

4.3.1. Modélisation des HDF

Le diagramme de dispersion de la variation de la hauteur de la pluie avec la durée, pour une fréquence donnée (fig. 40-a), suggère l'utilisation de modèles curvilignes croissants dont les paramètres sont à déterminer par la méthode des moindres carrés. On obtient alors des résultats ponctuels ou par station. Pour des fins de régionalisation, les données adimensionnelles sont préférables. Au lieu de calculer la relation $H = f(D, T)$, on a travaillé sur la forme réduite décrite par l'équation :

$$\frac{H(D, T)}{P_{24}} = f\left(\frac{D}{24}\right) \quad (51)$$

où $H(D, T)$ est la hauteur de pluie de durée D et de période de retour T et $P_{24}(T)$ est la pluie maximale de même fréquence enregistrée en 24 heures. Les séries ainsi réduites ont fait l'objet d'une analyse corrélatrice en usant des modèles ci-dessous intégrés dans *STATGRAPHICS*; y étant la variable expliquée $\left[\frac{H(D, T)}{P_{24}}\right]$, x la variable explicative $\left[\frac{D}{24}\right]$, β_0 et β_1 sont les paramètres du modèle :

- Linéaire (52)
 $y = \beta_0 + \beta_1 x$

- Racine carré Y : (53)
 $y = (\beta_0 + \beta_1 x)^2$

- Exponentiel : (54)
 $y = e^{(\beta_0 + \beta_1 x)}$

- Y carré : (55)
 $y = \sqrt{\beta_0 + \beta_1 x}$

- Racine carré X : (56)
 $y = \beta_0 + \beta_1 \sqrt{x}$

- Double racine carré : (57)
 $y = (\beta_0 + \beta_1 \sqrt{x})^2$

- Log Y- Racine carré X : (58)
 $y = e^{(\beta_0 + \beta_1 \sqrt{x})}$

- Y carré-Racine carré X : (59)
 $y = \sqrt{\beta_0 + \beta_1 \sqrt{x}}$

- Logarithmique X : (60)
 $y = \beta_0 + \beta_1 \ln(x)$

- Racine carré Y- Log X : (61)
 $y = (\beta_0 + \beta_1 \ln(x))^2$

- Multiplicatif : (62)
 $y = \beta_0 x^{\beta_1}$

- Y carré- Log X : (63)
 $y = \sqrt{\beta_0 + \beta_1 \ln(x)}$

- Double réciproque :
$$y = \left[\beta_0 + \frac{\beta_1}{x} \right]^{-1} \quad (64)$$

- Carré X :
$$y = \beta_0 + \beta_1 x^2 \quad (65)$$

- Racine carré Y-Carré X :
$$y = (\beta_0 + \beta_1 x^2)^2 \quad (66)$$

- Log Y-Carré X :
$$y = e^{(\beta_0 + \beta_1 x^2)} \quad (67)$$

- Double carré :
$$y = \sqrt{\beta_0 + \beta_1 x^2} \quad (68)$$

- Réciproque X :
$$y = \beta_0 + \frac{\beta_1}{x} \quad (69)$$

Ces modèles peuvent être linéarisés en transformant soit x , soit y , soit les deux. Lors de l'ajustement d'un modèle non linéaire, *STATGRAPHICS* transforme d'abord les données, puis ajuste le modèle et enfin inverse la transformation pour afficher les résultats. A titre d'exemple, le tableau 62 ci-après résume les résultats des paramètres de quelques modèles décrivant la relation HDF sans dimension exprimée par l'équation (51) ci-dessus à la station de Tébessa pour une période de récurrence de 10 ans.

Tableau 62. Comparaison des modèles alternatifs (classement *STATGRAPHICS*)

Modèle	Equation	a	b	Corrélation (R)	R ² (%)	EAM
Racine carrée Y, log X	61	0,981	0,093	0,9982	99,64	0,007
Y carré, racine carrée X	59	0,016	0,963	0,9968	99,36	0,019
Log X	60	0,925	0,136	0,9934	98,68	0,021
Multiplicatif	62	1,03	0,264	0,9897	97,96	0,048
Racine carrée X	56	0,277	0,777	0,9717	94,41	0,047
Double réciproque	64	1,462	0,015	0,9626	92,66	0,257
Log Y, racine carrée X	58	-0,184	1,398	0,8986	80,75	0,158
Linéaire	52	0,412	0,709	0,8977	80,59	0,089
:	:	:	:	:	:	:
Exponentiel	54	-0,926	1,215	0,7906	62,50	0,227
Réciproque X	69	0,689	0,002	-0,7428	55,18	0,138

Dans ce tableau, les constantes a et b sont, respectivement, les estimateurs de β_0 et β_1 , R^2 est le coefficient de détermination et EAM correspond à l'erreur absolue moyenne entre les valeurs observées et celles prédites par le modèle. Si on se réfère aux résultats des différentes corrélations fournis par *STATGRAPHICS*, on s'aperçoit que les modèles sont classés en fonction du coefficient de détermination R^2 , une mesure du pourcentage de la variance expliquée par le modèle par rapport à la variance totale. Ce qui a permis de procéder à un premier tri. La majorité des modèles dont le R^2 est inférieur à 70 % ont été a priori écartés bien que la force

de liaison entre les variables soit bonne. Ainsi, dans le cas de Tébessa, les modèles *Exponentiel* et *Réciproque X* (tableau 62) ont été rejetés.

Plus finement, l'examen de l'ensemble des résultats de l'analyse par régression (toute station et toute période de récurrence confondue) montre que certains modèles ne s'appliquent pas à un certain niveau de probabilité (cas du modèle *Exponentiel* pour la station de Redjas Ferada où le R^2 est inférieur à 65% pour les périodes de récurrence de 10 à 100 ans) ou bien ils fournissent des valeurs prévues négatives, notamment pour les averses de courtes durées (5 min à 15 min (cas du modèle *Carré Y-Log X* pour les stations de Jijel, Pont Bouchet, Guelma, Aioun Settara et Tébessa) ou excessivement grandes (cas du modèle Double racine carrée pour les stations de Jijel et Aioun Settara). Ces modèles ont été également exclus de la phase de calibration. Seuls les modèles logarithmique (Eq. 60) et géométrique ou multiplicatif (Eq. 62) sont présents à tous les niveaux de probabilité avec des coefficients de détermination et des résidus moyens pratiquement acceptables (tableaux 63 à 67).

Tableau 63. Bassin versant des côtiers constantinois- Résultats des modèles adoptés.

Paramètres	Multiplicatif : $\frac{H(D,T)}{P_{24}(T)} = a \times \left(\frac{D}{24}\right)^b$					Semi-logarithmique: $\frac{H(D,T)}{P_{24}(T)} = \left[a + b \times \ln\left(\frac{D}{24}\right) \right]$				
	Intervalle de récurrence en années					Intervalle de récurrence en années				
	2	10	25	50	100	2	10	25	50	100
Jijel										
a	1,12	1,02	0,98	0,96	0,95	0,89	0,87	0,86	0,85	0,85
b	0,414	0,323	0,290	0,269	0,248	0,160	0,139	0,130	0,124	0,117
R² (%)	97	94	91	87	81	97	96	93	90	86
EAM	0,11	0,11	0,12	0,14	0,16	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07
Bousnib										
a	1,11	1,03	1,01	1,01	1,00	0,97	0,93	0,92	0,91	0,90
b	0,354	0,349	0,359	0,373	0,384	0,180	0,175	0,176	0,178	0,180
R² (%)	98	100	100	100	92	98	95	94	93	92
EAM	0,06	0,02	0,02	0,03	0,04	0,03	0,06	0,06	0,07	0,07
Cheffia Barrage										
a	1,00	0,92	0,89	0,89	0,86	0,85	0,83	0,83	0,83	0,83
b	0,365	0,343	0,334	0,328	0,321	0,147	0,145	0,146	0,148	0,147
R² (%)	97	97	95	93	89	94	85	81	78	75
EAM	0,08	0,10	0,11	0,13	0,16	0,05	0,09	0,11	0,12	0,13
Ain Assel										
a	1,09	0,91	0,88	0,89	0,91	0,94	0,85	0,84	0,83	0,85
b	0,389	0,304	0,273	0,263	0,255	0,182	0,152	0,139	0,133	0,130
R² (%)	99	96	92	87	83	98	89	85	82	81
EAM	0,06	0,08	0,10	0,13	0,14	0,03	0,07	0,07	0,07	0,07

Tableau 64. Bassin versant des Hauts Plateaux constantinois- Résultats des modèles adoptés.

Paramètres	<i>Multiplicatif</i> : $\frac{H(D,T)}{P_{24}(T)} = a \times \left(\frac{D}{24}\right)^b$					<i>Semi-logarithmique</i> : $\frac{H(D,T)}{P_{24}(T)} = \left[a + b \times \ln\left(\frac{D}{24}\right) \right]$				
	Intervalle de récurrence en années					Intervalle de récurrence en années				
	2	10	25	50	100	2	10	25	50	100
Foum Toub										
a	1,09	0,98	0,95	0,94	0,93	0,93	0,88	0,87	0,87	0,87
b	0,353	0,284	0,263	0,249	0,233	0,158	0,137	0,131	0,126	0,122
R² (%)	97	99	99	98	97	96	96	96	96	95
EAM	0,07	0,03	0,03	0,05	0,07	0,05	0,04	0,03	0,03	0,04
Foum El Gueis										
a	0,91	0,79	0,74	0,72	0,70	0,87	0,77	0,74	0,72	0,71
b	0,258	0,255	0,258	0,260	0,263	0,135	0,123	0,119	0,117	0,116
R² (%)	95	88	86	85	84	87	77	73	70	67
EAM	0,10	0,13	0,14	0,15	0,15	0,08	0,09	0,10	0,11	0,11

Tableau 65. Bassin versant du Kébir-Rhumel- Résultats des modèles adoptés.

Paramètres	<i>Multiplicatif</i> : $\frac{H(D,T)}{P_{24}(T)} = a \times \left(\frac{D}{24}\right)^b$					<i>Semi-logarithmique</i> : $\frac{H(D,T)}{P_{24}(T)} = \left[a + b \times \ln\left(\frac{D}{24}\right) \right]$				
	Intervalle de récurrence en années					Intervalle de récurrence en années				
	2	10	25	50	100	2	10	25	50	100
Redjas Frada										
a	0,92	1,02	1,14	1,27	0,84	0,98	1,08	1,17	0,84	0,89
b	0,336	0,316	0,316	0,316	0,147	0,154	0,165	0,175	0,147	0,147
R² (%)	98	98	92	86	89	96	91	83	89	96
EAM	0,07	0,07	0,14	0,19	0,08	0,05	0,07	0,12	0,08	0,04
Chelghoum Laid										
a	1,07	1,14	1,17	1,22	1,25	0,98	1,03	1,05	1,09	1,11
b	0,329	0,307	0,295	0,288	0,289	0,180	0,177	0,174	0,175	0,176
R² (%)	95	97	96	92	90	92	97	96	95	94
EAM	0,10	0,06	0,07	0,10	0,12	0,06	0,05	0,04	0,04	0,05
Ouled Rahmoun										
a	1,32	1,00	0,82	0,69	0,58	1,06	0,87	0,76	0,69	0,62
b	0,371	0,367	0,362	0,354	0,313	0,175	0,157	0,142	0,131	0,115
R² (%)	92	99	94	86	75	98	92	81	72	62
EAM	0,15	0,04	0,13	0,21	0,27	0,03	0,07	0,10	0,12	0,13
Settara										
a	1,12	1,14	1,16	1,18	1,12	0,90	0,93	0,96	0,98	1,01
b	0,456	0,406	0,409	0,390	0,456	0,197	0,195	0,194	0,194	0,193
R² (%)	99	98	97	95	99	95	96	97	97	97
EAM	0,06	0,08	0,09	0,11	0,06	0,06	0,05	0,04	0,04	0,04

Tableau 66. Bassin versant de Medjerda-Mellegue - Résultats des modèles adoptés.

Paramètres	<i>Multiplicatif</i> : $\frac{H(D,T)}{P_{24}(T)} = a \times \left(\frac{D}{24}\right)^b$					<i>Semi-logarithmique</i> : $\frac{H(D,T)}{P_{24}(T)} = \left[a + b \times \ln\left(\frac{D}{24}\right) \right]$				
	Intervalle de récurrence en années					Intervalle de récurrence en années				
	2	10	25	50	100	2	10	25	50	100
Cheikh Abdallah										
a	1,07	1,01	0,97	0,95	0,93	0,99	0,95	0,93	0,92	0,90
b	0,389	0,362	0,345	0,333	0,319	0,230	0,215	0,207	0,200	0,194
R² (%)	99	99	99	98	97	98	97	95	93	91
EAM	0,05	0,03	0,03	0,05	0,06	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06
Tébessa										
a	1,14	1,03	1,01	0,99	1,02	0,97	0,93	0,91	0,91	0,90
b	0,333	0,264	0,255	0,252	0,250	0,157	0,136	0,133	0,132	0,131
R² (%)	96	98	99	99	99	99	99	98	98	97
EAM	0,09	0,05	0,04	0,03	0,04	0,02	0,02	0,04	0,03	0,03
Ain Zerga										
a	0,99	1,04	1,06	1,08	1,10	0,96	1,00	1,02	1,03	1,05
b	0,258	0,269	0,279	0,287	0,294	0,174	0,184	0,192	0,197	0,203
R² (%)	97	98	97	97	96	97	99	98	97	96
EAM	0,04	0,03	0,04	0,05	0,06	0,03	0,02	0,03	0,03	0,04

Tableau 67. Bassin versant de la Seybouse - Résultats des modèles adoptés.

Paramètres	<i>Multiplicatif</i> : $\frac{H(D,T)}{P_{24}(T)} = a \times \left(\frac{D}{24}\right)^b$					<i>Semi-logarithmique</i> : $\frac{H(D,T)}{P_{24}(T)} = \left[a + b \times \ln\left(\frac{D}{24}\right) \right]$				
	Intervalle de récurrence en années					Intervalle de récurrence en années				
	2	10	25	50	100	2	10	25	50	100
Aiou Settara										
a	1,20	1,14	1,15	1,14	1,19	0,96	0,96	0,98	0,98	1,02
b	0,386	0,308	0,288	0,264	0,257	0,154	0,146	0,140	0,133	0,133
R² (%)	94	90	85	81	77	99	99	96	92	87
EAM	0,14	0,14	0,17	0,19	0,21	0,02	0,02	0,04	0,06	0,08
Tamlouka										
a	1,06	1,04	1,03	1,02	1,02	1,06	0,96	0,97	0,98	0,99
b	0,320	0,200	0,155	0,118	0,086	0,320	0,162	0,121	0,103	0,100
R² (%)	97	97	90	87	84	97	92	98	94	90
EAM	0,08	0,05	0,07	0,07	0,05	0,08	0,07	0,03	0,04	0,04
Guelma										
a	1,02	1,01	1,01	1,03	1,05	1,02	0,87	0,91	0,93	0,96
b	0,354	0,308	0,301	0,299	0,298	0,354	0,150	0,151	0,155	0,159
R² (%)	97	98	95	94	92	97	94	91	90	89
EAM	0,06	0,07	0,10	0,12	0,13	0,06	0,06	0,07	0,08	0,08

Tableau 67. Suite

Paramètres	Multiplicatif : $\frac{H(D,T)}{P_{24}(T)} = a \times \left(\frac{D}{24}\right)^b$					Semi-logarithmique: $\frac{H(D,T)}{P_{24}(T)} = \left[a + b \times \ln\left(\frac{D}{24}\right) \right]$				
	Intervalle de récurrence en années					Intervalle de récurrence en années				
	2	10	25	50	100	2	10	25	50	100
Ain Berda										
a	1,02	1,05	1,10	1,13	1,17	0,85	0,87	0,90	0,92	0,94
b	0,396	0,402	0,405	0,405	0,407	0,155	0,158	0,162	0,164	0,168
R² (%)	98	98	98	97	96	93	94	95	96	97
EAM	0,07	0,07	0,09	0,11	0,12	0,06	0,06	0,05	0,05	0,04
Pont Bouchet										
a	1,07	1,01	1,00	1,01	1,02	0,88	0,84	0,83	0,82	0,81
b	0,384	0,411	0,437	0,445	0,468	0,154	0,155	0,158	0,160	0,162
R² (%)	96	99	99	99	99	96	92	90	89	87
EAM	0,09	0,06	0,06	0,06	0,06	0,04	0,06	0,07	0,08	0,09

Faut-il encore ajouter que les deux modèles, communément appelés logarithmique et semi-logarithmique, s'approprient bien à une généralisation dans la mesure où la constante a est proche de l'unité et seul le paramètre b varie d'une station à l'autre (tableaux ci-dessus). Par conséquent, les modèles retenus peuvent enfin être décrits par les équations suivantes :

- **Modèle géométrique :**
$$H(D, T) = P_{24}(T) \times \left(\frac{D}{24}\right)^b \quad (70)$$

- **Modèle logarithmique :**
$$H(D, T) = P_{24}(T) \times \left[1 + b \times \ln\left(\frac{D}{24}\right) \right] \quad (71)$$

Ces deux modèles feront l'objet de validation ultérieurement.

4.3.2. Modélisation des IDF

Comme il a été mentionné plus haut, la représentation graphique sous forme de courbes IDF montre que statistiquement, plus une pluie est longue, plus l'intensité moyenne est faible, pour une fréquence donnée. De même, l'intensité de l'averse augmente avec l'intervalle de récurrence pour une même durée d'aggrégation (Fig. 40-b). Ce qui signifie que la relation $I(D, T)$ doit être représentée par une fonction curviligne décroissante.

Dans ce travail, les courbes IDF, les plus répandues dans la pratique, sont établies pour 18 stations pluviométriques du Nord-est algérien contenant au moins 7 années d'observations fiables. Pour obtenir un bon lissage, les courbes empiriques sont construites pour 16 périodes de retour allant de 2 à 100 ans. Ces dernières peuvent également être synthétisées par un modèle analytique. Différentes formules d'ajustements statistiques sont proposées dans la littérature pour représenter mathématiquement l'évolution de l'intensité de la pluie en fonction de sa durée (Grisollet, 1948 ; Bell, 1969; Chen, 1983; Aron et al. 1987; Kouthyari et Garde, 1992, Rashid et al., 2012), on cite à titre d'exemple, les modèles suivants:

$$\text{Sherman (1931) :} \quad I = \frac{cT^m}{(D + f)^{b'}} \quad (72)$$

$$\text{Bernard (1932):} \quad I = \frac{cT^m}{D^{b'}} \quad (73)$$

$$\text{Horner (1936):} \quad I = \frac{a}{(D + f)^{b'}} \quad (74)$$

$$\text{Talbot (in Grisollet, 1948) :} \quad I = \frac{a}{D + b'} \quad (75)$$

$$\text{Wenzel (1982) :} \quad I = \frac{a}{D^{b'} + f} \quad (76)$$

$$\text{Talbot (modifié, in Chow et al., 1988) :} \quad I = \frac{cT^m}{D + f} \quad (77)$$

$$\text{Montana (in Laborde, 2009):} \quad I = \frac{a}{D^{b'}} \quad (78)$$

dans lesquels I est l'intensité (en mm/h), D est la durée d'agrégation (ou durée de référence en minutes), T est la période de récurrence (en années), a , b' , c , f et m sont des constantes de calibration du modèle appelées communément constantes régionales.

Dans la présente étude, on a commencé par le modèle géométrique le plus simple; celui de Montana (Eq. 78). Pour une même période de récurrence (T en années), on a ajusté un modèle multiplicatif pour exprimer la relation de l'intensité maximale probable $I(T)$, variable à expliquer, en fonction de la durée de référence D (variable explicative) à l'aide du logiciel *STATGRAPHICS*. Les premiers résultats de la méthode des moindres carrés sont présentés dans les tableaux 68 à 72.

Tableau 68. Bassin des Côtiers constantinois - Constantes du modèle IDF de Montana et qualité de l'ajustement

T (années)	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100
Station: Jijel (030301)																
a	227,46	376,08	507,48	587,10	649,47	699,20	744,22	774,64	814,55	847,75	869,93	915,49	969,10	1015,01	1040,79	1068,14
b'	0,59	0,64	0,67	0,68	0,69	0,69	0,70	0,70	0,71	0,71	0,71	0,72	0,72	0,73	0,73	0,73
R²	98,35	98,64	98,51	98,39	98,28	98,18	98,08	98,01	97,95	97,86	97,80	97,69	97,55	97,44	97,39	97,31
EAM	0,11	0,104	0,116	0,122	0,127	0,131	0,135	0,137	0,14	0,142	0,144	0,147	0,151	0,154	0,156	0,158
Station: Bousnib (030905)																
a	158,44	256,22	292,54	302,17	308,3	313,11	314,54	314,11	313,67	315,88	315,66	315,31	312,6	312,05	310,9	308,37
b'	0,64	0,65	0,64	0,63	0,62	0,61	0,61	0,6	0,6	0,6	0,59	0,58	0,58	0,57	0,57	0,56
R²	99,47	99,79	99,91	99,91	99,91	99,88	99,84	99,82	99,77	99,74	99,7	99,63	99,53	99,45	99,39	99,32
EAM	0,057	0,036	0,024	0,022	0,024	0,027	0,031	0,032	0,037	0,039	0,041	0,046	0,05	0,053	0,055	0,058
Station: Chaffia (031501)																
a	241,83	352,83	433,62	481,81	518	544,45	571,22	588,47	608,51	625,81	638,99	661,79	689,45	712,19	725,14	739,73
b'	0,63	0,64	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
R²	99,1	99,28	99	98,67	98,33	97,91	97,7	97,46	97,18	96,91	96,7	96,33	95,85	95,44	95,2	94,93
EAM	0,076	0,072	0,080	0,088	0,096	0,121	0,120	0,127	0,136	0,144	0,15	0,16	0,171	0,181	0,186	0,192
Station: Ain Assel (031601)																
a	153,12	281,50	395,58	470,15	531,32	579,50	625,26	657,67	695,55	728,84	756,76	805,47	866,43	916,75	943,48	974,23
b'	0,56	0,61	0,64	0,65	0,66	0,67	0,68	0,68	0,69	0,69	0,69	0,70	0,71	0,71	0,71	0,72
R²	99,54	99,71	99,69	99,65	99,63	99,59	99,57	99,54	99,52	99,49	99,47	99,44	99,39	99,36	99,32	99,30
EAM	0,049	0,039	0,046	0,051	0,053	0,056	0,059	0,06	0,063	0,064	0,066	0,068	0,071	0,073	0,075	0,076

Tableau 69. Bassin des Hauts Plateaux constantinois - Constantes du modèle IDF de Montana et qualité de l'ajustement

T (années)	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100
Station: Foum Toub (070406)																
a	215,18	406,97	551,21	637,22	702,21	752,82	797,63	828,27	864,32	895,18	919,07	959,58	1009,32	1050,04	1072,95	1098,5
b'	0,65	0,69	0,71	0,72	0,73	0,74	0,74	0,74	0,75	0,75	0,75	0,75	0,76	0,76	0,76	0,76
R²	99,17	99,72	99,88	99,91	99,91	99,9	99,88	99,87	99,84	99,82	99,8	99,76	99,71	99,66	99,63	99,59
EAM	0,066	0,044	0,034	0,03	0,03	0,032	0,036	0,040	0,045	0,049	0,052	0,057	0,063	0,068	0,071	0,074
Station: Foum el Gueis (070720)																
a	302,27	375,29	418,17	440,75	456,34	467,17	476,29	480,79	487,18	490,89	495,42	499,7	509,83	515,69	516,71	521,03
b'	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,72	0,72
R²	99,31	98,62	98,11	97,79	97,51	97,33	97,08	96,97	96,74	96,61	96,45	96,31	96,09	95,82	95,71	95,57
EAM	0,1	0,12	0,136	0,148	0,156	0,162	0,171	0,176	0,179	0,184	0,188	0,190	0,198	0,204	0,206	0,208

Tableau 70. Bassin du Kébir-Rhumel - Constantes du modèle IDF de Montana et qualité de l'ajustement

T (années)	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100
Station: Redjas Ferada (100201)																
a	184,85	285,95	362,34	409,15	445,15	473,30	498,45	516,12	536,48	554,41	568,21	592,40	621,83	637,84	659,68	675,30
b'	0,66	0,68	0,68	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69
R²	99,5	99,8	99,5	99	98,5	97,9	97,4	97	96,4	96	95,6	94,9	94	94	92,8	92,3
EAM	0,067	0,036	0,069	0,103	0,131	0,150	0,170	0,183	0,197	0,213	0,221	0,238	0,258	0,263	0,283	0,294
Station: Chelgoum Laid (100312)																
a	252,16	334,62	383,23	408,86	423,48	432,2	446,89	447,13	460,58	469,21	475,52	480,62	484,6	491,46	495,11	498,83
b'	0,68	0,69	0,69	0,7	0,7	0,69	0,69	0,69	0,7	0,7	0,69	0,7	0,69	0,7	0,69	0,69
R²	99,54	99,66	99,71	99,68	99,66	99,65	99,54	99,55	99,47	99,37	99,31	99,3	99,22	99,08	99,08	99,01
EAM	0,06	0,052	0,044	0,047	0,048	0,051	0,061	0,061	0,066	0,073	0,070	0,076	0,080	0,088	0,085	0,088
Station: Ouled Rahmoun (100508)																
a	187,91	268,77	337,48	382,77	417,43	444,50	472,68	487,72	509,81	530,81	546,69	570,30	603,04	632,50	644,70	662,72
b'	0,63	0,64	0,65	0,65	0,66	0,66	0,67	0,67	0,67	0,68	0,68	0,68	0,69	0,69	0,69	0,70
R²	97,15	99,03	98,77	98,12	97,47	96,90	96,33	95,95	95,41	94,98	94,61	94,07	93,24	92,65	92,33	91,93
EAM	0,152	0,085	0,092	0,116	0,134	0,149	0,166	0,176	0,190	0,202	0,212	0,226	0,247	0,262	0,269	0,269
Station: Settara (100711)																
a	80,25	142,06	190,43	220,48	244,43	262,58	281,46	291,11	305,42	314,77	324,81	343,03	359,68	378,10	387,04	393,05
b'	0,47	0,51	0,53	0,54	0,55	0,56	0,56	0,57	0,57	0,57	0,58	0,58	0,59	0,59	0,59	0,59
R²	98,65	99,27	99,20	99,08	98,86	98,76	98,55	98,54	98,32	98,32	98,22	97,99	97,90	97,69	97,58	97,57
EAM	0,101	0,063	0,087	0,052	0,073	0,073	0,079	0,084	0,090	0,093	0,093	0,107	0,118	0,123	0,124	0,130

Tableau 71. Bassin de la Medjerda-Mellegue - Constantes du modèle IDF de Montana et qualité de l'ajustement

T (années)	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100
Station: Cheikh Abdallah (120113)																
a	148,77	254,32	339,37	390,54	446,58	479,35	508,76	535,62	549,35	576,39	591,38	613,49	603,69	680,55	693,45	713,08
b'	0,61	0,63	0,64	0,64	0,65	0,66	0,66	0,67	0,66	0,67	0,67	0,67	0,68	0,68	0,68	0,68
R²	99,46	99,68	99,76	99,73	99,74	99,72	99,67	99,64	99,58	99,54	99,52	99,43	99,41	99,34	99,31	99,23
EAM	0,045	0,035	0,029	0,029	0,029	0,030	0,033	0,036	0,041	0,044	0,046	0,051	0,052	0,056	0,057	0,061
Station: Tébessa (120301)																
a	216,90	389,30	511,40	581,19	631,12	666,67	701,79	724,02	746,77	770,40	787,63	814,78	846,87	870,89	889,36	904,84
b'	0,67	0,72	0,73	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
R²	98,95	99,45	99,69	99,78	99,82	99,84	99,85	99,84	99,84	99,83	99,82	99,79	99,75	99,72	99,68	99,65
EAM	0,084	0,068	0,054	0,044	0,042	0,042	0,043	0,044	0,044	0,046	0,047	0,049	0,052	0,054	0,059	0,061
Station: Ain Zerga (120510)																
a	316,65	413,35	468,72	517,39	532,74	541,75	543,21	562,62	588,40	582,66	594,31	587,81	611,43	608,81	617,70	632,70
b'	0,74	0,74	0,73	0,74	0,73	0,73	0,72	0,73	0,73	0,73	0,73	0,72	0,73	0,72	0,72	0,72
R²	99,6	99,7	99,7	99,6	99,5	99,5	99,5	99,4	99,3	99,4	99,3	99,3	99,1	99,2	99,1	99,0
EAM	0,043	0,036	0,036	0,044	0,050	0,052	0,051	0,058	0,063	0,058	0,064	0,063	0,071	0,068	0,072	0,075

Tableau 72. Bassin de la Seybouse - Constantes du modèle IDF de Montana et qualité de l'ajustement

T (années)	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100
Station: Aioun Settara (140105)																
a	139,50	266,05	391,20	480,66	555,91	619,70	679,64	722,68	775,08	824,82	860,24	927,48	1013,97	1087,90	1131,77	1181,72
b'	0,60	0,65	0,68	0,70	0,72	0,73	0,73	0,74	0,75	0,75	0,76	0,77	0,78	0,78	0,79	0,79
R²	97,54	98,09	97,82	97,54	97,29	97,10	96,86	96,72	96,54	96,36	96,26	96,04	95,77	95,55	95,42	95,28
EAM	0,128	0,122	0,141	0,155	0,168	0,180	0,190	0,197	0,206	0,215	0,219	0,229	0,242	0,252	0,257	0,264
Station: Tamlouka (140204)																
a	287,95	533,03	710,00	817,86	898,20	959,57	1008,88	1043,42	1087,88	1123,30	1155,43	1195,64	1257,66	1296,85	1320,12	1351,09
b'	0,70	0,76	0,79	0,80	0,81	0,82	0,82	0,83	0,83	0,83	0,84	0,84	0,84	0,84	0,85	0,85
R²	99,56	99,82	99,74	99,62	99,52	99,40	99,32	99,24	99,14	99,08	99,00	98,88	98,71	98,59	98,53	98,42
EAM	0,064	0,047	0,059	0,077	0,089	0,098	0,104	0,109	0,115	0,119	0,123	0,130	0,141	0,146	0,149	0,156
Station: Guelma Lycée (140412)																
a	194,14	329,41	417,56	465,77	500,93	524,96	548,17	561,45	579,58	590,85	604,55	618,86	639,51	657,18	667,18	676,59
b'	0,65	0,69	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,69	0,70	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69
R²	99,35	99,58	99,46	99,28	99,10	98,90	98,78	98,64	98,50	98,33	98,25	97,99	97,73	97,51	97,39	97,23
EAM	0,055	0,065	0,082	0,093	0,105	0,116	0,123	0,130	0,136	0,143	0,145	0,155	0,164	0,171	0,174	0,179
Station: Ain Berda (140606)																
a	178,77	232,91	273,25	294,93	313,97	327,3	339,31	346,23	355,97	365,55	370,17	382,17	395,04	404,99	411,49	416,48
b'	0,61	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,61	0,6	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61
R²	98,99	99,1	98,99	98,88	98,77	98,67	98,59	98,52	98,45	98,35	98,31	98,2	98,04	97,91	97,85	97,8
EAM	0,073	0,069	0,080	0,087	0,093	0,098	0,101	0,104	0,108	0,113	0,115	0,120	0,126	0,130	0,133	0,135
Station: Pont Bouchet (140631)																
a	176,69	244,09	279,20	294,23	303,61	311,38	315,16	318,79	321,94	325,75	327,21	330,55	333,69	335,75	337,71	333,22
b'	0,61	0,60	0,59	0,59	0,58	0,57	0,57	0,56	0,56	0,56	0,55	0,55	0,54	0,54	0,54	0,53
R²	98,10	98,68	98,97	99,13	99,20	99,24	99,28	99,30	99,31	99,32	99,32	99,33	99,31	99,30	99,28	99,09
EAM	0,108	0,083	0,072	0,066	0,066	0,066	0,067	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066	0,065	0,064	0,065	0,072

Ces résultats permettent de constater, à première vue, que :

- la relation $I(D, T)$ est fortement significative pour toutes les durées de récurrence ($R^2 > 90\%$),
- le coefficient a croît avec la période de récurrence (T),
- le paramètre b varie faiblement, en valeur absolue d'une période de retour à l'autre.

Ces constatations incitent à étudier davantage la relation $a(T)$. Selon l'allure des diagrammes de dispersion (Fig. 41), une relation géométrique croissante peut être raisonnable. Cette liaison prend la forme :

$$a = cT^m \tag{79}$$

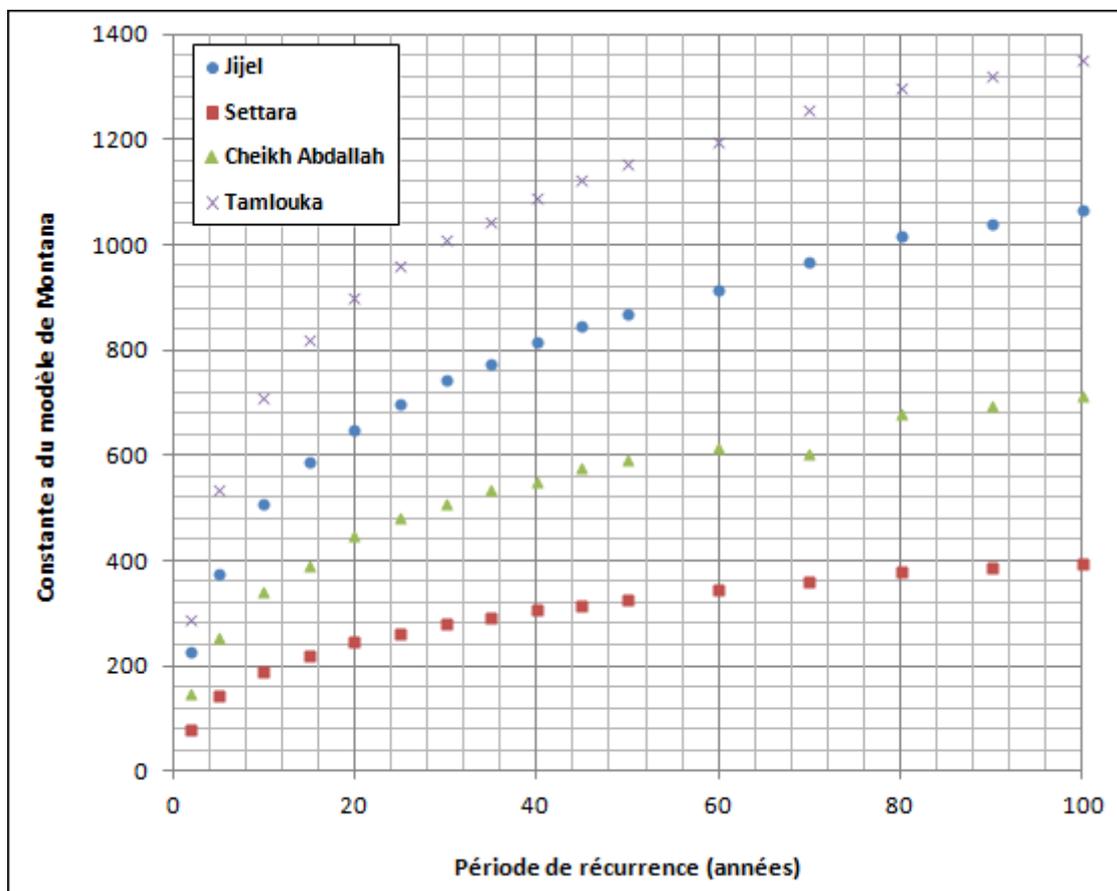


Fig. 41. Evolution de la constante a de Montana avec la période de retour

Etant donné que la relation $a(T)$ est également fortement significative, on passe alors du modèle à deux paramètres (a et b') de Montana (Eq. 78) à un modèle plus général à trois paramètres de type Bernard (Eq. 73) dans lequel la constante b' correspond à la moyenne arithmétique calculée pour toutes les périodes de retour (tableau 73).

Tableau 73. Paramètres du modèle de Bernard

Identification de la Station		Coordonnées			Paramètres du modèle de Bernard			
Nom	Code	Latitude	Longitude	Z(m)	c	m	\bar{b}'	R ²
Bassin des Côtiers Constantinois								
Jijel	030301	36.82°N	5.77°E	5	199.78	0.377	0.70	0.985
Bousnib	030905	36.50°N	6.96°E	900	192.2	0.126	0.60	0.634
Chaffia	031501	36.61°N	8.04°E	170	221.9	0.27	0.65	0.983
Ain Assel	031601	36.77°N	8.36°E	32	130.52	0.450	0.67	0.986
Bassin des Hauts Plateaux Constantinois								
Foum Toub	070406	35.41°N	6.55°E	1102	206.5	0.382	0.74	0.961
Foum el Gueis	070720	35.50°N	6.94°E	945	301.0	0.127	0.73	0.946
Bassin du Kébir-Rhumel								
Redjas Ferada	100201	36.42°N	6.12°E	360	167,24	0.313	0.69	0.984
Chelgoum Laid	100312	36.16°N	6.16°E	768	252.7	0.158	0.69	0.940
Ouled Rahmoun	100508	36.18°N	6.70°E	700	159.46	0.315	0.67	0.996
Settara	100711	36.72°N	6.34°E	280	73.20	0.38	0.56	0.976
Bassin de la Medjerda-Mellegue								
Cheikh Abdallah	120113	36.25°N	7.78°E	700	134.3	0.377	0.66	0.975
Tebessa	120301	35.40°N	8.12°E	890	215.68	0.331	0.74	0.948
Ain Zerga	120510	35.64°N	8.26°E	850	314	0,160	0.73	0,943
Bassin de la Seybouse								
Aioun Settara	140105	36.07°N	7.39°E	741	109.60	0.528	0.73	0.993
Tamlouka	140204	36.16°N	7.14°E	740	280.32	0.362	0.82	0.956
Guelma.Lycée	140412	36.46°N	7.44°E	260	196.29	0.287	0.69	0.939
Ain Berda	140606	36.66°N	7.61°E	100	164.2	0.208	0.60	0.99
Pont Bouchet	140631	36.82°N	7.74°E	3	187.52	0.142	0.57	0.99

A titre d'exemple, les relations obtenues avant la validation du modèle pour Jijel au Nord et Ain Zerga, plus au Sud de la zone d'étude, s'écrivent

$$\text{- Jijel : } I = \frac{200T^{0,377}}{D^{0,70}} \quad (80)$$

$$\text{- Ain Zerga : } I = \frac{216T^{0,160}}{D^{0,73}} \quad (81)$$

où D et I sont respectivement exprimées en minutes et mm/h. Ainsi pour une durée de 60 minutes, l'intensité de la pluie décennale serait de l'ordre de 24 et 16 mm/h à Jijel et Ain Zerga.