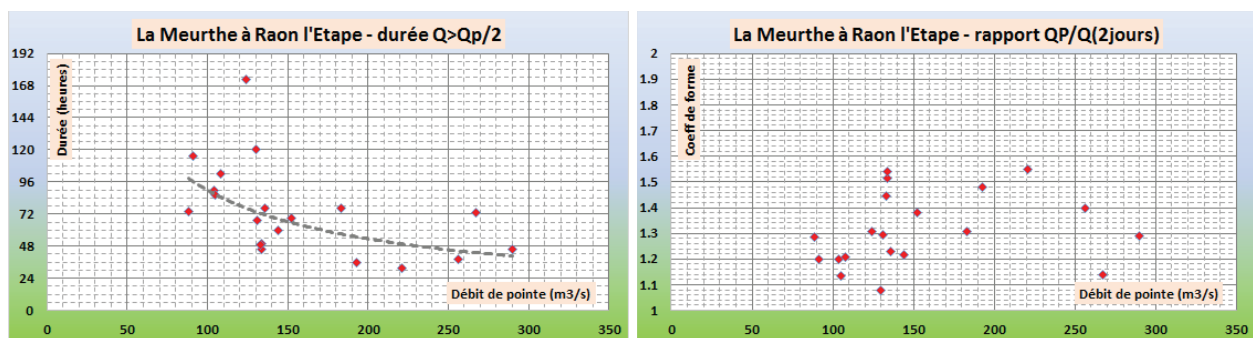


Figure 3-6 : durée caractéristique et coefficient de forme – Meurthe à Raon-l'Etape.

#### 3.2.1.1 Estimation de la durée caractéristique D

La Figure 3-6 présente la répartition des durées caractéristiques (en heures) en fonction du débit de pointe sur l'échantillon des 20 crues observées. Les valeurs sont assez dispersées, notamment pour les crues courantes.

Pour les crues fortes, les valeurs oscillent de 48 heures.

La valeur moyenne sur les 20 événements est de 74 heures.

**Il est proposé de retenir comme durée caractéristique 2 jours.**



### 3.2.1.2 Estimation coefficient de forme $r_D$

La Figure 3-6 présente les coefficients de forme, sur la durée caractéristique, estimés sur l'échantillon de 20 crues. Les valeurs obtenues sont assez dispersées, entre 1,1 et 1,6.

La valeur moyenne est d'environ 1,35.

**Il est proposé de retenir comme coefficient de forme (sur la durée 2 jours) la valeur de 1,4.**

### 3.2.1.3 Construction de l'hydrogramme moyen normé

L'hydrogramme moyen normé est construit en moyennant les hydrogrammes normés des 20 crues retenues :

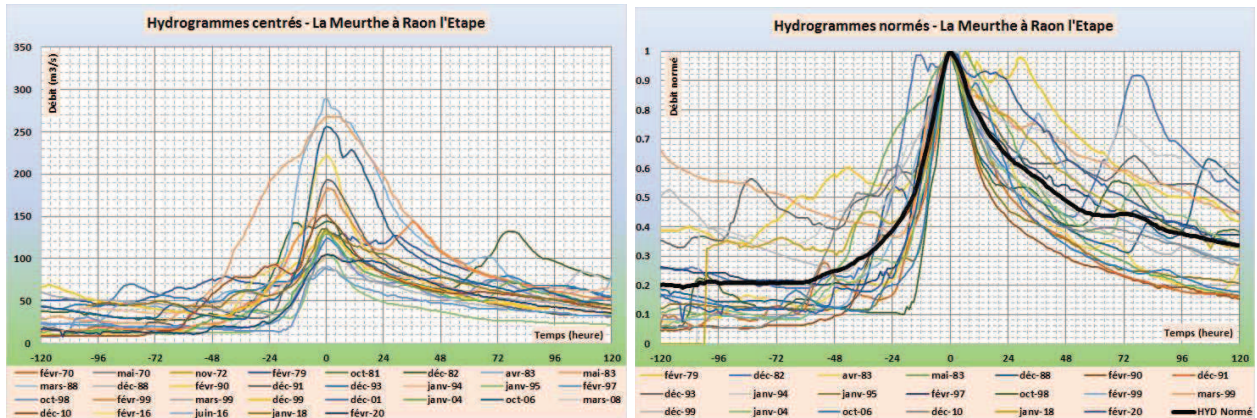


Figure 3-7 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Meurthe à Raon-l'Etape.

## 3.2.2 ANALYSE STATISTIQUE

### 3.2.2.1 Echantillonnage

Les échantillons MAXAN et SUPSEUIL sont donnés dans les fiches en ANNEXE 3. Le Tableau 3-6 rappelle le nombre de valeurs de chaque échantillon.

A6151030	La Meurthe à Raon-l'Etape	727 km <sup>2</sup>	Nb de valeurs	Nb de crues/an
	MAXAN		38	1,0
	SUPSEUIL		51	1,1

Tableau 3-6 : taille des échantillons – Meurthe à Raon-l'Etape.

### 3.2.2.2 Résultats

Le graphe de la Figure 3-8 présente les résultats des ajustements statistiques à la station de Raon-l'Etape sur la Meurthe :

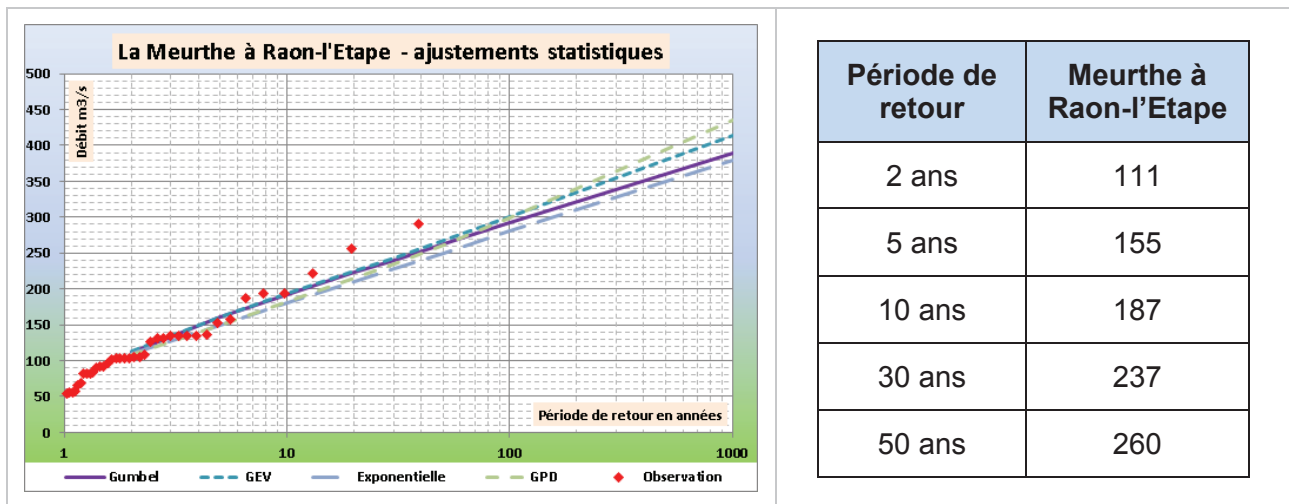


Figure 3-8 : ajustements statistiques – Meurthe à Raon-l'Etape.

Les quatre ajustements sont très similaires et donnent des estimations très proches pour les périodes de retour inférieures à 100 ans.

**Il est proposé de retenir la moyenne des quatre estimations pour chaque période de retour.**

### 3.2.3 ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE

#### 3.2.3.1 Choix de la période pivot

La Figure 3-8 montre que les ajustements s'écartent des observations pour une période de retour d'environ 10 ans.

**Il est proposé de retenir comme période pivot la période de retour 10 ans.**

#### 3.2.3.2 Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE

Le gradex des pluies pour l'application de la méthode est un gradex moyen calculé sur le bassin versant.

Le gradex des pluies journalières sur la période d'octobre à avril est ainsi estimé à 15,0 mm/2j. L'ajustement à la loi de Gumbel est satisfaisant.

Le Tableau 3-7 présente les résultats de l'application des méthodes du GRADEX et AGREGEE.

Paramètres		
D	2 j	
Gradex pluies	15,0 mm/2j	
$r_D$	1,40	
$T_{piv}$	10 ans	
Période de retour	GRADEX	AGREGEE
10 ans	187	187
30 ans	287	246
50 ans	333	281
100 ans	395	335
1000 ans	599	530

**Tableau 3-7 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGEE – Meurthe à Raon-l'Etape.**

Les estimations données par les deux méthodes sont relativement proches : la méthode du GRADEX donne des valeurs supérieures, ce qui est attendu. Les écarts entre les deux méthodes sont de l'ordre de 10 à 15 %.

### 3.2.4 SYNTHÈSE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE

Pour les périodes de retour inférieures à la période pivot, les estimations issues des ajustements statistiques sont retenues.

Le Tableau 3-8 récapitule les différentes estimations de débits à Raon-l'Etape sur la Meurthe :

Période de retour	GRADEX	AGREGEE	SHYREG	PAPI 2008
2 ans	111	111	126	112
5 ans	155	155	164	159
10 ans	187	187	194	190
30 ans	287	246		261
50 ans	333	281	276	287
100 ans	395	335	320	321
1000 ans	599	530	525	

**Tableau 3-8 : synthèse des estimations de débits – Meurthe à Raon-l'Etape.**

La Figure 3-9 superpose les différentes estimations avec les observations :

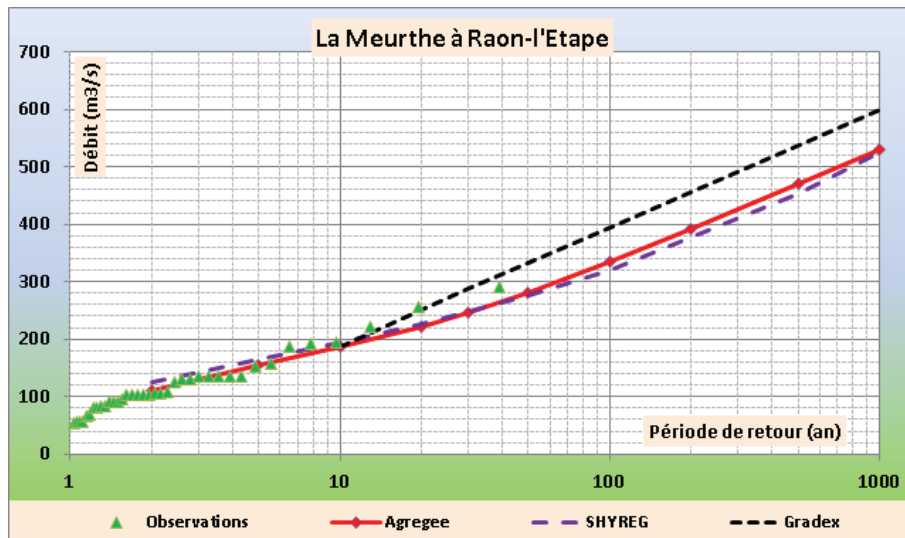


Figure 3-9 : comparaison avec la base SHYREG – Meurthe à Raon-l'Étape.

Les estimations issues des trois méthodes sont proches. Les valeurs de la base SHYREG sont intermédiaires entre l'estimation du GRADEX et l'estimation AGREGÉE.

**Il est proposé de retenir les estimations issues de l'application de la méthode AGREGÉE pour la station de Raon-l'Étape sur la Meurthe.**

Les valeurs ainsi estimées sont très proches des valeurs estimées dans le cadre de la préfiguration du PAPI Meurthe-Madon en 2008.

### 3.3 A6232010 – LA PLAINE A RAON-L'ETAPE

#### 3.3.1 ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES

Les hydrogrammes de crues de la Plaine à Raon-l'Etape hors influence de l'aménagement de Vieux-Pré ont été reconstitués par modélisation pluie-débit.

Crues d'automne fin de basses eaux	Crues d'hiver / hautes eaux		Crues de printemps fin de hautes eaux
	Avec dégel/neige crues de redoux	Sans dégel/neige dominante pluviale	
Oct-Nov. 1998 Octobre 2006	Décembre 2001	Février 1999 Janvier 2004 (3 pics) Mars 2007 Février 2016 Janvier 2018	

Tableau 3-9 : échantillons d'hydrogrammes de crues – Plaine à Raon-l'Etape.

##### 3.3.1.1 Estimation de la durée caractéristique D

La Figure 3-10 présente la répartition des durées caractéristiques (en heures) en fonction du débit de pointe sur l'échantillon des 8 crues reconstituées.

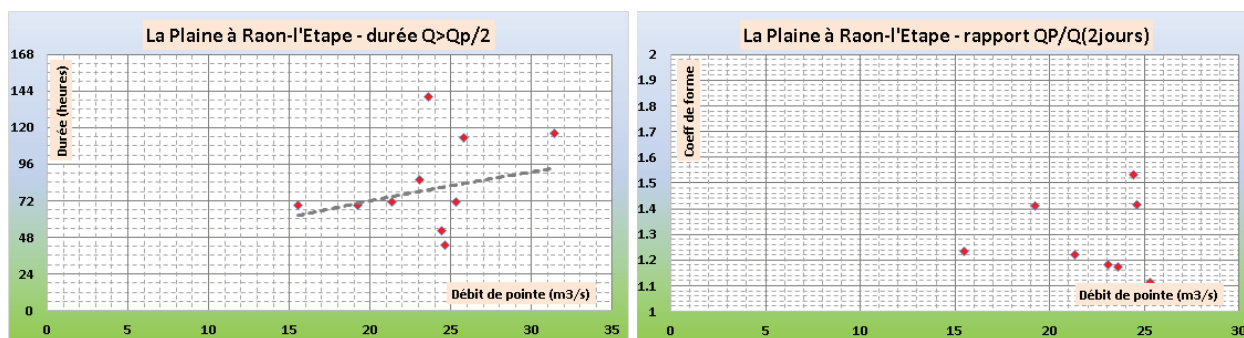


Figure 3-10 : durée caractéristique des crues observées – Plaine à Raon-l'Etape.

Les valeurs sont assez dispersées.

**Il est proposé de retenir comme durée caractéristique 2 jours.**

##### 3.3.1.2 Estimation coefficient de forme $r_D$

La Figure 3-10 présente les coefficients de forme, sur la durée caractéristique, estimés sur l'échantillon de 8 crues :

Les valeurs obtenues sont assez dispersées, entre 1,1 et 1,5.

La valeur moyenne est d'environ 1,2.

**Il est proposé de retenir comme coefficient de forme (sur la durée 2 jours) la valeur de 1,2.**

##### 3.3.1.3 Construction de l'hydrogramme moyen normé

L'hydrogramme moyen normé est construit en moyennant les hydrogrammes normés des 8 crues retenues :



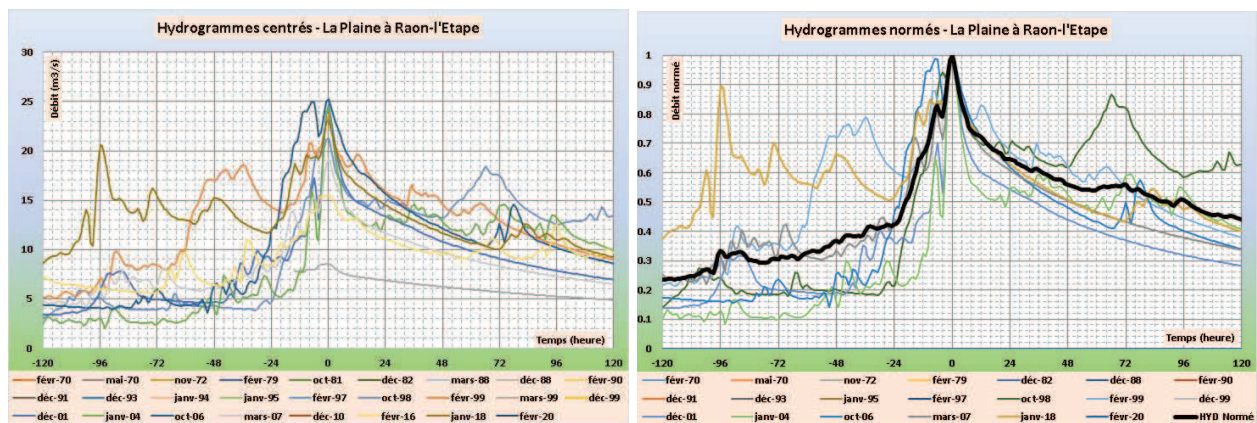


Figure 3-11 : hydrogramme moyen normé – Plaine à Raon-l'Etape.

### 3.3.2 ANALYSE STATISTIQUE

#### 3.3.2.1 Echantillonnage MAXAN

Les échantillons MAXAN sont donnés en ANNEXE 3. Le Tableau 3-10 rappelle le nombre de valeurs de l'échantillon.

N°	Station hydrométrique	BV km <sup>2</sup>	Nb de valeurs
A6232010	La Plaine à Raon-l'Etape	116	48

Tableau 3-10 : échantillonnage MAXAN – Plaine à Raon-l'Etape.

#### 3.3.2.2 Echantillonnage SUPSEUIL

Les échantillons SUPSEUIL sont donnés en ANNEXE 3. Le Tableau 3-11 rappelle le nombre de valeurs de chaque échantillon.

N°	Station hydrométrique	BV km <sup>2</sup>	Nb de valeurs	Nb de crues/an
A6232010	La Plaine à Raon-l'Etape	116	40	1,0

Tableau 3-11 : échantillonnage SUPSEUIL – Plaine à Raon-l'Etape.

#### 3.3.2.3 Résultats

Le graphe de la Figure 3-12 présente les résultats des ajustements statistiques à la station de Raon-l'Etape sur la Plaine :



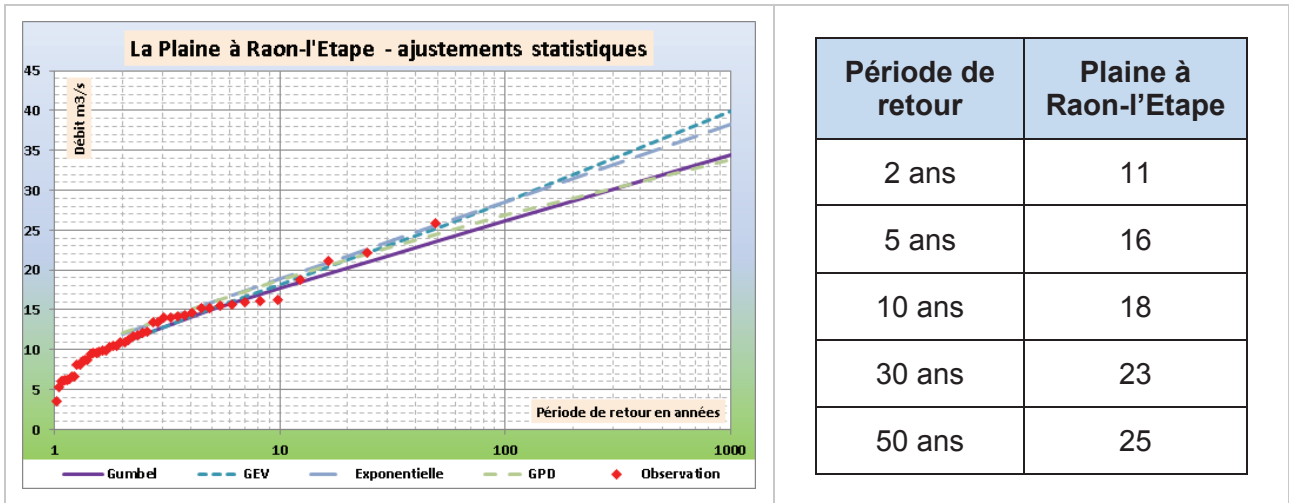


Figure 3-12 : ajustements statistiques – Plaine à Raon-l'Etape.

Les quatre ajustements sont très similaires et donnent des estimations très proches pour les périodes de retour inférieures à 100 ans.

**Il est proposé de retenir la moyenne des quatre estimations pour chaque période de retour.**

### 3.3.3 ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE

#### 3.3.3.1 Choix de la période pivot

La Figure 3-12 montre que les ajustements s'écartent des observations pour une période de retour d'environ 10 ans.

**Il est proposé de retenir comme période pivot la période de retour 10 ans.**

#### 3.3.3.2 Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE

Le gradex des pluies pour l'application de la méthode est un gradex moyen calculé sur le bassin versant.

Le gradex des pluies journalières sur la période d'octobre à avril est ainsi estimé à 16,3 mm/2j. L'ajustement à la loi de Gumbel est satisfaisant.

Le Tableau 1-3 présente les résultats de l'application des méthodes du GRADEX et AGREGEE.

Paramètres		
D	2 j	
Gradex pluies	16,3 mm/2j	
$r_D$	1,20	
$T_{piv}$	10 ans	
Période de retour	GRADEX	AGREGEE
10 ans	18	18
30 ans	33	24
50 ans	40	28
100 ans	49	35
1000 ans	80	62

**Tableau 3-12 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGEE – Plaine à Raon-l'Etape.**

Les estimations données la méthode du GRADEX sont sensiblement supérieures à celles de la méthode AGREGEE.

### 3.3.4 SYNTHÈSE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE

Pour les périodes de retour inférieures à la période pivot, les estimations issues des ajustements statistiques sont retenues.

Le Tableau 1-4 récapitule les différentes estimations de débits à Saint-Dié-des-Vosges :

Période de retour	GRADEX	AGREGEE	SHYREG	AZI 2000
2 ans	11	11	17	13
5 ans	16	16	24	
10 ans	18	18	31	20
30 ans	33	24		
50 ans	40	28	48	
100 ans	49	35	58	28
1000 ans	80	62	104	

**Tableau 3-13 : synthèse des estimations de débits – Plaine à Raon-l'Etape.**

La Figure 3-13 superpose les différentes estimations avec les observations :

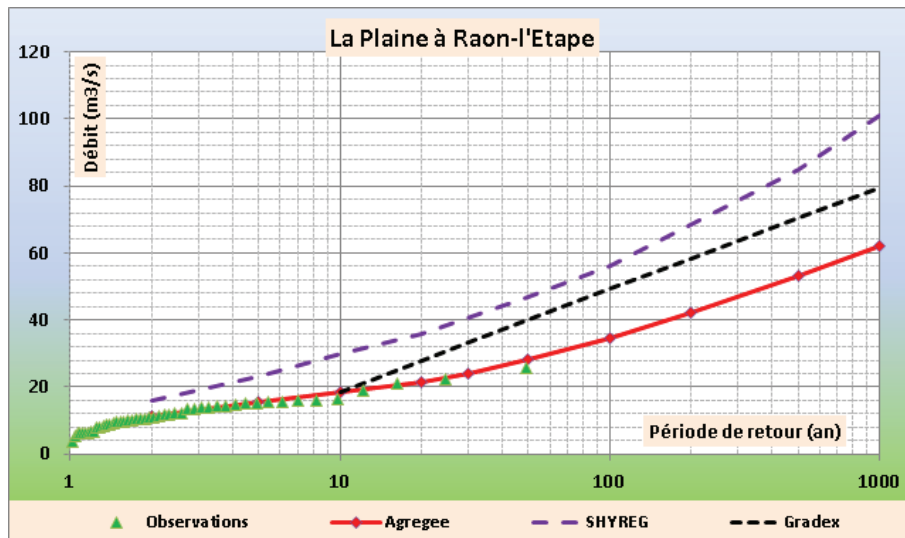


Figure 3-13 : comparaison avec la base SHYREG – Plaine à Raon-l'Étape.

Les estimations issues des trois méthodes sont assez dispersées, la méthode AGREGEE donnant la borne inférieure et la base SHYREG la borne supérieure.

**Il est proposé de retenir les estimations issues de l'application de la méthode AGREGEE pour la station de Raon-l'Étape sur la Plaine.**

## 3.4 A6341010 – LA MEURTHE A LUNEVILLE

### 3.4.1 ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES

Le Tableau 3-14 récapitule les évènements de crues observés pris en compte :

Crues d'automne fin de basses eaux	Crues d'hiver / hautes eaux		Crues de printemps fin de hautes eaux
	Avec dégel/neige crues de redoux	Sans dégel/neige dominante pluviale	
Oct/Nov. 1998 Octobre 2006	Décembre 1999 (3 pics) Décembre 2001 Décembre 2010	Décembre 1982 (2 pics) Décembre 1991 Décembre 1993 (2 pics) Janvier 1994 (2 pics) Janvier 1995 (3 pics) Février 1997 Février 1999 Mars 1999 (2 pics) Janvier 2004 (3 pics) Janvier 2018 Février 2020	Avril 1983 Mai 1983

Tableau 3-14 : échantillons d'hydrogrammes de crues – Meurthe à Lunéville.

Au total, 18 évènements sont retenus pour caractériser les hydrogrammes de crues de la Meurthe à Lunéville.

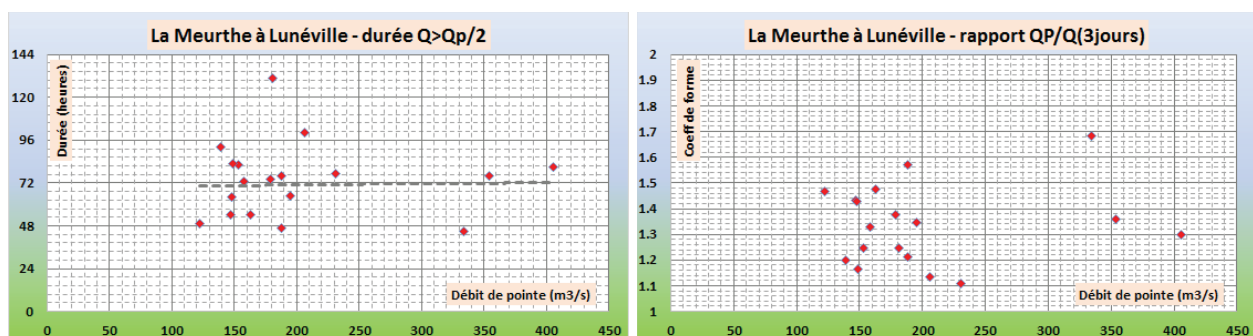


Figure 3-14 : durée caractéristique des crues observées – Meurthe à Lunéville.

#### 3.4.1.1 Estimation de la durée caractéristique $D$

La Figure 3-14 présente la répartition des durées caractéristiques (en heures) en fonction du débit de pointe sur l'échantillon des 18 crues observées.

Les valeurs sont assez dispersées entre 48 et 96 heures dans l'ensemble.

Pour les crues fortes, les valeurs oscillent entre 48 et 72 heures.

La valeur moyenne sur les 18 évènements est de 74 heures.

**Il est proposé de retenir comme durée caractéristique 3 jours.**

#### 3.4.1.2 Estimation coefficient de forme $r_D$

La Figure 3-14 présente les coefficients de forme, sur la durée caractéristique, estimés sur l'échantillon de 18 crues.

Les valeurs obtenues sont assez dispersées, entre 1,1 et 1,7. La valeur 1,68 est estimée pour la crue d'octobre 2006.

La valeur moyenne est d'environ 1,4.

**Il est proposé de retenir comme coefficient de forme (sur la durée 3 jours) la valeur de 1,4.**

### 3.4.1.3 Construction de l'hydrogramme moyen normé

L'hydrogramme moyen normé est construit en moyennant les hydrogrammes normés des 18 crues retenues :

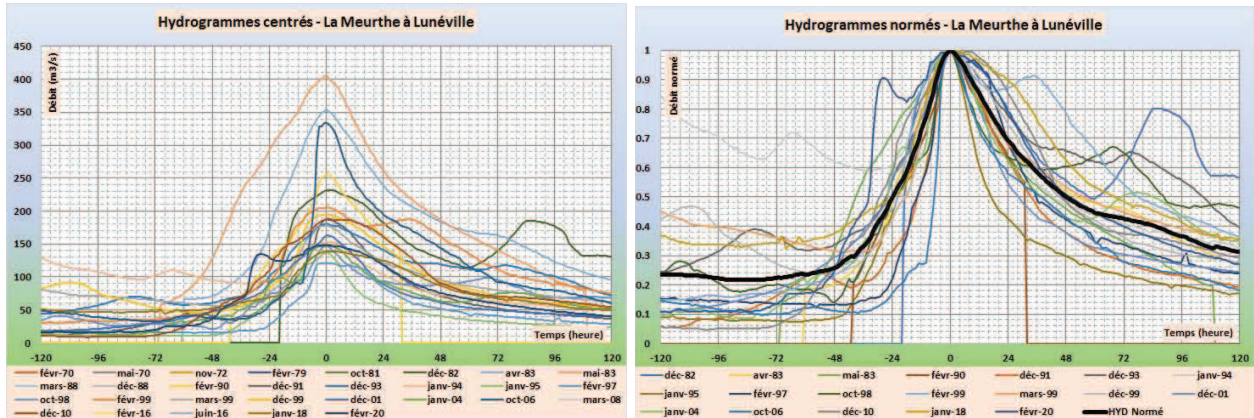


Figure 3-15 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Meurthe à Lunéville.

## 3.4.2 ANALYSE STATISTIQUE

### 3.4.2.1 Echantillonnage

Les échantillons MAXAN et SUPSEUIL sont donnés dans les fiches en ANNEXE 3. Le Tableau 3-15 rappelle le nombre de valeurs de chaque échantillon.

A6341010	La Meurthe à Lunéville	1 105 km <sup>2</sup>	Nb de valeurs	Nb de crues/an
	MAXAN		30	1,0
	SUPSEUIL		36	1,0

Tableau 3-15 : taille des échantillons – Meurthe à Lunéville.

### 3.4.2.2 Résultats

Le graphe de la Figure 3-16 présente les résultats des ajustements statistiques à la station de Lunéville sur la Meurthe :

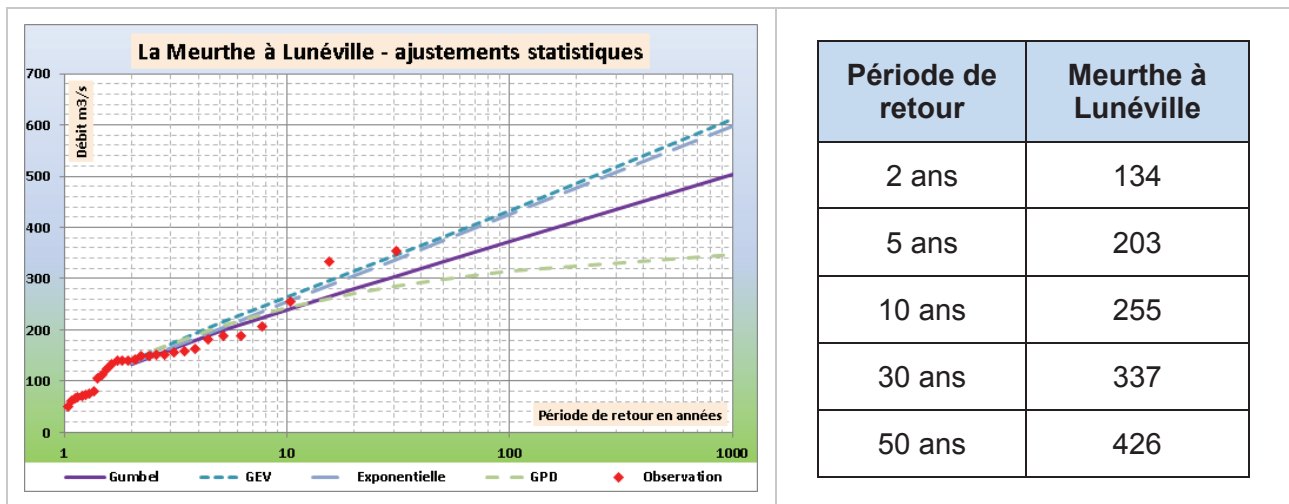


Figure 3-16 : ajustements statistiques – Meurthe à Lunéville.

L'ajustement à la loi GPD est mauvais et ne satisfait pas au test du KHI-2 : cette loi n'est pas retenue. Les ajustements aux lois de Gumbel et GEV sont médiocres et ne satisfont pas non plus au test du KHI-2.

**Il est proposé de retenir les estimations issues de la loi exponentielle.**

### 3.4.3 ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE

#### 3.4.3.1 Choix de la période pivot

La Figure 3-16 montre que les ajustements s'écartent des observations pour une période de retour d'environ 10 ans.

**Il est proposé de retenir comme période pivot la période de retour 10 ans.**

#### 3.4.3.2 Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE

Le gradex des pluies pour l'application de la méthode est un gradex moyen calculé sur le bassin versant.

Le gradex des pluies journalières sur la période d'octobre à avril est ainsi estimé à 15,9 mm/3j. L'ajustement à la loi de Gumbel est satisfaisant.

Le Tableau 3-16 présente les résultats de l'application des méthodes du GRADEX et AGREGEE.



Paramètres		
D	3 j	
Gradex pluies	15,9 mm/3j	
$r_D$	1,40	
$T_{piv}$	10 ans	
Période de retour	GRADEX	AGREGEE
10 ans	255	255
30 ans	362	329
50 ans	411	370
100 ans	477	430
1000 ans	696	643

**Tableau 3-16 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGEE – Meurthe à Lunéville.**

Les estimations données par les deux méthodes sont relativement proches : la méthode du GRADEX donne des valeurs supérieures, ce qui est attendu. Les écarts entre les deux méthodes sont de l'ordre de 10 %.

A noter qu'un calcul a également été mené en considérant une durée caractéristique plus courte de 48 heures, associée à un coefficient de forme de 1,3. Les estimations sont supérieures de l'ordre de 15% pour la méthode du GRADEX et de l'ordre de 10-12% pour la méthode AGREGEE.

#### 3.4.4 SYNTHÈSE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE

Pour les périodes de retour inférieures à la période pivot, les estimations issues des ajustements statistiques sont retenues.

Le Tableau 3-17 récapitule les différentes estimations de débits à Lunéville sur la Meurthe :

Période de retour	GRADEX	AGREGEE	SHYREG	PAPI 2008
2 ans	134	134	161	154
5 ans	203	203	210	218
10 ans	255	255	249	261
30 ans	362	329		359
50 ans	411	370	356	394
100 ans	477	430	412	441
1000 ans	696	643	678	

**Tableau 3-17 : synthèse des estimations de débits – Meurthe à Lunéville.**

La Figure 3-17 superpose les différentes estimations avec les observations :

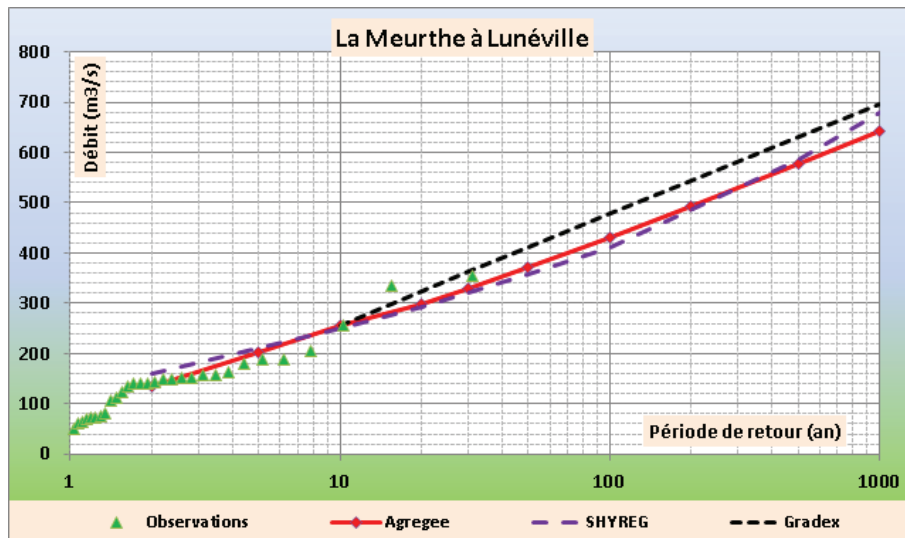


Figure 3-17 : comparaison avec la base SHYREG – Meurthe à Lunéville.

Les estimations issues des trois méthodes sont proches.

**Il est proposé de retenir les estimations issues de l'application de la méthode AGREGÉE pour la station de Lunéville sur la Meurthe.**

Les valeurs ainsi estimées sont très proches des valeurs estimées dans le cadre de la préfiguration du PAPI Meurthe-Madon en 2008.

### 3.5 A6571110 – LA VEZOUBE A LUNEVILLE

#### 3.5.1 ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES

Le Tableau 3-18 récapitule les évènements de crues observés pris en compte :

Crues d'automne fin de basses eaux	Crues d'hiver / hautes eaux		Crues de printemps fin de hautes eaux
	Avec dégel/neige crues de redoux	Sans dégel/neige dominante pluviale	
Novembre 1972 Oct/Nov. 1998 Octobre 2006	Décembre 1999 (3 pics) Décembre 2001 Décembre 2010	Février 1979 Décembre 1982 (2 pics) Décembre 1988 Février 1990 Décembre 1991 Décembre 1993 (2 pics) Janvier 1994 (2 pics) Janvier 1995 (3 pics) Février 1997 Février 1999 Mars 1999 (2 pics) Janvier 2004 (3 pics) Janvier 2018 Février 2020	Avril 1983 Mai 1983

Tableau 3-18 : échantillons d'hydrogrammes de crues – Vezouze à Lunéville.

Au total, 22 évènements sont retenus pour caractériser les hydrogrammes de crues de la Vezouze à Lunéville.

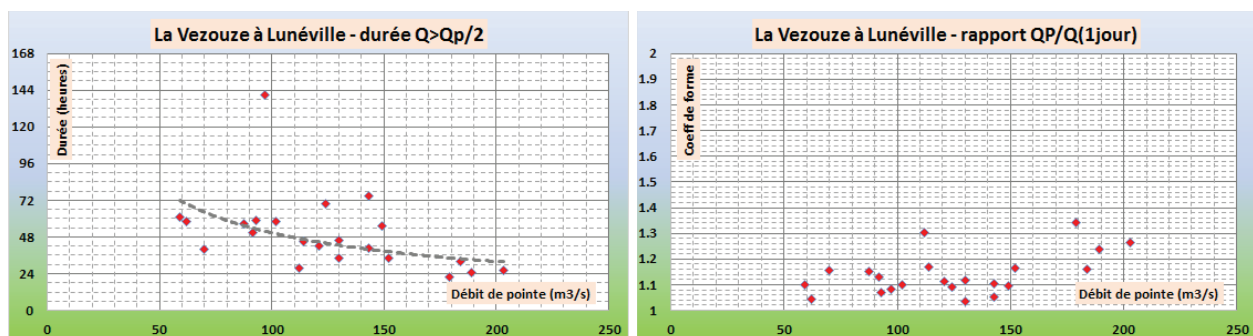


Figure 3-18 : durée caractéristique et coefficient de forme – Vezouze à Lunéville.

##### 3.5.1.1 Estimation de la durée caractéristique D

La Figure 3-18 présente la répartition des durées caractéristiques (en heures) en fonction du débit de pointe sur l'échantillon des 22 crues observées.

Les valeurs sont assez dispersées entre 24 et 72 heures dans l'ensemble. La valeur de la crue de décembre 1993 s'écarte significativement de cet intervalle (~144 heures).

Pour les crues fortes, les valeurs oscillent autour de 24 heures.

La valeur moyenne sur les 22 évènements est de 50 heures.

**Il est proposé de retenir comme durée caractéristique 1 jour.**

### 3.5.1.2 Estimation coefficient de forme $r_D$

La Figure 3-18 présente les coefficients de forme, sur la durée caractéristique, estimés sur l'échantillon de 22 crues.

Les valeurs sur la Vezouze à Lunéville sont relativement peu dispersées en comparaison de la dispersion des valeurs à la plupart des autres stations étudiées. Pour les plus fortes crues, les valeurs oscillent entre 1,1 et 1,3.

La valeur moyenne est d'environ 1,15.

**Il est proposé de retenir comme coefficient de forme (sur la durée 1 jour) la valeur de 1,3.**

### 3.5.1.3 Construction de l'hydrogramme moyen normé

L'hydrogramme moyen normé est construit en moyennant les hydrogrammes normés des 16 crues retenues :

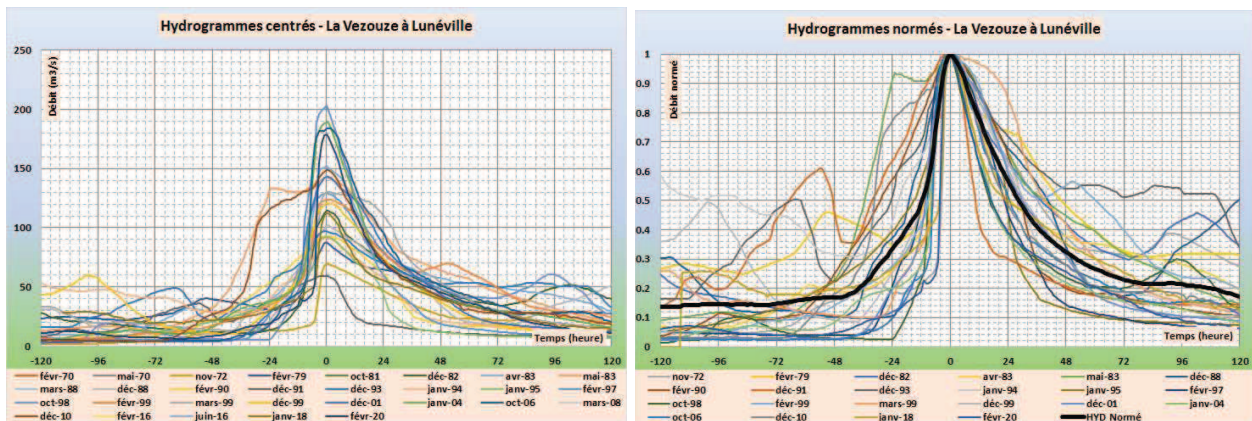


Figure 3-19 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Vezouze à Lunéville.

## 3.5.2 ANALYSE STATISTIQUE

### 3.5.2.1 Echantillonnage

Les échantillons MAXAN et SUPSEUIL sont donnés dans les fiches en ANNEXE 3. Le Tableau 3-19 rappelle le nombre de valeurs de chaque échantillon.

A6571110	La Vezouze à Lunéville	559 km <sup>2</sup>	Nb de valeurs	Nb de crues/an
	MAXAN		50	1,0
	SUPSEUIL		62	1,2

Tableau 3-19 : taille des échantillons – Vezouze à Lunéville.

### 3.5.2.2 Résultats

Le graphe de la Figure 3-20 présente les résultats des ajustements statistiques à la station de Lunéville sur la Meurthe :

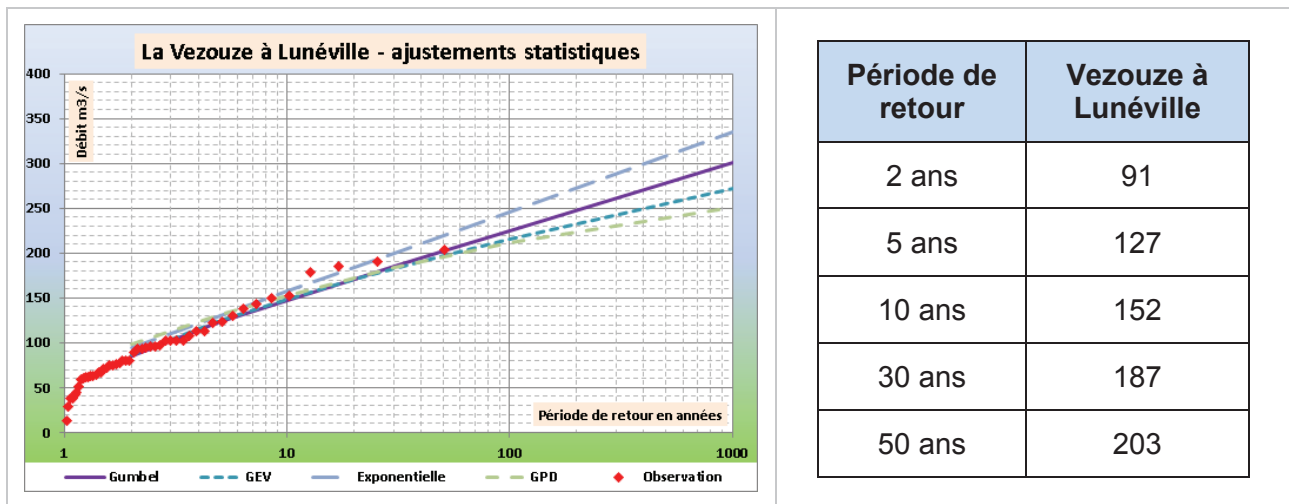


Figure 3-20 : ajustements statistiques – Vezouze à Lunéville.

Les quatre ajustements sont satisfaisants et donnent des estimations proches jusqu'à la période de retour 50 ans.

**Il est proposé de retenir comme estimation la moyenne des quatre lois d'ajustement.**

### 3.5.3 ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE

#### 3.5.3.1 Choix de la période pivot

La Figure 3-20 montre que les ajustements s'écartent des observations pour une période de retour d'environ 10 ans.

**Il est proposé de retenir comme période pivot la période de retour 10 ans.**

#### 3.5.3.2 Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE

Le gradex des pluies pour l'application de la méthode est un gradex moyen calculé sur le bassin versant.

Le gradex des pluies journalières sur la période d'octobre à avril est ainsi estimé à 10,7 mm/j. L'ajustement à la loi de Gumbel est satisfaisant.

Le Tableau 3-20 présente les résultats de l'application des méthodes du GRADEX et AGREGEE.

Paramètres		
D	1 j	
Gradex pluies	10,7 mm/3j	
$r_D$	1,30	
$T_{piv}$	10 ans	
Période de retour	GRADEX	AGREGEE
10 ans	152	152
30 ans	254	201
50 ans	301	233
100 ans	364	283
1000 ans	572	478

**Tableau 3-20 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGEE – Vezouze à Lunéville.**

Les estimations données par les deux méthodes sont relativement proches : la méthode du GRADEX donne des valeurs supérieures, ce qui est attendu. Les écarts entre les deux méthodes sont de l'ordre de 10 %.

A noter qu'un calcul a également été mené en considérant une durée caractéristique plus courte de 48 heures, associée à un coefficient de forme de 1,3. Les estimations sont supérieures de l'ordre de 15% pour la méthode du GRADEX et de l'ordre de 10-12% pour la méthode AGREGEE.

### 3.5.4 SYNTHÈSE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE

Pour les périodes de retour inférieures à la période pivot, les estimations issues des ajustements statistiques sont retenues.

Le Tableau 3-21 récapitule les différentes estimations de débits à Lunéville sur la Vezouze :

Période de retour	GRADEX	AGREGEE	SHYREG	PAPI 2008
2 ans	91	91	98	82
5 ans	127	127	128	113
10 ans	152	152	153	141
30 ans	254	201		193
50 ans	301	233	220	219
100 ans	364	283	256	268
1000 ans	572	478	426	

**Tableau 3-21 : synthèse des estimations de débits – Vezouze à Lunéville.**



La Figure 3-21 superpose les différentes estimations avec les observations :

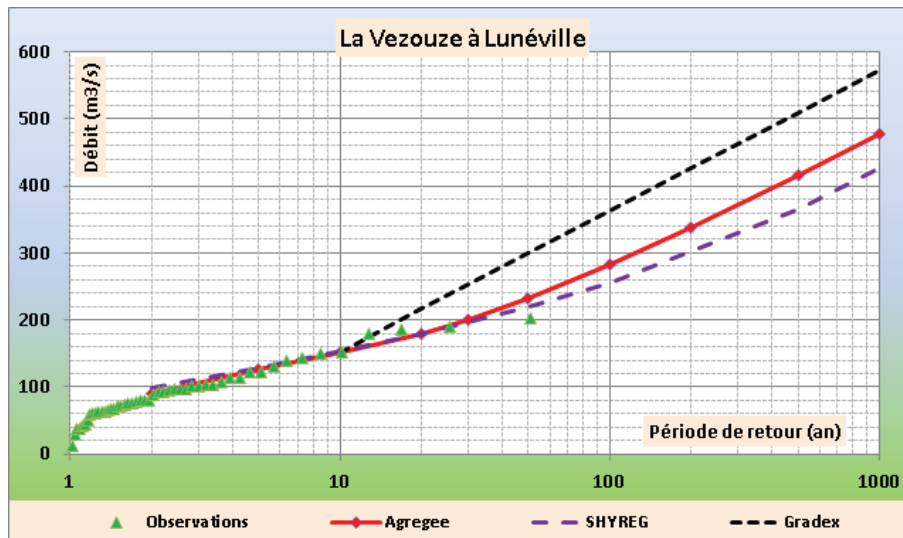


Figure 3-21 : comparaison avec la base SHYREG – Vezouze à Lunéville.

Les estimations du GRADEX sont très nettement supérieures aux deux autres approches. La méthode AGREGÉE et la base SHYREG donnent des estimations relativement proches, avec des valeurs supérieures de l'ordre de 10 % pour la méthode AGREGÉE.

**Il est proposé de retenir les estimations issues de l'application de la méthode AGREGÉE pour la station de Lunéville sur la Meurthe.**

Les valeurs ainsi estimées sont assez proches des valeurs estimées dans le cadre de la préfiguration du PAPI Meurthe-Madon en 2008. Elles sont supérieures d'environ 8-10 %.

## 3.6 A6761010 – LA MEURTHE A DAMELEVIERES

### 3.6.1 ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES

Le Tableau 3-22 récapitule les évènements de crues observés pris en compte :

Crues d'automne fin de basses eaux	Crues d'hiver / hautes eaux		Crues de printemps fin de hautes eaux
	Avec dégel/neige crues de redoux	Sans dégel/neige dominante pluviale	
Oct/Nov. 1998 Octobre 2006	Décembre 1999 (3 pics) Décembre 2001 Décembre 2010	Février 1979 Décembre 1982 (2 pics) Décembre 1988 Février 1990 Décembre 1991 Décembre 1993 (2 pics) Janvier 1994 (2 pics) Janvier 1995 (3 pics) Février 1997 Février 1999 Mars 1999 (2 pics) Janvier 2004 (3 pics) Janvier 2018 Février 2020	Avril 1983 Mai 1983

Tableau 3-22 : échantillons d'hydrogrammes de crues – Meurthe à Damelevières.

Au total, 21 évènements sont retenus pour caractériser les hydrogrammes de crues de la Meurthe à Damelevières.

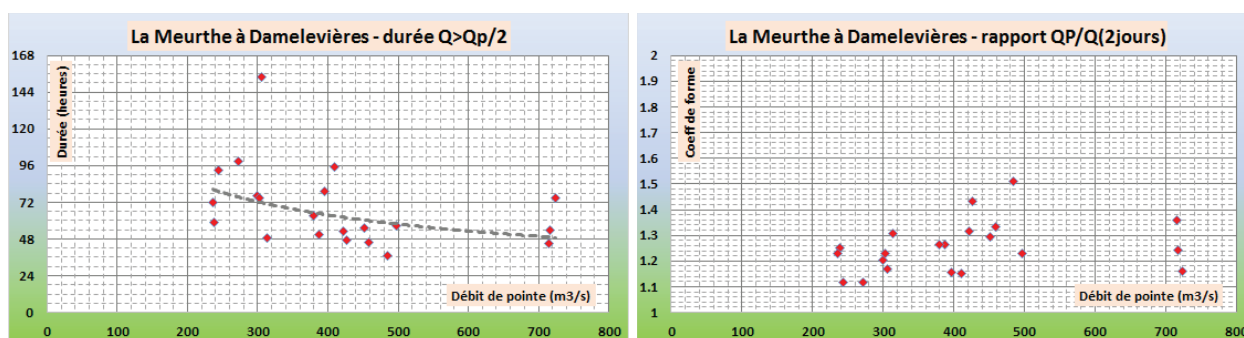


Figure 3-22 : durée caractéristique et coefficient de forme – Meurthe à Damelevières.

#### 3.6.1.1 Estimation de la durée caractéristique D

La Figure 3-22 présente la répartition des durées caractéristiques (en heures) en fonction du débit de pointe sur l'échantillon des 21 crues observées.

Les valeurs sont assez dispersées entre 48 et 80 heures dans l'ensemble. Mis à part la crue de mai 1983, les valeurs tendent vers 48 heures pour les plus fortes crues.

La valeur moyenne sur les 21 évènements est de 68 heures.

**Il est proposé de retenir comme durée caractéristique 2 jours.**

### 3.6.1.2 Estimation coefficient de forme $r_D$

La Figure 3-22 présente les coefficients de forme, sur la durée caractéristique, estimés sur l'échantillon de 21 crues.

Les valeurs varient entre 1,1 et 1,5. Les trois crues les plus importantes observées présentent des valeurs assez distinctes pour des débits de pointe très proches.

La valeur moyenne est d'environ 1,3.

**Il est proposé de retenir comme coefficient de forme (sur la durée 2 jours) la valeur de 1,3.**

### 3.6.1.3 Construction de l'hydrogramme moyen normé

L'hydrogramme moyen normé est construit en moyennant les hydrogrammes normés des 21 crues retenues :

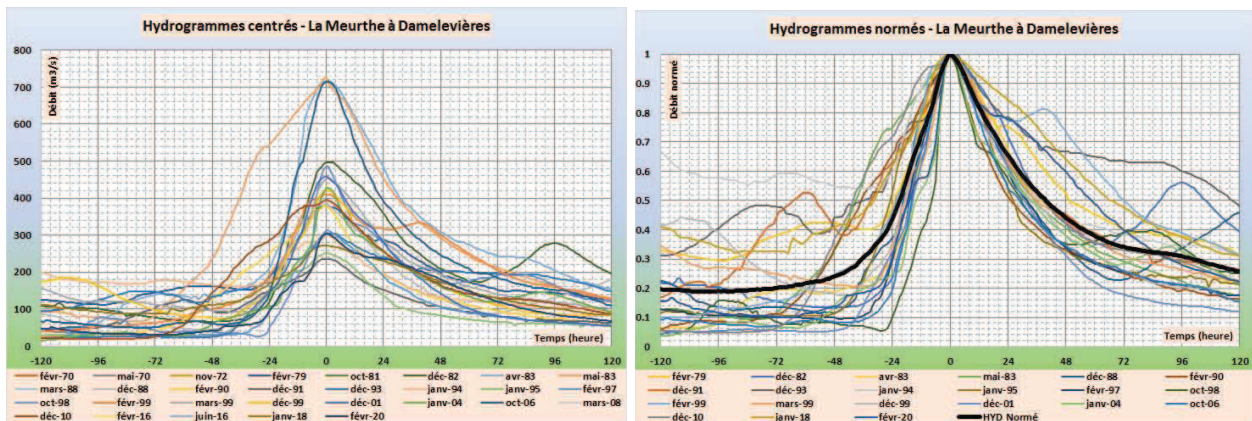


Figure 3-23 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Meurthe à Damelevières.

## 3.6.2 ANALYSE STATISTIQUE

### 3.6.2.1 Echantillonnage MAXAN

Les échantillons MAXAN et SUPSEUIL sont donnés dans les fiches en ANNEXE 3. Le Tableau 3-23 rappelle le nombre de valeurs de chaque échantillon.

A6761010	La Meurthe à Damelevières	2 280 km <sup>2</sup>	Nb de valeurs	Nb de crues/an
	MAXAN		51	1,0
	SUPSEUIL		63	1,3

Tableau 3-23 : échantillonnage SUPSEUIL – Meurthe à Damelevières.

### 3.6.2.2 Résultats

Le graphe de la Figure 3-24 présente les résultats des ajustements statistiques à la station de Damelevières sur la Meurthe :

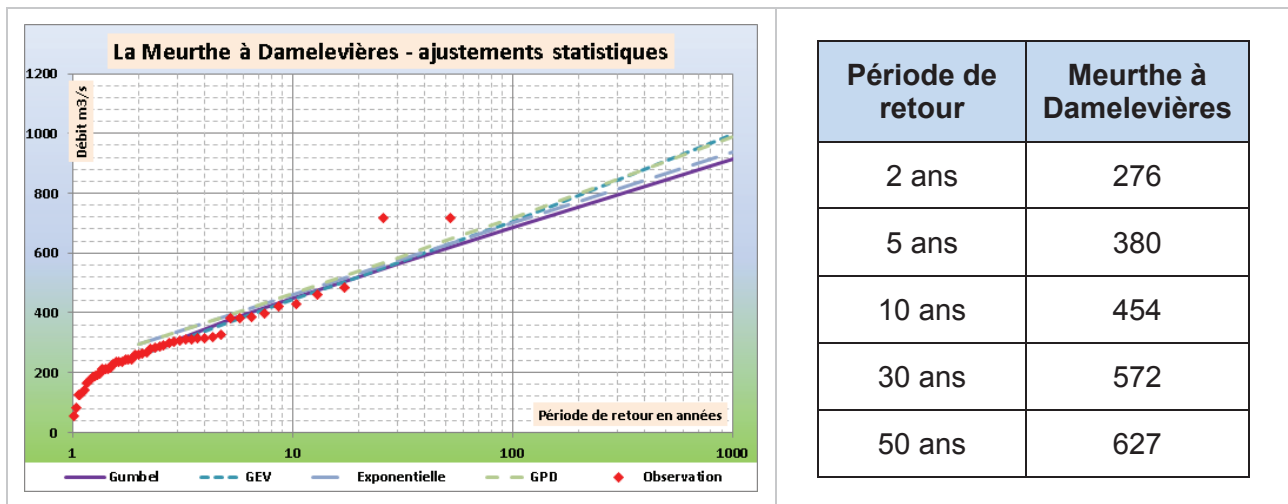


Figure 3-24 : ajustements statistiques – Meurthe à Damelevières.

Les quatre ajustements sont moyens et donnent des estimations proches.

**Il est proposé de retenir comme estimation la moyenne des quatre lois d'ajustement.**

### 3.6.3 ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE

#### 3.6.3.1 Choix de la période pivot

La Figure 3-24 montre que les ajustements s'écartent des observations pour une période de retour d'environ 20 ans.

**Il est proposé de retenir comme période pivot la période de retour 20 ans.**

#### 3.6.3.2 Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE

Le gradex des pluies pour l'application de la méthode est un gradex moyen calculé sur le bassin versant.

Le gradex des pluies journalières sur la période d'octobre à avril est ainsi estimé à 14,0 mm/2j. L'ajustement à la loi de Gumbel est satisfaisant.

Le Tableau 3-24 présente les résultats de l'application des méthodes du GRADEX et AGREGEE.

Paramètres		
D	2 j	
Gradex pluies	14,0 mm/2j	
$r_D$	1,30	
$T_{piv}$	20 ans	
Période de retour	GRADEX	AGREGEE
20 ans	529	529
30 ans	628	574
50 ans	752	646
100 ans	920	765
1000 ans	1 474	1 266

Tableau 3-24 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGEE – Meurthe à Damelevières.

La méthode du GRADEX donne des valeurs significativement supérieures à la méthode AGREGEE. Les écarts varient de 15 à 20 %.

### 3.6.4 SYNTHÈSE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE

Pour les périodes de retour inférieures à la période pivot, les estimations issues des ajustements statistiques sont retenues.

Le Tableau 3-25 récapitule les différentes estimations de débits à Damelevières :

Période de retour	GRADEX	AGREGEE	SHYREG	PAPI 2008
2 ans	276	276	290	270
5 ans	380	380	375	370
10 ans	454	454	443	430
30 ans	628	574		620
50 ans	752	646	624	670
100 ans	920	765	720	740
1000 ans	1 474	1 266	1 170	

Tableau 3-25 : synthèse des estimations de débits – Meurthe à Damelevières.

La Figure 3-25 superpose les différentes estimations avec les observations :

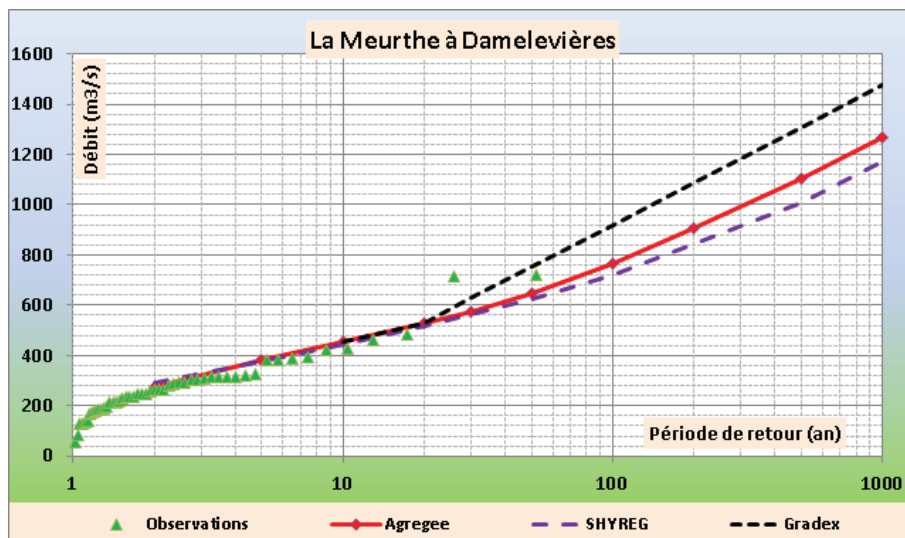


Figure 3-25 : comparaison avec la base SHYREG – Meurthe à Damelevières.

Les estimations du GRADEX sont très nettement supérieures aux deux autres approches. La méthode AGREGEE et la base SHYREG donnent des estimations relativement proches, avec des valeurs supérieures de l'ordre de 10 % pour la méthode AGREGEE.

**Il est proposé de retenir les estimations issues de l'application de la méthode AGREGEE pour la station de Damelevières sur la Meurthe.**

Les valeurs ainsi estimées sont assez proches des valeurs estimées dans le cadre de la préfiguration du PAPI Meurthe-Madon en 2008. Elles sont supérieures d'environ 8-10 %.



## 3.7 A6872010 – LE SANON A DOMBASLE-SUR-MEURTHE

### 3.7.1 ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES

Le Tableau 3-26 récapitule les évènements de crues observés pris en compte :

Crues d'automne fin de basses eaux	Crues d'hiver / hautes eaux		Crues de printemps fin de hautes eaux
	Avec dégel/neige crues de redoux	Sans dégel/neige dominante pluviale	
Oct/Nov. 1998 Octobre 2006	Décembre 1999 (3 pics) Décembre 2001 Décembre 2010	Décembre 1988 Février 1990 Décembre 1991 Décembre 1993 (2 pics) Janvier 1994 (2 pics) Janvier 1995 (3 pics) Février 1997 Février 1999 Mars 1999 (2 pics) Janvier 2004 (3 pics) Janvier 2018 Février 2020	

Tableau 3-26 : échantillons d'hydrogrammes de crues – Sânon à Dombasle-sur-Meurthe.

Au total, 17 évènements sont retenus pour caractériser les hydrogrammes de crues du Sânon à Dombasle-sur-Meurthe.

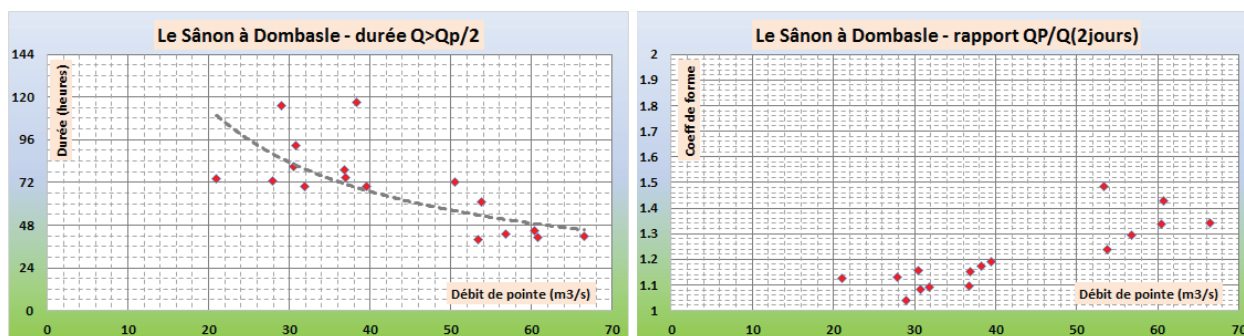


Figure 3-26 : durée caractéristique et coefficient de forme – Sânon à Dombasle-sur-Meurthe.

#### 3.7.1.1 Estimation de la durée caractéristique $D$

La Figure 3-26 présente la répartition des durées caractéristiques (en heures) en fonction du débit de pointe sur l'échantillon des 17 crues observées.

Les valeurs sont assez dispersées entre 40 et 120 heures dans l'ensemble. Les valeurs oscillent autour de 48 heures pour les plus fortes crues.

La valeur moyenne sur les 17 évènements est de 68 heures.

**Il est proposé de retenir comme durée caractéristique 2 jours.**

#### 3.7.1.2 Estimation coefficient de forme $r_D$

La Figure 3-26 présente les coefficients de forme, sur la durée caractéristique, estimés sur l'échantillon de 17 crues.

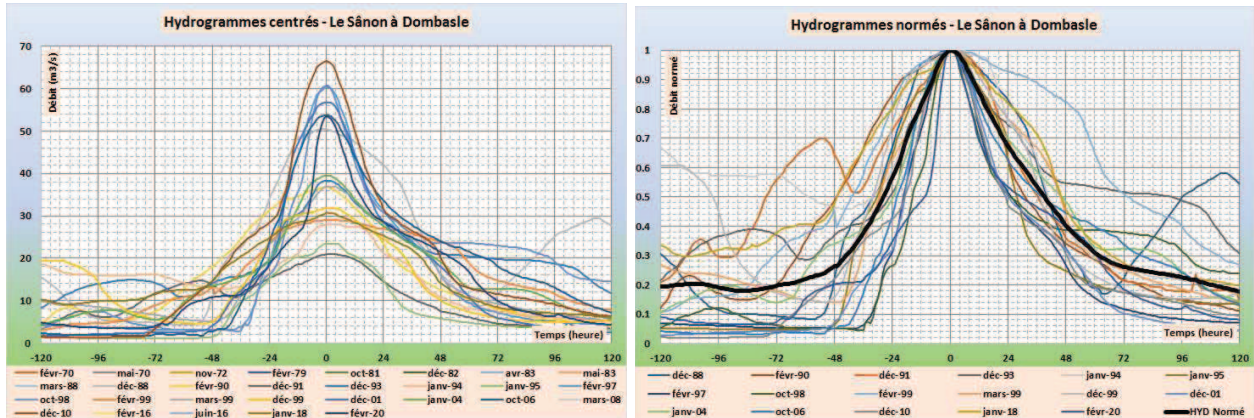
Les valeurs varient entre 1,1 et 1,5. Pour les crues les plus fortes, les valeurs sont comprises entre 1,25 et 1,5 et apparaissent plus élevées que pour les crues plus fréquentes.

La valeur moyenne est d'environ 1,2.

**Il est proposé de retenir comme coefficient de forme (sur la durée 2 jours) la valeur de 1,4.**

### 3.7.1.3 Construction de l'hydrogramme moyen normé

L'hydrogramme moyen normé est construit en moyennant les hydrogrammes normés des 17 crues retenues :



**Figure 3-27 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Sânon à Dombasle-sur-Meurthe.**

## 3.7.2 ANALYSE STATISTIQUE

### 3.7.2.1 Echantillonnage

Les échantillons MAXAN et SUPSEUIL sont donnés en ANNEXE 3. Le Tableau 3-27 rappelle le nombre de valeurs de chaque échantillon.

A6872010	Le Sânon à Dombasle	284 km <sup>2</sup>	Nb de valeurs	Nb de crues/an
	MAXAN		31	1,0
	SUPSEUIL		38	1,2

**Tableau 3-27 : taille des échantillons – Sânon à Dombasle-sur-Meurthe.**

### 3.7.2.2 Résultats

Le graphe de la Figure 3-28 présente les résultats des ajustements statistiques à la station de Dombasle-sur-Meurthe sur le Sânon :

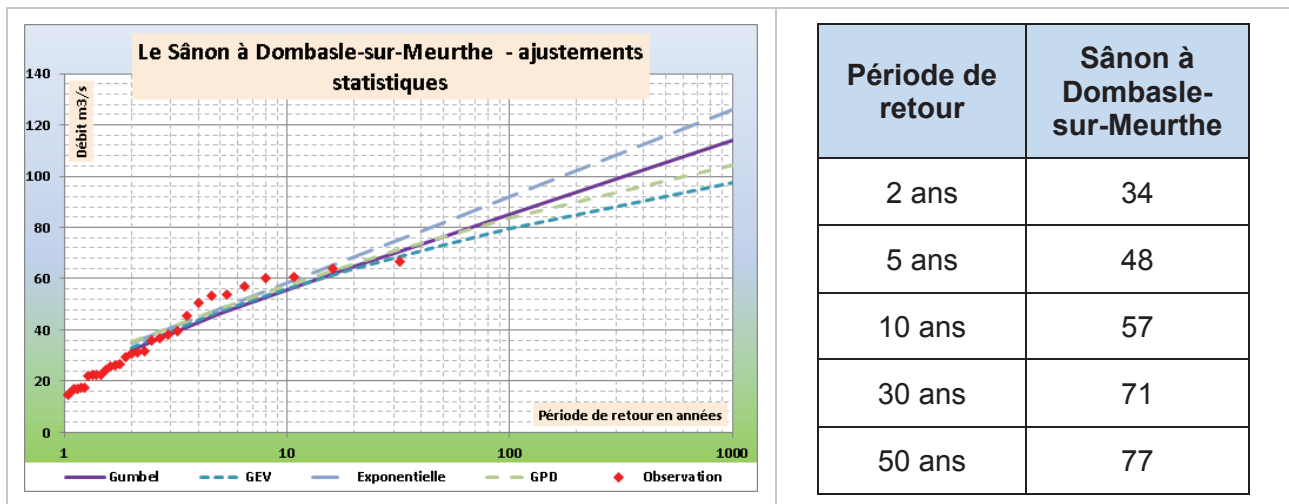


Figure 3-28 : ajustements statistiques – Sânon à Dombasle-sur-Meurthe.

Les quatre ajustements sont corrects et donnent des estimations proches jusqu'à la période de retour 50 ans.

**Il est proposé de retenir comme estimation la moyenne des quatre lois d'ajustement.**

### 3.7.3 ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE

#### 3.7.3.1 Choix de la période pivot

La Figure 3-28 montre que les ajustements s'écartent des observations pour une période de retour d'environ 10 ans.

**Il est proposé de retenir comme période pivot la période de retour 10 ans.**

#### 3.7.3.2 Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE

Le gradex des pluies pour l'application de la méthode est un gradex moyen calculé sur le bassin versant.

Le gradex des pluies journalières sur la période d'octobre à avril est ainsi estimé à 12,8 mm/2j. L'ajustement à la loi de Gumbel est satisfaisant.

Le Tableau 3-28 présente les résultats de l'application des méthodes du GRADEX et AGREGEE.

Paramètres		
D	2 j	
Gradex pluies	12,8 mm/2j	
$r_D$	1,40	
$T_{piv}$	10 ans	
Période de retour	GRADEX	AGREGEE
10 ans	57	57
30 ans	90	75
50 ans	106	86
100 ans	126	103
1000 ans	194	168

**Tableau 3-28 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGEE – Sânon à Dombasle-sur-Meurthe.**

La méthode du GRADEX donne des valeurs significativement supérieures à la méthode AGREGEE. Les écarts varient de 15 à 20 %.

### 3.7.4 SYNTHÈSE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE

Pour les périodes de retour inférieures à la période pivot, les estimations issues des ajustements statistiques sont retenues.

Le Tableau 3-29 récapitule les différentes estimations de débits à Dombasle-sur-Meurthe sur le Sânon :

Période de retour	GRADEX	AGREGEE	SHYREG	PAPI 2008
2 ans	34	34	37	
5 ans	48	48	51	47
10 ans	57	57	62	56
30 ans	90	75		66
50 ans	106	86	93	76
100 ans	126	103	111	84
1000 ans	194	168	195	

**Tableau 3-29 : synthèse des estimations de débits – Sânon à Dombasle-sur-Meurthe.**

La Figure 3-29 superpose les différentes estimations avec les observations :

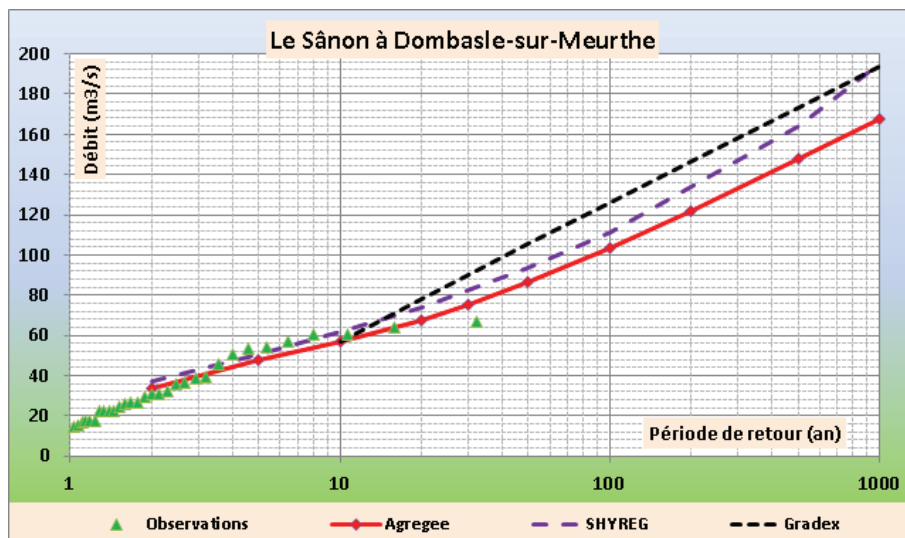


Figure 3-29 : comparaison avec la base SHYREG – Sânon à Dombasle-sur-Meurthe.

La base de données SHYREG donne des valeurs intermédiaires entre les méthodes GRADEX et AGREGÉE.

**Il est proposé de retenir les estimations issues de l'application de la méthode AGREGÉE pour la station de Dombasle-sur-Meurthe sur le Sânon.**

Les valeurs ainsi estimées sont supérieures aux valeurs estimées dans le cadre de la préfiguration du PAPI Meurthe-Madon en 2008, avec des écarts pouvant atteindre 20 % pour la crue centennale.

## 3.8 A6761010 – LA MEURTHE A LANEUVEVILLE

### 3.8.1 ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES

Le Tableau 3-30 récapitule les évènements de crues observés pris en compte :

Crues d'automne fin de basses eaux	Crues d'hiver / hautes eaux		Crues de printemps fin de hautes eaux
	Avec dégel/neige crues de redoux	Sans dégel/neige dominante pluviale	
Oct-Nov. 1998 Octobre 2006	Décembre 1999 (3 pics) Décembre 2001 Décembre 2010	Décembre 1988 Février 1990 Décembre 1993 (2 pics) Janvier 1994 (2 pics) Janvier 1995 (3 pics) Février 1997 Février 1999 Mars 1999 (2 pics) Janvier 2004 (3 pics) Décembre 2011 Janvier 2018 Février 2020	

Tableau 3-30 : échantillons d'hydrogrammes de crues – Meurthe à Laneuville.

Au total, 17 évènements sont retenus pour caractériser les hydrogrammes de crues de la Meurthe à Laneuville-devant-Nancy.

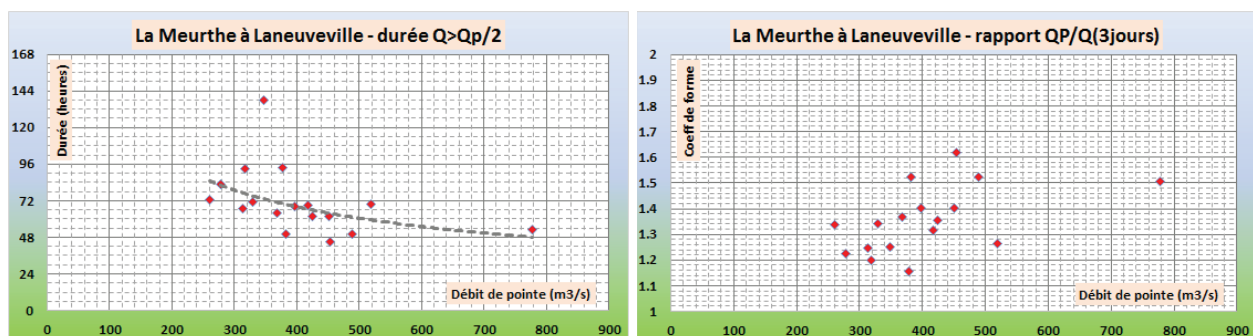


Figure 3-30 : durée caractéristique et coefficient de forme – Meurthe à Laneuville.

#### 3.8.1.1 Estimation de la durée caractéristique $D$

La Figure 3-30 présente la répartition des durées caractéristiques (en heures) en fonction du débit de pointe sur l'échantillon des 17 crues observées.

Les valeurs sont assez dispersées entre 48 et 96 heures dans l'ensemble. La plus forte crue observée est celle d'octobre 2006, pour laquelle la durée caractéristique est évaluée à 53 heures.

La valeur moyenne sur les 17 évènements est de 71 heures.

**Il est proposé de retenir comme durée caractéristique 3 jours en cohérence avec la durée retenue à la station de Malzéville.**

#### 3.8.1.2 Estimation coefficient de forme $r_D$

La Figure 3-30 présente les coefficients de forme, sur la durée caractéristique, estimés sur l'échantillon de 17 crues.



Les valeurs varient entre 1,1 et 1,6.

La valeur moyenne est d'environ 1,4.

**Il est proposé de retenir comme coefficient de forme (sur la durée 3 jours) la valeur de 1,5.**

### 3.8.1.3 Construction de l'hydrogramme moyen normé

L'hydrogramme moyen normé est construit en moyennant les hydrogrammes normés des 17 crues retenues :

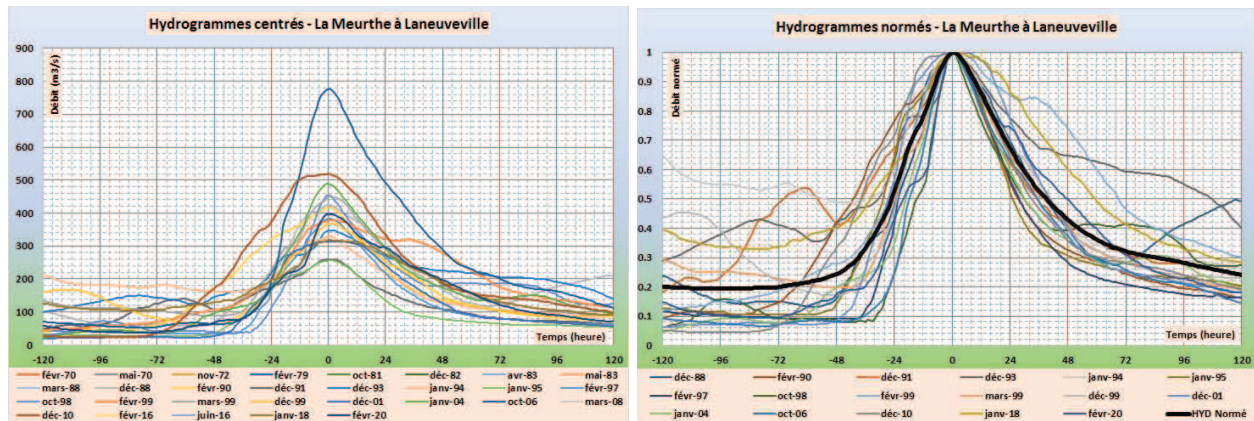


Figure 3-31 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Meurthe à Laneuveville.

## 3.8.2 ANALYSE STATISTIQUE

### 3.8.2.1 Echantillonnage

Les échantillons MAXAN et SUPSEUIL sont donnés dans les fiches en ANNEXE 3. Le Tableau 3-31 rappelle le nombre de valeurs de chaque échantillon.

A6921010	La Meurthe à Laneuveville	2 780 km <sup>2</sup>	Nb de valeurs	Nb de crues/an
	MAXAN		34	1,0
	SUPSEUIL		46	1,4

Tableau 3-31 : taille des échantillons – Meurthe à Laneuveville.

### 3.8.2.2 Résultats

Le graphe de la Figure 3-32 présente les résultats des ajustements statistiques à la station de Laneuveville sur la Meurthe :

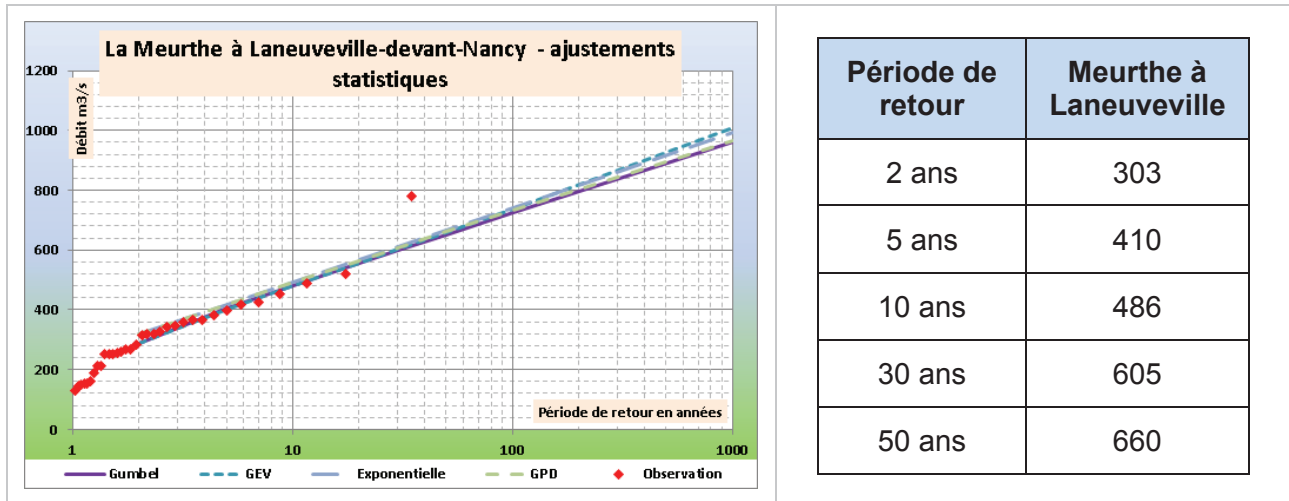


Figure 3-32 : ajustements statistiques – Meurthe à Laneuveville.

Les quatre ajustements sont moyens et donnent des estimations proches.

**Il est proposé de retenir comme estimation la moyenne des quatre lois d'ajustement.**

### 3.8.3 ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE

#### 3.8.3.1 Choix de la période pivot

La Figure 3-32 montre que les ajustements s'écartent des observations pour une période de retour d'environ 20 ans.

**Il est proposé de retenir comme période pivot la période de retour 20 ans.**

#### 3.8.3.2 Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE

Le gradex des pluies pour l'application de la méthode est un gradex moyen calculé sur le bassin versant.

Le gradex des pluies journalières sur la période d'octobre à avril est ainsi estimé à 15,3 mm/3j. L'ajustement à la loi de Gumbel est satisfaisant.

Le Tableau 3-32 présente les résultats de l'application des méthodes du GRADEX et AGREGEE.

Paramètres		
D	3 j	
Gradex pluies	15,3 mm/3j	
$r_D$	1,50	
$T_{piv}$	20 ans	
Période de retour	GRADEX	AGREGEE
20 ans	561	561
30 ans	663	608
50 ans	791	681
100 ans	963	804
1000 ans	1 531	1 317

**Tableau 3-32 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGEE – Meurthe à Laneuveville.**

La méthode du GRADEX donne des valeurs significativement supérieures à la méthode AGREGEE. Les écarts varient de 15 à 20 %.

### 3.8.4 SYNTHÈSE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE

Pour les périodes de retour inférieures à la période pivot, les estimations issues des ajustements statistiques sont retenues.

Le Tableau 3-33 Tableau 1-4 récapitule les différentes estimations de débits à Laneuveville :

Période de retour	GRADEX	AGREGEE	SHYREG	PAPI 2008
2 ans	303	303	326	
5 ans	410	410	423	
10 ans	486	486	500	
30 ans	663	608		
50 ans	791	681	704	
100 ans	963	804	812	
1000 ans	1 531	1 317	1 310	

**Tableau 3-33 : synthèse des estimations de débits – Meurthe à Laneuveville.**

La Figure 3-33 superpose les différentes estimations avec les observations :

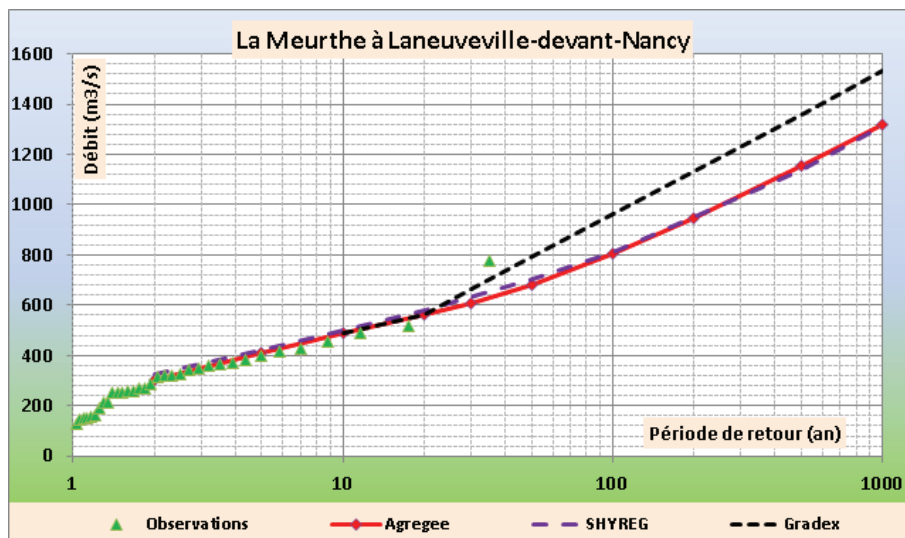


Figure 3-33 : comparaison avec la base SHYREG – Meurthe à Laneuveville.

Les estimations du GRADEX sont très nettement supérieures aux deux autres approches. La méthode AGREGÉE et la base SHYREG donnent des estimations très proches.

**Il est proposé de retenir les estimations issues de l'application de la méthode AGREGÉE pour la station de Laneuveville sur la Meurthe.**

Dans le cadre de la préfiguration du PAPI Meurthe-Madon en 2008, il n'y a pas eu d'estimation des débits de crues à cette station.

## 3.9 A6941020 – LA MEURTHE A MALZEVILLE

### 3.9.1 ASSOCIATION DE STATIONS

Deux stations hydrométriques sont installées à Malzéville sur la Meurthe :

- L'ancienne station ouverte en 1960 et fermée en décembre 1990 ;
- La nouvelle station, mise en service depuis janvier 1991.

La seconde station remplace la première et est située toute proche. Le bassin versant est quasi-équivalent.

Les deux stations ne présentent pas de période d'ouverture concomitante ce qui ne permet pas de comparer les mesures aux deux stations.

La Figure 3-34 compare les débits de pointes mesurées aux deux stations de Malzéville avec ceux observés sur la Meurthe à Damelevières, station située en amont :

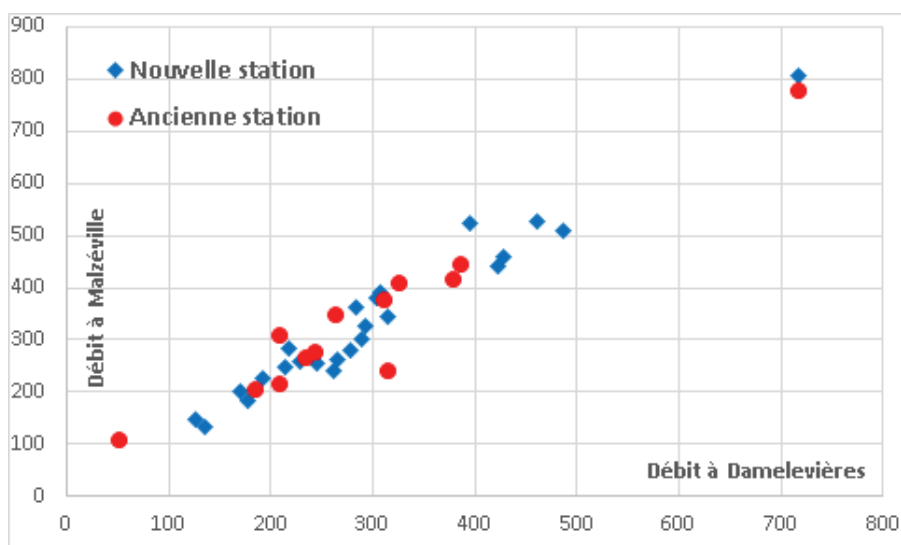


Figure 3-34 : comparaison des débits de pointe à Malzéville avec ceux de Damelevières.

Les deux nuages de points se superposent et ne mettent pas en évidence de comportement différent entre les deux stations de Malzéville. Il n'y a pas de raison évidente d'écarter l'une ou l'autre des stations.

Pour l'analyse, les mesures aux deux stations de Malzéville sont assemblées sans correction pour former une unique chronique de 1960 à 2020.

### 3.9.2 ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES

Le Tableau 3-34 récapitule les événements de crues observés pris en compte :

Crues d'automne fin de basses eaux	Crues d'hiver / hautes eaux		Crues de printemps fin de hautes eaux
	Avec dégel/neige crues de redoux	Sans dégel/neige dominante pluviale	
Novembre 1972 Oct/Nov. 1998 Octobre 2006	Décembre 1999 (3 pics) Décembre 2001 Décembre 2010	Février 1970 Février 1979 Décembre 1982 (2 pics) Décembre 1988 Février 1990 Décembre 1991 Décembre 1993 (2 pics) Janvier 1994 (2 pics) Janvier 1995 (3 pics) Février 1997 Février 1999 Mars 1999 (2 pics) Janvier 2004 (3 pics) Janvier 2018 Février 2020	Mai 1970 Avril 1983 Mai 1983

Tableau 3-34 : échantillons d'hydrogrammes de crues – Meurthe à Malzéville.

Au total, 24 évènements sont retenus pour caractériser les hydrogrammes de crues de la Meurthe à Malzéville.

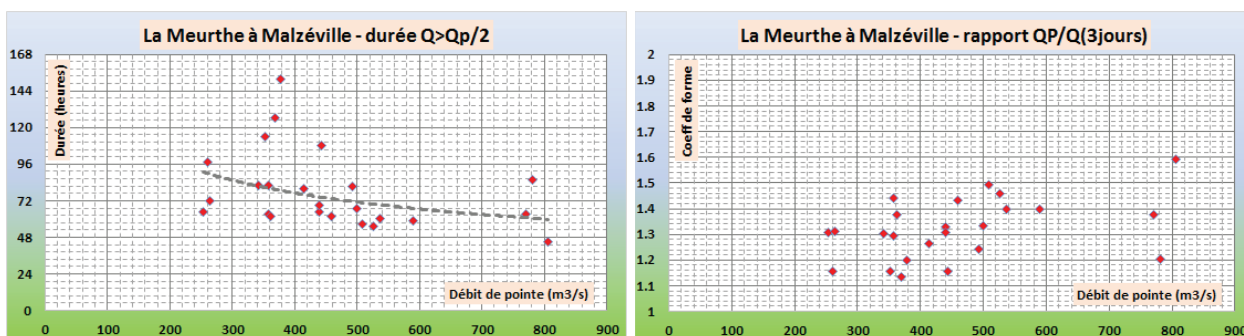


Figure 3-35 : durée caractéristique des crues observées – Meurthe à Malzéville.

### 3.9.2.1 Estimation de la durée caractéristique D

La Figure 3-35 présente la répartition des durées caractéristiques (en heures) en fonction du débit de pointe sur l'échantillon des 24 crues observées.

Les valeurs sont assez dispersées entre 48 et plus de 144 heures. Néanmoins, pour la majeure partie des évènements étudiés, les valeurs oscillent autour de 72 heures.

La valeur moyenne sur les 24 évènements est de 78 heures.

**Il est proposé de retenir comme durée caractéristique 3 jours.**

### 3.9.2.2 Estimation coefficient de forme $r_D$

La Figure 3-35 présente les coefficients de forme, sur la durée caractéristique, estimés sur l'échantillon de 24 crues.



Les valeurs varient entre 1,1 et 1,6. Les trois crues les plus importantes observées présentent des valeurs assez distinctes pour des débits de pointe très proches (même observation que pour Damelevières). Hormis le cas de la crue d'octobre 2006, le coefficient de forme sur la durée de 3 jours est toujours inférieur à 1,5.

La valeur moyenne est d'environ 1,35.

**Il est proposé de retenir comme coefficient de forme (sur la durée 3 jours) la valeur de 1,5.**

### 3.9.2.3 Construction de l'hydrogramme moyen normé

L'hydrogramme moyen normé est construit en moyennant les hydrogrammes normés des 24 crues retenues :

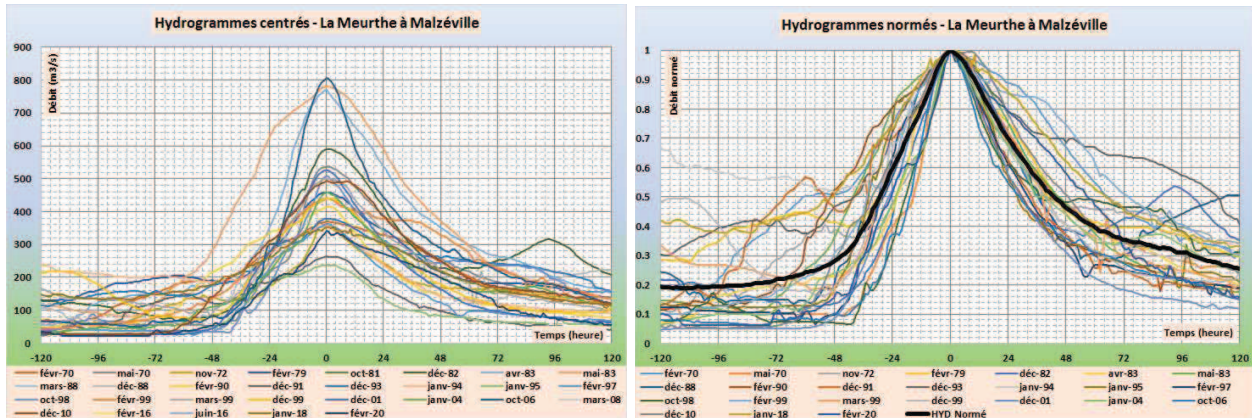


Figure 3-36 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Meurthe à Malzéville.

## 3.9.3 ANALYSE STATISTIQUE

### 3.9.3.1 Echantillonnage

Les échantillons MAXAN et SUPSEUIL sont donnés dans les fiches en ANNEXE 3. Le Tableau 3-35 rappelle le nombre de valeurs de chaque échantillon.

A6941020	La Meurthe à Malzéville	2 960 km <sup>2</sup>	Nb de valeurs	Nb de crues/an
	MAXAN		54	1,0
	SUPSEUIL		65	1,1

Tableau 3-35 : taille des échantillons – Meurthe à Malzéville.

### 3.9.3.2 Résultats

Le graphe de la Figure 3-37 présente les résultats des ajustements statistiques à la station de Malzéville sur la Meurthe :

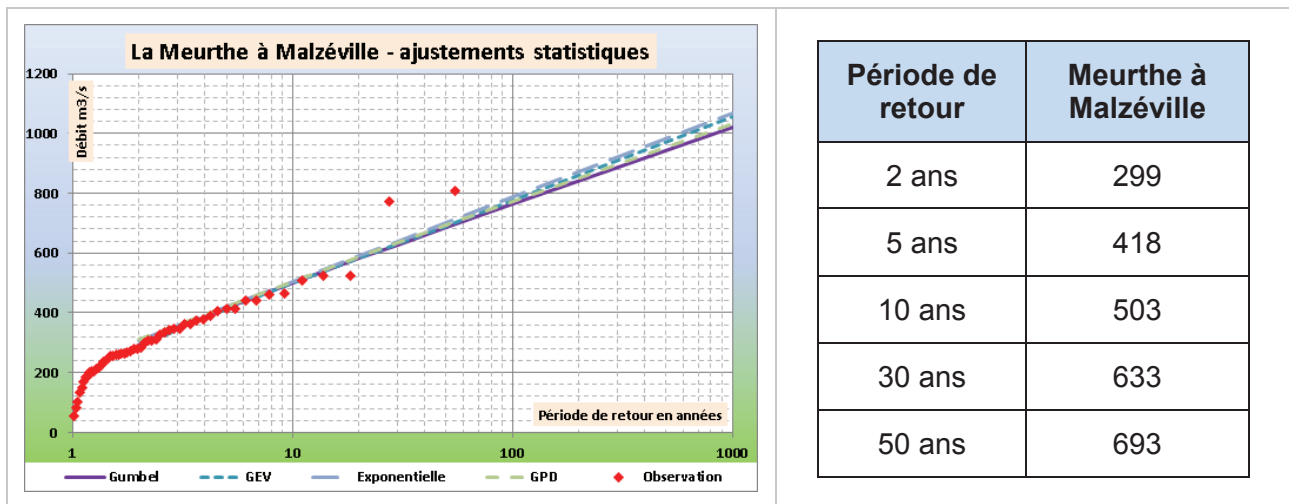


Figure 3-37 : ajustements statistiques – Meurthe à Malzéville.

Les quatre ajustements sont corrects et donnent des estimations proches.

**Il est proposé de retenir comme estimation la moyenne des quatre lois d'ajustement.**

### 3.9.4 ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE

#### 3.9.4.1 Choix de la période pivot

La Figure 3-37 montre que les ajustements s'écartent des observations pour une période de retour d'environ 20 ans.

**Il est proposé de retenir comme période pivot la période de retour 20 ans.**

#### 3.9.4.2 Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE

Le gradex des pluies pour l'application de la méthode est pris un gradex moyen calculé sur le bassin versant.

Le gradex des pluies journalières sur la période d'octobre à avril est ainsi estimé à 15,3 mm/3j. L'ajustement à la loi de Gumbel est satisfaisant.

Le Tableau 3-36 présente les résultats de l'application des méthodes du GRADEX et AGREGEE.

Paramètres		
D	3 j	
Gradex pluies	15,3 mm/3j	
$r_D$	1,30	
$T_{piv}$	20 ans	
Période de retour	GRADEX	AGREGEE
20 ans	585	585
30 ans	694	636
50 ans	830	715
100 ans	1 013	847
1000 ans	1 618	1 395

**Tableau 3-36 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGEE – Meurthe à Malzéville.**

La méthode du GRADEX donne des valeurs significativement supérieures à la méthode AGREGEE. Les écarts varient de 15 à 20 %.

### 3.9.5 SYNTHÈSE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE

Pour les périodes de retour inférieures à la période pivot, les estimations issues des ajustements statistiques sont retenues.

Le Tableau 3-37 Tableau 1-4 récapitule les différentes estimations de débits à Malzéville :

Période de retour	GRADEX	AGREGEE	SHYREG	PAPI 2008
2 ans	299	299	343	345
5 ans	418	418	444	490
10 ans	503	503	524	590
30 ans	694	636		750
50 ans	830	715	738	820
100 ans	1 013	847	851	910
1000 ans	1 618	1 395	1 380	

**Tableau 3-37 : synthèse des estimations de débits – Meurthe à Malzéville.**

La Figure 3-38 superpose les différentes estimations avec les observations :

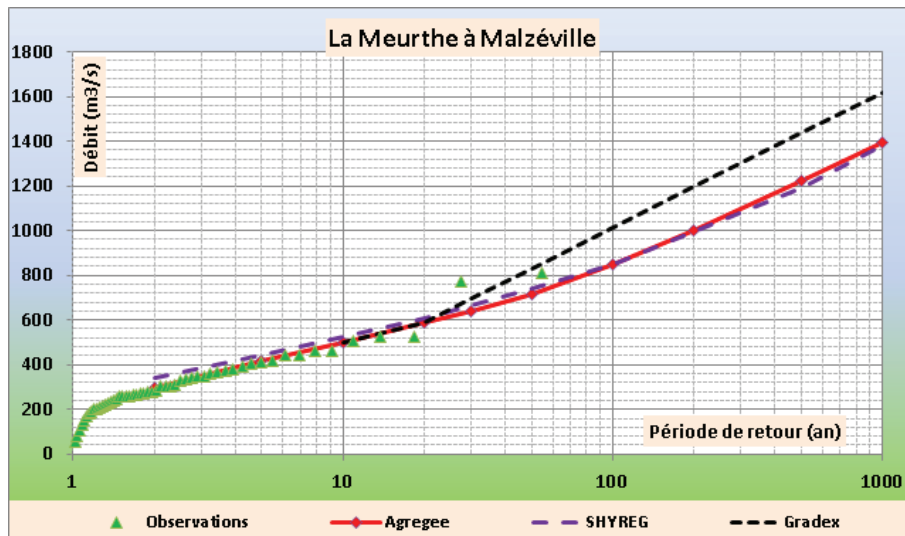


Figure 3-38 : comparaison avec la base SHYREG – Meurthe à Malzéville

Les estimations du GRADEX sont très nettement supérieures aux deux autres approches. La méthode AGREGÉE et la base SHYREG donnent des estimations très proches.

**Il est proposé de retenir les estimations issues de l'application de la méthode AGREGÉE pour la station de Malzéville sur la Meurthe.**

Les valeurs ainsi estimées sont inférieures aux valeurs estimées dans le cadre de la préfiguration du PAPI Meurthe-Madon en 2008, avec des écarts pouvant atteindre 20 %

## 4 SOUS-BASSINS DE LA MOSELLE AVAL

### 4.1 A7010610 – LA MOSELLE A CUSTINES

Ce paragraphe reprend les mêmes termes que le paragraphe 1.8.

#### 4.1.1 ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES

Le Tableau 4-1 récapitule les événements de crues observés pris en compte :

Crues d'automne fin de basses eaux	Crues d'hiver / hautes eaux		Crues de printemps fin de hautes eaux
	Avec dégel/neige crues de redoux	Sans dégel/neige dominante pluviale	
Oct/Nov. 1998 Octobre 2006	Décembre 1999 (3 pics) Décembre 2001 Décembre 2010	Février 1979 Décembre 1982 (2 pics) Décembre 1988 Février 1990 Décembre 1991 Décembre 1993 (2 pics) Janvier 1994 (2 pics) Janvier 1995 (3 pics) Février 1997 Février 1999 Mars 1999 (2 pics) Janvier 2004 (3 pics) Janvier 2018 Février 2020	Avril 1983 Mai 1983 Mai/juin 2016

Tableau 4-1 : échantillons d'hydrogrammes de crues – Moselle à Custines.

Au total, 22 événements sont retenus pour caractériser les hydrogrammes de crues de la Moselle à Custines.

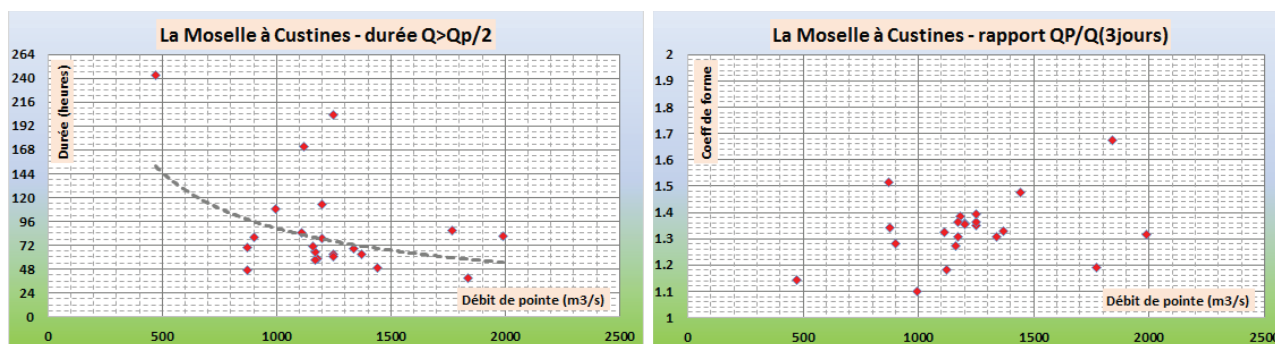


Figure 4-1 : durée caractéristique et coefficient de forme – Moselle à Custines.

#### 4.1.1.1 Estimation de la durée caractéristique D

La Figure 4-1 présente la répartition des durées caractéristiques (en heures) en fonction du débit de pointe sur l'échantillon des 22 crues observées.

Les valeurs sont relativement dispersées, dans une fourchette de 39 à 120 heures. Trois crues sortent de cet intervalle : décembre 1993 et janvier 1995 qui sont deux crues intenses à pics successifs, et la crue de mai/juin 2016 qui est une crue faible.



La valeur moyenne sur les 22 évènements est de 89 heures.

**Il est proposé de retenir comme durée caractéristique 3 jours.**

#### 4.1.1.2 Estimation coefficient de forme $r_D$

La Figure 4-1 présente les coefficients de forme, sur la durée caractéristique, estimés sur l'échantillon de 22 crues.

La plupart des valeurs se situent entre 1,1 et 1,5. La valeur pour la crue d'octobre 2006 atteint toutefois 1,7. Pour les autres crues fortes, les valeurs sont généralement comprises entre 1,3 et 1,4.

La valeur moyenne est proche de 1,35.

**Il est proposé de retenir comme coefficient de forme (sur la durée 3 jours) la valeur de 1,4.**

#### 4.1.1.3 Construction de l'hydrogramme moyen normé

L'hydrogramme moyen normé est construit en moyennant les hydrogrammes normés des 22 crues retenues :

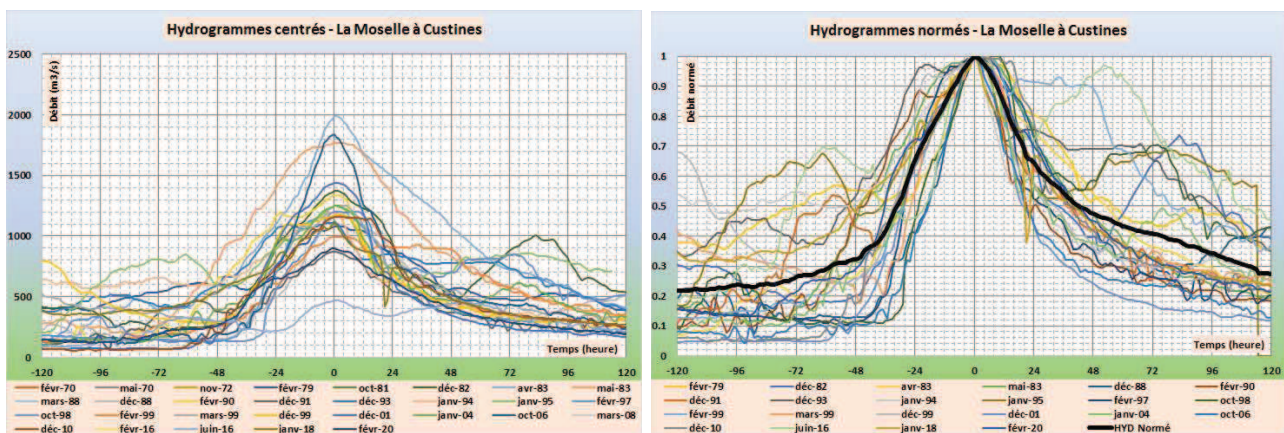


Figure 4-2 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Moselle à Custines.

### 4.1.2 ANALYSE STATISTIQUE

#### 4.1.2.1 Echantillonnage MAXAN

Les échantillons MAXAN et SUPSEUIL sont donnés dans les fiches en ANNEXE 4. Le Tableau 4-2 rappelle le nombre de valeurs de chaque échantillon.

A7010610	La Moselle à Custines	6 830 km <sup>2</sup>	Nb de valeurs	Nb de crues/an
	MAXAN		41	1,0
	SUPSEUIL		40	1,0

Tableau 4-2 : taille des échantillons – Moselle à Custines.

#### 4.1.2.2 Résultats

Le graphe de la Figure 4-3 présente les résultats des ajustements statistiques à la station de Custines sur la Moselle :



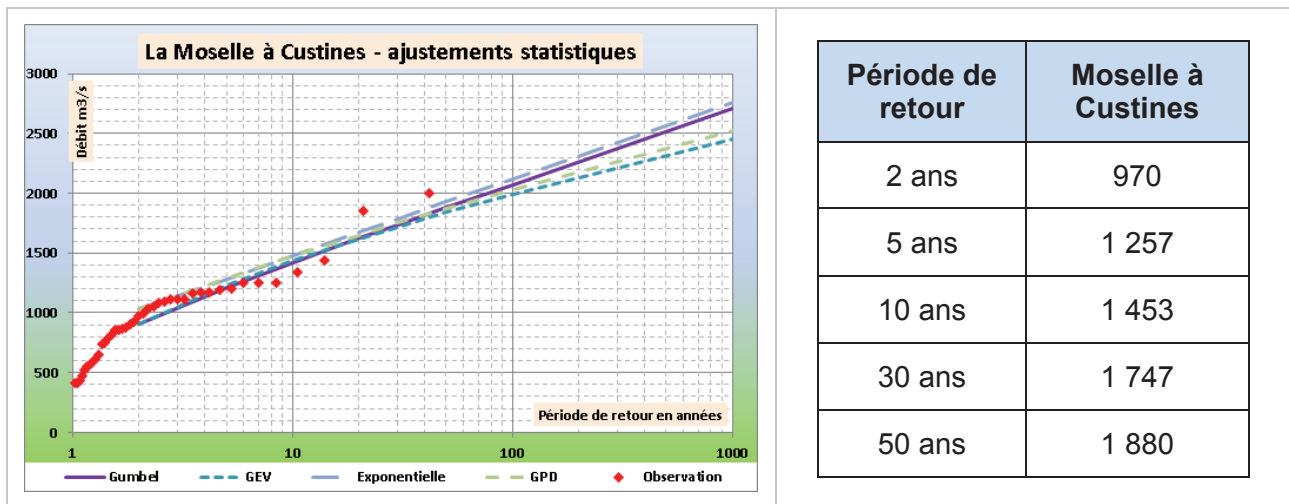


Figure 4-3 : ajustements statistiques – Moselle à Custines.

Les quatre ajustements donnent des estimations assez proches jusqu'à la période de retour 50 ans.

**Il est proposé de retenir la valeur moyenne des quatre estimations pour chaque période de retour.**

### 4.1.3 ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE

#### 4.1.3.1 Choix de la période pivot

La Figure 4-3 montre une rupture dans l'alignement des débits observés au voisinage de la période de retour 20 ans.

**Il est proposé de retenir comme période pivot la période de retour 20 ans.**

#### 4.1.3.2 Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE

Le gradex des pluies pour l'application de la méthode est un gradex moyen calculé sur le bassin versant.

Le gradex des pluies journalières sur la période d'octobre à avril est ainsi estimé à 13,2 mm/3j. L'ajustement à la loi de Gumbel est satisfaisant.

Le Tableau 4-3 présente les résultats de l'application des méthodes du GRADEX et AGREGEE.

Paramètres		
D	3 j	
Gradex pluies	13,2 mm/3j	
$r_D$	1,40	
$T_{piv}$	20 ans	
Période de retour	GRADEX	AGREGEE
20 ans	1 641	1 641
30 ans	1 842	1 762
50 ans	2 094	1 940
100 ans	2 434	2 217
1000 ans	3 556	3 276

**Tableau 4-3 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGE ( $m^3/s$ ) – Moselle à Custines.**

Les estimations données par les deux méthodes sont relativement proches : la méthode du GRADEX donne des valeurs supérieures, ce qui est attendu. Les écarts entre les deux méthodes sont de l'ordre de 10 %.

#### 4.1.4 SYNTHÈSE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE

Pour les périodes de retour inférieures à la période pivot, les estimations issues des ajustements statistiques sont retenues.

Le Tableau 4-4 récapitule les différentes estimations de débits à Custines :

Période de retour	GRADEX	AGREGEE	SHYREG	AZI 2000
2 ans	970	970	902	910
5 ans	1 257	1 257	1 140	
10 ans	1 453	1 453	1 340	1 400 à 1 450
30 ans	1 842	1 762		
50 ans	2 094	1 940	1 880	
100 ans	2 434	2 217	2 160	1 890 à 2 010
1000 ans	3 556	3 276	3 380	

**Tableau 4-4 : synthèse des estimations de débits ( $m^3/s$ ) – Moselle à Custines.**

La Figure 4-4 superpose les différentes estimations avec les observations :

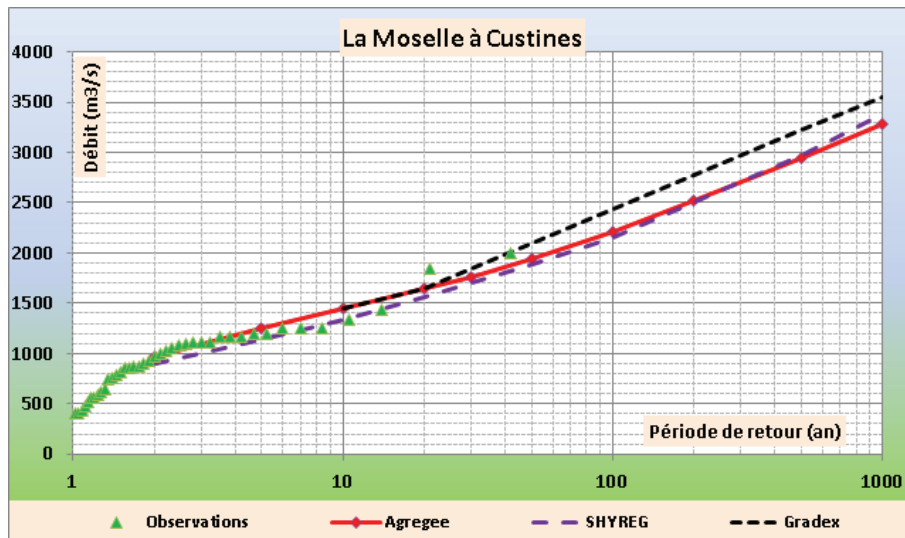


Figure 4-4 : comparaison avec la base SHYREG – Moselle à Custines.

Les trois estimations sont relativement proches pour l'ensemble des périodes de retour jusqu'à 1 000 ans.

**Il est proposé de retenir les estimations issues de l'application de la méthode AGREGÉE pour la station de Custines.**

Le débit de pointe de crue centennale ainsi estimé est plus élevé que la précédente estimation de l'AZI (+10 % environ).

## 4.2 A7430610 – LA MOSELLE A METZ (PONT DES MORTS)

Ce paragraphe décrit l'analyse des données observées à la station de Pont des Morts à Metz, sur la Moselle.

Pour rappel, les résultats à la station de Metz ne sont pas utilisés du fait du contournement de la station en crues. Les résultats sont présentés ci-dessous pour mémoire.

### 4.2.1 ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES

Le Tableau 4-1 récapitule les événements de crues observés pris en compte :

Crues d'automne fin de basses eaux	Crues d'hiver / hautes eaux		Crues de printemps fin de hautes eaux
	Avec dégel/neige crues de redoux	Sans dégel/neige dominante pluviale	
Oct-Nov. 1998 Octobre 2006	Décembre 1999 (3 pics) Décembre 2001 Décembre 2010	Décembre 1988 Février 1997 Février 1999 Mars 1999 (2 pics) Janvier 2004 (3 pics) Janvier 2018 Février 2020	Mai/juin 2016

Tableau 4-5 : échantillons d'hydrogrammes de crues – Moselle à Metz.

Au total, 13 événements sont retenus pour caractériser les hydrogrammes de crues de la Moselle à Metz.

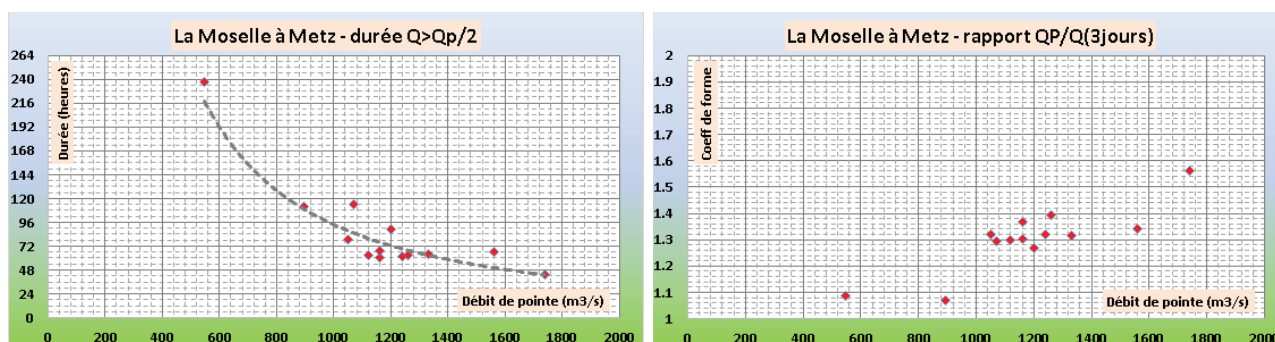


Figure 4-5 : durée caractéristique et coefficient de forme – Moselle à Metz.

#### 4.2.1.1 Estimation de la durée caractéristique $D$

La Figure 4-5 présente la répartition des durées caractéristiques (en heures) en fonction du débit de pointe sur l'échantillon des 13 crues observées.

Les valeurs sont relativement dispersées, dans une fourchette de 43 à 120 heures. La valeur de la crue de mai/juin 2016 est très nettement supérieure mais n'est pas représentative des fortes crues.

La valeur moyenne sur les 13 événements est de 86 heures.

**Il est proposé de retenir comme durée caractéristique 3 jours en cohérence avec la valeur retenue à Custines.**

#### 4.2.1.2 Estimation coefficient de forme $r_D$

La Figure 4-5 présente les coefficients de forme, sur la durée caractéristique, estimés sur l'échantillon de 13 crues.

La plupart des valeurs se situent entre 1,3 et 1,4. La valeur pour la crue d'octobre 2006 est proche de 1,6.

La valeur moyenne est proche de 1,3.

**Il est proposé de retenir comme coefficient de forme (sur la durée 3 jours) la valeur de 1,4.**

#### 4.2.1.3 Construction de l'hydrogramme moyen normé

L'hydrogramme moyen normé est construit en moyennant les hydrogrammes normés des 13 crues retenues :

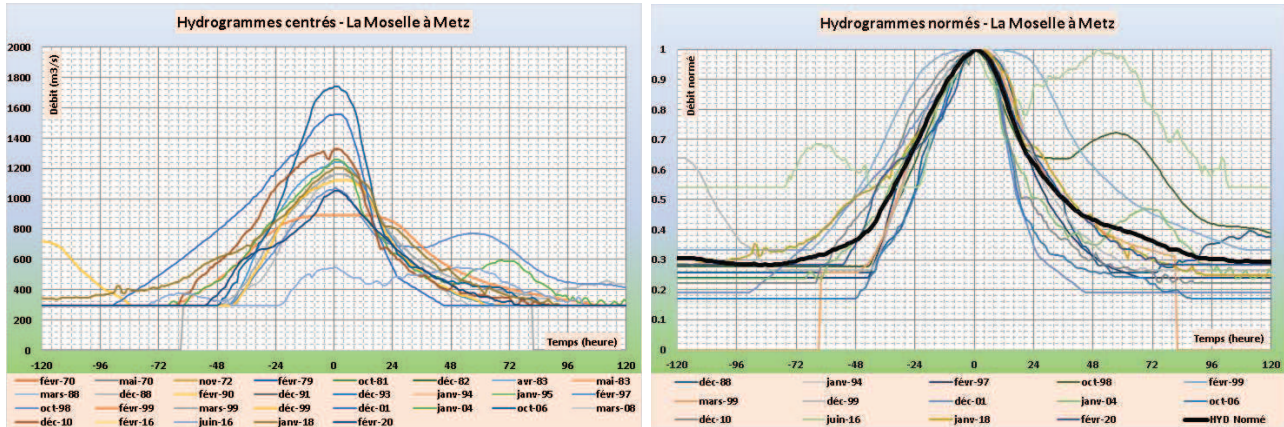


Figure 4-6 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Moselle à Metz.

## 4.2.2 ANALYSE STATIQUE

### 4.2.2.1 Echantillonnage MAXAN

Les échantillons MAXAN et SUPSEUIL sont donnés dans les fiches en ANNEXE 4. Le Tableau 4-10 rappelle le nombre de valeurs de chaque échantillon.

A7430610	La Moselle à Metz	7 878 km <sup>2</sup>	Nb de valeurs	Nb de crues/an
	MAXAN		23	1,0
	SUPSEUIL		18	0,6

Tableau 4-6 : taille des échantillons – Moselle à Metz.

### 4.2.2.2 Résultats

Le graphe de la Figure 4-7 présente les résultats des ajustements statistiques à la station de Metz sur la Moselle :

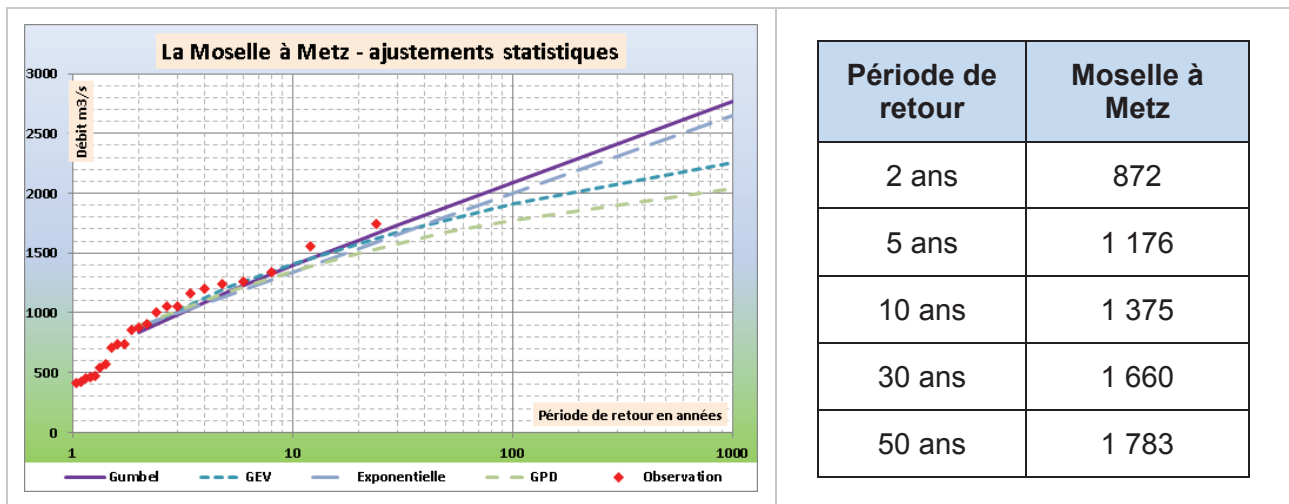


Figure 4-7 : ajustements statistiques – Moselle à Metz.

Les quatre ajustements donnent des estimations assez proches jusqu'à la période de retour 30 ans.

**Il est proposé de retenir la valeur moyenne des quatre estimations pour chaque période de retour.**

### 4.2.3 ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE

#### 4.2.3.1 Choix de la période pivot

La Figure 4-7 ne montre pas de rupture nette dans l'alignement des débits observés.

**Il est proposé de retenir comme période pivot la période de retour 20 ans en cohérence avec la valeur pivot retenue aux autres stations de la Moselle aval.**

#### 4.2.3.2 Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE

Le gradex des pluies pour l'application de la méthode est un gradex moyen calculé sur le bassin versant.

Le gradex des pluies journalières sur la période d'octobre à avril est ainsi estimé à 13,2 mm/3j. L'ajustement à la loi de Gumbel est satisfaisant.

Le Tableau 4-11 présente les résultats de l'application des méthodes du GRADEX et AGREGEE.



Paramètres		
D	3 j	
Gradex pluies	13,2 mm/3j	
$r_D$	1,40	
$T_{piv}$	20 ans	
Période de retour	GRADEX	AGREGEE
20 ans	1 558	1 558
30 ans	1 790	1 689
50 ans	2 081	1 885
100 ans	2 473	2 194
1000 ans	3 767	3 404

**Tableau 4-7 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGE ( $m^3/s$ ) – Moselle à Metz.**

Les estimations données par les deux méthodes sont relativement proches : la méthode du GRADEX donne des valeurs supérieures, ce qui est attendu. Les écarts entre les deux méthodes sont de l'ordre de 10 %.

#### 4.2.4 SYNTHÈSE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE

Pour les périodes de retour inférieures à la période pivot, les estimations issues des ajustements statistiques sont retenues.

La base SHYREG ne fournit pas d'estimation des débits de crues de la Moselle à Metz.

Le Tableau 4-12 récapitule les différentes estimations de débits à Metz :

Période de retour	GRADEX	AGREGEE	SHYREG	AZI 2000
2 ans	872	872		
5 ans	1 176	1 176		
10 ans	1 375	1 375		1 440 à 1 450
30 ans	1 790	1 689		
50 ans	2 081	1 885		
100 ans	2 473	2 194		2 100 à 2 450
1000 ans	3 767	3 404		

**Tableau 4-8 : synthèse des estimations de débits ( $m^3/s$ ) – Moselle à Metz.**

La Figure 4-8 superpose les différentes estimations avec les observations :

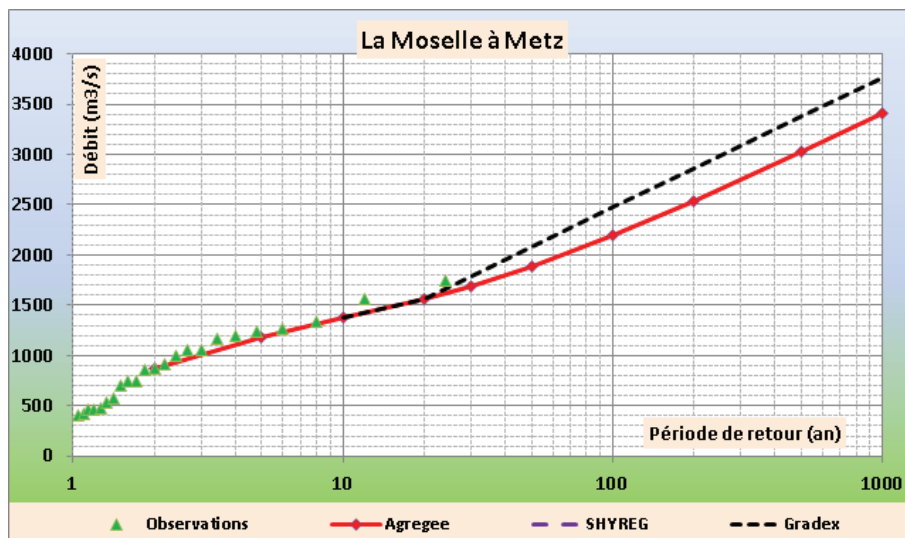


Figure 4-8 : comparaison avec la base SHYREG – Moselle à Metz.

En retenant la méthode AGREGÉE, le débit de pointe de crue centennale ainsi estimé est plus élevé que la précédente estimation de l'AZI (+10 % environ).

**Compte tenu du contournement de la station en crues par une partie du débit, les résultats obtenus à la station de Pont des Morts à Metz ne sont pas retenus dans la suite. L'estimation des débits à Metz s'appuie sur les estimations aux stations amont (Custines) et aval (Hagondange/Hauconcourt).**

## 4.3 A7430610 – LA MOSELLE A HAGONDANGE/HAUCONCOURT

### 4.3.1 ASSOCIATION DE STATIONS

Deux stations hydrométriques sont installées à Hagondange et Hauconcourt sur la Moselle :

- La station d'Hauconcourt, ouverte en 1960 et fermée en février 2013 ;
- La station d'Hagondange, mise en service depuis novembre 2012.

La seconde station remplace la première et est située toute proche. Le bassin versant est quasi-équivalent.

Les deux stations présentent une période d'ouverture concomitante et ont toutes deux enregistré la crue de février 2013. Les deux hydrogrammes sont donnés sur la Figure 4-9 :

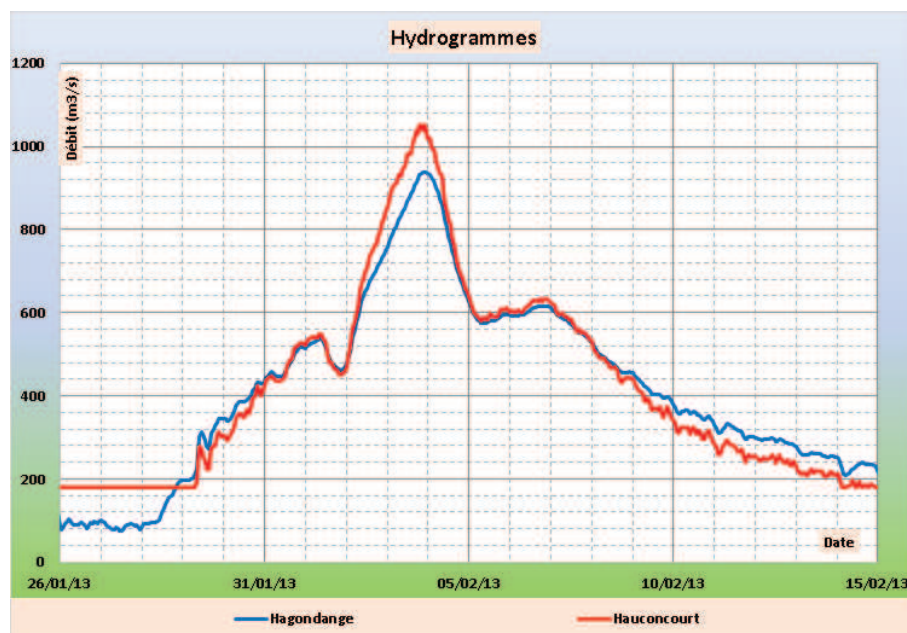


Figure 4-9 : hydrogrammes de la crue de février 2013 à Hauconcourt et Hagondange.

La Figure 4-10 compare les débits de pointes mesurés aux deux stations de Hagondange et Hauconcourt avec ceux observés sur la Moselle à Uckange, située en aval :

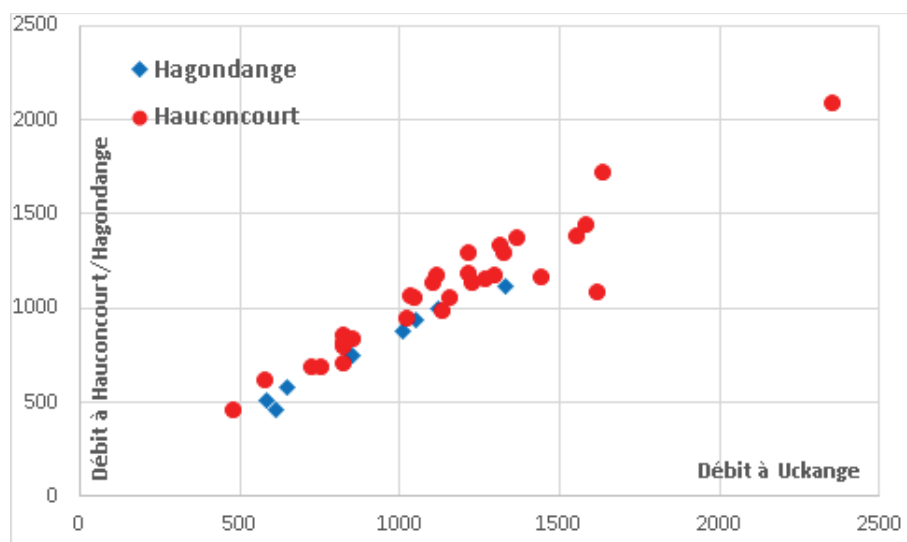


Figure 4-10 : comparaison des débits de pointe à Hagondange/Hauconcourt avec ceux d'Uckange.

Les deux nuages de points se superposent et ne mettent pas en évidence de comportement différent entre les deux stations. Il n'y a pas de raison évidente d'écarter l'une ou l'autre des stations.

Pour l'analyse, les mesures aux deux stations d'Hagondange et Hauconcourt sont assemblées sans correction pour former une unique chronique de 1960 à 2020.

#### 4.3.2 ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES

Le Tableau 4-9 récapitule les événements de crues observés pris en compte :

Crues d'automne fin de basses eaux	Crues d'hiver / hautes eaux		Crues de printemps fin de hautes eaux
	Avec dégel/neige crues de redoux	Sans dégel/neige dominante pluviale	
Novembre 1972 Oct/Nov. 1998 Octobre 2006	Décembre 1999 (3 pics) Décembre 2001 Décembre 2010	Février 1970 Février 1979 Décembre 1982 (2 pics) Décembre 1988 Février 1990 Décembre 1991 Décembre 1993 (2 pics) Janvier 1994 (2 pics) Janvier 1995 (3 pics) Février 1997 Février 1999 Mars 1999 (2 pics) Janvier 2004 (3 pics) Janvier 2018 Février 2020	Mai 1970 Avril 1983 Mai 1983 Mai/juin 2016

Tableau 4-9 : échantillons d'hydrogrammes de crues – Moselle à Hagondange/Hauconcourt.

Les crues antérieures à 2013 sont celles relevées à la station d'Hauconcourt. Les crues postérieures à 2013 ont été relevés à la station d'Hagondange.

Au total, 25 événements sont retenus pour caractériser les hydrogrammes de crues de la Moselle à Hauconcourt/Hagondange.

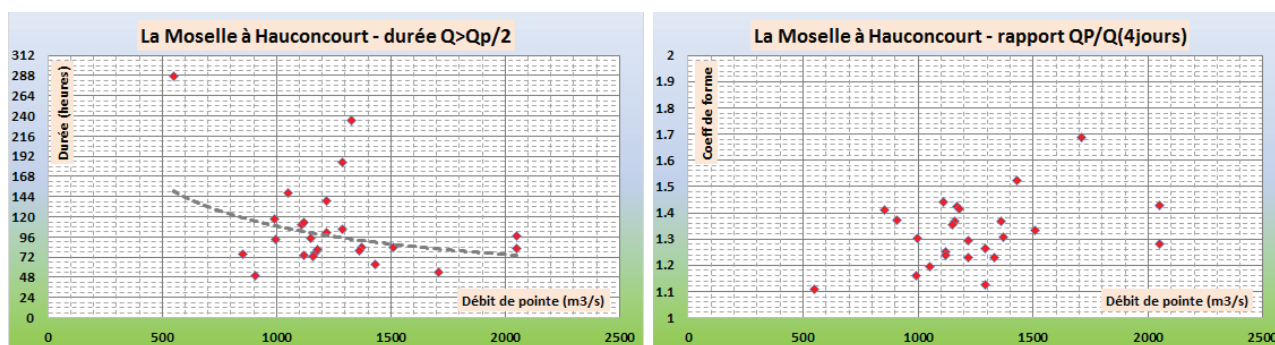


Figure 4-11 : durée caractéristique et coefficient de forme – Moselle à Hagondange/Hauconcourt.

##### 4.3.2.1 Estimation de la durée caractéristique D

La Figure 4-11 présente la répartition des durées caractéristiques (en heures) en fonction du débit de pointe sur l'échantillon des 25 crues observées.

Les valeurs sont relativement dispersées, dans une fourchette de 48 à 120 heures. Les valeurs s'écartant de cet intervalle correspondent à des crues à plusieurs pics (janvier 1995, décembre 1993) ou à une faible crue très étalée (mai/juin 2016).

La valeur moyenne sur les 25 évènements est de 108 heures.

**Il est proposé de retenir comme durée caractéristique 4 jours.**

#### 4.3.2.2 Estimation coefficient de forme $r_D$

La Figure 4-11 présente les coefficients de forme, sur la durée caractéristique, estimés sur l'échantillon de 25 crues.

La plupart des valeurs se situent entre 1,1 et 1,5. La valeur pour la crue d'octobre 2006 atteint toutefois 1,7. Pour les autres crues fortes, les valeurs sont plutôt inférieures à 1,5.

La valeur moyenne est proche de 1,35.

**Il est proposé de retenir comme coefficient de forme (sur la durée 4 jours) la valeur de 1,4.**

#### 4.3.2.3 Construction de l'hydrogramme moyen normé

L'hydrogramme moyen normé est construit en moyennant les hydrogrammes normés des 25 crues retenues :

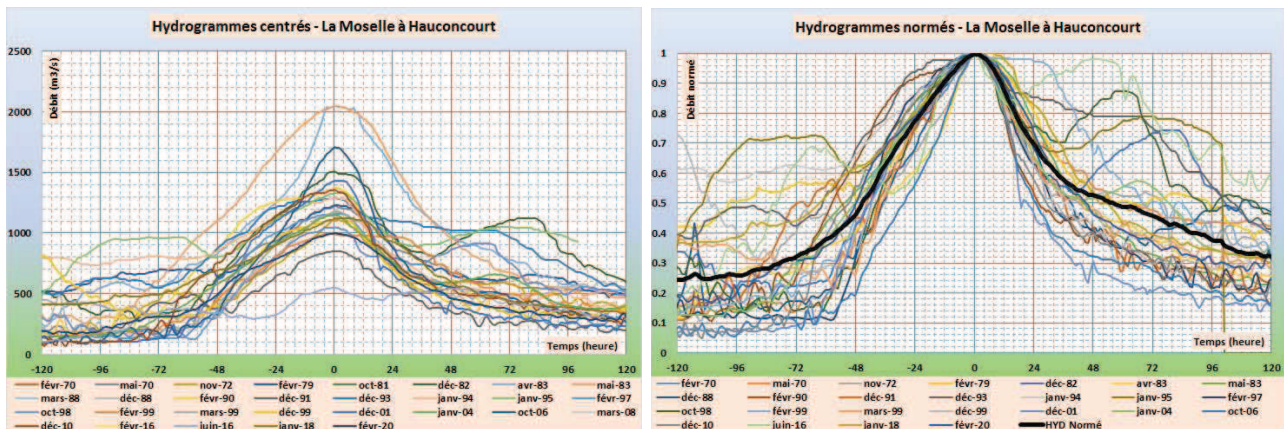


Figure 4-12 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Moselle à Hagondange/Haucourt.

### 4.3.3 ANALYSE STATISTIQUE

#### 4.3.3.1 Echantillonnage MAXAN

Les échantillons MAXAN et SUPSEUIL sont donnés dans les fiches en ANNEXE 4. Le Tableau 4-10 rappelle le nombre de valeurs de chaque échantillon.

A7930061	La Moselle à Hagondange	9 422 km <sup>2</sup>	Nb de valeurs	Nb de crues/an
	MAXAN		60	1,0
	SUPSEUIL		41	0,8

Tableau 4-10 : échantillonnage MAXAN – Moselle à Hagondange/Haucourt.

#### 4.3.3.2 Résultats

Le graphe de la Figure 4-13 présente les résultats des ajustements statistiques à la station de Metz sur la Moselle :



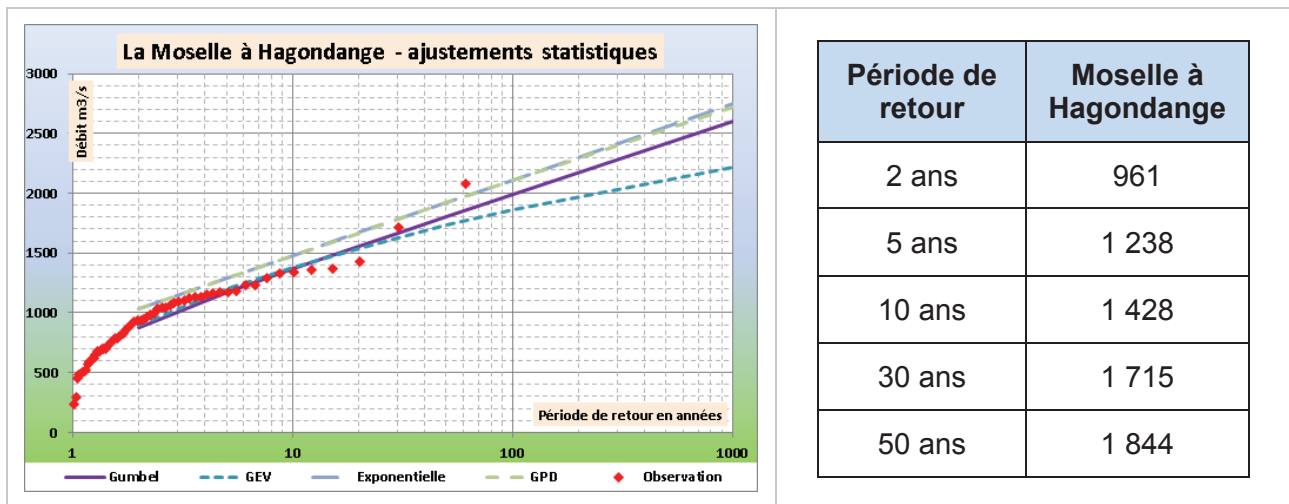


Figure 4-13 : ajustements statistiques – Moselle à Hagondange/Hauconcourt.

Les quatre ajustements donnent des estimations assez proches jusqu'à la période de retour 50 ans.

**Il est proposé de retenir la valeur moyenne des quatre estimations pour chaque période de retour.**

#### 4.3.4 ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE

##### 4.3.4.1 Choix de la période pivot

La Figure 4-13 montre une rupture dans l'alignement des débits observés entre les périodes de retour 20 à 30 ans.

**Il est proposé de retenir comme période pivot la période de retour 20 ans.**

##### 4.3.4.2 Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE

Le gradex des pluies pour l'application de la méthode est un gradex moyen calculé sur le bassin versant.

Le gradex des pluies journalières sur la période d'octobre à avril est ainsi estimé à 15,3 mm/4j. L'ajustement à la loi de Gumbel est satisfaisant.

Le Tableau 4-11 présente les résultats de l'application des méthodes du GRADEX et AGREGEE.



Paramètres		
D	4 j	
Gradex pluies	15,3 mm/4j	
$r_D$	1,40	
$T_{piv}$	20 ans	
Période de retour	GRADEX	AGREGEE
20 ans	1 610	1 610
30 ans	1 852	1 729
50 ans	2 155	1 912
100 ans	2 563	2 213
1000 ans	3 911	3 445

**Tableau 4-11 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGE ( $m^3/s$ ) – Moselle à Hagondange/Hauconcourt.**

Les estimations données par les deux méthodes sont relativement proches : la méthode du GRADEX donne des valeurs supérieures, ce qui est attendu. Les écarts entre les deux méthodes sont de l'ordre de 10 %.

#### 4.3.5 SYNTHÈSE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE

Pour les périodes de retour inférieures à la période pivot, les estimations issues des ajustements statistiques sont retenues.

Le Tableau 4-12 récapitule les différentes estimations de débits à Metz :

Période de retour	GRADEX	AGREGEE	SHYREG	AZI 2000
2 ans	961	961	997	960
5 ans	1 238	1 238	1 270	
10 ans	1 428	1 428	1 490	1 580
30 ans	1 852	1 729		
50 ans	2 155	1 912	2 090	
100 ans	2 563	2 213	2 400	2 200 à 2 460
1000 ans	3 911	3 445	3 780	

**Tableau 4-12 : synthèse des estimations de débits ( $m^3/s$ ) – Moselle à Hagondange/Hauconcourt.**

La Figure 4-14 superpose les différentes estimations avec les observations :

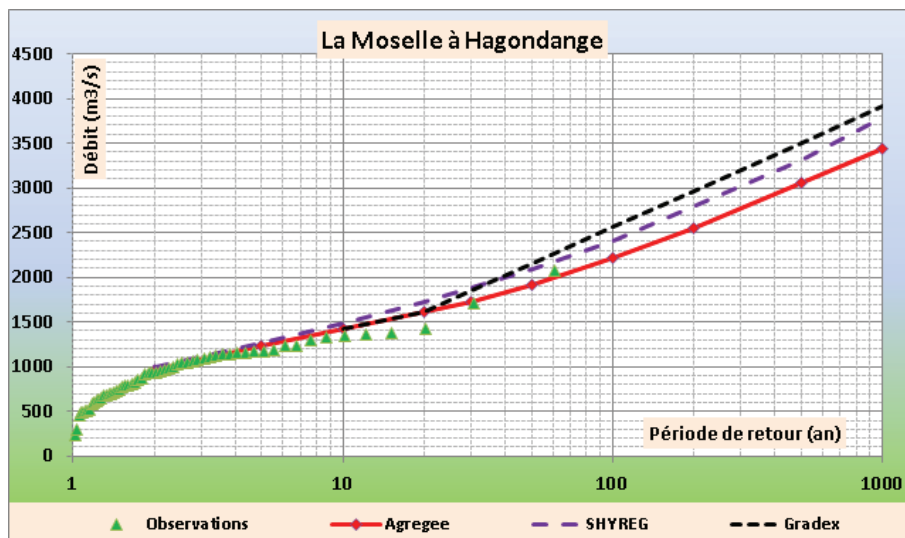


Figure 4-14 : comparaison avec la base SHYREG – Moselle à Hagondange/Hauconcourt.

**Il est proposé de retenir les estimations issues de l'application de la méthode AGREGEE pour la station de Hagondange/Hauconcourt.**

Le débit de pointe de crue centennale ainsi estimé est dans la fourchette des estimations lors de la réalisation de l'AZI de 2000.

## 4.4 A8500610 – LA MOSELLE A UCKANGE

### 4.4.1 ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES

Le Tableau 4-13 récapitule les évènements de crues observés pris en compte :

Crues d'automne fin de basses eaux	Crues d'hiver / hautes eaux		Crues de printemps fin de hautes eaux
	Avec dégel/neige crues de redoux	Sans dégel/neige dominante pluviale	
Oct/Nov. 1998 Octobre 2006	Décembre 1999 (3 pics) Décembre 2001 Décembre 2010	Décembre 1982 (2 pics) Décembre 1988 Février 1990 Décembre 1991 Décembre 1993 (2 pics) Janvier 1994 (2 pics) Janvier 1995 (3 pics) Février 1997 Février 1999 Mars 1999 (2 pics) Janvier 2004 (3 pics) Janvier 2018 Février 2020	Avril 1983 Mai 1983 Mai/juin 2016

Tableau 4-13 : échantillons d'hydrogrammes de crues – Moselle à Uckange.

Au total, 21 évènements sont retenus pour caractériser les hydrogrammes de crues de la Moselle à Uckange.

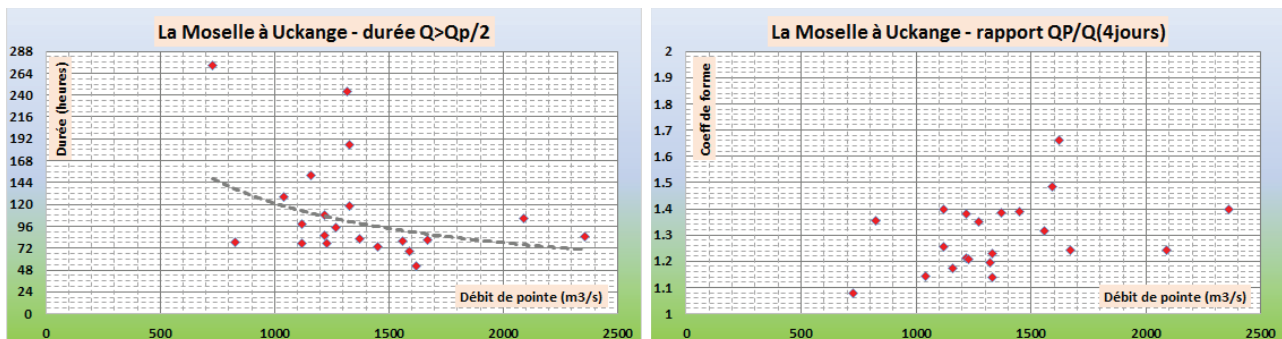


Figure 4-15 : durée caractéristique des crues observées – Moselle à Uckange.

#### 4.4.1.1 Estimation de la durée caractéristique D

La Figure 4-15 présente la répartition des durées caractéristiques (en heures) en fonction du débit de pointe sur l'échantillon des 21 crues observées.

Les valeurs sont relativement dispersées, dans une fourchette de 48 à 144 heures. Au-delà de 144 heures, les mêmes crues donnant des fortes valeurs sont identifiées : décembre 1993, janvier 1995 et mai/juin 2016.

La valeur moyenne sur les 21 évènements est de 112 heures.

**Il est proposé de retenir comme durée caractéristique 4 jours plus représentative des fortes crues.**

#### 4.4.1.2 Estimation coefficient de forme $r_D$

La Figure 4-15 présente les coefficients de forme, sur la durée caractéristique, estimés sur l'échantillon de 21 crues.

La plupart des valeurs se situent entre 1,1 et 1,4. La valeur pour la crue d'octobre 2006 est proche de 1,7. Pour les autres crues fortes, les valeurs sont plutôt inférieures à 1,4.

La valeur moyenne est proche de 1,3.

**Il est proposé de retenir comme coefficient de forme (sur la durée 4 jours) la valeur de 1,4.**

#### 4.4.1.3 Construction de l'hydrogramme moyen normé

L'hydrogramme moyen normé est construit en moyennant les hydrogrammes normés des 21 crues retenues :

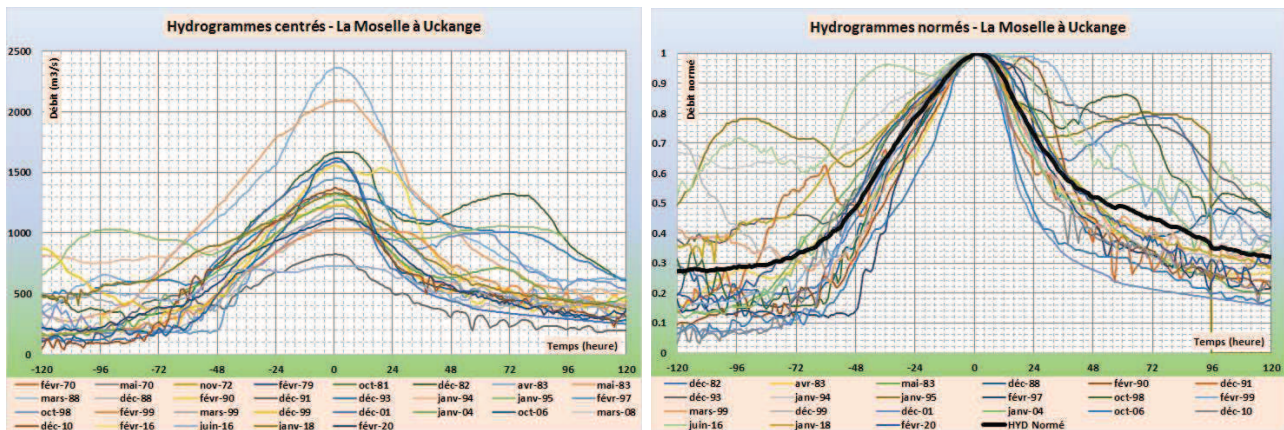


Figure 4-16 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Moselle à Uckange.

### 4.4.2 ANALYSE STATISTIQUE

#### 4.4.2.1 Echantillonnage MAXAN

Les échantillons MAXAN et SUPSEUIL sont donnés en ANNEXE 4. Le Tableau 4-14 rappelle le nombre de valeurs de chaque échantillon.

A8500610	La Moselle à Uckange	10 770 km <sup>2</sup>	Nb de valeurs	Nb de crues/an
	MAXAN		39	1,0
	SUPSEUIL		34	0,9

Tableau 4-14 : échantillonnage SUPSEUIL – Moselle à Uckange.

#### 4.4.2.2 Résultats

Le graphe de la Figure 4-17 présente les résultats des ajustements statistiques à la station d'Uckange sur la Moselle :

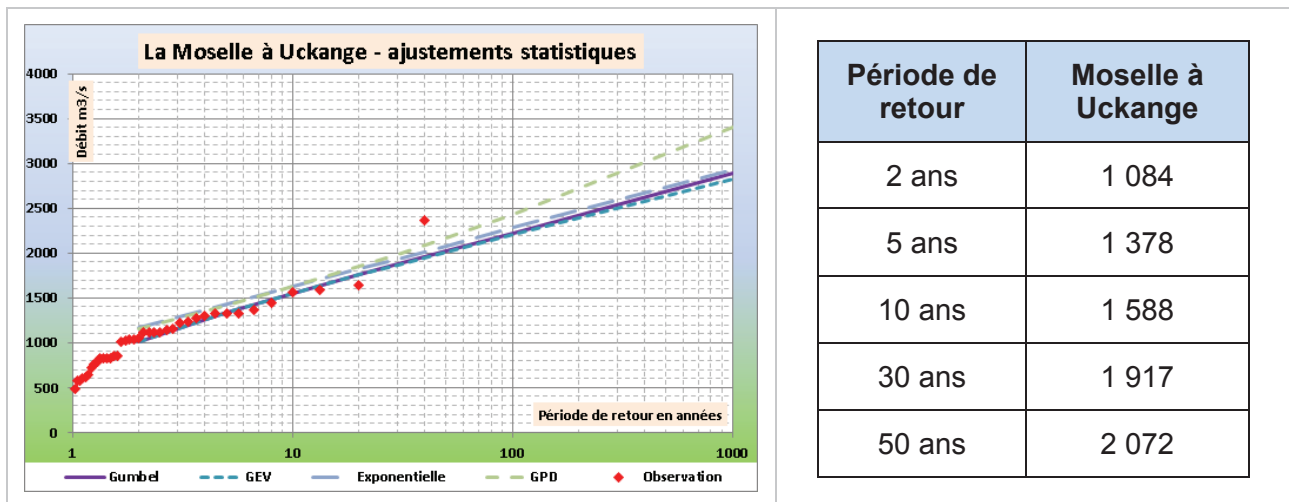


Figure 4-17 : ajustements statistiques – Moselle à Uckange.

Les quatre ajustements donnent des estimations assez proches jusqu'à la période de retour 50 ans.

**Il est proposé de retenir la valeur moyenne des quatre estimations pour chaque période de retour.**

#### 4.4.3 ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE

##### 4.4.3.1 Choix de la période pivot

La Figure 4-17 montre une rupture dans l'alignement des débits observés entre les périodes de retour 20 à 30 ans.

**Il est proposé de retenir comme période pivot la période de retour 20 ans.**

##### 4.4.3.2 Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE

Le gradex des pluies pour l'application de la méthode est un gradex moyen calculé sur le bassin versant.

Le gradex des pluies journalières sur la période d'octobre à avril est ainsi estimé à 15,3 mm/4j. L'ajustement à la loi de Gumbel est satisfaisant.

Le Tableau 4-15 présente les résultats de l'application des méthodes du GRADEX et AGREGEE.

Paramètres		
D	4 j	
Gradex pluies	15,3 mm/4j	
$r_D$	1,40	
$T_{piv}$	20 ans	
Période de retour	GRADEX	AGREGEE
20 ans	1 796	1 796
30 ans	2 072	1 926
50 ans	2 418	2 128
100 ans	2 884	2 464
1000 ans	4 425	3 862

**Tableau 4-15 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGE ( $m^3/s$ ) – Moselle à Uckange.**

Les estimations données par les deux méthodes sont relativement proches : la méthode du GRADEX donne des valeurs supérieures, ce qui est attendu. Les écarts entre les deux méthodes sont de l'ordre de 10 %.

#### 4.4.4 SYNTHÈSE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE

Pour les périodes de retour inférieures à la période pivot, les estimations issues des ajustements statistiques sont retenues.

La base SHYREG ne fournit pas d'estimations des débits de crues de la Moselle à Uckange.

Le Tableau 4-16 récapitule les différentes estimations de débits à Uckange :

Période de retour	GRADEX	AGREGEE	SHYREG	AZI 2000
2 ans	1 084	1 084		
5 ans	1 378	1 378		
10 ans	1 588	1 588		
30 ans	2 072	1 926		
50 ans	2 418	2 128		
100 ans	2 884	2 464		2 430
1000 ans	4 425	3 862		

**Tableau 4-16 : synthèse des estimations de débits ( $m^3/s$ ) – Moselle à Uckange.**

La Figure 4-18 superpose les différentes estimations avec les observations :



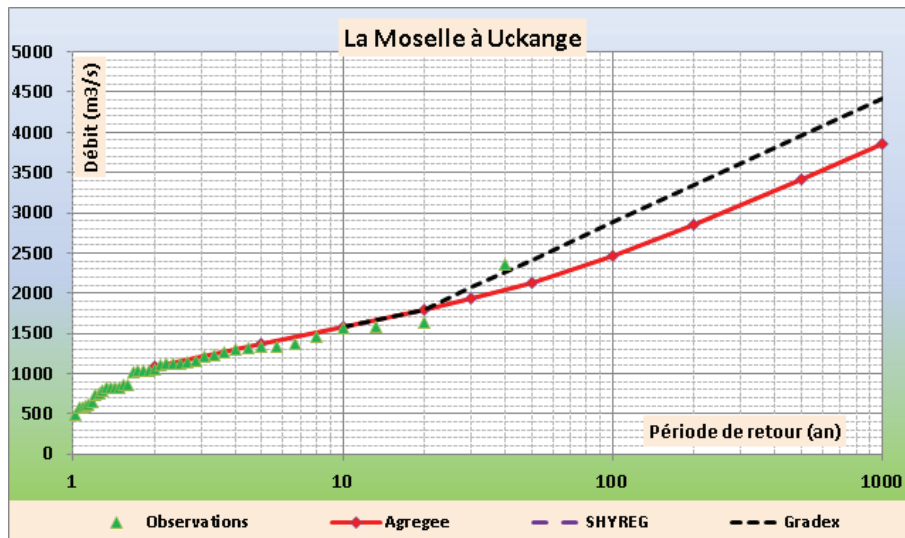


Figure 4-18 : comparaison avec la base SHYREG – Moselle à Uckange.

Il est proposé de retenir les estimations issues de l'application de la méthode AGREGÉE pour la station d'Uckange.

Le débit de pointe de crue centennale ainsi estimé est très proche de l'estimation réalisée dans le cadre de l'AZI de 2000.

## 5 SOUS-BASSIN DE LA SEILLE

### 5.1 A7581020 – LA SEILLE A MOYENVIC

#### 5.1.1 ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES

Le Tableau 5-1 récapitule les événements de crues observés pris en compte :

Crues d'automne fin de basses eaux	Crues d'hiver / hautes eaux		Crues de printemps fin de hautes eaux
	Avec dégel/neige crues de redoux	Sans dégel/neige dominante pluviale	
Oct/Nov. 1998 Octobre 2006	Décembre 1999 (3 pics) Décembre 2001 Décembre 2010	Décembre 1988 Février 1990 Décembre 1991 Décembre 1993 (2 pics) Février 1997 Février 1999 Mars 1999 (2 pics) Janvier 2004 (3 pics) Janvier 2018 Février 2020	Mai/juin 2016

Tableau 5-1 : échantillons d'hydrogrammes de crues – Seille à Moyenvic.

Au total, 16 événements sont retenus pour caractériser les hydrogrammes de crues de la Seille à Moyenvic.

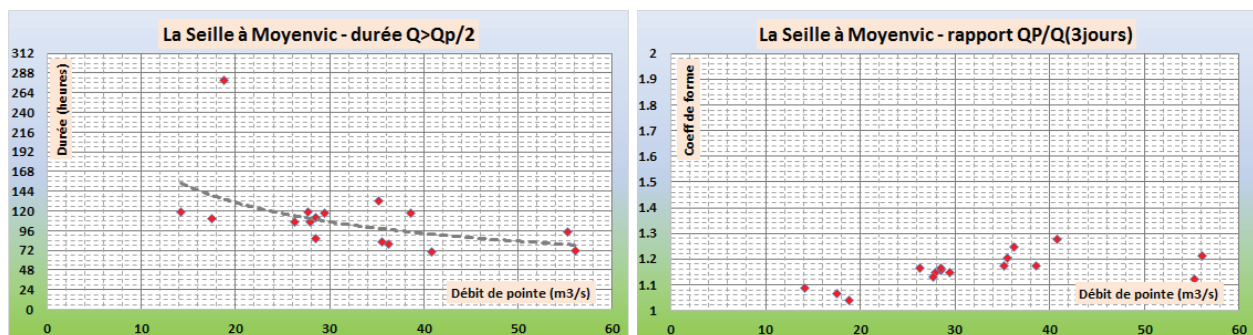


Figure 5-1 : durée caractéristique et coefficient de forme – Seille à Moyenvic.

##### 5.1.1.1 Estimation de la durée caractéristique D

La Figure 5-1 présente la répartition des durées caractéristiques (en heures) en fonction du débit de pointe sur l'échantillon des 16 crues observées.

Les valeurs sont relativement dispersées, dans une fourchette de 72 à 154 heures. La valeur pour la crue de juin 2016 atteint 280 heures (soit près de 12 jours).

La valeur moyenne sur les 16 événements est de 113 heures.

Pour les fortes crues, la valeur varie entre 72 et 96 heures.

**Il est proposé de retenir comme durée caractéristique 3 jours.**

### 5.1.1.2 Estimation coefficient de forme $r_D$

La Figure 5-1 présente les coefficients de forme, sur la durée caractéristique, estimés sur l'échantillon de 16 crues.

La plupart des valeurs se situent entre 1,1 et 1,3.

La valeur moyenne est proche de 1,15.

**Il est proposé de retenir comme coefficient de forme (sur la durée 3 jours) la valeur de 1,2.**

### 5.1.1.3 Construction de l'hydrogramme moyen normé

L'hydrogramme moyen normé est construit en moyennant les hydrogrammes normés des 16 crues retenues :

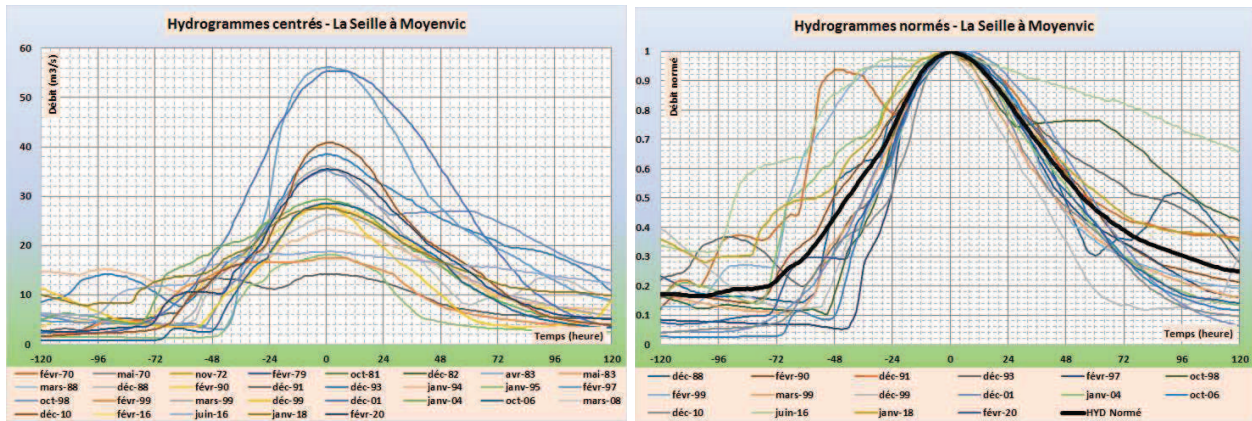


Figure 5-2 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Seille à Moyenvic.

## 5.1.2 ANALYSE STATISTIQUE

### 5.1.2.1 Echantillonnage

Les échantillons MAXAN et SUPSEUIL sont donnés dans les fiches en ANNEXE 5. Le Tableau 5-2 rappelle le nombre de valeurs de chaque échantillon.

A7581020	La Seille à Moyenvic	352 km <sup>2</sup>	Nb de valeurs	Nb de crues/an
	MAXAN		35	1,0
	SUPSEUIL		35	1,0

Tableau 5-2 : taille des échantillons – Seille à Moyenvic.

### 5.1.2.2 Résultats

Le graphe de la Figure 5-3 présente les résultats des ajustements statistiques à la station de Moyenvic sur la Seille :

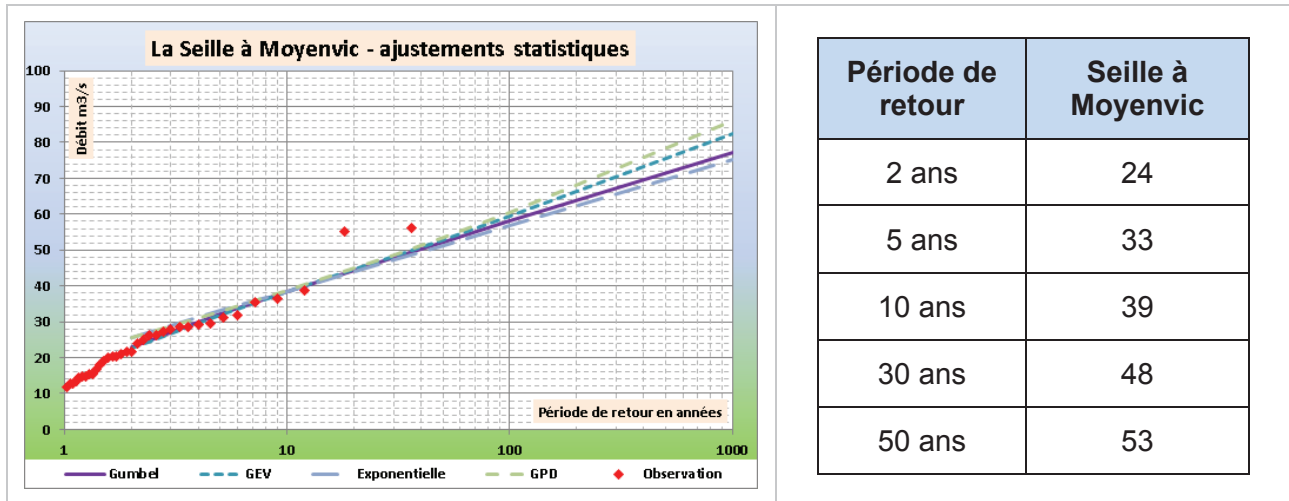


Figure 5-3 : ajustements statistiques – Seille à Moyenvic.

Les quatre ajustements donnent des estimations assez proches jusqu'à la période de retour 50 ans.

**Il est proposé de retenir la valeur moyenne des quatre estimations pour chaque période de retour.**

### 5.1.3 ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE

#### 5.1.3.1 Choix de la période pivot

La Figure 5-3 montre une rupture dans l'alignement des débits observés pour une période de retour entre 10 et 20 ans.

**Il est proposé de retenir comme période pivot la période de retour 10 ans.**

#### 5.1.3.2 Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE

Le gradex des pluies pour l'application de la méthode est un gradex moyen calculé sur le bassin versant.

Le gradex des pluies journalières sur la période d'octobre à avril est ainsi estimé à 14,6 mm/3j. L'ajustement à la loi de Gumbel est satisfaisant.

Le Tableau 5-3 présente les résultats de l'application des méthodes du GRADEX et AGREGEE.

Paramètres		
D	3 j	
Gradex pluies	14,6 mm/3j	
$r_D$	1,20	
$T_{piv}$	10 ans	
Période de retour	GRADEX	AGREGEE
10 ans	39	39
30 ans	65	51
50 ans	78	59
100 ans	94	72
1000 ans	149	123

**Tableau 5-3 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGE ( $m^3/s$ ) – Seille à Moyenvic.**

La méthode du GRADEX donne des valeurs supérieures, ce qui est attendu. Les écarts entre les deux méthodes sont de l'ordre de 20 à 30 %.

L'estimation des débits en tenant compte d'une durée caractéristique de 4 jours donne des écarts inférieurs à 10 % pour les deux méthodes.

#### 5.1.4 SYNTHÈSE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE

Pour les périodes de retour inférieures à la période pivot, les estimations issues des ajustements statistiques sont retenues.

Le Tableau 5-4 récapitule les différentes estimations de débits à Moyenvic :

Période de retour	GRADEX	AGREGEE	SHYREG	AZI 2000
2 ans	24	24	27	
5 ans	33	33	37	
10 ans	39	39	46	
30 ans	65	51		
50 ans	78	59	72	
100 ans	94	72	85	
1000 ans	149	123	157	

**Tableau 5-4 : synthèse des estimations de débits ( $m^3/s$ ) – Seille à Moyenvic.**

La Figure 5-4 superpose les différentes estimations avec les observations :

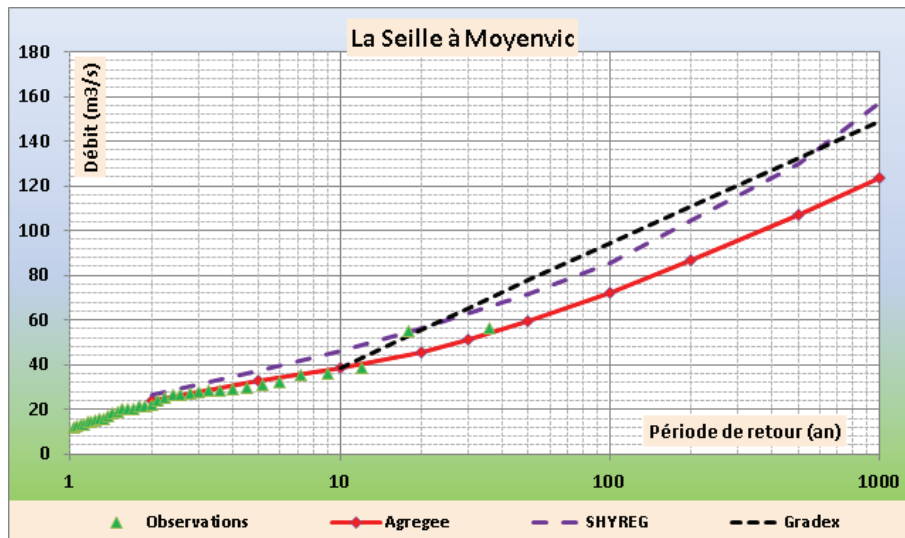


Figure 5-4 : comparaison avec la base SHYREG – Seille à Moyenvic.

Les données SHYREG sont assez proches des estimations données par la méthode du GRADEX. Les estimations par la méthode AGREGEE semblent mieux représenter la distribution des débits observés.

**Il est proposé de retenir les estimations issues de l'application de la méthode AGREGEE pour la station de Moyenvic.**



## 5.2 A7642010 – LA PETITE SEILLE A CHATEAU-SALINS

### 5.2.1 ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES

Le Tableau 5-5 récapitule les évènements de crues observés pris en compte :

Crues d'automne fin de basses eaux	Crues d'hiver / hautes eaux		Crues de printemps fin de hautes eaux
	Avec dégel/neige crues de redoux	Sans dégel/neige dominante pluviale	
Novembre 1972 Oct/Nov. 1998 Octobre 2006	Décembre 1999 (3 pics) Décembre 2001 Décembre 2010	Février 1979 Décembre 1982 (2 pics) Décembre 1988 Février 1990 Décembre 1991 Décembre 1993 (2 pics) Février 1997 Février 1999 Mars 1999 (2 pics) Janvier 2004 (3 pics) Janvier 2018 Février 2020	Avril 1983 Mai 1983

Tableau 5-5 : échantillons d'hydrogrammes de crues – Petite Seille à Château-Salins.

Au total, 20 évènements sont retenus pour caractériser les hydrogrammes de crues de la Petite Seille à Château-Salins.

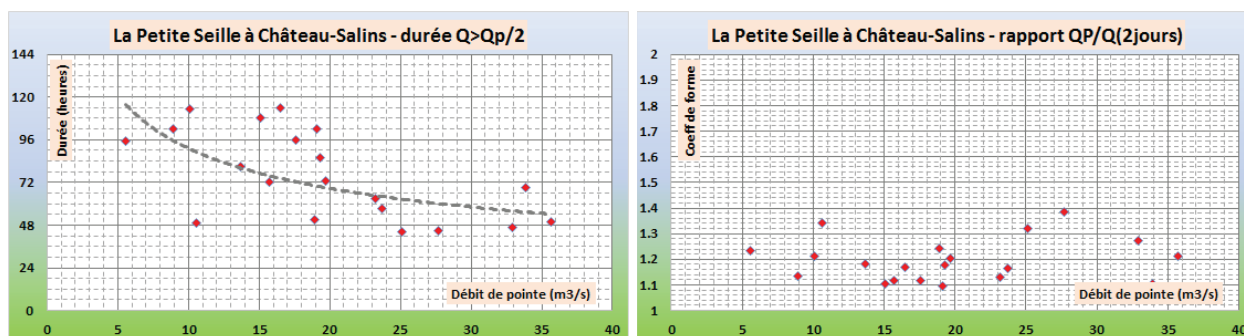


Figure 5-5 : durée caractéristique et coefficient de forme – Petite Seille à Château-Salins.

#### 5.2.1.1 Estimation de la durée caractéristique D

La Figure 5-5 présente la répartition des durées caractéristiques (en heures) en fonction du débit de pointe sur l'échantillon des 20 crues observées.

Les valeurs sont relativement dispersées, dans une fourchette de 48 à 120 heures.

La valeur moyenne sur les 20 évènements est de 76 heures.

Pour les fortes crues, oscillent plutôt autour de 48 heures.

**Il est proposé de retenir comme durée caractéristique 2 jours.**

#### 5.2.1.2 Estimation coefficient de forme $r_D$

La Figure 5-5 présente les coefficients de forme, sur la durée caractéristique, estimés sur l'échantillon de 20 crues :

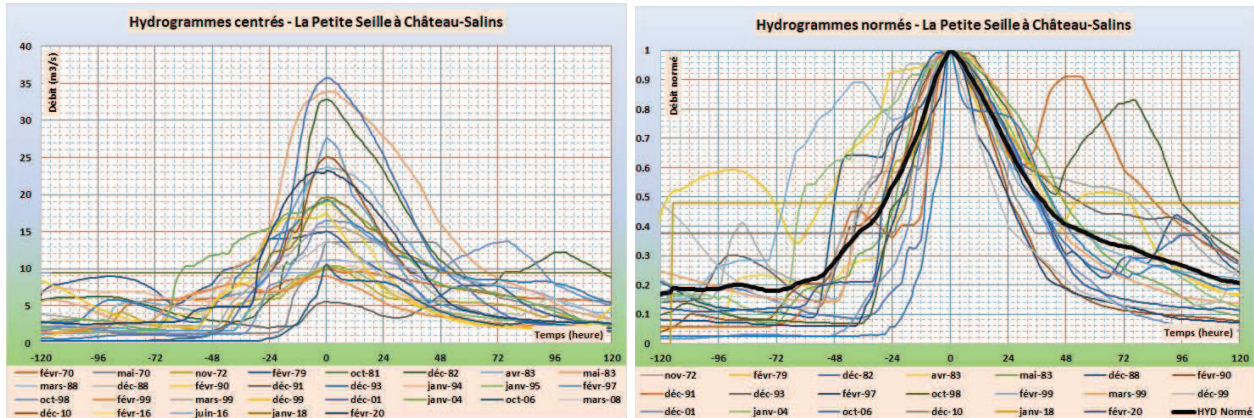
Les valeurs sont inférieures à 1,4. Pour les plus fortes crues, les valeurs sont comprises entre 1,2 et 1,3.

La valeur moyenne est de l'ordre de 1,2.

**Il est proposé de retenir comme coefficient de forme (sur la durée 2 jours) la valeur de 1,3.**

### 5.2.1.3 Construction de l'hydrogramme moyen normé

L'hydrogramme moyen normé est construit en moyennant les hydrogrammes normés des 20 crues retenues :



**Figure 5-6 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Petite Seille à Château-Salins.**

## 5.2.2 ANALYSE STATISTIQUE

### 5.2.2.1 Echantillonnage

Les échantillons MAXAN et SUPSEUIL sont donnés dans les fiches en ANNEXE 5. Le Tableau 5-6 rappelle le nombre de valeurs de chaque échantillon.

A7642010	La Petite Seille à Château-Salins	143 km <sup>2</sup>	Nb de valeurs	Nb de crues/an
	MAXAN		45	1,0
	SUPSEUIL		60	1,2

**Tableau 5-6 : taille des échantillons – Petite Seille à Château-Salins.**

### 5.2.2.2 Résultats

Le graphe de la Figure 5-7 présente les résultats des ajustements statistiques à la station de Château-Salins sur la Petite Seille :

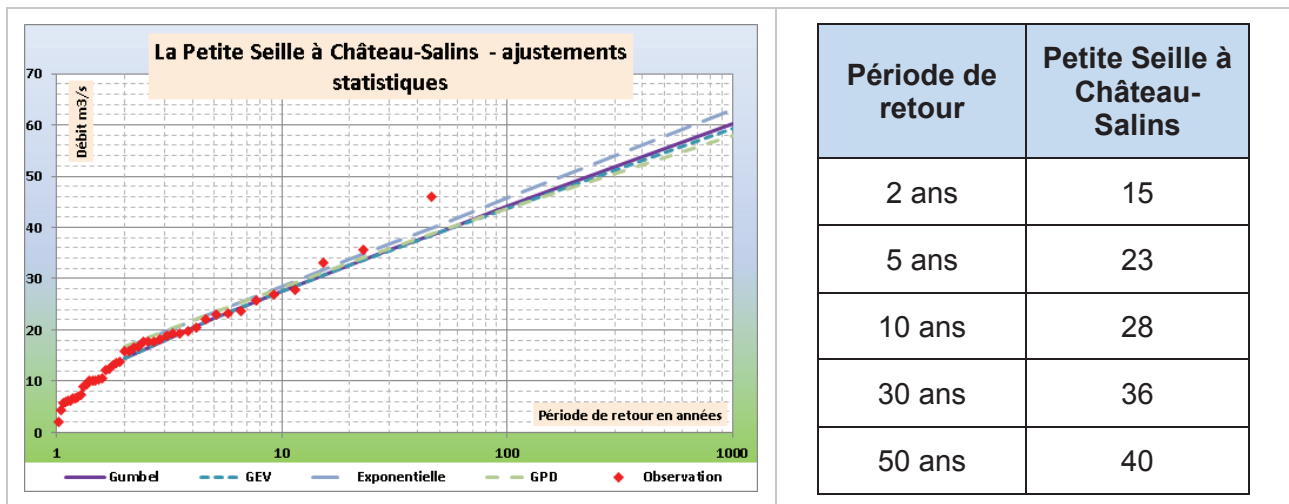


Figure 5-7 : ajustements statistiques – Petite Seille à Château-Salins.

Les quatre ajustements donnent des estimations assez proches jusqu'à la période de retour 50 ans.

**Il est proposé de retenir la valeur moyenne des quatre estimations pour chaque période de retour.**

### 5.2.3 ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE

#### 5.2.3.1 Choix de la période pivot

La Figure 5-7 montre une rupture dans l'alignement des débits observés pour une période de retour entre 10 et 20 ans.

**Il est proposé de retenir comme période pivot la période de retour 10 ans.**

#### 5.2.3.2 Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE

Le gradex des pluies pour l'application de la méthode est un gradex moyen calculé sur le bassin versant.

Le gradex des pluies journalières sur la période d'octobre à avril est ainsi estimé à 12,5 mm/2j. L'ajustement à la loi de Gumbel est satisfaisant.

Le Tableau 5-7 présente les résultats de l'application des méthodes du GRADEX et AGREGEE.

Paramètres		
D	2 j	
Gradex pluies	12,5 mm/2j	
$r_D$	1,30	
$T_{piv}$	10 ans	
Période de retour	GRADEX	AGREGEE
10 ans	28	28
30 ans	43	38
50 ans	50	43
100 ans	60	51
1000 ans	91	81

**Tableau 5-7 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGE ( $m^3/s$ ) – Petite Seille à Château-Salins.**

La méthode du GRADEX donne des valeurs supérieures, ce qui est attendu. Les écarts entre les deux méthodes sont de l'ordre de 10 à 15 %.

#### 5.2.4 SYNTHÈSE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE

Pour les périodes de retour inférieures à la période pivot, les estimations issues des ajustements statistiques sont retenues.

Le Tableau 5-8 récapitule les différentes estimations de débits à Château-Salins sur la Petite Seille :

Période de retour	GRADEX	AGREGEE	SHYREG	AZI 2000
2 ans	15	15	17	
5 ans	23	23	23	
10 ans	28	28	29	
30 ans	43	38		
50 ans	50	43	45	
100 ans	60	51	53	
1000 ans	91	81	101	

**Tableau 5-8 : synthèse des estimations de débits ( $m^3/s$ ) – Petite Seille à Château-Salins.**

La Figure 5-8 superpose les différentes estimations avec les observations :

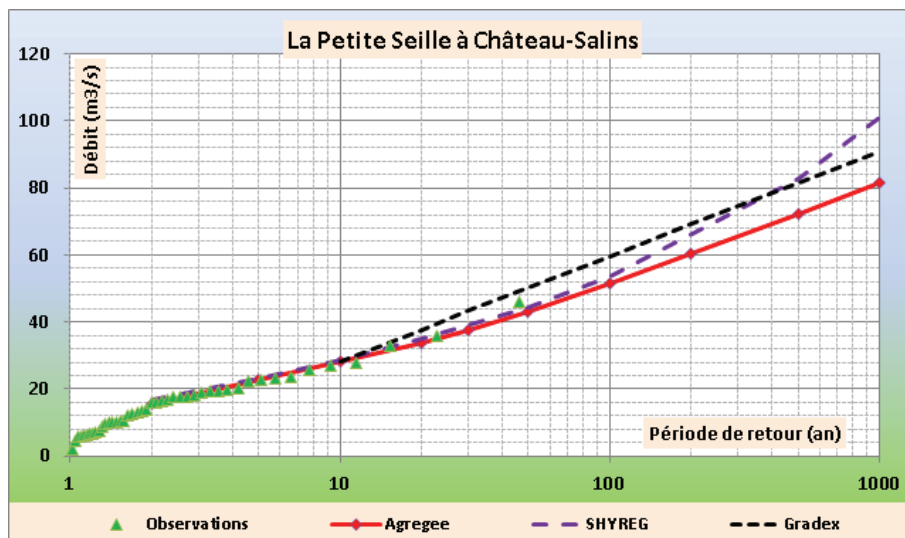


Figure 5-8 : comparaison avec la base SHYREG – Petite Seille à Château-Salins.

Les données SHYREG sont intermédiaires entre les estimations des méthodes GRADEX et AGREGÉE pour les périodes de retour inférieures à 500 ans. Au-delà, l'estimation SHYREG de la crue centennale est significativement supérieure, d'environ 10 % par rapport à l'estimation GRADEX et 25 % par rapport à l'estimation AGREGÉE.

Les estimations par la méthode AGREGÉE semblent mieux représenter la distribution des débits observés.

**Il est proposé de retenir les estimations issues de l'application de la méthode AGREGÉE pour la station de Château-Salins sur la Petite Seille.**

## 5.3 A7821010 – LA SEILLE A NOMENY

### 5.3.1 ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES

Le Tableau 5-9 récapitule les événements de crues observés pris en compte :

Crues d'automne fin de basses eaux	Crues d'hiver / hautes eaux		Crues de printemps fin de hautes eaux
	Avec dégel/neige crues de redoux	Sans dégel/neige dominante pluviale	
Novembre 1972 Oct/Nov. 1998 Octobre 2006	Décembre 1999 (3 pics) Décembre 2001 Décembre 2010	Février 1979 Décembre 1982 (2 pics) Décembre 1988 Décembre 1993 (2 pics) Février 1997 Février 1999 Mars 1999 (2 pics) Janvier 2004 (3 pics) Janvier 2018 Février 2020	Avril 1983 Mai 1983 Mai/juin 2016

Tableau 5-9 : échantillons d'hydrogrammes de crues – Seille à Nomény.

Au total, 19 événements sont retenus pour caractériser les hydrogrammes de crues de la Seille à Nomény.

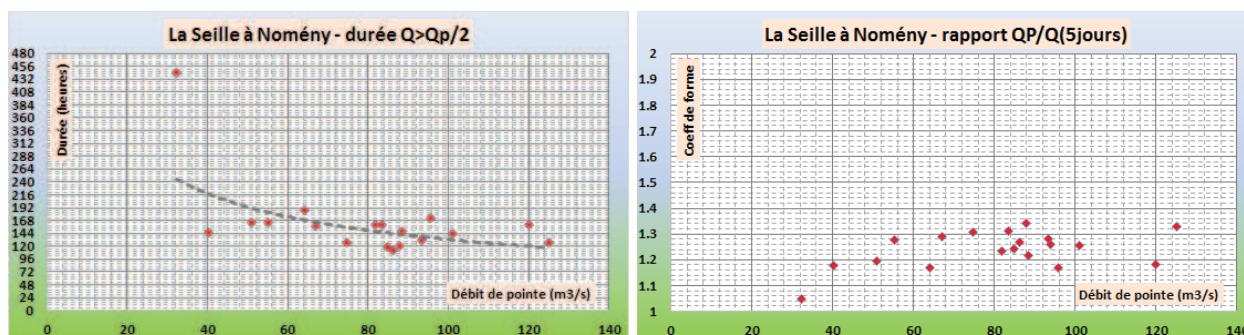


Figure 5-9 : durée caractéristique des crues observées – Seille à Nomény.

#### 5.3.1.1 Estimation de la durée caractéristique $D$

La Figure 5-9 présente la répartition des durées caractéristiques (en heures) en fonction du débit de pointe sur l'échantillon des 19 crues observées.

Les valeurs sont relativement dispersées, dans une fourchette de 112 à 172 heures. La valeur associée à la crue de juin 2016 sort de cet intervalle.

La valeur moyenne sur les 19 événements est de 162 heures.

Pour les fortes crues, la valeur varie entre 120 et 144 heures.

**Il est proposé de retenir comme durée caractéristique 5 jours en cohérence avec la station de Metz.**

#### 5.3.1.2 Estimation coefficient de forme $r_D$

La Figure 5-9 présente les coefficients de forme, sur la durée caractéristique, estimés sur l'échantillon de 19 crues.



La plupart des valeurs se situent entre 1,1 et 1,3.

La valeur moyenne est proche de 1,25.

**Il est proposé de retenir comme coefficient de forme (sur la durée 5 jours) la valeur de 1,3.**

### 5.3.1.3 Construction de l'hydrogramme moyen normé

L'hydrogramme moyen normé est construit en moyennant les hydrogrammes normés des 19 crues retenues :

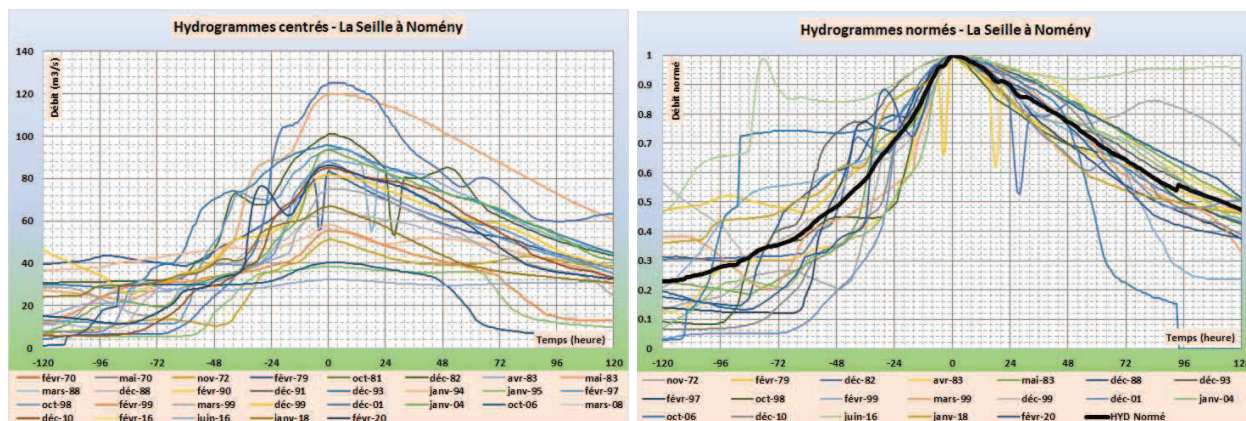


Figure 5-10 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Seille à Nomény.

## 5.3.2 ANALYSE STATIQUE

### 5.3.2.1 Echantillonnage MAXAN

Les échantillons MAXAN et SUPSEUIL sont donnés dans les fiches en ANNEXE 5. Le Tableau 5-10 rappelle le nombre de valeurs de chaque échantillon.

A7821010	La seille à Nomeny	925 km <sup>2</sup>	Nb de valeurs	Nb de crues/an
	MAXAN		47	1,0
	SUPSEUIL		52	1,1

Tableau 5-10 : échantillonnage SUPSEUIL – Seille à Nomény.

### 5.3.2.2 Résultats

Le graphe de la Figure 5-11 présente les résultats des ajustements statistiques à la station de Nomény sur la Seille :

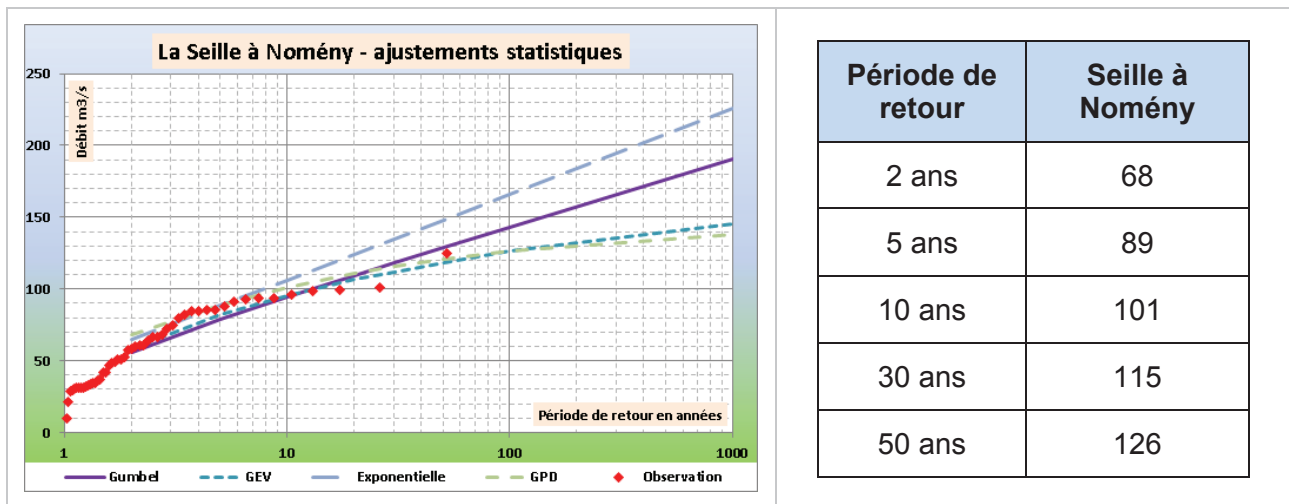


Figure 5-11 : ajustements statistiques – Seille à Nomény.

Les quatre ajustements donnent des estimations divergentes. Le test du KHI-2 est défavorable pour les lois de Gumbel et GEV, qui sont écartées. L'adéquation des lois exponentielle et GPD est vérifiée. La loi GPD semble mieux s'ajuster à la distribution des valeurs observées.

**Il est proposé de retenir les estimations de la loi GPD.**

### 5.3.3 ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE

#### 5.3.3.1 Choix de la période pivot

La Figure 5-11 ne montre pas de rupture nette dans l'alignement des débits observés.

**Il est proposé de retenir comme période pivot la période de retour 10 ans.**

#### 5.3.3.2 Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE

Le gradex des pluies pour l'application de la méthode est un gradex moyen calculé sur le bassin versant.

Le gradex des pluies journalières sur la période d'octobre à avril est ainsi estimé à 12,9 mm/5j. L'ajustement à la loi de Gumbel est satisfaisant.

Le Tableau 5-11 présente les résultats de l'application des méthodes du GRADEX et AGREGEE.

Paramètres		
D	5 j	
Gradex pluies	12,9 mm/5j	
$r_D$	1,30	
$T_{piv}$	10 ans	
Période de retour	GRADEX	AGREGEE
10 ans	101	101
30 ans	142	129
50 ans	161	144
100 ans	186	167
1000 ans	269	247

**Tableau 5-11 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGE ( $m^3/s$ ) – Seille à Nomény.**

La méthode du GRADEX donne des valeurs supérieures, ce qui est attendu. Les écarts entre les deux méthodes sont de l'ordre de 10 %.

#### 5.3.4 SYNTHÈSE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE

Pour les périodes de retour inférieures à la période pivot, les estimations issues des ajustements statistiques sont retenues.

Le Tableau 5-12 récapitule les différentes estimations de débits à Nomény :

Période de retour	GRADEX	AGREGEE	SHYREG	AZI 2000
2 ans	68	68	67	56
5 ans	89	89	92	
10 ans	101	101	113	112
30 ans	142	129		
50 ans	161	144	170	
100 ans	186	167	201	159
1000 ans	269	247	354	

**Tableau 5-12 : synthèse des estimations de débits ( $m^3/s$ ) – Seille à Nomény.**

La Figure 5-12 superpose les différentes estimations avec les observations :

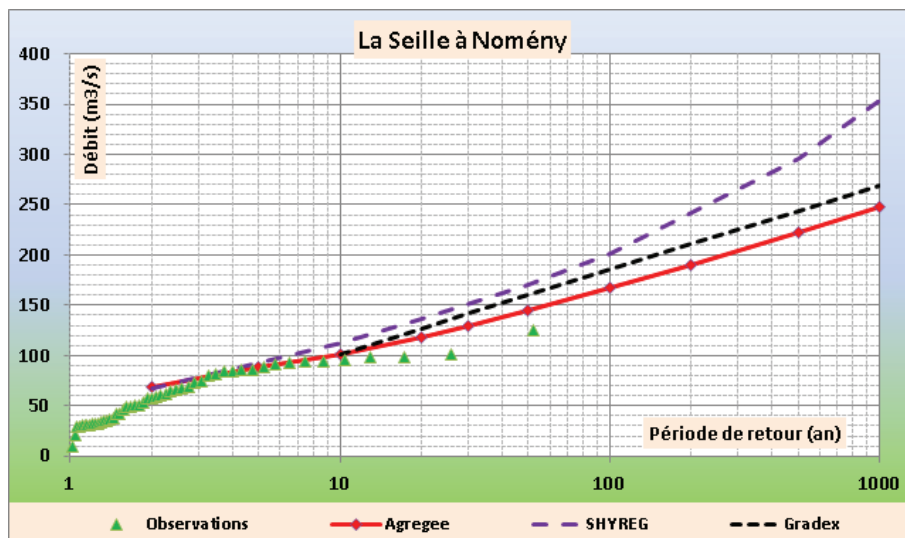


Figure 5-12 : comparaison avec la base SHYREG – Seille à Nomény.

Les estimations données par les deux méthodes GRADEX et AGREGEE sont assez proches. Les estimations issues de la base SHYREG sont relativement proches, bien que supérieures, pour les périodes de retour inférieures à 100 ans. Au-delà, les écarts sont significatifs avec notamment une estimation de la Q1000 supérieure de plus de 30 % par rapport à l'estimation du GRADEX et près de 45 % à l'estimation AGREGEE.

Les estimations par la méthode AGREGEE semblent mieux représenter la distribution des débits observés.

**Il est proposé de retenir les estimations issues de l'application de la méthode AGREGEE pour la station de Nomény.**

Le débit de pointe de crue centennale ainsi estimé est très proche de l'estimation réalisée dans le cadre de l'AZI de 2000.

## 5.4 A7881020 – LA SEILLE A METZ (PONT LOTHAIRE)

### 5.4.1 ASSOCIATION DE STATIONS

Deux stations hydrométriques sont installées à Metz sur la Seille :

- La station du pont Lothaire ouverte en 1964 et fermée en septembre 2015 ;
- La station du pont Lothaire amont, mise en service depuis novembre 2015.

La seconde station remplace la première et est située toute proche, un peu en amont. Le bassin versant est quasi-équivalent.

La Figure 5-13 compare les débits de pointes mesurés aux deux stations de Metz avec ceux observés sur la Seille à Nomény, située en amont :

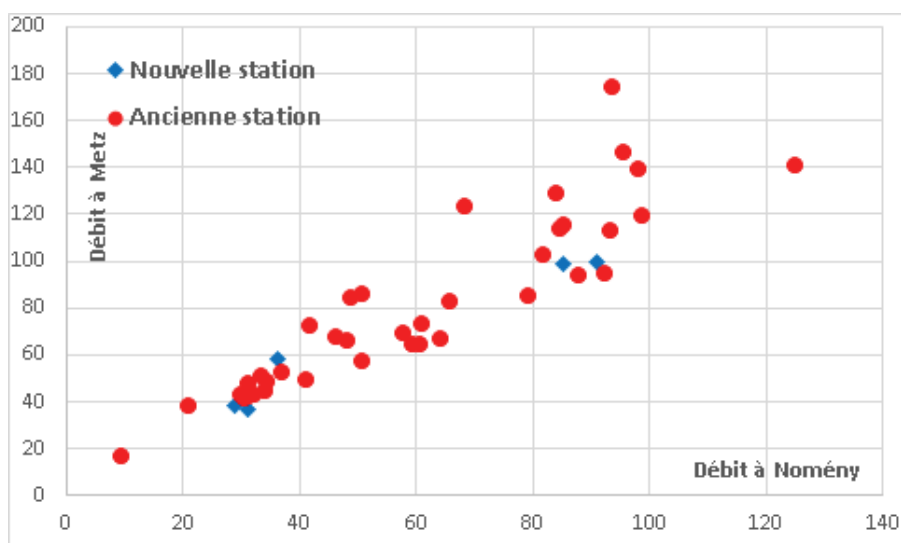


Figure 5-13 : comparaison des débits de pointe à Metz avec ceux à Nomény sur la Seille.

Les deux nuages de points se superposent et ne mettent pas en évidence de comportement différent entre les deux stations. Il n'y a pas de raison évidente d'écarter l'une ou l'autre des stations.

Pour l'analyse, les mesures aux deux stations de Metz sont assemblées sans correction pour former une unique chronique de 1964 à 2020.

### 5.4.2 ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES

Le Tableau 5-13 récapitule les événements de crues observés pris en compte :

Crues d'automne fin de basses eaux	Crues d'hiver / hautes eaux		Crues de printemps fin de hautes eaux
	Avec dégel/neige crues de redoux	Sans dégel/neige dominante pluviale	
Novembre 1972 Oct/Nov. 1998 Octobre 2006	Décembre 1999 (3 pics) Décembre 2001 Décembre 2010	Décembre 1988 Février 1990 Décembre 1991 Décembre 1993 (2 pics) Février 1997 Février 1999 Mars 1999 (2 pics) Janvier 2004 (3 pics) Janvier 2018 Février 2020	Mai/juin 2016

Tableau 5-13 : échantillons d'hydrogrammes de crues – Seille à Metz.

Au total, 17 événements sont retenus pour caractériser les hydrogrammes de crues de la Seille à Metz.

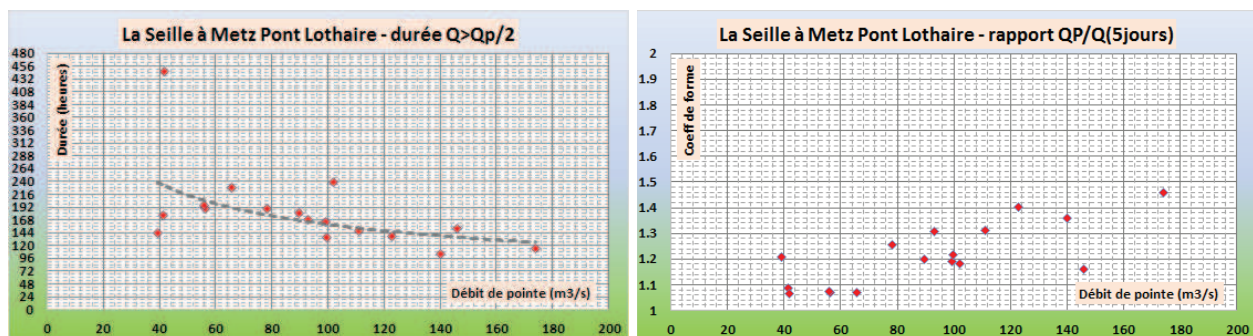


Figure 5-14 : durée caractéristique des crues observées – Seille à Metz.

#### 5.4.2.1 Estimation de la durée caractéristique $D$

La Figure 5-14 présente la répartition des durées caractéristiques (en heures) en fonction du débit de pointe sur l'échantillon des 17 crues observées.

Les valeurs sont relativement dispersées, dans une fourchette de 96 à 240 heures. La valeur associée à la crue de juin 2016 sort de cet intervalle.

La valeur moyenne sur les 17 événements est de 177 heures.

Pour les fortes crues, la durée tend vers la valeur de 120 heures.

**Il est proposé de retenir comme durée caractéristique 5 jours.**

#### 5.4.2.2 Estimation coefficient de forme $r_D$

La Figure 5-14 présente les coefficients de forme, sur la durée caractéristique, estimés sur l'échantillon de 17 crues.

La plupart des valeurs se situent entre 1,1 et 1,5. Les valeurs apparaissent croissantes avec l'intensité de la crue.

La valeur moyenne est proche de 1,25.

**Il est proposé de retenir comme coefficient de forme (sur la durée 5 jours) la valeur de 1,5.**



### 5.4.2.3 Construction de l'hydrogramme moyen normé

L'hydrogramme moyen normé est construit en moyennant les hydrogrammes normés des 17 crues retenues :

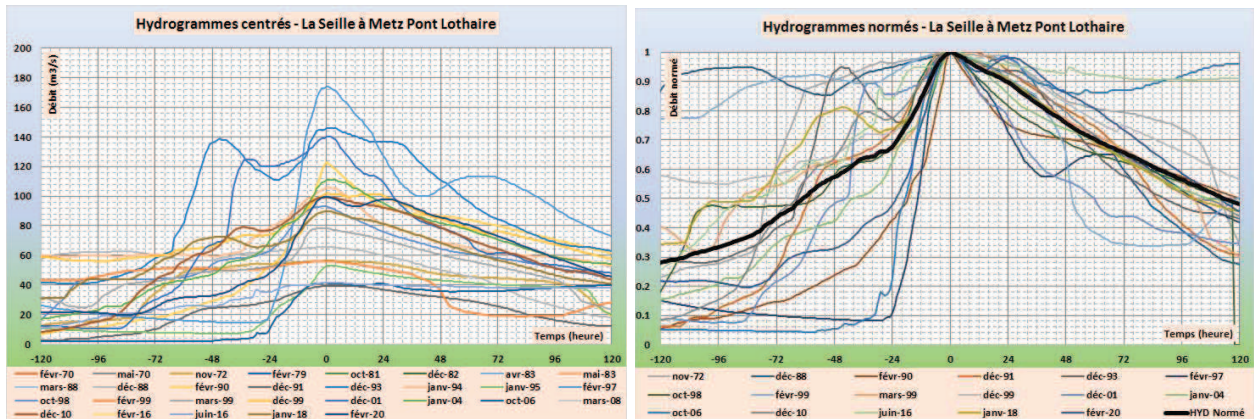


Figure 5-15 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Seille à Metz.

### 5.4.3 ANALYSE STATISTIQUE

#### 5.4.3.1 Echantillonnage MAXAN

Les échantillons MAXAN et SUPSEUIL sont donnés dans les fiches en ANNEXE 5. Le Tableau 5-14 rappelle le nombre de valeurs de chaque échantillon.

A7881020	La Seille à Metz [Pont Lothaire]	1 280 km <sup>2</sup>	Nb de valeurs	Nb de crues/an
	MAXAN		54	1,0
	SUPSEUIL		68	1,4

Tableau 5-14 : échantillonnage SUPSEUIL – Seille à Metz.

#### 5.4.3.2 Résultats

Le graphe de la Figure 5-16 présente les résultats des ajustements statistiques à la station de Metz sur la Seille :

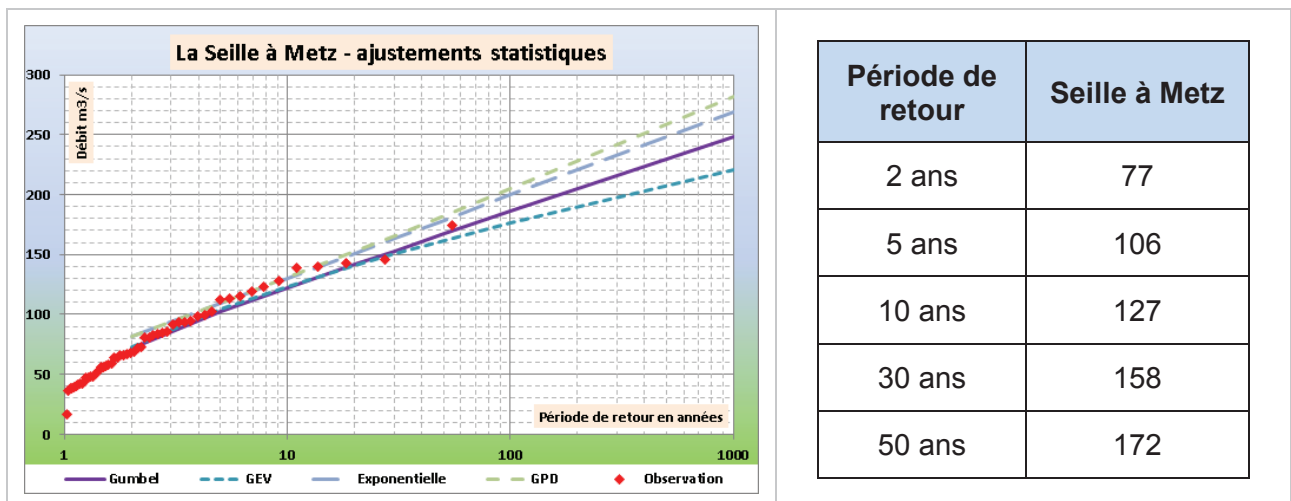


Figure 5-16 : ajustements statistiques – Seille à Metz.

Les quatre ajustements donnent des estimations assez proches jusqu'à la période de retour 50 ans.

**Il est proposé de retenir la valeur moyenne des quatre estimations pour chaque période de retour.**

#### 5.4.4 ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE

##### 5.4.4.1 Choix de la période pivot

La Figure 5-16 ne montre pas de rupture nette dans l'alignement des débits observés.

**Il est proposé de retenir comme période pivot la période de retour 10 ans.**

##### 5.4.4.2 Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE

Le gradex des pluies pour l'application de la méthode est un gradex moyen calculé sur le bassin versant.

Le gradex des pluies journalières sur la période d'octobre à avril est ainsi estimé à 12,9 mm/5j. L'ajustement à la loi de Gumbel est satisfaisant.

Le Tableau 5-15 présente les résultats de l'application des méthodes du GRADEX et AGREGEE.

Paramètres		
D	5 j	
Gradex pluies	12,9 mm/5j	
$r_D$	1,50	
$T_{piv}$	10 ans	
Période de retour	GRADEX	AGREGEE
10 ans	127	127
30 ans	192	165
50 ans	222	188
100 ans	262	222
1000 ans	395	349

**Tableau 5-15 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGEE ( $m^3/s$ ) – Seille à Metz.**

La méthode du GRADEX donne des valeurs supérieures, ce qui est attendu. Les écarts entre les deux méthodes sont de l'ordre de 12 à 18 %.

#### 5.4.5 SYNTHÈSE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE

Pour les périodes de retour inférieures à la période pivot, les estimations issues des ajustements statistiques sont retenues.

Le Tableau 5-16 récapitule les différentes estimations de débits à Metz sur la Seille :

Période de retour	GRADEX	AGREGEE	SHYREG	AZI 2000
2 ans	77	77	86	
5 ans	106	106	119	
10 ans	127	127	146	136
30 ans	192	165		
50 ans	222	188	218	
100 ans	262	222	256	212
1000 ans	395	349	445	

Tableau 5-16 : synthèse des estimations de débits (m<sup>3</sup>/s) – Seille à Metz.

La Figure 5-17 superpose les différentes estimations avec les observations :

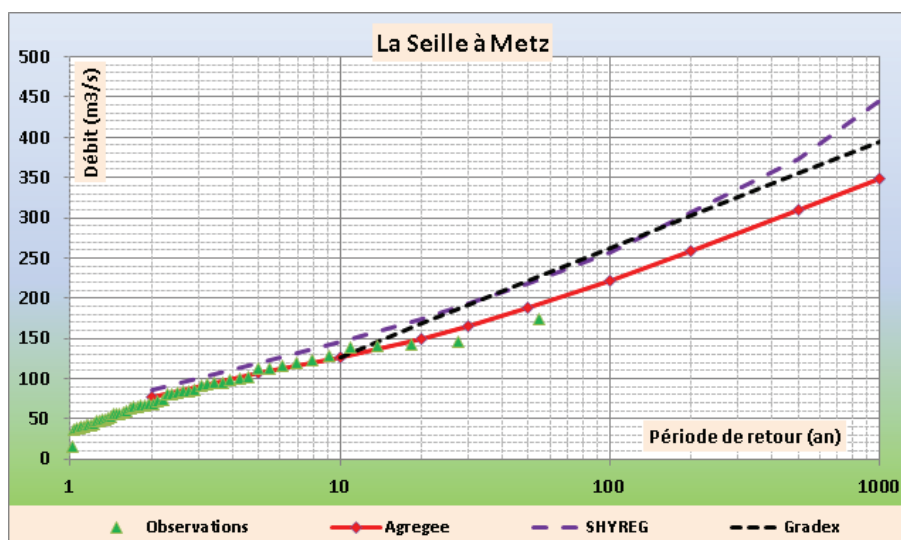


Figure 5-17 : comparaison avec la base SHYREG – Seille à Metz.

Les données SHYREG suivent à peu près la même distribution que les estimations par le GRADEX jusqu'à une période de retour d'environ 200 ans. Au-delà, la base SHYREG donne des résultats supérieurs (environ +10 % pour Q1000 par rapport à l'estimation du GRADEX, et environ +25 % par rapport à l'estimation AGREGEE).

Les estimations par la méthode AGREGEE semblent mieux représenter la distribution des débits observés.

**Il est proposé de retenir les estimations issues de l'application de la méthode AGREGEE pour la station de Metz sur la Seille.**

Le débit de pointe de crue centennale ainsi estimé est très proche de l'estimation réalisée dans le cadre de l'AZI de 2000.



## 6 SOUS-BASSIN DE L'ORNE

### 6.1 CHOIX DES STATIONS A PRENDRE EN COMPTE

L'étude des crues sur le bassin versant de l'Orne a mis en évidence l'absence de grandes crues observées sur le bassin depuis le début des années 2000.

Ainsi, à la station de Rosselange, le débit de crue de 200 m<sup>3</sup>/s, correspondant environ à une période de retour 5 ans, a été dépassé une seule fois en mai/juin 2016 (débit de pointe de 209 m<sup>3</sup>/s).

La figure suivante illustre cette observation en présentant les pointes de crues supérieures à 150 m<sup>3</sup>/s à la station de Rosselange sur la période octobre à avril (la crue de mai/juin 2016 en est donc exclue) ainsi que les maxima de pluies sur 2 jours (l'observation est valable pour les pluies de 3 à 5 jours également).

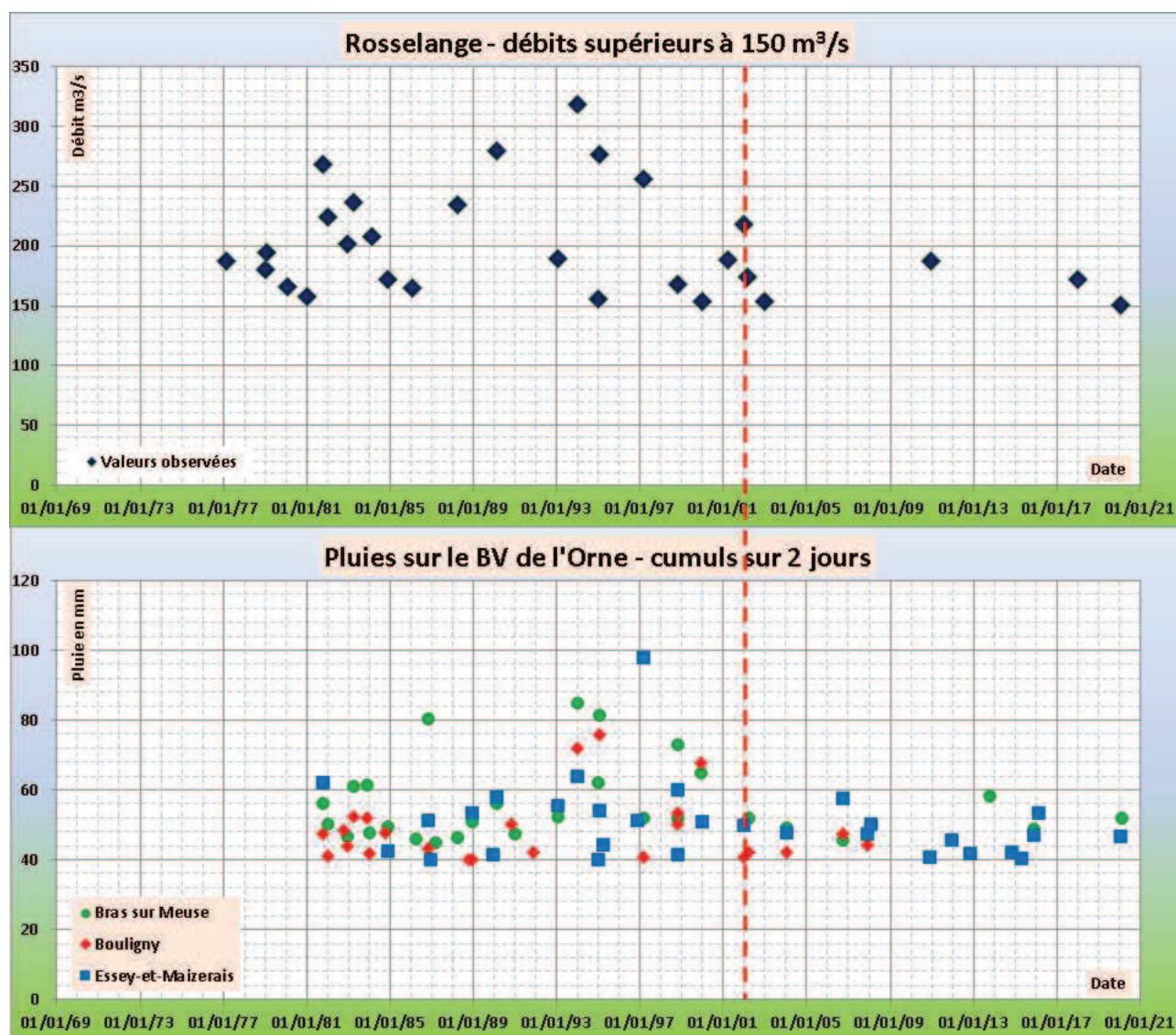


Figure 6-1 : comparaison entre les crues maximales de l'Orne à Rosselange et les cumuls de pluies de 2 jours sur le bassin versant de l'Orne.

Ainsi, considérant la sous-période de crue d'octobre à avril, 11 épisodes de crues ont dépassé le débit de 200 m<sup>3</sup>/s entre 1977 et 2001, et aucun entre 2002 et 2020. La crue de décembre 2001 est la dernière crue d'hiver à avoir dépassé 200 m<sup>3</sup>/s à Rosselange.

De même, les crues de débit de pointe compris entre 150 et 200 m<sup>3</sup>/s sont nettement moins nombreuses sur la période 2002-2020 (5 crues) que sur la période 1977-2001 (12 crues).

Cette observation se vérifie également sur les bassins versants du Rupt-de-Mad et du ruisseau d'Esch. A contrario, elle ne se vérifie pas sur le bassin versant du Woigot, affluent de l'Orne. Concernant l'Yron et son affluent le Longeau, compte-tenu de leurs situations entre l'amont de l'Orne et le bassin du Rupt-de-Mad, il est très probable que cette observation soit également vérifiée.

Ainsi, il semble qu'une large part de la partie Nord-Ouest du bassin versant de la Moselle française n'a pas connu de crues significatives après 2001.

En conséquence, les stations du bassin de l'Orne ouvertes après 2001 ne sont pas prises en compte : les crues importantes antérieures à 2001 n'étant pas dans les échantillons d'observations, les débits estimés par les différentes méthodes sont systématiquement sous-estimés.

## 6.2 A8021010 – L'ORNE A ETAIN

### 6.2.1 ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES

Le Tableau 6-1 récapitule les événements de crues observés pris en compte :

Crues d'automne fin de basses eaux	Crues d'hiver / hautes eaux		Crues de printemps fin de hautes eaux
	Avec dégel/neige crues de redoux	Sans dégel/neige dominante pluviale	
Oct/Nov. 1998 Octobre 2006	Décembre 2001 Décembre 2010	Février 1999 Janvier 2004 (3 pics) Février 2016 Janvier 2018 Février 2020	Mars 2008 Mai/juin 2016

Tableau 6-1 : échantillons d'hydrogrammes de crues – Orne à Etain.

Au total, 11 événements sont retenus pour caractériser les hydrogrammes de crues de l'Orne à Etain.

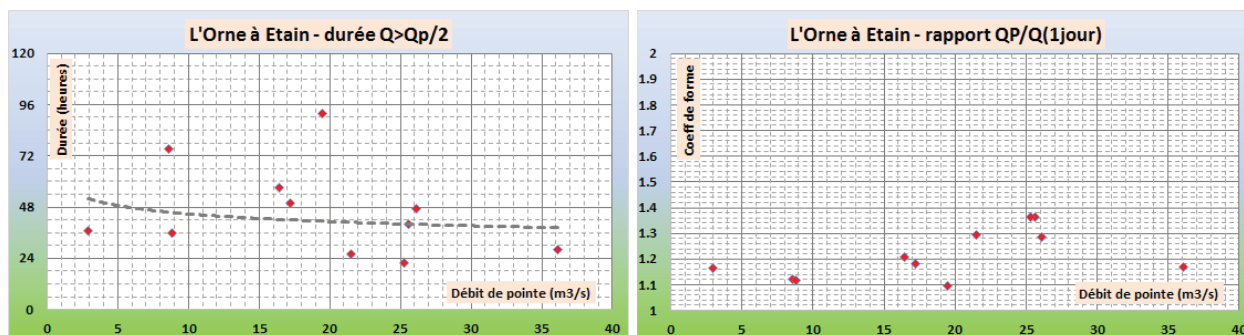


Figure 6-2 : durée caractéristique et coefficient de forme – Orne à Etain.

#### 6.2.1.1 Estimation de la durée caractéristique $D$

La Figure 6-2 présente la répartition des durées caractéristiques (en heures) en fonction du débit de pointe sur l'échantillon des 11 crues observées.

Les valeurs sont relativement dispersées, dans une fourchette de 24 à 96 heures.

La valeur moyenne sur les 11 événements est de 46 heures.

Pour les fortes crues, la durée tend vers la valeur de 24 heures.

**Il est proposé de retenir comme durée caractéristique 1 jour.**

#### 6.2.1.2 Estimation coefficient de forme $r_D$

La Figure 6-2 présente les coefficients de forme, sur la durée caractéristique, estimés sur l'échantillon de 11 crues.

La plupart des valeurs se situent entre 1,1 et 1,4. Pour la plus forte crue observée, le coefficient de forme est proche de 1,2.

La valeur moyenne est proche de 1,25.

**Il est proposé de retenir comme coefficient de forme (sur la durée 1 jour) la valeur de 1,3.**



### 6.2.1.3 Construction de l'hydrogramme moyen normé

L'hydrogramme moyen normé est construit en moyennant les hydrogrammes normés des 11 crues retenues :

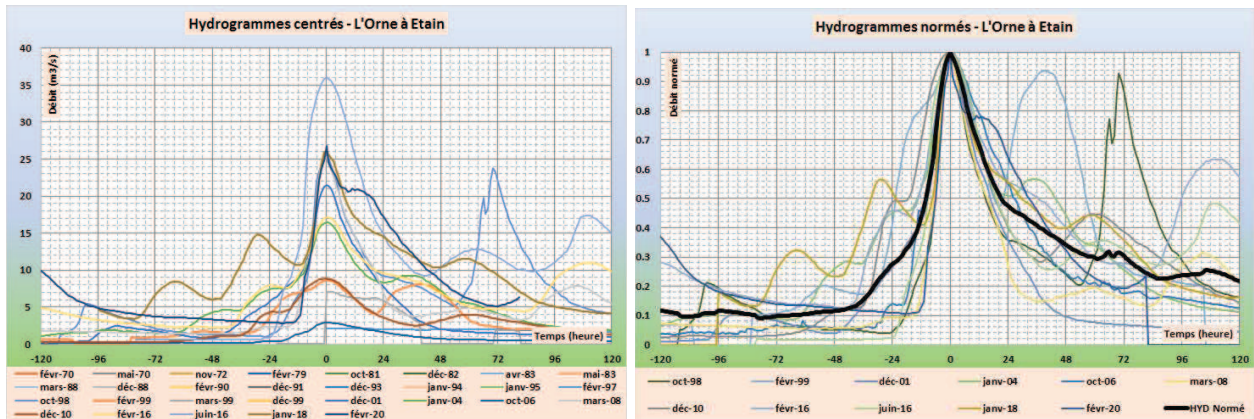


Figure 6-3 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Orne à Etain.

## 6.2.2 ANALYSE STATISTIQUE

### 6.2.2.1 Echantillonnage

Les échantillons MAXAN et SUPSEUIL sont donnés dans les fiches en ANNEXE 6. Le Tableau 6-2 rappelle le nombre de valeurs de chaque échantillon.

A8021010	L'Orne à Etain	138 km <sup>2</sup>	Nb de valeurs	Nb de crues/an
	MAXAN		18	1,0
	SUPSEUIL		33	1,5

Tableau 6-2 : taille des échantillons – Orne à Etain.

### 6.2.2.2 Résultats

Le graphe de la Figure 6-4 présente les résultats des ajustements statistiques à la station d'Etain sur l'Orne :

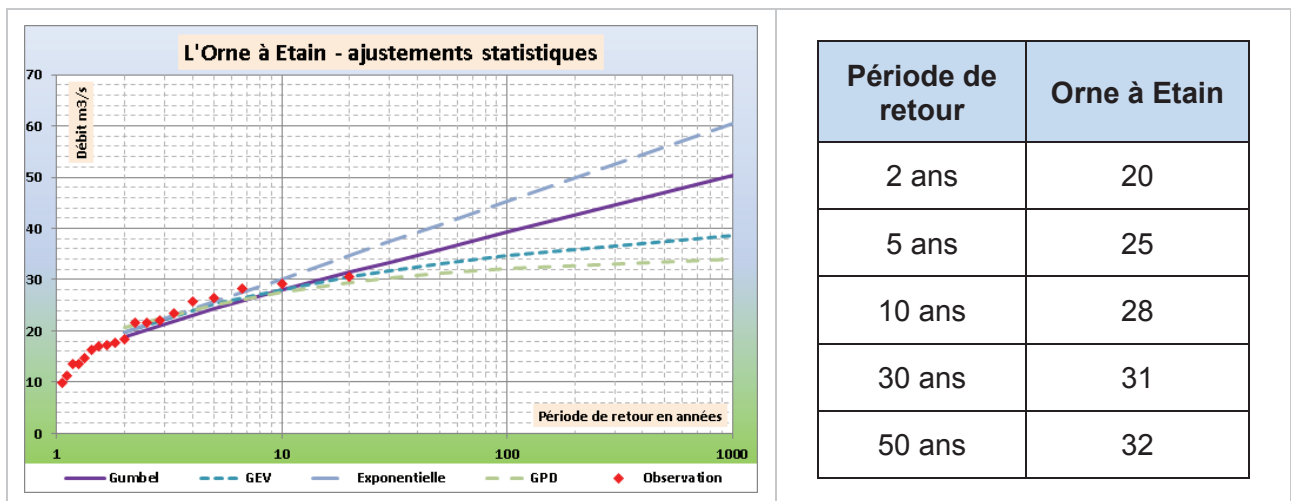


Figure 6-4 : ajustements statistiques – Orne à Etain.

Les quatre ajustements donnent des estimations assez proches jusqu'à la période de retour 10 ans, puis divergent au-delà. L'adéquation des quatre lois d'ajustement est vérifiée par le test du KHI-2.

Graphiquement, les lois GEV et GPD paraissent s'ajuster au mieux à la distribution des observations.

**Il est proposé de retenir la valeur moyenne des lois GEV et GPD pour chaque période de retour.**

### 6.2.3 ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE

#### 6.2.3.1 Choix de la période pivot

La Figure 6-4 ne montre pas de rupture nette dans l'alignement des débits observés.

**Il est proposé de retenir comme période pivot la période de retour 10 ans.**

#### 6.2.3.2 Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE

Le gradex des pluies pour l'application de la méthode est un gradex moyen calculé sur le bassin versant.

Le gradex des pluies journalières sur la période d'octobre à avril est ainsi estimé à 7,3 mm/j. L'ajustement à la loi de Gumbel est satisfaisant.

Le Tableau 6-3 présente les résultats de l'application des méthodes du GRADEX et AGREGEE.

Paramètres		
D	1 j	
Gradex pluies	7,3 mm/j	
$r_D$	1,30	
$T_{piv}$	10 ans	
Période de retour	GRADEX	AGREGEE
10 ans	28	28
30 ans	45	35
50 ans	53	40
100 ans	63	48
1000 ans	98	80

**Tableau 6-3 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGE ( $m^3/s$ ) – Orne à Etain.**

La méthode du GRADEX donne des valeurs supérieures, ce qui est attendu. Les écarts entre les deux méthodes sont de l'ordre de 12 à 18 %.

#### 6.2.4 SYNTHÈSE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE

Pour les périodes de retour inférieures à la période pivot, les estimations issues des ajustements statistiques sont retenues.

Le Tableau 6-4 récapitule les différentes estimations de débits à Etain :

Période de retour	GRADEX	AGREGEE	SHYREG	AZI 2000
2 ans	20	20	21	
5 ans	25	25	28	
10 ans	28	28	33	
30 ans	45	35		
50 ans	53	40	49	
100 ans	63	48	57	
1000 ans	98	80	99	

**Tableau 6-4 : synthèse des estimations de débits ( $m^3/s$ ) – Orne à Etain.**

La Figure 6-5 superpose les différentes estimations avec les observations :

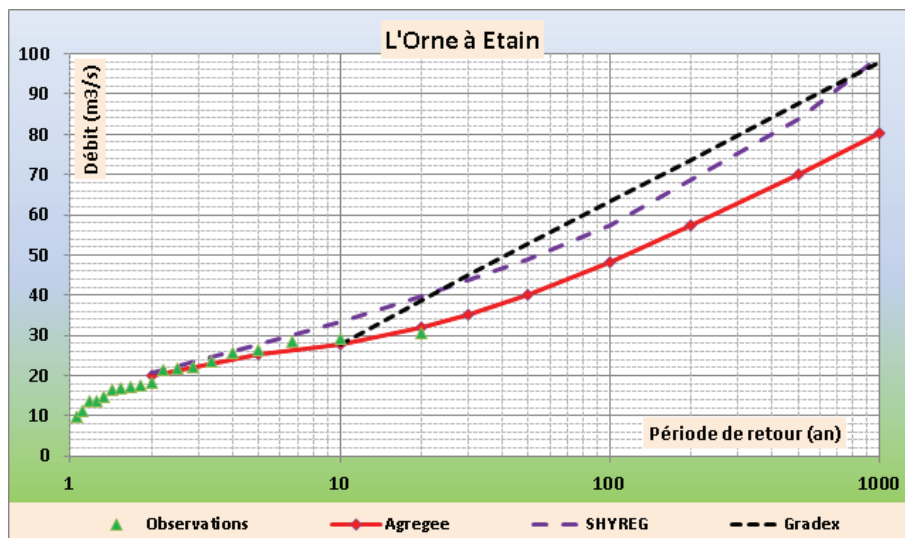


Figure 6-5 : comparaison avec la base SHYREG – Orne à Etain.

Les données SHYREG sont assez proches des estimations issues du GRADEX.

Les estimations par la méthode AGREGÉE semblent mieux représenter la distribution des débits observés.

**Il est proposé de retenir les estimations issues de l'application de la méthode AGREGÉE pour la station d'Etain sur l'Orne.**

## 6.3 A8071010 – L'ORNE A BONCOURT

### 6.3.1 ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES

Le Tableau 6-5 récapitule les événements de crues observés pris en compte :

Crues d'automne fin de basses eaux	Crues d'hiver / hautes eaux		Crues de printemps fin de hautes eaux
	Avec dégel/neige crues de redoux	Sans dégel/neige dominante pluviale	
Octobre 1981 Oct/Nov. 1998 Octobre 2006	Décembre 1999 (3 pics) Décembre 2001 Décembre 2010	Février 1970 Février 1979 Décembre 1982 (2 pics) Février 1990 Décembre 1993 (2 pics) Janvier 1994 (2 pics) Janvier 1995 (3 pics) Février 1997 Février 1999 Mars 1999 (2 pics) Janvier 2004 (3 pics) Février 2016 Janvier 2018 Février 2020	Mai 1970 Avril 1983 Mai 1983 Mars 1988 Mars 2008 Mai/juin 2016

Tableau 6-5 : échantillons d'hydrogrammes de crues – Orne à Boncourt.

Au total, 26 événements sont retenus pour caractériser les hydrogrammes de crues de la Moselle à Rupt-sur-Moselle.

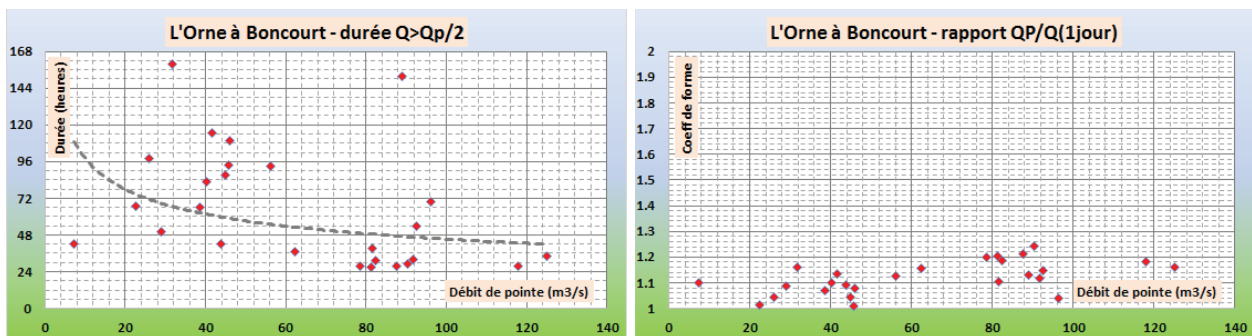


Figure 6-6 : durée caractéristique et coefficient de forme – Orne à Boncourt.

#### 6.3.1.1 Estimation de la durée caractéristique D

La Figure 6-6 présente la répartition des durées caractéristiques (en heures) en fonction du débit de pointe sur l'échantillon des 26 crues observées.

Les valeurs sont relativement dispersées, dans une fourchette de 24 à plus de 144 heures.

La valeur moyenne sur les 26 événements est de 65 heures.

Pour les fortes crues, la durée varie généralement entre 24 et 48 heures.

**Il est proposé de retenir comme durée caractéristique 1 jour.**



### 6.3.1.2 Estimation coefficient de forme $r_D$

La Figure 6-6 présente les coefficients de forme, sur la durée caractéristique, estimés sur l'échantillon de 26 crues.

La plupart des valeurs se situent entre 1,0 et 1,3. Pour la plus forte crue observée, le coefficient de forme est proche de 1,2.

La valeur moyenne est proche de 1,1.

**Il est proposé de retenir comme coefficient de forme (sur la durée 1 jour) la valeur de 1,2.**

### 6.3.1.3 Construction de l'hydrogramme moyen normé

L'hydrogramme moyen normé est construit en moyennant les hydrogrammes normés des 26 crues retenues :

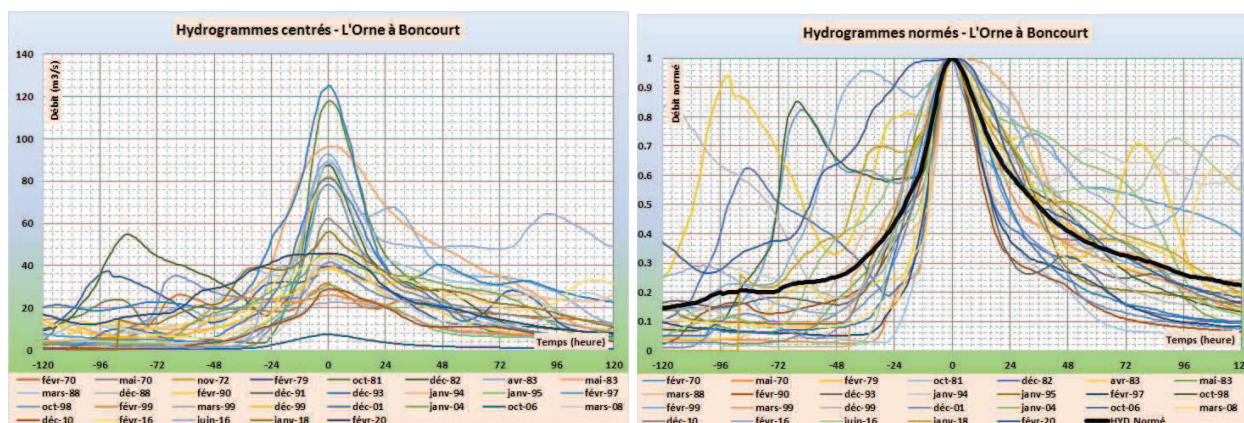


Figure 6-7 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Orne à Boncourt.

## 6.3.2 ANALYSE STATISTIQUE

### 6.3.2.1 Echantillonnage MAXAN

Les échantillons MAXAN et SUPSEUIL sont donnés dans les fiches en ANNEXE 6. Le Tableau 6-6 rappelle le nombre de valeurs de chaque échantillon.

A8071010	L'Orne à Boncourt	412 km <sup>2</sup>	Nb de valeurs	Nb de crues/an
	MAXAN		51	1,0
	SUPSEUIL		40	1,0

Tableau 6-6 : échantillonnage SUPSEUIL – Orne à Boncourt.

### 6.3.2.2 Résultats

Le graphe de la Figure 6-8 présente les résultats des ajustements statistiques à la station de Boncourt sur l'Orne :



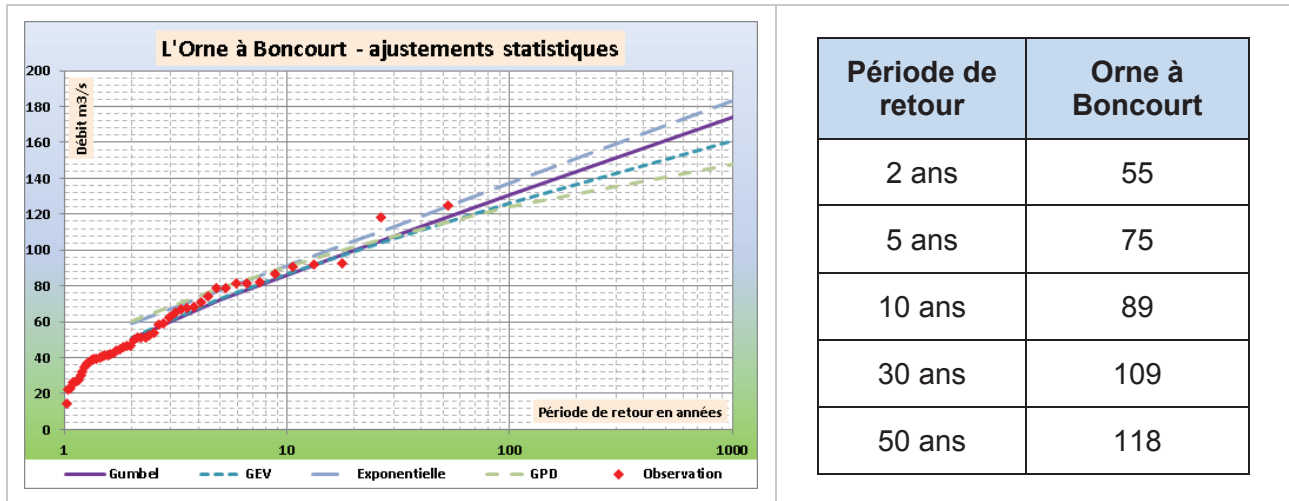


Figure 6-8 : ajustements statistiques – Orne à Boncourt.

Les quatre ajustements donnent des estimations assez proches pour les périodes de retour inférieures à 100 ans. L'adéquation des quatre lois d'ajustement est vérifiée par le test du KHI-2.

**Il est proposé de retenir la valeur moyenne des quatre ajustements pour chaque période de retour.**

### 6.3.3 ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE

#### 6.3.3.1 Choix de la période pivot

La Figure 6-8 ne montre pas de rupture nette dans l'alignement des débits observés.

**Il est proposé de retenir comme période pivot la période de retour 10 ans.**

#### 6.3.3.2 Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE

Le gradex des pluies pour l'application de la méthode est un gradex moyen calculé sur le bassin versant.

Le gradex des pluies journalières sur la période d'octobre à avril est ainsi estimé à 6,8 mm/j. L'ajustement à la loi de Gumbel est satisfaisant.

Le Tableau 6-7 présente les résultats de l'application des méthodes du GRADEX et AGREGEE.

Paramètres		
D	1 j	
Gradex pluies	6,8 mm/j	
$r_D$	1,20	
$T_{piv}$	10 ans	
Période de retour	GRADEX	AGREGEE
10 ans	89	89
30 ans	133	115
50 ans	153	131
100 ans	180	154
1000 ans	270	241

**Tableau 6-7 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGE ( $m^3/s$ ) – Orne à Boncourt.**

La méthode du GRADEX donne des valeurs supérieures, ce qui est attendu. Les écarts entre les deux méthodes sont de l'ordre de 11 à 17 %.

#### 6.3.4 SYNTHÈSE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE

Pour les périodes de retour inférieures à la période pivot, les estimations issues des ajustements statistiques sont retenues.

Le Tableau 6-8 récapitule les différentes estimations de débits à Boncourt :

Période de retour	GRADEX	AGREGEE	SHYREG	AZI 2000
2 ans	55	55	62	
5 ans	75	75	82	
10 ans	89	89	97	
30 ans	133	115		
50 ans	153	131	138	
100 ans	180	154	161	
1000 ans	270	241	268	

**Tableau 6-8 : synthèse des estimations de débits ( $m^3/s$ ) – Orne à Boncourt.**

La Figure 6-9 superpose les différentes estimations avec les observations :

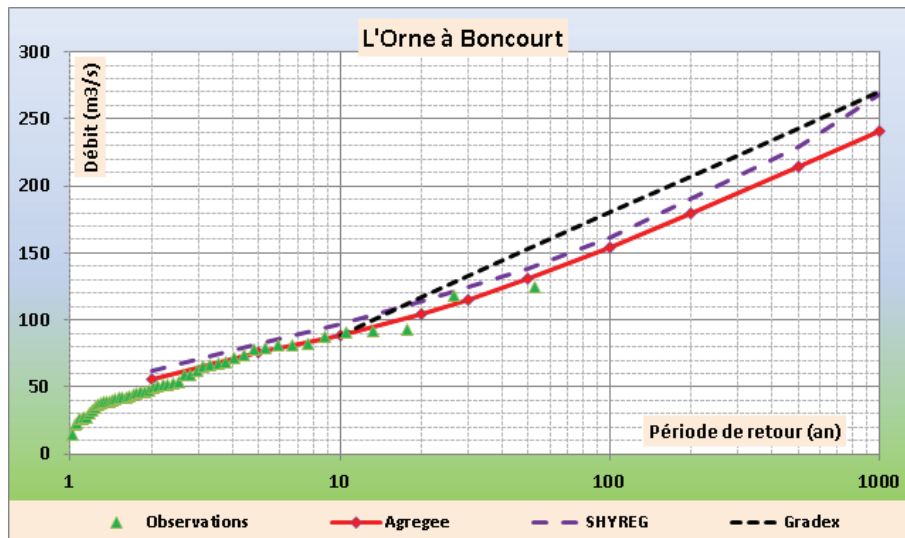


Figure 6-9 : comparaison avec la base SHYREG – Orne à Boncourt.

La base SHYREG donne des estimations des débits de crues intermédiaires entre les estimations issues du GRADEX ou de la méthode AGREGÉE.

Les estimations par la méthode AGREGÉE semblent mieux représenter la distribution des débits observés.

**Il est proposé de retenir les estimations issues de l'application de la méthode AGREGÉE pour la station de Boncourt sur l'Orne.**

## 6.4 A8182010 – L'YRON A JARNY (LA CARTOUCHERIE)

### 6.4.1 ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES

Le Tableau 6-9 récapitule les événements de crues observés pris en compte :

Crues d'automne fin de basses eaux	Crues d'hiver / hautes eaux		Crues de printemps fin de hautes eaux
	Avec dégel/neige crues de redoux	Sans dégel/neige dominante pluviale	
Novembre 1972 Octobre 1981 Oct/Nov. 1998	Décembre 1999 (3 pics)	Février 1970 Février 1979 Décembre 1982 (2 pics) Février 1990 Décembre 1993 (2 pics) Janvier 1994 (2 pics) Janvier 1995 (3 pics) Février 1997 Février 1999 Mars 1999 (2 pics)	Mai 1970 Avril 1983 Mai 1983 Mars 1988

Tableau 6-9 : échantillons d'hydrogrammes de crues – Yron à Jarny (La Cartoucherie).

Au total, 18 événements sont retenus pour caractériser les hydrogrammes de crues de l'Yron à Jarny (La Cartoucherie).

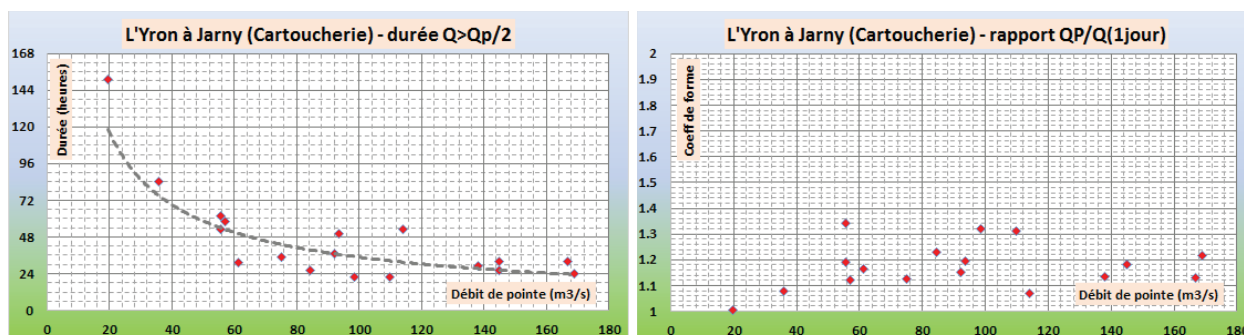


Figure 6-10 : durée caractéristique et coefficient de forme – Yron à Jarny (La Cartoucherie).

#### 6.4.1.1 Estimation de la durée caractéristique $D$

La Figure 6-10 présente la répartition des durées caractéristiques (en heures) en fonction du débit de pointe sur l'échantillon des 18 crues observées.

Les valeurs sont relativement dispersées, dans une fourchette de 24 à plus de 140 heures.

La valeur moyenne sur les 18 événements est de 46 heures.

Pour les fortes crues, la durée oscille autour de 24 heures.

**Il est proposé de retenir comme durée caractéristique 1 jour.**

#### 6.4.1.2 Estimation coefficient de forme $r_D$

La Figure 6-10 présente les coefficients de forme, sur la durée caractéristique, estimés sur l'échantillon de 18 crues.

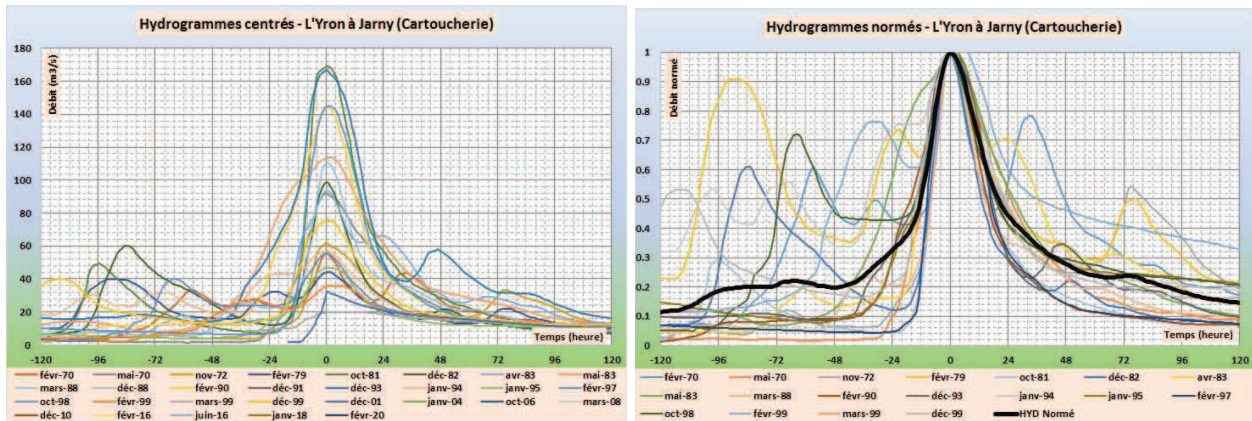
La plupart des valeurs se situent entre 1,1 et 1,4.

La valeur moyenne est proche de 1,2. Cette valeur apparaît représentative du coefficient de forme pour les plus fortes crues.

**Il est proposé de retenir comme coefficient de forme (sur la durée 1 jour) la valeur intermédiaire de 1,2.**

#### 6.4.1.3 Construction de l'hydrogramme moyen normé

L'hydrogramme moyen normé est construit en moyennant les hydrogrammes normés des 18 crues retenues :



**Figure 6-11 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Yron à Jarny (La Cartoucherie).**

### 6.4.2 ANALYSE STATISTIQUE

#### 6.4.2.1 Echantillonnage

Les échantillons MAXAN et SUPSEUIL sont donnés dans les fiches en ANNEXE 6. Le Tableau 6-10 rappelle le nombre de valeurs de chaque échantillon.

A8182010	L'Yron à Jarny [La Cartoucherie]	383 km <sup>2</sup>	Nb de valeurs	Nb de crues/an
	MAXAN		32	0,9
	SUPSEUIL		40	1,1

**Tableau 6-10 : taille des échantillons – Yron à Jarny (La Cartoucherie).**

#### 6.4.2.2 Résultats

Le graphe de la Figure 6-12 présente les résultats des ajustements statistiques à la station de Jarny-La Cartoucherie sur l'Yron :

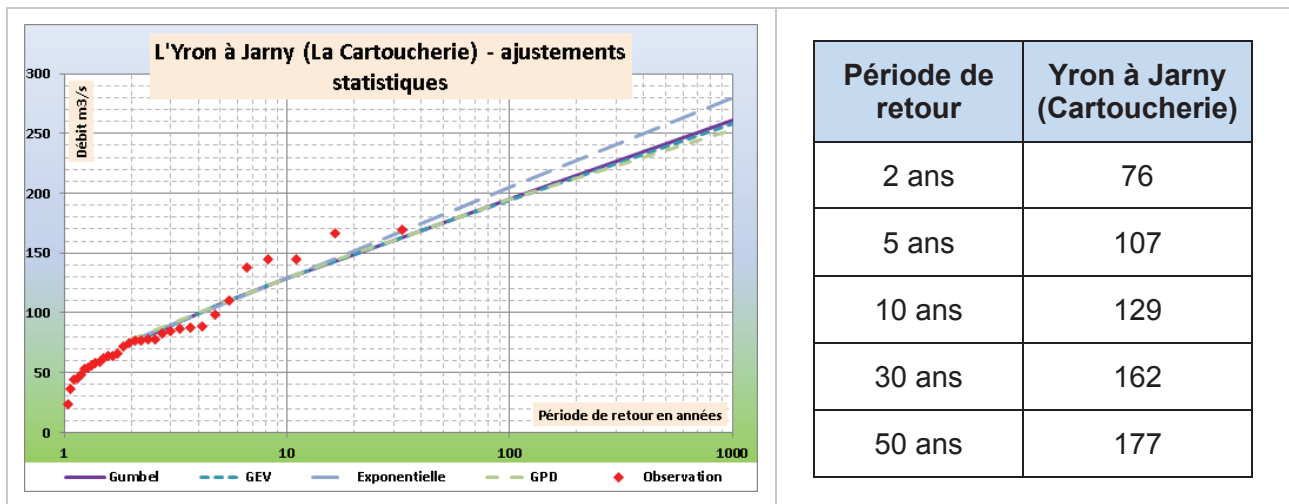


Figure 6-12 : ajustements statistiques – Yron à Jarny (La Cartoucherie).

L'adéquation des quatre lois d'ajustement est vérifiée par le test du KHI-2. Les ajustements sont néanmoins moyens. Les quatre lois donnent des estimations très proches.

**Il est proposé de retenir la moyenne des quatre ajustements.**

### 6.4.3 ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE

#### 6.4.3.1 Choix de la période pivot

La Figure 6-12 ne montre pas de rupture nette dans l'alignement des débits observés.

**Il est proposé de retenir comme période pivot la période de retour 10 ans.**

#### 6.4.3.2 Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE

Le gradex des pluies pour l'application de la méthode est un gradex moyen calculé sur le bassin versant.

Le gradex des pluies journalières sur la période d'octobre à avril est ainsi estimé à 7,7 mm/j. L'ajustement à la loi de Gumbel est satisfaisant.

Le Tableau 6-11 présente les résultats de l'application des méthodes du GRADEX et AGREGEE.



Paramètres		
D	1 j	
Gradex pluies	7,7 mm/j	
$r_D$	1,20	
$T_{piv}$	10 ans	
Période de retour	GRADEX	AGREGEE
10 ans	129	129
30 ans	175	165
50 ans	196	183
100 ans	225	210
1000 ans	319	302

**Tableau 6-11 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGE ( $m^3/s$ ) – Yron à Jarny (La Cartoucherie).**

La méthode du GRADEX donne des valeurs supérieures, ce qui est attendu. Les écarts entre les deux méthodes sont faibles, de l'ordre de 5 à 7 %.

#### 6.4.4 SYNTHÈSE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE

Pour les périodes de retour inférieures à la période pivot, les estimations issues des ajustements statistiques sont retenues.

Le Tableau 6-12 récapitule les différentes estimations de débits à Jarny (la Cartoucherie) sur l'Yron :

Période de retour	GRADEX	AGREGEE	SHYREG	AZI 2000
2 ans	76	76	92	
5 ans	107	107	119	
10 ans	129	129	142	
30 ans	175	165		
50 ans	196	183	210	
100 ans	225	210	248	
1000 ans	319	302	419	

**Tableau 6-12 : synthèse des estimations de débits ( $m^3/s$ ) – Yron à Jarny (La Cartoucherie).**

La Figure 6-13 superpose les différentes estimations avec les observations :

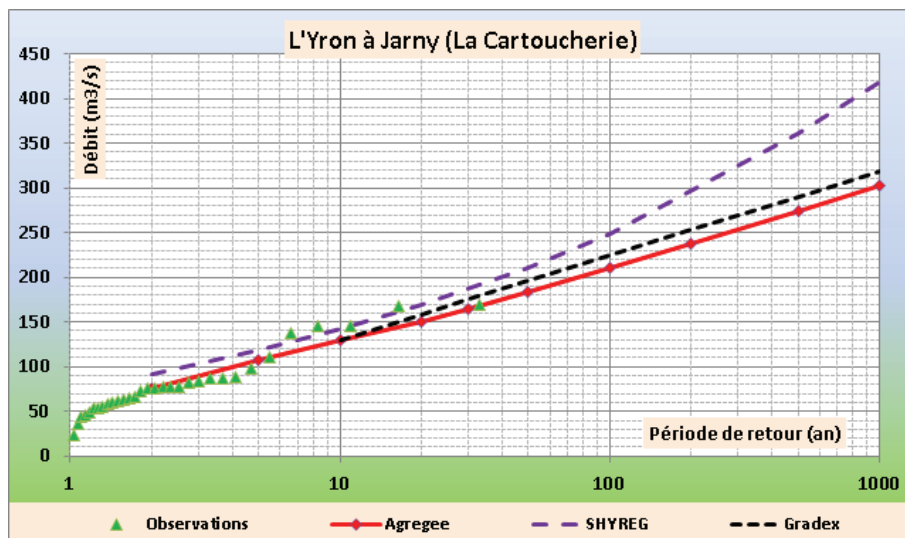


Figure 6-13 : comparaison avec la base SHYREG – Yron à Jarny (La Cartoucherie).

La base SHYREG donne des estimations des débits de crues supérieures aux deux autres méthodes.

Les estimations par la méthode AGREGÉE semblent mieux représenter la distribution des débits observés.

**Il est proposé de retenir les estimations issues de l'application de la méthode AGREGÉE pour la station de Jarny (la Cartoucherie) sur l'Yron.**

#### 6.4.5 COMPLEMENT

Dans le cadre de ses modélisations hydrauliques sur le bassin versant de l'Orne et ses affluents, le Syndicat Mixte Moselle Aval a mis en évidence l'influence de l'Orne en crues sur les niveaux d'eau observés à la station de Jarny sur l'Yron. Compte tenu de cette influence, les débits de crues observés de l'Yron à Jarny pourraient être significativement sur-estimés.

**En conséquence, les résultats obtenus à partir des observations à la station de Jarny sur l'Yron ne sont pas retenus dans la suite. L'estimation des débits de l'Yron à Jarny repose sur l'utilisation des chroniques de débits reconstitués par modélisation pluie-débit.**

## 6.5 A8322010 – LE WOIGOT À BRIEY

### 6.5.1 ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES

Le Tableau 6-13 récapitule les évènements de crues observés pris en compte :

Crues d'automne fin de basses eaux	Crues d'hiver / hautes eaux		Crues de printemps fin de hautes eaux
	Avec dégel/neige crues de redoux	Sans dégel/neige dominante pluviale	
Novembre 1972 Octobre 1981 Oct/Nov. 1998	Décembre 1999 (3 pics) Décembre 2001 Décembre 2010	Février 1970 Février 1979 Décembre 1982 (2 pics) Février 1990 Décembre 1993 (2 pics) Janvier 1994 (2 pics) Janvier 1995 (3 pics) Février 1997 Février 1999 Janvier 2004 (3 pics) Février 2016 Janvier 2018 Février 2020	Mai 1970 Avril 1983 Mai 1983 Mars 1988 Mars 2008 Mai/juin 2016

Tableau 6-13 : échantillons d'hydrogrammes de crues – Woigot à Briey.

Au total, 25 évènements sont retenus pour caractériser les hydrogrammes de crues du Woigot à Briey.

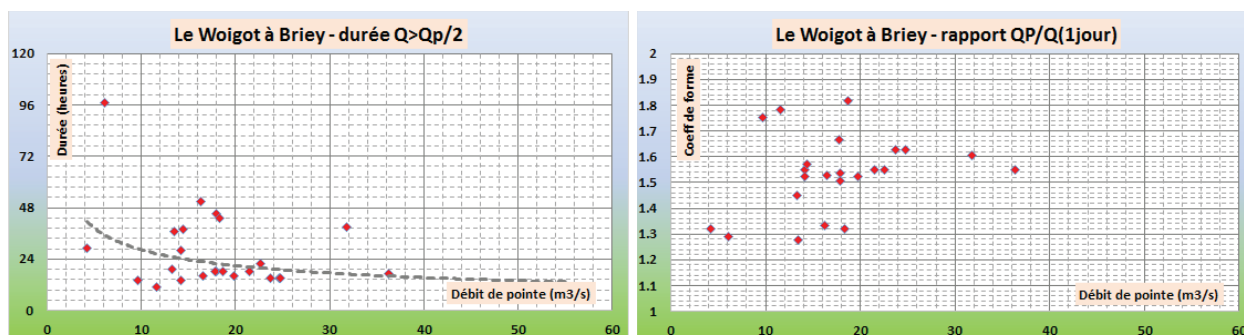


Figure 6-14 : durée caractéristique et coefficient de forme – Woigot à Briey.

#### 6.5.1.1 Estimation de la durée caractéristique D

La Figure 6-14 présente la répartition des durées caractéristiques (en heures) en fonction du débit de pointe sur l'échantillon des 25 crues observées.

Les valeurs sont relativement dispersées, dans une fourchette de 10 à plus de 48 heures.

La valeur moyenne sur les 25 évènements est de 26 heures.

Pour les fortes crues, la durée est un peu inférieure à 24 heures.

**Il est proposé de retenir comme durée caractéristique 1 jour.**

### 6.5.1.2 Estimation coefficient de forme $r_D$

La Figure 6-14 présente les coefficients de forme, sur la durée caractéristique, estimés sur l'échantillon de 25 crues.

La plupart des valeurs se situent entre 1,3 et 1,8.

La valeur moyenne est proche de 1,6. Cette valeur apparaît représentative du coefficient de forme pour les plus fortes crues.

**Il est proposé de retenir comme coefficient de forme (sur la durée 1 jour) la valeur intermédiaire de 1,6.**

### 6.5.1.3 Construction de l'hydrogramme moyen normé

L'hydrogramme moyen normé est construit en moyennant les hydrogrammes normés des 25 crues retenues :

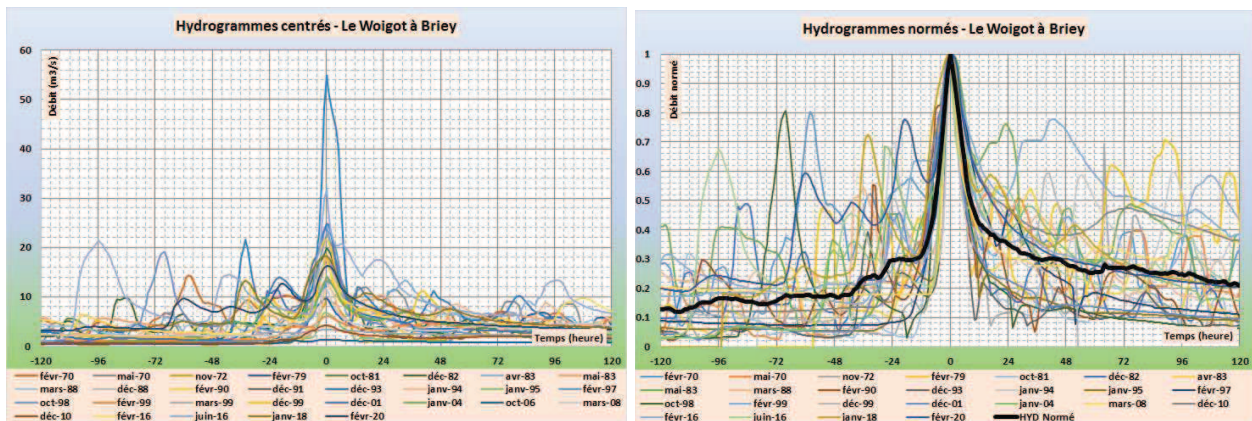


Figure 6-15 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Woigot à Briey

## 6.5.2 ANALYSE STATISTIQUE

### 6.5.2.1 Echantillonnage

Les échantillons MAXAN et SUPSEUIL sont donnés dans les fiches en ANNEXE 6. Le Tableau 6-14 rappelle le nombre de valeurs de chaque échantillon.

A8322010	Le Woigot à Briey	76 km <sup>2</sup>	Nb de valeurs	Nb de crues/an
	MAXAN		53	1,0
	SUPSEUIL		82	1,6

Tableau 6-14 : taille des échantillons – Woigot à Briey.

### 6.5.2.2 Résultats

Le graphe de la Figure 6-16 présente les résultats des ajustements statistiques à la station de Briey sur le Woigot :

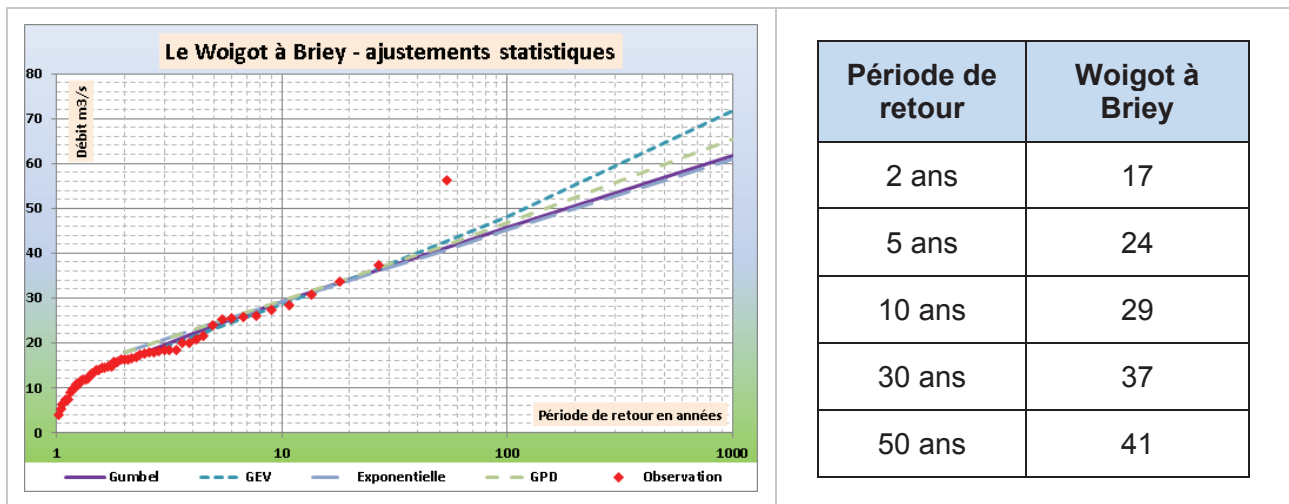


Figure 6-16 : ajustements statistiques – Woigot à Briey.

L'adéquation des quatre lois d'ajustement est vérifiée par le test du KHI-2. Les quatre lois donnent des estimations très proches.

**Il est proposé de retenir la moyenne des quatre ajustements.**

### 6.5.3 ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE

#### 6.5.3.1 Choix de la période pivot

La Figure 6-16 ne montre pas de rupture nette dans l'alignement des débits observés hormis la crue de décembre 1993 qui s'écarte assez nettement du reste de la distribution.

**Il est proposé de retenir comme période pivot la période de retour 10 ans.**

#### 6.5.3.2 Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE

Le gradex des pluies pour l'application de la méthode est un gradex moyen calculé sur le bassin versant.

Le gradex des pluies journalières sur la période d'octobre à avril est ainsi estimé à 7,6 mm/j. L'ajustement à la loi de Gumbel est satisfaisant.

Le Tableau 6-15 présente les résultats de l'application des méthodes du GRADEX et AGREGEE.

Paramètres		
D	1 j	
Gradex pluies	7,6 mm/j	
$r_D$	1,60	
$T_{piv}$	10 ans	
Période de retour	GRADEX	AGREGEE
10 ans	29	29
30 ans	40	38
50 ans	45	42
100 ans	52	49
1000 ans	74	71

Tableau 6-15 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGE ( $m^3/s$ ) – Woigot à Briey.

La méthode du GRADEX donne des valeurs supérieures, ce qui est attendu. Les écarts entre les deux méthodes sont faibles, de l'ordre de 5 à 6 %.

#### 6.5.4 SYNTHÈSE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE

Pour les périodes de retour inférieures à la période pivot, les estimations issues des ajustements statistiques sont retenues.

Le Tableau 6-16 récapitule les différentes estimations de débits à Briey sur le Woigot :

Période de retour	GRADEX	AGREGEE	SHYREG	AZI 2000
2 ans	17	17	16	
5 ans	24	24	21	
10 ans	29	29	25	
30 ans	40	38		
50 ans	45	42	38	
100 ans	52	49	45	
1000 ans	74	71	80	

Tableau 6-16 : synthèse des estimations de débits ( $m^3/s$ ) – Woigot à Briey.

La Figure 6-17 superpose les différentes estimations avec les observations :



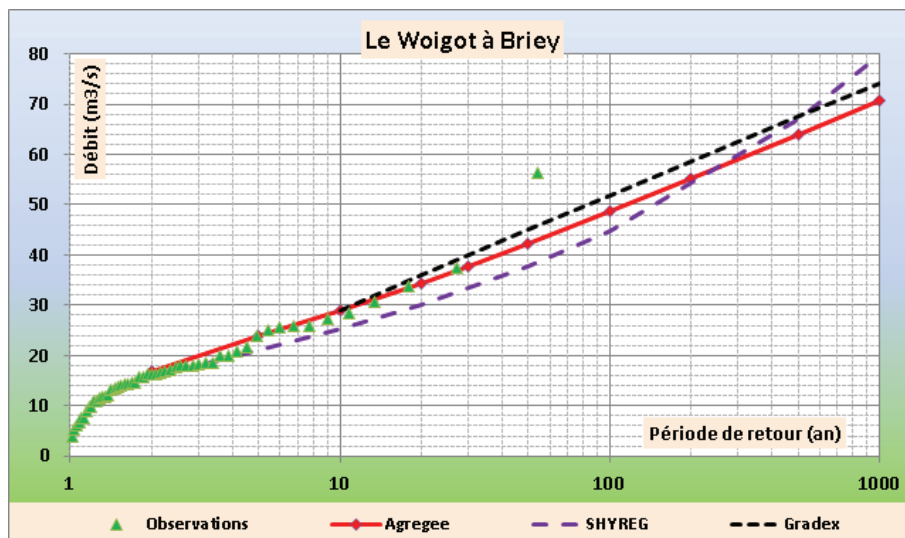


Figure 6-17 : comparaison avec la base SHYREG – Woigot à Briey.

Les trois méthodes fournissent des estimations des débits de crues du Woigot à Briey assez proches.

Les estimations par la méthode AGREGEE semblent mieux représenter la distribution des débits observés.

**Il est proposé de retenir les estimations issues de l'application de la méthode AGREGEE pour la station de Briey sur le Woigot.**

## 6.6 A8431010 – L'ORNE A ROSSELANGE

### 6.6.1 ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES

Le Tableau 6-17 récapitule les évènements de crues observés pris en compte :

Crues d'automne fin de basses eaux	Crues d'hiver / hautes eaux		Crues de printemps fin de hautes eaux
	Avec dégel/neige crues de redoux	Sans dégel/neige dominante pluviale	
Novembre 1972 Octobre 1981 Oct/Nov. 1998 Octobre 2006	Décembre 1999 (3 pics) Décembre 2001 Décembre 2010	Février 1970 Février 1979 Décembre 1982 (2 pics) Février 1990 Décembre 1993 (2 pics) Janvier 1994 (2 pics) Janvier 1995 (3 pics) Février 1997 Février 1999 Mars 1999 (2 pics) Janvier 2004 (3 pics) Février 2016 Janvier 2018 Février 2020	Mai 1970 Avril 1983 Mai 1983 Mars 1988 Mars 2008 Mai/juin 2016

Tableau 6-17 : échantillons d'hydrogrammes de crues – Orne à Rosselange.

Au total, 27 évènements sont retenus pour caractériser les hydrogrammes de crues de l'Orne à Rosselange.

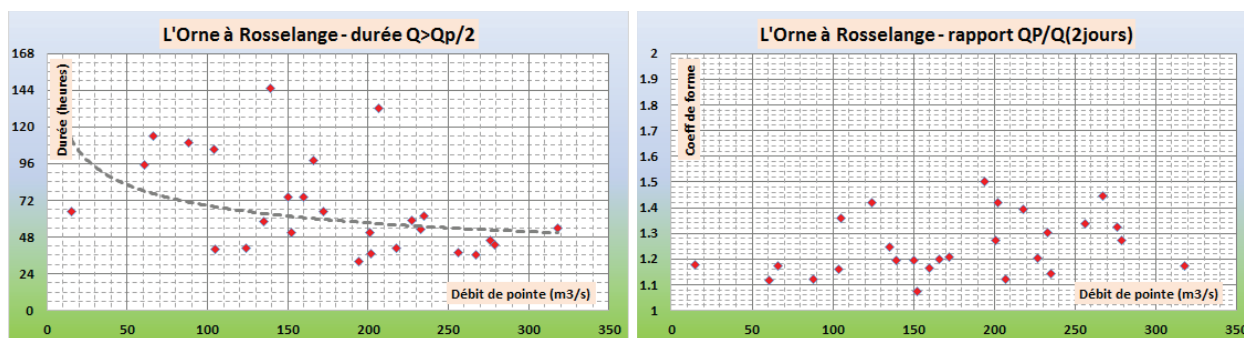


Figure 6-18 : durée caractéristique et coefficient de forme – Orne à Rosselange.

#### 6.6.1.1 Estimation de la durée caractéristique D

La Figure 6-18 présente la répartition des durées caractéristiques (en heures) en fonction du débit de pointe sur l'échantillon des 27 crues observées.

Les valeurs sont relativement dispersées, dans une fourchette de 32 à plus de 144 heures.

La valeur moyenne sur les 27 évènements est de 64 heures.

Pour les fortes crues, la durée oscille autour de 48 heures.

**Il est proposé de retenir comme durée caractéristique 2 jours.**

### 6.6.1.2 Estimation coefficient de forme $r_D$

La Figure 6-18 présente les coefficients de forme, sur la durée caractéristique, estimés sur l'échantillon de 27 crues.

La plupart des valeurs se situent entre 1,1 et 1,5.

La valeur moyenne est proche de 1,25. Cette valeur n'apparaît pas représentative du coefficient de forme pour les plus fortes crues.

**Il est proposé de retenir comme coefficient de forme (sur la durée 2 jours) la valeur intermédiaire de 1,4.**

### 6.6.1.3 Construction de l'hydrogramme moyen normé

L'hydrogramme moyen normé est construit en moyennant les hydrogrammes normés des 23 crues retenues :

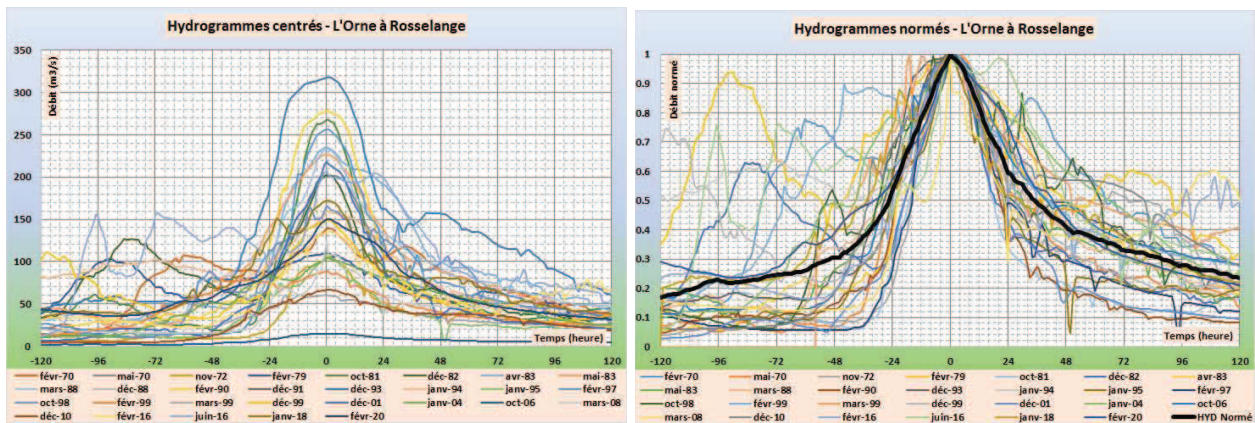


Figure 6-19 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Orne à Rosselange.

## 6.6.2 ANALYSE STATISTIQUE

### 6.6.2.1 Echantillonnage MAXAN

Les échantillons MAXAN et SUPSEUIL sont donnés dans les fiches en ANNEXE 6. Le Tableau 6-18 rappelle le nombre de valeurs de chaque échantillon.

A8431010	L'Orne à Rosselange	1 226 km <sup>2</sup>	Nb de valeurs	Nb de crues/an
	MAXAN		50	1,0
	SUPSEUIL		53	1,0

Tableau 6-18 : taille des échantillons – Orne à Rosselange.

### 6.6.2.2 Résultats

Le graphe de la Figure 6-20 présente les résultats des ajustements statistiques à la station de Rosselange sur l'Orne :

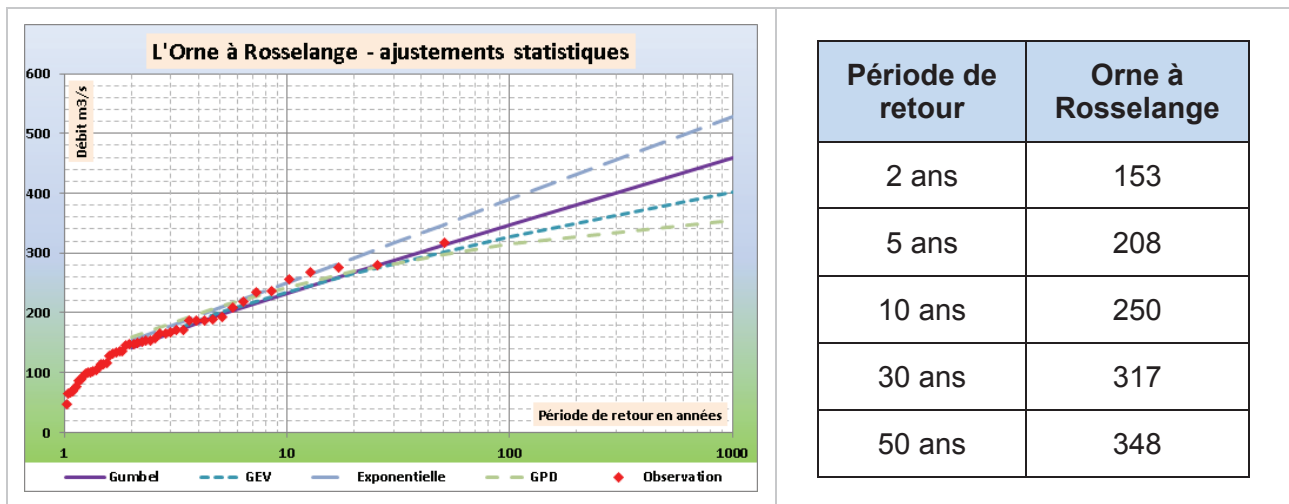


Figure 6-20 : ajustements statistiques – Orne à Rosselange.

L'adéquation des quatre lois d'ajustement est vérifiée par le test du KHI-2. La loi exponentielle fournit des estimations supérieures aux trois autres lois. Cette loi semble néanmoins mieux représenter la distribution des observations.

**Il est proposé de retenir les valeurs issues de l'ajustement à la loi exponentielle.**

### 6.6.3 ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE

#### 6.6.3.1 Choix de la période pivot

La Figure 6-20 ne montre pas de rupture nette dans l'alignement des débits observés.

**Il est proposé de retenir comme période pivot la période de retour 10 ans.**

#### 6.6.3.2 Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE

Le gradex des pluies pour l'application de la méthode est un gradex moyen calculé sur le bassin versant.

Le gradex des pluies journalières sur la période d'octobre à avril est ainsi estimé à 10,2 mm/2j. L'ajustement à la loi de Gumbel est satisfaisant.

Le Tableau 6-19 présente les résultats de l'application des méthodes du GRADEX et AGREGEE.

Paramètres		
D	2 j	
Gradex pluies	6,8 mm/2j	
$r_D$	1,40	
$T_{piv}$	10 ans	
Période de retour	GRADEX	AGREGEE
10 ans	250	250
30 ans	365	318
50 ans	417	359
100 ans	488	419
1000 ans	721	643

**Tableau 6-19 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGE ( $m^3/s$ ) – Orne à Rosselange.**

La méthode du GRADEX donne des valeurs supérieures, ce qui est attendu. Les écarts entre les deux méthodes sont de l'ordre de 11 à 16 %.

#### 6.6.4 SYNTHÈSE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE

Pour les périodes de retour inférieures à la période pivot, les estimations issues des ajustements statistiques sont retenues.

Le Tableau 6-20 récapitule les différentes estimations de débits à Rosselange :

Période de retour	GRADEX	AGREGEE	SHYREG	AZI 2000
2 ans	153	153	175	178
5 ans	208	208	226	
10 ans	250	250	268	305
30 ans	365	318		
50 ans	417	359	380	
100 ans	488	419	439	432
1000 ans	721	643	716	

**Tableau 6-20 : synthèse des estimations de débits ( $m^3/s$ ) – Orne à Rosselange.**

La Figure 6-21 superpose les différentes estimations avec les observations :

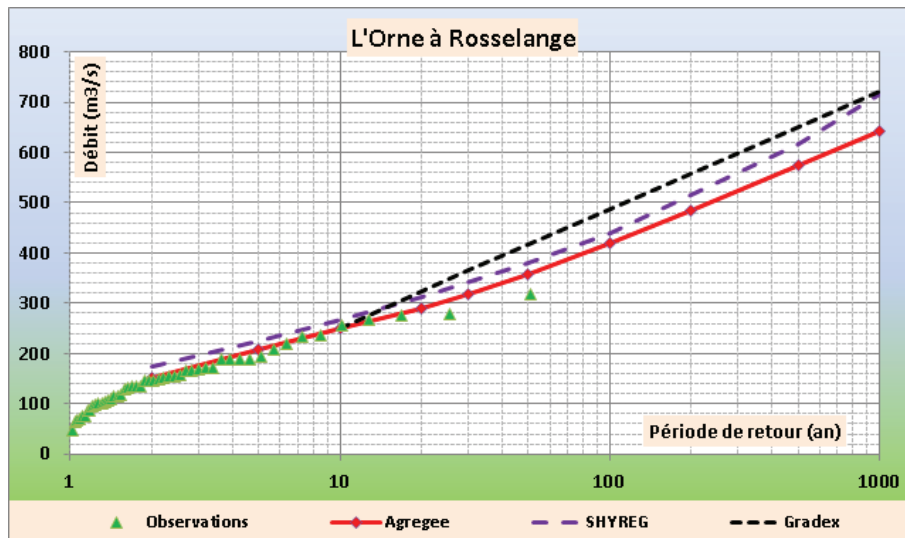


Figure 6-21 : comparaison avec la base SHYREG – Orne à Rosselange.

La base SHYREG donne des estimations des débits de crues intermédiaires entre les estimations issues du GRADEX ou de la méthode AGREGÉE.

Les estimations par la méthode AGREGÉE semblent mieux représenter la distribution des débits observés.

**Il est proposé de retenir les estimations issues de l'application de la méthode AGREGÉE pour la station de Rosselange sur l'Orne.**

Le débit de crue centennale ainsi estimé est très proche des estimations de l'AZI de 2000.



## 7 AFFLUENTS DE LA MOSELLE AVAL

### 7.1 A7122010 – LE RUISSEAU D'ESCH A JEZAINVILLE

#### 7.1.1 ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES

Le Tableau 7-1 récapitule les événements de crues observés pris en compte :

Crues d'automne fin de basses eaux	Crues d'hiver / hautes eaux		Crues de printemps fin de hautes eaux
	Avec dégel/neige crues de redoux	Sans dégel/neige dominante pluviale	
Novembre 1972 Octobre 2006	Décembre 1999 (3 pics) Décembre 2001 Décembre 2010	Février 1979 Décembre 1982 (2 pics) Décembre 1988 Février 1990 Décembre 1991 Décembre 1993 (2 pics) Janvier 1994 (2 pics) Janvier 1995 (3 pics) Février 1997 Janvier 2004 (3 pics) Janvier 2018 Février 2020	Avril 1983 Mai 1983

Tableau 7-1 : échantillons d'hydrogrammes de crues – Esch à Jézainville.

Au total, 19 événements sont retenus pour caractériser les hydrogrammes de crues du ruisseau d'Esch à Jézainville.

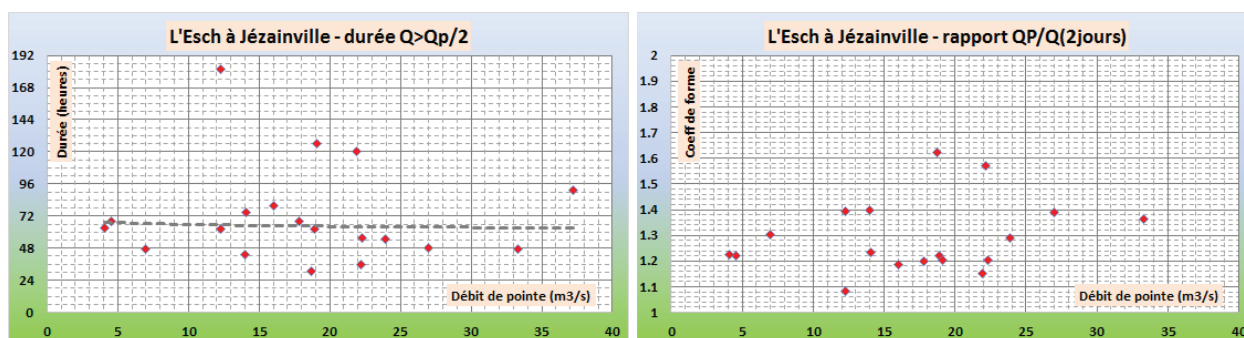


Figure 7-1 : durée caractéristique et coefficient de forme – Esch à Jézainville.

#### 7.1.1.1 Estimation de la durée caractéristique D

La Figure 7-1 présente la répartition des durées caractéristiques (en heures) en fonction du débit de pointe sur l'échantillon des 19 crues observées.

Les valeurs sont relativement dispersées, dans une fourchette de 36 à plus de 120 heures.

La valeur moyenne sur les 19 événements est de 72 heures.

Pour les fortes crues, hormis la crue de mai 1983 (90 heures), la durée oscille autour de 48 heures.

**Il est proposé de retenir comme durée caractéristique 2 jours.**

### 7.1.1.2 Estimation coefficient de forme $r_D$

La Figure 7-1 présente les coefficients de forme, sur la durée caractéristique, estimés sur l'échantillon de 19 crues.

La plupart des valeurs se situent entre 1,1 et 1,6. Pour les plus fortes crues, hormis mai 1983 (1,1), la valeur du coefficient de forme est de l'ordre de 1,4.

La valeur moyenne est proche de 1,3.

**Il est proposé de retenir comme coefficient de forme (sur la durée 2 jours) la valeur intermédiaire de 1,4.**

### 7.1.1.3 Construction de l'hydrogramme moyen normé

L'hydrogramme moyen normé est construit en moyennant les hydrogrammes normés des 17 crues retenues :

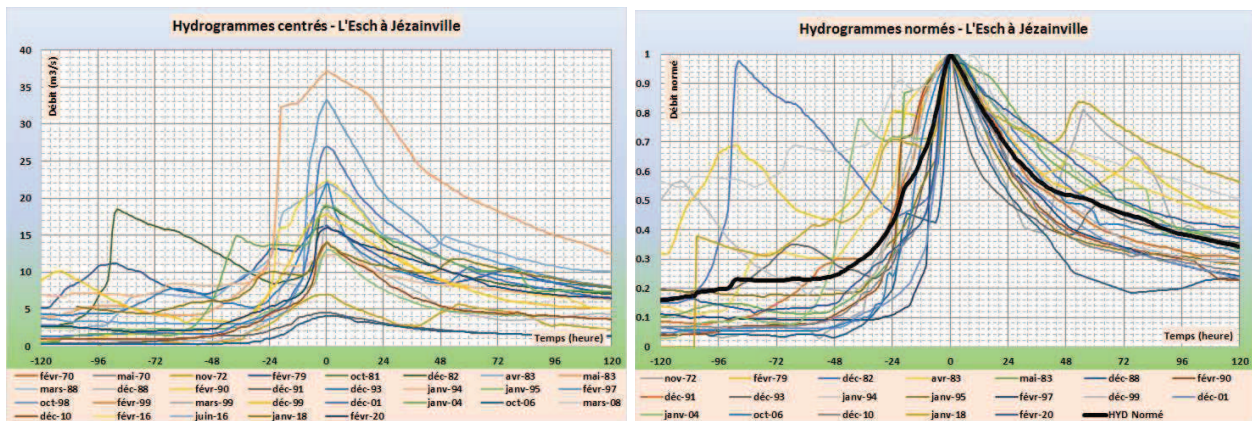


Figure 7-2 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Esch à Jézainville.

## 7.1.2 ANALYSE STATISTIQUE

### 7.1.2.1 Echantillonnage

Les échantillons MAXAN et SUPSEUIL sont donnés en ANNEXE 7. Le Tableau 7-2 rappelle le nombre de valeurs de chaque échantillon.

A7122010	L'Esch à Jézainville	231 km <sup>2</sup>	Nb de valeurs	Nb de crues/an
	MAXAN		50	1,0
	SUPSEUIL		56	1,2

Tableau 7-2 : taille des échantillons – Esch à Jézainville.

### 7.1.2.2 Résultats

Le graphe de la Figure 7-3 présente les résultats des ajustements statistiques à la station de Jézainville sur le ruisseau d'Esch :

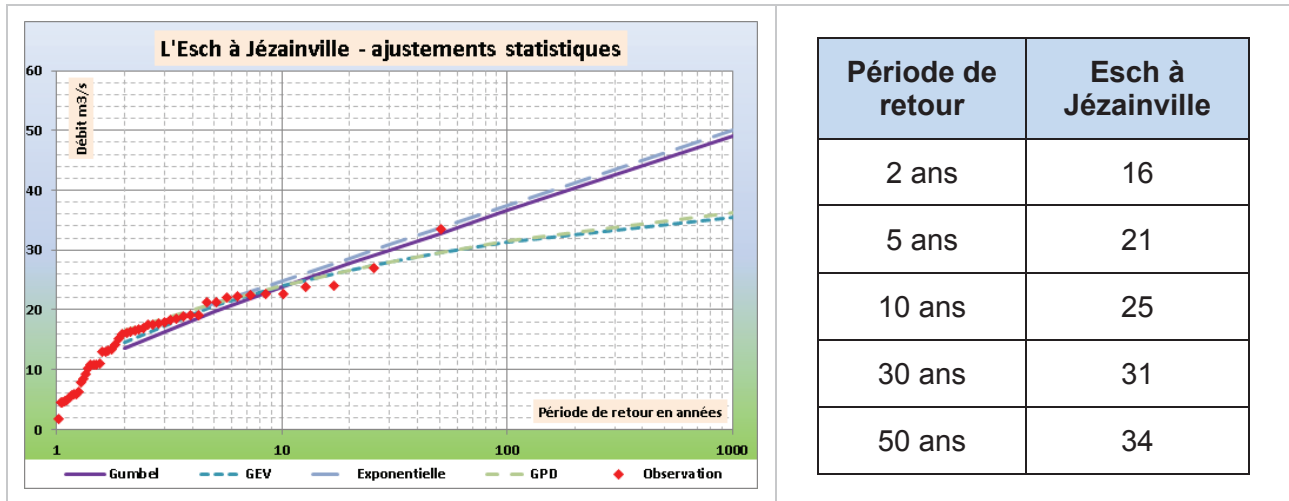


Figure 7-3 : ajustements statistiques – Esch à Jézainville.

L'adéquation de la loi de Gumbel n'est pas vérifiée par le test du KHI-2. La loi exponentielle fournit des estimations supérieures aux deux autres lois. Cette loi semble néanmoins mieux représenter la distribution des observations.

**Il est proposé de retenir les valeurs issues de l'ajustement à la loi exponentielle.**

### 7.1.3 ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE

#### 7.1.3.1 Choix de la période pivot

La Figure 7-3 montre une rupture dans l'alignement des débits observés autour de la période de retour 20 ans.

**Il est proposé de retenir comme période pivot la période de retour 20 ans.**

#### 7.1.3.2 Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE

Le gradex des pluies pour l'application de la méthode est un gradex moyen calculé sur le bassin versant.

Le gradex des pluies journalières sur la période d'octobre à avril est ainsi estimé à 10,8 mm/2j. L'ajustement à la loi de Gumbel est satisfaisant.

Le Tableau 7-3 présente les résultats de l'application des méthodes du GRADEX et AGREGEE.

Paramètres		
D	2 j	
Gradex pluies	10,8 mm/2j	
$r_D$	1,40	
$T_{piv}$	20 ans	
Période de retour	GRADEX	AGREGEE
20 ans	29	29
30 ans	37	31
50 ans	47	35
100 ans	62	43
1000 ans	108	82

Tableau 7-3 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGE ( $m^3/s$ ) – Esch à Jézainville.

La méthode du GRADEX donne des valeurs supérieures, ce qui est attendu. Les écarts entre les deux méthodes sont de l'ordre de 11 à 16 %.

#### 7.1.4 SYNTHÈSE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE

Pour les périodes de retour inférieures à la période pivot, les estimations issues des ajustements statistiques sont retenues.

Le Tableau 7-4 récapitule les différentes estimations de débits à Jézainville :

Période de retour	GRADEX	AGREGEE	SHYREG	AZI 2000
2 ans	16	16	17	18
5 ans	21	21	24	
10 ans	25	25	31	28
30 ans	37	31		
50 ans	47	35	49	
100 ans	62	43	58	40
1000 ans	108	82	108	

Tableau 7-4 : synthèse des estimations de débits ( $m^3/s$ ) – Esch à Jézainville.

La Figure 7-4 superpose les différentes estimations avec les observations :

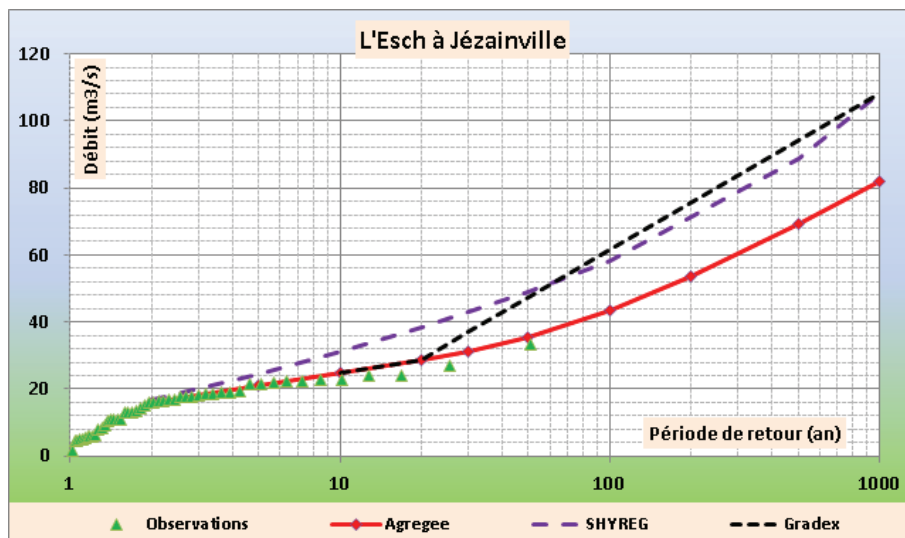


Figure 7-4 : comparaison avec la base SHYREG – Esch à Jézainville.

La base SHYREG donne des estimations des débits de crues intermédiaires entre les estimations issues du GRADEX ou de la méthode AGREGÉE.

Les estimations par la méthode AGREGÉE semblent mieux représenter la distribution des débits observés.

**Il est proposé de retenir les estimations issues de l'application de la méthode AGREGÉE pour la station de Jézainville sur le ruisseau d'Esch.**

Le débit de crue centennale ainsi estimé est très proches des estimations de l'AZI de 2000.

## 7.2 A7352010 – LE RUPT DE MAD A ONVILLE

### 7.2.1 ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES

Le Tableau 7-5 récapitule les événements de crues observés pris en compte :

Crues d'automne fin de basses eaux	Crues d'hiver / hautes eaux		Crues de printemps fin de hautes eaux
	Avec dégel/neige crues de redoux	Sans dégel/neige dominante pluviale	
Novembre 1972 Oct/Nov. 1998 Octobre 2006	Décembre 1999 (3 pics) Décembre 2001 Décembre 2010	Février 1970 Février 1979 Décembre 1982 (2 pics) Décembre 1988 Février 1990 Décembre 1991 Décembre 1993 (2 pics) Janvier 1994 (2 pics) Janvier 1995 (3 pics) Février 1997 Février 1999 Mars 1999 (2 pics) Janvier 2004 (3 pics) Janvier 2018 Février 2020	Mai 1970 Avril 1983 Mai 1983

Tableau 7-5 : échantillons d'hydrogrammes de crues – Rupt de Mad à Onville.

Au total, 24 événements sont retenus pour caractériser les hydrogrammes de crues du Rupt-de-Mad à Onville.

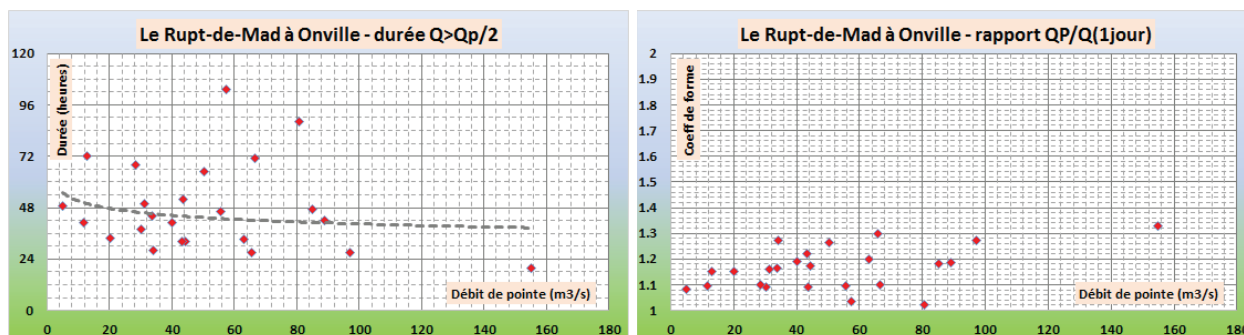


Figure 7-5 : durée caractéristique et coefficient de forme – Rupt de Mad à Onville.

#### 7.2.1.1 Estimation de la durée caractéristique D

La Figure 7-5 présente la répartition des durées caractéristiques (en heures) en fonction du débit de pointe sur l'échantillon des 24 crues observées.

Les valeurs sont relativement dispersées. La plupart sont néanmoins comprises entre 24 et 48 heures. Pour la plus forte crue observée (mai 1970), la durée caractéristique est estimée à 20 heures.

La valeur moyenne sur les 24 événements est de 48 heures.

**Il est proposé de retenir comme durée caractéristique 1 jour.**



### 7.2.1.2 Estimation coefficient de forme $r_D$

La Figure 7-5 présente les coefficients de forme, sur la durée caractéristique, estimés sur l'échantillon de 24 crues :

La plupart des valeurs se situent entre 1,0 et 1,4. Pour les plus fortes crues, la valeur du coefficient de forme oscille autour de 1,3.

La valeur moyenne est proche de 1,15.

**Il est proposé de retenir comme coefficient de forme (sur la durée 1 jour) la valeur intermédiaire de 1,3.**

### 7.2.1.3 Construction de l'hydrogramme moyen normé

L'hydrogramme moyen normé est construit en moyennant les hydrogrammes normés des 24 crues retenues :

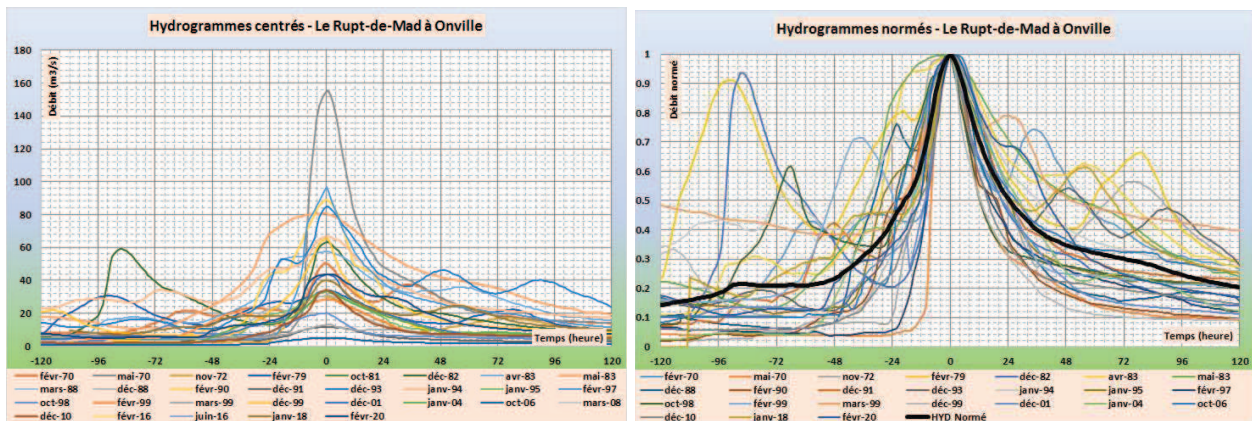


Figure 7-6 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Rupt de Mad à Onville.

## 7.2.2 ANALYSE STATISTIQUE

### 7.2.2.1 Echantillonnage

Les échantillons MAXAN et SUPSEUIL sont donnés en ANNEXE 7. Le Tableau 7-6 rappelle le nombre de valeurs de chaque échantillon.

A7352010	Le Rupt de Mad à Onville	358 km <sup>2</sup>	Nb de valeurs	Nb de crues/an
	MAXAN		56	1,0
	SUPSEUIL		58	1,2

Tableau 7-6 : taille des échantillons – Rupt de Mad à Onville.

### 7.2.2.2 Résultats

Le graphe de la Figure 7-7 présente les résultats des ajustements statistiques à la station d'Onville sur le Rupt de Mad :

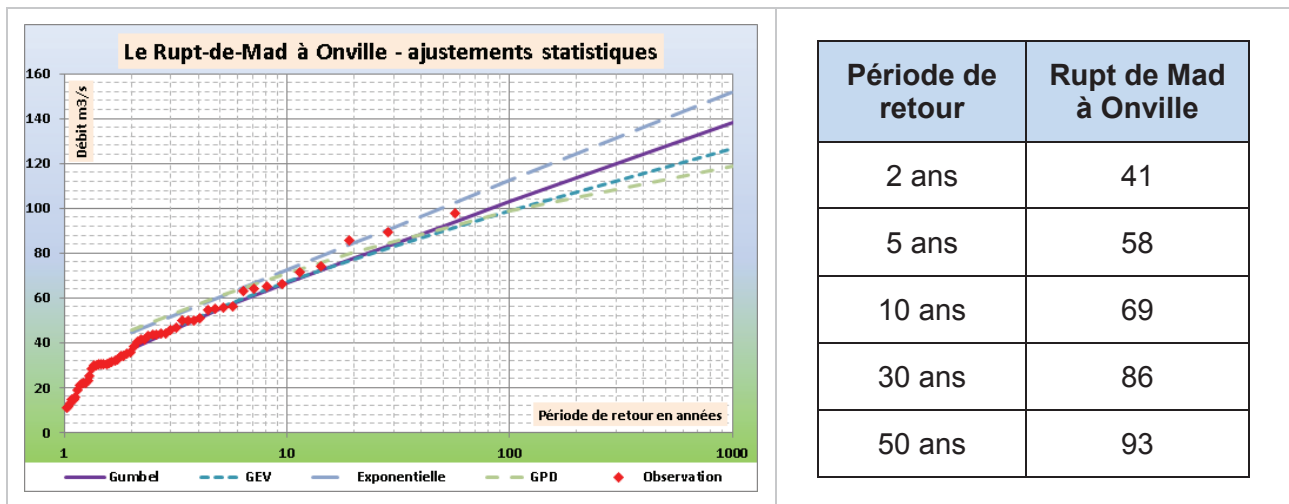


Figure 7-7 : ajustements statistiques – Rupt de Mad à Onville.

L'adéquation des quatre lois est vérifiée par le test du KHI-2. Les résultats sont assez proches.

**Il est proposé de retenir la moyenne des quatre lois pour chaque période de retour.**

### 7.2.3 ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE

#### 7.2.3.1 Choix de la période pivot

La Figure 7-7 montre une légère rupture dans l'alignement des débits observés autour de la période de retour 20 ans. Cette rupture est moins nette qu'à la station voisine de Jézainville sur le ruisseau d'Esch.

**Il est proposé de retenir comme période pivot la période de retour 20 ans.**

#### 7.2.3.2 Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE

Le gradex des pluies pour l'application de la méthode est un gradex moyen calculé sur le bassin versant.

Le gradex des pluies journalières sur la période d'octobre à avril est ainsi estimé à 8,1 mm/j. L'ajustement à la loi de Gumbel est satisfaisant.

Le Tableau 7-7 présente les résultats de l'application des méthodes du GRADEX et AGREGEE.

Paramètres		
D	1 j	
Gradex pluies	8,1 mm/j	
$r_D$	1,30	
$T_{piv}$	20 ans	
Période de retour	GRADEX	AGREGEE
20 ans	80	80
30 ans	98	87
50 ans	120	98
100 ans	151	118
1000 ans	251	206

**Tableau 7-7 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGE ( $m^3/s$ ) – Rupt de Mad à Onville.**

La méthode du GRADEX donne des valeurs supérieures, ce qui est attendu. Les écarts entre les deux méthodes sont de l'ordre de 20 à 28 %.

#### 7.2.4 SYNTHÈSE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE

Pour les périodes de retour inférieures à la période pivot, les estimations issues des ajustements statistiques sont retenues.

Le Tableau 7-8 récapitule les différentes estimations de débits à Onville :

Période de retour	GRADEX	AGREGEE	SHYREG	AZI 2000
2 ans	41	41	47	41
5 ans	58	58	64	
10 ans	69	69	77	88
30 ans	98	87		
50 ans	120	98	114	
100 ans	151	118	134	125
1000 ans	251	206	236	

**Tableau 7-8 : synthèse des estimations de débits ( $m^3/s$ ) – Rupt de Mad à Onville.**

La Figure 7-8 superpose les différentes estimations avec les observations :

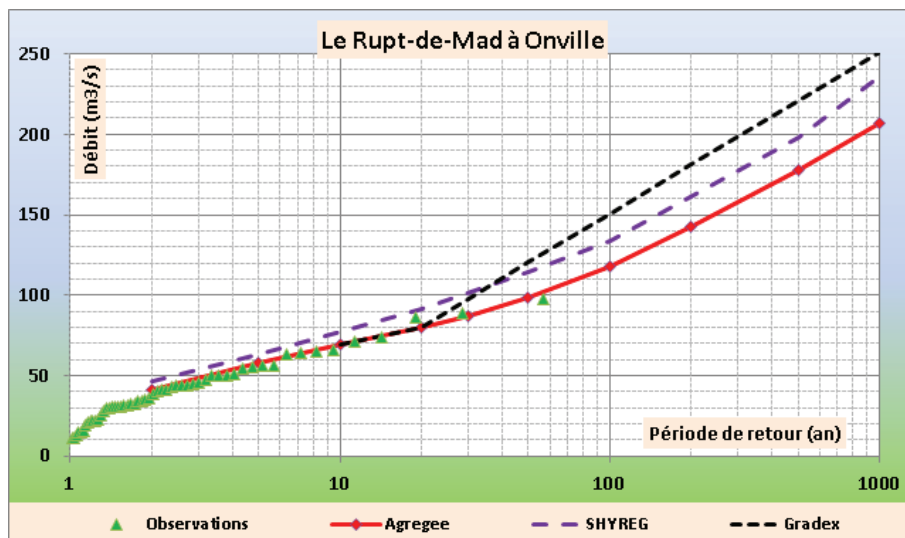


Figure 7-8 : comparaison avec la base SHYREG – Rupt de Mad à Onville.

La base SHYREG donne des estimations des débits de crues intermédiaires entre les estimations issues du GRADEX ou de la méthode AGREGÉE.

Les estimations par la méthode AGREGÉE semblent mieux représenter la distribution des débits observés.

**Il est proposé de retenir les estimations issues de l'application de la méthode AGREGÉE pour la station d'Onville sur le Rupt de Mad.**

Le débit de crue centennale ainsi estimé est très proches des estimations de l'AZI de 2000.

## 7.3 A8612020 – LA FENSCH A KNUTANGE

La station de la Fensch à Knutange est fortement influencée par les exhaures des mines du bassin ferrifère.

Les hydrogrammes de crues présentent des formes très particulières selon la période de l'année :

- Les crues de type « hivernal » se caractérisent par le maintien d'un débit élevé pendant plusieurs jours, voire plusieurs semaines, avec des pics isolés lors des averses plus soutenues. ;
- Les crues de type « estival », conséquences d'orages localisés, se caractérisent par un hydrogramme plus typique avec une montée et une descente rapide de la crue.

Concernant les débits de pointe, aucune saisonnalité n'est mise en évidence : les débits de pointe « hivernaux » et les débits de pointe « estivaux » présentent des intensités similaires.

Il n'est pas observé de crues notables à l'automne.

L'étude s'intéressant aux crues à l'échelle du bassin versant de la Moselle, seules les crues de type « hivernal » sont étudiées ici.

### 7.3.1 ANALYSE DES HYDROGRAMMES DE CRUES

Le Tableau 7-9 récapitule les événements de crues observés pris en compte :

Crues de type « hivernal »
Février 1988
Décembre 1988
Février 1990
Janvier 2011
Février 2016
Juin 2016
Janvier 2018
Février 2020

Tableau 7-9 : échantillons d'hydrogrammes de crues – Fensch à Knutange.

Au total, 8 événements de type « hivernal » sont retenus pour caractériser les hydrogrammes de crues de la Fensch à Knutange.

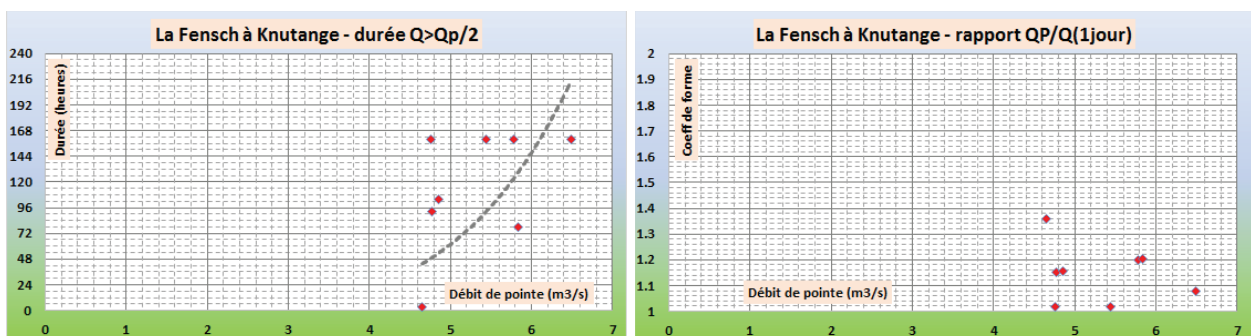


Figure 7-9 : durée caractéristique et coefficient de forme – Fensch à Knutange – crues de type « hivernal ».

### 7.3.1.1 Estimation de la durée caractéristique D

La Figure 7-9 présente la répartition des durées caractéristiques (en heures) en fonction du débit de pointe sur l'échantillon des 8 crues de type « hivernal » étudiées. Les valeurs sont très dispersées et ne font pas véritablement sens : la forme des hydrogrammes met en évidence un débit de base très importants sur plusieurs jours et dépassant la moitié du débit de pointe. La pointe est liée à des averses ponctuelles plus intenses.

**Pour le déroulement de la méthode du Gradex, il est proposé de retenir comme durée caractéristique 1 jour pour les crues de type « hivernal ».**

### 7.3.1.2 Estimation coefficient de forme $r_D$

La Figure 7-9 présente les coefficients de forme, sur la durée caractéristique, estimés sur l'échantillon des 8 crues de type « hivernal ».

La plupart des valeurs se situent entre 1,0 et 1,2.

La valeur moyenne est proche de 1,15.

**Il est proposé de retenir comme coefficient de forme (sur la durée 1 jour) la valeur de 1,2 pour les crues de type « hivernal ».**

### 7.3.1.3 Construction de l'hydrogramme moyen normé

L'hydrogramme moyen normé est construit en moyennant les hydrogrammes normés des 8 crues retenues :

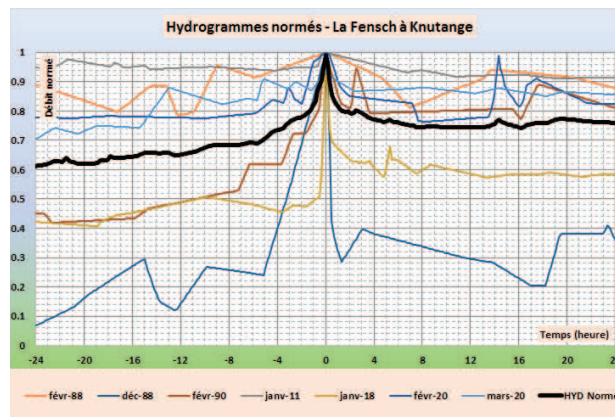


Figure 7-10 : hydrogrammes centrés et hydrogramme moyen normé – Fensch à Knutange.

## 7.3.2 ANALYSE STATISTIQUE

### 7.3.2.1 Echantillonnage

Les échantillons MAXAN et SUPSEUIL sont donnés en ANNEXE 7. Le Tableau 7-10 rappelle le nombre de valeurs de chaque échantillon.

A8612020	La Fensch à Knutange	29 km <sup>2</sup>	Nb de valeurs	Nb de crues/an
	MAXAN		19	1,0
	SUPSEUIL		20	1,0

Tableau 7-10 : taille des échantillons – Fensch à Knutange.

### 7.3.2.2 Résultats

Le graphe de la Figure 7-11 présente les résultats des ajustements statistiques à la station de Knutange sur la Fensch :



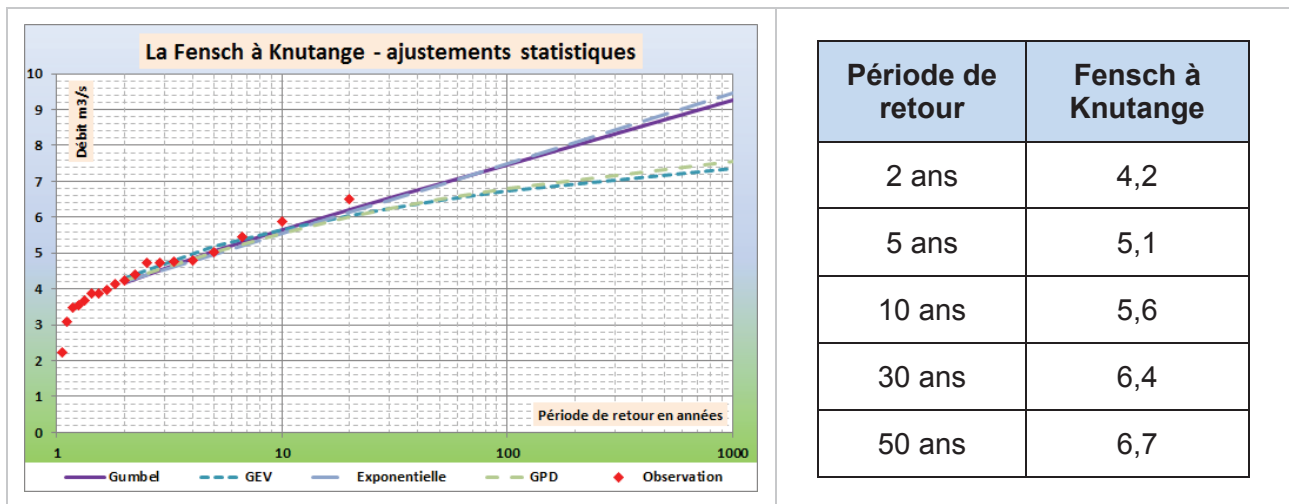


Figure 7-11 : ajustements statistiques – Fensch à Knutange.

L'adéquation des quatre lois est vérifiée par le test du KHI-2. Les résultats sont assez proches jusqu'à la période de retour 20 ans.

**Il est proposé de retenir la moyenne des quatre lois pour chaque période de retour jusqu'à 20 ans.**

### 7.3.3 ANALYSE HYDRO-METEOROLOGIQUE

#### 7.3.3.1 Choix de la période pivot

La Figure 7-11 ne montre pas de rupture dans l'ajustement des débits observés.

**Il est proposé de retenir comme période pivot la période de retour 10 ans.**

#### 7.3.3.2 Application de la méthode du GRADEX et de la méthode AGREGEE

Le gradex des pluies pour l'application de la méthode est un gradex moyen calculé sur le bassin versant.

Le gradex des pluies journalières sur la période d'octobre à avril est ainsi estimé à 6,9 mm/j. L'ajustement à la loi de Gumbel est satisfaisant.

Le Tableau 7-11 présente les résultats de l'application des méthodes du GRADEX et AGREGEE.

Paramètres		
D	1 j	
Gradex pluies	6,9 mm/j	
$r_D$	1,20	
$T_{piv}$	10 ans	
Période de retour	GRADEX	AGREGEE
10 ans	5,6	5,6
30 ans	8,7	6,8
50 ans	10,1	7,7
100 ans	12,1	9,1
1000 ans	18,4	14,9

Tableau 7-11 : débits de la méthode du GRADEX et AGREGE ( $m^3/s$ ) – Fensch à Knutange.

La méthode du GRADEX donne des valeurs supérieures, ce qui est attendu. Les écarts entre les deux méthodes sont de l'ordre de 20 à 25 %.

#### 7.3.4 SYNTHÈSE – COMPARAISON AVEC LES ESTIMATIONS SHYREG ET LA BIBLIOGRAPHIE

Pour les périodes de retour inférieures à la période pivot, les estimations issues des ajustements statistiques sont retenues.

Le Tableau 7-12 récapitule les différentes estimations de débits à Onville :

Période de retour	GRADEX	AGREGEE	SHYREG	AZI 2000
2 ans	4,2	4,2	4,7	
5 ans	5,1	5,1	6,6	
10 ans	5,6	5,6	8,2	
30 ans	8,7	6,8		
50 ans	10,1	7,7	12,6	
100 ans	12,1	9,1	15,0	
1000 ans	18,4	14,9	26,3	

Tableau 7-12 : synthèse des estimations de débits ( $m^3/s$ ) – Fensch à Knutange.

La Figure 7-12 superpose les différentes estimations avec les observations :

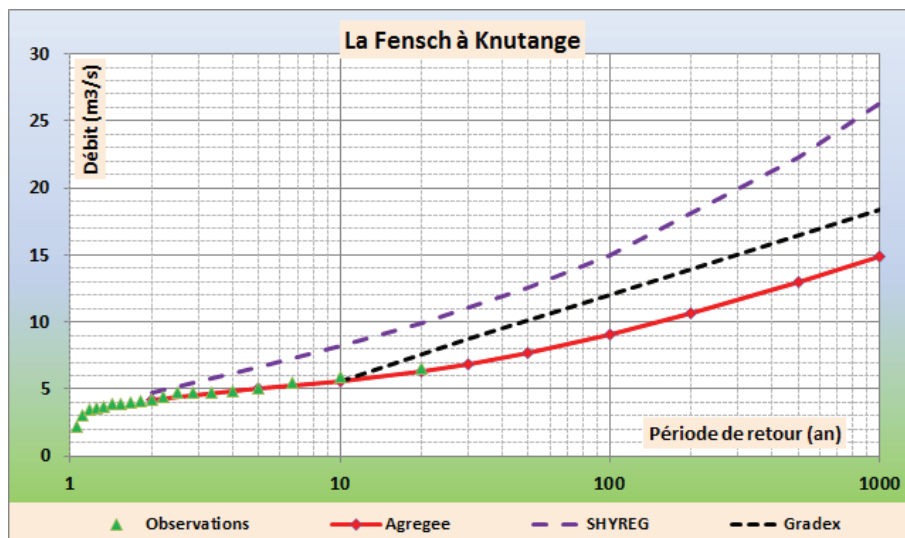


Figure 7-12 : comparaison avec la base SHYREG – Fensch à Knutange.

La base SHYREG donne des estimations des débits de crues très supérieures aux estimations du GRADEX ou AGREGÉE.

Compte tenu de la taille réduite du bassin versant et de l'importance relative de l'urbanisation, il est proposé de retenir la méthode du GRADEX.

**Il est proposé de retenir les estimations issues de l'application de la méthode GRADEX pour la station de Knutange sur la Fensch.**