

## Gestion intégrée et qualité des eaux dans le bassin versant du Saf-Saf (wilaya de Skikda, nord-est algérien)

Fayçal KHELFAOUI, Derradji ZOUINI

*Faculté des Sciences de la Terre, Département de Géologie, Université Badji Mokhtar, BP n°12, Annaba 23000. Algérie.*

---

### Résumé

Gérer efficacement et équitablement les ressources en eau est l'un des défis les plus importants auxquels le bassin du Saf-Saf doit faire face, surtout avec les enjeux liés à la gestion du patrimoine hydrique qui ne cessent de croître en importance sous le double effet de la croissance démographique et de l'augmentation des besoins par habitant. Ainsi, l'eau est menacée par sa rareté, le gaspillage, la pollution et la grande sollicitation des secteurs agricole et industriel.

Occupant la partie centrale de la wilaya de Skikda, le bassin du Saf-Saf s'étend sur une superficie de 1158 km<sup>2</sup>, avec une population de près de 460 milles habitants (49 % de la population totale de la wilaya).

En matière de potentialités hydrauliques, la moyenne pluviométrique atteint les 660 mm/an sur l'ensemble du bassin, traduisant un apport globalement très significatif de l'ordre de 765 millions de m<sup>3</sup> an<sup>-1</sup>. Ce potentiel se trouve malheureusement confronté à d'énormes contraintes de gestion de la maintenance des ouvrages hydrauliques mis en place, réduisant le volume de mobilisation à moins de 50 millions de m<sup>3</sup> an<sup>-1</sup>.

En outre, le bassin versant dans sa partie aval est purement dominé par l'industrie pétrochimique polluante, favorisant une dégradation accélérée et continue de la qualité des eaux superficielles et souterraines. Ainsi, une pollution agricole dans la plaine du Saf-Saf n'est pas à exclure.

Vue cette situation qui paraît angoissante, nous essayons pour la première fois d'appliquer les concepts d'une gestion intégrée et durable des ressources en eau, en se basant sur un diagnostic quantitatif et qualitatif des potentialités hydriques dans le site étudié, pour arriver à concrétiser les grands axes de cette nouvelle vision afin d'améliorer la gestion actuelle de l'eau et favoriser une meilleure harmonisation entre les diverses utilisations des communautés humaines sans compromettre les écosystèmes aquatiques qui demeurent propres et durables pour les nouvelles générations.

*Mots clés* : Gestion intégrée, bassin versant du Saf-Saf, ressources en eau, pollution, potentialités hydriques, utilisations, écosystèmes aquatiques.

---

### 1. Introduction

A chaque usage (domestique, industriel ou agricole), correspondent des besoins en eau très variables en quantité et en qualité, suivant les secteurs et surtout les saisons.

La demande en eau pour des usages domestiques devrait croître considérablement dans les prochaines années dans les pays en voie de développement. Dans une étude récente, l'Organisation des Nations Unies rappelle que près de 1,1 milliards de personnes manquent d'eau potable, et que 2,9 milliards de personnes ne disposent pas de services d'assainissement, et estime que les

problèmes d'approvisionnement en eau potable dans les pays en voie de développement se verront aggravés par le taux élevé de croissance de population et la concentration graduelle de la population dans les grandes villes (ONU.1997 in Blanco).

Le bassin versant du Saf-Saf (Fig. 1). ne fait pas exception, ses besoins en eau sont en augmentation continue. Globalement, on estime ces besoins à près de 66.33 millions de m<sup>3</sup> an<sup>-1</sup>, dont la consommation domestique (AEP) est considérée comme le grand utilisateur d'eau avec un volume de 31,13 millions de m<sup>3</sup>, soit un taux de 47 % de la totalité de ce volume. Toutefois, cette dominance est due au développement démographique considérable dans la zone. La part d'irrigation pour alimenter le périmètre du Saf-Saf est



### 3. Ressources en eau

Bien gérer la problématique de l'eau, implique une connaissance aussi parfaite que possible de la disponibilité de la ressource et de sa variabilité dans le temps et dans l'espace, et autant que faire se peut proposer des scénarios prospectifs pour l'analyse du risque et la gestion des crises, dans un avenir où les effets anthropiques sont mal maîtrisés. Le bassin du Saf-Saf ne fait pas exception, les ressources hydriques dont on dispose sont plus ou moins limitées, cette limitation est d'abord naturelle, mais elle est accentuée par les besoins toujours croissants du développement démographique et socio-économique, par le gaspillage, ainsi par les différents types de pollutions menaçant le bassin.

#### 3.1. Diagnostic quantitatif

Avec une pluviométrie moyenne annuelle de 660 mm sur l'ensemble du bassin, traduisant un apport total globalement très important de l'ordre de  $765 \text{ Hm}^3\text{an}^{-1}$ . Ce potentiel hydrique considérable est malheureusement confronté à d'importants problèmes de gestion de la maintenance des ouvrages hydrauliques mis en place, réduisant le volume de mobilisation à près de  $50 \text{ Hm}^3\text{an}^{-1}$  dans le bassin.

Globalement, les ressources en eau mobilisées dans le bassin du Saf-Saf sont évaluées à près de  $34,99 \text{ Hm}^3\text{an}^{-1}$ , soit 74 % des ressources en eau mobilisables. Les eaux de surface, dont le volume est estimé à  $30,25 \text{ Hm}^3\text{an}^{-1}$ , sont mobilisées à hauteur de 95 %.

Cependant, le volume mobilisable pour les eaux souterraines est de l'ordre de  $17,29 \text{ Hm}^3\text{an}^{-1}$ , mais seulement un taux de 37 % est réellement mobilisé. Le tableau 1 en résume ces capacités.

Table 1

Potentiel hydrique global dans le bassin du Saf-Saf

Ressources en eau	Potentiel réel ( $\text{Hm}^3\text{an}^{-1}$ )	Ressources mobilisables ( $\text{Hm}^3\text{an}^{-1}$ )	Ressources mobilisées ( $\text{Hm}^3\text{an}^{-1}$ )
Superficielles	25,89	30,25	28,64
Souterraines	30,47	17,29	6,35
Totales	56,36	47,54	34,99

Source. DHW Skikda.2006

#### 3.2. Diagnostic qualitatif

Malgré l'importance indéniable des aspects quantitatifs, les questions de qualité de l'eau sont au cœur des enjeux futurs de la gestion des ressources hydriques dans le bassin du Saf-Saf.

En plus de la pression exercée par les différents usagers, les ressources en eau dans le bassin du Saf-Saf se trouvent donc menacées dans leur qualité, sous l'effet des pollutions qu'elles subissent, principalement des pratiques industrielles et agricoles intensives ainsi que celles de l'individu dans son habitat (pollution domestique). Il s'agit donc d'un problème à grande échelle, dont l'extension est constante.

##### 2.2.1. Qualité des eaux de surface

L'oued Saf-Saf représente le principal cours d'eau dans le bassin, la qualité de ses eaux varie de l'amont vers l'aval. Un suivi de quelques éléments chimiques, a permis de visualiser une altération et une dégradation spatiale de la qualité des eaux de l'oued, avec une augmentation des concentrations des éléments chimiques de l'amont vers l'aval (Tableau 2, figure 2).

La qualité des eaux de l'oued Saf-Saf dans sa partie amont est considérée bonne. D'après les analyses effectuées en Mai 2005, la demande chimique en oxygène (DCO) est de l'ordre de 30 mg/l. De même, les teneurs de la demande biologique en oxygène ( $\text{DBO}_5$ ) ne dépassent pas les 5 mg/l, ce qui confirme la bonne qualité de ces eaux.

En aval, l'oued Saf-Saf a connu une dégradation dans la qualité de ses eaux, à cause des rejets domestiques des agglomérations d'El Harrouch, Salah Bouchaour, Ramdane Djamel, Beni Bachir et une partie des rejets de la ville de Skikda par le biais de l'oued Zeramna, qui déverse dans le Saf-Saf.

Selon les prélèvements effectués en Mai 2005, la demande chimique en oxygène (DCO) est de l'ordre de 139 mg/l, ce qui confirme le degré de pollution de cet oued (eaux sombres, odeurs nauséabondes) à cause des fortes teneurs en matières organiques.

Plus en aval, sur le tronçon de la zone industrielle, l'oued Saf-Saf reçoit les rejets des unités de la plate forme pétrochimique de Skikda et de la centrale thermique électrique (CTE) sans aucun traitement préalable. D'après un rapport du service de l'environnement de Skikda (1999), le complexe des matières plastiques (CP1/K) rejette des produits toxiques tels que le mercure, les

cyanures, les phénols et l'hypochlorite de sodium. Ces produits sont dangereux pour l'homme et la vie biologique.

On voit donc que la qualité des eaux de l'oued Saf-Saf dans sa partie aval est passée de bonne à mauvaise, parfois très mauvaise en période sèche.

Table 2

Variation spatiale de quelques éléments chimiques dans les eaux de l'oued Saf-Saf (Mai 2005)

Eléments (mg/l)	Conductivité (F/s/cm)	Ca	Mg	Na+K	Cl	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	MES	DBO <sub>5</sub>	DCO
Amont	690	61,17	27,75	41,5	52,5	149,33	158,67	60	5,05	30,96
Aval	1090	276,9	155,48	35,8	106,6	56,64	372,1	153	93	139

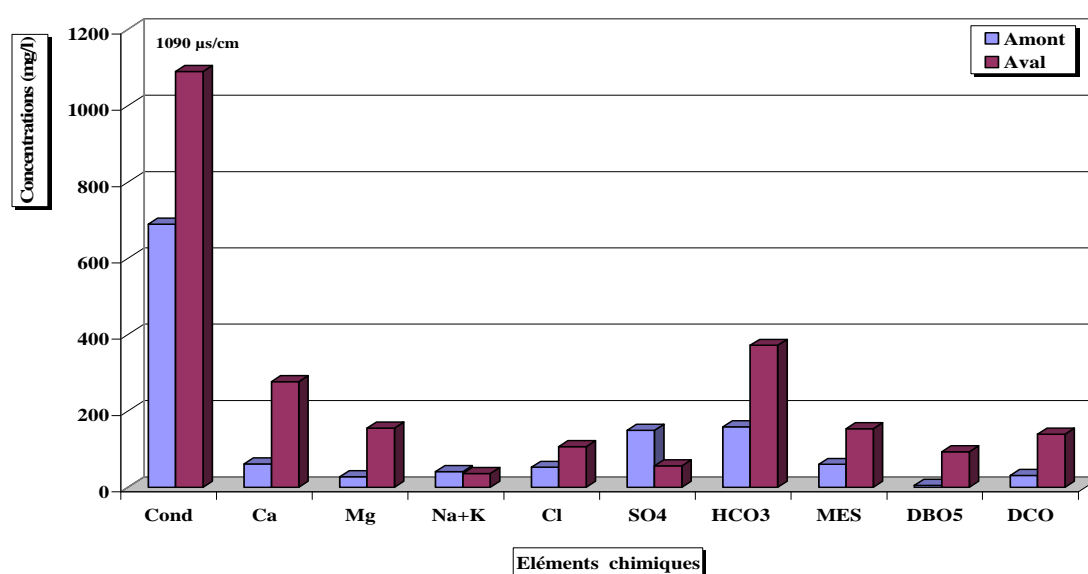


Fig 2 : Variation des concentrations de quelques éléments chimiques en Amont et en aval de l'oued Saf-Saf (Mai 2005).

### 2.2.2. Qualité des eaux souterraines

Les eaux souterraines ont une composition chimique étroitement liée aux terrains qui les contiennent, dont l'amont est caractérisé par des eaux sulfatées calciques issues des formations marneuses, argileuses et gréseuses. Cependant, les eaux de la partie aval (plaine alluviale du Saf-Saf) sont principalement chlorurées sodiques. Les eaux de la plaine sont donc moyennement potables malgré les fortes concentrations en sulfates, en chlorures et en bicarbonates.

Afin de déterminer l'origine des eaux souterraines de l'amont du bassin, une étude très récente (BNEDER<sup>(1)</sup>, Octobre 2005), a été effectuée sur quelques points d'eau (15 sources et 5 puits) répartis à travers la partie amont du bassin.

Ces analyses permettent d'examiner les conditions physico-chimiques et géologiques auxquelles ces eaux sont liées.

Le diagramme de Piper (figure 3) permet de constater que les eaux analysées sont globalement sulfatées calciques.

Les eaux sulfatées calciques ou chlorurées calciques (P3, P4, S3, S5, et S8) sont issues, en général, des formations marneuses, argileuses et gréseuses. Cependant, les eaux bicarbonatées calciques (P2, S6, S7, S9) sont issues des roches calcaires

Pour les eaux souterraines de l'aval du bassin, une campagne d'analyses a été effectuée au mois de Mai 2005, sur 14 points d'eau répartis à travers la plaine alluviale du Saf-Saf. Ces analyses ont identifié un faciès chimique chloruré sodique à chloruré magnésien.

<sup>(1)</sup> : BNEDER: Bureau National d'Etude pour le Développement Rural.

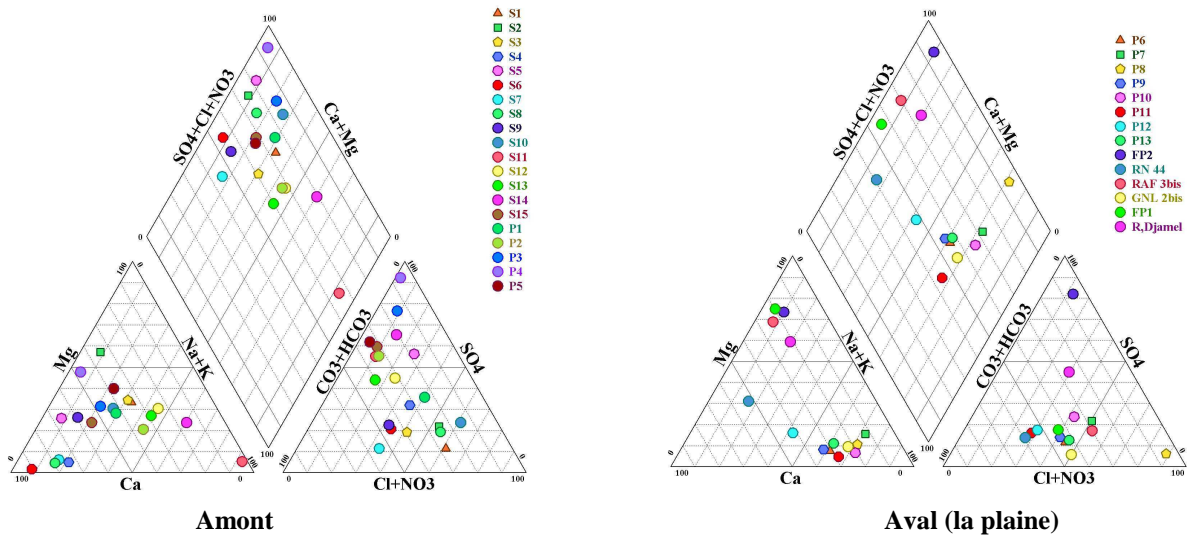


Fig 3. Diagramme de Piper pour les eaux souterraines dans le bassin du Saf-Saf (Mai 2005).

Le diagnostic de l'état de la qualité des ressources en eau dans le bassin du Saf-Saf montre que dans l'ensemble, les cours d'eau présentent un état de qualité assez bonne sur la totalité ou la majeure partie de leur parcours, à l'exception des tronçons situés en aval des rejets urbains des grandes agglomérations et de la zone industrielle, qui dégradent de façon notable la qualité des eaux de surface.

#### 4. Affectation des ressources en eau

L'une des préoccupations majeures des pouvoirs publics du bassin du Saf-Saf est de résoudre l'épineuse équation entre les ressources en eau et la satisfaction des besoins des populations. L'évaluation de cette demande en eau toujours croissante dépend de plusieurs facteurs socio-économiques tels que la démographie, le niveau de vie, le type d'habitat et les habitudes socio-culturelles. Donc, en toute logique, on devrait rapporter la demande en eau potable au nombre d'habitants.

##### 4.1. Alimentation en eau potable (AEP)

En matière d'AEP, la dotation moyenne à travers le bassin est fixée par la Direction d'Hydraulique de la Wilaya (DHW) de Skikda à 160 litres par jour et par habitant. Les besoins en eau ont atteint 31.13 millions de m<sup>3</sup> pour l'année 2006. Cependant, le volume réellement produit pour couvrir ces besoins en eau domestiques est de l'ordre de 24,25 millions de m<sup>3</sup> an<sup>-1</sup>, soit un taux de satisfaction de près de 78 %.

##### 4.2. Alimentation en eau d'irrigation (AEIr)

Le périmètre irrigué de la vallée du Saf-Saf occupe une superficie totale de 5654 ha. Il est divisé en quatre

secteurs qui sont équipés en totalité. L'alimentation en eau du périmètre s'effectue à partir des débits régularisés des barrages de Zardézas et Guénitra., Un volume d'eau destiné à l'irrigation de la partie aval du périmètre (secteur I) provient du barrage de Zit el Emba.

##### 4.3. Alimentation en eau industrielle (AEIn)

Actuellement, les besoins exprimés par les unités industrielles s'élèvent à plus de 27 000 m<sup>3</sup> j<sup>-1</sup>, soit près de 10 millions de m<sup>3</sup> an<sup>-1</sup> dont plus de 90 % des ces besoins concernent seulement la zone industrielle pétrochimique de Skikda.

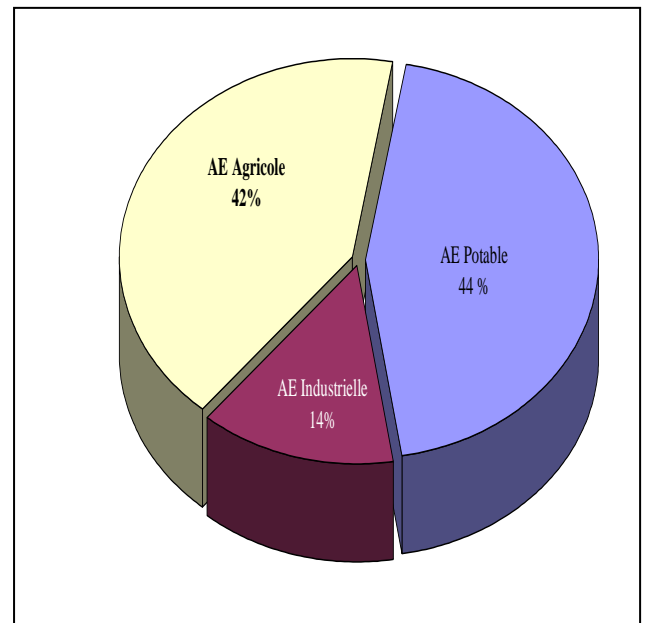


Fig 4. Affectation des ressources en eau dans le bassin du Saf-Saf (2006).

### 5. Planification et gestion intégrée des ressources en eau

En raison de la croissance démographique et des besoins en eau induits par le développement industriel et agricole, les ressources en eaux potentielles du bassin du Saf-Saf s'avèrent insuffisantes à l'horizon 2030, tandis que les coûts liés à leur mobilisation se feront de plus en plus lourds et les offices en place sont incapables de gérer rationnellement cette ressource. Rappelons que les potentialités en eau renouvelables évaluées à 138 millions de m<sup>3</sup> an<sup>-1</sup>, se réduisent en fait à seulement 47,5 millions de m<sup>3</sup> an<sup>-1</sup> (34 %) en terme de ressources réellement mobilisables.

Avec des ressources en eau évaluées à plus de 200 millions de m<sup>3</sup> an<sup>-1</sup> pour une population de l'ordre de 460 milles d'habitants, la disponibilité en eau dans le bassin du Saf-Saf est estimée à 448 m<sup>3</sup> par habitant et par an (la moyenne nationale est de 500 m<sup>3</sup> hab<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>). Le bassin est passé alors à un état de stress hydrique, après avoir été depuis quelques dizaines d'années dans un contexte hydrique excédentaire.

Le capital en eau naturelle renouvelable dans le bassin

est de 138 millions de m<sup>3</sup> an<sup>-1</sup>, cependant, seulement un volume maximal de 80 millions de m<sup>3</sup> an<sup>-1</sup> peut être mobilisé du point de vue technique et financier. Aujourd'hui, on est dans cette situation de crise, avec un taux de stress hydrique de l'ordre de 27 %, un seuil qui est considéré critique et la figure 5 le montre aisément.

On est donc dans la transition vers la rareté de l'eau, où les besoins en eau commencent à dépasser les ressources actuellement mobilisées, nécessitant une révision urgente de la politique hydraulique existante, et des efforts de mobilisations et d'investissement, par la réalisation d'infrastructures hydrauliques (barrages, retenues, forages, sources aménagées dont puits...). La stratégie de la petite hydraulique basée sur la réalisation des retenues collinaires, destinées notamment à irriguer les terres agricoles, de moindres charges financières, parait la plus adéquate, vue la géomorphologie du bassin du Saf-Saf. Le recours au transfert d'eau à partir des bassins avoisinants excédentaires (Guebli et Kébir Ouest) est également un moyen de mobilisation des ressources en eau dans le bassin du Saf-Saf. Le défi à relever actuellement est la liaison de tous les barrages du pays. Il s'agit d'un investissement important et incontournable.

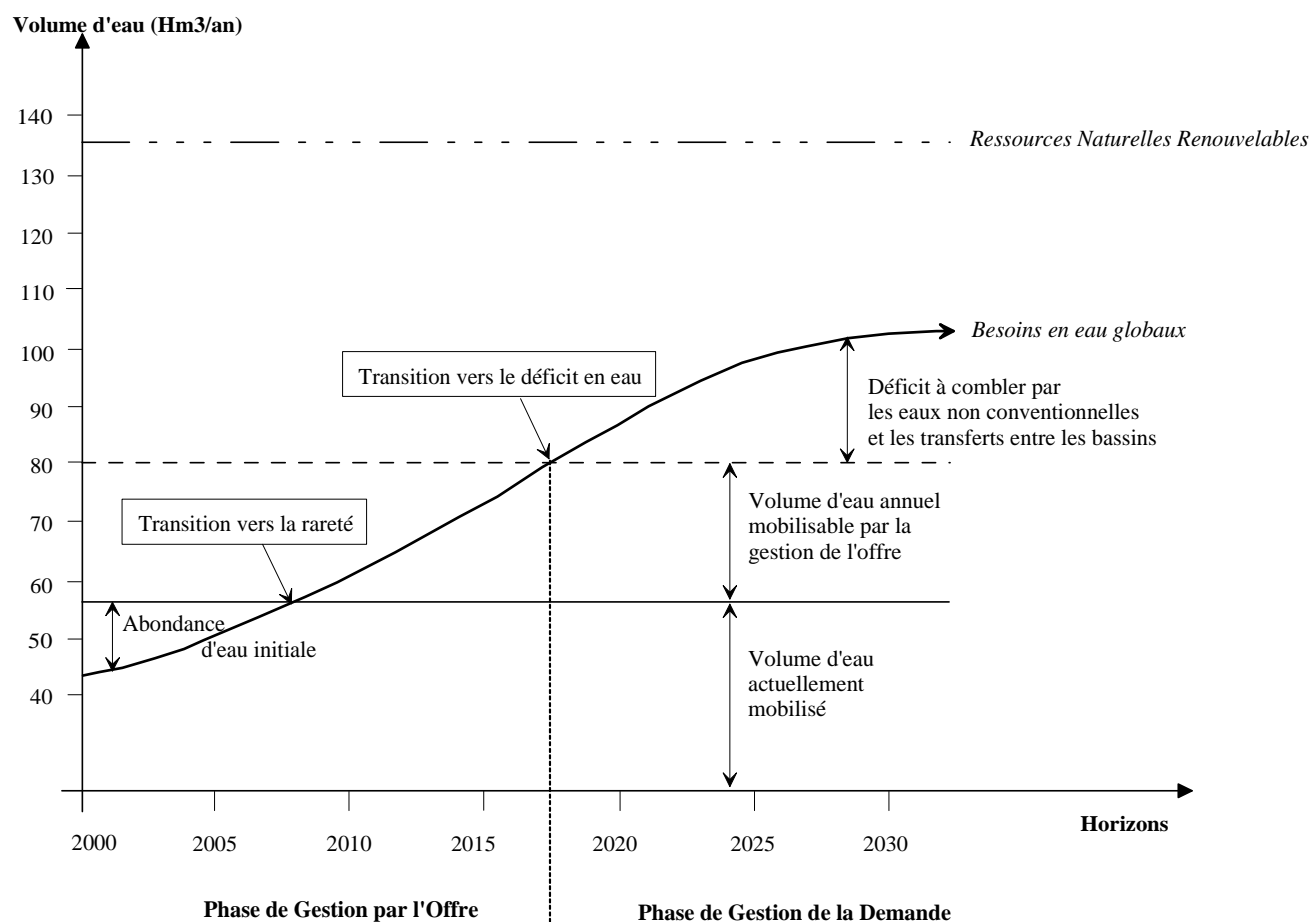


Fig 5. Courbe de l'évolution des besoins en eau globaux et les ressources mobilisées dans le bassin versant du Saf-Saf. (Khelfaoui.F. 2008).

Avec le temps, la pression sur la ressource en eau devrait être de plus en plus forte. Le bassin va passer à l'horizon 2020 (moyen terme) à une transition vers le déficit en eau, signalant le passage à la deuxième phase qui est celle de la gestion de la demande en eau. Elle est basée essentiellement sur l'optimisation de l'utilisation de la ressource, particulièrement, par les efforts de réduction des pertes dans les réseaux de distribution, le changement des technologies d'usage de l'eau en irrigation en utilisant des systèmes plus économes de l'eau (système de pivot, d'aspersion et goutte à goutte).

## 6. Conclusion

La gestion intégrée des ressources en eau dans le bassin du Saf-Saf est donc un processus systématique pour le développement durable, l'attribution et le suivi de l'utilisation des ressources en eau dans le contexte des objectifs sociaux, économiques et environnementaux.

La tension sur la demande exercée concurremment par les secteurs de l'agriculture et de l'industrie, et plus fortement encore par la population en constant accroissement, ainsi que par les différents types de pollutions.

Dans ce contexte délicat, seule une nouvelle stratégie qui consiste à intégrer la gestion de l'eau dans la politique économique et environnementale, est susceptible de prévenir les impacts négatifs éventuels. Cette gestion intégrée des ressources en eau devrait être appréhendée en termes de maîtrise des instruments de régulation (tarification), d'optimisation de l'utilisation de la ressource par la mise en œuvre d'une gestion de la demande, de développement de la recherche scientifique dans le secteur de l'eau et entreprendre de vastes programmes d'informations et de sensibilisations des usagers.

## 7. Références

- [1] Annie Erhard-Cassegrain, Jean Margat (1983) : Introduction à l'économie générale de l'eau. Edition Masson. Paris (361 p).
- [2] Ben Rabah Samia (2006) : Etat actuel des ressources en eau dans la wilaya de Skikda (Essai de synthèse): Bilan-Gestion-Perspective. Mémoire de Magister, Université Annaba (150 p).
- [3] B.N.E.D.E.R. (2005) : Etude d'inventaire et d'évaluation des ressources en eau souterraines dans le bassin versant de l'oued Saf-Saf (amont). Phase 1, Phase 3.
- [4] Boukhedcha Nour-Edine (2002) : Contribution à l'étude hydrologique de la vallée du Saf-Saf. Thèse de Magister. Université de Constantine.
- [5] Boulghobra Nouar. (2006) : Protection de la Ville de Skikda contre l'inondation – Essai de P.P.R.I. . Mémoire de Magister. Université de Batna (179 p).
- [6] Chaffai. H, Laouar. R, Djabri. L et Hani. A. (2006) : Etude de la vulnérabilité à la pollution de la nappe alluviale de Skikda ; Application de la méthode DRASTIC. Bulletin du Service Géologique National. Vol.17.n°1, pp 63-74.
- [7] Francesco. R.K, Francesca. T, Stefano. C. (2001) :An integrated model for water resources management at basin level. Scientific Assembly at Maastrich. The Netherlands. IAHS. Publ N° 268.
- [8] Ismail Serageldin. (1998) : Managing water resources sustainably ; challenges and solutions for the new millenium. La Houille Balanche. N° 2.
- [9] Tandjir L., (1997) Utilisation agricole des eaux usées non conventionnelles dans la Wilaya de Skikda». EDIL Inf - EAU. Bulletin International de l'Eau et de l'Environnement. N° 16, p 4 et 5. ISSN 1111- 4916.
- [10] Tandjir L., (2008). The Hydro Systems of the Area of Skikda (Algeria). Publication Chatila. Beirut. Juillet 2008.
- [11] Tandjir L., (2008). Magazine Wold Water Arab. Juillet (2009). Maillage des réseaux d'Adduction d'Eau Potable : l'expérience algérienne
- [12] Thomas. R.K, Allan. L, Dan Rosbjerg. (1999) : Barriers to sustainable water resources management – a Zimbabwean case study-. Journal des Sciences Hydrologiques. 44 (4).
- [13] Vadim. I. Solokov. (1999) : Integrated water resources management in the republic of Uzbekistan. IWRA. Water International, vol 24, N° 2, p 104-104.