

# EFFICIENCE D'UTILISATION DE L'EAU

## REUNION D'EXPERTS

5 Novembre 2008

---

### GESTION INTEGREE

## DES RESSOURCES EN EAU AU LIBAN

**DR. FADI COMAIR**

Directeur Général  
des Ressources Hydrauliques du Liban  
Professeur à l'université Notre Dame



PNUE



plan  
bleu

l'administration libanaise a entrepris un ambitieux programme définissant continuellement les politiques, les orientations et les attentes qui se présentent dans le secteur de l'eau et dont les enjeux et les échéances deviennent de plus en plus pressants; à savoir :

- **Prévention et protection de l'environnement**
- **Exploitation des eaux souterraines**
- **Nouvelle législation et réglementation**



PNUE



plan  
bleu

# *Prévention et protection de l'environnement*

Dans le cadre de l'aménagement du secteur de l'eau au Liban, nous avons proposé une stratégie décennale qui prévoit la construction d'une trentaine de barrages et lacs collinaires qui devront emmagasiner un volume d'eau annuel moyen de 800 millions de mètres cubes qui seront distribués durant les périodes de sécheresse. De plus, ce plan prévoit l'établissement d'un réseau de collecte des eaux usées avec leurs stations de traitement respectives réparties sur tout le territoire libanais.

Cette eau traitée sera réutilisée dans le secteur de l'irrigation ou pour la recharge artificielle des nappes côtières.



# *Exploitation des eaux souterraines*

Ce même plan décennal prévoit une gestion équilibrée de ce secteur, en période d'étiage, de manière à pouvoir récupérer, durant les périodes hivernales, les eaux qui se perdent en mer, en les rechargeant naturellement ou artificiellement dans les nappes. D'où la nécessité de la publication d'un Livre blanc sur les problèmes d'une nouvelle gestion de l'exploitation des eaux souterraines.



## ***Nouvelle législation et réglementation***

Le troisième défi auquel l'administration aura à faire face est celui de la publication des lois 221, 241 (2000) et 337 (2002) qui a initié une nouvelle politique institutionnelle au Liban, avec quatre établissements autonomes des eaux, nouvellement créés, et qui auront pour but de prendre en charge la gestion, l'exploitation et la maintenance de la distribution de l'eau potable, la collecte des eaux usées et les réseaux d'irrigation et ceci dans leurs zones d'exploitation respectives tout en préservant l'environnement. Les cadres du ministère devront alors travailler, en parallèle pour établir les plans stratégiques pour une bonne gestion intégrée et soutenue de toutes les ressources en eau du pays.



PNUE



plan  
bleu



Ils devront aussi travailler en étroite collaboration avec le personnel technique des institutions étrangères telles que l'Agence française du développement (AFD), la Banque mondiale, l'Union européenne à travers le programme sur l'initiative de l'eau (EUWI), le Conseil régional Rhône Alpes et l'USAid. Ces cadres techniques devront alors suivre de près toutes les études et les recherches qui seront entreprises pour établir un système d'information géographique de toutes les ressources en eau du Liban.``



# Partenariat public privé

L'administration devrait faire face au problème de la privatisation du secteur de l'eau que compte entreprendre le gouvernement libanais, d'où la nécessité pour l'administration de posséder, déjà, des cadres techniques et administratifs de haut niveau pour le suivi de ce processus.



## Partage équitable des cours d'eau internationaux

Face à la gravité du problème de pénurie de cette ressource et ses conséquences qui risquent d'être dramatiques en la présence d'enjeux géopolitiques dans la région du Proche-Orient, il est urgent d'amplifier nos actions pour trouver le moyen de conjurer cette menace. Le problème de l'eau ne peut être réglé isolément. Il doit être inclus dans un schéma global de développement impliquant une coopération régionale hydrodiplomatique pour un partage équitable de cette ressource. C'est certainement la première condition à remplir afin que la guerre de l'eau ne reste finalement qu'un mirage.



Dans la région du Proche-Orient et de l'Afrique du Nord, l'eau doit être un élément qui relie les hommes, quelles soient leurs origines ethniques, religieuses ou même leurs sentiments personnels de l'un vis-à-vis de l'autre. Cette ressource naturelle importante doit devenir une cause de paix, d'apaisement, de réconciliation plutôt qu'un instrument de guerre, de destruction et de séparation. Le seul choix qui reste aux États de cette région sera de trouver une solution pour traiter le problème de cette ressource rare, d'une façon coopérative, basée sur des critères technico-économiques en matière de ressources, disponibilités, besoins actuels et futurs dans le cadre d'une gestion intégrée et d'un partage équitable.



«**La culture de l'eau**» doit être un moyen pour cultiver la paix au Moyen-Orient. Il nous faut donner une sérieuse impulsion à la coopération afin de préserver la paix. C'est aussi en apprenant à la partager que les peuples apprendront à se connaître et à cohabiter dans la confiance, le respect et la prospérité.



# I-LES RESSOURCES EN EAU AU LIBAN

## I-1 Relief topographique et précipitations

Le Liban, avec une superficie totale de 10 452 km<sup>2</sup>, est situé à l'est de la mer Méditerranée et s'étend sur 210 km le long de la côte et 50 km à l'intérieur du territoire.



Topographiquement, le Liban peut être divisé en quatre parties parallèles en allant de l'ouest vers l'est :

- Une bande plate côtière et étroite le long de la mer.
- La chaîne du Mont-Liban, dont le maximum atteint plus de 3 000 mètres d'altitude.
- La vallée de la Békaa avec une altitude de 900 mètres au-dessus du niveau de la mer.
- La chaîne de l'Anti-Liban qui s'élève jusqu'à 2 800 mètres vers l'est.



Le climat du Liban est typiquement méditerranéen. Il est caractérisé par de fortes précipitations en périodes hivernales, suivies par une période sèche et très humide durant les 7 mois restants de l'année.

La température annuelle moyenne est de 20 °C sur la côte (variant entre 13 °C en hiver et 27 °C en été), 16 °C dans la vallée de la Békaa (variant entre 5 °C en hiver et 26 °C en été) et moins de 10 °C dans les hautes altitudes des zones montagneuses (variant entre 0 °C en hiver jusqu'à 18 °C en été).



La précipitation annuelle moyenne est estimée aux alentours de 800 mm, variant de 600 à 900 mm le long de la côte et de 1 400 mm dans les montagnes. Elle décroît jusqu'à 400 mm dans les régions est et moins de 200 mm dans les régions nord-est du pays. Au-dessus de 2 000 m d'altitude, les précipitations sont essentiellement neigeuses et peuvent aider à donner de bons débits pour 2 000 sources d'eau pendant les périodes sèches.



Les précipitations se produisent durant 80 à 90 jours par an, principalement entre octobre et avril. Environ 75 % du volume total de l'écoulement superficiel a lieu durant la période de 5 mois, qui s'étend de janvier à mai, 16 % de juin à juillet et seulement 9 % pour les cinq mois restants, soit du mois d'août au mois de décembre.



## Tableau 1 : ressources en eau du Liban

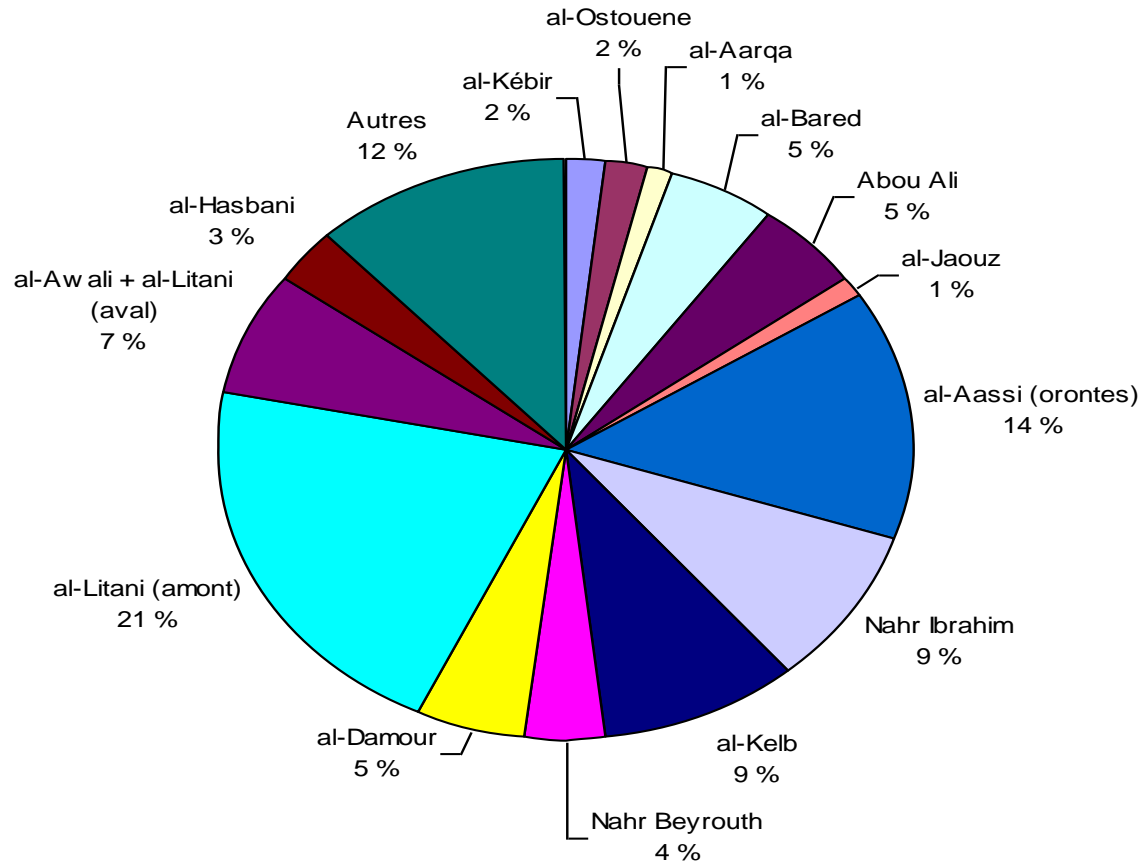
N°	Désignation	Écoulements (mm <sup>3</sup> )		
		Entrées	Pertes	Total
1	Précipitation annuelle totale			
2	Évaporation naturelle et transpiration		4100	
3	Pertes en eau souterraines vers les pays voisins		300	
4	Pertes en eau de surface vers les pays voisins		648	
5	Sources sous-marines		385	
6	Total des eaux renouvelables			2700
6.1	Eaux souterraines			567
6.2	Eaux de surfaces			2200

Le plus important cours d'eau au Liban est le Litani qui constitue seul environ 28 % du total des écoulements superficiels du pays.

Le graphique du tableau 2 présenté ci-dessous montre la répartition totale des principaux fleuves du pays

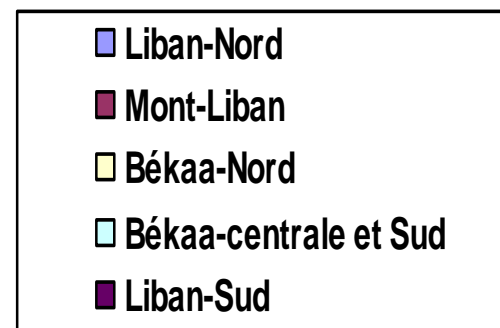
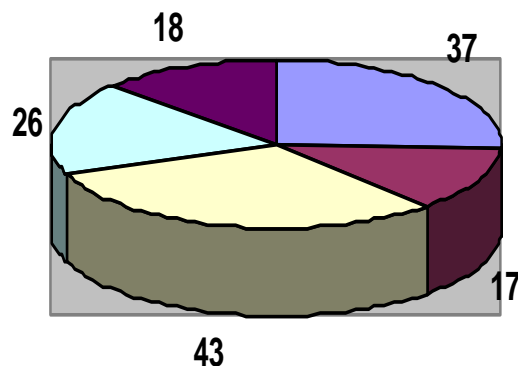


**Tableau 2 : répartition totale des principaux fleuves du pays**



Le volume total annuel des eaux souterraines du Liban est estimé à 567 mm<sup>3</sup>. Le total de ces écoulements en période d'été (juillet jusqu'en octobre) dans les différents bassins du Liban est estimé à 141 mm<sup>3</sup>. La répartition de ce volume est consignée dans le tableau 3.

Tableau 3 : répartition des eaux souterraines en période d'été



Le système hydrographique du pays présente trois cours d'eau internationaux :

- Le bassin du fleuve al-Assi (Oronte), situé au nord de la Békaa. Il s'écoule vers la Syrie au nord-est du pays pour déboucher en Turquie.
- Le bassin du fleuve Hasbani situé au sud-est. Le Hasbani, qui s'écoule vers la Palestine et Israël, est un affluent du Jourdain.
- Le bassin du fleuve al-Kébir, au nord. Il constitue le tracé de la frontière entre le Liban et la Syrie. Le Nahr al-Kébir s'écoule ensuite vers la Méditerranée.



Ces trois bassins transfrontaliers ont fait l'objet d'une étude stratégique dans cet ouvrage dans le cadre des négociations avec les États riverains.

Les ressources hydrauliques du Liban montrent que le pays du Cèdre possède une situation favorable en ce qui concerne les apports en eau, mais les contraintes de leurs exploitations proviennent de leurs disponibilités limitées durant les cinq mois secs de l'année qui s'étalent à partir du mois de juin jusqu'en octobre (JASO), ainsi que la nature géologique karstique du pays.



## II- Besoins en eau du Liban

L'étude officielle la plus fiable pour estimer la population libanaise a été entreprise par le ministère de l'Intérieur (listes électorales), ainsi que par le ministère des Affaires Sociales la population actuelle est estimée à 4,8 millions d'habitants, avec un taux d'accroissement annuel moyen de 2,5 %.



La répartition de la population libanaise, ainsi que des réfugiés palestiniens dans les différentes régions du pays est présentée comme suit :

- Région Nord 1000 000 habitants
- Beyrouth et Mont-Liban 2 300 000 habitants
- Liban-Sud 670 000 habitants
- Békaa 580 000 habitants



## II- 2- Besoins en eau potable

la direction générale des ressources hydraulique et électrique (DGRHE) a considéré que les besoins par habitant et par jour sont de 200 l/j/habitant avec un taux de majoration estimée à 3,5 % en tenant compte des gros consommateurs ainsi que de l'utilisation municipale.

le rendement des réseaux a été évalué à 70 %. Après la prise en compte de ces paramètres, la valeur définitive des besoins par habitant et par jour correspond à 230 l/jour/habitant.



- Les études de la DGRHE ont montré que les besoins annuels du pays sont de 500 millions de m<sup>3</sup> environ. Le volume nécessaire pour satisfaire les besoins des consommateurs durant la période la plus sèche de l'année, c'est à dire aux mois de Juillet, août, septembre, octobre (JASO) est de l'ordre de 250 millions de m<sup>3</sup>. En terme de pourcentage, ils sont répertoriés comme suit :

- - Région nord 22 %
- - Beyrouth et Mont-Liban 46 %
- - Région sud 16 %
- - Région de la Békaa 16 %



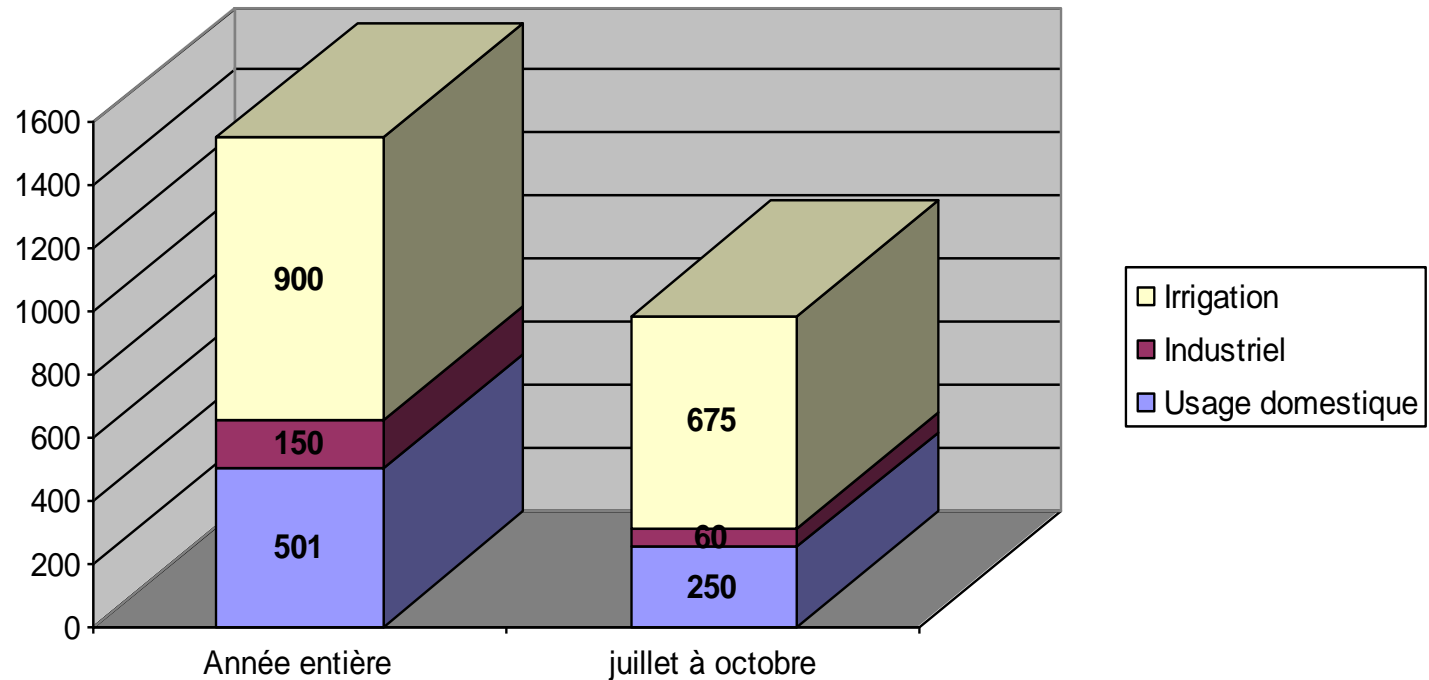
PNUE



plan  
bleu

**Le tableau 4 présente les consommations annuelles et saisonnières pour les différents secteurs d'utilisation.**

**Tableau 4 : consommations annuelles et saisonnières pour tous les secteurs d'utilisation**



Un pourcentage de 30 %, sur l'ensemble de l'eau potable sera adopté pour la consommation de l'industrie libanaise, tel que désigné par la Banque mondiale.



## II- 3- Besoins en eau d'irrigation

Pour l'année 2004, les superficies irriguées qui sont proposées par la FAO et le ministère de l'Agriculture du Liban sont de l'ordre de 100 000 hectares. Ces périmètres sont étalés dans les départements suivants :

- Région nord 30 000 ha
- Beyrouth et Mont-Liban 10 700 ha
- Région sud 21 000 ha
- Région de la Békaa 40 000 ha

En ce qui concerne les besoins en eau par hectare, la FAO a avancé des chiffres variant entre 6 000 et 10 300 m<sup>3</sup>/ha/an en tête de réseau. Cette variation dépend des espèces cultivées, des modes d'irrigation, de l'état des réseaux et du climat du pays.



## II- 4- Balance hydraulique du Liban

- La balance hydraulique du Liban calculée sur une projection de 40 ans à partir de l'an 2000 pour tous les secteurs d'utilisation est consignée dans les tableaux 7-a et 7- b. Les paramètres et hypothèses de calcul pris en compte dans cette étude sont les suivants :

1-Population en 2000 : 4,5 millions.

2-Taux de croissance annuel : 2,7 %.

3-Surface irriguée : 100 000 ha en 2000 et 280 000 ha en 2040.

4-Consommation d'eau par ha : 10 000 m<sup>3</sup>/an en l'an 2000; 8 000 m<sup>3</sup>/an à partir de 2015; 6 000 m<sup>3</sup>/an à partir de 2020.

5-Usage domestique et industriel par personne/jour : 300 l.

6-Ressources en eau : 1,5 milliard de m<sup>3</sup>/an en 2000, 2,1 milliards de m<sup>3</sup>/an en 2015 et 2,7 milliards de m<sup>3</sup>/an en 2040.



### III- Efficacités sectorielles

- **III-1 Efficacité de l'eau potable**

C'est la part de l'eau potable produite et distribuée qui est payée par l'utilisateur.

$$E_{\text{pot}} = V1 / V2 \text{ avec}$$

- V1 = volume d'eau potable facturée et payée par l'utilisateur en km<sup>3</sup>/an
- V2 = volume total d'eau potable produite et distribuée en km<sup>3</sup>/an (demande en eau potable)

L'indice mesure à la fois l'efficacité physique des réseaux de distribution d'eau potable (taux de pertes ou rendement) et l'efficacité économique, c'est-à-dire l'aptitude des gestionnaires de réseaux à couvrir les coûts auprès de l'utilisateur.



PNUE



plan  
bleu

**Le tableau ci-dessous a tenu compte d'une perte  
dans le réseau de distribution de 30 %**

	V1 (mm <sup>3</sup> /an)	V2 (mm <sup>3</sup> /an)	Epot = V1/V2 en %
<b>Année</b>	valeur 70%	valeur total	%
2000	295.65	422.35	70
2005	337.7	482.43	70
2010	385.66	550.94	70
2015	440.85	629.78	70
2020	503.92	719.88	70
2025	575.5	822.18	70
2030	657.66	939.52	70
2035	750.96	1072.8	70
2040	858.05	1225.77	70

## III-2 Efficience de l'eau d'irrigation

- L'efficience physique de l'eau d'irrigation est le produit de l'efficience des réseaux de transports et de distribution de l'eau d'irrigation par l'efficience à la parcelle :

$$E_{irr} = E1 \quad E2$$

- E1 : efficience des réseaux de transports et de distribution de l'eau d'irrigation, en amont des parcelles agricoles, mesurée comme le rapport entre le volume d'eau effectivement distribué aux parcelles (V3) et le volume d'eau total allouée à l'irrigation (V4) (demande en eau d'irrigation), en amont des réseaux, incluant les pertes dans les réseaux.

$$E1 = V3/V4$$



- E2 : efficacité de l'irrigation à la parcelle définie comme la somme des efficacités (à la parcelle) de chaque mode d'irrigation (irrigation de surface, irrigation par aspersion, micro-irrigation, autres modes d'irrigation), pondérée par les proportions respectives des différents modes dans le pays et estimée comme le rapport entre les quantités d'eau effectivement consommées par les plantes et les quantités d'eau apportées à la parcelle.

$$E2 = \sum_{m=1}^n \frac{S_m}{S} \frac{E_m}{S}$$



- $n$  : nombre de modes d'irrigation utilisés
- $S_m$  : surface irriguée par le mode  $m$
- $E_m$  : efficacité du mode  $m$
- $S$  : surface totale irriguée dans le pays selon l'ensemble des modes.



La perte d'eau est estimée à 40 % dans le réseau d'alimentation (voir tableau).

### Réseaux et transports

	V3 (mm <sup>3</sup> /an)	V4 (mm <sup>3</sup> /an)	E1 = V3/V4 en %
Année	valeur 60%	valeur total	%
2000	870.00	1450.00	60
2005	960.00	1600.00	60
2010	1140.00	1900.00	60
2015	870.00	1450.00	60
2020	768.00	1280.00	60
2025	763.20	1272.00	60
2030	846.00	1410.00	60
2035	925.20	1542.00	60
2040	1008.00	1680.00	60



L'ensemble des parcelles irriguées à la gravité représente 70 % de la surface totale cultivée ainsi que l'aspersion représente 20 % et le système goutte à goutte représente 10%. À la parcelle



Année	Sm 1000 ha			S Tot				
	Valeur			1000 ha				
	Gravité	Aspersion	Goutte à goutte		E2gr %	E2asp %	E2gg %	E2 %
2000	101.50	29.00	14.5	145	35.00	15.00	9.00	59.00
2005	112.00	32.00	16	160	35.00	15.00	9.00	59.00
2010	133.00	38.00	19	190	35.00	15.00	9.00	59.00
2015	101.50	29.00	14.5	145	35.00	15.00	9.00	59.00
2020	112.00	32.00	16	160	35.00	15.00	9.00	59.00
2025	148.40	42.00	21.2	212	35.00	15.00	9.00	59.00
2030	164.50	47.00	23.5	235	35.00	15.00	9.00	59.00
2035	179.90	51.40	25.7	257	35.00	15.00	9.00	59.00
2040	196.00	56.00	28	280	35.00	15.00	9.00	59.00



PNUE



plan  
bleu



D'où l'efficience d'eau d'irrigation est représentée dans le tableau ci-dessous :

$$E_{iir} \% = E1 \times E2$$

<b>Année</b>	<b>E iir %</b>
2000	35.40
2005	35.40
2010	35.40
2015	35.40
2020	35.40
2025	35.40
2030	35.40
2035	35.40
2040	35.40



### III-3 Efficience de l'eau industrielle

C'est la part de l'eau industrielle recyclée (indice de recyclage).

$$E \text{ ind} = V5 / V6$$

- $V5$  = volume d'eau recyclé en km<sup>3</sup>/an.
- $V6$  = volume d'eau brut utilisé dans les procédés industriels qui est égal au volume entrant pour la première fois dans l'installation industrielle + le volume d'eau recyclé en km<sup>3</sup>/an.



En admettant une ascension dans les volumes recyclés qui passe de 3 % à 40 % du volume utilisé dans l'industrie. On aura le tableau ci-dessous :

**3-Efficience de l'eau industrielle**

<b>Année</b>	<b>V5 (recyclé)</b>	<b>V6 (TOT IND)</b>	<b>Eind=V5/V6 (%)</b>
2000	5.92	197.1	3
2005	11.26	225.13	5
2010	20.57	257.1	8
2015	29.39	293.9	10
2020	50.39	335.95	15
2025	76.74	383.69	20
2030	131.53	438.44	30
2035	175.22	500.64	35
2040	228.81	572.03	40



### III-4-Efficience totale

L'efficience physique totale de l'utilisation d'eau est définie comme la somme des rapports des quantités d'eau utilisées dans chaque secteur (demande-pertes) sur la demande de ce secteur, pondérés par la part des demandes de chaque secteur (eau potable, irrigation et industrie).

$$E = \frac{(E_{pot} \times D_{pot} + E_{irr} \times D_{irr} + E_{ind} \times D_{ind})}{D}$$

- **D<sub>pot</sub>** : demande domestique (eau potable), **D<sub>irr</sub>** : demande en eau d'irrigation
- **D<sub>ind</sub>** : demande en eau industrielle, **D** : demande totale en eau



La demande en eau est définie comme la somme des volumes d'eau mobilisés (non compris les eaux «vertes 1» et les eaux «virtuelles 2») pour satisfaire les différents usages y compris les volumes perdus lors de la production, du transport et de l'usage ; elle correspond à la somme des prélèvements d'eau, de la production non conventionnelle d'eau (dessalement + importations), de la réutilisation d'eau et diminuée des exportations.

On remarque une efficacité ascendante au cours des années avec l'amélioration de l'utilisation de l'eau.



PNUE



plan  
bleu



# Efficiency physical total of water use

<b>Année</b>	<b>E %</b>
2000	39.08
2005	39.33
2010	39.45
2015	40.98
2020	42.57
2025	43.83
2030	45.28
2035	46.20
2040	47.17



---

# Thank you



PNUE



plan  
bleu

The logo graphic for plan bleu consists of three horizontal wavy lines representing water.