
[L]

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Agence Thématique de Recherche en Sciences et Technologie



Rapport Final du projet PNR

Relevant du PNR : Sciences fondamentales
Mathématiques

Titre du Projet :

Application de la théorie des valeurs extrêmes
pour estimer quelques outils probabilistes
dans l'hydrologie et l'actuariat

Responsable du projet :

Dr. RASSOUL Abdelaziz

École Nationale Supérieure d'Hydraulique, Blida

E-mail : a.rassoul@ensh.dz

Décembre 2013

TABLE DES MATIÈRES

Introduction générale	3
1 Introduction à la théorie des valeurs extrêmes	6
1.1 Distribution des maxima	7
1.2 Lois des excès	9
1.3 Estimation de l'indice des valeurs extrêmes	10
1.4 Estimation de quantile extrême	11
2 Les mesures de risques dans l'assurance	13
2.1 Mesure de risque cohérent	14
2.2 Représentation des mesures de risque cohérents par Scénarios	15
2.3 Distortion Risk Measures	16
2.3.1 Exemples des fonctions de distorsion	18
2.4 Résultats	19
2.4.1 Estimation de la PHT par la méthode POT	19
2.4.2 Estimation de la moyenne	19
2.4.3 Estimation de la prime de réassurance	20
2.4.4 Estimation de la fonction de renouvellement	20
3 Les modèles des changements climatiques et les risques hydrologiques	21
3.1 Introduction	21
3.2 Cadre Géographique et Morphologique du bassin	24
3.2.1 Banque des données	25

3.2.2	Eude des débits extrêmes	25
3.3	Impact des changements climatiques sur les débits	26
3.3.1	Evolution des écoulements 1961–1990	27
3.3.2	Bassin de l’Hodna : Oued K’sob à la station de Medjez	27
3.3.3	Bassin du Côtier Algérois : Wadi Djer à la station d’El Affroun	28
3.3.4	Bassin de la Soummam	28
3.4	Comparaison des débits saisonniers entre la période de référence et l’horizon 2050	28
3.5	Comparaison des débits saisonniers entre la période de référence et l’horizon 2100	30
3.6	Évolution des débits solides en fonction des débits liquides	32
4	Traitement des différents modèles des données	33
4.1	Les modèles de données	33
4.1.1	Le modèle relationnel	33
4.1.2	Le modèle objet	34
4.1.3	Le modèle objet-relationnel	35
4.1.4	Le modèle XML	35
4.2	Les métadonnées	36
4.2.1	Définition d’une métadonnée	36
4.3	Préparation des données	37
	Conclusion et Perspectives	40
	Bibliographie	41
	Travaux réalisés	44

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Ce rapport présente de manière synthétique la majeure partie des travaux de recherche ont été fait pendant le déroulement de notre projet de recherche durant la période de mois de Mai 2011 jusqu'au le mois de mai 2013.

Notre projet est de type fondamentale, avec des applications sur des domaines d'application, en particulier sur le domaine de finance et assurance, et sur la science d'hydrologie. Dans cette introduction, nous souhaitons mettre en lumière les raisons qui ont conduit notre démarche et notre choix.

La présence de sinistres graves (rares) dans une classe vient perturber cette hypothèse d'homogénéité des classes et de stabilité des indicateurs de risque.

En général, face à de tels évènements, la question qui se pose, de déterminer ce qu'est un sinistre grave pour une classe de risque donnée afin d'assurer une certaine stabilité des indicateurs de sinistralité et donc une adéquation entre la prime de référence et la sinistralité.

En modélisation statistique, les lois à variance finie, en particulier la loi normale, sont largement utilisées pour étudier de nombreux phénomènes physiques et des données de nature variée. Les résultats obtenus à partir d'une telle modélisation sont généralement satisfaisants. Par exemple, l'analyse classique des séries chronologiques traite principalement de l'analyse statistique des processus stationnaires et, en particulier, des processus linéaires où les innovations à valeurs réelles sont indépendantes et identiquement distribuées de moyenne nulle et de variance finie. Malheureusement, une telle modélisation devient inefficace lorsque l'on désire étudier des phénomènes présentant de nombreuses valeurs extrêmes, qui ne peuvent être considérées comme des valeurs aberrantes.

L'étude statistique des événements extrêmes est de première importance, tant sur le

plan théorique qu'applicatif (météorologie, biologie, hydrologie, assurance, finance....). Les domaines d'applications utilisant les modèles de la théorie des valeurs extrêmes (TVE) n'ont cessé de se développer ces dernières années touchant des domaines variés.

En hydrologie, domaine dans lequel la prévision des crues par exemple est particulièrement importante [Davison et Smith, 1990 ; Katz, 2002], en assurance dont l'une des préoccupations est la prise en compte des grands sinistres [McNeil et al., 1997 ; Rootzen et Tajvidi, 1997].

Leur introduction en finance [Embrechts et al., 1997 ; Danielsson et de Vries, 1997 ; McNeil, 1998 ; Longin, 1998, 2000 ; Embrechts, 1999 ; Gençay et Selçuk, 2004] est une réponse immédiate à la remise en cause de l'hypothèse de normalité surtout avec les observations en hautes fréquences.

En météorologie [Coles et Walshaw, 1994 ; Smith, 2001 ; Klajnmic, 2003] où l'étude de la vitesse du vent, par exemple, permet d'évaluer le degré de résistance des matériaux face à la pression exercée par le vent (au cours d'une tempête par exemple) sur les bâtiments ou les structures de génie civil.

Par définition, un événement extrême, ou rare, est un événement ayant une faible probabilité d'apparition de sorte que les échantillons contiennent en général très peu d'informations sur ceux-ci. Ceci rend nécessaire le recours à des traitements statistiques spécifiques.

Lorsqu'un événement extrême (sinistre grave) se produit, il est donc à la charge de ces mutuelles qui doivent pouvoir y faire face. Or la rareté de ces événements rend délicate l'évaluation des probabilités des risques et il est difficile d'en tirer des statistiques fiables.

La théorie des valeurs extrêmes permet d'évaluer les événements rares et les pertes associées à leur apparition. En d'autres termes lorsqu'une perte importante survient, cette théorie permet d'en évaluer l'ampleur.

Les résultats théoriques sur le comportement stochastique des extrêmes d'échantillon qu'offre la théorie des valeurs extrêmes permettent de proposer un cadre mathématique rigoureux pour réaliser de telles extrapolations. De plus cette théorie acquiert une importance particulière du fait qu'elle s'intéresse directement à la queue de la loi.

Cette théorie est basée sur la connaissance de la loi asymptotique du maximum

d'un échantillon. L'expression de cette loi asymptotique que l'on nomme loi des valeurs extrêmes, ainsi que les conditions d'existence de celle-ci, sont données dans de nombreux ouvrages (voir Embrechts, Reiss Thomas, de Haan,...).

La loi des valeurs extrêmes, lorsqu'elle existe, est indexée par un paramètre appelé indice des valeurs extrêmes, ainsi qu'éventuellement par des paramètres d'échelle et de position. La connaissance de l'indice des valeurs extrêmes est importante car il contrôle la lourdeur de la queue de distribution. Ainsi de nombreux estimateurs de l'indice de valeur extrême ont été proposés dans la littérature, les deux estimateurs les plus connues étant les estimateurs de Hill (1975) et de Pickand (1978).

Ce rapport des travaux est donc organisé de la manière suivante :

La section 1 est une partie qui introduit les concepts généraux et les principales définitions des théories probabilistes des valeurs extrêmes dans le cas des variables aléatoires réelles indépendantes et identiquement distribuées (i.i.d). Un aperçu sur la procédure d'estimation des paramètres de la distribution GEV et GPD et les estimations des quantiles extrêmes.

La section 2 comporte quelques notions sur les mesures de risques et les propriétés essentielles concernant ces mesures, ensuite, en introduit la classe des mesure de risque par distorsion.

La section 3 représente un synthèse sur les risques hydrologiques et les différents facteurs influencé sur sa, ensuite l'impacte des changement climatiques sur les différents risques hydrologiques, différentes méthodes permettent d'estimer les conséquences du changement climatique : les études de

La section 4 représente les différents modèles de représentation des données, elle décrit les caractéristiques de chaque modèles, puis elle expose les différents types d'erreurs qui peuvent exister dans une étude de cas réel.

Finalement, en présent les différents résultats obtenues par les membres de ce groupe comme des participation en conférences international et des publications dans des revues scientifiques international spécialisé.

CHAPITRE 1

INTRODUCTION À LA THÉORIE DES VALEURS EXTRÊMES

La théorie des valeurs extrêmes a pour but d'étudier la loi du maximum d'une suite des variables aléatoires réelles même si, et spécialement si, la loi du phénomène n'est pas connue. Formellement, considérons que X_1, X_2, \dots, X_n une suite des variables aléatoires indépendantes et identiquement distribuées (iid) avec une fonction de distribution cumulé F . Cependant on va généralisé cette argument, par la caractérisation le comportement des extrêmes par la considération de la statistique ordre maximum

$$M_1 = X_1, M_n = \max \{X_1, X_2, \dots, X_n\}, n \geq 2.$$

En principe, ceci est trivial :

$$P(M_n \leq x) = P(X_1 \leq x, X_2 \leq x, \dots, X_n \leq x) = F^n(x), x \in \mathbb{R}.$$

De plus, la loi d'une variable aléatoire parente X est rarement connue avec précision et, même si la loi de cette variable parente X est connue avec exactitude, la loi du terme maximum n'est pas toujours facilement calculable. Pour ces raisons, il est intéressant de considérer les comportements asymptotiques du maximum convenablement normalisé.

Un des résultats fondamentaux de la TVE est le théorème suivant établi en 1928 par Fisher et Tippett. Le problème que se pose est que en pratique, lorsque la cdf F est inconnue.

De façon analogue au théorème central limite, peut-on trouver des constantes de

normalisation : $a_n > 0$ et $b_n \in \mathfrak{R}$, et une loi non-dégénérée de loi H telle que :

$$P\left(\frac{M_n - b_n}{a_n} \leq x\right) = \lim_{n \rightarrow \infty} F^n(a_n x + b_n) = \mathcal{H}_\gamma(x). \quad (1.1)$$

1.1 Distribution des maxima

Théorème 1.1 (Fisher-Tippett 1928) *La classe des distributions de valeurs extrêmes est $\mathcal{H}(ax + b)$ avec $a > 0$, b réel, où*

$$\boxed{H_\gamma(x) = \exp\left\{- (1 + \gamma x)^{-1/\gamma}\right\} \text{ where } 1 + \gamma x > 0,} \quad (1.2)$$

avec $\gamma \in \mathfrak{R}$ et pour $\gamma = 0$ le membre droit est interprété comme $\exp(-e^{-x})$.

$\mathcal{H}_\gamma(x)$ est appelé Distribution de valeurs Extrêmes Généralisées (GEV) standard.

Définition 1.1 *Le paramètre γ est appelé l'indice des valeurs extrêmes (EVI) est définie la forme de la queue de la variable aléatoire X .*

Le parameter $\alpha = 1/\gamma$ est appelé indice de la queue.

La GEV \mathcal{H}_γ peut être écrite de la forme générale par le remplacement de l'argument x par $(x - \mu)/\sigma$ dans le membre droit de l'équation (1.2), où $\mu \in \mathbb{R}$ et $\sigma > 0$ sont respectivement, la position et le paramètre d'échelle.

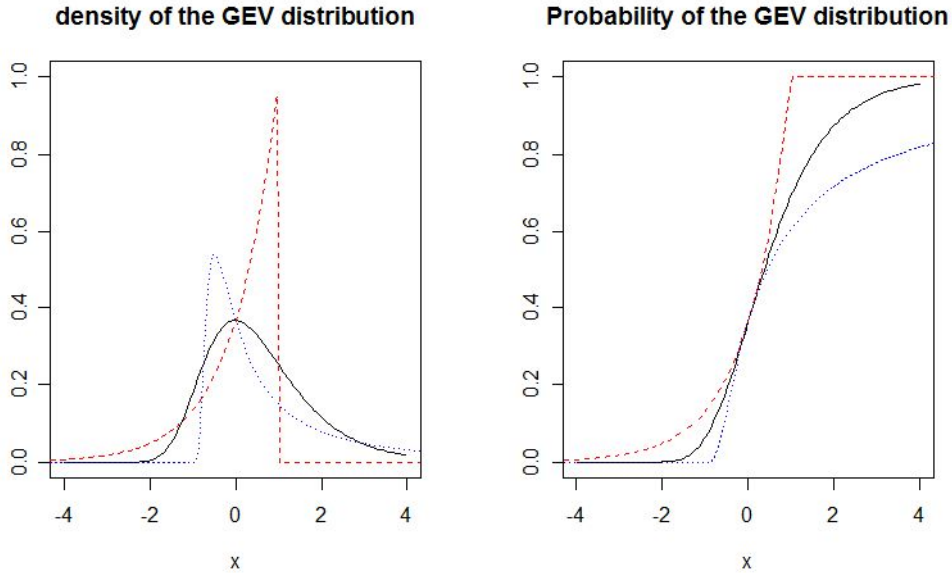


FIGURE 1.1 – Densité et Probabilité de la distribution extrêmes généralisée GEV

La figure (1.1) illustre la famille GEV pour quelques valeurs de γ .

On considère les sous classes suivantes, pour $\gamma > 0$, $\gamma = 0$, et $\gamma < 0$ separately :

a Pour $\gamma > 0$ utilise $\mathcal{H}_\gamma((x - 1)/\gamma)$ et par la notation $\alpha = 1/\gamma > 0$,

$$\phi_\alpha(x) = \begin{cases} 0 & x \leq 0 \\ \exp(-x^{-\alpha}), x > 0, \end{cases} ;$$

Cette classe est souvent appelée : Classe de distribution de Fréchet (Fréchet (1927))

b La fonction de distribution pour $\gamma = 0$,

$$\mathcal{H}_0(x) = \exp\{-\exp(-x)\}, x \in \mathbb{R};$$

pour toutes réelles x , est appelée la distribution de Gumbel ou la distribution double exponentielle.

c Pour $\gamma < 0$ utilise $\mathcal{H}_\gamma(-(x + 1)/\gamma)$ est obtenue avec $\alpha = -1/\gamma > 0$

$$\Psi_\alpha(x) = \begin{cases} \exp\{-(-x^\alpha)\}, x < 0, \\ 1 & x \geq 0 \end{cases} .$$

Cette classe est appelée la distribution de Weibull inverse.

Remark 1.1 γ est le paramètre de la forme détermine le taux de la queue de distribution, avec :

1. $\gamma > 0$: donne le cas de **à queue lourde heavy-tailed** (Fréchet), Cette classe contient les distributions de : Pareto, Burr, Cauchy, lois Stable avec exposant $\alpha < 2$, log-gamma, log-hyperbolic, log-logistic et t-distributions.
2. $\gamma = 0$: donne le cas de distribution **à queue léger light-tailed** de Gumbel, cette classe des distributions caractérisé la classe des queues décroissante exponentiellement tet contient les lois normal, exponential, gamma, et log-normal.
3. $\gamma < 0$: donne la classe **short-tailed** (Weibull négative), la classe des distributions avec borne inférieure limité, comme loi uniforme dans $(0, 1)$ et la distribution de Béta.

Note :Les distributions du domaine d'attraction de Fréchet présentent un intérêt articulé pour la modélisation des extrêmes.

En effet, une distribution appartient au domaine d'attraction de Fréchet si est seulement si elle est à variations régulières.

Les distributions de cette classe dans le cas ou $0.5 < \gamma < 1$ ont un moment d'ordre 2 n'est pas fini, ces distributions ont donc une variance infinie, et par conséquent une queue très lourde.

1.2 Lois des excès

L'approche basée sur les distributions GEV peut être réductrice du fait que l'utilisation d'un seul maxima conduit à une perte d'information continue dans les autres grandes valeurs de l'échantillon. La solution est de considérer plusieurs grandes valeurs au lieu de la plus grande.

La nouvelle approche de la théorie des valeurs extrêmes appelée POT consiste à utiliser les observations qui dépassent un certain seuil, plus particulièrement les différences entre ces observations et le seuil, appelées excès. Il est clair que cette méthode nécessite la détermination d'un seuil ni trop faible pour ne pas prendre en considération des valeurs non extrêmes, ni trop élevé pour avoir suffisamment d'observations.

Soit u un réel suffisamment grand appelé seuil. La méthode des excès s'appuie sur l'approximation de la loi des excès au-dessus du seuil u de la variable aléatoire X , c'est-à-dire de la loi conditionnelle de la variable aléatoire $X - u$ sachant que $X > u$. La fonction de répartition des excès est définie par :

$$F_u(x) = P(X - u < x | X > u)$$

D'après le théorème de Balkema and de Haan (1974) et Pickands (1975), si F appartient à l'un des 3 domaines d'attraction de la loi des valeurs extrêmes, la fonction de répartition F_u peut être approchée par une loi de Pareto généralisée (GPD) définie pour $\beta > 0$ par :

$$\mathbb{G}_\gamma(x) = \begin{cases} 1 - (1 + \gamma x)^{-1/\gamma} & \text{if } \gamma \neq 0 \\ 1 - \exp(-x), & \text{if } \gamma = 0 \end{cases} \quad (1.3)$$

avec

$$\begin{aligned} x &\geq 0 && \text{if } \gamma \geq 0 \\ 0 &\leq x \leq -1/\gamma && \text{if } \gamma < 0. \end{aligned}$$

Alors, \mathbb{G}_γ est appelée GPD standard et γ le paramètre de la forme.

Le choix du seuil : Une bonne détermination de u est primordiale si nous voulons appliquer la théorie des valeurs extrêmes. En effet, un seuil trop faible conduit à une mauvaise adéquation entre la fonction de survie et la loi GPD et les estimateurs sont biaisés. Inversement, un seuil trop élevé entraîne une faible taille d'échantillon de dépassements et donc des estimateurs volatiles.

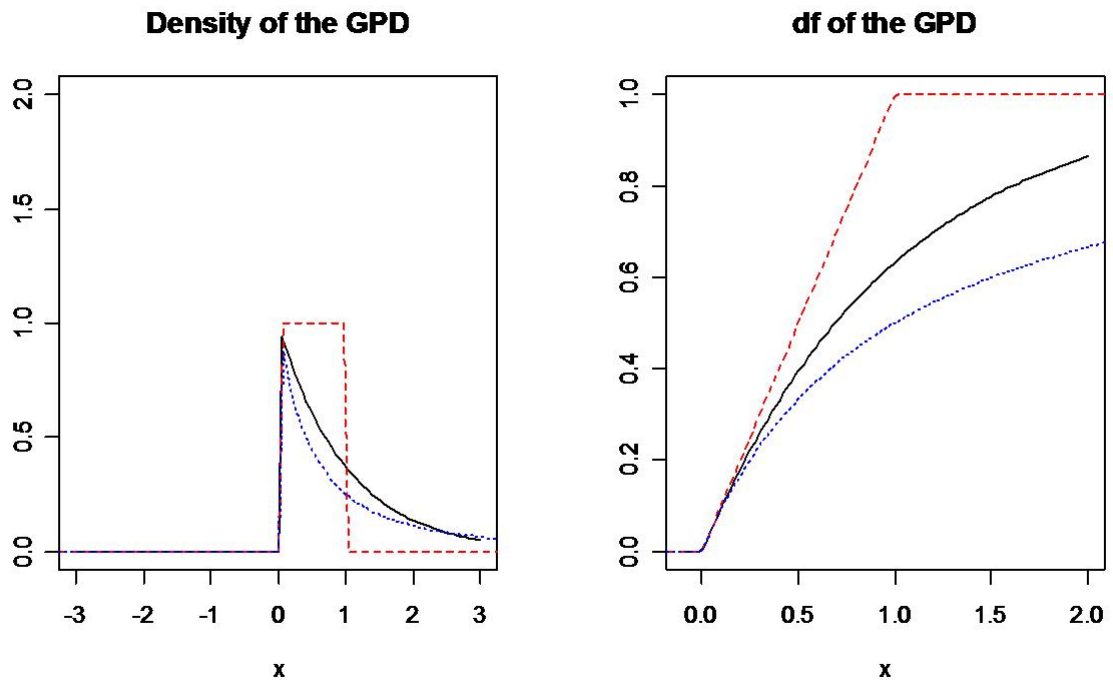


FIGURE 1.2 – Densité et Probabilité de la distribution de Paréto généralisée GPD

1.3 Estimation de l'indice des valeurs extrêmes

L'indice de valeur extrême étant un paramètre décrivant la forme de la queue de distribution, son estimation est évidemment basée sur les plus grandes observations de l'échantillon. Il semble primordial, pour pouvoir utiliser efficacement l'estimateur, de proposer un critère permettant de choisir au mieux le nombre de plus grandes observations à utiliser. Cette question se pose en fait pour la majorité des estimateurs de l'indice de valeur extrême existant.

Dans la littérature de la théorie des valeurs extrêmes on trouve plusieurs techniques semi paramétriques pour l'estimation de l'indice des valeurs extrêmes. On cite l'estimateur de Pickands (Pickands 1975), l'estimateur de Hill (Hill 1975), l'estimateur des moments (Dekkers et al. 1989), l'estimateur du rapport des moments (Danielsen et al. 1996), l'estimateur de Peng (Deheuvels et al. 1997), l'estimateur basé sur le QQ-plot, l'estimateur basé sur le graphique de la moyenne des excès (Beirlant et al. 1996) et d'autres. D'un point de vue théorique, toutes ces méthodes partagent les mêmes propriétés de consistance et de normalité asymptotique.

Cependant, les études de simulation montrent qu'il y a de grandes différences entre ces estimateurs. En général, il n'y a pas une meilleure méthode dans toutes les si-

tuations. Les méthodes les plus utilisées sont celle de Hill, Pickands et des moments. Ceci est dû probablement au fait qu'elles sont les plus anciennes.

Certaines études de comparaison (théorique et par simulation) entre les différentes méthodes peuvent être trouvées dans Rosen et Weissman (1996), Deheuvels et al. (1997), Groeneboom et al. (2003). Panaretos et Tsourti (2001, 2003) ont comparé la majorité des méthodes données dans la littérature par simulation de Monte Carlo. Ils concluent qu'aucune méthode n'est la meilleure dans tous les cas, et la performance d'une méthode dépend de la distribution de la série étudiée.

Ils recommandent l'utilisation de techniques pour déterminer une des classes des extrêmes, et donc l'intervalle le plus probable pour l'indice des valeurs extrêmes. Les méthodes les plus utilisées à cette fin sont graphiques comme : le Graphique Log-Log et de la moyenne des excès parmi d'autres.

Les paramètres γ et β de la GPD peuvent être estimés par la méthode des moments, la méthode des moments pondérées (Hosking et Wallis, 1987) ou la méthode du maximum de vraisemblance (Smith, 1987 ; Davison et Smith, 1990). Cette méthode présente un avantage par rapport à la précédente en ce sens qu'il est plus facile d'avoir un échantillon d'excès que de maxima.

Dans la pratique, on remplace u par $X_{n-k+1:n}$ c'est-à-dire la k plus grande observation de l'échantillon $\{X_i, i = 1, \dots, n\}$.

1.4 Estimation de quantile extrême

L'estimation de quantile extrême est fortement liée à l'estimation de l'indice de valeur extrême puisque la connaissance de l'indice de valeur extrême est équivalente à la connaissance de la forme de la queue de distribution. La principale difficulté dans l'estimation des quantiles extrêmes réside dans le fait que le quantile que l'on cherche à estimer est situé au-delà de l'observation maximale. On ne peut donc pas, comme pour l'estimation de quantiles "classique", inverser tout simplement la fonction de répartition empirique. Il faut donc, à l'aide des plus grandes observations, estimer la fonction de répartition au-delà de l'observation maximale. Pour ce faire, on recense dans la littérature essentiellement trois méthodes.

La première méthode : utilise un résultat donnant l'expression de la loi asymptotique du maximum d'un échantillon (pour plus de détails sur ce résultat et sur la théorie des valeurs extrêmes en général. Cette loi limite est appelée Loi

des valeurs extrêmes. Pour construire l'estimateur du quantile extrême, on divise l'échantillon en plusieurs sous-échantillons dont on extrait les maxima. On estime alors le quantile extrême en inversant la loi des valeurs extrêmes et en estimant les paramètres de cette loi à l'aide de l'échantillon des maxima. Cette méthode a été utilisée pour la première fois à notre connaissance dans l'article de Guida et Longo [11].

La deuxième méthode : appelée méthode des excès, est basée sur un résultat de Pickands 1975 [17] assurant que la loi des observations qui dépassent un seuil u peut-être approchée, pour u suffisamment grand, par une loi de Pareto généralisée, nous parlons alors de méthode Peaks Over Thresholds (P.O.T.). Le quantile extrême est estimé en inversant la loi de Pareto généralisée et en estimant les paramètres de cette loi à l'aide des observations supérieures au seuil u . Cette démarche est utilisée par Hosking et Wallis [15], Davison et Smith, et Hughey.

La troisième méthode : est une approche semi-paramétrique, la partie paramétrique étant l'estimation du paramètre de forme de la loi des valeurs extrêmes appelée indice des valeurs extrêmes. Cette méthode est utilisée par Dekkers et de Haan [8] et dans le cas particulier où la fonction de répartition appartient au domaine d'attraction de Fréchet ou de Gumbel, par Weissman [21] et Davis et Resnick [6].

CHAPITRE 2

LES MESURES DE RISQUES DANS L'ASSURANCE

La question de l'évaluation d'un risque est une question cruciale qui touche des domaines aussi variées que l'écologie, la santé, la finance, l'hydrologie, . . . Différentes mesures de risque ont été proposées dans le cadre unidimensionnel, et une approche axiomatique a été développée pour caractériser la mesure de risque la plus "juste".

Depuis long temps, l'humain a utilisé pour mesuré les pertes par le calcul de la moyenne et la variance. Par contre, ces mesures classiques ne fournissent pas beaucoup d'informations concernant les événements extrêmes.

Recentement, dans le début de 1990's, des nouvelles mesures de risques fiables, comme la Valeur-à-Risque VaR (Value at Risk) ou l'espérance conditionnelle de queue CTE (Conditional Tail Expectation), ont été introduites par un nombre des institutions financières mondiale (J.P. Morgan, Bankers Trust,...).

Le *Niveau de Retour* est un autre mesure de risque de base, généralement utilisé pour évaluer les règlements de construction des centrales nucléaires, barrages, les digues, ponts,... Basé sur la plus grande observations de perte, toute ces mesures sont définie en fonction de quantile extrême des distribution de pertes.

Une fois ces mesures de risque définies, il se pose la question de savoir en donner une expression analytique ou bien de proposer des estimateurs de ces quantités. L'objectif de ce travail sera, dans le contexte de l'hydrologie, et l'assurance de proposer des estimateurs de plusieurs mesures de risque. Dans un second temps on abordera le problème d'estimation de ces indicateurs de risque, en particulier dans le cadre de risques extrêmes pour lesquels l'estimation est toujours plus délicate. Plusieurs

approches d'estimation pourront être envisagées (POT, processus ponctuels, . . .).

Les mesures de risque peuvent être décrites formellement par la définition suivante

Définition 2.1 Soit (Ω, \mathcal{A}) un espace mesurable, où Ω est l'espace fondamentale et \mathcal{A} est une σ -algèbre. Une mesure de risque est un variable aléatoire définie sur (Ω, \mathcal{A}) , tel que, $X : \Omega \rightarrow \mathbb{R}$ est un risque si $X^{-1}((-\infty, x]) \in \mathcal{A}$ for all $x \in \mathbb{R}$.

Un risque représente le perte net finale d'une position couramment réalisé.

Lorsque $X > 0$, on dit est une perte,

lorsque $X < 0$, on dit est un gain.

La classe de toutes les variables aléatoires sur (Ω, \mathcal{A}) sont définies par \mathcal{X}

Définition 2.2 Toute application $\rho : \mathcal{X} \rightarrow \mathbb{R} \cup \infty$ est appelé un mesure de risque. Dans le cas $\rho[X] = +\infty$, on dit que le risque est inacceptable où non-assurable.

2.1 Mesure de risque cohérent

Une mesure de risque est dit cohérent dans le sens de Artzner et al. [?], si il satisfis les quatre propriétés et axiomes suivantes :

- **Axiome T. Invariance par Translation :** Pour tout $X \in \mathcal{X}$ et tout nombre réel a , on a

$$\boxed{\rho(X + a) = \rho(X) + a.} \quad (2.1)$$

Invariance par translation exige que l'addition d'un certain montant réduit de l'argent encore nécessaires pour faire connaître notre position acceptable, et sa validité est évident.

Remark 2.1 Axiome **T** Assure que, pour tout X , $\rho(X + \rho(X)) = 0$. Cette égalité a une interprétation naturelle en termes de l'ensemble de réception associée à ρ .

- **Axiome S. Sous additivité :** Pour tout $X_1, X_2 \in \mathcal{X}$

$$\boxed{\rho(X_1 + X_2) \leq \rho(X_1) + \rho(X_2).} \quad (2.2)$$

La sous additivité est une propriété clé, ceci nous a informé que un portefeuille produire de sous portefeuille sera risque un montant qui est n'est pas excède des risques constituer un sous portefeuille.

► **Axiome Ph. Homogénéité Positive :** Pour tout $\lambda \geq 0$ et pour tout $X \in \mathcal{X}$,

$$\boxed{\rho(\lambda X) = \lambda \rho(X)}. \quad (2.3)$$

L'homogénéité positive implique que le risque d'une position est proportionnel par rapport leur échelle ou leur taille, et donne un sens si on va distribuer avec la position de liquidité dans un marché.

► **Axiome M. Monotonie :** Pour tout X et $Y \in \mathcal{X}$ with $X \leq Y$, we have :

$$\boxed{\rho(X) \leq \rho(Y)}. \quad (2.4)$$

Monotonie signifie que, si Y a une grande valeur que X , alors Y doit être avoir un grand risque.

Note : l'axiome de sous additivité est la critère la plus importante, nous nous attendons à une mesure de risque respectable à satisfaire. Il reflète notre attente que l'agrégation des risques individuels ne devrait pas augmenter le risque global, et c'est une exigence fondamentale de toute mesure respectable des risques, cohérente ou non.

2.2 Representation des mesures de risque cohérents par Scénarios

Ces quatre axiomes définissent les mesures de risques cohérentes, qui admettent la représentation générale suivante :

Proposition 2.1 *On donne un retour totale r sur un investissement référence, un mesure de risque ρ est cohérent si et seulement si il existe une famille \mathcal{P} des mesures de probabilité sur l'espace d'états de nature, tel que*

$$\boxed{\rho(X) = \sup_{\mathbb{P} \in \mathcal{P}} \mathbb{E}_{\mathbb{P}}[-X/r]}, \quad (2.5)$$

Ainsi, toute mesure de risque cohérente apparait comme l'espérance des pertes maximum sur un ensemble donné des scénarios, $\mathbb{P} \in \mathcal{P}$). Il est alors évident que l'ensemble des scénarios, de grand valeur de $\rho(X)$ et ainsi, la mesure de risque le plus conservatrice.

Les axiomes des mesures de risques cohérente à été très influencés. Ces mesures de risques cohérente peuvent être utilisé comme un capitale exigés a réglé.

Mesure de risque est prolongé à une mesure de risque convexe, est appelé aussi mesure de risque faiblement cohérent par relaxé l'axiome de sous additivité et l'homogénéité positive, et exige la condition faible suivante :

Axiome Convexity (C) :

$$\boxed{\rho(\lambda X + (1 - \lambda)Y) \leq \lambda\rho(X) + (1 - \lambda)\rho(Y), \lambda \in [0, 1].} \quad (2.6)$$

Définition 2.3 Une application $\rho : \mathcal{X} \rightarrow \mathbb{R}$ est appelé une mesure de risque convexe s'il est satisfait la condition de convexité **(C)**, monotonie **(M)**, and invariance par translation **(T)**.

Définition 2.4 Une application $\rho : \mathcal{X} \rightarrow \mathbb{R}$ satisfais la sous additivité **(S)**, homogénéité positive **(Ph)**, et les deux axiome suivantes

Axiome (SH) : Shift-invariance :

$$\boxed{\rho(X + m) = \rho(X), \forall X \in \mathcal{X}, m \in \mathbb{R}} \quad (2.7)$$

(N) : Non négativité :

$$\boxed{\rho(X) \geq 0, \forall X \in \mathcal{X},} \quad (2.8)$$

est appelé mesures de déviation.

Déviatiion Standard et déviatiion semi-standard sont des exemples typiques pour cette catégorie.

Mesures de Déviatiion et mesure de risques cohérente sont, d'une part mutuellement incompatible, car n'existe pas une fonction peuvent être satisfis les axiomes **(C)** et **(SH)** au même temps.

2.3 Distortion Risk Measures

Les mesures de risques par distorsion sont des classes particulières des mesures de risques qui sont intensivement étudiier dans la littérature d'actuariat dans la connec-tions avec la théorie axiomatique du calculabilité des primes, ils sont introduisant par Denneberg (1990) et Wang (1996) et ont été appliquées sur une large variété des problèmes d'assurances, plus particulièrement, les mesures de risque par distorsion comporte une classe importante des mesures de risque, il contient Value at Risk,

Conditional Tail Expectation and Wang's PH transform premium principle.

L'objectif de cette section est de trouver des relations entre les caractéristiques des mesures de risques et les critères pour la cohérence proposé par Artzner et al (1999), et on trouve que les mesures de risques par distorsion est cohérent si et seulement si la fonction de distorsion associée est concave.

Définition 2.5 *A mesure de risque par distorsion est la moyenne des pertes sous la transformation de la fonction de densité cumulée connue comme fonction de distorsion, et le choix de la fonction de distorsion détermine le mesure de risque. Plus formellement, si $F(x)$ est une cdf, la transformation $F^*(x) = g(F(x))$ est une fonction de distorsion si $g : [0, 1] \rightarrow [0, 1]$ est une fonction croissante avec $g(0) = 0$ et $g(1) = 1$.*

La mesure de risque par distorsion est alors l'espérance de la variable aléatoire du perte X utilise probabilité obtenue à partir de $F^*(x)$ plutôt que $F(x)$. Comme les mesures de risques cohérentes, les mesures de risques par distorsion à les propriétés de la monotonie, l'homogénéité positive, et l'invariance par translation.

Un nombre des mesures de risques peuvent être exprimés comme l'espérance de la variable aléatoire des pertes sous un changement de mesure accompli utilisé une fonction de distorsion. Signifie que, pour un risque mesure Π , le prix associé avec la variable aléatoire des pertes $X \geq 0$ avec fonction de distribution F est

$$\boxed{\Pi(x) = \int_0^{+\infty} g(\bar{F}(x)) dx.} \quad (2.9)$$

Plusieurs mesures de risque de ce forme sont discutées par Wirth et Hardy (1999). Ces auteurs notés que, quand g est concave, le mesure de risque est cohérent.

Maintenant, on va exprimé une représentation alternative des mesures de risque par l'utilisation des probabilités par distorsion. Cette représentation est commode dans le développement des estimateurs empiriques des mesures de risques.

Lemme 2.1 *Soit X une variable aléatoire réelle avec df F , et soit g une fonction différentiable croissante avec $g(0) = 0$ et $g(1) = 1$. Alors*

$$\begin{aligned} \Pi(F) &= \int_{-\infty}^0 [g(\bar{F}(x)) - 1] dx + \int_0^{+\infty} g(\bar{F}(x)) dx \\ &= \int_0^1 F^{-1}(s) \Psi(s) ds, \end{aligned} \quad (2.10)$$

où

$$\Psi(s) = g'(1 - s).$$

2.3.1 Exemples des fonctions de distorsion

1. **La mesure VaR** : Quand la fonction de distorsion :

$$g(x) = \mathbf{1}_{\{x \geq t\}}, t \in (0, 1).$$

2. **La mesure CTE basé sur la fonction de distorsion** :

$$\begin{cases} g(x) \geq \frac{x-t}{1-t} \mathbf{1} & \text{if } x \geq t \\ g(x) = 0 & \text{if } x < t \end{cases}$$

3. **La mesure PHT (Proportional Hasard Transform measure)** : lorsque

$$g(s) = s^r, \text{ with } 0 < r < 1.$$

4. **La mesure WT (Wang Tsansform measure)** : Lorsque

$$g(s) = \Phi(\Phi^{-1}(s) + \lambda),$$

où Φ est une distribution normal standard df, et λ est une paramètre reflète le risque systématique de X .

5. **Dual-power transform** : est définie pour le paramètre $r \geq 1$ avec

$$g(s) = 1 - (1 - s)^r.$$

6. **Gini's principle** :

$$g(s) = (1 + r)x - rx^2.$$

7. **Dennensberg's absolute deviation principle** :

$$g(s) = \begin{cases} (1 + r)x, & \text{for } 0 \leq s \leq 1/2 \\ r + (1 - r)x, & \text{for } 1/2 \leq s \leq 1 \end{cases}$$

8. **Square-root transform** :

$$g(s) = \frac{\sqrt{1 - \ln(r)x} - 1}{\sqrt{1 - \ln(r)} - 1}.$$

9. **Exponential transform** :

$$g(s) = \frac{1 - r^x}{1 - r}.$$

10. **Logarithmic transform** :

$$g(s) = \frac{\ln(1 - \ln(r)x)}{\ln(1 - \ln(r))}.$$

2.4 Résultats

Toutefois, le contexte actuariel nécessite l'étude de la queue des distributions. En effet, par nature, un risque qui a une probabilité significative de causer de forts sinistres est dangereux et les compagnies d'assurance et de réassurance ont besoin d'évaluer ce niveau de dangerosité.

L'épaisseur de la queue de la distribution des sinistres est donc un élément fondamental dans l'évaluation du niveau de danger d'un risque. Nous nous intéressons dans ce travail tout particulièrement à la variable aléatoire décrivant le coût individuel d'un sinistre grave (extrême) et à l'estimation de sa distribution de probabilité, qu'on appellera distribution de perte à queue lourde (en anglais Loss Severity Distribution). Cette classe contient plusieurs distributions (comme Pareto, Burr, Student, Lévy-stable et log-gamma) connus pour être des modèles très appropriés pour le montage de réclamations d'assurance, de grandes fluctuations importantes de prix, log-rendements et autres données (voir par exemple, Beirlant et al., 2001). Pour plus de détail sur ce type de distribution, nous nous référons à Bingham et al. (1987) et Rolski et al. (1999).

2.4.1 Estimation de la PHT par la méthode POT

L'apport nouveau de ce travail consiste en l'ajout de deux difficultés supplémentaires dans le cadre de l'estimation du proportionnel hasard Transformé (PHT) des pertes pour des lois à queues lourdes ($\gamma > 0$), *notre estimateur est basé sur la méthode POT et l'application du résultat de Balkema et de Haan (1974) et P*

2.4.2 Estimation de la moyenne

La moyenne est une mesure de risque est appelé la prime net des risques, dans ce travail on s'intéresse par l'estimation de la moyenne pour les distribution à queue lourde, en particulier quand le théorème centrale limite ne peuvent pas appliquer. L'estimateur est basée sur le quantile extrême de Weismann (1978) and la technique de réduction de biais des estimateur de l'indice de la forme de la queue de distribution introduit par Hill (1975), cette technique basée sur l'estimations des paramètres de deuxième ordre et d'ordre trois de la classe de Hill des distributions à variations régulières qui est la majeure partie des distributions à queues lourdes.

2.4.3 Estimation de la prime de réassurance

Le risque proportionnel noté (PH) est une prime de risque d'un assurés X avec la fonction de répartition continue F , dépend de la queue de distribution $S = 1 - F$ et un paramètre $r \geq 1$ indice appelé l'aversion au risque. Dans certains problèmes techniques, comme dans le traité de réassurance, on s'intéresse à l'estimation d'une prime pour un niveau de rétention donné $R > 0$, nous notons par $\Pi_{R,r}$ à une prime de réassurance sur $[R, \infty[$. La prime de réassurance est donné par la formule

$$\Pi_{R,r} = \int_R^\infty \bar{F}(x)^{1/r} dx, \quad r \geq 1. \quad (2.11)$$

L'estimation de $\Pi_{R,r}$ par utilisation de l'estimateur de Weismann du quantile extrême, pour définir un estimateur asymptotiquement normal de $\Pi_{R,r}$, mais comme cet estimateur est dépend de l'estimateur de Hill pour l'indice, alors cet estimateur est biaisé, pour améliorer cet estimateur nous avons utilisé la technique de réduction de biais de l'indice γ et de quantile extrême pour construire un nouveau estimateur pour la prime de réassurance qui est asymptotiquement normal, et la comparaison de notre estimateur et d'autres estimateurs existantes par des résultats de simulation au niveau de biais et rmse montre la performance de notre estimateur.

2.4.4 Estimation de la fonction de renouvellement

Dans la théorie des processus stochastiques, le processus de renouvellement à un grand importance dans plusieurs domaines, telle que, la communication, fiabilité des systèmes, le trafic routière,...

En particulier la fonction de renouvellement qui représente le nombre moyenne des évènements comptés dans des l'occurrence de certain phénomène.

Le cas importante qui correspond au distribution d'inter arrivées des évènement soit sont à queue lourde. Dans ce travail nous avons proposé un nouveau estimateur pour la fonction de renouvellement en temps infinie avec un moment d'ordre deux est infini, Nous avons établi la normalité asymptotique et illustration de la performance de cette estimateur.

CHAPITRE 3

LES MODÈLES DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET LES RISQUES HYDROLOGIQUES

3.1 Introduction

L'eau, une des plus importantes ressources naturelles, doit être protégée de manière à garantir de façon durable son équilibre entre les besoins et les utilisations. Le développement durable des activités humaines s'appuie, en particulier, sur une gestion intégrée des eaux.

Le changement climatique est un défi important pour les gestionnaires de l'eau, les utilisateurs et les décideurs politiques, dans la mesure où on ne peut plus nier son existence et ses répercussions futures. La gestion de l'eau est à la croisée de nombreux secteurs et bien que les projections climatiques soient entachées d'incertitudes, il convient de tenir compte du changement climatique dès aujourd'hui dans la gestion des ressources en eau.

Une gestion efficace et durable des eaux ne se limite pas à garantir, en moyenne, une quantité et une qualité suffisantes pour les demandes humaines (eau potable, industrielle, d'irrigation,...) et pour les besoins des milieux naturels ; elle doit aussi prendre en compte la manifestation des événements extrêmes, tels que les étiages et les crues.

La quantité et la qualité des ressources en eau disponibles posent des problèmes de plus en plus complexes et difficiles à résoudre. La consommation d'eau augmente considérablement et la pénurie se fait sentir dans de nombreux pays en voie de développement.

Une gestion intégrée des ressources en eau s'impose donc pour accompagner un développement durable qui puisse concilier le développement socio-économique et la préservation de l'environnement. A l'instar des pays de la rive Sud du bassin méditerranéen, l'Algérie, pays à climat essentiellement semi-aride à aride dans la majeure partie de son territoire, est confronté au problème du développement et de la gestion durable de ses ressources en eau.

En effet, bien que disposant d'importantes chaînes de montagnes, d'une large ouverture maritime et par une grande disparité géographique, ces ressources en eau sont limitées vis à vis d'une forte demande qui résulte de la croissance démographique, de l'amélioration des conditions de vie, du développement des différentes industries et de l'extension de l'irrigation.

Devant ces contraintes, l'Algérie a fourni, depuis les années soixante, d'importants efforts de mobilisation de son potentiel hydraulique pour faire face à l'accroissement démographique et assurer son développement socio-économique. Cependant, les changements climatiques, la baisse des précipitations et le potentiel hydraulique limité, nécessite parallèlement à la poursuite de l'effort de mobilisation fourni par l'état, une maîtrise des phénomènes hydrologiques extrêmes et les plans d'évolution projetés pour l'avenir.

Les plans directeurs de développement des ressources en eau à l'échelle des bassins versants projetés pour l'avenir sont développés à partir de données historiques et sans tenir compte des nouvelles données de climat. De ce fait, Il sera nécessaire, de rétablir des stratégies d'adaptation spécifiques aux modifications de paramètres climatiques. Celles-ci ne permettront d'atteindre le but visé que si elles se fondent sur des connaissances aussi détaillées et concrètes que possible sur l'évolution l'économie, de la population, des émissions de gaz à effet de serre et l'évolution des eaux superficielles en conditions normales ainsi qu'en période de crise liée aux événements extrêmes.

La modélisation hydrologique se révèle être un outil précieux dans l'étude de l'impact des changements climatiques sur l'hydrologie et un outil d'aide à la décision pour la mise en place d'une gestion concertée et interdomaine à l'échelle du bassin versant.

Dans le cadre de ce travail, on s'est intéressé à l'analyse hydrologique des eaux superficielles de quelques bassins versants situés sous climat semi-aride de l'Algérie,

3.1. INTRODUCTION

en conditions normales ainsi qu'en période de crise liée aux événements extrêmes et prédire la variation de l'écoulement et des événement extrême jusqu'au 2100.

Le choix de la zone d'étude a porté sur le bassin hydrographique Algérois-Hodna-Soummam (AHS), vu sa position géographique appartienne à trois différentes régions climatique de l'Algérie "Fig.1", sa population en perpétuelle croissance, son développement économique, son agriculture intensive et le nombre important d'ouvrages implantés de mobilisation de la ressource en eau (56 dams and small dams).

Il couvre une superficie de 47 875 km et, est limité au Nord par la Mer Méditerranée, à l'Ouest par le bassin du Cheliff - Zahres, à l'Est par celui du Constantinois et au Sud par le bassin du Sahara. Trois (03) grands sous bassins versants le composent : Algérois, Hodna et Soummam.

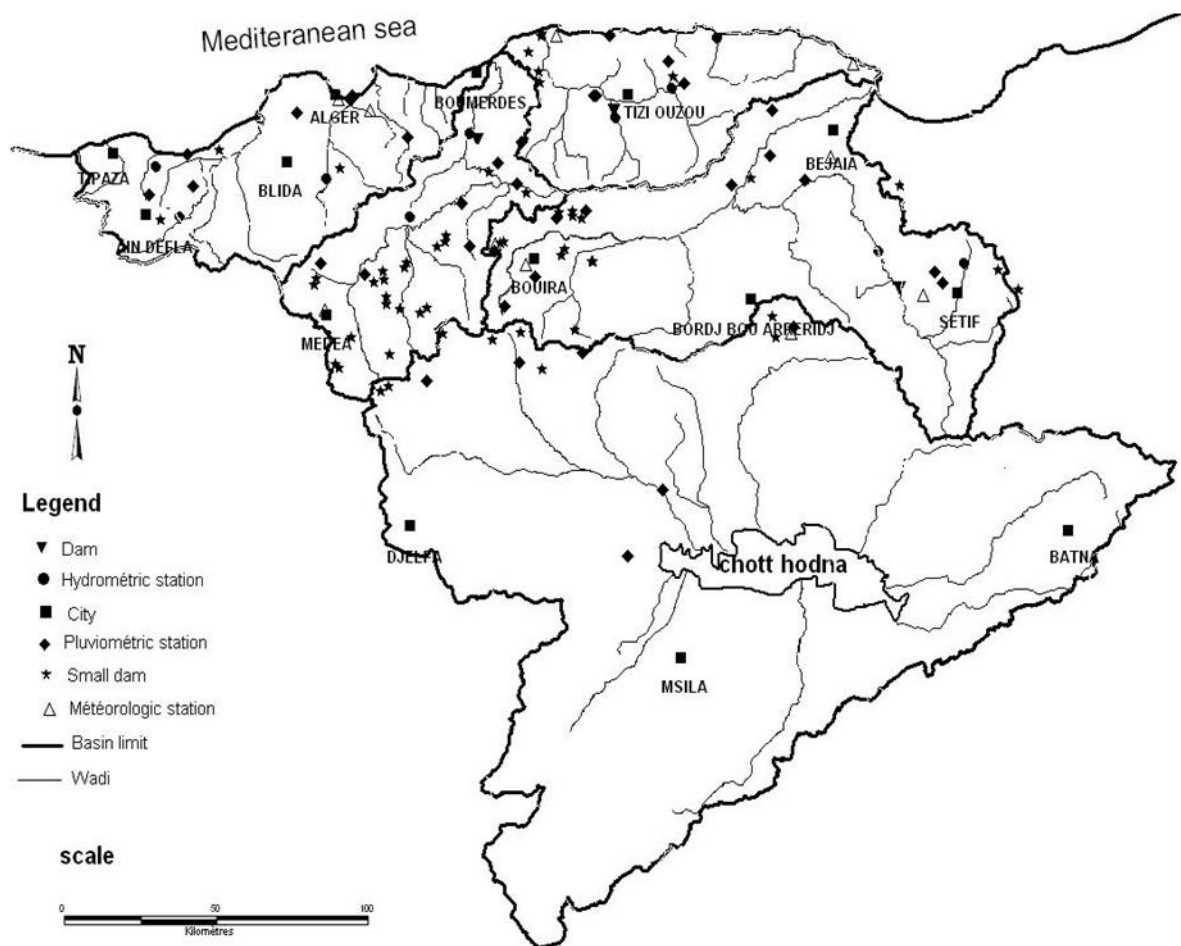


FIGURE 3.1 – The measurement sites situation on the AHS basin map.

3.2 Cadre Géographique et Morphologique du bassin

1. **Climat** : En général le climat algérien est un climat de transition entre le climat tempéré humide et le climat désertique. Il varie de manière contrastée, du type méditerranéen et semi aride dans le nord vers le type désertique dans le Sahara. Le bassin Algérois-Hodna-Soummam est sous l'influence de trois régimes climatiques à savoir : Climat tempéré littoral, climat de l'atlas Télien et Climat des hauts plateaux.
2. **Pluviométrie et température** : Les précipitations dans le bassin Algérois-Hodna-Soummam, se caractérisent par une grande variation spatiale et temporaire. Les valeurs de la pluviométrie annuelle diminuent au fur et à mesure qu'on s'éloigne de la côte. La moyenne annuelle pour l'Algérois varie entre 500 et 1000 mm en augmentant de l'Ouest vers l'Est (Zeroual et als, 2010). Pour l'ensemble du bassin Soummam, la pluviométrie moyenne est de 500 mm, oscillant entre 300 et 1000 mm près de la côte. Elle atteint approximativement 1500 mm sur les flancs Sud du massif de Djurdjura, en augmentant de l'Ouest vers l'Est. Pour l'ensemble du bassin de Hodna, la pluviométrie moyenne est de 300 mm, oscillant entre 200 et 500 mm avec une variation, avec une variation extrême dans l'espace et dans le temps.

Par ailleurs, l'examen de la carte pluviométrique de l'Algérie du Nord établie par l'Agence Nationale des Ressources Hydraulique en 1993 fait bien ressortir les traits essentiels de la répartition des précipitations moyennes inter-annuelles. Elle montre que la répartition spatiale des précipitations est caractérisée par un fort gradient Nord-Sud, doublé d'un gradient Est-Ouest, moins marqué. Les précipitations varient en moyenne entre 300 et 1500 mm dans la région côtière et de 250 à 500 mm au Sud. La température moyenne mensuelle dans le bassin AHS varie entre 6C et 12C pour les minima et entre 16C et 25C pour celle des maxima. Les températures moyennes annuelles du bassin de Hodna oscillent entre 13 et 19 C.

La moyenne mensuelle des maxima varie entre 19 et 24 C et celles des moyennes annuelles des minima varient entre 6 et 12C. Pour l'ensemble du bassin de la Soummam, le mois le plus chaud est celui d'Août avec une température d'en-

viron 25 C quand aux températures les plus basses, elles sont atteintes au mois de Janvier où leur moyenne est d'environ 12C., Quant au bassin de l'Algérois, la température moyenne annuelle décroît de 18C à 10C par effet orographique. L'amplitude moyenne mensuelle passe de 16c à 20C du Nord au Sud de cette région, les minima sont observés en hiver.

3.2.1 Banque des données

La banque de données est consistée d'un ensemble des températures mensuelles, mesurées sur 10 stations météorologiques, contrôlées par l'O.N.M. Aussi, des précipitations mensuelles et de débits mensuels, mesurés respectivement sur 80 stations pluviométriques et 30 stations hydrométriques, contrôlées par l'A.N.R.H, dont la fluctuation de l'observation varie entre 25 et 30 années (1961/1990).

3.2.2 Eude des débits extrêmes

Les débits extrêmes que sont les phénomènes de crues et d'étiages ne peuvent être cernés que dans leur succession chronologique, allant de quelques heures à plusieurs jours. L'étude des crues permet de mettre en évidence la réaction du bassin versant pendant un pas de temps réduit à une averse ou séquence pluvieuse donnée. Cette réaction ou réponse du bassin, fonction des caractères propres des précipitations (hauteur, intensité et durée) est déterminée par la combinaison complexe des divers éléments caractérisant l'organisation fluvial :

- ◇ Etat de saturation des sols,
- ◇ Importance des pentes,
- ◇ Densité de drainage,
- ◇ Taux de la couverture végétale,
- ◇ Forme du bassin etc ...

On se limitera dans l'étude des crues , à leurs caractères généraux tels que leur genèse, leur puissance, leur fréquence en précisant par ailleurs, le potentiel hydrologique énorme qu'elles représentent.

L'étude des étiages, phénomènes moins brutaux dans leur apparition, permet de mettre en valeur la forte décroissance des débits en phase de tarissement et surtout de préciser les restitutions des nappes aquifères à l'écoulement fluvial. Ils seront envisagés du point de vue de leur genèse et de leur évolution dans le temps.

Pour étudier les débits extrêmes, on a procédé dans un premier temps à reconstruire une banque de données fiable à partir de jaugeage puis la courbe de tarage. Le jaugeage de débit dans les cours d'eau nécessite un investissement colossal en terme de constitution d'une banque de données fiable pour l'élaboration de la courbe de tarage qui convertit les hauteurs d'eau enregistrées en débit en une relation univoque. L'établissement d'une telle relation fiable « hauteur – débit » aboutit à divers barèmes d'étalonnage dans l'année suite à la modification perpétuelle de la géométrie de la section de jaugeage. Le passage de crues brèves et violentes détare la station, un affouillement ou un dépôt de sédiments est observé et les débits maxima ne sont pas jaugés.

L'univocité de la relation est rompue et l'incapacité d'extrapoler aux débits non enregistrés est observée. Pour parer à cette problématique, l'investigation d'une méthodologie pour l'estimation des débits de crues non enregistrés est recherchée. L'approche adoptée consiste en une identification de la courbe de tarage et son extrapolation, basée d'une part sur l'exploitation des limnigrammes fournis et d'autre part sur les caractéristiques hydrauliques de la section de mesure données par les jaugeages réalisés. Huit cours d'eau, intermittent, sis au Nord Algérien, ont constitué le champ d'application.

Une relation fonctionnelle "section mouillée-débit" est recherchée, la méthode de l'entropie a été appliquée sur les jaugeages réalisés pour modéliser la section mouillée. Cet axe a fait l'objet de plusieurs publications et communications internationales.

3.3 Impact des changements climatiques sur les débits

En Algérie, les problèmes des ressources en eau n'ont pas été convenablement traités jusqu'à présent dans les analyses du changement climatique et dans la formulation de la politique climatique. De même, dans la plupart des cas, l'évolution historique des paramètres climatiques et des ressources en eau n'a pas été évaluée à différents horizons et à différentes échelles.

Afin de vérifier cette évolution, nous avons opté pour les bassins hydrographiques de l'Algérois-Hodna-Soummam appartiennent à trois différentes régions climatique de l'Algérie. Nous avons évalué l'impact du climat futur sur l'évolution des débits saisonniers aux horizons 2050 et 2100.

3.3. IMPACT DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LES DÉBITS

Pour mieux cerner l'importance de ces impacts, on s'est basé sur l'analyse des débits moyens de la période de référence (1961–1990) et de les comparer à ceux qui pourraient résulter de changements des principales contraintes directes. La méthodologie utilisée repose sur le modèle GR2M.

L'analyse des résultats montre une diminution des débits moyens mensuels bien marquée par rapport à la période de référence dans les différents horizons et différentes échelles étudiés.

3.3.1 Evolution des écoulements 1961–1990

Le régime hydrologique du bassin versant de l'Algérois-Hodna-Soummam se caractérise par une irrégularité interannuelle au vu des fortes valeurs du coefficient de variation. Cette variabilité observée, fluctuant entre 5 et 45% est due essentiellement au caractère irrégulier de l'apport pluvial des cours d'eau. Avec les disparités du contexte hydroclimatique du bassin de l'Algérois-Hodna-Soummam, le coefficient d'écoulement varie considérablement à travers les trois bassins versants : il est varié entre 15 % à 40 % pour le Côtier Algérois, 15 % à 25 % pour la Soummam et 3 % à 9 % pour le bassin de Hodna. Le bilan hydrologique moyen annuel du bassin fait ressortir l'importance du déficit d'écoulement qui atteint 85% alors que 15% seulement des précipitations profitent à l'écoulement. Pour l'ensemble des stations du bassin de l'Algérois-Hodna-Soummam, la lame d'eau écoulée annuelle variée entre 70 mm à 350 mm dans le Nord et 5 mm à 18 mm dans le sud du bassin. Pour étudier l'évolution des débits, nous avons pris pour chaque bassin une station de référence.

3.3.2 Bassin de l'Hodna : Oued K'sob à la station de Medjez

Au niveau de la station de l'Medjez, on constate que les débits moyens mensuels demeurent très constants sauf en juin et juillet où ils sont plus faibles. Les débits moyens mensuels reflètent un régime très régulier visiblement sans rapport direct avec le régime pluviométrique de climat présaharien. Ce fait est dû beaucoup plus au régime pluviométrique de l'amont.

L'oued K'sob est caractérisé par un écoulement non permanent et ne rentre en crue que lors de forts épisodes pluvieux. En général, deux périodes de crues affectent le bassin : une au printemps et une en automne. L'Oued K'sob transite en moyenne annuelle un débit de $13.5m^3/s$, ce débit est relativement fort qui s'explique par

la grande superficie drainée ($1332km^2$). Le débit maximum est enregistré en 1986 ($36.5m^3/s$) et le minimum en 1990 ($2.34m^3/s$).

3.3.3 Bassin du Côtier Algérois : Wadi Djer à la station d'El Affroun

L'évolution des débits moyens mensuels dans le bassin versant de l'Ourika durant la période 1969-1996 montre que les débits minimaux se présentent en août ($1.16m^3/s$) avec intervention des averses orageuses qui peuvent perturber le régime hydrologique estival de l'oued Ourika donnant naissance à des crues torrentielles dévastatrices. C'est le cas de la violente crue d'Ourika enregistrée le 17/08/1995, avec un débit maximum instantané de $1030m^3/s$.

Le régime hydrologique de l'Oued Chiffa augmente progressivement pour atteindre un débit moyen de $2.48m^3/s$ variant entre un minimum de $0.06m^3/s$ mesuré en 1990 et un maximum de $7.71m^3/s$ enregistré en 1973. La période de 1987 à 1990 montre des faibles débits influencés par la sécheresse généralisée sur toute l'Algérie.

3.3.4 Bassin de la Soummam

Les débits moyens mensuels enregistrés à la station de Foum pour la période de (1975-1994) montrent des débits maximums en avril et mai respectivement de $2.839m^3/s$ et $3.798m^3/s$, les débits minimums sont observés en décembre ($0.967m^3/s$), en janvier ($0.908m^3/s$) et en août ($1.065m^3/s$).

L'analyse des débits moyens annuels montre une irrégularité interannuelle très marquée. Les lames d'eau écoulées varient énormément d'une année à une autre avec un minimum de $0.02m^3/s$ en 1987 et un maximum de $1.1m^3/s$ en 1981. La moyenne est de $0.23m^3/s$.

3.4 Comparaison des débits saisonniers entre la période de référence et l'horizon 2050

Bassin de l'Hodna : Oued K'sob à la station de Medjez L'analyse des résultats, à partir du tableau 1, montre une diminution des débits moyens mensuels pour les différentes saisons par rapport à la période de référence (1961–1990). A l'horizon 2050 et pour le scénario A1, la diminution la plus importante est de

3.4. COMPARAISON DES DÉBITS SAISONNIERS ENTRE LA PÉRIODE DE RÉFÉRENCE ET L'HORIZON 2050

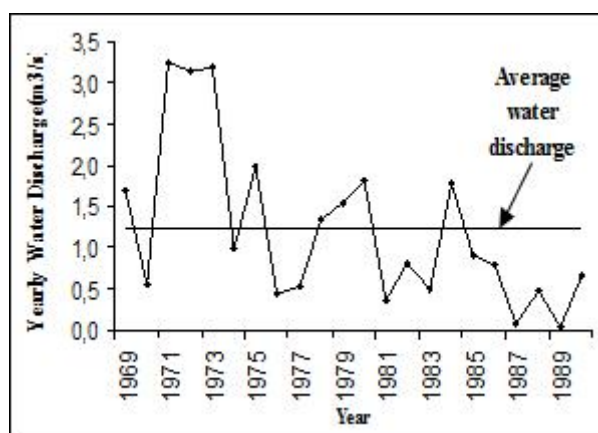


FIGURE 3.2 – Variability of mean annual water discharge in Wadi Djer catchment (1969–1990).

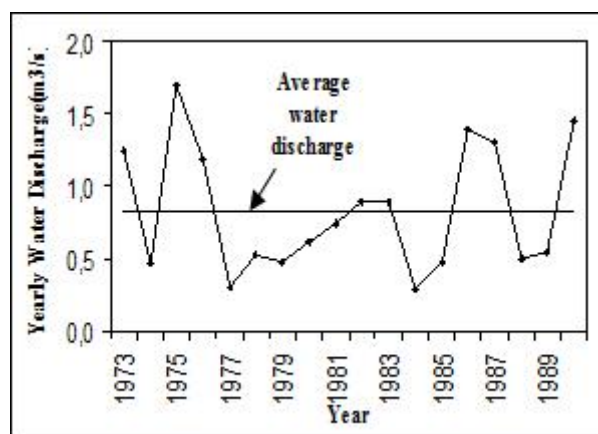


FIGURE 3.3 – Variability of mean annual water discharge in Wadi K'sob catchment (1973–1990).

26% pour la saison hivernale suivi par la saison d'automne avec un pourcentage de 17 %. Pour le reste des saisons, la diminution des débits moyens est de l'ordre de 10% pour le printemps et de 6% pour l'été.

Bassin du Côtier Algérois : Oued Chiffa à la station d'Amont des gorges Les résultats du tableau 3.1, montre que le débit a diminué du même pourcentage (15%) en hiver pour les deux scénarios. Quant à la saison printanière, le modèle donne une diminution de débit de 8% pour le scénario A1B et 6 % pour le scénario A1. Pour les saisons d'automne et d'été, le modèle traduit une réduction de 14% et 8% respectivement pour le scénario A1B, et 12% et 7% pour le scénario A1.

Bassin de la Soummam : A partir du tableau 3.1, pour le scénario A1, les

3.5. COMPARAISON DES DÉBITS SAISONNIERS ENTRE LA PÉRIODE DE RÉFÉRENCE ET L'HORIZON 2100

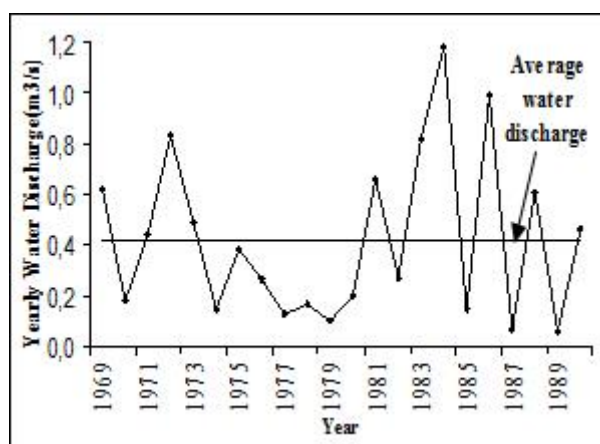


FIGURE 3.4 – Variability of mean annual water discharge in Wadi Boucellam catchment (1969–1990).

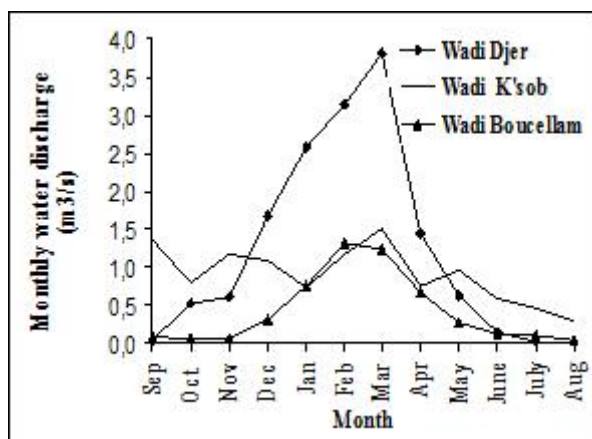


FIGURE 3.5 – Variability of mean monthly water discharge (1969–1990).

débits moyens mensuels diminueront de 23%, 13%, 7% et de 8% pour la saison hivernale, automnale, printanière et estivale respectivement par rapport à la période de référence (1961-199). Quant au scénario A1B, le modèle attribue une diminution de débit de 15%, 23%, 8% et de 7% pour la saison automnale, hivernale, printanière et estivale respectivement.

3.5 Comparaison des débits saisonniers entre la période de référence et l'horizon 2100

- **Bassin de l'Hodna** : Oued K'sob à la station de Medjez Les modifications des débits moyens mensuels (Tableau 3.1) montrent une diminution des débits, pour le scénario A1B, respectivement de 29% et 15% pour la saison d'hiver

3.5. COMPARAISON DES DÉBITS SAISONNIERS ENTRE LA PÉRIODE DE RÉFÉRENCE ET L'HORIZON 2100

Seasons	Basin	Scenario A1B Change 2050	Change 2100	Scenario A1 Change 2050	Change 2100
Autumn	Algerian Coastal	-14% to -08%	-17% to -12%	-12%	-31%
	Hodna	-17% to -06%	-20% to -13%	-15%	-35%
	Soummam	-15% to -09%	-17% to -12%	-13%	-33%
Winter	Algerian Coastal	-23% to -14%	-23% to -12%	-23%	-43%
	Hodna	-26% to -17%	-29% to -13%	-24%	-46%
	Soummam	-23% to -14%	-25% to -12%	-23%	-45%
Spring	Algerian Coastal	-08% to -05%	-12% to -07%	-06%	-26%
	Hodna	-10% to -03%	-15% to -08%	-10%	-29%
	Soummam	-08% to -05%	-12% to -08%	-07%	-28%
Summer	Algerian Coastal	-08% to -05%	-13% to -06%	-07%	-22%
	Hodna	-06% to -03%	-14% to -08%	-08%	-24%
	Soummam	-07% to -04%	-12% to -06%	-08%	-23%

TABLE 3.1 – Seasonal average discharge changes on future time horizons 2050 and 2100 for both scenarios.

et du printemps. Pour la saison automnale et estivale, le modèle traduit une diminution des débits de 20% et de 14% respectivement pour le scénario haut. Pour le scénario A1, les débits moyens mensuels diminueront de 35%, 46%, 29% et de 24% pour la saison automnale, hivernale, printanière et estivale respectivement par rapport à la période de référence (1961–1990).

- **Bassin du Côtier Algérois** : Oued Chiffa à la station d'Amont des gorges A partir du tableau 3.1, pour le scénario A1, les débits moyens mensuels diminueront de 31%, 43%, 26% et de 22% pour la saison automnale, hivernale, printanière et estivale respectivement par rapport à la période de référence (1961-199). Quant au scénario A1B, le modèle attribue une diminution de débit de 17%, 23%, 12% et de 13% pour la saison automnale, hivernale, printanière et estivale respectivement.
- **Bassin de la Soummam** : En examinant le tableau des modifications de débit mensuel (Tableau 3.1), on constate qu'en 2100, le modèle traduit une diminution des débits de l'ordre 17% et 12% pour la saison d'automne et du printemps respectivement par rapport à la moyenne 1961–1990 pour le scénario A1B, par contre, on remarque une diminution de 33% et de 28% pour le scénario A1. Pour les saisons d'hiver et d'été, le modèle traduit une diminution de 25% et de 12% respectivement en scénario A1B et de 45% et de 23% en scénario A1 respectivement.

3.6 Évolution des débits solides en fonction des débits liquides

Plus de trois décennies de développement intense en matière d'infrastructure hydraulique ont permis de comprendre que le développement durable du pays devait passer incontestablement par une prise en charge de la question de l'eau sous ses multiples facettes.

Durant plusieurs décennies, avec une pluviométrie abondante et une demande en eau restreinte, les wilayas du bassin versant Algérois-Hodna-Soummam s'auto-suffisait en eau potable. Suite à une sécheresse quasi-continue et une démographie galopante, plusieurs chantiers de barrages se sont ouverts au niveau du bassin versant pallier le manque d'eau et satisfaire une demande en eau de plus en plus croissante.

Actuellement, le bassin versant Algérois-Hodna-Soummam comprend 56 barrages fonctionnels et 05 barrages en cours de réalisation. Cependant, on a toujours du mal à quantifier avec précision les apports aussi bien liquide que solide à ses barrages ; ce qui rend assez difficile la gestion de leurs stocks.

Pour remédier a ce problème, des modèles de prévision de l'érosion spécifique des bassins versants en insuffisance voire en absence de jaugeages ont été élaborés, en fonction des paramètres climatiques, hydromorphométriques et de la couverture végétale, au droit des sites de barrages et retenues collinaires dans le bassin très érodé qu'est l'Algérois-Hodna-Soummam.

Les paramètres régissant l'érosion ont été soigneusement sélectionnés sur la base d'une recherche bibliographique et regroupés en deux catégories distinctes par le biais de l'analyse en composantes principales. Deux méthodes statistiques ont été appliquées : la première, basée sur la régression multiple et la deuxième sur les réseaux de neurones artificiels.

Des résultats très satisfaisants sont obtenus en testant, par validation croisée, la validité du modèle neuronal composé de : lame écoulee, densité de drainage, pente moyenne du bassin et précipitation moyenne annuelle comme variables d'entrées avec un coefcient de détermination de 0,81 et une erreur quadratique moyenne de 0,19.

CHAPITRE 4

TRAITEMENT DES DIFFÉRENTS MODÈLES DES DONNÉES

4.1 Les modèles de données

Les données, au sein d'une base de données, sont organisées d'une certaine manière. C'est pour cela que divers modèles de données ont vu le jour. Le milieu des années 60 a vu la naissance de la première génération de systèmes de gestion de bases de données c'est les modèles hiérarchique et réseaux. Ils permettent de représenter une BD par un schéma conceptuel, qu'il peut être vu comme un graphe dont les nœuds correspondent aux entités et les arcs entre eux aux associations entre les entités. De nombreuses situations peuvent être représentées, mais la nature arborescente du modèle hiérarchique est limitative lorsque l'on veut modéliser le partage de certaines données. Le modèle réseaux est une extension du modèle hiérarchique permettant des liens plusieurs à plusieurs entre les entités. Mais il reste aussi limité. Pour retrouver une donnée dans une telle modélisation, il faut connaître le chemin d'accès, ceci rend les programmes dépendants de la structure de données.

4.1.1 Le modèle relationnel

Le modèle relationnel a été formalisé par CODD en 1970 (Codd,1970). Dans ce modèle, les données sont stockées dans des tables, sans préjuger de la façon dont les informations sont stockées dans la machine (Bancilhon, 1991). Un ensemble de données sera donc modélisé par un ensemble de tables. Le modèle relationnel repose

sur des bases théoriques solides, l'algèbre relationnelle, de la théorie des ensembles et de la logique formelle. Les Systèmes de Gestion de Bases de Données Relationnelles (SGBDR) ont tous en commun un langage appelé Structured Query Language (SQL) (Gilles,2009), SQL agissant à la fois comme langage de définition et langage de manipulation de données, en effet, il permet de définir des schémas de base de données composés de tables et de vues, un schéma est identifié par un identifiant autorisant l'accès à la base (Gardarin,2002). Exemple : L'entité Malade pourra par exemple être représenté par : (Nss (numéro de sécurité sociale, Nom, Prénom, Date Naissance, Adresse, Attribut)

Encore, le modèle relationnel domine ses concurrents parce qu'il est (1) efficace pour gérer des données de très grande taille, (2) basé sur des fondements mathématiques solides (l'algèbre relationnelle), (3) est basé sur des concepts simples, consistants et faciles d'utilisation et (4) normalisé. Toutefois, il est limité pour les applications nécessitant des structures de données complexes (CAO, multimédia, SIG, IA, etc.).

4.1.2 Le modèle objet

Le modèle relationnel connaît un très grand succès et s'avère très adéquat pour les applications traditionnelles des bases de données (gestion). Il est beaucoup moins adapté aux nouvelles applications plus complexes telles que : BD d'images et de graphiques, BD multimédia (son, image, texte, etc. combinés)...etc. Ces nouvelles applications ont des caractéristiques différentes des applications traditionnelles de gestion et elles introduisent des besoins nouveaux, notamment : des structures d'objets plus complexes, et des transactions de durée plus longue. Les Bases de Données orientées objet (BDOO) constituent une tentative de réponse à ces besoins nouveaux. Une caractéristique importante des BDOO est qu'elles donnent au concepteur de la BD la capacité de spécifier, la structure d'objets complexes, et les opérations à appliquer à ces objets. Afin d'assurer la portabilité des interfaces d'un SGBD objet à un autre, L'ODMG a proposé un modèle abstrait de données : Object Query Language (OQL). Exemple : Une personne malade est un objet caractérisé par un nom, prénom, âge, et comme comportement associé : Ajouter (), modifier (), supprimer ().

Le modèle objet permet de traiter des objets complexes et donne de la flexibilité au niveau des types de données possibles. Tandis que le modèle relationnel est

associé à un langage d'interrogation de haut niveau et permet l'exécution efficace de requêtes. Combiner les deux modèles permettrait de bénéficier des avantages des deux approches.

4.1.3 Le modèle objet-relationnel

Le modèle objet-relationnel se fonde sur l'extension du modèle relationnel par les concepts essentiels de l'objet. Le cœur du système reste donc relationnel, mais tous les concepts clés de l'objet y sont ajoutés dans une forme particulièrement prévue pour faciliter l'intégration des deux modèles. Il fournit des types abstraits de données (ADT), des types complexes de données, les collections, l'encapsulation, l'héritage, des OIDs pour les instances. La technologie objet-relationnelle est née en 1992 (Meylan, 2001), elle est donc assez nouvelle sur le marché des SGBD, dominé depuis environ 1970 par les bases de données de type relationnel.

Actuellement, tous les grands éditeurs de SGBD sont conscients des limites du modèle relationnel, ils ont donc vu dans le modèle objet-relationnel une manière d'enrichir ce modèle. Les grands éditeurs de SGBD, comme IBM et Oracle, ont suivi cette évolution, et la tendance générale chez ces éditeurs se décompose actuellement en trois pans : l'évolution interne du moteur du SGBD, connexion entre le moteur relationnel et des moteurs spécialisés dans la manipulation de certains types de données complexes. Et la Promotion des solutions Middleware qui permettent l'interconnexion des applications à des SGBD hétérogènes. Une base de données objet-relationnelle ne repose pas sur une modélisation formelle. Un nouveau SQL en a découlé et est normalisé aujourd'hui sous le nom de SQL99.

Plusieurs éditeurs de SGBD relationnels (Oracle, DB2, PostgreSQL) se sont lancés dans cette approche pour étendre leurs produits. Les SGBDROs qui implémentent la norme SQL99 sont très récents et ne supportent tous qu'une partie de la norme. Par exemple, PostgreSQL implémente l'héritage de table, ce que ne fait pas Oracle. Par contre, Oracle implémente les associations entre classes avec la possibilité de polymorphisme et le calcul des références inverses des associations.

4.1.4 Le modèle XML

Le XML étant de plus en plus utilisé pour la rédaction de documents et la structuration des données, il s'est rapidement fait ressentir le besoin de trouver un

moyen de stocker ces informations de la manière la plus efficace possible. C'est ainsi que sont apparues les bases de données XML (Anken, 2002). Il existe des bases « natives XML » développées sur le seul modèle XML, des bases relationnelles dans lesquelles le XML est projeté ou mappé, des bases XML qui utilisent un moteur objet et des bases XML qui s'appuient sur des bases hiérarchiques (Lonjon et al. 2006). Et suivant Gardarin (Gardarin2, 2002) les bases de données XML sont classifiées en deux approches : l'approche middleware consistant à utiliser un SGBD relationnel ou objet, et à décomposer le document XML en éléments simples stockés dans des tables, et l'approche native consistant à garder le document entier en base et lui à adjoindre des accélérateurs de l'accès rapide.

Une base de données doit répondre à plusieurs critères pour prétendre être de type XML natif. Elle doit déjà définir un modèle logique pour tout document XML et se baser sur ce modèle pour stocker et extraire des documents. De plus, elle doit considérer un document comme unité fondamentale de stockage. Cela change radicalement des BD relationnelles. Enfin, le format de stockage physique des données composant les documents n'a pas d'importance. Il pourra être de type objet ou relationnel. Une base de données XML Native est une base de données qui s'appuie sur le modèle de données fourni par XML. Elle utilise typiquement des langages de requête XML comme XPath ou XQuery.

4.2 Les métadonnées

La maîtrise sur des grands ensembles d'information devient de plus en plus complexe et de plus en plus fastidieux. Les métadonnées constituent une voie pour aider l'utilisateur ou le gestionnaire d'information à comprendre, retrouver, comparer des informations sans forcément avoir recours directement au contenu de celles-ci. En effet, les métadonnées peuvent être vues comme étant des données structurées qui décrivent les données et qui peuvent s'appliquer à tous types de données.

4.2.1 Définition d'une métadonnée

Une métadonnée est une donnée à propos d'une autre donnée. En sciences de l'information, les métadonnées sont « des ensembles de données structurées décrivant des ressources physiques ou numériques, ou, sur un plan plus fonctionnel, de

l'information structurée qui décrit, explique, localise la ressource et en facilite la recherche, l'usage et la gestion » [MBA, 2008].

Dans le contexte documentaire, il s'agit d'informations structurées décrivant le contenu de documents en vue de faciliter la gestion des ressources. Une métadonnée peut être utilisée à des fins diverses :

- La description et la recherche de ressources,
- La gestion de collections de ressources,
- La préservation des ressources.

4.3 Préparation des données

Pour les données, nous avons utilisés trois modèles de représentation : Relationnel, Objet-Relationnel et XML, pour les métadonnées deux modèles de représentation qui sont RDF et RuleML, et pour les connaissances, sont représentées par les ontologies OWL.

Le "nettoyage des données", parfois appelé "épuration des données" ou "analyse de la qualité des données" a pour but de résoudre le problème de la consistance des données réconciliées. Les inconsistances peuvent être locales à un enregistrement (ex : une erreur de frappe), locales à une source (ex : une même personne a deux adresses différentes), ou peuvent survenir lors de la mise en commun de deux sources (ex : une personne a une adresse différente dans chaque source). Une centaine de types d'inconsistances a été répertoriée. Elles peuvent être dues :

1. à la présence de données fausses dès leur saisie,
2. à la persistance de données obsolètes,
3. à la confrontation de données exactes, sémantiquement identiques, mais syntaxiquement différentes.

Parmi les inconsistances apparaissant le plus fréquemment lors de la confrontation de plusieurs sources, on peut citer :

- ▷ différents codages pour une même donnée, par exemple "M/F" ou "1/2" pour le sexe d'une personne,
- ▷ différence d'unités, par exemple un prix en FF dans une source et en dans une autre,

- ▷ différence de granularité, par exemple un nombre d'heures travaillées par semaine dans une source et par mois dans une autre,
- ▷ différence de plages de valeurs, par exemple les tranches d'âge [11- 20], [21-30], [31-40] et [15-30], [31-50],
- ▷ différence de fraîcheur, par exemple un âge de 25 ans dans une source et de 26 ans dans une autre car la deuxième source a été mise à jour plus récemment,
- ▷ imprécision, par exemple un poids de 54 kg dans une source et de 54,2 dans une autre,
- ▷ utilisation de synonymes, par exemple "sans emploi" et "chômeur", différentes façons d'écrire la même donnée dans un texte libre, par exemple une même adresse peut être "4, av. du Gal. De Gaulle" dans une source et "4, avenue du général de Gaulle" dans une autre, différence de contenu dans un texte libre, par exemple une adresse contenant dans une source le nom du destinataire ("Père Noël, cercle polaire, Raviemeni, Finlande") et pas dans l'autre ("cercle polaire, Raviemeni, Finlande"),
- ▷ différence linguistique de niveau de perception dans les textes libres, par exemple pour la couleur d'un même objet : "vermillon" dans une source et "rouge" dans une autre source.

D'après [Jarke et al. 99], les différentes fonctionnalités d'un outil de nettoyage sont les suivantes :

- ▶ des fonctions de normalisation et de conversion qui rendent standards des codages hétérogènes, par exemple le sexe sera toujours codé "M/F", des nettoyages particuliers à certains champs, grâce à des tables de conversion (ex : les adresses aux Etats-Unis), de reconnaissance des souschamps et des dictionnaires de synonymes et d'abréviations (ex : "av" et "avenue"),
- ▶ des algorithmes de nettoyage indépendants du domaine, qui appliquent des techniques de "matching" pour établir l'équivalence de deux champs (ex : deux champs "matchent" si l'un est sous-chaîne de l'autre [Monge et Elkan 96]),
- ▶ des règles de nettoyage qui établissent la correspondance de deux enregistrements par une combinaison de "matchings" ou d'égalités de leurs champs (ex : si deux enregistrements ont leurs clés identiques et leurs autres attributs proches par l'application d'une distance, alors ils correspondent).
- ▶ Les travaux de recherche qui traitent du nettoyage des données concernent principalement les techniques de "matching" entre deux enregistrements. Un

point souvent abordé dans le "matching" de tuples est la différence de traitement entre les attributs clés, les attributs non-clés mais sémantiquement discriminants et les attributs moins significatifs ([Agarwal et al. 95]). Cette échelle conduit à un "matching" strict (égalité de tous les champs) ou flou (égalité des champs clés, similarités entre champs non clés).

- Une autre famille de travaux [Calvanese et al. 99] vise à introduire la fonction de "matching" des valeurs inter-sources, de façon formelle et unifiée, dans un algorithme d'intégration de données programmé en logique terminologique.

dans ce projet, nous avons traité le problème de l'hétérogénéité des données, en effet, L'existence de différents types d'information, et la possibilité de modéliser chaque type par plusieurs modèles, donnent une panoplie de représentations des informations. Dans une entreprise, pour représenter une données par exemple, on a le choix selon le contexte de travail d'utiliser le modèle relationnel, ou le modèle objet ou encore le modèle objet- relationnel, et il y en a bien d'autres. Cette variation de types et modèles nous ouvre la fenêtre vers l'utilisation d'informations hétérogènes dans une même entreprise.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Le changement climatique pose un sérieux défi à la réalisation des objectifs du Millénaire pour le développement. La gestion des risques climatiques est une nouvelle science au service du développement et il reste beaucoup à faire pour la mettre en oeuvre efficacement en Algérie. S'il est essentiel de renforcer les capacités et d'apporter de nettes améliorations à la fourniture de données, aux services climatologiques et aux pratiques sectorielles de gestion, il importe aussi d'intégrer dans cette évolution les stratégies traditionnelles de réaction aux catastrophes.

Dans notre projet, nous avons engagé une vision pour la gestion des risques de catastrophes naturelles.

Mesures et Indicateurs de Risque Adaptés au Changement CLimatique Détection de tendances ou ruptures (sur moyenne ou paramètres, en particulier sur leur caractère extrême). Les mesures de risques étant directement liées à la Théorie des Valeurs Extrêmes,) développer nouveaux modèles adaptés (non stationnarité, spatial, temporelle...)

Définition de nouvelles mesures de risque permettant d'aider à la décision en matière d'adaptation au changement climatique, mais aussi dans un contexte économique pour permettre une meilleure couverture de ces risques. Assurabilité des risques climatiques application en réassurance, réassurabilité des catastrophes naturelles avec une prise en compte du changement climatique. Capital initial d'une compagnie nécessaire pour garantir sa solvabilité (Solvabilité II).

Politique d'accès aux données : Quelle est, dans le domaine de la gestion des risques climatiques, la politique d'accès aux données qui permet le mieux d'améliorer l'accès et l'utilisation des données et des connaissances au service du développement ?

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Acerbi, C., Tasche, D., 2002. On the coherence of expected shortfall. *J. Banking Finance* 26, 1487–1503.
- [2] Acerbi, C., Nordio, C., and Sirtori, C., Expected shortfall as a tool for financial risk management, Working paper, www.gloriamundi.org, 2001.
- [3] Artzner, P., 1999. Application of coherent risk measures to capital requirements in insurance. *North Amer. Actuarial J.* 3, 11–29.
- [4] Balkema, A.A. and de Haan L. (1974). Residual Lifetime at Great Age. *Annals of Probability* 2, 792-804.
- [5] Coles, S. 2001. *An Introduction to Statistical Modeling of Extreme Values*, Springer-Verlag, London, Spring Series in Statistics.
- [6] R. Davis et S.I. Resnick. (1984) Tail Estimates Motivated by Extrem Value Theory. *Annals of Statistics* 12, 1050-1077.
- [7] Delbaen, F., Coherent measures of risk on general probability spaces, Working papers, math.ethz.ch/delbaen, 2000.
- [8] Dekkers A., de Haan L. (1989) « On the estimation of the extreme-value index and large quantile estimation », *Annals of Statistics* 17, 1795-832.
- [9] Embrechts, P., Klüppelberg, C., Mikosch, T. (1997), *Modelling Extremal Events for Insurance and Finance*, Springer Verlag, Berlin.
- [10] Gnedenko, B.V. (1943). Sur la Distribution Limite du Terme Maximum d'une Série Aléatoire. *Annales de Mathématiques* 44, 423-453.
- [11] M. Guida and M. Longo, Estimation of probability tails based on generalized extreme value distribution, *Reliability engineering and system safety*, 20. 219-242, 1988.

- [12] de Haan, L., Ferreira, A., 2006. *Extreme Value Theory : An introduction*. Springer.
- [13] Hill, B. M. (1975). A simple approach to inference about the tail of a distribution. *Ann. Statist.*, 3, 1136–1174.
- [14] Hosking, J.R.M., Wallis, J.R. and Wood, E.F. (1985). Estimation of the Generalized Extreme Value Distribution by the Method of Probability Weighted Moments. *Technometrics* 27, 251-261.
- [15] Hosking J. R., Wallis J. R. (1987) « Parameter and quantile estimation for the generalized pareto distribution », *Technometrics* 29, 339-49.
- [16] Hosking, J.R.M. and Wallis, J.R. (1987). Parameter and Quantile Estimation for the Generalized Pareto Distribution. *Technometrics* 29, 339-349.
- [17] Pickands, J. (1975). Statistical Inference Using Extreme Order Statistics. *Annals of Statistics* 3, 119-131.
- [18] Reiss, R.D. and Thomas, M. (2007). *Statistical Analysis of Extreme Values with Applications to Insurance, Finance, Hydrology and Other Fields*. Birkhäuser, Basel.
- [19] Smith, R. (1987), “Estimating Tails of Probability Distributions,” *The Annals of Statistics*, 15, 1174–1207.
- [20] Wang, S.S. (1996). Premium Calculation by Transforming the Layer Premium Density. *ASTIN Bulletin* 26, 71-92.
- [21] Weissman, I. (1978). Estimation of parameters and large quantiles based on the k largest observations. *J. Amer. Statist. Assoc.*, 73, 812–815.

Pendant les deux ans (Mai 2011 - Mai 2013) les membres de notre groupe à réalisés un nombre considérable des travaux, des participations aux conférences internationales ou des publications dans des revues reconnues avec des comités de lectures.

articles

- ▶ **Rassoul, A.** (2012). Estimating of the Renewal Function with heavy-tailed claims. World Academy of Science, Engineering and Technology 62 509-514.
- ▶ **Rassoul, A.** (2012). Reduced Bias Estimation of the Reinsurance Premium of Loss Distribution. J. Stat. Appl. Pro. 1, No. 2, 147-155. naturalspublishing.com/files/published/2o7tio724b7z41.pdf
- ▶ **Rassoul, A.** (2012). Estimating of the proportional hazard premium for heavy-tailed claim amounts with the pot method. Revstat. 10, No. 3, 335-349. www.ine.pt/revstat/pdf/rs120304.pdf
- ▶ **Rassoul, A.** (2012). Reduced bias of the mean for a heavy-tailed distribution. (2012). Journal of Concrete and Applicable Mathematics. 11, No. 2, 199-210. www.eudoxuspress.com/images/JCAAM-VOL-11-2013.pdf
- ▶ Salhi, C., Touaibia, B., et **Zeroual, A.**, 2013. Les réseaux de neurones et la régression multiple en prédiction de l'érosion spécifique : cas du bassin hydrographique Algérois-Hodna-Soummam (Algérie). Hydrological Sciences Journal, 58 (7), 1573–1580.
- ▶ **Zeroual A.**, Touaibia B, Ammari A. (2010) Application of the neural networks for the rating curves in the ungauged rivers sites : Case of the Algerian Coastal

Basin. Global Change : Facing Risks and Threats to Water Resources. IAHS Publ. 340, 409-417.

- ▶ **Zeroual, A.**; Meddi M. et Bensaad B. S. (2013) : The impact of climate change on river flow in arid and semi-arid rivers in Algeria. IAHS pub 359-2013. www.iahs.info/Publications-News.do
- ▶ **M. Fareh**, O. Boussaid et R. Chalal, Multi-level Metadata Integration System : XML, RDF and RuleML, International Journal of Computer and Information Engineering issue 6 , 2012, pp. 200-205. www.waset.org/journals/waset/v62/v62-155.pdf
- ▶ **M. Fareh**, O. Boussaid et R. Chalal , Mapping system for merging ontologies, chapter book. Modeling Approaches and Algorithms for Advanced Computer Applications, Series : Studies in Computational Intelligence, Springer International Publishing, Volume 488, pp. 205-216, DOI 10.1007/978-3-319-00560-7_25, 2013.

Communications international

- ▶ Communication au ICCMSDE 2012 : International Conference on Computational Mathematics, Statistics and Data Engineering, Malaysia August 30-31, 2012.
- ▶ Communication au ICM2012 : the fourth International Conference on Mathematical Sciences, at UAEU, El-Ain, March 11-14, 2012.
- ▶ Communication au AMAT 2012 : International Conference on Applied Mathematics and Approximation Theory, Ankara, Turkey, May 17-20 2012.
- ▶ Communication au 4ème Colloque International sur les Ressources en Eau et le Développement Durable les 22 ET 23 FEVRIER 2011 à Alger. Organisé par l'Ecole Nationale Supérieure de l'Hydraulique
- ▶ **Zeroual A**, Ammari A, Meddi M. Application des réseaux de neurones artificiels dans la relation "hauteur-débit" : Cas des Oueds du Nord Algérien.
- ▶ Communication à la Sixième conférence mondiale FRIEND du 25 au 29 Octobre 2010 à Fès (Maroc). Changement Global : Faire face aux Risques Et aux Menaces sur les Ressources en Eau
- ▶ **Zeroual A**, Touaibia B, Ammari A. Application des réseaux de neurones en

insuffisance de jaugeage pour le tarage : Cas du Côtier Algérois.

- ▶ Communication à l'assemblée générale de l'Union International de Géodésie et Géophysique. Workshop HW07 Hydro-geomorphology during IUGG2011 in Melbourne, Australia, July 2011. www.iugg2011.com
- ▶ **Zeroual A**, Touaibia B, Ammari A. Modelling of the rating curve and the theory of entropy coupling for the estimation of rivers discharges in insufficiency of data.
- ▶ **Zeroual, A.** ; Meddi, M (2013) : Extrapolation of the rating curve with the neural network approach and multiple regression Case of the Algerian Coastal basin. Work shop HPS1PS - Advanced Statistical Methods for Hydrology, Oceanography and Seismology. IAHS-IAPSO-IASPEI Assembly, Gothenburg, Sweden, July 2013. iahs-iapso-iaspei2013.com/Abstracts.aspx?253005
- ▶ **M. Fareh**, O. Boussaid et R. Chalal, Multi-level Metadata Integration System : XML, RDF and RuleML, ICIS, kuala lampur, Malisaie, 2012.
- ▶ **M. Fareh**, O. Boussaid et R. Chalal, Mapping system for merging ontologies CIIA, Saida, Algérie, 2013 : ciia2013.lewebpro.net
- ▶ **M. Fareh**, O. Boussaid et R. Chalal, Semantic metadata mediation : XML, RDF and RuleML, AICCSA, Fès, Maroc, 2013 : aiccsa.uic.edu/
- ▶ Symposium on Recent Advances in Extreme Value Theory, honoring Ross Leadbetter, Lisbon : 18 - 20 March 2013.
- ▶ The International Cramér Symposium on Insurance Mathematic, Stockholm University on 11-14 June, 2013.