

De la possibilité d'amélioration de l'estimation des valeurs de l'infiltration efficace à l'entrée des modèles de bilan hydrogéologique des nappes aquifères superficielles – Exemple de la nappe de Takelsa dans la région du Cap Bon -Tunisie

Ibrahima Amadou Traoré¹

(1) Expert Hydrogéologue

Résumé

La recharge des aquifères par les pluies est soumise à des variations très importantes dans l'espace et dans le temps. Cet élément très important du bilan d'eau des nappes aquifères, à savoir sa partie renouvelable, est souvent estimé uniquement à partir des modèles hydrologiques. Pour différentes raisons (écoulement latéral sur les lentilles de couches peu perméables, reprise de l'eau infiltrée par l'évaporation) ces valeurs de l'infiltration efficace vers les nappes sont surestimées. Des méthodes d'estimation de l'infiltration, issues de plusieurs approches, devraient permettre d'améliorer cette situation. Cela est illustré sur l'exemple de la nappe de Takelsa, dans la région du Cap Bon, au Nord-est de la Tunisie. La méthodologie adoptée se subdivise en trois étapes : (i) une première étape est celle de la cartographie complétée par l'analyse multicritère Analytical Hierarchy Process (AHP) de Saaty afin de définir les différentes zones potentielles d'infiltration dans le bassin considéré ; (ii) le modèle conceptuel global de bilan hydrologique pluie-débit GARDENIA, qui permet de déterminer l'infiltration moyenne sur un bassin versant considéré ; et (iii) l'estimation de l'infiltration efficace des eaux de pluies au niveau d'un piézomètre en zone de fluctuation naturelle du niveau de la nappe captée, sur la base de l'équation de diffusivité monodimensionnelle en différences finies, le modèle INF1.

La valeur de l'infiltration moyenne déterminée par GARDENIA sur une période de 35 ans, de 1987 à 2021, est d'environ 81mm. Celle définie par INF1 sur une période de 10 ans, de 2010 à 2020, est de 57 mm. La méthode AHP devait permettre de faire un croisement entre ces valeurs et les zones potentielles d'infiltration, afin de procéder à une répartition spatiale des valeurs de l'infiltration. L'expérience de la nappe de Takelsa a montré que le suivi de la nappe au niveau du Piézomètre et des puits particuliers choisis ne permettait pas ce rapprochement.

Mots clés : hydrogéologie, méthode AHP, modélisation, Corrélation

The possibility of improving the estimation of effective infiltration values at the input of hydrogeological balance models of superficial aquifers – Example of the Takelsa aquifer in the Cap Bon region – Tunisia

Abstract:

The recharge of aquifers by rainfall is subject to very significant variations in space and time. This very important element of the water balance of aquifers, namely its renewable part, is often estimated solely on the basis of hydrological models. For various reasons (lateral flow over lenses of low-permeability layers, recovery of infiltrated water by evaporation), these values of effective infiltration towards the water table are overestimated.

Methods for estimating infiltration, based on several approaches, should make it possible to improve this situation.

This is illustrated by the example of the Takelsa aquifer, in the Cap Bon region of north-eastern Tunisia. The methodology adopted is divided into three stages: (i) the first stage involves mapping, supplemented by Saaty's Analytical Hierarchy Process (AHP) multi-criteria analysis, in order to define the various potential infiltration zones in the basin under consideration; (ii) the GARDENIA global conceptual rainfall-runoff balance model, which makes it possible to determine the average infiltration over the catchment area under consideration; and (iii) the estimation of the effective infiltration of rainwater at the level of a piezometer in a zone of natural fluctuation of the level of the water table tapped, on the basis of the one-dimensional diffusivity equation in finite differences, the INF1 model. The average infiltration value determined by GARDENIA over a 35-year period, from 1987 to 2021, is approximately 81mm. The value defined by INF1 over a 10-year period, from 2010 to 2020, is 57 mm. The AHP method was designed to cross-reference these values with potential infiltration zones, in order to produce a spatial distribution of infiltration values. Experience with the Takelsa water table has shown that monitoring the water table at the piezometer and at the selected individual wells did not allow this comparison to be made.

Key Words: hydrogeology, AHP method, modeling, Correlation.

¹ Corresponding author: poulo.sinde@gmail.com

INTRODUCTION

La schématisation hydrogéologique pour la conception de modèles numériques fiables et robustes comporte encore aujourd'hui des défis importants. La définition du schéma hydrogéologique de « départ » ainsi que des valeurs initiales des paramètres hydrogéologiques à l'entrée du calage de ces modèles par essais et erreurs, font partie de ces défis. En effet, les problèmes inverses à la base de ce calage étant par nature « incorrects », à savoir leur solution n'a pas d'unicité- différentes combinaisons des valeurs des paramètres du modèle pourraient aboutir à un même résultat, il est important d'approcher, au mieux possible, les valeurs initiales des paramètres hydrogéologiques pour obtenir au final des modèles plus fiables et plus robustes. Cette tâche est souvent rendue ardue par le manque ou l'insuffisance des informations requises, notamment l'insuffisance des tests in situ ou du suivi du régime des eaux souterraines.

Cet article se concentre sur la définition de l'infiltration efficace vers une nappe d'eau souterraine et la répartition de sa valeur initiale pour la définition du bilan de cette nappe.

Différents experts (agronomes, hydrologues, hydrogéologues, géotechniciens, etc.) tentent, par diverses méthodes, de déterminer le pourcentage de la pluie « infiltrée » dans le sol. Leurs objectifs étant parfois différents, par exemple définition de l'humidité du sol, ruissellement des eaux de surface et/ou recharge des nappes d'eaux souterraines, la lame d'eau à laquelle ils s'intéressent n'est pas toujours la même. Le cloisonnement et le manque de collaboration entre ces différents experts ne permet pas, souvent, de mettre en cohérence le résultat de leurs travaux.

Les auteurs de cet article pensent que la confrontation des différentes méthodes de détermination de l'infiltration pourrait améliorer sa définition, en particulier à l'entrée des modèles de bilan hydrogéologique. Cela est illustré dans ce qui suit.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

Zone d'étude

Situation géographique

L'Oued El Abid se situe au Centre du Cap Bon. Cette région est une presqu'île située à l'extrême Nord Est de la Tunisie. Orientée Sud-ouest à Nord-est, elle forme une avancée de 90 km vers le NE et s'étend sur 300 Km de côtes, ce qui représente le 1/5 du littoral tunisien. Le bassin versant de l'Oued El Abid est situé au NE du synclinal de Takelsa et il est drainé vers la mer. L'Oued est compris entre les latitudes $36^{\circ}45'43.77''$ N et $36^{\circ}52'52.66''$ N et les longitudes $10^{\circ}41'7.20''$ E et $10^{\circ}43'31.16''$ E. Son bassin versant est limité au Nord par la Méditerranée et Djebel Ben Oulid, à l'Est par Djebel Abderrahmène, à l'Ouest par Djebel El Abid et Henchir Cheddly et au Sud par les massifs d'Argoub El Menngoub.

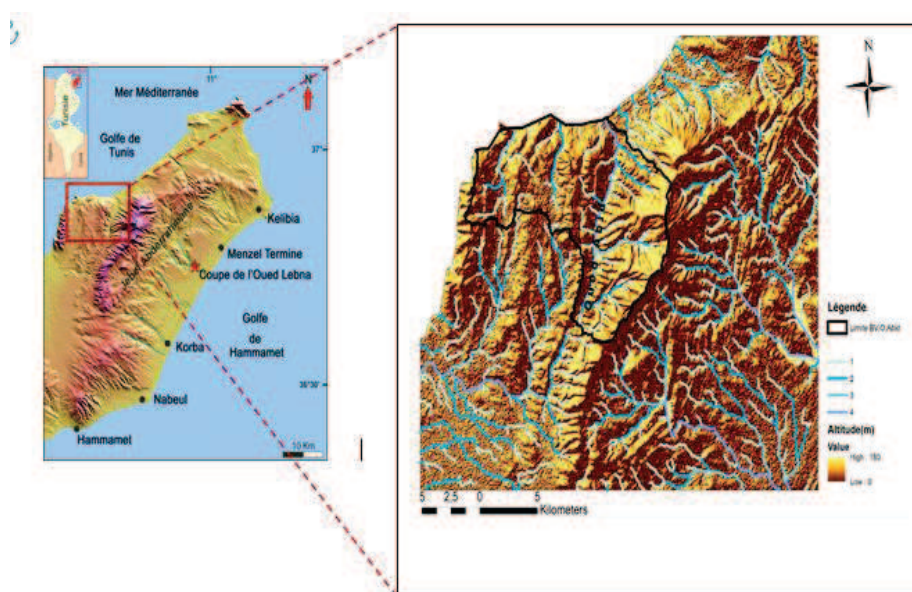


Fig. 1 - localisation de la zone d'étude

Reliefs et géomorphologie

La région du Cap Bon se caractérise par un relief assez accidenté. Les Djebels couvrent le tiers de la superficie de la péninsule avec des structures plissées. Les reliefs de la zone d'étude, situés principalement à l'Est sont les prolongements de Djebel Abderrahmène, présentent aussi des dépressions et des plaines. L'altitude moyenne du bassin versant est de 326 m (Trabelsi, 2005). Le point culminant de ce bassin versant atteint 637 m d'altitude à Djebel Abderrahmène.

Lithologie

Le bassin de l'Oued Abid est essentiellement constitué de grès avec alternance de marnes. La partie Sud-Est est formée par l'Oligocène supérieur (grès). Le reste du versant est pratiquement du Vindobonien (grès et marnes). Le lit de l'Oued Abid repose sur des alluvions du quaternaire ancien (CTV Grombalia, 2020).

Hydrogéologie

Le réservoir des six nappes du Cap Bon (Grombalia, Côte orientale, Takelsa, Tazoghane, El Houaria, Hammamet-Nabeul) est constitué par des sédiments du Quaternaire, reposant par endroits sur des formations détritiques du Pliocène (Gaaloul et al. 2008). L'aquifère multicouche de Takelsa possède une structure complexe qui est fortement affectée par plusieurs fractures et failles en sous-surface.

L'aquifère multicouche de Takelsa est formé par l'aquifère phréatique contenu dans les dépôts quaternaires et dans la première couche de grès de Saouaf et par les aquifères profonds contenus dans les grès du Miocène et de l'Oligocène (Ghouli et al. 2017).

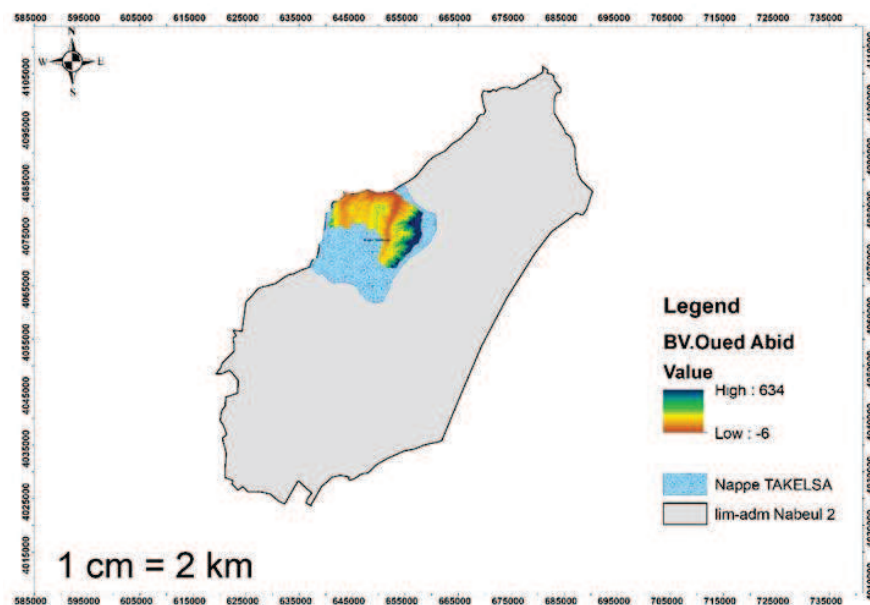


Figure : localisation de la nappe de Takelsa

Données climatiques

La zone d'étude est caractérisée par un climat subhumide à semi-aride supérieur. Le bassin versant de l'Oued Abid appartient à une zone considérée comme relativement pluvieuse. Celle-ci reçoit une moyenne annuelle qui varie de 600 mm/an à 700 mm/an. L'analyse des données pluviométriques, relatives aux différentes périodes d'observations, fait apparaître une variabilité interannuelle importante

Approche méthodologique

Dans cet article les méthodes adoptées pour approcher la valeur de l'infiltration sont :

- L'analyse multicritère « Analytical Hierarchy Process » (AHP) de Saaty.
- Le modèle conceptuel global de bilan hydrologique « GARDENIA »
- L'estimation de l'infiltration au niveau d'un piézomètre par le modèle INF1

1. Analyse multicritères Analytical Hierarchy Process (AHP) de Saaty

La première méthode adoptée dans cette étude est l'approche cartographique par analyse multicritère dans l'objectif de déterminer les zones favorables à la recharge de la nappe de Takelsa. Elle consiste à un croisement des informations spatiales relatives aux différents paramètres régissant la recharge qui sont exprimés en cartes thématiques.

Quatre étapes sont nécessaires dans le processus à savoir : 1) l'identification des paramètres, 2) la cartographie et la reclassification des paramètres, 3) la pondération par analyse multicritère de Saaty, et 4) la détermination des zones potentiellement favorables à la recharge.

Dans notre cas d'étude, les paramètres adoptés pour définir les zones potentiellement favorables à l'infiltration sont : les types de sols, les types d'occupation du sol, la Lithologie, la pente et la densité de drainage.

La catégorisation des paramètres suivant une échelle proposée par HAOUCHINE a permis d'obtenir les cotes de chaque classe, (Tab 1).

Afin de déterminer les poids des différents paramètres on a fait appel à l'analyse multicritère Analytic Hierarchy Process (AHP) de SAATY (1980), La matrice issue de la comparaison des paramètres deux à deux est consignée au tableau (Tab 2).

Tab 2- Matrice issue de la comparaison des différents paramètres (matrice originale).

Colonne1	Occupation du sol (OS)	Type du sol (S)	Pente (P)	Densité (D)	Géologie (G)	Poids (Moyenne)
Occupation du sol (OS)	0,519159456	0,633802817	0,46875	0,348837209	0,333333333	0,460776563
Type du sol (S)	0,173053152	0,211267606	0,3515625	0,348837209	0,238095238	0,264563141
Pente (P)	0,129789864	0,070422535	0,1171875	0,209302326	0,238095238	0,152959493
Densité (D)	0,103831891	0,042253521	0,0390625	0,069767442	0,142857143	0,079554499
Géologie (G)	0,074165637	0,042253521	0,0234375	0,023255814	0,047619048	0,042146304
Total	1	1	1	1	1	1

Le calcul des coefficients de pondération (Cp) à partir des vecteurs propres de la matrice de hiérarchisation révèle que la valeur minimale de 0,04 correspond au poids des entités lithologiques (donc moins importante dans le processus de recharge) et la valeur maximale de 0,47 correspond au poids de l'occupation du sol (Tab 2).

À la suite des comparaisons binaires, une vérification de la cohérence des jugements a été faite. Cette vérification permet la construction de la matrice de hiérarchisation, à travers le calcul du ratio de cohérence :

$$Rc = \frac{Ic}{Ia}$$

Ia est l'indice aléatoire qui, dans notre cas, est égal à 1,12 puisque la méthode est appliquée avec cinq critères.

Le calcul de l'indice de cohérence Ic donne dans notre cas $Ic = 0,08$.

SAATY (1980) a défini la valeur du ratio de cohérence, dans le cas où la valeur du ratio de cohérence dépasse 10 %, les appréciations peuvent exiger certaines révisions. Dans notre cas : $Rc = 0.07422561$. Avec un Rc égal à 7 %, la matrice de hiérarchisation présentée est considérée comme cohérente.

La cartographie a été effectuée par la superposition de l'ensemble des cartes paramétriques élaborées en format raster avec une taille de 30 x 30 m. La probabilité que la recharge dans une zone soit élevée sera liée aux valeurs des classes des paramètres qui se croisent suivant l'équation 2.

Ainsi, le calcul de l'indice de recharge (Ir) effectué dans le SIG est le suivant :

$$Ir = 0,47[OS] + 0,27[S] + 0,15[P] + 0,07[D] + 0,04[G] \quad (2)$$

Ir correspond à la somme des cotes pondérées calculées pour chaque pixel du raster à partir de la cote des cinq paramètres. Les valeurs d'indice de recharge obtenues varient entre 0,48 et 7,5.

Tab 3 - Classes des zones favorables à l'infiltration de la nappe de Takelsa.

Classe	Ir
Classe 1	703 - 2,833756924
Classe 2	925 - 4,129261971
Classe 3	972 - 5,026824474
Classe 4	475 - 5,948377609
Classe 5	61 - 7,461397648

Tab 4 - Cotes attribuées aux paramètres de recharge de la nappe de Takelsa

Paramètres de recharge de la nappe	Classes des paramètres	Degré d'infiltration	Cote
Occupation du sol	Reliefs et Garrigues : (végétations caractéristiques des zone calcaire).	-	-
	Végétation dense	Moyenne	6
	Zones urbaines	Faible	4
	Mer	-	-
	Forêt dense	Forte	8
	Cultures	Très forte	10
	Végétation moyennement dense	Moyenne à Forte	6
	Sol nu	Faible	4
Pente (%)	Sable du littorale	Forte	10
	Faible : [0 – 8,297818322]	Forte	8
	Moyenne : [8,297818323 – 17,31718606]	Moyenne	6,5
	Forte : [17,31718607 – 29,22275148]	Faible	2
Type de sols (Pédologie)	Très Forte : [29,22275149 – 91,99755096]	Très faible	1
	INCEPTISOLS	-	-
	MOLLISOLS	Moyenne à faible	3,5
Densité de drainage (D) (km/km²)	ENTISOLS	Forte à moyenne	6,5
	Faible : [0,274015784 – 0,924713993]	Très forte	10
	Moyenne à faible : [0,924713993 – 1,273869129]	Forte	8
	Forte : [1,27386913 – 1,678571673]	Moyenne	6
	Très forte : [1,678571674 – 2,297528505]	Très faible	2
Formation géologique	Quaternaire (Holocène) : Alluvions	Forte à Moyenne	6,5
	Miocène Supérieure (α_{M1}) : Alternance de grès et de Marnes	Forte à moyenne	6,5
	Miocène inférieur et moyen (M1-2) : Lumachelles (roche calcaire) et argiles vertes	Très Faible	1
	Oligocène-Miocène (Alternance argilo-gréseuse couvert par du grès grossier)	Moyenne à faible	3,5

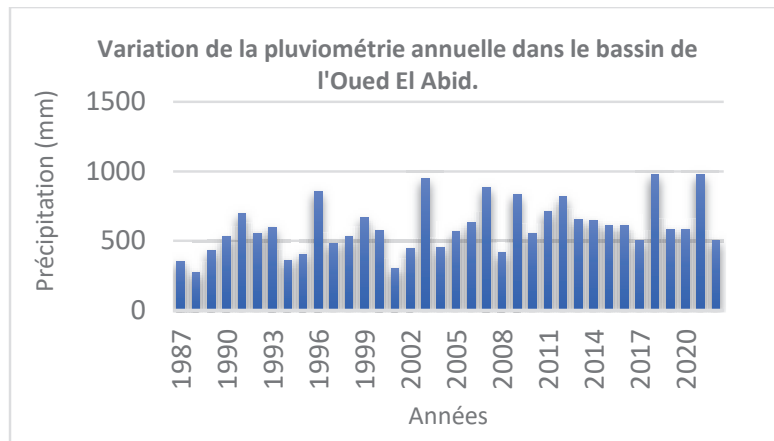
2. Modèle conceptuel global « GARDENIA »

Il existe une multitude de modèles hydrologiques adaptés aux différents calculs du bilan hydrologique. Dans notre travail, on a utilisé un modèle à réservoirs, GARDENIA (Gaaloul...) pour simuler les débits à l'exutoire du bassin versant d'oued Abid.

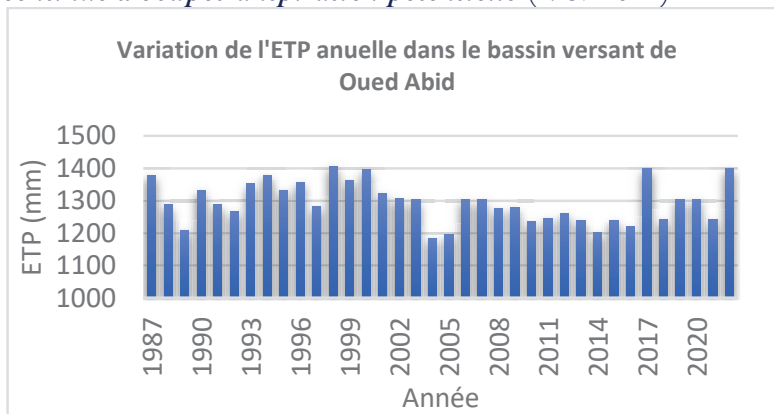
Nous avons sélectionné une période de 35 années, de 1987 à 2021, pour modéliser le débit à l'exutoire du bassin versant.

Les données d'entrée du modèle sont les suivantes :

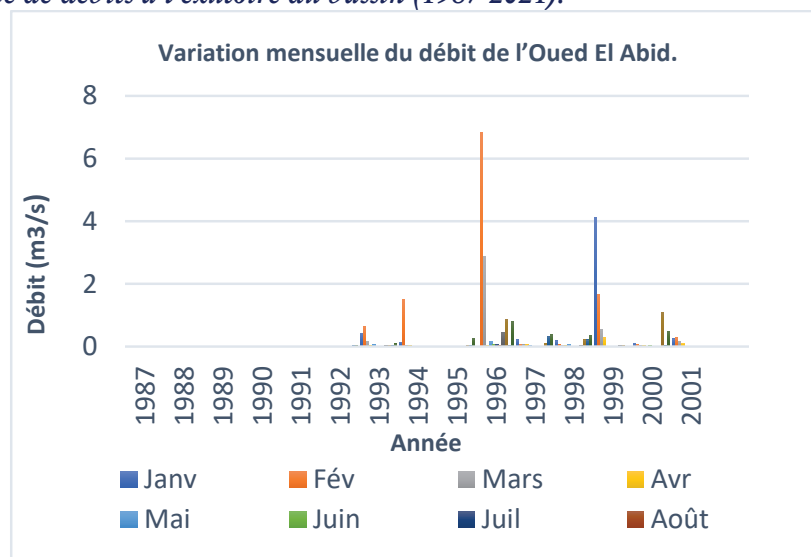
- Une série continue de précipitations (1987-2021).



□ Une série continue d'évapotranspiration potentielle (1987-2021).



□ Une série de débits à l'exutoire du bassin (1987-2021).



Calage et validation du modèle GARDÉNIA

La série de débits de la station a été calée sur la période 1987-2021 avec des pas du temps annuels, avec une période d'initialisation de 2 ans (années hydrologiques 1987/89).

La validation du modèle vise à vérifier si le modèle calé simule correctement les séries de données de référence, non utilisées lors du calage.

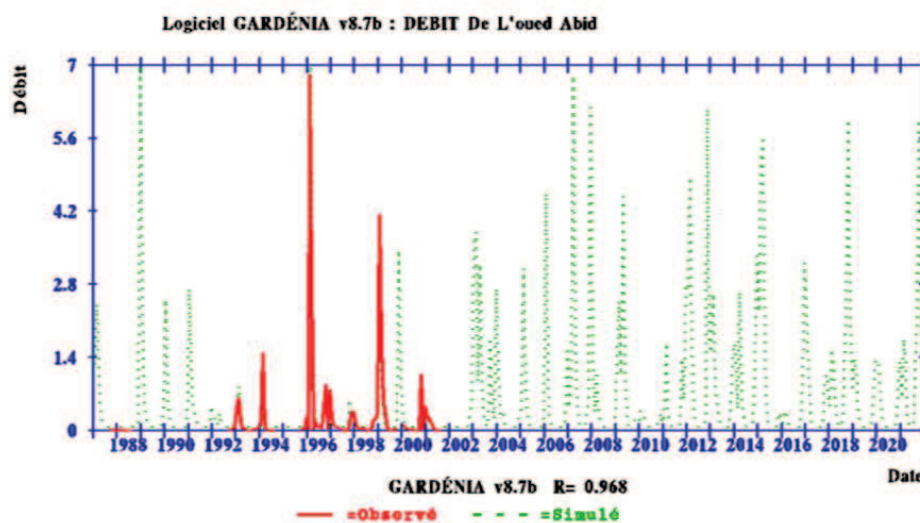
Dans le tableau (Tab 5), sont consignés les principaux résultats des paramètres de calage et les paramètres du bilan hydrologique.

Tab 5 - Paramètres hydrologiques

Nom de l'Oued	El Abid
Superficie du BV (Km ²)	81
Période d'étude	1987-2022
Nombre d'années de démarrage	2
Pluie efficace pour initialisation (mm/an)	0
Débit extérieur éventuel (m ³ /s)	0,106
Correction globale de la Pluie (%)	0
Correction globale d'ETP (%)	0
Capacité du réservoir sol 'réserve utile' (mm)	10.6
Capacité du réservoir sol progressif (mm)	200
Facteur d'échange souterrain (%)	0

Simulations

Un jeu de paramètres a été réalisé afin d'avoir le meilleur calage. En effet après plusieurs essais de calage la simulation de l'Oued El Abid a donné un coefficient d'ajustement de **0.968**.



Les courbes des débits simulés ont généralement une allure qui semble proche de celles des débits observés particulièrement pendant la période de calage.

Durant certaines périodes de l'année, nous remarquons que la simulation des débits présente des imperfections due probablement à la difficulté que semble rencontrer le modèle à simuler les petites crues pendant la période de reprise des écoulements en automne : cas des précipitations hivernales importantes de (1995-1996 et 1998-1999).

3. Estimation de l'infiltration au niveau d'un piézomètre

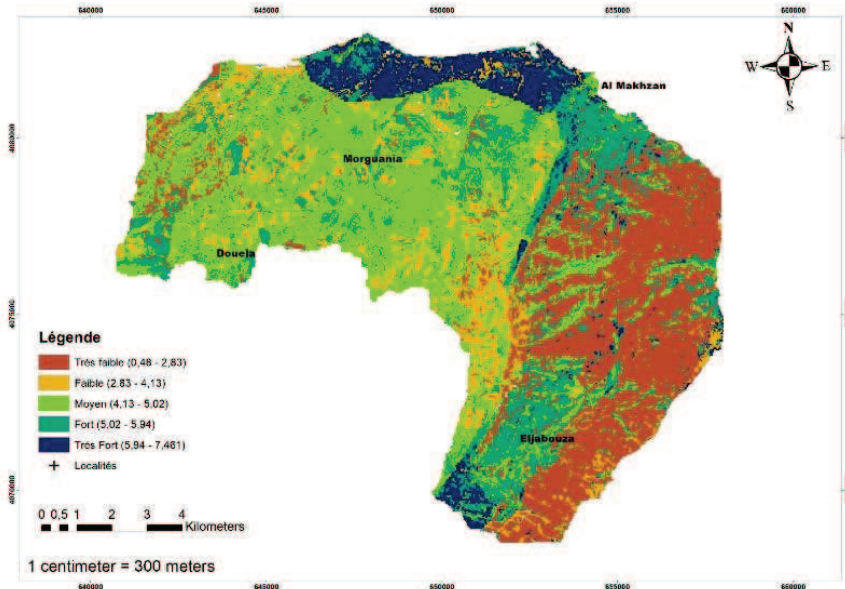
L'observation des fluctuations piézométriques est l'une des méthodes dites "classiques" pour estimer la recharge naturelle des nappes. Traditionnellement, l'estimation de l'infiltration des eaux de pluies vers les nappes aquifères se base sur les méthodes hydrologiques analytiques, en particulier celles de Turc, Coutagne, Thornthwait, Penman, etc.) ou sur la base de d'autres modèles hydrologiques plus complexes. Des essais d'eau in situ sont également utilisés. Sans s'étendre sur toutes les difficultés d'ordre théorique et pratique d'application de ces méthodes, il y a lieu de s'arrêter sur trois contraintes liées à leur utilisation : (i) l'impossibilité de prendre en compte l'hétérogénéité de la zone d'aération ; (ii) la difficulté de prendre en compte la variation spatiale et temporelle de l'infiltration et son déphasage par rapport à celle des pluies dans un cycle annuel ; et (iii) l'ambiguïté du choix d'une valeur concrète d'infiltration estimée par les différentes méthodes de bilan hydrologique. Dans le but de pallier à ces difficultés, il est recommandé d'associer à ces différentes méthodes classiques, celle basée sur l'équation de continuité du bilan d'une nappe, dès l'instant où l'information hydrogéologique nécessaire (suivi piézométrique suffisant en zone de fluctuation naturelle, transmissivité et emmagasinement) est disponible sur cette nappe.

Les données piézométriques pour une période prise de 2010-2020 sont scindés, en deux catégories : les hautes eaux et les basses eaux. Les hautes eaux correspondent aux maximums observés dans les niveaux piézométriques

en fin de saison des pluies (Février-Mars), tandis que les basses eaux correspondent aux minimums observés en pleine saison sèche (Août-Septembre).

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Carte des zones potentielles de recharge de la nappe de Takelsa



Les plus fortes valeurs sont répandues au nord et au sud essentiellement. Une bonne partie des indices faibles se retrouve à l'est avec quelques petits îlots à l'ouest au niveau du flanc Ouest de Djébel Abderrahmène.

La carte des zones potentielles de recharge, présente cinq classes :

Très faible : (0,48 - 2,83) elle représente 28 % des zones cartographiées. Elle est située à l'Est de la zone étudiée, le long du flanc Ouest du massif de Djébel Abderrahmène. On trouve ces zones également dans les bordures ouest et est du bassin versant. Ces secteurs sont d'altitude très élevées, formés par des niveaux gréseux, des niveaux calcaires et argileux. Les pentes sont fortes > 25 %, favorisant ainsi l'écoulement au détriment de l'infiltration.

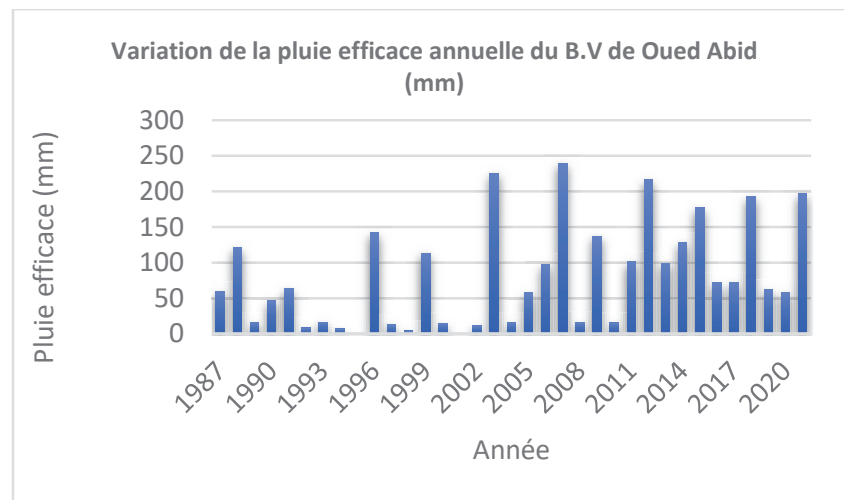
Faible : (2,83 - 4,13) elle ne représente que 12 % de la zone étudiée, et est disséminée au Nord, au centre et à l'Est de la zone étudiée avec quelques petits îlots au Sud-Est du bassin versant. Bien que la nature lithologique (alternance argilo-gréseuses) favorise l'infiltration, le réseau hydrographique est dense et développé, avec une pente relativement élevée (17-29 %), ce qui favorise le ruissellement par rapport à l'infiltration.

Moyen : (4,13 - 5,02) elle couvre 34 %, plus du tiers de la zone d'étude. C'est la classe dominante. Elle est répartie du centre vers l'Ouest en passant par les localités telles Morguania et Douela. Ce degré moyen de recharge peut être la conséquence de la faible pente (0-8 %), la faible densité de drainage (0,92 - 1,27 km/km²) et d'un usage modéré du sol, pendant que la classe lithologique de l'Oligocène -Miocène favorise l'infiltration.

Fort : (5,02 - 5,94) elle ne représente que 19 % de la zone étudiée, se localise au Nord et dans les bordures Est, Ouest et Sud-Est de la région ; on rencontre des îlots isolés de cette classe au Nord-Nord-Ouest sur le cordon littoral où la lithologie est caractérisée par les sables du cordon marin. La nature lithologique ainsi que les valeurs et la direction du pendage, avec l'écoulement qui sera freiné par le couvert végétal dense qui couvre ces secteurs, favorisent une forte infiltration.

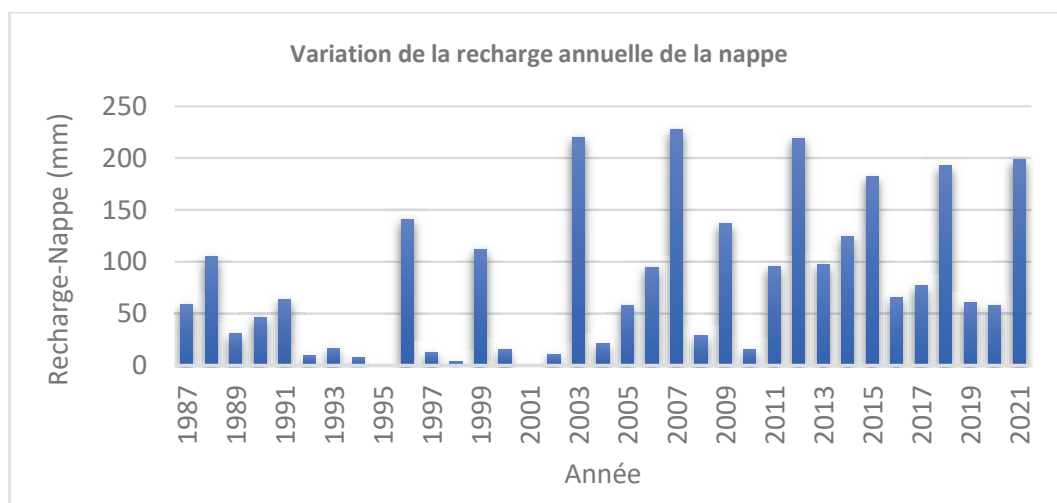
Très fort : (5,94 - 7,46) elle n'occupe que 7% de l'espace étudié, majoritairement localisée au Nord, et située dans le Quaternaire dont la lithologie est formée par des alluvions de sables et des grés. Une partie se trouve au Sud avec des îlots isolés qu'on rencontre au centre et à l'Est de la zone d'étude. Dans ces zones, la pente est relativement faible (0-8 %) et litho stratigraphie favorise une bonne infiltration.

Evaluation de la pluie efficace (modèle GARDENIA)



D'après la courbe de la variation de la pluie efficace annuelle dans le bassin d'Oued Abid, les valeurs de celle-ci fluctuent entre et 0,319 et 238,722 mm enregistrées respectivement durant les années 2001 et 2007. la moyenne de la pluie efficace annuelle dans est **80,5 mm**.

Evaluation de la recharge moyenne annuelle (modèle GARDENIA)

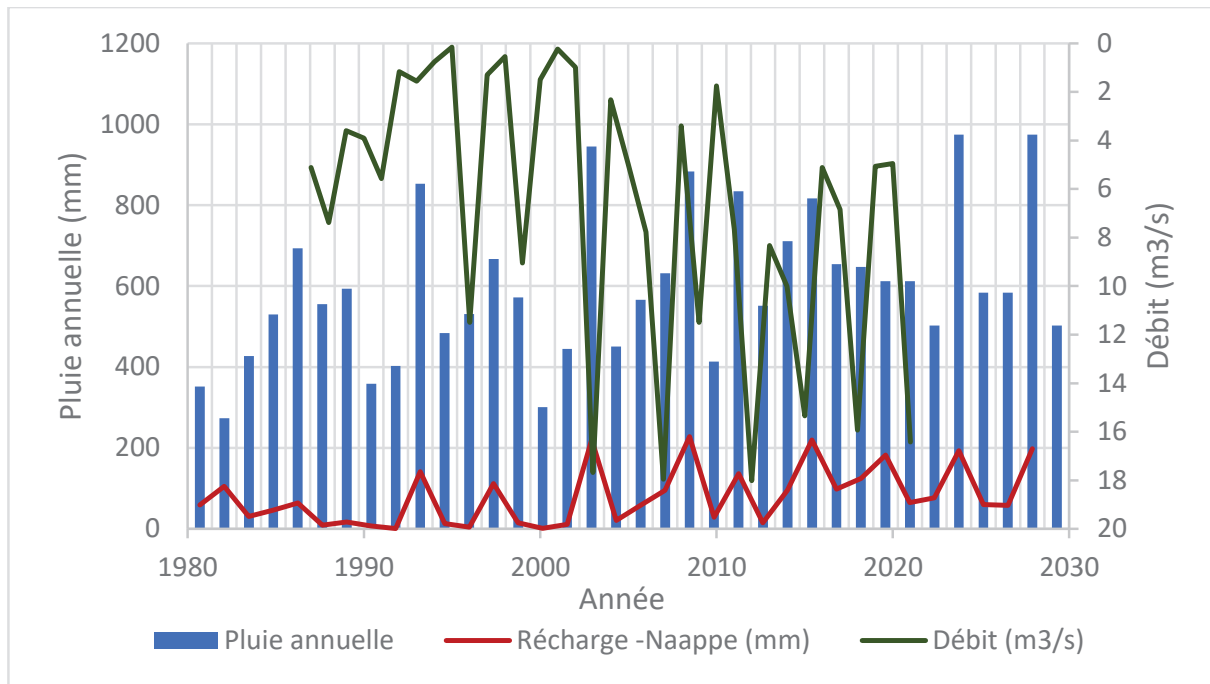


La recharge simulée dans le bassin versant de Oued El Abid durant la période allant de janvier 1987 jusqu'à Décembre 2021 est irrégulière à l'échelle interannuelle.

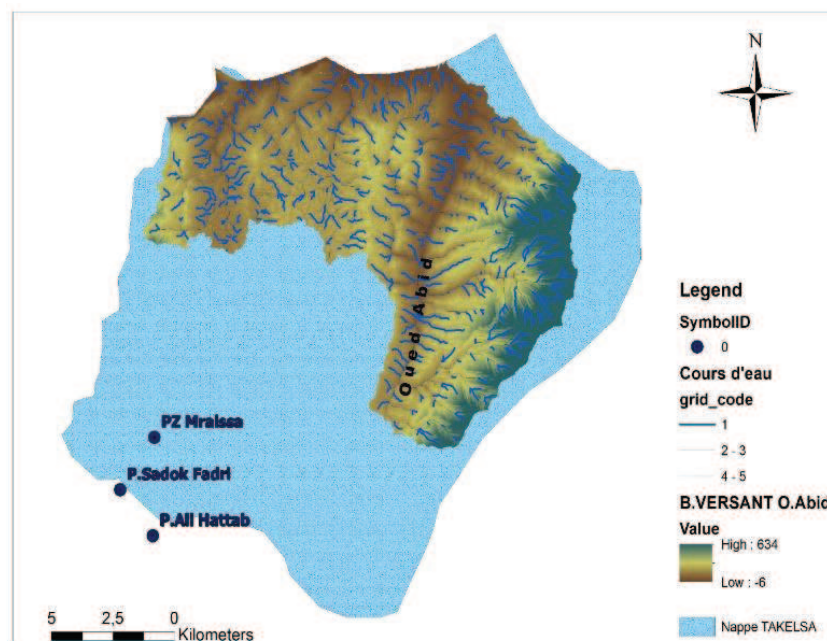
La recharge moyenne de la nappe sur une période de 35 ans est d'environ **80,5 mm/an** pour une pluviométrie de 596,972 mm/an.

Corrélation entre recharge, pluie et débit

L'analyse de la relation entre la pluie et la recharge de la nappe (Fig...), montre bien que pour une pluie inférieure à 500 mm, la recharge naturelle est faible. Aussi en comparant les années 1990 et 2003 où les pluies respectivement sont de 530,3 mm et 945,5 mm ont induit une recharge de 46,60 mm et 220,12 mm. De là, nous déduisons qu'une quantité de 415.2 mm (pluie) de plus peut provoquer une recharge de 173.52 mm. Ces résultats confirment le lien étroit entre la recharge de la nappe et les quantités de pluie. La recharge de la nappe n'intervient qu'à partir d'une valeur minimale de pluie, puis s'intensifie.



Résultats de l'estimation de l'infiltration au niveau d'un piézomètre



Le modèle INF1 a permis de calculer, sur la base de l'équation de diffusivité monodimensionnelle en différences finies, la valeur de l'infiltration efficace, à savoir celle qui contribue à recharger effectivement la nappe, au niveau d'un Piézomètre et de deux puits privés, suivis par la Direction des Ressources en Eau. La position de ces points d'eau est indiquée sur la carte ci-dessus.

Résultats du calcul de l'infiltration efficace par INF1

Point d'eau	Infiltration (mm)
PZ Mraissa	56,63
ts Sadok Fadri	85,13

DISCUSSION

Le cloisonnement des différents experts qui s'intéressent à la détermination de l'infiltration des eaux de pluies vers le sol et les nappes, ne permet pas d'améliorer l'estimation de ce facteur du bilan par une confrontation des résultats des différentes méthodes (agronomique, hydrologique, hydrogéologique, entre autres).

Le croisement de la valeur de l'infiltration au niveau du bassin versant de l'Oued Abid déterminée par GARDENIA et de la carte de répartition des zones potentiellement favorables à l'infiltration (fonctions distributives) d'une part et la valeur de l'infiltration efficace déterminée par INF1 au niveau d'un Piézomètre (valeur ponctuelle) d'autre part, devait permettre l'amélioration de la répartition spatiale de l'infiltration efficace. On constate que la collecte de l'information sur le terrain ne permet pas de mettre à profit cette possibilité.

Pour ne pas surestimer la valeur des ressources renouvelables des nappes aquifères, il y a lieu de disposer de piézomètres en zones d'influence naturelle de ces nappes. La valeur de l'infiltration efficace déterminée par INF1, qui constitue la ressource renouvelable, est plus faible que celle définie par GARDENIA.

CONCLUSION ET RECOMMANDATION

En conclusion, il y a une réelle possibilité d'améliorer la détermination de l'infiltration efficace des eaux de pluie vers les nappes aquifères, par conséquent de la valeur des ressources en eau souterraines renouvelables. Un des freins est la méthodologie inadaptée de la collecte de données de terrain.

Il est recommandé de reprendre ce même travail : (i) soit sur un nouveau territoire où la collecte des données répond aux critères de fonctionnement de INF 1 et GARDENIA ; soit (ii) de suivre des points d'eau sur le bassin versant de l'Oued ABID qui puissent permettre le croisement des résultats des méthodes AHP, GARDENIA et INF1.

Références

1. Ghouili N., Jarraya Horriche F., Zammouri M. (2017). Groundwater modelling of Takelsa multilayer aquifer (Northeastern Tunisia). 1st AGIC. ORAL T3.
2. Gaaloul N. (2008). Gestion intégrée des ressources en eaux souterraines : Cas de la plaine du Cap Bon. La Houille Blanche, (5). Pp. 38-44.
3. Trabelsi Rim. (2005). Mémoire de Mastère. Aperçu sur la Paléogéographie du Cap Bon : Le Bilan des niveaux phréatiques de Takelsa. Laboratory of Radio Analyses and Environment. Global Nuclear Safety and Security Network, 145 p