

Utilisation du bilan hydrique régional comme outil de la gestion intégrée de l'eau au Liban / M-T. Abi Saab ; sous la direction de Dr M. el Moujabber. — Extrait de : Annales de recherche scientifique. — N° 5 (2004), pp. 71-81.

Bibliographie. Tableaux.

I. Eau potable — Liban. II. Systèmes d'information géographique — Liban. III. Bilan hydrologique — Liban.

Moujabber, M. el

PER L1049 / FA193886P

UTILISATION DU BILAN HYDRIQUE RÉGIONAL COMME OUTIL DE LA GESTION INTEGRÉE DE L'EAU AU LIBAN

M-T. ABI SAAB

Sous la direction de

Dr M. EL MOUJABBER

Université Saint-Esprit de Kaslik

Faculté des Sciences Agronomiques

B.P. 446 Jounieh, Liban

RÉSUMÉ

L'eau constitue une part importante des ressources naturelles qu'il faut exploiter rationnellement pour assurer sa durabilité. Dans la région allant de Choueifet à Rmeileh, la qualité de l'eau est fortement menacée par l'intrusion de l'eau de mer. La croissance de l'urbanisation entraîne une augmentation de la demande en eau. Les gens ne trouvent solution qu'en pompant l'eau souterraine. Cela conduit à la pollution, à la salinisation et à l'épuisement de l'eau des aquifères. Cette urbanisation mène aussi à l'augmentation du ruissellement superficiel et nuit également au phénomène de recharge naturelle des aquifères. L'utilisation d'un système d'information géographique (SIG) qui fournit différentes données cartographiques au niveau des bassins-versants englobant la région d'étude apporte de l'aide pour établir le bilan hydrique régional et pour calculer aussi la demande en eau depuis 1962 jusqu'à maintenant. Les résultats ont montré que la demande en eau urbaine augmente avec l'urbanisation. L'eau souterraine, qui est une part importante du bilan hydrique mais sujette à l'intrusion de l'eau de mer dans la région côtière, peut menacer l'offre et la disponibilité de l'eau pour les habitants. Donc ce bilan ne constitue qu'un outil permettant de prendre conscience qu'il faut gérer l'eau suivant une approche intégrée qui combine, au sein des bassins-versants, tous les facteurs agissant sur cette ressource naturelle.

Mots clés: Bassin-versant, bilan hydrique, système d'information géographique (SIG), gestion intégrée de l'eau, ruissellement.

ABSTRACT

Water is an important part of natural resources that should be exploited rationally to assure its sustainability. In the Choueifet-Rmeileh region, water quality is threatened by seawater intrusion. The increasing of urbanization is leading to a rise of water demand. Pumping groundwater is a good solution, but, this will lead to pollution, salinisation and exhaustion of the aquifers. This urbanization also leads to increasing runoff and influence natural recharge of aquifers. The geographic information system (GIS), which gives many cartographic data about watersheds in the study area, can help to establish the regional water balance and also to calculate water demand since 1962 till now. Results show that urban water demand increases with urbanization. Groundwater, which is an important part of water balance but threatened by seawater intrusion in the coastal area, can threaten supply and availability of water. So, this water balance is an important tool allowing to be conscious that it is necessary to manage water, through an integrated approach which combines all factors influencing water resource within watersheds.

Keywords : Watershed, water balance, GIS, integrated water management, runoff.

INTRODUCTION

La crise croissante de l'eau au niveau mondial menace la sécurité, la stabilité et la durabilité de l'environnement des nations en développement. Des stratégies de gestion des ressources naturelles sont donc nécessaires au niveau régional, national et local.

Au Liban, les plans de protection pour prévenir des désastres menaçant les ressources naturelles sont très limités et ne répondent même pas aux exigences de la sécurité de l'environnement (Shaban et Khawlie, 1998). L'eau et le sol représentent une part considérable de ces ressources; une exploitation rationnelle et une bonne gestion sont nécessaires pour un développement durable assurant à la fois la protection de l'environnement et la prospérité de l'économie nationale.

L'utilisation des ressources en eau disponibles atteint les limites de non durabilité à cause de l'augmentation de la consommation comme conséquence de la

croissance démographique, du développement industriel, de l'expansion des surfaces agricoles irriguées et de l'augmentation de l'exploitation chaotique de l'eau souterraine. En plus, à partir des 8,600 MCM précipitées annuellement sur le territoire libanais, 2,600 MCM sont potentiellement disponibles comme eau de surface et eau souterraine avec seulement 2,000 MCM exploitables (El Fadel, 2002).

L'eau destinée à l'agriculture représente 68% de la demande totale dont 54.3% sont retirées à partir de l'eau de surface, et 45.7% à partir de l'eau souterraine surtout à travers les puits artésiens (FAO, 1996).

Vu l'absence de larges plans tenant en compte le développement des réseaux d'irrigation au niveau régional, l'exploitation irrationnelle de l'eau souterraine pour des buts d'irrigation continue ces dernières années par l'augmentation excessive du pompage à travers les puits privés. Ce problème caractérise surtout la région côtière du Liban où cette exploitation non contrôlée aboutit à l'intrusion de l'eau de mer.

La région, objet de l'étude, est celle de Choueifet-Rmeileh localisée au Sud de Beyrouth où l'agriculture est très développée, surtout la production sous-serre de fraises, concombres et tomates. L'irrigation est assurée à travers les puits privés à cause de l'absence d'un réseau d'irrigation collectif. L'intrusion de l'eau de mer dans les aquifères est un problème qui gagne de l'importance dans cette zone (El Moujabber et Bou Samra, 2002).

Cette région côtière est un siège d'une large expansion urbaine depuis des années ; l'accroissement de la population entraîne ainsi une augmentation de la demande en eau pour l'usage urbain. Pour satisfaire cette demande, le pompage de l'eau souterraine augmente excessivement menaçant ainsi l'épuisement des aquifères. D'un autre côté, l'urbanisation augmente le ruissellement superficiel, ce qui réduit l'infiltration de l'eau dans le sol et la recharge naturelle des aquifères. L'excès du pompage et la diminution de la recharge naturelle peuvent influencer l'intrusion de l'eau de mer.

L'objectif de ce travail est d'établir le bilan hydrique régional comme outil de la gestion intégrée de l'eau au sein d'un bassin-versant pour essayer de comprendre la répartition de l'eau de cette région, l'impact contourné par le ruissellement, la recharge naturelle et le phénomène d'intrusion de l'eau de mer.

Le calcul de la demande en eau agricole et urbaine sera aussi élaboré pour être comparé au bilan hydrique régional afin d'estimer la présence de la contrainte entre l'offre et la demande.

Pour réaliser le bilan hydrique régional dans cette étude et comprendre mieux le rôle de la gestion de l'eau au sein des bassins-versants, le développement des techniques basées sur un système d'information géographique (SIG) apporte certainement de l'aide pour suivre le cycle de l'eau du bassin.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

La région d'étude s'étend sur la côte sud du Liban située entre Beyrouth et Saida. Elle englobe principalement la région de Choueifet, Damour, Jieh et Rmeyleh.

Pour mieux comprendre le rôle de la gestion intégrée de l'eau au sein des bassins-versants de cette région, le développement des techniques basées sur le SIG apporte certainement de l'aide pour suivre le cycle de l'eau et résoudre les problèmes qui en découlent.

Le SIG constitue un outil important qui permet la combinaison de plusieurs données d'origine cartographique pour produire de nouvelles informations qui sont des éléments d'aide afin de gérer plus rationnellement l'espace (FAO, 1998).

L'information contenue dans une base de données géographiques se divise en deux entités:

- la donnée attributaire ou descriptive (sous forme de statistiques ou de données alphanumériques telles que la pente, le type de sol, le couvert végétal, etc.). Cette information est structurée sous forme de table attributaire.
- l'information spatiale, représentée par des objets graphiques tels que des lignes, points ou polygones sur des cartes.

Les cartes établies sont les suivantes : carte des bassins-versants, carte pluviométrique, carte de la capacité d'infiltration, carte du sol, carte géologique, carte hydrogéologique, carte agricole de 1962, carte de l'occupation actuelle du sol et carte de l'expansion urbaine.

Le bilan hydrique est calculé à partir des données collectées à travers les cartes.

Le calcul de la demande en eau prend en compte la demande en eau agricole et la demande urbaine. Cette demande sera effectuée pour l'année 1962 afin de la comparer avec la demande actuelle.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Calcul du bilan hydrique

D'après les différentes données fournies à partir des cartes, le calcul du bilan hydrique de chaque bassin-versant est alors possible. Pour chaque bassin, les quantités d'eau précipitées, évapotranspirées, infiltrées et ruisselantes sont connues (Tab. 1).

Tableau 1: Bilan hydrique régional.

Bassin versant	Précipitations		Évapotranspiration		Infiltration		Ruissellement	
	(MCM)	(mm)	(MCM)	(mm)	(MCM)	(mm)	(MCM)	(mm)
1	312	1111	160	570	72.57	258	79.43	283
2	337	1107	198	651	75.76	249	63.24	208
3	37	1333	23	828	5.25	189	8.75	315
4	17	908	10	534	2.87	154	4.13	220
5	15	934	8	498	3.55	221	3.45	215
6	13.5	833	7.5	463	2.61	161	3.39	209
7	12	790	8	527	3.35	221	0.65	43
8	20	774	12.5	484	4.95	192	2.55	99
9	7	697	5	498	1.44	143	0.56	56
10	9	943	4	419	1.30	136	3.70	387
11	9	1011	5	561	1.68	188	2.32	261
12	6	1076	3	538	1.21	217	1.79	321
13	8	968	4	484	2.27	275	1.73	209
14	12	811	6	405	2.09	141	3.91	264
15	5.5	706	3.5	449	1.02	131	0.98	126
16	2	692	1	346	0.42	144	0.58	202
Total	822		458.5		182.33		181.17	

La région d'étude, s'étalant sur une superficie de 773 Km², reçoit annuellement 822 MCM en terme de précipitations. Ce volume est réparti entre les 16 bassins-versants.

A peu près 56% de cette quantité, soit 458.5 MCM, est perdue par évapotranspiration, le reste étant partagé entre les eaux d'infiltration et le ruissellement superficiel.

Les eaux infiltrées dans le sol sont de l'ordre de 182.33 MCM. Cette quantité constitue à peu près 22% du total des précipitations. Les eaux de ruissellement forment 181.17 MCM, soit 22% du total des précipitations. Donc les quantités d'infiltration et de ruissellement sont similaires.

Les bassins-versants 1 et 2 recueillent une part importante des eaux infiltrées, 72.57 MCM le premier, et 75.76 MCM le second. Ces bassins recueillent aussi une bonne partie du ruissellement pour constituer le flux d'eau de la rivière du Awali, avec 79.43 MCM, et le flux d'eau de la rivière du Damour, avec 63.27 MCM d'eau.

Donc, 81% du total d'infiltration et 79% du total du ruissellement sont répartis entre les bassins-versants 1 et 2.

Dans certains bassins-versants, le volume de ruissellement dépasse le volume d'eau qui s'infiltré dans le sol. C'est le cas, par exemple, du bassin-versant 14 où se situe la région de Jieh; ce bassin perd, par ruissellement, 3.91 MCM, alors que le volume infiltré se révèle à 2.09 MCM. C'est aussi le cas des bassins-versants 3, 4 et 10 qui entourent la région de Choueifet où les volumes de ruissellement constituent respectivement 8.75, 4.13 et 3.70 MCM, alors que les volumes d'infiltration sont 5.25, 2.87 et 1.30 MCM d'eau.

Dans d'autres bassins-versants, comme les bassins 9 et 15 qui entourent la région de Rmeileh, c'est le phénomène contraire qui se déroule; l'infiltration de l'eau dans le sol est meilleure que le ruissellement superficiel.

Evolution de la demande en eau de la région depuis 1962 jusqu'à présent

La demande en eau, agricole et urbaine, évolue au cours des années en fonction du nombre de la population, des espaces irrigués et de la disponibilité de l'eau en quantité et en qualité.

▪ Demande en eau en 1962

L'irrigation étant la plus grande consommatrice d'eau, il est alors utile de commencer par calculer la demande en eau destinée à l'agriculture en 1962.

Tableau 2 : Répartition de la demande en eau entre les différentes catégories cultivées.

Catégorie	Surface (m ²)	Demande en eau (mm)	Volume d'eau (MCM)
Fruitiers divers	62 830 533.34	1050	65.97
Agrumes, bananiers et néfliers	24 365 965.28	1200	29.24
Oliviers	121 568 274.57	700	85.10
Vignes	41 891 923.73	850	35.61
Total			215.92

Selon la FAO (1986), la demande en eau des différentes cultures a été déterminée. A peu près 216 MCM étaient nécessaires pour l'irrigation en 1962 (Tab. 2).

Pour connaître la demande en eau totale en 1962, il ne faut pas oublier de calculer la demande en eau pour l'usage domestique.

Chaque personne consomme 150 L d'eau par jour soit 54 m³ annuellement. La population de la région d'étude, avec un total de 425,558 personnes en 1962, exigeait 23 MCM pour satisfaire ses besoins en eau. Donc la demande en eau totale de la région en 1962 était de 239 MCM.

- **Demande en eau actuelle**

A peu près 170 MCM/an d'eau sont nécessaires pour satisfaire la demande en eau agricole actuelle (Tab. 3).

Tableau 3 : Demande en eau agricole actuelle.

Catégorie	Surface (m ²)	Demande en eau moyenne (mm)	Volume d'eau (MCM)
Bananes	3 436 444.50	1700	5.84
Serres	8 476 340.15	750	6.36
Agrumes	9 340 842.02	1050	9.81
Culture de champs	17 595 436.96	650	11.44
Arbres fruitiers	68 035 595.71	1050	71.44
Olives	75 632 921.26	700	52.94
Vignes	14 078 752.52	850	11.97
Total			169.79

Actuellement, la population de la région d'étude se situe autour de 921,225 personnes. La quantité d'eau nécessaire pour satisfaire la demande de cette population est de l'ordre de 50 MCM/an.

Au total, la région d'étude exige actuellement 220 MCM/an pour répondre à la demande en eau agricole et urbaine. Avec 822 MCM de précipitations annuelles, cette demande peut être satisfaite si une bonne gestion de l'eau, au sein des bassins-versants, prend place. Mais en réalité, le bilan hydrique de cette région connaît un important déséquilibre surtout que l'eau souterraine est confrontée à l'intrusion de l'eau de mer, véritable problème qui menace la qualité de l'eau, et, par conséquent, sa disponibilité.

CONCLUSION

La région d'étude est affectée par une expansion urbaine qui aboutit à une mauvaise gestion des ressources naturelles, notamment le couvert végétal, l'eau et le sol. Le bilan hydrique régional se trouve alors dans un véritable état de dé-

séquilibré se traduisant par différents problèmes qui atteignent l'eau, surtout l'intrusion de l'eau de mer et la diminution du niveau de la nappe d'eau souterraine.

En 1962, l'espace urbanisé était de 10.35% de la superficie totale de la région. Actuellement, cet espace occupe 14.74% de la superficie totale, donc l'urbanisation a subi une augmentation de 43%. Cela a contribué à l'augmentation de la demande en eau urbaine pour l'usage domestique: en 1962, cette demande se situait autour de 23 MCM, actuellement elle est devenue de l'ordre de 50 MCM.

Par contre, les espaces agricoles sont fortement affectés par cette urbanisation désorganisée et progressive. Ce manque d'organisation qui accompagne l'absence d'un plan urbain cohérent accélère la disparition des superficies agricoles. Cela se reflète dans la région d'étude par une diminution de la demande de l'eau destinée à l'irrigation depuis 1962 jusqu'à maintenant; en 1962, la demande en eau agricole était de 216 MCM, actuellement elle est de l'ordre de 170 MCM. Donc les espaces agricoles tendent à se minimiser.

En effet, toute réduction dans la couverture du sol, associée à un taux élevé d'urbanisation et une mauvaise gestion du couvert végétal, engendre des conséquences sévères sur le bilan hydrique régional, surtout une augmentation du ruissellement superficiel par rapport à l'infiltration verticale dans le sol.

L'augmentation du ruissellement superficiel à cause de l'urbanisation, le pompage excessif et l'exploitation non contrôlée de l'eau souterraine qui favorise l'intrusion de l'eau de mer constituent des problèmes principaux, qui, s'ils s'amplifient, menacent fortement le bilan hydrique et la disponibilité de l'eau pour satisfaire la demande.

Le bilan hydrique ne constitue donc qu'un outil important nécessaire pour prendre conscience que l'eau doit être gérée suivant une approche intégrée combinant tous les facteurs qui peuvent influencer sur cette ressource naturelle au sein des bassins-versants. Pour cette raison, beaucoup de propositions doivent être prises en considération.

La suggestion la plus pratique est de limiter le nombre des puits surtout dans les régions de Jieh et Rmeylé puisque ces régions ont une nature géologique qui les rend sujettes à la salinisation de l'eau souterraine. Donc le pompage excessif de l'eau souterraine doit être contrôlé et limité.

Pour limiter le pompage, il faut créer des barrages et des réseaux collectifs du fleuve le plus proche, le fleuve de Damour ou celui de Awali, dans le but de mélanger cette eau avec celle disponible ou de remplacer, si c'est possible, et d'abandonner les puits. La recharge artificielle peut être aussi d'une grande aide pour sauver les aquifères souterrains de l'épuisement total.

Les gens doivent aussi apprendre à ne pas gaspiller l'eau et à essayer de collecter l'eau des pluies dans des réservoirs réduisant ainsi l'utilisation excessive des eaux souterraines.

Les agriculteurs doivent être orientés pour savoir utiliser l'eau saline sans perte de production et aussi utiliser les engrais et pesticides conformément aux indications pour ne pas polluer l'eau souterraine.

Il faut également éviter de jeter les déchets industriels dans les fleuves de Damour et de Awali.

Enfin, il ne faut pas oublier que l'Etat doit avoir un rôle important en ce qui concerne l'exécution de tout travail nécessaire à la gestion de l'eau comme la mise en place et l'application d'un plan directeur prenant en compte le développement urbain en fonction des ressources en eau disponibles en quantité et en qualité.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- FAO, 1986. Yield response to water. Bulletin FAO Irrigation and Drainage, 33. Rome-Italie.
- FAO, 1998. Utilisation des systèmes d'information géographique dans le développement durable. FAO-GIS, Département du développement durable.
- EL MOUJABBER, M. et BOU SAMRA, B., 2002. Assessment of Groundwater Salination by Seawater Intrusion in a Typical Lebanese Horticultural Area. *Acta Horticulturae*, 573 : 195-202.
- FAO, 1996. Irrigation in the Near East region in figures. Water reports, 135-143.
- EL-FADEL, M., 2002. Water Resources in Lebanon Current Situation and Future Needs. Presented at workshop on Water Resources in Lebanon. Lebanese Parliament/UNDP, 13-02-2002.
- SHABAN, A. et KHAWLIE, M., 1998. Geoenvironmental assessment of riparian-zones under extreme climatic events: a case study of representative rivers in Lebanon. *In: Proc Symp on Mediterranean rivers and their management, Zaragoza*, 21 sept-2 oct.