

"LES RESSOURCES EN EAU DE L'ALBANIE"

Editeurs Scientifiques :

Agim Selenica, Institut d'Hydrométéorologie, Tirana, Albanie

Marc Morell, Institut de Recherche pour Développement, Montpellier, France

Document provisoire - décembre 2000

SOMMAIRE

1. L'eau sur la planète	5
2. Présentation du pays	5
2.1 Particularités géographiques et hydrographiques	5
2.2 Climat	6
2.2.1 Circulation générale est les caractéristiques du temps	6
2.2.2 Radiation solaire	8
2.2.3 Vents	10
2.2.4 Température de l'air	12
2.2.5 Précipitations	13
2.2.6 Régionalisation climatique	15
2.2.7 Changement global et l'effet sur les ressources en eau	15
2.3 Géologie	16
2.4 Géomorphologie et paysages	17
2.5 Les sols et la végétation	17
2.6 Occupation du territoire	18
3. Les rivières	18
3.1 Réseau hydrographique	18
3.1.1 La rivière Drini	19
3.1.2 La rivière Mati	21
3.1.3 Les rivières Erzeni-Ishmi	23
3.1.4 La rivière Shkumbini	25
3.1.5 La rivière Semani	27
3.1.6 La riviere Vjosa	30
3.2 Régimes hydrologiques	32
3.3 Regionalisation de l'écoulement	34
4. Eaux souterraines	38
4.1 Aquifères poreuses et douces	39
4.1.1 Aquifères larges d'une haute capacité de rétention	39
4.1.2 Aquifères d'extension limitée ou moyen ou de capacité variable de rétention	39
4.2 Aquifères avec des fissures ou d'autres accidents	39
4.2.1 Aquifères larges d'une haute capacité de rétention	39
4.2.2 Aquifères larges d'une capacité moyenne de rétention	39
4.3 Roches de réserves locales ou aux ressources limitées	40
4.3.1 Roches fracturées de réserves locales en eau, roches à réserves faibles ou moyennes	40
4.3.2 Roches fracturées et poreuses de stockage locaux en eau et de faibles réserves	40
4.3.3 Roches très pauvres en eaux souterraines	40

4.4	Les unités hydrographiques principales	40
4.4.1	Le bassin de Drini	40
4.4.2	Le bassin de Mati	41
4.4.3	Le bassin de Erzeni-Ishmi	42
4.4.4	Le bassin de Shkumbini	43
4.5.5	Le bassin de Semani	44
4.5.6	Le bassin de Vjosa	45
5.	Les lacs	46
5.1	Lacs tectoniques	47
5.1.1	Les lacs d'Ohrid et de Prespa	47
5.1.2	Lac de Shkodra	47
5.2	Lacs glaciaires	48
5.3	Lacs karstiques	48
5.4	Lacs artificiels	48
5.5	Bilans hydrologiques	49
5.5.1	Les lacs d'Ohrid et de Prespa	49
5.5.2	Lac de Shkodra	51
5.6	Régimes limnologiques	53
5.6.1	Régimes thermiques	53
5.6.2	Régimes hydrochimiques	55
6.	Les eaux marines	56
6.1	Géomorphologie des côtes	56
6.2	Les vagues	57
6.3	La marée	59
6.4	Courants marins	61
6.5	Régime thermique et hydrochimique	61
6.6	Lagunes	62
6.6.1	Lagune de Karavasta	63
6.6.2	Lagune de Narta	64
6.6.3	Lagune de Butrinti	66
7.	Usages de l'eau	68
7.1	Introduction	68
7.2	L'eau potable et l'eau résiduaire urbaine	68
7.3	Mines, industrie – déchets et eaux résiduaires	71
7.3.1	Mines	71
7.3.2	Industrie	73
7.3.3	Evolution possible	75
7.4	Irrigation et drainage	76
7.4.1	Agriculture en Albanie	76
7.4.2	Situation en irrigation	76

7.4.3	Les capacités des systèmes d'irrigation	77
7.4.4	Infrastructure d'irrigation et du drainage	78
7.4.5	Satisfaction des demandes en eau d'irrigation	78
7.5	Energie électrique	79
7.6	Autres utilisations non consommatrices d'eau	80
7.6.1	Environnement / Vie aquatique/ Pêche	80
7.6.2	Tourisme et Loisirs	81
7.6.3	Navigation	81
7.6.4	Contrôle des crues	81
7.7	Relations entre les ressources en eau disponibles, la consommation et l'écoulement de retour	81

ANNEXES

1. L'eau sur la planète

L'eau est indispensable à toute forme de vie terrestre. Elle occupe près des 3/4 de la surface de notre planète.

Elle est également présente dans l'atmosphère et en profondeur puisqu'elle entre dans la composition du magma terrestre.

L'eau existe dans la nature sous les trois états de la matière :

- l'état solide (glaciers, neige, grêle...);
- l'état liquide (mers, lacs, nuages...);
- l'état gazeux (vapeur dans l'atmosphère).

Composante principale de notre environnement, elle subit des successions de transformations d'états :

vaporisation / condensation entre l'état liquide et l'état gazeux ;

sublimation / cristallisation entre l'état solide et l'état gazeux ;

fusion / solidification entre l'état solide et l'état liquide.

97 % de l'eau présente dans notre système climatique est contenue dans les océans; reste 3 % d'eau douce, dont une infime partie se trouve dans l'atmosphère (0,0001 % du total).

La répartition de l'eau sur la planète par compartiment est :

- glaces : 77,2 %
- lacs, fleuves : 0,3 %
- atmosphère : 0,03 %
- eau salée : 97 %,
- eau douce : 3 %
- sol, sous-sol : 22,5 %.

2. Présentation du pays

2.1 Particularités géographiques et hydrographiques

L'Albanie, avec une surface de 28 748 km², se situe dans la partie sud-ouest de la Péninsule Balkanique, et présente 476 km de côtes le long de la mer Adriatique.

L'altitude moyenne du pays est de 708 m.

Le climat du pays est caractérisé par des hivers humides, des étés relativement chauds et secs et par une diversité de microclimats liée à l'influence locale du relief. La hauteur moyenne annuelle des précipitations est de 1485 mm.

Des valeurs minimales sont observées le long de la côte (800 à 1000 mm), tandis que dans les zones montagneuses du Nord et du Sud du pays les valeurs sont plus élevées (2000 à 3500 mm).

L'évapotranspiration annuelle est de 400 à 500 mm au Nord et au Nord-Est jusqu'à 800 à 900 mm au Sud et au Sud-Ouest du pays.

Les ressources en eau de l'Albanie sont abondantes. Le débit annuel de l'ensemble des rivières du pays en année normale est évalué à 1300 m³/s, ce qui correspond à un débit spécifique de 29 l/s.km², un de plus forts d'Europe. L'écoulement moyen annuel varie énormément d'un bassin à l'autre. Le long des côtes et dans l'Est du pays, il montre des valeurs de 10-20 l/s.km², tandis que dans le Nord du pays, les valeurs sont beaucoup plus élevées (60-70 l/s.km²). Le coefficient d'écoulement varie de 0.4 à 0.8.

Malgré cette abondance, la faiblesse des précipitations et les fortes évaporations en période d'été sont à l'origine de pénuries d'eau. Ce problème est accentué dans la Plaine Occidentale et dans le Sud du pays.

Le bassin hydrographique de l'ensemble des rivières albanaises et des rivières qui entrent en Albanie des pays voisins se situe dans la partie sud-ouest de la Péninsule Balkanique. Il a une superficie de 43 305 km², dont 28 748 km² sur le territoire de l'état albanais. Le reste se situe en Yougoslavie, Grèce et ERY de Macédoine. Ce bassin d'une densité hydrographique de 1.4 km/km², appartient en général au bassin de la mer Adriatique, à l'exception de deux petites rivières au Sud du pays, qui déchargent leurs eaux dans la mer ionienne.

fig1 - carte du réseau hydrographique

Les vallées des rivières albanaises sont en général orientées selon un axe Est-Ouest vers la mer Adriatique, en traversant la zone montagneuse, la zone centrale et la plaine de l'Ouest du pays. Ainsi, sur une distance relativement courte, on y rencontre différents régimes hydrologiques. Dans la partie plus haute des bassins versants, on observe plutôt un régime nivo-pluvial caractérisé par un maximum du débit au printemps et deux minimums, l'un en hiver et l'autre en été. Par contre, en plaine, on observe un régime méditerranéen typique caractérisé par un maximum en hiver (saison des fortes crues) et un minimum en été (saison des étiages).

Une analyse de la carte hypsométrique du pays montre que 67% du territoire du pays se situe dans l'intervalle 0 -1000 m, 31 % dans l'intervalle 1000-2000 m, et 2 % au-dessus de 2000 m. Le relief montagneux du pays joue un rôle important dans le processus de formation de l'écoulement et dans la distribution dans le temps et dans l'espace des ressources en eau (fig. 2).

fig. 2 carte hypsométrique

2.2 Climat

2.2.1 Circulation générale est les caractéristiques du temps

La plus grande partie de l'Europe du sud-est se repose dans les latitudes moyennes. Par conséquent, la circulation générale de l'atmosphère est déterminée par les ondes du front polaire, particulièrement en hiver. Durant toute l'année les dépressions et les hautes pressions se dirigent vers l'Est, à travers cette région. Dans les altitudes au-dessus de 700 mbar le courant devant les dépressions dirigées vers le Sud-Ouest, suivi par le courant devant les crêtes dirigé vers Nord-Ouest résultent d'un courant moyen dirigé vers l'Ouest. Cela est une caractéristique non seulement pour l'Europe de Sud-Est mais aussi pour toute la zone tempérée. Pourtant, le déplacement relatif en été de l'anticyclone des Açores vers le Nord résulte d'un courant occidental, ayant une composante septentrionale sur la région.

Les îles de la mer Egée et de la mer Ionienne, aussi bien que les zones méridionales (Albanie, Grèce, etc.) de la péninsule balkanique, se situent dans telles basses altitudes qu'en été ils sont près du centre de la bande subtropicale de la haute pression. Ces régions se situant sur la côte Nord de cette bande de haute pression, ce sont les vents d'Ouest qui dominent. Pourtant, la force et la fréquence de ces vents ont leur minimum en été.

Dans les altitudes au-dessous de 700 mbar, la circulation est plus complexe, particulièrement à propos de systèmes de basse pression (cyclones), qui sont fréquemment établis dans la Baie de Gênes et dans la partie Est de la Méditerranée. Derrière ces systèmes, le courant du Nord-Est devient passe au Nord et sur la partie Nord-Ouest de la péninsule balkanique, sous l'influence du relief, ce

courant passe au Nord-Est. Par contre, le courant de Sud-Ouest, devant ces systèmes, devient du Sud ou du Sud-Est. En moyenne, il y a un courant du quadrant Sud et non du quadrant Sud-Ouest comme c'est le plus souvent le cas dans ces conditions synoptiques.

En hiver, un anticyclone se développe régulièrement sur l'Europe centrale et orientale. En conséquence, à partir de la différence de température entre l'anticyclone froid sur le cœur de l'Europe et l'air chaud sur la Méditerranée, un courant vers l'Est se développe sur l'Europe du Sud-Est. Puisque cet anticyclone, d'habitude, est froid et faiblement marqué, le courant d'Est peut se renverser et par conséquent, c'est le courant vers l'Ouest de la circulation générale qui règne.

Les centres d'activités mentionnées plus haut sont plus actifs en hiver et souvent donnent des types de temps totalement contraires dans les différentes parties de l'Europe du Sud-Est. Le temps indiqué plus haut est influencé surtout par l'anticyclone eurasiatique, par lequel l'air continental polaire coule de l'intérieur de l'Europe de Sud-Est comme la mousson d'hiver, les systèmes de basse pression en Méditerranée.

La mousson de l'hiver, à cause de sa direction orientale, bloque l'entrée du front polaire sur l'Europe et souvent le dirige sur la Méditerranée. Plus la zone concernée est proche de la source de la mousson en hiver, plus basses sont les températures et plus faibles sont les précipitations.

Dans le même temps, une forte activité du front polaire et des dépressions qui l'accompagnent est observée sur la Méditerranée. C'est notamment le cas dans la partie Sud-Est de la Méditerranée et sur la péninsule balkanique où on observe les fréquences et les plus grandes quantités des précipitations dans la région.

Ce sont les différences en latitude et en caractéristiques physiques entre l'eau et la terre qui sont responsables de la grande variabilité de la distribution de températures. Un autre facteur, encore plus important de ces contrastes de températures, est constitué par l'advection des masses d'air. Au Nord de cette région règnent les masses d'air continentales venant du Nord, liées aux anticyclones mentionnés ci-dessus. D'autre part, dans le Sud, le courant a une composante vers le Sud due à l'activité cyclonique qui amène des masses tropicales ou subtropicales. Ainsi, sur l'Europe du Sud-Est les contrastes de températures sont les plus grands dans le monde entier.

Un des facteurs principaux qui affectent le climat de l'Europe du Sud-Est est le relief ; 4/5 de ce territoire est montagneux. Ceci explique les différents climats qu'on y observe. Les plaines dans le Nord sont coupées de l'influence de la Méditerranée mais sont ouvertes vers l'Europe de l'Est et se caractérisent par un climat continental. Les zones montagneuses d'altitudes supérieures à 2000 m ont un climat alpin. Par contre, les régions côtières et les îles ont un climat méditerranéen.

Dans la zone subtropicale méditerranéenne du Sud-Est de l'Europe, l'air marin prédomine pendant toutes les saisons venant des latitudes moyennes de l'hémisphère du Nord (air marin polaire) ou venant des latitudes subtropicales (air marin subtropical).

Le climat méditerranéen subtropical de l'Europe résulte de l'influence forte des anticyclones stationnaires subtropicaux qui subissent des déplacements saisonniers. Parmi ces anticyclones, un grand rôle pour l'Europe est joué par l'anticyclone des Açores, qui pendant l'été se déplace vers le Nord sur l'océan Atlantique. Ainsi, sur l'Europe du Sud s'installent des masses d'air tropical chaudes et sec. En hiver, cet anticyclone s'affaiblit et se déplace vers le Sud alors que simultanément les descentes du front polaire et les perturbations associées provoquent un temps instable et humide. C'est pour cette raison que les caractéristiques du temps et du climat de la zone subtropicale de l'Europe sont liées aux substitutions saisonnières de l'air tropical et de l'air polaire et aux activités cycloniques du front polaire.

Les caractéristiques générales du climat méditerranéen subtropical de l'Europe du Sud-Est sont un hiver relativement court, doux et très humide et un été long, chaud et très sec. Quant aux saisons intermédiaires, l'automne est long, relativement doux et humide (surtout le mois de novembre) alors que le printemps plus frais que l'automne est en général assez humide (surtout le mois de mars).

Ces caractéristiques sont, en général, valables aussi pour le climat de l'Albanie, mais l'influence des formes du relief, fait que sur un territoire relativement limité comme l'Albanie, on trouve une diversité importante de microclimats. Dans ce cadre, les vallées des rivières jouent un grand rôle. Ayant une orientation Est-Ouest, elles permettent un mouvement libre des masses d'air vers l'Est aussi bien que vers l'Ouest. Ainsi, à travers les vallées des rivières Drini, Mati, Shkumbini, Devolli, Osumi, Vjosa, les masses d'air humide d'origine marine, méditerranéennes et atlantiques pénètrent à l'intérieur du pays et même à l'intérieur de la péninsule des Balkans. De la même façon, les masses d'air continentales,

venant de l'intérieur de la péninsule balkanique, peuvent traverser le territoire albanais et exercent une influence importante sur les zones côtières.

L'influence du relief est prépondérante sur les précipitations. Ainsi, les versants orientés à l'Ouest reçoivent 300 à 600 mm de précipitations alors que les versants orientés à l'est sont moins arrosés.

L'orientation et la pente des versants jouent aussi un rôle important sur la quantité de la radiation solaire captée par les bassins versants. Ainsi les versants orientés vers le Sud, reçoivent pendant les mois de novembre, décembre et janvier, 3 à 4 fois plus d'énergie solaire que les bassins de pente identique orientés vers le Nord.

La mer Adriatique et la mer Ionienne ont aussi une influence importante sur le climat de l'Albanie. En particulier la mer Ionienne, ouverte aux vents chauds d'origine africaine, exerce une influence adoucissante sur le climat des côtes Sud-Ouest de l'Albanie.

Parmi les facteurs déterminants du climat, c'est aussi la circulation de l'atmosphère qui joue un rôle important, notamment l'action réciproque des masses de l'air d'origine marin venant de l'Atlantique du nord et de la mer Méditerranée, des masses de l'air d'origine continentale venant des régions de l'Europe de l'Est et celles d'origine tropicale continentale venant de l'Afrique du Nord.

En Albanie on peut distinguer trois formes principales de circulation atmosphérique :

la circulation occidentale, où le déplacement prédominant des systèmes barriques se fait selon l'axe est-ouest. Cette forme est prédominante plutôt en été (en moyenne 22-23 jours par mois) et en hiver (en moyenne 18-20 jours par mois),

la circulation orientale, dont la direction du déplacement prédominante est Ouest-Est. Cette forme est plus faible que les autres, la circulation méridionale, où les masses d'air se déplacent du Nord au Sud. Elle est plus fréquente au printemps (11 jours par mois),

En Europe, les principaux centres stationnaires de l'action atmosphérique sont le cyclone d'Islande, l'anticyclone des Açores et l'anticyclone du Groenland, Ils apportent sur l'Europe et sur les Balkans des masses d'air atlantique.

Les centres barriques de caractère saisonnier sont les cyclones mobiles de la mer Méditerranée. Leur influence s'étend aussi sur les Balkans et l'Albanie. Le cyclone de Gênes joue aussi un rôle important sur l'Albanie en apportant des précipitations abondantes.

Les principaux éléments du climat d'un pays sont l'énergie solaire, les vents, la température de l'air et les précipitations.

2.2.2 Radiation solaire

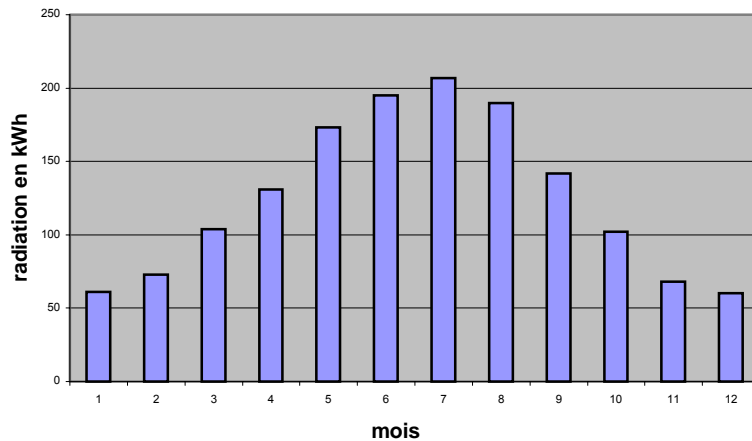
La radiation solaire arrive à la surface du sol sous la forme de la radiation directe et de la radiation diffusée. Dans la nature, les deux formes de la radiation solaire agissent simultanément comme la radiation globale. Une partie de la radiation globale solaire est absorbée par le sol et provoque son réchauffement et une partie est réfléchiée vers l'atmosphère. Le rapport de la radiation réfléchiée avec la radiation globale caractérise la capacité de réflexion de la surface donnée, connue sous le nom d'albédo.

L'analyse de la distribution annuelle de l'énergie globale montre que sur le territoire albanais le maximum est observé aux mois de juin-juillet et le minimum aux mois de décembre-janvier (tableau 1).

En général, on observe une augmentation de l'énergie globale vers le Sud. Les résultats de la table 1 montrent que l'Albanie peut recevoir théoriquement une quantité annuelle de l'énergie globale qui varie entre 2054 et 2188 kWh/m².

Dans des conditions du temps réel (ciel couvert) la quantité de l'énergie globale diminue mais garde à peu près la même distribution annuelle : le maximum au mois de juillet et le minimum au mois de décembre (fig. 3)

Fig.3 : Radiation globale réelle. Station TIRANA



Les valeurs de la radiation globale réelle varient entre 1422 kWh/m² au Nord à 1686 kWh/m² à la Plaine et 1660 kWh/m² à la zone côtière ionienne (tableau 2). Le coefficient de la diminution de la radiation globale sous l'influence de la couverture nuageuse dans le territoire albanais varie de 1.36 à 1.46 avec une valeur moyenne de 1.38 .

Tableau 1 : Radiation globale (kWh/m²)

Station	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANN
Shkoder	97	121	166	206	232	240	247	219	182	139	112	93	2054
Peshkopi	96	120	166	206	230	240	245	218	182	139	111	92	2045
Tirana	98	121	167	207	234	243	249	219	185	142	112	92	2059
Fier	99	125	190	221	253	254	261	233	189	146	116	97	2184
Erseke	98	124	181	215	236	246	253	225	185	144	114	93	2114
Xarre	101	126	187	221	251	253	259	242	189	145	116	98	2188

En général, la couverture nuageuse est un facteur important de la distribution spatiale de la radiation solaire ce qui conduit à avoir des valeurs souvent assez différentes pour la même latitude géographique.

Tableau 2 : Radiation globale réelle (kWh/m²)

Station	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANN
Shkoder	55	68	102	129	163	183	200	175	136	91	64	56	1422
Peshkopi	96	120	166	206	230	240	245	218	182	139	111	91	1396
Tirane	61	73	104	131	173	195	207	190	142	102	68	60	1506
Fier	67	78	122	156	196	215	226	212	158	112	76	67	1685
Erseke	60	76	118	134	174	196	207	185	144	102	64	59	1520
Xarre	66	77	120	150	196	216	225	208	153	109	74	66	1660

Les résultats de la tableau 2 montrent que les valeurs plus grandes de la radiation solaire sont observées à la Plaine Occidentale et au sud du pays. Les valeurs maximales mensuelles sont

observées au mois de juillet est variées de 189 kWh/m² à Kukës jusqu'à 226 kWh/m² à Fier. Les valeurs minimales sont observées aux mois de janvier-décembre.

2.2.3 Vents

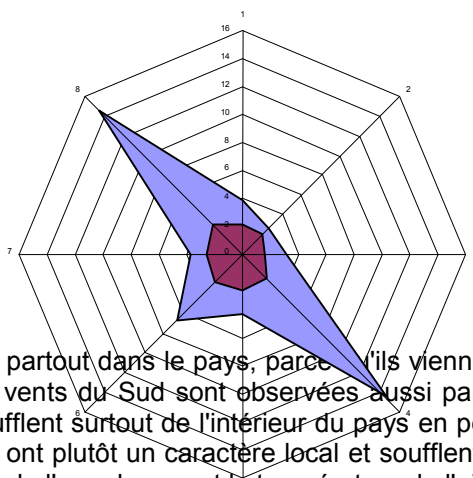
Comme dans tous les pays de climat subtropical, le régime des vents en Albanie est assez instable, caractérisé par le changement de direction et de la vitesse le long toute l'année. Cette situation est déterminée par les cyclones qui traversent la mer Méditerranéenne et la péninsule des Balkans. aussi bien que par des autres facteurs locaux comme la proximité de la mer, orientation des chaînes de montagnes et des vallées de rivières.

En Albanie, les vents les plus fréquents sont ceux des directions Nord-Est et Sud-Est à l'exception de Korça où prédominent les vents de Sud-Ouest et de Shkodra et Vlora où prédominent les vents de l'Est (tableau 3). L'origine de ces vents se situe à l'extérieur du pays, à l'exception des vents du caractère locaux comme les brises de mer et de la terre, les vents des vallées, etc.

Tableau 3 : Distribution annuelle des directions de vents en %

Station	Calme	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Shkodër	60.8	0.6	2.3	10.5	7.1	5.8	4.3	5.2	3.4
Tirane	47.0	3.8	2.6	3.1	14.4	4.3	6.6	3.7	14.5
Q.Stalin	48.2	2.3	1.4	2.0	24.4	2.3	1.8	6.7	10.9
Vlore	43.3	2.9	5.6	15.2	3.6	7.2	5.2	6.4	10.6
Xarre	43.2	0.1	8.2	8.2	16.9	11.9	2.1	1.5	7.9
Gjirokaster	46.1	2.6	0.4	1.3	14.9	9.1	2.7	7.6	15.3
Kukës	59.5	9.3	11.6	0.5	0.5	7.2	9.3	1.0	1.1
Peshkopi	54.0	1.4	3.7	6.9	10.1	3.2	5.3	7.8	7.6
Korçe	54.3	10.3	4.4	6.3	5.2	1.6	13.4	2.3	2.2
Erseke	48.8	9.7	3.1	2.6	3.2	13.0	7.9	4.3	7.5

Fig.4 Rose des vents. Station TIRANA



Les vents du nord sont froids, partout dans le pays, parce qu'ils viennent des latitudes géographiques plus grandes. Par contre, les vents du Sud sont observés aussi partout dans le pays mais ils sont chauds. Les vents de l'est soufflent surtout de l'intérieur du pays en pénétrant jusqu'à la zone côtière. Quant aux vents de l'ouest ils ont plutôt un caractère local et soufflent surtout pendant l'été, quand le contraste entre la température de l'eau de mer et la température de l'air du continent est plus grand.

Pendant la période froide de l'année (octobre-mars) et surtout pendant l'hiver prédominent les vents qui soufflent du continent (direction est, nord-est ou nord). En conséquence, on observe des températures plus basses sur le continent par rapport à celles au dessus de la mer. Par contre, les

vents qui soufflent de la mer prédominent pendant la moitié chaude de l'année, quand les températures des eaux de la mer sont plus froides que celles du continent.

Dans les pays montagneux comme l'Albanie, l'influence du relief sur la direction des vents est très importante. Ceci peut être bien illustré par des stations de Gjirokastra et de Kukes où les directions des vents prédominants coïncident avec celles des orientations des vallées et des chaînes de montagnes.

Quant à la vitesse des vents, elle dépend en premier lieu du gradient barrique mais a aussi un caractère saisonnier ; elle est aussi influencée par le relief, la localisation de la station etc. (tableau 4).

Tableau 4 : Vitesses moyennes annuelles des vents selon les directions en m/s

Station	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Shkoder	1.5	4.0	4.7	4.4	4.8	3.7	3.3	3.4
Tirana	2.2	2.0	1.5	2.5	2.5	2.8	2.5	3.0
Q.Stalin	1.9	1.8	2.0	3.4	3.0	2.9	3.0	2.7
Vlore	3.3	2.9	3.0	3.9	5.9	5.3	3.8	4.8
Xarre	4.1	3.7	4.3	5.0	4.7	3.3	2.6	5.4
Gjirokaster	4.1	1.0	2.1	3.4	3.5	3.2	3.8	4.6
Kukes	6.6	6.4	1.0	1.4	6.0	6.8	2.6	2.3
Peshkopi	2.8	2.7	2.9	3.8	2.8	3.0	3.1	4.1
Korçe	3.4	2.8	4.4	4.8	2.8	5.0	3.2	2.7
Erseke	3.4	2.2	3.3	4.0	5.3	3.5	2.6	2.9

Sous des conditions barriques particulières, notamment pendant la moitié froide de l'année, l'Albanie est touchée par des vents assez violents. Dans le tableau 5 sont présentées les vitesses maximales des vents calculées en utilisant la distribution des probabilités de Gumbel.

Les résultats de cette table montrent que les régions les plus touchées sont la Plaine Occidentale (Vlore, Shkoder), l'Albanie de l'est (Kukes) et du sud-est (Korça) etc.

Tableau 5 : Vitesses maximales de vents (en m/s) pour des différentes périodes de retour

Station	T=10 ann	T =20 ann	T=50 ann
Shkoder	25	27	30
Tirane	21	23	26
Q;Stalin	26	27	30
Vlore	29	30	34
Sarande	20	21	22
Gjirokaster	21	22	24
Kukes	26	27	29
Peshkopi	22	24	26
Korçe	31	34	38
Erseke	30	32	36

2.2.4 Température de l'air

Bien qu'intéressant un territoire de faible superficie, le régime thermique de l'Albanie est assez complexe et dépend des formes du relief, de la proximité de la mer et des masses de l'air qui occupent le territoire.

Une analyse de la carte des températures moyennes annuelles de l'air montre que les isothermes ont une direction pratiquement méridionale ce qui coïncide avec la direction des chaînes de montagnes. Dans le même temps, on observe une diminution des valeurs de la température vers le nord et vers l'est ; ce qui peut être expliqué par l'étroite relation entre latitude géographique et la radiation solaire (à peu près 1°C pour un degré de latitude) et par l'éloignement de la mer.

Ainsi, la Plaine Occidentale et les côtes sont caractérisées par de plus hautes températures annuelles qui varient entre 14.8°C au nord et 16.5°C au sud de la plaine.

Les Alpes Dinariques et les montagnes de Korabi sont les régions les plus froides du pays. Les températures les plus basses sont observées au nord et à l'est du pays, 10.1°C à Puka et 10.5°C à Erseke (tableau 5).

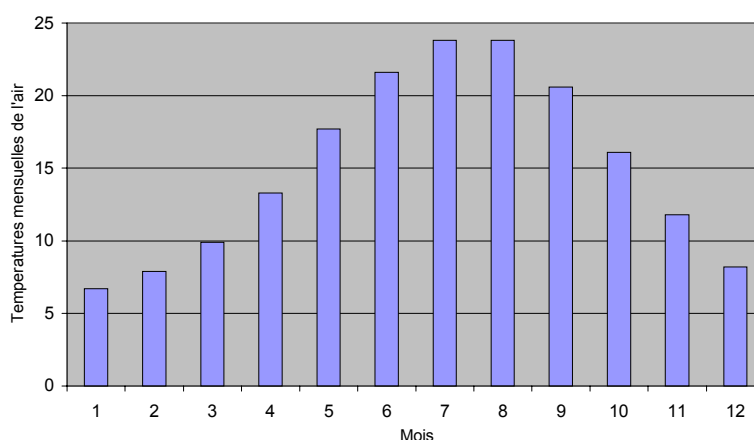
Une autre particularité, qui d'ailleurs est une caractéristique de tous les pays montagneux, c'est que les régions montagneuses se présentent comme des régions froides. Ceci fait que la carte des températures est assez semblable à celle des isohyètes.

La distribution annuelle de la température de l'air est typiquement méditerranéenne : un maximum en juillet ou en août et un minimum en janvier (Fig.5).

Les températures moyennes du mois de janvier varient de 0°C au nord à 9-10°C au sud, tandis que les températures moyennes du mois de juillet varient de 19-20°C au nord à 24°C au sud de pays .

Dans le même temps, les maximums absolus des températures varient du 38°C au nord à 42°C au

Fig. 5 Distribution annuelles des températures de l'air.
Station TIRANA (1951-1980)



sud de pays et les minimums absolus de -18 à -21°C au nord et à l'est à -6 à -9°C au sud et à l'ouest du pays (tab. 5).

Tableau 5 Températures mensuelles, annuelles, maximales et minimales absolues en °C

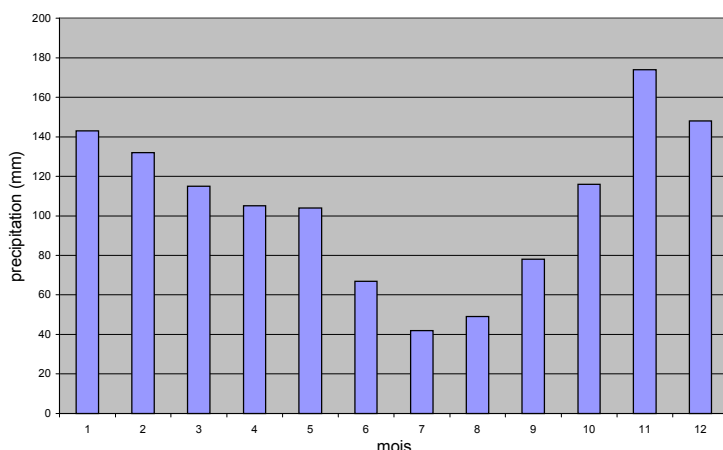
Station	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy.	Max	Min
Tropoje	0.4	3.0	6.6	11.2	15.7	19.4	21.2	21.1	17.6	12.3	7.7	2.8	11.6	36.4	-18.4
Shkoder	5.0	6.5	9.5	13.5	18.0	22.0	24.6	24.7	20.0	15.7	10.9	6.9	14.8	39.8	-13.0
Puke	0.0	1.4	4.0	8.5	13.7	17.4	19.8	20.0	16.2	11.4	6.5	2.0	10.1	34.6	-17.8
Kukes	0.5	3.1	6.4	11.4	16.2	20.0	22.0	22.0	17.8	12.2	7.6	2.8	11.8	39.5	-21.0
Burrel	3.8	5.4	8.1	12.0	16.4	20.0	22.6	22.8	19.1	14.1	9.6	5.7	13.3	40.9	-14.7
Durres	8.2	9.2	10.9	14.0	18.1	21.8	23.8	23.8	21.1	17.3	13.4	10.0	16.0	39.0	-6.2
Tirane	6.7	7.9	9.9	13.3	17.7	21.6	23.8	23.8	20.6	16.1	11.8	8.2	15.1	41.5	-10.4

Elbasan	6.8	7.8	10.1	13.4	17.8	21.5	23.6	23.6	20.6	16.2	11.6	8.2	15.1	41.0	-7.5
Lushnje	8.2	9.1	10.1	14.1	18.3	22.3	24.3	24.4	21.6	17.6	13.2	9.7	16.1	41.9	-8.9
Gramsh	6.0	7.3	9.5	13.1	17.4	21.2	23.5	23.9	20.4	15.8	11.0	7.6	14.7	43.0	-14.1
Vlore	9.2	10.0	11.4	14.4	18.3	22.0	24.1	24.2	21.6	17.9	14.1	10.8	16.5	39.5	-7.0
Corovode	5.8	6.8	9.1	12.7	16.9	20.7	23.0	23.4	20.2	15.5	10.8	7.4	14.4	42.0	-13.7
Korçe	0.5	2.2	4.9	9.2	13.9	17.6	20.0	20.0	16.5	11.3	6.8	2.5	10.5	37.0	-20.9
Erseke	0.6	1.8	4.4	8.3	12.8	16.5	18.5	18.8	15.5	10.7	6.5	2.7	9.8	34.9	-19.8
Permet	5.5	7.1	9.6	13.3	17.7	21.7	24.1	24.4	20.9	15.6	10.6	6.8	14.8	42.0	-13.1
Tepelene	6.3	7.6	9.9	13.3	17.5	21.5	24.1	24.3	21.1	16.2	11.4	7.8	15.1	41.0	-10.5
Xarre	9.1	9.9	11.4	14.0	18.3	22.0	24.2	24.6	21.8	18.0	14.0	10.8	16.5	38.6	-5.4

2.2.5 Précipitations

Une analyse du régime de précipitations en Albanie montre que leur distribution saisonnière est typiquement méditerranéenne avec un maximum en hiver et un minimum en été (fig.6).

Fig.6 Distribution annuelle des précipitations.
Station de Tirana



En général l'hiver et l'automne sont humides, le printemps instable tandis que l'été est sec. Cette caractéristique de la distribution saisonnière des précipitations est liée étroitement aux déplacements des cyclones et à la position du front polaire pendant l'année. Ainsi le long de l'automne ce front est accompagné d'un développement puissant des cyclones ; par contre en été il se déplace vers le nord et se sont les anticyclones qui prennent sa place.

Le caractère typique méditerranéen des précipitations est aussi bien exprimé par le fait que la quantité des précipitations tombée en hiver est plus grande par rapport aux autres saisons (tableau 6).

Tableau 6 : Les précipitations mensuelles et annuelles en mm

Station	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Ann
B.Curri	159	152	155	134	108	58	43	62	108	171	288	267	1705
Shkoder	243	200	180	174	126	67	42	70	179	230	274	280	2065
Puke	240	201	178	176	132	92	60	91	150	212	287	286	2105
Kukes	92	81	78	79	77	48	49	46	74	95	118	109	946
Burrel	142	130	116	107	86	60	42	47	78	113	161	159	1241
Durres	120	96	94	74	54	36	23	31	60	106	149	120	963
Tirane	143	132	115	105	104	67	42	49	78	116	174	148	1273

Elbasan	136	130	106	108	98	60	37	45	69	110	164	146	1209
Lushnje	117	103	87	81	66	35	25	33	57	93	144	122	963
Gramsh	118	123	97	97	119	62	41	47	72	90	139	122	1127
Vlore	126	100	84	70	54	23	17	29	58	112	148	136	957
Corovode	125	116	91	86	84	51	31	32	60	95	162	137	1070
Korçe	78	73	59	60	74	42	32	31	48	85	109	98	789
Erseke	109	96	74	76	81	54	33	35	58	100	141	127	984
Permet	164	151	102	89	68	41	26	29	60	138	221	218	1307
Tepelene	189	156	115	91	82	40	34	27	77	128	220	199	1350
Sarande	188	151	118	81	57	25	11	23	97	164	232	204	1351

La distribution spatiale des précipitations est assez complexe ; elle est caractérisée par des variations considérables d'une région à l'autre. Ces variations sont le résultat de l'influence de l'activité cyclonique et anticyclonique, de la position géographique, du relief, de l'éloignement de la mer, de la végétation etc.

Ainsi, la hauteur moyenne annuelle des précipitations prend des valeurs de 3000-3500 mm dans les Alpes Dinariques au nord, 2000-2500 mm dans la région montagneuse du sud, 2000 mm dans la région montagneuse centrale, 800-1000 mm au sud-est et sud-ouest du pays etc.

Une analyse de la carte de la pluviométrie annuelle montre que les isohyètes annuelles suivent à peu près l'orientation méridionale des chaînes des montagnes (comme dans le cas de la température de l'air) ce qui explique l'influence générale de l'orographie sur les précipitations.

Une autre caractéristique de cette distribution est que les versants exposés vers l'ouest et vers le sud-ouest reçoivent plus de précipitations que les versants exposés vers l'est. Ceci s'explique par la direction ouest-est de la trajectoire des perturbations cycloniques qui traversent le territoire de l'Albanie.

Quant aux précipitations maximales en 24 heures, elles sont plutôt liées aux situations synoptiques concernées et à l'orientation des versants par rapport à la direction du déplacement des cyclones. Elles sont aussi liées aux fronts atmosphériques et aux types de nuages qui les accompagnent. En été, les nuages du type convectif (cumulonimbus) sont accompagnés par des pluies de très fortes intensités.

Le maximum absolu des précipitations de 24 heures pour tout le pays est observé dans les Alpes Dinariques au nord, à Boge d'une quantité de 420 mm. Des valeurs assez hautes des maximums absolus sont observées aussi à Puke, Shkoder, Tirane, Durres, Himare etc. (tableau 7).

Tableau 7 : Les maximums absolus de précipitations journalières en mm

Station	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
B.Curri	95.8	86.1	110.2	80.0	70.9	47.4	51.2	74.1	180.5	170.6	109.5	148.2
Shkoder	130.3	116.5	189.0	202.3	131.3	103	69.9	206.4	291.0	183.4	185.9	135.0
Puke	162.8	116.2	92.1	97.3	89.3	78.5	65.9	105.0	170.2	168.3	173.7	203.9
Kukes	82.8	49.0	65.8	40.6	53.3	54.2	74.5	38.2	100.0	60.6	76.1	57.6
Burrel	95.9	86.1	110.2	80.0	70.9	47.4	51.2	74.1	180.5	170.6	109.5	148.2
Durres	89.0	83.6	63.0	66.1	88.1	68.0	36.7	61.9	72.3	188.5	180.8	59.0
Tirane	79.3	102.5	67.5	62.1	90.6	101	59.0	70.9	70.6	84.6	149.6	112.5
Elbasan	78.3	54.0	90.0	48.7	61.0	37.7	60.0	80.6	92.7	134.9	74.8	85.4
Lushnje	59.5	51.5	68.7	43.8	84.5	39.5	68.0	59.0	61.4	78.7	163.0	61.5
Gramsh	150.2	55.0	62.0	65.0	71.4	95.4	53.4	45.0	54.3	72.5	90.8	55.5

Vlore	97.8	56.4	36.9	80.6	47.8	37.2	78.0	72.4	67.2	97.8	102.7	70.7
Corovode	146.8	122.3	62.4	68.3	60.0	65.0	41.2	86.2	83.0	107.3	239.5	136.0
Korçe	50.0	40.7	32.5	51.8	50.2	60.4	48.9	44.6	62.9	55.2	76.6	66.3
Erseke	64.0	43.2	46.5	41.0	63.8	48.5	49.2	40.2	63.0	73.2	75.0	69.8
Permet	146.8	122.3	62.4	68.3	60.0	65.0	41.2	86.2	83.0	107.3	239.5	136.0
Tepelene	90.0	72.0	66.7	70.2	63.8	55.2	37.0	57.2	117.0	106.4	123.1	110.0
Sarande	123.3	59.1	66.0	48.3	49.7	136	30.9	38.3	207.0	164.5	111.6	89.1

2.2.6 Régionalisation climatique

fig. 7- carte de la régionalisation climatique

Le territoire albanais peut être divisé en quatre régions climatiques relativement différentes :

- La région de climat méditerranéen de plaine, avec trois sous-régions (nord, centre et sud),
- La région de climat méditerranéen des coteaux, avec quatre sous-régions (nord, centre, sud-est et sud),
- La région de climat méditerranéen pré-montagneux , avec deux sous-régions (nord et sud),
- La région de climat méditerranéen montagneux avec quatre sous-régions (nord, est, sud-est et sud).

La région de climat méditerranéen de plaine inclue les parties les plus basses des vallées des rivières, notamment la Plaine Occidentale, le bassin du lac de Shkodra et toute la côte albanaise de la mer Adriatique. En général, cette région est caractérisée par des hivers très doux et humides et des étés assez chauds et secs.

La région de climat méditerranéen des coteaux se situe parallèlement à la région de plaine mais plus à l'Ouest du pays. En général, elle est caractérisée par des hivers doux et humides et des étés chauds et secs. La région inclue les parties centrales des vallées des rivières albanaises. En raison du relief tourmenté de cette région, on y trouve des microclimats assez diversifiés. Ainsi, les valeurs des précipitations moyennes annuelles varient de 1000 mm au sud à 3000 mm au Nord de la région et les températures moyennes annuelles entre 11°C et 15°C. Le nombre moyen des jours pluvieux varie de 110 à 140 et la période avec des températures inférieures à 0°C est de 30 à 45 jours par an.

La région de climat méditerranéen pré-montagneux comprend les vallées de Drini et de Valbona ainsi que les parties plus hautes des vallées des rivières Shkumbini et Semani. Les valeurs des précipitations annuelles varie de 670 mm à l'est jusqu'à 2000 mm au centre de la région et les températures moyennes annuelles entre 9°C et 11°C. Dans cette région, une partie des précipitations tombe sur forme de neige. La couche moyenne de la neige varie en général entre 40 cm et 200 cm en fonction de l'altitude et de l'exposition des pentes avec une présence d'une durée de 25 à 40 jours.

La région méditerranéenne montagneuse comprend les vallées des rivières Drini i Bardhe et Drini i Zi et les parties montagneuses des rivières Semani et Vjosa ,aussi bien que les bassins des lacs Ohrid et Prespa. Elle est caractérisée par des hivers froids et des étés frais. La plupart des précipitations tombe sur la forme de neige avec une couche moyenne de 80 cm à 220 cm.

2.2.7 Changement global et l'effet sur les ressources en eau

Les questions relatives à l'effet de serre débouchent sur de grandes incertitudes comportant des risques potentiellement élevés. Même les prévisions les plus affinées, comme celles concernant la température moyenne globale, sont incertaines. Les prévisions du réchauffement moyen global de la planète pour la période 1990-2030 se situent dans l'intervalle 0.5-1.4 °C. Cet intervalle peut s'élargir si l'on considère l'incertitude relative sur les futures concentrations en gaz à effet de serre. A la limite inférieure de cet intervalle, les changements sont comparables au réchauffement moyen global déjà observé au cours de ce siècle même si le réchauffement futur devrait s'accélérer. Pourtant, le

changement éventuel en 2030 n'est pas le seul paramètre pris en compte. En 2030, une élévation substantielle du réchauffement peut être observée, même si la concentration des gaz à effet de serre peut être maintenue constante à son niveau en 2030.

Les inévitables fortes augmentations de concentration de gaz à effet de serre et la perspective d'un réchauffement impliquent des changements significatifs du climat à l'échelle des régions. En cas de conjonction de ces perspectives avec des événements déficitaires ayant des causes "naturelles", l'impact des sécheresses pourrait être considérable. A la limite supérieure de l'intervalle, les températures moyennes globales prévues pourraient largement dépasser toutes les valeurs déjà observées par l'homme. Ainsi, y a-t-il une nécessité évidente et urgente pour travailler sur ce sujet afin de réduire les incertitudes des prévisions.

Pour le bassin Méditerranéen, l'utilisation d'un Modèle de Circulation Générale de l'atmosphère (GSM) donne des résultats similaires concernant la valeur du réchauffement moyenne globale. Les prévisions des précipitations varient largement d'un modèle à l'autre. Par conséquent, il est difficile de prévoir l'évolution des précipitations, en se basant seulement sur les résultats du modèle GSM. Selon la position géographique, le modèle et la saison considérés, les changements prévus d'ici 2050 sont compris dans l'intervalle +/- 1 mm/jour. Or les faiblesses du modèle sont mises en évidence par le fait que le taux moyen de précipitation pour l'ensemble du bassin Méditerranéen est d'environ 1 mm/jour. Toutefois, des possibilités de changements substantiels doivent être prises au sérieux, par exemple jusqu'à 30% pendant les 50 à 100 prochaines années.

A fin de prévoir l'effet du changement global sur les ressources en eau, les valeurs de l'évapotranspiration et de l'écoulement dans le futur ont été calculées par la méthode du bilan hydrologique utilisant les informations sur les changements des précipitations et d'un système d'information géographique SIG [1992 Jeftić et al].

Ainsi, il y aura une faible croissance des précipitations et une augmentation élevée de l'évaporation. Bien que l'augmentation de l'écoulement soit estimée à 46 mm/an, le déficit hydrique aura des conséquences sur l'agriculture et l'intensification de l'usage des terres. Cependant, il est important de noter que ces conclusions sont valables pour la période annuelle. Nous devons aussi prendre en considération le fait que les changements saisonniers, bien que faibles, puissent avoir des conséquences importantes, par exemple sur l'agriculture, dans le cas où les réservoirs ne suffiraient pas à stocker les eaux de pluie et d'écoulement et à les redistribuer plus tard en fonction des besoins.

2.3 Géologie

Du point de vue géologique, le sous-sol albanais est récent. Il a été créé pendant la tectogénèse alpine au cours des temps géologiques les plus récents, particulièrement pendant la période tertiaire. Dans cette période, parallèlement aux soulèvements et froissements des différentes parties du pays, il a eu aussi des ruptures géologiques, lesquelles ont divisé le pays en différents blocs. Ces blocs ont subi des mouvements néotectoniques différenciés, montants et descendants, en formant des chaînes de montagnes et des vallées profondes, des plateaux et des dépressions internes aussi bien que des plaines côtières. Cette configuration du relief conditionne la structure du réseau général hydrographique de l'Albanie.

La région montagneuse du Nord-Ouest du pays et la région des Alpes, où se trouvent les bassins de Drini et du lac de Shkodra, sont caractérisées par les structures géologiques anticlinales douces et larges, composées principalement par des roches calcaires avec des développements karstiques). La partie Est du bassin de Drini est située sur la région de Mirdita et celle de Korabi. Au sud de cette région, se situent les bassins versants des lacs de Ohrid et de Prespa, représentés par les calcaires de Mali i Thate. Ces derniers, aussi bien que le bassin du Drini i Zi, se situent sur les roches calcaires et terrigènes imperméables, tandis que le bassin versant du Drini i Bardhe et la partie Est du bassin du Drini se situent sur les roches magmatiques de Mirdita, principalement des roches ultrabasiques et calcaires.

Les bassins versants des rivières Mat, Ishem et Erzen se situent en partie dans la région de Mirdita, sur roches ultrabasiques, tandis que le reste est sur les roches calcaires ou des flyschs peu perméables de la région de Krasta-Cukali et de Kruja.

Quant au bassin versant de Shkumbini, sa partie amont se situe dans la région de Mirdita, sur les roches ultrabasiques et surtout sur les molasses sablo-argileuses de la dépression de Mokra, caractérisées par une haute perméabilité. Sa partie aval se situe sur les flyschs de Krasta-Cukali

caractérisés par une perméabilité faible aussi bien que sur des roches de Miocène et Pliocène et de Quaternaire de la Plaine Occidentale.

Le bassin de Devolli, dans sa partie amont, est situé sur les roches de la région de Mirdita et de Krasta -Cukali, tandis que sa partie centrale sur les roches de la région de Kruja et celle de la région ionienne. Le bassin de Osumi est situé sur les flyschs peu perméables de la région de Krasta. Après la confluence de Osumi et de Devolli, la rivière principale de Semani se situe sur des dépôts du Quaternaire.

Le bassin de Vjosa est composé principalement par des flyschs de la région ionienne aussi bien que par des structures calcaires qui constituent les noyaux anticlinaux entourés par des flyschs. Dans sa partie aval, la rivière Vjosa traverse les molasses plus récentes de Miocène, Pliocène et de Quaternaire.

La partie sud de pays les rivières de Bistrica, Kalasa et Pavla se situent sur les calcaires de l'anticlinal séparés par les flyschs de la région ionienne.

2.4 Géomorphologie et paysages

Bien que peu nombreuses et étroites les plaines alluviales côtières sont très peuplées et ont un important rôle économique : agriculture, industrie/commerce, tourisme, histoire/archéologie, etc. La plupart de ces zones représente des écosystèmes naturels d'une grande importance. Ces plaines côtières présentent une écologie fragile liée au changement d'occupation des sols et à une activité économique importante. Par conséquent, elles sont particulièrement vulnérables aux changements climatiques qui peuvent influencer l'hydrologie, les écosystèmes et contribuer à l'élévation du niveau de la mer.

2.5 Les sols et la végétation

La végétation est étroitement liée aux caractéristiques principales des différents types de sol. Ainsi, la régionalisation du territoire par types de sols rappelle celle de la végétation.

On peut distinguer quatre zones principales phytoclimatiques :

- La zone phytoclimatique des prairies alpines, située dans les altitudes 1700-2000m.
- La zone phytoclimatique de hêtres, située dans les altitudes 1000-1700m.
- La zone phytoclimatique de chênes, située dans les altitudes 400-800m et 1000-1200m.
- La zone phytoclimatique des maquis méditerranéens est située au Nord jusqu'à 250 m d'altitude et au Sud jusqu'à 800m d'altitude (fig.8-carte de la vegetation).

Les forêts sont d'une importance capitale pour la préservation des sols, ainsi que pour le tourisme et la conservation des paysages.

fig.9 - carte pédologique

Quant aux sols, ils peuvent être classés comme suit (voir fig. 9).

- Les sols calcaires - humus des prairies, situés dans les altitudes 1700-2000m - sont placés au-dessous des prairies alpines et préalpines et occupent des surfaces limitées du pays. Par conséquent, leur influence sur le bilan hydrologique n'est pas importante.
- Les sols noirâtres des forêts, situés dans les altitudes 900-1200 m jusqu'à 1700-2000 m sont placés au-dessous des forêts de hêtres et de sapins méditerranéens et se composent d'une couche relativement épaisse d'humus. Caractérisés par une haute perméabilité et une grande capacité hydrique, ils jouent un rôle important dans le processus de formation d'écoulement des rivières.
- Les sols marrons montagneux, situés dans les altitudes 500-800 m jusqu'à 900-1200 m.
- Les sols gris-marrons montagneux, situés principalement dans la région côtière.
- Les sols marrons ou gris marron montagneux sont placés au-dessous des forêts de chênes et des forêts d'autres feuilles caduques. Ils contiennent une grande quantité d'humus et sont

caractérisés d'une haute perméabilité. Ces sols occupent la plupart des terres du pays et jouent un rôle important dans le bilan hydrologique.

2.6 Occupation du territoire

L'agriculture albanaise est caractérisée par des cultures variées, en particulier celles des olives, des agrumes, du raisin, et de grains ; l'élevage du mouton prédomine. De plus en plus, l'irrigation dans le Sud et l'Ouest est nécessaire pour maintenir ou augmenter la production des cultures. L'espace réservé à l'agriculture a tendance à diminuer dans les zones côtières bien que la terre dans ces régions soit d'une grande qualité tout particulièrement autour des deltas. Cependant, l'agriculture albanaise est aussi caractérisée par une mauvaise utilisation et une surexploitation des terres sur le long terme. Cela découle généralement de la pauvreté des sols, des faibles précipitations et d'une forte pression démographique principalement dans l'Ouest et le Sud du pays. Récemment, la forte urbanisation a mené à l'abandon progressif de terres agricoles.

Les terres susceptibles d'être cultivées dans le futur seront dédiées à la production de céréales, malgré la prise de risque et le faible rendement de ces récoltes.

Une grande partie du stock poissonnier des régions côtières est surexploitée, et la mise en place de réglementations est urgente si l'on veut éviter un épuisement de la ressource et maintenir un taux élevé de production. La mise en place de réserves pélagiques et le développement de l'aquaculture sont des solutions d'avenir. Cependant, la pression que subissent les zones côtières, en terme de développement, pollution et démographie, peut être un frein au développement de l'aquaculture.

Enfin, il faut souligner que la région côtière demeure la région la plus visitée en Albanie principalement à cause de son climat ensoleillé et de son passé historique et archéologique. Par conséquent, le tourisme est le premier usager de ces zones. Une croissance de l'activité touristique conduira à une augmentation progressive de l'espace dédié au tourisme et à une demande accrue en eau potable et en électricité. De plus, on constatera une pression de plus en plus forte sur certains milieux naturels tels que les plages et les dunes.

3. Les rivières

3.1 Réseau hydrographique

Le bassin hydrographique de l'Albanie a une surface totale de 43 305 km², dont 28 748 km² constituent le territoire de l'état albanais. Le reste qui appartient aux bassins des rivières Drini et Vjosa, se situe en Grèce, en ERY de Macédoine et en Yougoslavie. Il a une altitude moyenne de 786 m et une pente moyenne de 25 m/km.

L'Albanie est traversée par certaines rivières qui suivent en général la direction est -ouest. Les plus importantes rivières du pays sont Drini, Mati, Ishmi, Erzeni, Shkumbini, Semani, Vjosa. Ils appartiennent tous au bassin de la mer Adriatique et Ion à l'exception d'un versant de surface de 198 km², situé juste au nord du pays, qui verse ces eaux au bassin du Danube.

Les rivières de l'Albanie sont relativement courtes. La longueur de la plus grande rivière du pays, Drini, n'est que 285 km. Par contre le réseau hydrographique est caractérisé par une densité moyenne assez grande : 1.4 km/km². Les valeurs les plus grandes de la densité on y trouve dans les bassins de Mati (3.4 km/km²), Semani (2.5 km/km²) et Erzeni (2.1 km/km²). Ceci peut être expliqué par les petites valeurs de perméabilité des roches qui les composent (flyschs, molasse etc.), les hautes intensités des précipitations et la forte pente des bassins versants. Les plus basses valeurs de densité hydrographique apparaissent dans les bassins de Buna et Drini i Bardhe, composés en général par des roches calcaires d'un karst assez développé qui favorise l'infiltration et le mouvement des eaux de surface vers les nappes souterraines.

Le débit moyen annuel de l'ensemble des rivières albanaises est de 1300 m³/s, qui correspond à un module de 29 l/s.km², un des plus grands en Europe. Les valeurs moyennes de l'écoulement annuel varient beaucoup à travers le pays en suivant principalement la distribution des précipitations. Ainsi, l'écoulement prend des valeurs de 430 mm (module 13.8 l/s.km²) à Drini i Bardhe, 1490 mm (module 31 l/s.km²) à Gjolja, 1293 mm (module 39.2 l/s.km²) à Mati-Shoshaj et 1950 mm (module 61.7 l/s.km²) à Buna.

Le déficit moyen d'écoulement pour le bassin entier est de 540 mm et ces valeurs varient d'un bassin à l'autre : 460 mm à Drini i Bardhe, 614 mm à Osumi, 815 mm à Erzeni etc. Les fortes valeurs du déficit d'écoulement dans les rivières de centre et du sud de l'Albanie (Erzeni, Osumi, Shkumbini)

peut être expliqué par les fortes valeurs des pertes d'eau par évapotranspiration relativement intense dans ces régions.

Les valeurs du coefficient d'écoulement varient de 0.44 à Drini i Bardhe à 0.73 à Mati avec une valeur moyenne de 0.58 pour l'ensemble du bassin hydrographique. Les fortes valeurs de coefficient d'écoulement dans les bassins versants du nord du pays comme Buna (0.81) et Mati (0.73) peuvent s'expliquer par les faibles pertes en eau par évapotranspiration (basses températures et grandes valeurs d'humidité de l'air) mais aussi des venues d'eau souterraine de l'extérieur du bassin versant. Par contre les fortes valeurs de ce coefficient dans quelques bassins du sud (Vjosa-0.60) sont liées uniquement aux venues de l'eau souterraine de l'extérieur des bassins.

3.1.1 La rivière Drini

La rivière Drini d'une longueur de 285 m est le plus grand cours d'eau d'Albanie mais aussi sur toute la côte est des mers Adriatique et Ionienne. Le bassin versant de la rivière Drini a une surface de 19 582 km², dont 14 173 km² appartiennent à la rivière Drini elle-même et 5 187 km² à son affluent le plus important, la rivière Buna (fig. 10 Carte hydrographique de Buna). Cette dernière rejoint Drini à peine à 2 km en aval de son origine. Le lac du Shkodra est alimenté par les rivières de Monténégro et Albanie dont le plus grand affluent est la rivière Moraça

La rivière Drini est formée par deux affluents : Drini i Zi et Drini i Bardhe (fig. 11 - carte hydrographique du bassin de Drini).

Drini i Zi, d'une surface de bassin versant de 5 885 km² et d'une longueur de 149 km a son origine à Struga (ERY de Macédoine) où il draine le lac de Ohrid. Dans le territoire de l'ERY de Macédoine, il traverse une partie étroite de la vallée (40 km) et après le déversement des eaux de la rivière de Radika, il entre en Albanie où sa vallée est plus large. Il se déverse finalement dans le lac de Fierza avec un débit moyen annuel de 118 m³/s.

Drini i Bardhe, d'une surface de 4 965 km² et d'une longueur de 134 km a son origine dans les montagnes de Zhlebit en Yougoslavie. Il traverse le plateau de Dukagjini et après le déversement des eaux des torrents de Topluga, Bistrica e Prizrenit, Bistrica e Pejes, Ereniku, Mirusha entre en Albanie et déverse ces eaux dans le lac de Fierza. Il a un débit moyen annuel de 68.2 m³/s.

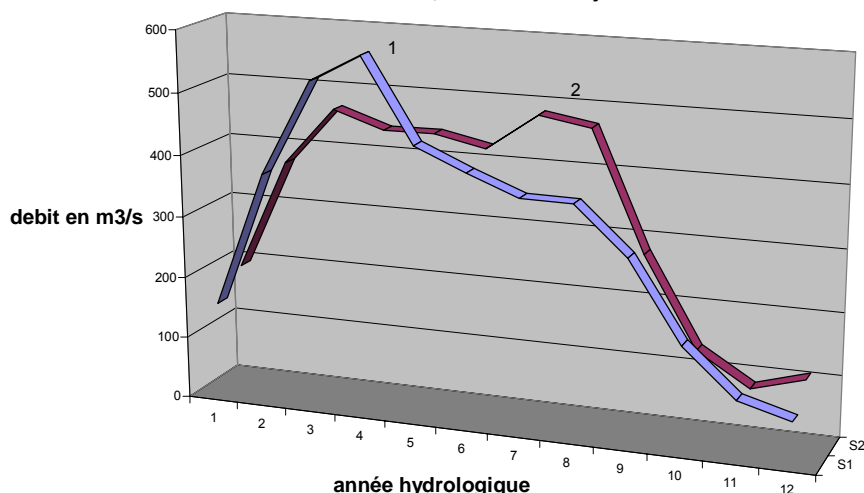
Jusqu'en 1956, la rivière Drini, juste après Vau i Dejes, se composait des deux branches : la branche de Bahçallek, laquelle déversait ces eaux dans la rivière Buna et la branche de Lezha. Cette dernière, après l'apport des eaux de la rivière Gjadri, se déversait dans la mer Adriatique. Plus tard, la construction des digues sur la rivière Gjadri a dévié ses eaux vers la branche de Bahçallek laquelle, après avoir rejoint la rivière Buna, continue sa course le long de la frontière avec Monténégro.

Actuellement l'ancien lit de Drini, qui passe au sud de la ville Lezha, transporte seulement une part du débit initial.

La rivière Drini a un débit moyen annuel de 680 m³/s, dont 360 m³/s pour la Drini elle-même et 320 m³/s pour la Buna. Le module correspondant à la surface totale du bassin versant est de 35 l/s.km². On note que la rivière Buna a une valeur très forte de son module annuel : 61.7 l/s.km² soit 2 fois le module de l'ensemble du pays.

La distribution interannuelle de débits pour le bassin entier de Drini se rapproche plutôt du régime nivo-pluvial (fig. 12) avec deux maximums : l'un en hiver (mois de décembre) et un autre vers la fin de printemps (avril-mai) et un seul minimum en fin d'été (août). Ceci s'explique par le fait qu'à partir du

Fig. 12 Distribution annuelle des débits moyens mensuels
1- Buna-Shkoder, 2- Drini-Vau Deje



mois de mars les différentes parties de l'amont du bassin versant commencent à fournir la rivière en eau de fonte de neige.

Néanmoins, si on compare les régimes des rivières Drini et Buna, on constate que le débit maximum de la rivière Buna est observé en hiver (décembre) ce qui montre que le régime de Buna se rapproche du régime pluvial. Par contre, le régime de la rivière Drini, dont le débit maximum est observé au printemps (mai), se rapproche plus du régime nival.

Le coefficient d'écoulement a aussi une grande valeur : 0.68. Il peut être expliqué par les valeurs faibles de l'évapotranspiration liée aux faibles températures, à une forte humidité de l'air, par l'alimentation abondante des eaux souterraines d'origine karstique des Alpes ainsi que par la régularisation du régime d'eau par le lac de Shkodra.

Quelques caractéristiques hydrologiques de la plus grande rivière de l'Albanie sont :

- volume annuel d'apport : 11.1 km³
- module inter annuel (débit spécifique) : 24.8 l/s.km²
- rapport du débit du mois le plus humide (décembre) au débit du mois le plus sec (août) : 5.7
- rapport entre le débit de la crue décennale et le module de la rivière : 11
- stockage dans le réservoir de Fierza : 2 700 millions m³ (environ 25% du volume annuel).

Tableau 8 : Caractéristiques hydrographiques et hydrologiques de la rivière Drini

Rivière	Surface (km ²)	Altitude (m)	Débit (m ³ /s)	Précipitation (mm)	Écoulement (mm)	Déficit d'écoul.	Coefficient d'écoul.
Drini Bardhe	4,964	862	68.2	890	430	460	0.48
Drini Zi	5,885	1,132	118	964	632	332	0.65
Drini	14,173	971	352	1220	781	439	0.64
Buna	5,187	770	320	2170	1950	220	0.90
Drini(+Buna)	19,582	909	680	1461	1090	371	0.74

Tableau 9 Débits moyens mensuels et annuels. Drini

Rivière	Station	Débits (m ³ /s)												
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	An
Buna	Shkoder	574	440	404	372	371	295	167	91.4	68.8	154	374	529	320
Drini	Vau Deje	440	441	424	483	469	278	134	82.2	107	194	374	467	324
Kiri	Rasek	25.6	24.3	18.9	19.2	11.9	4.10	0.51	0.92	6.13	12.6	25.4	29.8	15.0
Lesniqe	Lesniqe	24.4	24.9	20.9	27.8	30.8	20.6	12.6	10.3	11.9	19.4	25.8	27.3	21.4
Nikaj	Lekbibaj	10.8	11.5	9.86	15.0	18.9	13.9	6.69	4.00	5.75	12.9	14.0	12.8	11.3
Valbona	Dragobi	8.86	7.51	8.2	14.3	19.7	14.1	7.44	4.38	4.43	7.51	11.3	10.9	9.89
Valbona	Gri	35.6	33.9	32.4	47.7	56.0	41.0	20.1	11.6	14.8	26.7	41.0	41.7	33.5
Drini B..	Kukes	86.9	96.4	89.2	107	117	65.0	26.2	20.4	23.8	39	66.1	89.7	68.9
Drini Zi	U.Dodes	126	134	134	158	172	111	63.4	48.8	52.0	61.7	93.5	121	106
Drini Zi	Kovashic	83.5	84.7	89.8	108	117	70.5	40.7	32.3	32.8	37.9	60.5	77.6	69.5

Tableau 10 Débits des crues et des étiages. Drini

Rivière	Station	Surface (km ²)	Débits des crues de probabilité de dépassement			Débits du mois le plus sec de probabilité de dépassement		
			1%	2%	5%	75%	90%	95%
Buna	Shkoder	5179	3900	3690	3386	25.6	13.6	8.50
Drini	Vau Deje	13650	6530	5870	4850	56.4	47.8	44.2
Kiri	Rasek	230	1298	1174	1003	0.0	.0.0	0.0
Lesniqe	Lesniqe	260	916	792	630	4.07	2.83	2.13
Nikaj	Lekbibaj	144	546	462	352	3.13	2.18	1.64
Valbona	Dragobi	173	484	390	272	2.41	1.68	1.26
Valbona	Gri	662	1597	1336	1005	6.92	5.47	5.22
Drini B	Kukes	4956	2287	1968	1569	6.82	5.20	4.80
Drini Zi	Ura Dodes	5385	1820	1567	1249	26.9	22.3	19.7
Drini Zi	Kovashice	4956	1360	1170	933	21.0	17.0	14.9

L'analyse chimique des échantillons prélevés dans la Drini montre une bonne qualité des eaux avec une minéralisation stable le long de la rivière. Des ions métalliques ont été trouvés avec une concentration faible sauf les ions ferreux. Les résultats des analyses montrent qu'il n'y a pas de restriction pour l'usage des eaux de Drini (irrigation, électricité). Par contre, les eaux de la rivière Kiri sont affectées par les eaux usées de Shkodra de l'origine urbaine et industrielle. L'influence des eaux polluées de Kiri sur le lac de Shkodra n'est pas encore étudiée.

Tableau 11 Teneur en ions des eaux (mg/l) de la rivière Drini

Riviere	Station	Ca	Mg	Na	K	HCO ₃	Cl	SO ₄	Σj
Drini Bardhe	Kukes	57.38	11.14	4.20	1.08	198.34	8.32	23.37	303.83
Drini Zi	Kukes	58.58	10.94	4.46	1.01	157.61	8.43	57.72	298.30
Drini	Kalimash	52.78	12.69	4.36	0.86	171.05	8.16	43.68	293.58
Drini	Bahçallek	47.11	12.10	2.94	0.61	161.03	9.51	27.01	260.31

3.1.2 La rivière Mati

L'origine de cette rivière se trouve dans la montagne de Kaptina e Martaneshit. Le bassin versant a une surface de 2441 km² et une longueur de 144 km. De son origine jusqu'à Klos, la Mati traverse une vallée étroite avec des gorges spectaculaires. Plus bas, sa vallée s'élargie et la Mati verse ses eaux dans le lac artificiel de Ulza. Son affluent principal est la rivière Fani d'une surface de bassin versant de 1076 km². La Fani est formée par deux affluents : Fani i Madh et Fani i Vogel (fig.12 Carte hydrographique de Mati).

Après avoir rejoint la Fani, la rivière Mati continue sa route vers l'ouest et déverse ses eaux dans la mer Adriatique.

La rivière Mati a un débit moyen annuel de 103 m³/s, dont 60 m³/s appartiennent à la Mati elle-même et 43 m³/s à la rivière Fani. Le module annuel de Mati est de 42 l/s.km² et le coefficient d'écoulement est de 0.68.

Le régime d'écoulement de la Mati, comme la plupart des rivières albanaises, se rapproche plutôt du régime nivo-pluvial. Les différences observées d'une partie du bassin à l'autre sont dues aux leurs altitudes différentes. Ainsi la figure 13 montre que l'influence des pluies est plus grande pour la Mati - Shoshaj qu'à Mati - Klos situé dans la partie plus haute du bassin. Par contre, le module du mois d'avril (fonte de neige) de la Mati -Klos est plus grand que le module de décembre (contribution des pluies) ce qui montre une influence plus grande de la neige dans cette partie du bassin de la Mati.

Ci-dessous sont données quelques caractéristiques hydrologiques de la rivière Mati :

- volume moyen annuel : 3250 millions m³,
- module annuel spécifique : 42 l/s.km²,
- rapport entre le débit du mois le plus humide (décembre) et le débit du mois le plus sec de l'année (août) : 10,
- rapport entre le débit de la crue décennale et le module annuel : 25,
- stockage du réservoir de Ulza : 240 millions m³ (presque 15% du module annuel).

L'analyse chimique des échantillons prélevés avant 1990 montre que les eaux de Mati ont des fortes valeurs en concentration des ions métalliques (fer, manganèse et cuivre), ce qui s'explique par la présence d'activités minières importantes.

Si ces caractéristiques ne posent pas de problèmes pour certaines utilisations des eaux de Mati telles que l'industrie et l'hydroélectricité, leur influence sur l'agriculture irriguée et sur les eaux marines n'est pas encore estimée.

Tableau 11 Caractéristiques hydrographiques et hydrologiques de la rivière Mati

Rivière	Station	Surface (km ²)	Altitude (m)	Débit (m ³ /s)	Précipitations (mm)	Écoulement (mm)	Déficit d'écoul.	Coefficient d'écoul.
Mati	Klos	235	1191	10.8	1853	1582	271	0.85
Mati	Shoshaj	646	963	25.3	1600	1293	307	0.77
Uraka	Bruç	155	1286	4.28	1440	870	570	0.60
Fani	Rubik	1014	696	42.4	1750	1318	432	0.75
Fani Vogel	Nderfan	320	859	13.4	1660	1329	331	0.80
Fani Madh	Bukmire	428	784	16.4	1600	1207	393	0.75

Tableau 12 : Débits moyens mensuels et annuels de la rivière Mati

Rivière	Station	Débits (m ³ /s)												
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	A
Mati	Klos	17.9	15.5	16.2	20.8	17.3	8.13	4.56	3.02	3.51	5.31	12.7	16.7	11.8
Mati	Shoshaj	37.7	37.5	37.0	38.7	31.8	15.3	7.08	5.32	7.24	11.3	31.9	42.3	25.3
Fani	Rubik	66.6	69.5	58.0	53.6	36.7	20.2	9.47	7.40	17.6	29.0	60.9	80.3	42.4
F.Madh	F.Arez	4.56	4.54	4.07	4.20	2.93	1.36	0.75	0.64	1.03	2.23	3.77	5.44	2.96
F.Madh	Bukmire	26.9	27.2	23.1	21.2	15.7	7.36	3.27	3.89	6.56	8.98	23.2	29.9	16.4
F.Vogel	Nderfan	19.8	19.6	19.6	21.3	16.8	9.06	3.66	2.93	5.25	7.05	15.7	19.5	13.4
Uraka	Bruç	4.58	6.00	5.19	8.01	7.02	2.64	0.79	0.63	1.70	2.99	6.02	5.81	4.28

Tableau 13 : Débits des crues et des étiages en m³/s de la rivière Mati

Rivière	Station	Surface (km ²)	Débits des crues de probabilité de dépassement			Débits du mois le plus sec de probabilité de dépassement		
			1%	2%	5%	75%	90%	95%
Mati	Klos	235	474	420	346	1.29	0.884	0.683

Mati	Shoshaj	646	908	802	665	3.50	2.68	2.29
Fani	Rubik	1014	1803	1630	1403	3.72	2.50	1.86
F.Madh	F.Arrez	114	458	409	345	0.417	0.280	0.205
F.Vogel	Bukmire	428	780	705	600	1.15	1.05	0.769
F.Vogel	Nderfan	320	713	634	527	1.72	1.22	1.00
Uraka	Bruç	155	508	452	376	0.425	0.291	0.225

**Fig.13 Distribution interannuelle des débits
1-Mati à Klos, 2- Mati à Shoshaj**

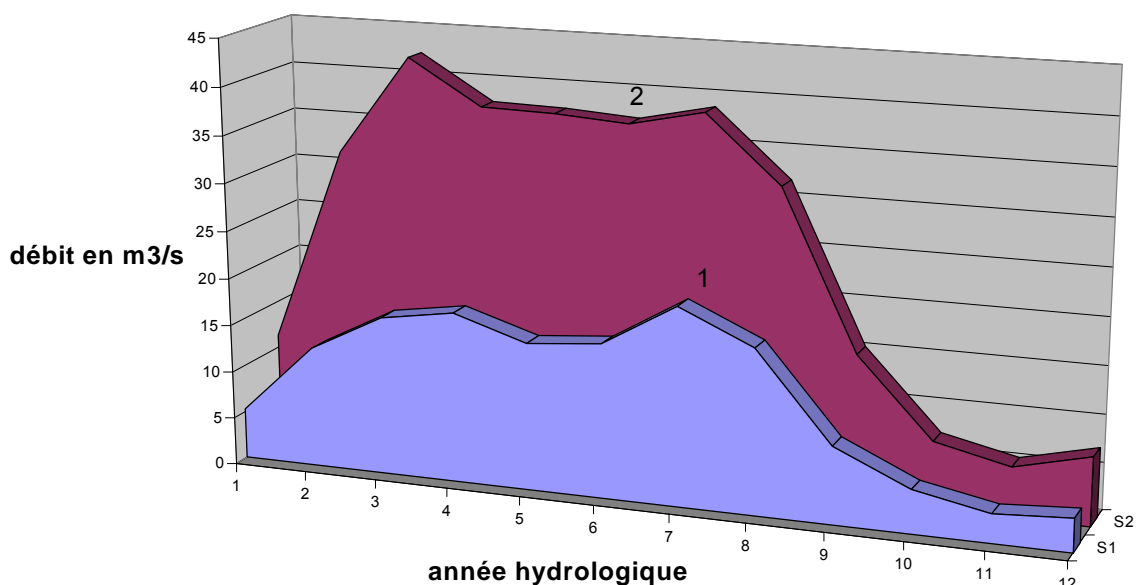


Tableau 14 : Teneur en ions des eaux (mg/l) de la rivière Mati

Riviere	Station	Ca	Mg	Na	K	HCO3	Cl	SO4	Σ_j
Mati	Shoshaj	39.44	14.17	3.61	0.65	171.45	7.64	12.43	248.81
Fani Madh	Fush Arrez	18.33	11.16	2.15	0.44	86.63	8.47	11.48	138.66
Fani Vogel	Nderfan	40.30	9.38	3.52	0.54	126.15	8.41	30.59	218.89
Uraka	Kurbnesh	5.67	7.59	2.00	0.42	181.32	8.18	9.32	262.50

3.1.3 Les rivières Erzeni-Ishmi

Le bassin versant des rivières Erzeni et Ishmi représente une surface totale de 1439 km². Ce bassin est situé au centre du pays ; il a une altitude moyenne plus basse que les bassins voisins. En effet, les sources des rivières se situent dans des altitudes plus basses et le parcours des rivières dans la plaine est relativement long.

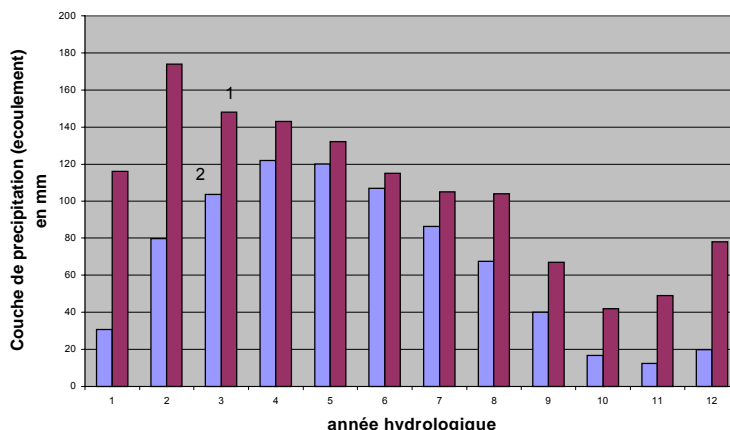
Le bassin versant d'Ishmi a une importance particulière pour l'Albanie parcequ'il inclue le plus grand centre urbain du pays : Tirana, capitale de l'Albanie. Il a une surface de bassin versant de 673 km² et un débit moyen annuel de 21 m³/s. Ces affluents les plus importants sont les rivières Tirana, Terkuza et Zeza naissant dans les montagnes de Shengjergji et toutes trois de régime torrentiel (fig. 14 Carte hydrographique de Erzeni -Ishmi).

La rivière Erzeni d'une longueur de 108 km et d'une surface de bassin versant de 760 km², a son origine dans les montagnes de Shengjergji. Avant de traverser la gorge de Skorana, elle collecte les eaux des sources de Shemri et de Pellumbas, lesquelles représentent la principale alimentation en eau pendant la période sèche. Le débit moyen annuel du Erzeni est de 18 m³/s.

La distribution annuelle des débits des rivières Erzeni et Ishmi suit celle des précipitations ; par conséquent leur régime se rapproche plutôt du régime pluvial (fig. 15).

Dans la figure 15 on voit qu'il y un décalage de temps entre le maximum de précipitation (novembre) et le maximum de débit (janvier). Ceci est expliqué par les grandes pertes en eau pendant la saison

Fig. 15 Distribution annuelles des précipitations et des débits. Erzeni-Ndroq.
1- précipitation, 2- écoulement



d'automne, quand le sol est encore assez sec et qu'une grande partie de l'eau s'infiltré et alimente les nappes souterraines.

Quelques caractéristiques hydrologiques sont :

- volume moyen annuel : 660 millions m³
- module annuel de l'écoulement : 31.5 l/s.km² pour Ishmi et 24 l/s.km² pour Erzeni,
- rapport entre le débit du mois le plus humide (janvier - février) et le débit du mois le plus sec : 9 à 10,
- rapport de la crue décennale au module annuel : 55.

L'analyse des échantillons prélevés dans la rivière Ishmi avant 1990 montre que les eaux contiennent des fortes valeurs des ions fer et manganèse, des nitrates, des sédiments en suspension, DBO 5, etc. Cela s'explique par les rejets urbains et industriels de Tirana qui se déversent directement dans la rivière Ishmi. Ces dernières années, la situation s'est un peu améliorée mais elle reste toujours critique. Ce n'est pas le cas avec la rivière Erzeni où la qualité des eaux est plutôt acceptable pour l'irrigation et l'industrie.

Tableau 15 : Caractéristiques hydrographiques et hydrologiques. Erzeni-Ishmi

Rivière	Station	Surface (km ²)	Altitude (m)	Débit (m ³ /s)	Précipitation (mm)	Écoulement (mm)	Déficit d'écoul.	Coefficient d'écoul.
Erzeni	Ibe	247	819	6.97	1670	888	782	0.53
Erzeni	Ndroq	663	481	14.0	1480	665	815	0.45
Tirana	Shupal	70.8	911	2.74	1770	1218	552	0.69
Terkuza	Z.Herr	112.9	662	3.57	1610	997	613	0.62
Gjolja	U.Gjoles	468	404	14.6	1490	983	507	0.66
Zeza	U.Zeze	71.3	487	2.10	1470	928	542	0.63

Tableau 16 : Débits moyens mensuels et annuels de la rivière Erzeni-Ishmi

Rivière	Station	Débits (m³/s)												
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	A
Erzeni	Ibe	12.9	12.9	10.6	11.1	8.21	3.46	1.67	1.45	2.42	5.04	8.07	10.4	7.35
Erzeni	Ndroq	25.4	25.3	22.5	18.2	14.2	7.57	3.51	2.62	4.16	6.48	16.8	21.8	14.0
Tirana	Shupal	4.06	4.90	4.06	3.30	2.41	1.22	0.58	0.75	1.30	1.76	3.78	4.73	2.74
Terkuza	Larushk	5.87	7.13	5.65	4.47	3.93	2.16	0.71	0.74	1.28	1.90	4.19	4.86	3.57
Gjolja	U.Gjoles	26.1	27.8	22.8	18.0	13.5	7.63	2.85	3.07	5.36	7.32	18.8	22.2	14.6
Zeza	U.Zeze	3.91	3.96	3.21	2.64	1.79	1.06	0.342	0.385	0.57	0.909	2.89	3.71	2.10

Tableau 17 : Débits des crues et des étiages en m³/s de la rivière Erzeni-Ishmi

Rivière	Station	Surface (km²)	Débits de crues de probabilité de dépassement de:			Débits du mois le plus sec de probabilité de dépassement de:		
			1%	2%	5%	75%	90%	95%
Erzeni	Ibe	247	535	464	372	1.46	1.19	1.08
Erzeni	Ndroq	663	1247	1039	902	1.60	1.37	1.07
Tirana	Shupal	70.8	429	379	312	0.335	0.107	0.067
Terkuza	Larushk	180	490	411	311	1.13	0.77	0.60
Gjolja	U.Gjoles	468	1396	1218	990	1.88	1.45	1.27
Zeza	U.Zeze	71.3	384	338	278	0.37	0.33	0.31

Tableau 18 : Teneur en ions des eaux (mg/l) de la rivière Erzeni-River

Rivière	Station	Ca	Mg	Na	K	HCO3	Cl	SO4	Σj
Erzeni	Sallmonaj	53.40	19.32	17.20	2.06	208.65	121.33	58.73	371.69
Ishmi	Ishem	72.62	22.29	28.89	3.17	279.62	28.71	43.76	469.40
Gjolja	U.Gjoles	72.40	21.44	18.16	2.91	277.28	19.93	43.28	455.40
Zeza	U.Zeze	65.47	25.09	7.84	1.54	284.86	17.28	24.29	426.37

3.1.4 La rivière Shkumbini

Le bassin versant de la rivière Shkumbini se situe au centre du pays et il a une surface de 2445 km² et une longueur de 181 km. Sa source est située dans le versant est des montagnes de Valamara. Le long de sa course, Shkumbini reçoit des affluents de deuxième importance comme Bushtrica, Hodoloshti, Rapuni, Gostima, Zaranika, etc (fig. 16 Carte hydrographique de Shkumbini).

Quelques caractéristiques hydrologiques sont :

volume moyen annuel : 1 900 millions m³,

module de l'écoulement annuel : 26 l/s.km²,

rapport du débit du mois le plus humide (mars-avril) au débit du mois le plus sec (août) : 6-7 en amont et 8 -10 en aval de Murashi,

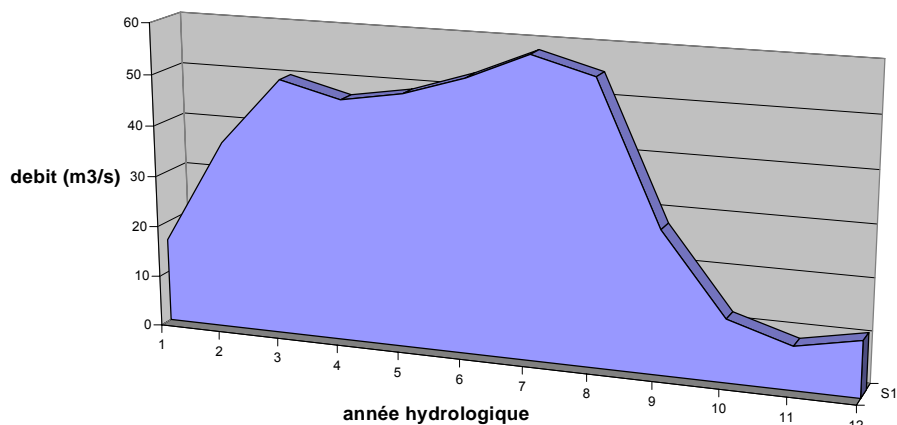
rapport de la crue décennale au module annuel : 21 .

La valeur assez basse du rapport du débit du mois le plus humide (février) au débit du mois le plus sec (août-septembre) pour une rivière sans stockage ni régularisation s'explique par une abondante alimentation en eaux souterraines. En effet, la vallée de Shkumbini jusqu'à Murrashi collecte les eaux des hautes terres à plus de 2000 m d'altitude de Valamara et de Cermenika. Ceci explique le régime

des débits de cette rivière dont le maximum est observé au mois d'avril et mai, bien que son bassin versant se situe au centre du pays et que la rivière traverse une partie de la Plaine Occidentale (Fig 17).

L'analyse chimique des échantillons des eaux de Shkumbini montre des valeurs de concentration hautes en fer, nitrites, ammonium, sédiments en suspension, etc., dont on explique la présence par

Fig.17 Distribution annuelle des débits. Shkumbini-Murash



les mines situées en amont et par la présence du combinat métallurgique d'Elbasani. A cause de la pollution des eaux de Shkumbini, la biodiversité au sein des aquasystèmes a été sérieusement affectée. Depuis la réduction drastique des activités du combinat, on ne dispose pas d'analyses complètes, mais on observe une amélioration de la situation. Un autre problème potentiel lié à la qualité des eaux de Shkumbini est la qualité des eaux potables des villes de Lushnja et Rogozhina extraites des puits situés dans les berges alluviales de la rivière.

Tableau 19 : Caractéristiques hydrographiques et hydrologiques de la rivière Shkumbini

Rivière	Station	Surface (km ²)	Altitude (m)	Débit (m ³ /s)	Précipitation (mm)	Écoulement (mm)	Déficit d'écoul.	Coefficient d'écoul.
Shkumbini	Qukes	533	1049	13.9	1094	804	290	0.74
Shkumbini	Librazhd	851	1079	19.7	1129	730	399	0.65
Shkumbini	Murrash	1289	1052	35.4	1373	865	508	0.63
Shkumbini	Paper	1958	891	54.2	1386	872	514	0.63
Shkumbini	Rrogozhin	2351	780	60.2	1352	806	546	0.60

Tableau 20 Débits moyens mensuels et annuels de la rivière Shkumbini

Rivière	Station	Débits (m ³ /s)													
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	A	
Shkumbini	Slabinje	6.46	6.82	7.23	10.9	10.9	4.25	2.05	1.67	1.84	3.00	5.74	7.46	5.69	
Shkumbini	Qukes	18.8	21.2	22.7	24.2	20.7	8.73	4.41	3.41	4.03	6.01	12.9	18.9	13.9	
Shkumbini	Librazhd	25.1	26.8	28.5	34.1	33.1	15.3	7.00	5.14	6.17	9.20	19.5	26.6	19.7	
Shkumbini	Murash	47.1	49.1	53.0	58.2	54.9	27.7	12.0	8.40	10.8	16.4	36.9	50.1	35.4	
Shkumbini	Paper	77.4	79.0	82.0	86.4	78.0	38.2	16.4	11.3	16.5	26.6	61.0	78.2	54.2	
Shkumbini	Rogozhin	90.1	94.2	94.5	95.2	85.6	40.4	14.8	8.82	15.5	28.2	66.7	88.2	60.2	

Tableau 21 Débits des crues et des étiages (m³/s) de la rivière Shkumbini

Rivière	Station	Surface (km ²)	Débits de crues de probabilité de dépassement de:			Débits du mois le plus sec de probabilité de dépassement de:		
			1%	2%	5	75%	90%	95%
Shkumbini	Slabinje	199	524	418	362	1.18	0.99	0.90
Shkumbini	Qukes	533	813	685	529	2.91	2.44	2.22
Shkumbini	Librazhd	851	1019	892	728	4.62	4.02	3.69
Shkumbini	Murrash	1289	1364	1193	974	2.24	8.20	7.57
Shkumbini	Paper	1958	1955	1751	1477	12.5	10.5	9.42
Shkumbini	Rogozhine	2351	2270	2034	1716	16.3	12.5	10.9

Tableau 22 : Teneur en ions des eaux (mg/l) de la rivière Shkumbini

Riviere	Station	Ca	Mg	Na	K	HCO ₃	Cl	SO ₄	Σj
Gostima	Fush Bull	31.28	18.42	2.57	0.67	163.60	8.70	10.13	223.56
Kusha	Bradashesh	62.11	19.68	8.19	1.51	223.65	11.31	56.86	383.37
Rrapuni	Togez	41.45	11.96	3.49	0.74	163.96	8.33	13.57	243.50
Shkumbini	Sllabinje	47.82	20.02	4.01	0.81	223.86	7.64	15.29	319.45
Shkumbini	Qukes	46.14	17.09	5.42	0.77	199.87	11.69	14.48	295.46
Shkumbini	Murrash	40.99	17.18	3.51	0.70	187.67	7.16	16.44	273.97
Shkumbini	Paper	44.97	20.41	7.00	1.03	201.6	10.24	29.92	3117
Shkumbini	Rogozhine	46.42	23.07	8.95	1.21	220.04	13.03	29.50	342.22

3.1.5 La rivière Semani

La rivière Semani est composée de deux principaux affluents : Devolli et Osumi qui se rejoignent près de la ville de Kuçove. La rivière Semani a une longueur de 281 km et une surface totale de bassin versant de 5 949 km².

La rivière Osumi a une longueur de 161 km et une surface du bassin versant de 2073 km². Son origine est dans la montagne de Rungaje. En traversant le plateau de Kolonja, elle collecte les eaux des torrents qui descendent de la montagne de Gramozi. Après la traversée spectaculaire des gorges de Mesiçka et Miçani, Osumi traverse la large vallée du type synclinal de Mbrakull-Berati et rejoint finalement la rivière Devolli près de Kozara. La rivière Osumi a un débit moyen annuel de 32.5 m³/s.

(fig. 18 Carte hydrographique de Semani).

La rivière Devolli a une longueur de 196 km et une surface du bassin versant de 3130 km². Les sources de la rivière Devolli se situent dans les montagnes de Morava. Après qu'elle ait traversé les pentes du sud des montagnes de Morava, elle entre dans la plaine de Korça où elle passe dans un lit aménagé (à des fins d'assainissement de la plaine de Korça). Une fois traverser les gorges de Maliqi à Kokel, la rivière Devolli passe le long d'une vallée large synclinale entre Kodovjat et Gostime. La rivière Devolli a un débit moyen annuel de 49.5 m³/s.

Quelques caractéristiques hydrologiques sont :

- volume moyen annuel : 2700 millions m³,
- module de l'écoulement annuel : 16 l/s.km²,
- rapport du débit du mois le plus humide (février-mars) au débit du mois le plus sec (août) est de 14.8, attestant la plus grande variation des rivières albanaises.

- rapport de la crue décennale et le module moyen : 18,
- stockage du réservoir de Banja en construction est de 700 millions m³, soit 50% de module de l'écoulement annuel de la rivière Devolli.

Quant au régime des débits, il est pluvio-nival ; cependant, il se rapproche plutôt du régime nival (le maximum en avril), dans la partie plus haute du bassin versant tandis qu'il se rapproche plutôt du régime pluvial dans sa partie basse (fig.19).

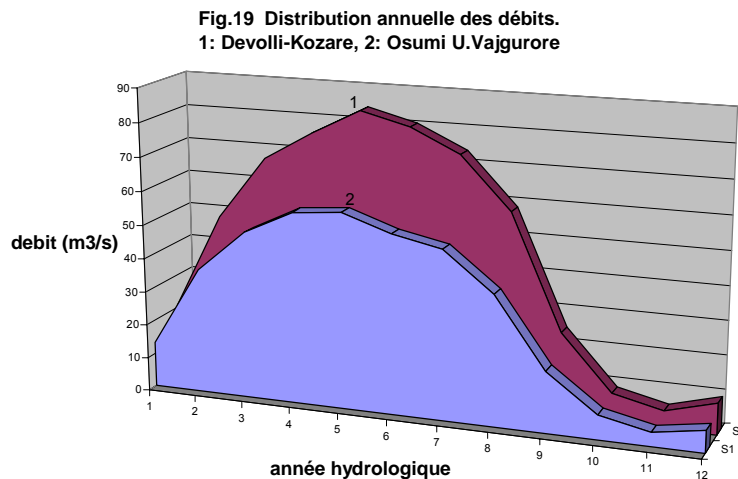


Tableau 23 : Caractéristiques hydrographiques et hydrologiques de la rivière Semani

Rivière	Station	Surface (km ²)	Altitude (m)	Débit (m ³ /s)	Précipitation (mm)	Écoulement (mm)	Déficit, d'écoul. (mm)	Coefficient d'écoul.
Devolli	Miras	89.1	1371	1.68	893	594	299	0.66
Devolli	Sheqeras	431	1123	4.94	806	361	445	0.45
Devolli	Kokel	1884	1143	29.0	907	485	422	0.53
Devolli	Kozare	3122	962	46.6	1059	470	589	0.44
Osumi	Qafzes	187	1341	3.06	1207	515	692	0.43
Osumi	Corovode	974	1102	15.9	1081	514	567	0.48
Osumi	U.Vajguror	2073	852	32.6	1109	495	614	0.45
Semani	U.Kuçit	5358	894	85.4	1084	502	582	0.46

Tableau 24 : Débits moyens mensuels et annuels de la rivière Semani

Rivière	Station	Débit (m ³ /s)													
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	A	
Devolli	Miras	2.21	2.25	3.38	3.84	2.43	1.02	0.58	0.29	0.29	0.45	1.13	2.29	1.68	
Devolli	Sheqeras	6.42	9.33	10.1	9.53	5.26	2.37	1.54	1.11	1.52	1.95	3.45	6.64	4.94	
Devolli	Kokel	39.3	47.3	49.0	49.0	37.1	17.6	9.71	6.76	8.28	13.1	31.1	39.6	29.0	
Devolli	Kozare	76.4	83.9	80.2	73.5	58.3	24.7	8.58	5.26	9.26	20.7	49.3	68.0	46.6	
Osumi	Qafzes	3.86	4.38	5.17	6.13	4.12	1.82	1.08	0.77	0.78	1.34	2.84	4.44	3.06	

Osumi	Corovode	25.1	25.4	25.8	25.7	20.1	9.24	4.52	2.86	3.29	6.91	15.9	26.0	15.9
Osumi	U.Vajgurore	56.5	57.8	52.9	49.9	38.5	18.1	7.25	4.10	6.59	13.4	37.0	49.5	32.6
Semani	U.Kuçit	148	157	158	138	112	51.0	18.6	10.7	19.6	38.8	99.2	118	85.4

Table 25 : Débits des crues et des étiages (m³/s) de la rivière Semani

Rivière	Station	Surface (km ²)	Débit de crue de probabilité de dépassement de:			Debit du mois le plus sec de probabilité de dépassement de:		
			1%	2	5	75%	90%	95%
Devolli	Miras	89.1	108	93	73	0.45	0.40	0.38
Devolli	Sheqeras	431	405	347	274	1.15	1.00	0.95
Devolli	Kokel	1884	905	800	655	4.97	4.19	3.91
Devolli	Kozare	3122	1817	1592	1295	6.67	5076	5.31
Osumi	Qafzes	187	183	159	128	0.66	0.55	0.52
Osumi	Corovode	974	667	600	507	2.41	2.03	1.89
Osumi	U.Vajgurore	2073	1348	1211	1021	4.55	3.92	3.60
Semani	U.Kuçit	5358	2035	1876	1672	13.0	11.2	10.9

L'analyse chimique des échantillons prélevés dans la rivière Semani dans le passé montre des fortes valeurs de quelques paramètres (DBO 5, ammonium, sédiments en suspension, manganèse, fer). Le dernier affluent de la rive gauche, la rivière Gjanica, draine les champs du pétrole et ces eaux montrent des valeurs très hautes de concentration en dérivés du pétrole, phénols, etc. La rivière Semani est la plus polluée dans le pays. Cette pollution a causé des effets désastreux sur la biodiversité en aval de Semani aussi bien que dans les côtes littorales voisines et sur l'eau potable en polluant les eaux souterraines. L'eau destinée à l'irrigation doit être prélevée en amont de la source polluante.

Les analyses plus récentes montrent une amélioration de la qualité de l'eau en aval de Semani, qui vient grâce à une réduction drastique de production du pétrole et la fermeture de l'industrie chimique à Fier. Malgré cela, la qualité est loin d'être satisfaisante.

Tableau 26 : Teneur en ions des eaux (mg/l) de la rivière Semani

Riviere	Station	Ca	Mg	Na	K	HCO3	Cl	SO4	Σj
Dunaveci	Turan	47.46	28.89	4.95	6.85	259.0	10.74	17.33	369.19
Devolli	Miras	55.13	17.57	3.21	0.85	226.73	8.32	17.71	329.52
Devolli	Sheqeras	66.03	21.43	5.25	1.28	278.55	11.15	21.01	404.70
Devolli	Kokel	49.82	24.38	7.31	1.58	237.63	11.07	29.22	361.01
Devolli	Kozare	52.70	29.18	10.19	1.64	262.42	16.10	37.88	410.11
P.Corovodes	Corovode	62.05	12.25	10.66	1.83	231.33	21.92	23.15	344.49
Osumi	Qafzes	49.23	21.98	2.76	0.65	231.69	8.59	15.57	330.47
Osumi	Corovode	52.40	18.88	9.42	1.16	224.52	10.94	29.36	346.58
Osumi	U.Vajgurore	54.90	18.62	20.00	2.23	228.90	25.22	34.21	384.08
Semani	U.Kuçit	66.59	23.55	25.29	2.34	235.13	34.90	73.77	462.17
Semani	Mbrostar	58.71	23.84	23.21	2.34	222.18	32.89	73.25	436.42

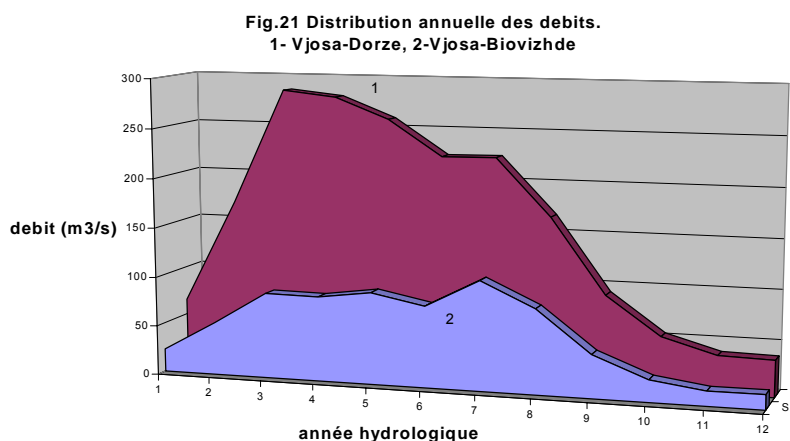
3.1.6 La rivière Vjosa

La rivière Vjosa, d'une longueur de 272 km et d'une surface du bassin versant de 6706 km², est la deuxième rivière du pays. La partie albanaise du bassin versant de la rivière Vjosa a une surface de 4365 km², soit correspondant aux deux tiers du bassin total, le reste appartenant à la Grèce. Le débit moyen annuel de la rivière Vjosa est de 195 m³ et le module correspondant 29 l/s.km². Les plus importants affluents de la rivière Vjosa sont Drino, Sarandoporo et Shushica. Drino a une surface de 1320 km², dont 256 km² appartient à la Grèce ; il a un débit moyen annuel de 42.5 m³/s.

L'origine de la rivière Vjosa est dans les montagnes de Pindi en Grèce où elle traverse une vallée profonde et étroite. Elle entre ensuite dans le territoire albanais ; la vallée s'élargit et se rétrécit alternativement jusqu'au confluent de la rivière Shushica avant d'entrer dans la plaine où son lit devient large et dessine des méandres.

(fig. 20 Carte hydrographique de Vjosa)

Une caractéristique particulière du bassin versant de la rivière Vjosa est la présence de karst profond, lequel fournit une abondante alimentation souterraine pendant la saison sèche. Ceci fait que les débits des mois d'étiage sont relativement grands (Tableau. 29). Le régime des débits de la partie haute de la rivière Vjosa se rapproche plutôt au régime nival avec un maximum en avril, tandis que dans la



partie basse (Dorze), il est plus voisin de régime pluvial (Fig. 21).

Quelques caractéristiques hydrologiques sont :

- volume moyen annuel: 5 550 millions m³,

module d'écoulement annuel : 26 l/s.km²,

rapport du débit du mois le plus humide (avril) au débit du mois le plus sec de l'année (août): 10.8,

rapport de la crue décennale au module annuel : 24 .

Les résultats de la table 27 montrent que le déficit d'écoulement prend des valeurs de 386 mm dans la partie haute du bassin versant (Vjosa-Biovizhde) à 1005 mm dans la partie plus basse (Pavlla-Bogaz). Les faibles valeurs du déficit d'écoulement en amont s'expliquent par les faibles valeurs de l'évapotranspiration dans la zone montagneuse (basse températures de l'air). Par contre, les valeurs assez fortes du déficit en aval sont dues aux très grandes valeurs d'évapotranspiration dans cette zone qui représente la zone la plus méridionale du pays.

Le tableau 27 montre aussi quelques données qui à première vue peuvent paraître paradoxales. Ainsi, le coefficient d'écoulement de la rivière Bistrica -Krane est de 3.71 tandis que celui du bassin voisin de Drino-Hormove est de 0.48.

Ceci s'explique par la perte d'un débit assez grand (autour de 20 m³/s) de la rivière Drino vers la rivière voisine Bistrica dans la forme de la source spectaculaire de Syri i Kalter (l'Œil Bleu) qui apparaît à proximité de la ligne de partage d'eau des deux bassins versants. Cela explique aussi la grande

valeur du déficit d'écoulement (1005 mm) et la faible valeur du coefficient d'écoulement (0.48) de la rivière Drino.

Tableau 27 : Caractéristiques hydrographiques et hydrologiques de la rivière Vjosa

Rivière	Station	Surface (km ²)	Altitude (m)	Debit (m ³ /s)	Précipitation (mm)	Écoulement (mm)	Déficit d'écoul. (mm)	Coefficient d'écoul. (mm)
Vjosa	Biovizhde	2170	1220	60.2	1260	874	386	0.69
Vjosa	Petran	2420	1190	62.2	1210	810	400	0.67
Vjosa	Permet	2810	1160	67.5	1220	757	463	0.65
Vjosa	Dragot	3470	1090	91.4	1320	830	490	0.63
Vjosa	Dorze	5420	963	158	1570	918	652	0.58
Vjosa	Mifol	6680	858	176	1520	829	691	0.55
Drino	Hormova	1300	748	39.0	1950	945	1005	0.48
Bistrice	Krane	108	475	22.9	1800	6679	-	3.71
Shushica	Vodice	587	618	18.9	1870	1014	856	0.54
Kalasa	Blerimas	228	579	6.29	1556	869	842	0.51
Pavlla	Bogaz	337	556	5.86	1553	548	1005	0.35

Tableau 28 : Débits moyens mensuels et annuels de la rivière Vjosa

Rivière	Station	Débit (m ³ /s)												
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	A
Vjosa	Biovizhde	85.4	92.6	82.0	110	85.3	43.5	22.5	15.0	15.2	23.1	53.3	86.4	60.2
Vjosa	Petran	99.3	99.2	94.1	94.3	75.1	40.5	20.5	16.8	16.6	30.4	60.2	100	62.2
Vjosa	Permet	102	106	104	117	83.5	42.5	22.5	17.2	17.3	31.8	63.4	103	67.5
Vjosa	Dragot	117	158	123	117	138	59.2	32.9	23.3	22.6	47.7	130	128	91.4
Vjosa	Dorze	280	259	223	224	167	92.1	53.8	38.3	37.0	65.2	170	285	158
Vjosa	Mifol	328	314	250	123	164	83.9	50.9	45.6	46.4	80.3	206	312	176
Drino	Hormova	84.6	82.5	61.2	44.2	26.1	13.8	8.75	6.22	6.10	13.1	44.9	76.3	39.0
Shushica	Vodice	39.6	34.5	25.3	22.5	16.1	8.24	4.99	4.20	4.81	11.7	25.9	32.5	18.9
Bistrice	Krane	28.5	28.1	27.1	25.0	21.6	19.7	17.7	15.6	16.1	17.7	22.0	25.4	22.0
Kalasa	Blerimas	13.3	16.0	10.4	7.24	3.77	1.47	0.58	0.39	1.92	2.44	6.48	12.5	6.29
Pavlla	Bogaz	13.0	11.9	8.36	5.88	3.44	2.21	1.30	0.84	1.07	2.46	6.99	12.9	5.86

Tableau 29 Débits des crues et des étiages (m³/s) de la rivière Vjosa

Rivière	Station	Surface (km ²)	Débit de crue de probabilité de dépassement de:			Débit du mois le plus sec de probabilité de dépassement de:		
			1%	2%	5%	75%	90%	95%
Vjosa	Biovizhde	2170	1510	1369	1176	11.5	9.32	8.14
Vjosa	Petran	2420	1660	1490	1250	12.5	9.85	8.52
Vjosa	Permet	2810	2143	1897	1562	15.2	13.0	11.7

Vjosa	Dragot	3470	2561	2246	1837	18.5	16.4	15.1
Vjosa	Dorze	5420	4360	3940	3370	30.6	26.6	24.5
Vjosa	Mifol	6680	5570	5040	4340	34.6	29.6	27.0
Drino	Hormove	1300	1641	1464	1218	4.04	2.98	2.52
Shushica	Vodice	587	1473	1273	1010	3.02	2.44	2.13
Bistrica	Krane	108	326	282	224	13.8	11.6	10.5
Kalasa	Blerimas	228	492	429	345	0.99	0.71	0.56
Pavlla	Bogaz	337	573	483	373	0.31	0.18	0.13

Les analyses chimiques des échantillons prélevés dans la rivière Vjosa montrent une haute qualité de l'eau, sauf quelques valeurs élevées de fer et de dureté en amont de la rivière Vjosa et de chlorite dans le torrent de Langarica. Globalement, les eaux de cette rivière sont considérées comme appropriées pour toutes les utilisations.

Table 30 : Teneur en ions des eaux (mg/l) de la rivière Vjosa

Riviere	Station	Ca	Mg	Na	K	HCO ₃	Cl	SO ₄	Σj
Vjosa	Biovizhde	63.05	20.43	4.63	0.60	234.78	14.61	36.33	374.44
P.Carshoves	Carshoves	50.82	20.22	5.57	0.72	235.85	10.33	16.32	339.89
P.Langarices	U.Kadiutes	88.33	22.71	85.92	7.03	239.29	198.86	41.92	684.06
Vjosa	Petran	57.55	16.03	8.17	1.05	183.14	14.59	54.64	335.17
Vjosa	Permet	55.96	16.44	11.02	1.15	183.63	21.61	48.29	338.16
Drino	U.Leklit	80.92	9.48	7.30	0.94	195.47	14.82	72.68	381.161
Vjosa	Dorez	67.86	14.01	12.28	1.15	193.95	29.07	53.01	371.37
Vjosa	Mifol	58.76	13.70	13.70	1.16	179.79	23.07	51.61	341.79

3.2 Régimes hydrologiques

Un certain type de régime hydrologique est défini par les variations interannuelles de l'écoulement. Le temps d'apparition des maximums et des minimums aussi bien que l'amplitude des débits pendant chaque phase d'écoulement dépend de l'origine des eaux et des caractéristiques du bassin versant.

Dans le rapport " Régimes hydrologiques des rivières de l'Europe" (Arnell et al. , 1993) neuf types de régime ont été établis. Les types de régime se réfèrent aux larges régions où ils apparaissent, aux périodes de l'année pendant lesquelles les crues et les étiages sont observés et aux types d'alimentation en eau de rivière (pluies et/ou neige).

Les régimes hydrologiques présentés dans ce rapport se réfèrent à une échelle européenne assez large et dépendent ainsi plutôt des caractéristiques principales climatiques. A une échelle plus petite, les effets d'un climat particulier sur les régimes hydrologiques dépendent fortement des caractéristiques physiographiques du bassin versant. Parmi elles, l'altitude joue un rôle important puisqu'elle exprime, d'une part la variation graduelle verticale d'un macro type climatique et d'autre part, reflète implicitement la configuration du réseau hydrographique, le gradient de la pente de rivière, le sol et sa couverture. Ainsi, la diversité et les particularités des régimes sont liées à l'échelle de temps et de l'espace où l'analyse hydrologique est conduite (V.Al.Stanescu et al. "Régimes européens : diversités et caractéristiques").

Dans cette monographie, on essaie d'analyser les régimes hydrologiques à une échelle assez fine, celle du territoire albanais où se superposent l'influence des climats méditerranéen et tempéré et des caractéristiques physiographiques des bassins versants où l'altitude se révèle être le facteur principal.

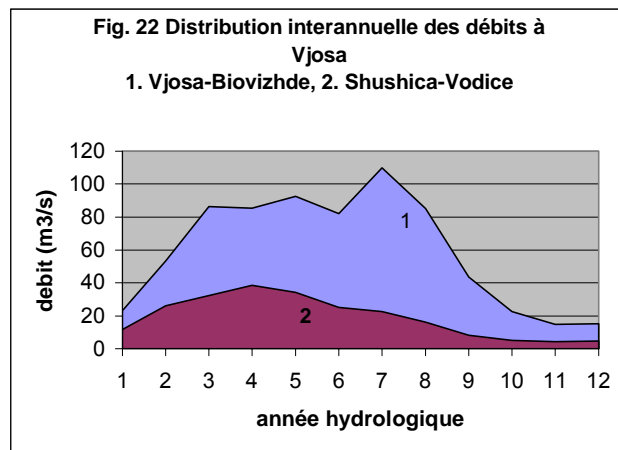
La classification des régimes hydrologiques est basée sur la forme des hydrographes des débits moyens mensuels. Bien que ce type d'hydrographes ne reflète pas l'occurrence des phases

caractéristiques des débits journaliers, il représente assez bien la distribution saisonnière de l'écoulement. Pour cette analyse les données nationales de 50 stations hydrologiques contenues dans la base des données MED-HYCOS ont été utilisées. Pour la classification des régimes, les débits mensuels extrêmes ont été analysés. Les régimes hydrologiques de l'Albanie sont influencés par :

la variabilité climatique de la circulation méditerranéenne ;

la distribution des altitudes des bassins versants.

Comme indice d'altitude, on a choisi l'altitude moyenne H du bassin versant. Pour analyser l'influence de l'altitude sur le temps d'apparition des maximums mensuels on a représenté dans la figure 22 la distribution interannuelle des débits pour deux sous bassins situés dans le bassin versant de la rivière Vjosa de même latitude géographique : Vjosa à Biovizhde (H=1220m) et Shushica à Vodice (H=618m).



L'analyse de cette figure montre une différence apparente entre les deux sous-bassins. Le sous-bassin de la rivière Shushica, situé dans la partie basse de Vjosa, est entièrement sous l'influence de la circulation méditerranéenne. Dans le même temps, du fait de son altitude assez basse (618m), le régime est purement pluvial et on observe seulement un maximum au mois de janvier. Par contre, pour le sous-bassin de Vjosa à Biovizhde, situé à l'amont du bassin de Vjosa, on observe un maximum en décembre et un autre en février causés par l'abondance des pluies ainsi qu'un maximum maximum en avril-mai. Ce dernier correspond à une combinaison de pluies abondantes méditerranéennes pendant avril-juin avec la fonte de neige pendant la même période liée à la montée rapide de la température de l'air. Il faut noter ici que dans la partie haute de la rivière Vjosa se situent les montagnes de Pindi d'altitude supérieures à 2000 m où les précipitations sous forme de neige sont abondantes ; ce qui explique aussi la valeur assez grande de ce débit maximum.

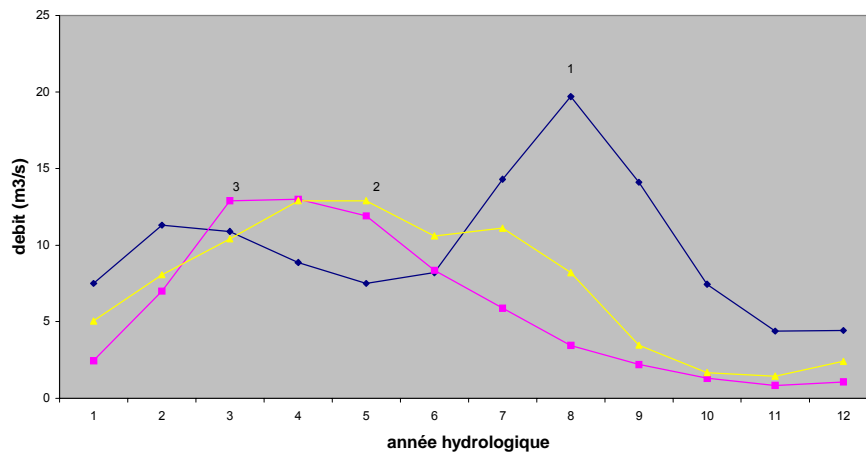
L'exemple du bassin de la rivière Vjosa représente un cas extrême où dans le même bassin, on trouve des régimes hydrologiques assez différents. Néanmoins, des situations similaires existent dans les autres bassins versants de l'Albanie où on observe un déplacement des maximums de l'hiver vers les mois du printemps quand on monte en altitude. Ce déplacement est généralement causé par le décalage en temps de la fonte de neige des différentes parties du bassin versant.

Une analyse des distributions interannuelles des débits de l'ensemble des rivières albanaises cas par cas et en prenant en compte aussi bien la régionalisation climatique que la carte hypsométrique du pays a permis de réaliser une classification générale des différents régimes hydrologiques. A la base de cette classification, interviennent l'altitude moyenne de bassin versant et la distance de la mer comme les facteurs principaux qui influencent les régimes hydrologiques des rivières albanaises.

Dans la figure 23 se présente la distribution interannuelle des débits de trois rivières, chacune étant représentante d'une zone hydrologique particulière :

- la rivière Valbona à Dragobi, située au Nord du pays à une altitude de 1600m,
- la rivière Erzeni à Ibe, située dans la partie centrale du pays, à une altitude 819m
- la rivière Pavla, située dans la zone côtière ionienne, au sud du pays, à une altitude de 556m.

Fig. 23 Distribution annuelle des débits.
1-Valbona-Dragobi, 2- Erzeni-Ibe, 3- Pavla-Bogaz



L'analyse de cette figure révèle trois régimes hydrologiques différents :

- le régime des rivières des montagnes, où les parties plus hautes des bassins versants, d'altitude supérieure à environ 1000 m situées, en règle générale, au Nord et à l'Est du pays. Ce régime se rapproche plutôt du régime nivo-pluvial. Il est caractérisé par deux maximums : le premier est observé pendant les mois novembre-décembre, causé par les fortes pluies méditerranéennes. Le deuxième maximum est observé au mois de mai ; il est plus grand que le premier et il est causé par la fonte de neige combinée avec les pluies méditerranéennes d'avril-juin. Le régime est caractérisé aussi par deux minimums : le premier est observé au mois de février et le deuxième, plus faible, est observé pendant les mois d'août-septembre.
- le régime des rivières de piedmont, où les parties intermédiaires des bassins versants, d'altitude 600-1000m, se situent, en règle générale, le long de la partie centrale du pays, au-dessous de la rivière Drini. Ce régime se rapproche plutôt du régime pluvio-nival et est caractérisé par un maximum lié aux pluies de janvier-février, et un autre plus faible lié aux pluies de mai-juin, combiné avec une fonte de neige moins importante par rapport à la première zone. Il y a un minimum à la fin d'été (août).
- le régime des rivières des coteaux et de la plaine, aussi bien que les parties plus basses des bassins versants, d'altitudes inférieures à 600m, situées dans la Plaine Occidentale et au Sud du pays. Le régime est typiquement méditerranéen, avec un maximum observé pendant les mois décembre-janvier et un minimum, observé pendant les mois juillet-août-septembre.

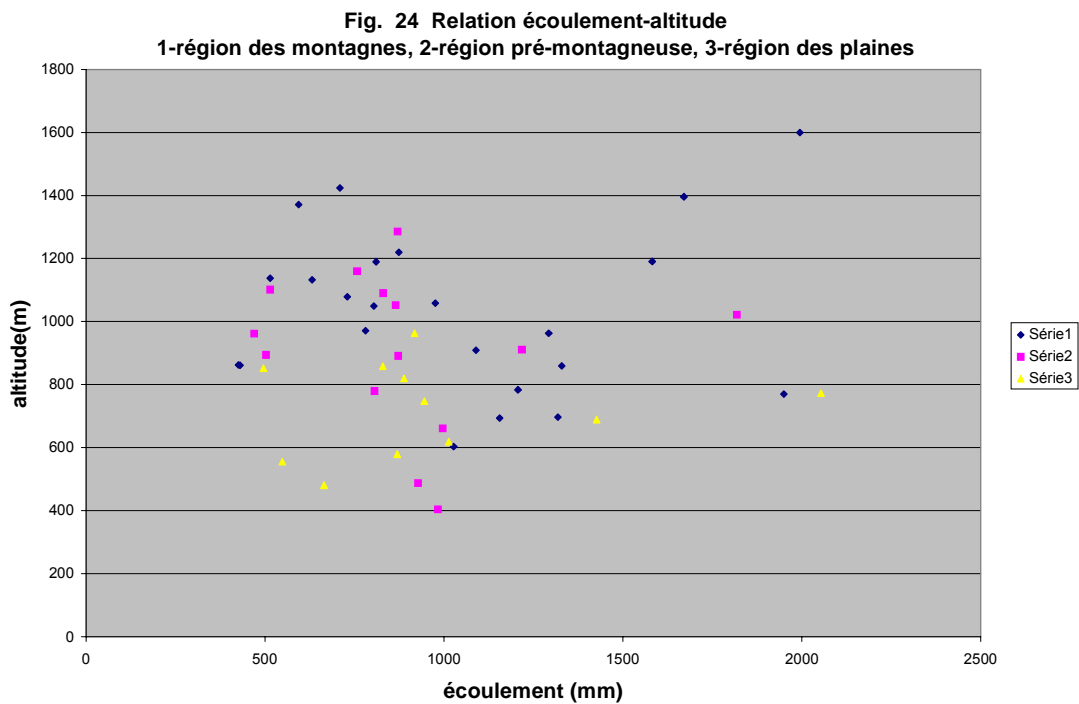
3.3 Régionalisation de l'écoulement

Dans beaucoup des pays en développement, l'information hydrologique est souvent incomplète en raison du manque d'homogénéité dans la distribution des réseaux hydrométriques, du manque de séries suffisamment longues notamment sur les petits bassins versants, du faible volume des données enregistrées et enfin en raison du manque de moyens financiers qui fréquemment paralyse les activités en hydrologie opérationnelle.

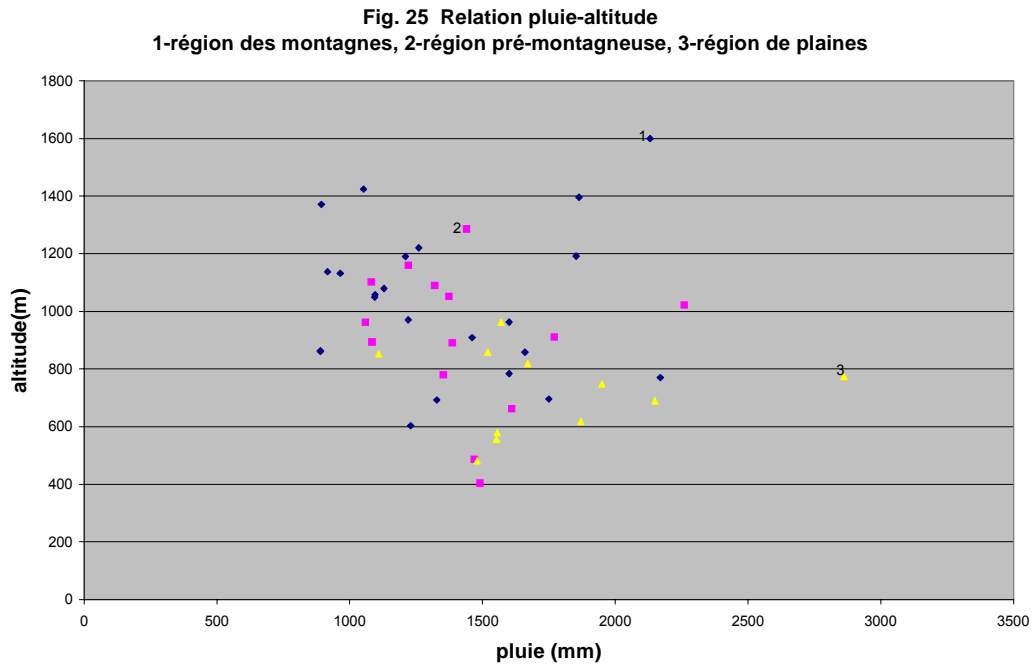
La régionalisation est un ensemble de procédures qui cherchent à exploiter au maximum les données existantes dans une région, dans le but d'estimer une variable hydrologique en un bassin versant qui ne dispose pas de données mesurées. Elle permet de plus la critique d'une part de l'information existante.

En Albanie, les principales activités concernées par le développement des ressources en eau et leur impact sur l'environnement sont l'approvisionnement en eau, l'irrigation, le contrôle des crues, le maintien de la qualité des eaux, la préservation de la biodiversité, etc. Pour ces activités liées à la gestion et la préservation des ressources hydriques et l'environnement, la connaissance hydrologique est nécessaire pour la planification et la gestion des interventions.

Compte tenu de la classification des régimes hydrologiques présentés ci-dessus et de l'analyse de l'influence d'altitude sur les éléments du bilan hydrologique (écoulement, déficit d'écoulement) ainsi que la relation pluie-débit, on a essayé d'établir une régionalisation hydrologique du pays. Pour cette raison, l'influence des différents facteurs de l'écoulement a été analysée, tout d'abord celle de l'altitude des bassins versant (fig.24). Cette figure montre qu'il n'existe pas de corrélation apparente entre l'écoulement et l'altitude ce qui, à première vue, va contre un principe généralement accepté. Mais si on analyse la distribution spatiale des précipitations sur le territoire albanais on peut constater que les versants exposés vers l'ouest et vers le sud-ouest reçoivent plus de précipitations que les versants exposés vers l'est. Ceci s'explique par la direction ouest-est de la trajectoire des cyclones qui traversent le territoire de l'Albanie. Par conséquent, dans les bassins versants, ayant la même altitude moyenne, on observe différentes hauteurs de précipitations. De ce fait, il ne peut pas y avoir de relation entre la pluie moyenne sur le bassin et l'altitude moyenne du bassin (fig.25).



Par contre, si on analyse la relation pluie-débit, on constate qu'il y a des coefficients de corrélation assez élevés ($R^2 = 0.94, 0.96, 0.89$), surtout à l'intérieur des différentes régions. Ceci peut s'expliquer par la réduction apparente du déficit d'écoulement (ou d'évaporation) avec l'altitude ou la température



moyenne du bassin (fig. 26) .

Pour la même raison, on constate une certaine corrélation du coefficient de l'écoulement avec altitude du bassin versant (fig. 27).

Fig. Relation pluie-debit

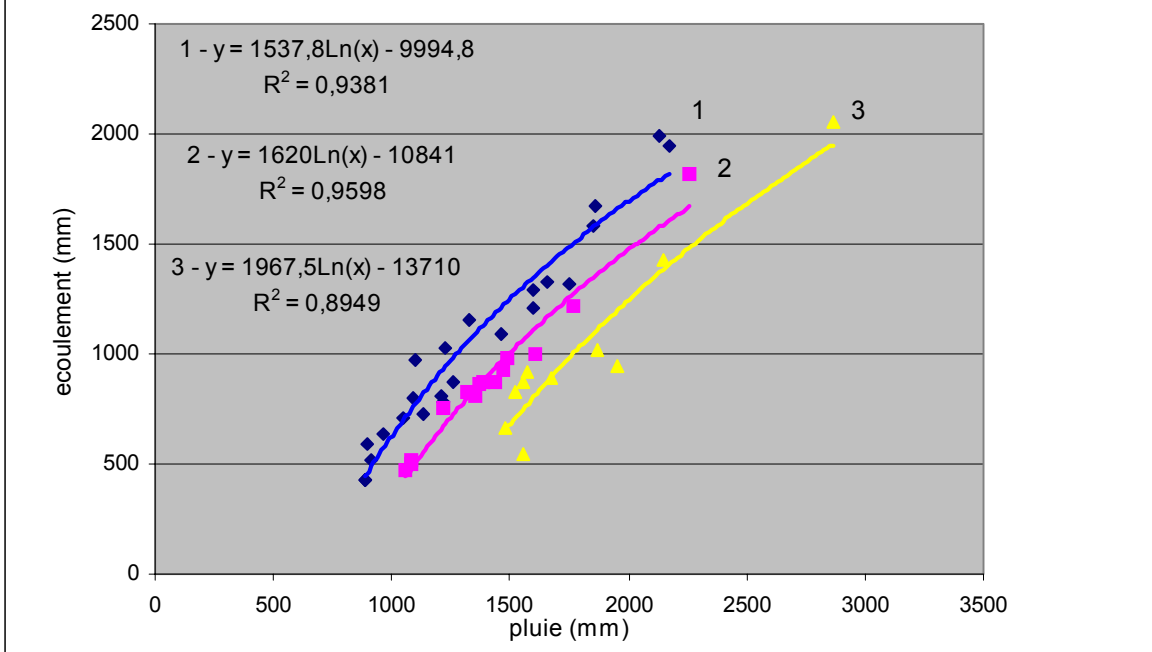


Fig. 27 Relation coefficient d'écoulement-altitude

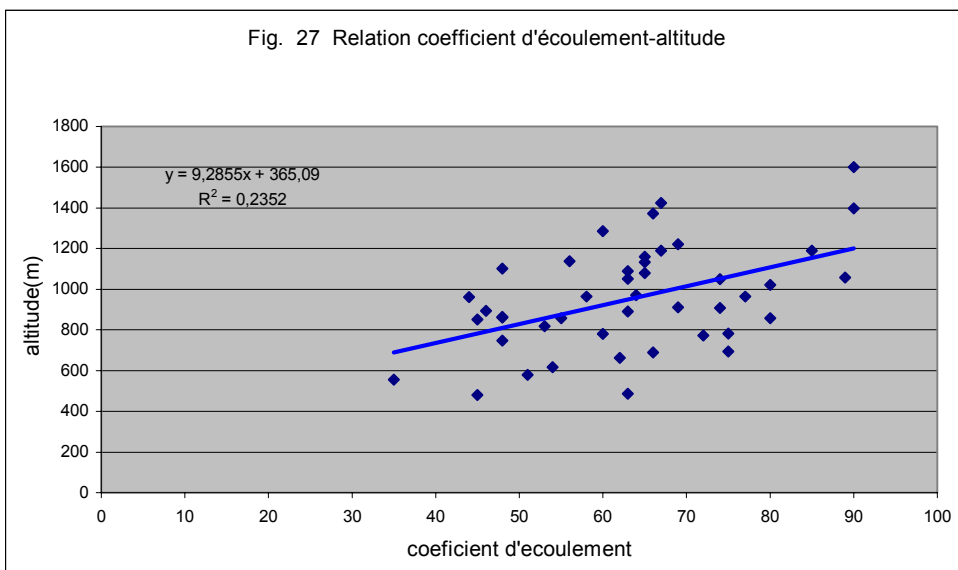
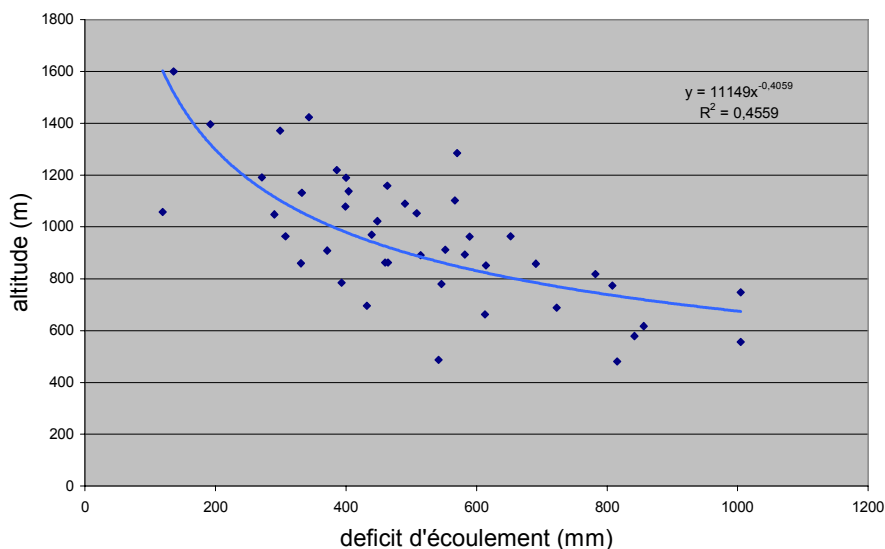


Fig. 28 Relation déficit d'écoulement-altitude



En résumé, on peut dire que le territoire albanais peut être divisé en trois régions hydrologiques qui diffèrent de l'une de l'autre par des valeurs différentes de certains paramètres hydrologiques:

(1) - La première région correspond grosso modo à la région climatique méditerranéenne des montagnes et elle embrasse les bassins de Drini Bardhe et Drini Zi, le bassin de Drini jusqu'à la rivière Kiri à l'Ouest et le torrent de Gomsiqe au sud. Elle inclue aussi le bassin de Fani, la partie haute de Mati jusqu'à Klos et la Provence Montagneuse du Centre comprenant les parties les plus hautes des rivières de Tirana, Terkuza et Erzeni. Plus au sud, elle inclue aussi la partie haute de Shkumbini jusqu'à Qukes, les parties hautes de Devolli et Osumi, ainsi que la partie haute de Vjosa jusqu'à Carshova. Elle se caractérise par un régime plutôt nivo-pluvial, par des valeurs faibles du déficit d'écoulement (300-450mm), et assez élevées du coefficient d'écoulement (0.65-0.90).

(2) - La deuxième région correspond à la région climatique méditerranéenne des coteaux ; elle embrasse les piémonts et les coteaux jusqu'à la frontière de la Plaine Occidentale à partir de la partie haute de la rivière Kiri au Nord jusqu'à la rivière Vjosa, avant qu'elle rejoigne la rivière Drino. Elle inclue les petites rivières de Gomsiqja, Gjadri, la partie centrale de Mati avant la jonction de Fani et Mati, la rivière Gjolja, la rivière Erzeni jusqu'à Peza, la rivière Shkumbini entre Qukes et Elbasan, la rivière Semani avant la jonction de Devolli et Osumi et la rivière Vjosa de Carshova jusqu'à la jonction avec Drino. Elle se caractérise par un régime plutôt pluvio-nival, avec des valeurs moyennes du déficit de l'écoulement (450-600mm) et des coefficients d'écoulement (0.50-0.70).

(3) - La troisième région qui coïncide, en général, avec la région climatique méditerranéenne des plaines comprend le reste du pays jusqu'à la ligne côtière de la mer Adriatique et Ionienne. Elle se caractérise par un régime pluvial, par des valeurs assez fortes du déficit d'écoulement (600-900mm) et des valeurs basses du coefficient d'écoulement (0.35-0.5).

4. Eaux souterraines

Les eaux souterraines en Albanie sont présentes dans les roches de différents âges, du Paléozoïque au Quaternaire et elles sont d'une grande importance parce qu'elles constituent la seule source d'eau potable dans le pays.

Selon leur capacité de rétention, elles peuvent être divisées en trois groupes principaux.

- Aquifères poreux et composés d'eau douce ;
- Aquifères avec des fissures, des caractéristiques karstiques ou une combinaison des aquifères poreux et des fissures ;

- Roches fissurées et poreuses qui forment des stockages limités ou très pauvres en eaux souterraines.

Selon leur extension et leur capacité de rétention, les aquifères peuvent être classifiés en sous-groupes comme ci-dessous :

4.1 Aquifères poreuses et douces

4.1.1 Aquifères larges d'une haute capacité de rétention

Ils se représentent par des roches de sable très grossier et des graviers de quaternaire couverts ou non couverts par de strates et d'une pénétrabilité faible.

Il y a un lien hydraulique étroit entre les eaux de surface et les eaux souterraines.

Le rendement moyen varie de 200-400 m³/jour à 800 m³/jour. L'eau est en générale fraîche et douce. Les réserves exploitables de ces eaux sont énormes ; le débit des puits varie de 10 à 100 l/s.

4.1.2 Aquifères d'extension limitée ou moyen ou de capacité variable de rétention

Ils se trouvent dans des roches sableuses, des graviers, des gros rochers, des matériels fissurés et dans les brèches inclinées du quaternaire. Le lien entre les eaux de surface et les eaux souterraines n'est pas étroit et la transmissibilité est variable.

L'eau est fraîche et douce. Les ressources en eau sont rarement importantes, ils peuvent être utilisés par des sources ou par des puits dans les champs alluviaux d'inondation des rivières et dans les connus de déjection.

4.2 Aquifères avec des fissures ou d'autres accidents

4.2.1 Aquifères larges d'une haute capacité de rétention

Ils sont représentés par toutes les sortes de roches calcaires : conglomérats et karstifiés, stratifiés et karstifiés d'une manière massive, stratifiés et fracturés, dolomites fracturées et karstifiés, silices, métamorphiques, carboniques ou marbres.

Ils appartiennent aux âges du Triasique au Paléogène. Ils forment plusieurs bassins karstiques importants d'où sortent des sources très importantes de débit variable. Dans les zones karstiques, ils ont un coefficient moyen d'infiltration effective de 0.6 - 0.7 .

Dans les parties découvertes des roches karstiques, les eaux souterraines sont douces tandis que dans les zones couvertes par des flyschs et des molasses (comme dans le bassin près de l'Adriatique ou de Tirana) elles sont saumâtres ou salées. Souvent, ce sont des eaux thermo-minérales riches en gaz sulfurique ou en méthane.

L'hétérogénéité des roches ne permet pas de prévoir les débits des puits. Ces eaux peuvent être utilisées uniquement par l'exploitation des sources.

4.2.2 Aquifères larges d'une capacité moyenne de rétention

Ils sont représentés par des roches calcaires litotamniques stratifiées avec des roches métamorphiques et conglomérats, des roches sablo-argileuses et des alévolites qui appartiennent au Triasique et au Péléogène-Néogène.

Les aquifères fracturés et les aquifères poreux ont des différentes réserves en eau souterraine. La valeur moyenne de la transmissivité pour des différentes strates varie autour de 50 m³/jour. Les aquifères sont sous pression et larges. Les forages dans ces aquifères donnent des puits artésiennes d'un débit de 0.1 à 10-15 l/s.

Les eaux souterraines d'une profondeur de 300 à 400 m sont fraîches et dures. Plus profondément (particulièrement dans la cote ionienne et à Kruja), elles sont salées, souvent thermo-minérales, riches en gaz sulfuriques et méthane et parfois même en brome et iode.

L'utilisation des eaux souterraines de ces strates est possible par des forages et moins fréquemment par des sources.

4.3 Roches de réserves locales ou aux ressources limitées

4.3.1 Roches fracturées de réserves locales en eau, roches à réserves faibles ou moyennes

Elles sont représentées par des roches intrusives ultrabasiques, basiques, acides ou moyennement acides qui appartiennent aux âges du Premier Crétacé.

La capacité de rétention dépend de la quantité des failles dans les roches ; les zones de démolition tectonique sont distinguées par leur disponibilité en eau. Dans ces zones, le débit moyen ponctuel est de 2 l/s, mais il peut atteindre jusqu'à 10 l/s dans les puits et 70-100 l/s dans les galeries.

En général, ces eaux souterraines sont fraîches et douces et elles peuvent être mobilisées par des sources ou par des puits.

4.3.2 Roches fracturées et poreuses de stockage locaux en eau et de faibles réserves

Elles sont représentées par des roches volcaniques basiques et moyennement acides, des roches volcaniques-sédimentaires, des roches calcaires lithotamniques et des roches sableuses de l'argile et alevrolites. Elles appartiennent aux âges du Trasiq-Jurassique et du Paléogène-Néogène.

La capacité de rétention de l'eau de ces roches est en général faible. Le débit moyen des puits dans ces strata est moins de 0.5 l/s. L'eau est fraîche et d'une dureté moyenne ou haute.

4.3.3 Roches très pauvres en eaux souterraines

Elles sont représentées par différentes roches métamorphiques ou volcaniques, gypses, des conglomérats métamorphiques sableux, des dépôts de flyschs (sableux, conglomérats, calcaires avec argiles et alevrolites), des dépôts argileux et des roches sableuses avec intrusion des graviers ou autres matériels fracturés. Elles appartiennent aux âges du Permian au Quaternaire.

Les eaux souterraines apparaissent sous forme de très petites sources. Leur mobilisation par les puits n'est pas efficace. Dans ce type de roches, l'eau souterraine peut être trouvée dans les strates de sable ou de roches sableuses.

4.4 Les unités hydrographiques principales

Actuellement, on ne connaît guère la disponibilité réelle et la capacité d'extraction des eaux souterraines à l'échelle nationale. On a observé des signes d'intrusion d'eau salée dans les aquifères de la côte de la mer Adriatique, près des villes Laç et Lushnja, probablement causée par leur surexploitation.

Selon les conditions locales, les eaux souterraines sont exploitées par des puits creusés principalement dans les plaines et les vallées ou par des sources plus fréquentes dans les zones de coteaux et de montagnes. En Albanie, comme c'est fréquemment le cas, et en particulier dans les larges zones karstiques, le bassin versant des rivières ne coïncide pas avec les unités souterraines. Néanmoins, dans cette étude, les ressources souterraines seront présentées selon les bassins versants des rivières, afin d'établir une comparaison de leurs disponibilités et de leurs utilisations.

4.4.1 Le bassin de Drini

Dans le bassin de Drini, on peut définir trois aquifères principaux :

- le premier se situe au nord de la ville de Shkodra et le long du lac de Shkodra, dans les districts de Shkodra et Malesia e Madhe. Il inclue les puits de Dobraç, qui fournissent la ville de Shkodra avec un débit de 80 l/s d'une eau de bonne qualité. Il n'existe pas une information quantitative pour l'autre partie de cet aquifère, mais des données qualitatives montrent que l'alimentation en eau potable de Koplik et de sa région à partir de cet aquifère n'est pas satisfaisante en qualité et quantité. D'autres sources de l'eau potable sont en train d'être prospectées.

- un deuxième aquifère se situe à l'Ouest de la partie basse de la rivière Drini, en aval de Shkodra ; il n'existe pas d'information qualitative ou quantitative pour cet aquifère.
- dans le district de Has, l'alimentation en eau potable est obtenue par des puits mais il n'existe pas de données sur leurs ressources.

La plupart des eaux souterraines dans le bassin de Drini provient de sources, dont 65 ont un débit en saison humide supérieur à 100 l/s, principalement dans les districts de Malesia e Madhe, Tropoje, Kukes, Diber et Bulqize. Les eaux de ces sources sont en général de bonne qualité avec un débit assez stable et une dureté basse (dans la plus part des cas 5-8 degrés allemand).

Tableau 31 : Teneur en ions des eaux souterraines (mg/l). Bassin de Drini

Region	Puits		pH	Ca	Mg	K+Na	HCO3	CO3	Cl	SO4	NO2	NO3	Fe
Shkodra	Dobraç 7c,9c,24	Min	7.9	42.6	8.6	5.3	196.4		7.1	12.3	t	5.2	0.1
		Max	8.3	52.1	16.6	24.8	219.6			16.5		10	
	7c	Min	7.4	27.7	12.4	2	189.1		7.1	11.1		4.8	
		Max	7.7	50.4	16.7	21.1	92.1			11.5		5.6	
	9c	Min	7.4	51.2	8.2	8.3	192.1		7.1	11.9		5.6	
		Max	8.2	52.4	15.2	13.8	213.5		10.6	16.4		6.4	
	2	Min	7.1	51.2	10.2	6.6	198.2		7.1	10.3		4.8	
		Max	7.7	57.4	11.3	8.5	219.6		7.8	13.2			

t-trace

4.4.2 Le bassin de Mati

Dans le bassin de Mati, il y a seulement une aquifère qui est répandu de Lezha au nord, jusqu'à Mamuras au sud, sur les terres asséchées des marécages (assainissement) pendant les 50 dernières années.

Les valeurs du débit de l'eau extraite des puits varient de 0.1 l/s à plus que 80 l/s, mais la quantité et la qualité varient énormément selon leur localisation :

- les puits dans le nord du bassin, près de Lezha, ont des débits assez importants d'une qualité plus ou moins bonne ; l'excès de chlorite et les valeurs hautes de pH montrent la présence d'eau salée d'origine marine introduite dans l'aquifère à cause d'une baisse excessive de la nappe souterraine. Afin d'éviter davantage l'introduction de l'eau de la mer dans l'aquifère, il faut minimiser l'exploitation de la nappe jusqu'à ce que des études plus précises soient effectuées pour définir les débits de sécurité à ne pas dépasser en chaque point de la nappe.
- les puits situés au sud de Mati, près de Laç, montrent de faibles valeurs de débit d'extraction et en général une intrusion d'eau salée. Ici aussi, il convient d'effectuer le plus tôt possible des études pour estimer les débits réels d'extraction.

Dans le reste du bassin, les eaux souterraines apparaissent comme des sources, dont le débit d'hiver est supérieur à 100 l/s, principalement dans le district de Mati où on trouve la source de Uraka, une des plus importantes en Albanie avec un débit qui arrive à 20 m³/s. La plupart des sources donne des eaux douces et de bonne qualité mais leurs débits varient énormément pendant l'année. Certaines d'entre elles tarissent en été.

Tableau 32: Teneur en ions des eaux souterraines (mg/l). Bassin de Mati

Region	Puits		pH	Ca	Mg	K+Na	HCO3	CO3	Cl	SO4	NO2	NO3	Fe
Lezha	Shenkoll 1	Min	7.5	26.1	9.2	29.7	165.9		7.1	32.5	t	t	0.2
		Max	7.8	34.6	14.6	31.3			10.7	62.1		1.6	0.5
	Talje 1	Min	8.1	14.5	17	11	129.3		7.1	13.2		t	0.2
		Max	8.1	16.4	19.3	13.6	137.9			25.1			

	Rije 54	Min	8.7	5	1.8	60.5	168.4	6	16	18.5	t	t	0.3
		MAx	9	10.6	7.6	164	189	12	106.4	49.4			
	Rije 1	Min	8.6	4	2.4	86.5	137.9	12	30.2	17.7	t	t	0.1
		Max	9	5	5.1	107.6	169.6	20.4	60.4	22.6	0.2		
Laç	19	Min	7.4	15.7	23	339	209.8	6	561	61.7	t	t	t
		Max	8.8	124.2	89.2	421	329	30	646	83.9	1.8	2.4	
	20	Min	7.4	24	50.2	377	305	4.8	575	68.8			t
		Max	8.4	66	74.4	455.4	355.5	12	639	146			
	21	Min	7.8	12.7	6.6	155	302.5	6	94.1	38.7		t	
		Max	9.1	19.6	31.8	267.2	414.8	36	186.4	73.2		0.8	
	22x	Min	7.4	25.5	57.6	296.5	367.2	t	597	115	t	t	
		Max	8.7	153.6	166	382	466.6	18	639	278		4.4	

t-trace

4.4.3 Le bassin de Erzeni-Ishmi

Ce bassin représente deux aquifères principaux : un aquifère le long de la rivière Erzeni et l'autre le long la rivière Ishmi. L'aquifère qui suit la course de la rivière Ishmi et ses affluents est largement exploité :

- en aval de l'aquifère près de Fush Kruja, les débits des puits ont des valeurs de 0.5 l/s à 20 l/s avec une qualité acceptable de l'eau ; dans quelques cas, on observe une concentration excessive du fer ou de nitrites ou encore des eaux affectées d'une forte dureté ;
- en amont de l'aquifère, autour de Tirana, les débits des puits dépassent parfois 100 l/s et leur qualité est hautement variable ; souvent on a observé une concentration excessive en fer et en nitrates ; les sulfates sont aussi observés, mais la qualité des eaux dans les puits utilisés pour l'eau potable est en général acceptable ;
- l'aquifère de Erzeni n'est pas utilisé à grande échelle ; on ne dispose pas d'information sur la qualité ou la disponibilité de l'eau.

Dans le bassin de Erzeni-Ishmi, il y a peu des sources de grand débit ; quelques-unes près de Kruja ont une haute dureté, tandis que les sources près de Tirana (les sources de Selita et de Shenmeri) ont des débits d'eau assez grands d'une qualité excellente et sont utilisées pour fournir la capitale en eau potable.

Tableau 33 : Teneur en ions des eaux souterraines (mg/l). Bassin de Erzeni-Ishmi

Region	Puits		PH	Ca	Mg	K+Na	HCO3	CO3	Cl	So4	NO2	NO3	Fe
Kruje	F.Kruje	Min	6.7	9	13	12	85	T	7	6	t	t	
	Gjeç 1	Max	8.5	70	99	86	546	18	54	30	1.4	36	
	Airport 2	Min	6.9	32	39	1.8	336	T	11	5	t	t	
		Max	8.3	89	79	88	702	12	28	30	3.2	34	
	F.Kruje Larushk 4	Min	7	8	36	9	235	T	7	1.1		t	
		Max	8.5	83	70	49	451	24	32	56		13.2	
	U.Gjoles F.Kruje 6	Min	6.9	7.9	17.5	0	150	T	7.1	T	t	t	
		Max	9.1	27.6	46.9	50.2	259	24	63.9	34.5		11.2	
	F.Kruje 7	Min	7.5	8.9	16.8	8	165	T	8.5	4.9	t	t	t
		Max	8.8	55.9	47.2	35.4	335	18	21.3	48.6		15.2	0.4

	U.Gjoles 8	Min	7.6	3.9	19	83	54.9	T	7.1	T		T	
		Max	8.9	23.4	37.5	50.1	201	33	17.7	42.8			
	Bilaj	Min	7.3	27.5	27.7	2.1	277.5	3	8.2	9	t	T	
	F.Kruje 9	Max	8.7	64.3	53	37.5	323	24	17.7	67.6			
	Murgine	Min	7.1	27.7	33.3	4.4	253	T	14.2	34.6	t	T	t
	F.Kruje 11	Max	8.9	86	57	42	436	27	17.7	58.4			
Tirana	N 39/87	Min	7.2	107	27.3	39.3	46.6		28.4	79.4		6	0.2
		Max	7.6	114	33.1	63.2	446.5		37.3	83.1		13.6	
	n.52	Min	7.5	60.7	26	20.9	85.5		16	9.4		t	t
		Max	8.1	78.8	27.8	34.3	316.2		24.9	27			0.1
	n.31/87	Min	7.2	98	8.4	62.3	420.9		21.3	69.1		3.2	0.1
		Max		101	18	76.3	424.6		23.1	72		8	2.7
	Mezes	Min	7.0	27.4	1.8	30.4	396.5		28.4	32.9		t	
	n. 60	Max	7.6	107	42.2	78.7	427		39.2	43.6		3.6	
	n. 24/87	Min	7.2	99.6	19.5	66.5	439.2		28.4	61.4		12	0.4
		Max	7.3	100		71.5	440.4		30.1	70.4		13.6	
	n. 23/87	Min	7.4	102	8.0	70.3	433.1		21.6	61.7		7.2	0.1
		Max		107	9.0	82.1			26.6	65.0			
	Mezes n.6	Min	7.3	100	20.0	11.5	377		4.9	11.1		18.4	0.1
		Max	7.9	119	28.9	36.5	445		24.8	26.6		36.0	
	Kamez N.	Min	7.3	100	21.9	87.9	445.3		46.1	104		t	0.3
	25/87	Max		100	27.8	93.4	447.7			110			
	n.3		7.9	80.7	24.8	39.1	322.1		28.4	80.7	0.1	2	0.5
	n.2/86		8.6	38.4	21.3	23	186.6		12.4	58.4	t	2.8	0.2
	n.72/87		7.2	117	20.7	65.8	463.6		35.5	69.5		22.4	0.3
	Lapraka	Min	7	14	0.6	51	448.3		26.6	68.3		t	
	n.57	Max	7.8	154	29.2	76.6	494.1		35.5	83.2		38.4	

4.4.4 Le bassin de Shkumbini

Dans ce bassin il y a trois aquifères importants :

- sur la rive droite près de Rogozhina et Kavaja, il y a un aquifère d'intérêt local, dont on ne dispose pas des données concrètes ;
- sur la rive gauche, jusqu'à Lushnja, il y a un aquifère qui fournit la ville ; la source traditionnelle de Konjat donne des eaux de bonne qualité, mais les eaux des puits récemment creusés près de Cerma (sur les rives de Shkumbini) ne sont pas satisfaisants et des problèmes d'odeur sont présents. Par contre, le débit de la source est assez important est dépasse la valeur de 160 l/s. Cet aquifère est situé sous les zones asséchées des marécages, comme celles près de Laç et Lezhe ; pour cette raison, des études particulières sont nécessaires afin de les utiliser d'avantage.
- autour Elbasani, sur les deux rives, les eaux souterraines sont très abondantes et les sources ont des débits assez importants qui dépassent les 100 l/s ; leur qualité est en générale bonne, mais on observe parfois une concentration haute en sulfates qui n'empêcherait cependant pas leurs usages à des fins urbaines, industrielles ou agricoles.

Dans le bassin de Shkumbini, il y a 18 sources principales, à l'amont de la rivière mais aussi près de la ville de Elbasani, souvent avec des débits variables et d'une dureté moyenne.

Tableau 34 : Teneur en ions des eaux souterraines (mg/l). Bassin de Shkumbini

Region	Puits		pH	Ca	Mg	K+Na	HCO3	CO3	Cl	SO4	NO2	NO3	Fe
Elbasan	Vidhas 1	Min	7.5	28	30	7	195	t	11	32	t	t	
		Max	8.4	76	52	59	348	24	51	102	t	64	
	2	Min	7.4	7	13	3	128	6	7	7	t	t	
		Max	8.4	51	32	40	247	12	14	67		3.2	
	3	Min	7.6	15	21	15	213	T	11	22	t	t	
		Max	9	5	52	50	393	18	20	66		10.4	
	4	Min	7.4	16	29	14	152	T	12	40		4	
		Max	8.9	79	64	87	414	12	39	94		14	
	5	Min	7	17	0.6	1.2	76	T	5	6		t	
		Max	8.7	37	29	53	207	6	14	67		2.8	
	6	Min	7	14	5	3.7	79	3	7	7	t	t	
		Max	8.6	79	64	61	427	27	20	119	1.2	10	
	7	Min	7	20	4	3	82	12	9	9	t	t	
		Max	8.9	64	57	101	369	66	25	61	0.5	6.4	
	8	Min	6.9	37	34	0	244	T	7	42	t	t	
		Max	8.1	74	56	43	397	36	18	123		20	
	Krasta Madhe 2		7.8	20	7	240	t	7.5	18		t		
	Jagodina	Min	7.4	23	20	3	159	10	7	14	t	t	
		Max	8.9	52	47	28	288	24	16	31			

4.5.5 Le bassin de Semani

Le bassin de Semani où il y a deux aquifères principaux, est bien connu pour les ressources limitées des eaux souterraines :

- l'un des aquifères couvre la plupart de la plaine de Korça ; les puits dans cette zone ont des débits moyens (quelques litres par seconde) et leur qualité est souvent bonne (ils fournissent de l'eau potable la ville de Korça), bien que, dans quelques cas on trouve des quantités excessives de fer, de nitrites et de nitrates, probablement dues à l'activité intensive de l'agriculture dans la région;
- l'autre aquifère se trouve dans la vallée de Osumi près des villes de Berat et de Kuçove ; leur débit est suffisant localement pour l'alimentation en eau potable, mais la qualité de l'eau n'est pas conforme aux normes officielles du pays.

Dans ce bassin, de l'origine de la rivière à son embouchure, 18 sources ont été identifiées ; la plupart d'entre elles ont des débits assez variables et la dureté varie énormément (en particulier à Korça et à Berat).

Tableau 35 : Teneur en ions des eaux souterraines (mg/l). Bassin de Semani

Region	Puits		pH	Ca	Mg	K+Na	HCO3	CO3	Cl	SO4	NO2	NO3	Fe
Fier	Kafaraj 1	Min	7.6	35	40	25	142		50	46			
		Max		92	79	51	427		89	54			
	21	Min	7.3	39	26	21	360	18	78	48			
		Max	8.4	89	69	77	430	30	94	85			
	20	Min	7.4	29	24	1.3	239	T	32	41			
		Max	8.3	72	50	51	293	18	39	81			

	19	Min	7.4	26	16	2.3	195	6	25	50			
		Max	7.9	59	36	34	217	12	39	84			
	8 ^E	Min	7.3	21	25	24	265		32	40			
		Max	7.8	73	60	50	317		43	82			
	7	Min	7.3	67	29	26	275		31	43			
		Max	7.6	70	31	34	296		36	83			
	4E	Min	7.1	35	30	16	293	6	7.1	6.6			
		Max	7.9	70	59	52	321		91	95			
	3	Min	7.3	35	22	27	183	15	34	54			
		Max	8.3	60	34	59	305		39	66			
	2R	Min	7.3	45	41	19	305		39	37			
		Max	7.8	59	46	29	326		41	54			

4.5.6 Le bassin de Vjosa

Le bassin de Vjosa est très abondant en eaux souterraines. On y trouve trois aquifères importants :

- l'aquifère le long de la partie basse de la vallée de Vjosa. Les sources de Karafaj fournissent la ville de Fier avec un débit supérieur à 1 m³/s d'une eau de bonne qualité. Les champs des puits de Novosele près de Vlora, ont aussi des débits importants (jusqu'à 80 l/s) d'eau de bonne qualité, bien que dans quelques cas la présence de nitrites et de nitrates soit observée en quantité importante;

- l'aquifère autour de Saranda et de Butrinti fournit une partie de l'eau potable de la ville de Saranda d'un débit de 100 l/s d'une eau de très bonne qualité ;
- l'aquifère dans la vallée de la rivière Drino autour de Gjirokastra fournit une partie de l'eau potable de la ville de Gjirokastra. L'eau est de très bonne qualité avec un débit de 40 à 90 l/s.

Dans le bassin de Vjosa, 17 sources importantes ont été identifiées. Pour la plupart des sources, le débit est assez stable. 12 sources ont un débit supérieur à 1 m³/s. Dans ce bassin se situent les plus importantes sources du pays comme celle de Syri i Kalter (l'Oeil Bleu), avec un débit de 20 m³/s, la Source de Kelcyra, Uji i Ftohte (l'eau Froide) près de Tepelena etc. L'eau est de très bonne qualité et la dureté prend des valeurs moyennes ou basses à l'exception des côtes de la mer Ionienne où elle a des valeurs de 20-30 degrés allemand.

Tableau 36 : Teneur en ions des eaux souterraines (mg/l). Bassin de Vjosa

Region	Puits		pH	Ca	Mg	K+Na	HCO3	CO3	Cl	SO4	NO2	NO3	Fe
Vlore	Novosele 1	Min	7.6	33	22	8	186	t	32	44			
		Max	8.1	60	49	46	268	18	41	61			
	2	Min	7.6	24	24	15	192	t	32	16			
		Max	8.2	46	41	52	232	12	43	82			
	3	Min	7.6	22	24	15	187	t	18	34	t	t	
		Max	8.4	47	39	65	226	12	85	88	22	24	
	4	Min	7.7	31	8	23	237	t	48	32	t		
		Max	8.1	41	65	109	296	30	156	52	66		
	5	Min	7.2	27.4	41.4	24.1	222.6	t	51.4	31.2	t	t	
		Max	8.5	43.5	61.9	68.3	298.9	13.8	138	69.1	9.4		
	6	Min	7.7	27.5	17.4	28.7	231.8	t	60.3	42.8			
		Max	8.1	75.2	46.8	54.3	256.2	12	72.8	69.9			

	7	Min	7.6	39.8	22	11	207.4		40.8	9			
		Max	8	68.6	25.5	43.5	219.6		51.4	53.4			

5. Les lacs

Le lac c'est un écosystème aquatique, généralement d'eau douce, occupant le fond d'une dépression ou d'un bassin géologique sans communication directe avec la mer (à la différence des lagunes). Les lacs sont caractérisés par des eaux calmes par suite de l'absence de courant gravitaire (dits de ce fait lenticques) et donc d'un renouvellement lent. La différence entre les lacs et d'autres types d'écosystèmes lenticques similaires tels les étangs tiens moins à leur surface qu'à leur profondeur relative. Les lacs possèdent une profondeur suffisante pour présenter une zonation verticale laquelle est marquée par une stratification thermique qui se traduit par la présence d'une région superficielle (epilimnion) et d'une zone profonde (hypolimnion). Au plan physique, les lacs se caractérisent essentiellement par la longueur maximale L, largeur maximale l, périmètre P, superficie S, profondeur maximale et volume V.

Ils existent plusieurs classifications des lacs selon le type de critère auquel on se réfère. La classification relative à l'origine géologique des lacs distingue :

- les lacs tectoniques, dont l'ancienneté atteint les durées des périodes géologiques,
- les lacs glaciaires qui proviennent de l'effet conjugué du surcreusement puis ensuite de la fusion des glaciers,
- les lacs volcaniques de cratère de forme généralement circulaire, occupant soit le fond d'une cheminée, soit le caldera de volcans <<éteints>> et
- les lacs de dilution des roches carbonatées ou karstiques.

A ces biotopes lacustres naturels doivent être ajoutés les lacs (réservoirs) artificiels constitués en amont d'un barrage de retenue.

Suivant la zonation écologique des lacs les écosystèmes lacustres, au plan horizontal, se divisent en deux régions bien distinctes: une zone littorale marquée par la présence d'une végétation amphibie puis de végétaux qui poussent en pleine eau (hydrophytes) et une zone d'eaux libres située "au large" dite limnetique. On observe aussi une zonation verticale des eaux marquée par le gradient de deux facteurs écologiques: La température et la lumière.

Les lacs peuvent être aussi différenciés, au plan des facteurs chimiques, par le teneur en éléments minéraux nutritifs, laquelle est aussi corrélée, toutes choses égales par ailleurs, à leur âge. En fonction de leur teneur relative en nutriments et plus particulièrement en ion orthophosphate (PO_4^{3-}) et nitrate (NO_3^-) on distingue des lacs oligotrophes, mesotrophes et eutrophes.

Les premiers sont des lacs aux eaux pures et transparentes, pauvres voire très pauvres en nutriments, les seconds ont une teneur moyenne en éléments minéraux nutritifs, enfin les lacs eutrophes possèdent des eaux naturellement ou artificiellement (rejets des eaux pollués ou autre action d'origine anthropique

Le grand nombre des lacs naturels en Albanie (environ 250) et leur diversité, de point de vu de leur genèse, est liée aux développements géologique et tectonique, à l'extension assez répandue des roches calcaires et gypseuses aussi bien qu'avec les conditions climatiques. L'activité humaine a créé aussi un grand nombre de lacs artificiels construits pour bénéficier des stockages d'eau à utiliser en agriculture, production d'énergie électrique, industrie etc.

Les lacs se situent dans les altitudes différentes à partir du niveau de la mer (lagune de Butrinti) à l'altitude 2360 m (lac glaciaire de Gramozi).

Les lacs albanais étaient classifiés selon l'approche présente ci-dessus relative à l'origine géologique. Selon cette classification les lacs de l'Albanie peut être classifiés en quatre groupes : les lacs tectoniques, les lacs glaciaires, les lacs karstiques et les lacs artificiels.

5.1 Lacs tectoniques

Les lacs tectoniques en Albanie ont été créés pendant la période de Pliocène-Quaternaire comme résultat des enlacements tectoniques. Ils sont les plus grands lacs du pays : le lac d'Ohrid, les lacs de Prespa et le lac de Shkodra.

5.1.1 Les lacs d'Ohrid et de Prespa

Le lac d'Ohrid et les lacs de Prespa (Prespa Madhe et Prespa Vogel) font parties du même bassin versant qui se situe au sud-est d'Albanie. (voir la carte hydrographique). La surface de ce bassin versant, sans compter les surfaces des lacs, est de 2147 km², dont seulement 599 km² se situe dans le territoire albanais. Le reste se situe en Grèce et en RY de Macédoine.

Le lac d'Ohrid est d'une origine tectonique mais pour sa formation un rôle important a joué aussi le processus de karstification des roches calcaires. Il se situe à une altitude de 692m et il a une surface de 363 km², dont 111.4 km² se situe en Albanie et le reste en RY de Macédoine. La profondeur maximale du lac est de 287m et son volume 50km³, ce qui représente un stockage d'une grande importance économique. La surface du bassin versant du lac d'Ohrid est de 1414 km².

Les lacs de Prespa se situent en l'altitude 849m, ou 157m au-dessus du lac d'Ohrid, et ils s'occupent un territoire composé des roches calcaires très karstifiées. Le lac de Prespa Madhe a une surface de 285 km² et une profondeur maximale de 35 m. Le lac de Prespa Vogel a une surface de 43.9 km² et une faible profondeur de 1-2 m. Les deux lacs sont hydrauliquement connectés pendant la période des hauts niveaux (hiver). Entre-temps le lac de Prespa Madhe décharge dans le lac d'Ohrid par voie souterraine une quantité considérable de l'eau (environ 18 m³/s par an). Les plus grandes sources sont les sources de Shen Naum (Macédoine), les sources de Tushemishti et de Driloni (Albanie) mais une partie des eaux souterraines sort du fond du lac d'Ohrid.

Le lac d'Ohrid est aussi l'origine de la rivière Drini Zi qui sort à Struga, à l'extrémité nord-ouest du lac. Les eaux des lacs d'Ohrid et de Prespa sont utilisées pour l'irrigation et pour la pêche.

5.1.2 Lac de Shkodra

Le lac de Shkodra est le plus grand lac de la péninsule balkanique. Il se situe dans la partie nord de la Plaine Occidentale de l'Albanie de l'est il a une surface de 368 km², dont 149 km² dans le territoire albanais. Il représente un lac typique de plaine, peu profond avec une profondeur moyenne de 7-10 m et une profondeur maximale de 44 m. Son bassin versant a une surface de surface 5179 km² et une altitude moyenne de 770 m.

Le lac de Shkodra est d'origine tectonique mais dans sa formation se sont les processus de karstification et les sédiments de la rivière Drini qui ont joués un rôle important.

Les affluents les plus importants du lac sont la rivière Moraça, qui accumule les eaux du versant ouest et sud des Alpes Dinariques dans le territoire de Monténégro et de l'Albanie, aussi bien que les torrents Perroi Thate, Perroi Banushit, Perroi Riollit etc. situés dans le territoire albanais (voir la fig 10- carte hydrographique de Buna). Le lac de Shkodra est l'origine de la rivière Buna, qui est le plus important affluent de Drini. Buna a un débit moyen annuel de 320 m³/s et rejoint Drini environ 2km à l'aval de la sortie du lac.

Pendant la période de crues le déchargement des eaux du lac par la rivière Buna est bloqué par les hauts niveaux de crues de la rivière Drini. Pour cette raison et aussi à cause de la capacité limitée du lit de Buna pour décharger les eaux ($Q_{max} = 1400 \text{ m}^3/\text{s}$) une grande surface des eaux du lac prend des du bassin versant est inondée. Pendant ces périodes l'amplitude des variations de niveau valeurs de 4.4 à 9.4 m, la surface du lac varie de 368 km² à 542 km² et le volume des eaux de 1.6 à 4 km³.

Des propositions ont été faites pour augmenter le débit de Buna par l'aménagement du son lit à fin de réduire les variations de niveau du lac aussi bien que les inondations de ces berges. Entre temps les digues ont été construites le long des berges de Buna pour réduire les inondations des terres arables.

Les eaux du lac de Shkodra sont utilisées pour l'irrigation et la pêche.

5.2 Lacs glaciaires

Les lacs glaciaires en Albanie se situent au-dessus de l'altitude 1500 m et ils sont créés sur les cirques glaciers dans les montagnes des Alpes de l'Albanie et dans les régions montagneuses du centre et du sud-est du pays. Ils sont localisés en groupes de plusieurs lacs de surface de quelques centaines de m² à quelques hectares.

Les plus connues sont les lacs de Balgjaj et de Doberdoli dans les Alpes, les lacs de Lura, de Valamara, de Shebeniku, de Gramozi etc.

Il n'existe pas des données ou des études hydrologiques sur ces lacs.

5.3 Lacs karstiques

Les lacs karstiques en Albanie, sont formés sur les roches calcaires et gypseuses

lesquelles sont répandues sur le 25% du pays. Le karst de l'Albanie fait partie du karst méditerranéen lequel, a été formé en deux étapes : première étape coïncide avec la sortie de l'eau du territoire albanais jusqu'à Pliocène (le vieux karst) et la deuxième étape de Pliocène à nos jours (le nouveau karst). Les lacs karstiques, en général, se trouvent en groupes et ces surfaces varient de quelques dizaines de m² à quelques dizaines d'hectares.

Les plus connues sont les lacs de Dumre, un groupe de 82 lacs situés au centre du pays, sur le plateau gypseux de Dumre. Les plus grands entre eux sont le lac de Cestijes (98 ha), le lac de Seferraj (88 ha) etc. Les lacs de Dumre sont des lacs sans écoulement, donc hydrologiquement isolés des bassins versants voisins. Au cours d'une période multiannuelle les précipitations se dépensent pour le compte d'évaporation et d'infiltration vers les couches profondes. Il n'y a pas des études hydrologiques sur ces lacs.

5.4 Lacs artificiels

de Fierza La majorité écrasante des lacs artificiels en Albanie ont été construits au cours de la période 1950 -1985 a fin de la production d'électricité, pour l'irrigation des terres arables et l'alimentation de l'eau des centres urbains et la pêche.

Les lacs pour l'irrigation ont été construits plutôt dans les cours d'eaux des coteaux en amont de la Plaine Occidentale ou se trouvent environ 300 000 mille hectares de terre arable. Ils sont environ 650 petits lacs de surface totale de 40 km² et d'un volume de 0.4 km³. Les plus grands sont les lacs de Thana, Kurjani, Gjançi etc. Certaines entre eux sont utilisés aussi pour la production de l'énergie électrique est de la pêche.

Les plus grands lacs construits pour la production de l'énergie électrique se sont les lacs de Fierza, Komani, Vau Dejes, Ulzes etc.

Lac de Fierza c'est le plus grand lac artificiel du pays créé sur la vallée de la rivière Drini par une digue de l'altitude 170 m. Il a une surface de 72.5 km² et un volume maximal de 2.7 km³. Il s'étend le long de la vallée de Drini de Fierza à Kukes. Le lac est le premier lac d'après l'altitude de la cascade de Drini. La production moyenne annuelle de l'énergie électrique est de 1800 GWh.

Lac de Komani est le deuxième grand lac de la cascade de Drini d'un volume d'eau de 0.45 km³. Il a été créé sur la vallée de Drini par une digue de 133 m. La production moyenne de l'énergie électrique est de 2000 GWh.

Lac de Vau Dejes est le troisième lac de la cascade de Drini mais le premier lac construit en 1971. Il a une surface de 24.7 km² et un volume d'eau de 0.58km³. Sa production moyenne annuelle de l'énergie électrique est de 1000 GWh.

Lac d'Ulza est construit sur la rivière Mat et il est utilisé par deux usines électriques en aval. Il a une surface de 13.5km² et un volume d'eau de 0.24km³. La production moyenne annuelle électrique des deux usines est de 210 GWh.

Il y a un grand intérêt pratique l'estimation de la couche des sédiments déposés dans les lits des grands lacs artificiels depuis leur construction.

5.5 Bilans hydrologiques

Le bilan hydrologique moyen annuel d'un système hydraulique est l'équivalent d'un budget dans lequel figurent les entrées constituées par les apports moyens dus aux précipitations (P) et les sorties qui correspondent au débit moyen de ruissellement (Q) et de l'évaporation (E). L'équation du bilan hydrologique moyen annuel, en tenant compte les variations du stock d'eau dans le système ΔH et que pendant une longue période de temps les apports souterrains entrants et sortants sont égaux, prend la forme classique :

$$P - Q - E = \pm \Delta H \quad (1)$$

5.5.1 Les lacs d'Ohrid et de Prespa

Le bassin versant de lac d'Ohrid et des lacs de Prespa constitue un système hydraulique complexe. Ils s'étendent sur des roches calcaires ou, due au processus très développé de karstification, il y a une fuite importante des eaux de Prespa vers lac d'Ohrid, situé 157m plus bas que le lac de Prespa. Par conséquent une estimation des éléments du bilan hydrologique, bien que difficile à résoudre précisément, représente un intérêt dans le même temps scientifique et pratique. La difficulté d'estimation des éléments du bilan hydrologique consiste à la manquante des données précises sur les débits des affluents des lacs, les débits des sources et surtout sur l'évaporation. Une autre difficulté est liée avec les valeurs différentes présentées dans la littérature hydrologique sur le débit moyen annuel de la rivière Drini Zi à Struga. Par contre, il existe une information assez complète sur les précipitations et sur les variations du niveau des lacs.

Les couches moyennes des précipitations sont respectivement 815 mm pour le lac d'Ohrid et 760mm pour les lacs de Prespa. La plus part de la quantité des précipitations dans les lacs tombe sous la forme de neige.

Le régime des niveaux des lacs est plutôt nival et il est caractérisé par un maximum au mois de juin, qui correspond à l'intensité maximale de la fonte de neige, et un minimum aux mois de décembre-janvier (période de la gelée). L'amplitude des variations inter annuelles du niveau du lac d'Ohrid est de 0.20 à 0.78m, tandis que l'amplitude absolue pendant la période multiannuelle est de 1.35 m. Les valeurs relativement faibles de l'amplitude des niveaux des lacs peuvent être expliquées par le fait qu'il est un lac avec écoulement (le débit sortant de la rivière Drini Zi à Struga est d'environ 40 m³/s) et qu'il possède un grand stockage de l'eau (environ 50 km³).

Par contre les variations du niveau du lac de Prespa sont plus grandes. Ainsi les observations montrent que pendant les 30 dernières années il y a eu une baisse du niveau du lac de 5m. Plusieurs approches ont été présentées pour expliquer cette baisse :

- une approche tectonique, qui assume un enlèvement du fond des lacs,
- une approche hydrogéologique, qui essaye d'expliquer le phénomène par un élargissement des canaux d'origine karstique,
- une approche hydrométéorologique, qui explique cette baisse par le dérangement du bilan hydrologique annuel à cause de l'augmentation de la température, voire de l'évaporation.

Les deux premières hypothèses ne sont pas vérifiées par les observations. Ainsi on n'observe pas de changement de quota dans les berges du lac d'Ohrid. Entre temps il n'y a pas une tendance croissante du niveau moyen annuel du lac et du débit sortant de Drini i Zi a Struga. Par conséquent on peut rejeter ces deux hypothèses et accepter que la baisse du niveau du lac de Prespa puisse être expliquée par l'augmentation de l'évaporation. Cette hypothèse est basée sur une analyse des données climatiques selon lesquelles on constate, au cours des derniers 30 années, une tendance croissante de la température annuelle aussi bien que de la température moyenne de l'hiver, ce qui a provoqué une augmentation graduelle de l'évaporation et par conséquent une baisse du niveau du lac de Prespa.

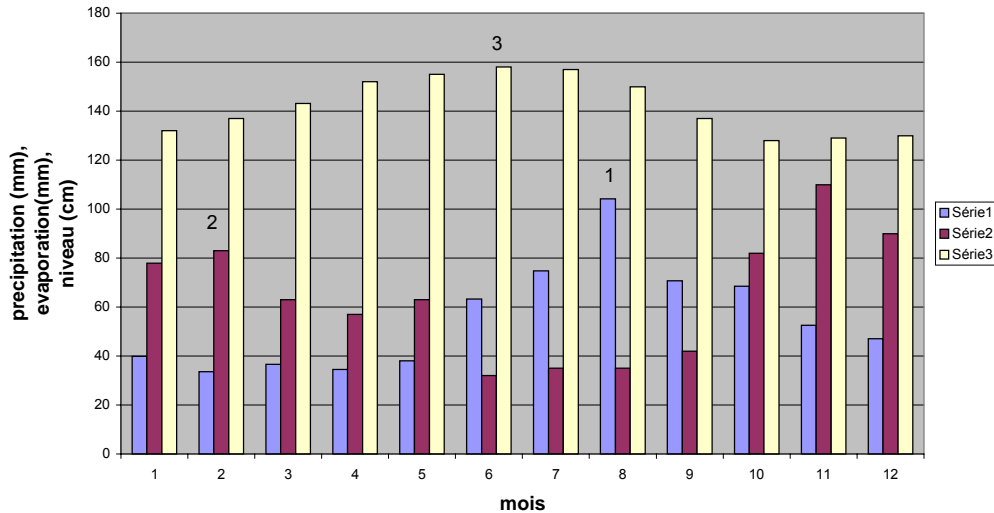
Entre temps on peut supposer que le débit annuel des eaux souterraines, qui fournissent le lac d'Ohrid, reste constant pour autant qu'il ait assez de l'eau dans le lac de Prespa par ce qu'il dépend principalement de la charge hydraulique (différence entre les quotas des deux lacs).

Le but d'estimer le bilan hydrologique du système Ohrid-Prespa dans cette monographie est de calculer approximativement le débit des eaux de Prespa qui fournissent le lac d'Ohrid aussi bien que

le débit de Drini Zi à Struga. La distribution inter annuelle des précipitations, évaporation et des niveaux du lac sont présentées graphiquement dans la figure .

Cette figure montre que le régime hydrologique du lac est plutôt nivo-pluvial avec un maximum en été

Fig 29 Distribution interannuelle des elements du bilan hydrologique
1-évaporation, 2-précipitation, 3-niveau du lac



(juin-juillet), causé par la fonte de neige et un minimum en hiver (décembre), quand les températures de l'air ont des valeurs minimales. Entre temps les précipitations sont inférieures en été quand l'évaporation est maximum.

L'estimation des éléments du bilan hydrologique du lac de Prespa était réalisée en utilisant l'approche classique de l'équation du bilan hydrologique moyen annuel d'un système sous la forme :

$$V_P - V_E - V_S = \pm V_{\Delta H} \quad (2)$$

ou: V_P - volume des précipitations efficaces,

V_E - volume des eaux d'évaporation,

V_S - volume de ruissellement,

$\pm V_{\Delta H}$ - le stock d'eau due aux changements du niveau du lac.

Dans l'équation (2) V_P est calculé sur la base des données de précipitation et des coefficients d'écoulement des affluents du lac. Dans le cas du lac de Prespa la valeur moyenne du coefficient d'écoulement était choisie 0.63. Dans le même temps V_S est le volume des fuites des eaux vers le lac d'Ohrid calculé comme le résidu de l'équation (2). Puisqu'on accepte que V_S soit constant, sa valeur moyenne était calculé en utilisant la période des observations 1950-1970, au cours de la quelle on n'observe pas aucune tendance visible du niveaux moyenne annuelle du lac. Par conséquent $\pm V_{\Delta H}$ peut être considéré comme négligeable.

Pour le lac d'Ohrid, en tenant compte que les variations du stock de l'eau dans le lac au cours de la période multiannuelle sont négligeables, l'équation (2) s'écrit :

$$V_P + V_S - V_E - V_Q = 0 \quad (3)$$

où : V_Q est le débit de Drini Zi à Struga, V_P les précipitations efficaces calculées en utilisant un coefficient d'écoulement de 0.73 et V_S le volume des fuites des eaux de Prespa.

Pour les deux lacs le volume des eaux qui s'éloigne de la surface des lacs par le processus d'évaporation W_E est calculée par la formule :

$$E = 0.14 (e_o - e_{200}) (1 + 0.72 v_{200}) \quad (4)$$

ou: e_0 est la tension maximale du vapeur d'eau,

e_{200} - la tension moyenne du vapeur d'eau dans la station météorologique en altitude 200 cm,

v_{200} - la vitesse du vent en altitude 200 cm,

0.14 et 0.72 - des coefficients empiriques.

Les résultats de calculs sont présentés dans la table 37 et dans la figure 30.

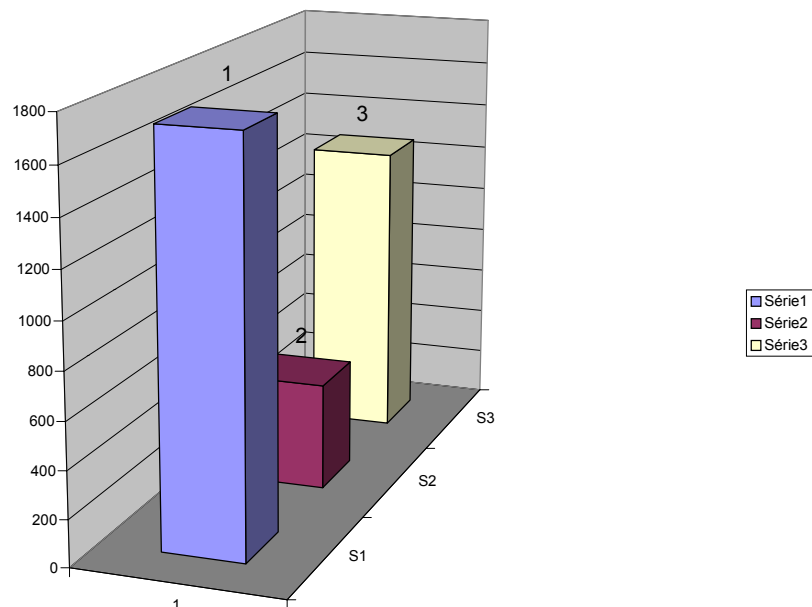
Tableau 37 : Eléments du bilan hydrologique. Les lacs d'Ohrid et de Prespa

Lac	Précipitations efficaces $V_P(10^6 \text{ m}^3)$	Evaporation du lac $V_E(10^6 \text{ m}^3)$	Ruissellement $V_Q(10^6 \text{ m}^3)$	Stock d'eau $\pm V_{\Delta H}$ (en millions m^3)	Débit (m^3/s)
Prespa	798.14	217.35	580.79	0	18.44
Ohrid	925.18	239.40	685.78	0	21.77
Total	1723.32	456.17	1267.15	0	40.21

Les calculs des éléments du bilan hydrologique montre que le débit des eaux souterraines entrant le lac d'Ohrid est environ $18 \text{ m}^3/\text{s}$ et le débit de Drini Zi à Struga est de $40 \text{ m}^3/\text{s}$. Il faut souligner que les résultats des calculs sont considérés comme approximatives. Une estimation des erreurs possible commise pendant les calculs du bilan hydrologique donne une valeur moyenne d'environ 30%. Par conséquent les valeurs estimées des débits varient entre 11.4 et $23.9 \text{ m}^3/\text{s}$ pour le débit sortant de Prespa et entre 28.1 et $52.2 \text{ m}^3/\text{s}$ pour la rivière Drini Zi à Struga.

5.5.2 Lac de Shkodra

Fig 30 Elements de bilan hydrologique
1-precipitation, 2-evaporation, 3-ecoulement



L'estimation des éléments du bilan hydrologique est réalisée de la même façon que pour les lacs d'Ohrid et de Prespa en utilisant l'approche classique de l'équation du bilan hydrologique moyen annuel d'un système sous la forme :

$$V_P - V_E - V_Q = \pm V_{\Delta H} \quad (5)$$

ou: V_P - volume des précipitations efficaces,

V_E - volume des eaux d'évaporation du lac calculé par la formule (4),

V_Q - volume de ruissellement,

$\pm V_{\Delta H}$ le stock d'eau due aux changements du niveau du lac.

Dans l'équation (3) V_P est calculé sur la base des données de précipitation et des coefficients d'écoulement aussi bien que des données sur l'écoulement pour les affluents qui possèdent de données hydrologiques.

V_Q est le volume annuel de l'écoulement de la rivière Buna.

En effet, au cours des crues, l'écoulement libre de la rivière Buna, qui décharge le surplus des eaux du lac de Shkodra se bloque par les débits forts de la rivière Drini qui la rejoint environ 2km en aval de son origine. Ceci fait que la pente superficielle de Buna devienne nulle, souvent même négative, et l'écoulement se dirige vers le lac. Dans le même temps le niveau de l'eau dans le lac de Shkodra s'élève due aux apports considérables qui viennent de la rivière Moraça et les autres affluents du lac. On a ainsi une instabilité hydraulique qui conduit à une courbe non univoque de tarage.

A fin de calculer les débits journaliers on a essayer de construire un groupe des courbes de tarage aussi bien que des régressions multiples qui donnent le débit de Buna en fonction du niveau de Buna, de la pente superficielle à Buna et du débit de Drini mais les résultats ne sont guère confiants. Pour ces raisons une application correcte de l'équation du bilan hydrologique peut aboutir aux résultats non loin de la vraie valeur de l'écoulement moyenne annuelle de Buna à la sortie du lac.

En acceptant que le stock de l'eau due aux variations des niveaux dans le lac soit négligeable l'équation (5) s'écrit :

$$V_Q = V_P - V_E \quad (6)$$

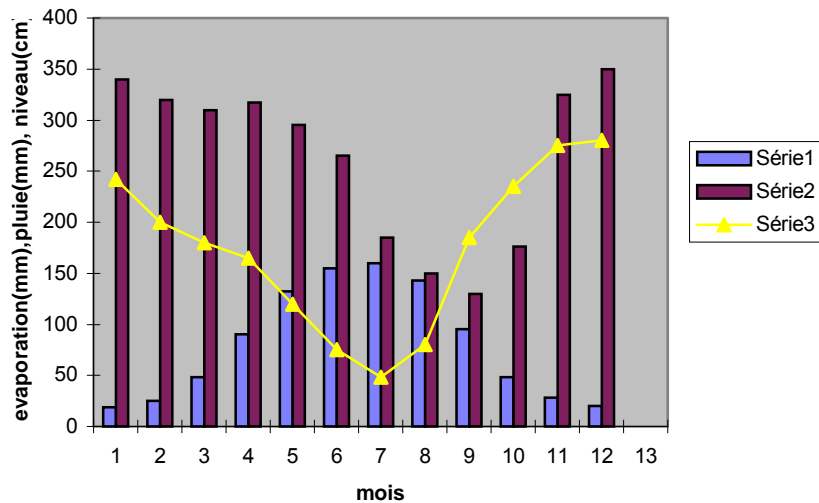
Table 38 : Eléments du bilan hydrologique. Lac de Shkodra

Lac	Précipitations efficaces $V_P(\text{km}^3)$	Evaporation du lac $V_E(\text{km}^3)$	Ruissellement $V_Q(\text{km}^3)$	Stock d'eau $\pm V_{\Delta H}$ (km^3)	Débit (m^3/s)
Shkodra	1.010+7.998	0.350	8.658	0	275

Dans la table 38 la valeur 1.010 km^3 représente le volume des précipitations tombées directement dans la surface du lac, 7.998 km^3 se sont les précipitations efficaces calculées pour un coefficient d'écoulement 0.82 est 8.658 km^3 ou 275 m^3/s le débit moyen annuel de Buna à la sortie du lac.

La distribution interannuelle des éléments du bilan hydrologique du lac de Shkodra est présentée dans la figure 31.

**Fig 31 Distribution inter annuelle des elements du bilan hydrologique.Lac de Shkodra
1-évaporation, 2-niveau, 3-pluie**



Pour une estimation correcte et plus précise des éléments du bilan hydrologique des lacs de Prespa, Ohrid et Shkodra il est indispensable de mener une coopération entre les services hydrologiques des pays riverains (Albanie, Yougoslavie, Grèce et ERY de Macédoine).

Une table ronde de spécialistes des services des pays riverains doit être organisée pour envisager les possibilités d'un aménagement du lit de Buna pour augmenter son débit à fin de réduire les inondations, de bénéficier des terres de bonne qualité dans les berges du lac aussi bien pour créer un axe navigable mer Adriatique - rivière Buna - lac de Shkodra.

5.6 Régimes limnologiques

Le régime limnologique des lacs inclue l'analyse des variables physiques, chimiques et biologiques en relation avec leur environnement. Dans ce chapitre, on traite le régime des températures et le régime hydrochimique des eaux ; le régime biologique ne fait pas objet de notre étude.

5.6.1 Régimes thermiques

Les régimes thermiques des lacs peuvent être classifiés en deux groupes : les régimes thermiques des lacs profonds et les régimes thermiques des lacs de faible profondeur. Dans les lacs profonds, en général, on a deux couches d'eau: la tranche superficielle et la couche profonde, lesquelles au cours des différentes saisons de l'année peuvent avoir des caractéristiques thermiques assez différentes. Par contre les lacs de faible profondeur, en général, se constitue d'une seule masse d'eau avec des caractéristiques thermiques plus au moins homogènes.

Le lac d'Ohrid c'est un lac profond (295m). A cet égard le régime thermique des eaux est beaucoup plus complexe par rapport aux lacs peu profonds. Comme tout les lacs profonds le lac d'Ohrid est composé par deux couches :

la tranche supérieure turbulente de l'eau, ou epilimnion, qui se situe au-dessus de la thermocline et qui ne présente pas de stratification thermique permanente,

la couche profonde ou hypolimnion, situé au-dessous de la thermocline ; elle est soustraite aux influences de l'eau de surface et a un gradient thermique relativement faible.

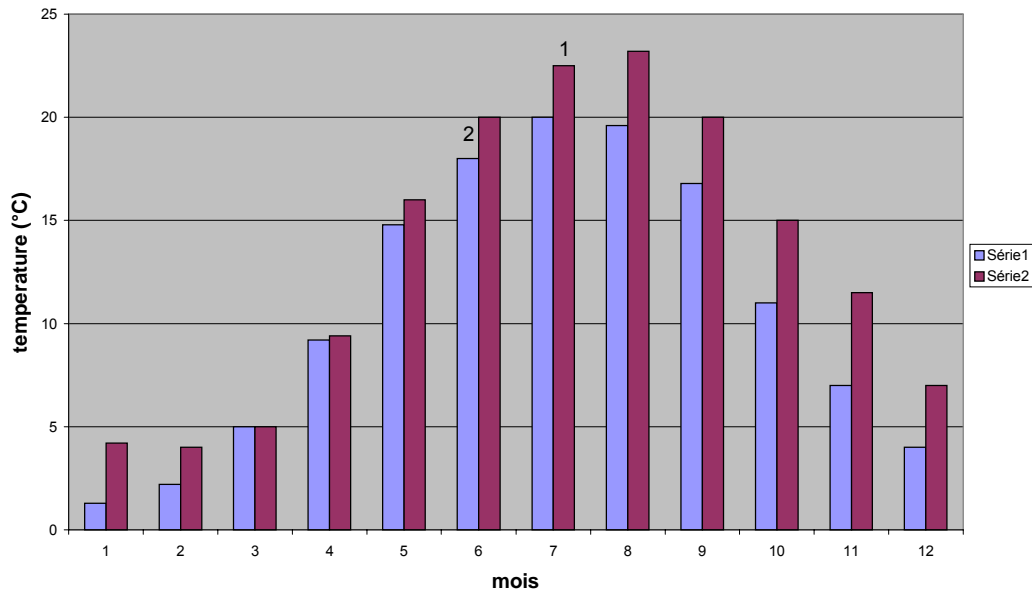
Entre ces deux couches se situe la thermocline, la tranche d'eau entre epilimnion et hypolimnion, dans laquelle le gradient de température dépasse 1°C par mètre.

Le régime des températures de l'eau de surface du lac suit grosso-modo le régime des températures de l'air mais avec un décalage d'environ un mois en temps réels, due à la grande capacité thermique

de l'eau. Le maximum de la température de l'eau (21.9°C) est arrivé au mois d'août et le minimum (5.4°C) au mois de février

La température moyenne annuelle de l'eau est de 13.1 °C. (voir fig. 32)

Fig 32 Distribution interannuelle des températures
1- l'eau , 2- l'air



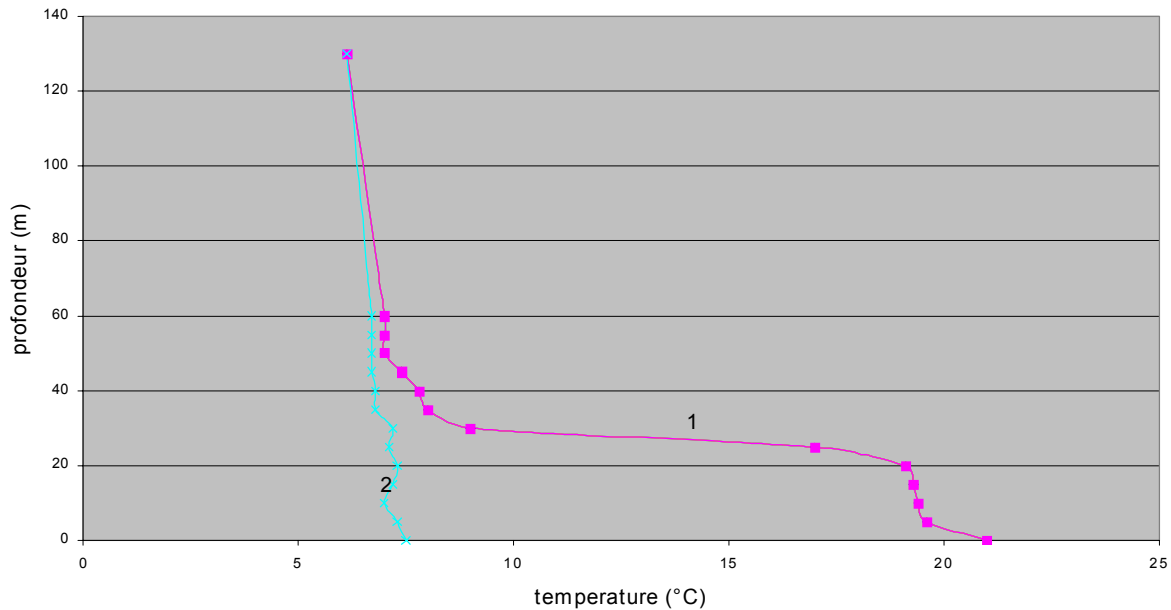
Par contre le régime thermique de la couche profonde est conditionné aussi par l'intensité du processus de convection thermique verticale.

La profondeur de la thermocline, aussi bien que la profondeur d'epilimnion, dépendent de l'intensité de refroidissement hivernale de la couche supérieure. Le plus sévère soit ce refroidissement le plus profond pénètre l'influence de l'intensité du processus de convection thermique verticale et le plus profond se situe la thermocline.

Pendant la période de réchauffement estivale (mai-octobre) dans la couche supérieure de l'eau il y a la stratification thermique estivale qui est assez stable : l'eau plus chaude (légère) se situe au-dessus de l'eau plus froide (lourde). La température diminue graduellement avec profondeur jusqu'à la thermocline ou les gradients de température sont beaucoup plus grands. Au-dessous de thermocline la température des eaux diminue légèrement est au-dessous de 50-60m elle reste presque constante. (fig. 33)

Pendant la période de refroidissement hivernale (décembre-février) les températures de l'epilimnion diminuent est se rapprochent aux températures de hypolimnion. La thermocline disparaît est la stabilité des couches devient faibles. C'est la période de la circulation verticale hivernale. Pendant les hivers normaux cette circulation engendre les masses superficielles des eaux et sa profondeur arrive jusqu'à 50-60m.

Fig 33 Distribution de la température avec la profondeur
1-l'été, 2-l'hiver



Au cours des hivers assez sévères la profondeur de la circulation hivernale arrive jusqu'à 120 -130m et les eaux de hypolimnion reste isolé des eaux d'épilimnion ; les températures d'eau de hypolimnion sont de 5-6 °C. Dans le cas des hivers très sévères la circulation peut arriver jusqu'au fond du lac : c'est l'homothermie complète des masses de l'eau.

Le processus de circulation verticale est d'une importance particulière écologique par ce qu'il contribue à la ventilation des eaux profondes et à leur enrichissement d'oxygène et d'autres éléments indispensables pour la vie.

Les lacs de Prespa se situe 157 m plus haut que le lac d'Ohrid et ils ont des profondeurs relativement faibles (35m pour Prespa Madhe et environ 2m pour Prespa Vogel). Par conséquent chaque année on observe la circulation hivernale et une ventilation de toute la masse d'eau du lac. Le régime thermique des eaux suit plutôt le régime thermique de l'air, en hiver les températures de l'eau arrivent 0°C et parfois la surface du lac se gèle comme c'était le cas en février 1928. Le maximum de la température de l'eau est arrivé aux mois de juillet et d'août.

Le lac de Shkodra, étant un lac de plaine d'altitude de 5 -10 m, différemment des lacs de Prespa et d'Ohrid, est caractérisé par un régime thermique typique méditerranéen avec des températures assez hautes en été (26°C en juillet-août) et des températures douces en hiver (8-10°C en janvier).

5.6.2 Régimes hydrochimiques

Les régimes hydrochimiques des eaux des lacs de Prespa et d'Ohrid se déterminent principalement par le fait que l'alimentation principale vient des eaux de fonte de neige. Les caractéristiques de ces eaux sont la teneur faible des eaux en sels minéraux dissous (minéralisation) et en éléments minéraux nutritifs (nitrates, phosphates etc.) et la teneur haute en oxygène dissous. Ainsi la minéralisation des eaux varie entre 200-250 mg/l ou la majorité se fait par des bicarbonates du calcium et de magnésium. La teneur faible en éléments minéraux nutritifs montre que les lacs se trouvent encore dans une phase d'oligotrophie. Le disque Secchi se voit encore dans une profondeur de 20 m.

Néanmoins, dans les eaux près des berges on a observé une teneur haute de nitrates qui provient des activités agricoles, surtout à cause de surfertilisation azotés dans les grandes cultures. A l'heure actuelle, à cause de réduction drastique de la production agricole, la teneur des nitrates est réduite considérablement.

A partir de l'année 1998 un grand projet financé par la Banque Mondiale a été démarré pour étudier la situation de la pollution des eaux dans le lac d'Ohrid et les mesures pour leur protection.

Dans la tableau 38 se pressentent des données plus détaillées sur la composition chimique des eaux des lacs de Prespa et d'Ohrid.

Tableau 38 : Teneur en ions des eaux (mg/l) Lac de Prespa et d'Ohrid

Lac	Saison	Profondeur	T(°C)	pH	Ca	Mg	Na	K	HCO ₃	CO ₃	Cl	S04	Σj
Ohrid	Eté	surface	21.2	7.9	23.06	10.94	1.80	0.60	169.69		14.18	2.47	231.68
Ohrid	Eté	100m	6.7	7.9	33.06	10.33	2.40	0.70	158.64		12.60	10.09	227.62
Ohrid	Hiver	surface	8.2	7.5	45.70	10.96	2.40	0.40	155.59		14.18	2.47	231.68
Ohrid	Hiver	100m	6.6	7.5	48.29	9.73	1.80	1.00	152.54		13.29	6.18	232.83
Prespa	Eté	Surface	20.4	7.9	39.07	7.29	3.00	0.90	167.79		10.63	13.18	248.76
Prespa	Eté	20m	22.2	7.9	39.01	6.08	3.30	1.00	158.64		11.52	10.79	230.32
Prespa	Hiver	Surface	7.4	7.8	53.62	6.08	4.80	1.20	140.34	3.00	18.6	7.00	234.65
Prespa	Hiver	20m	6.1	8.0	62.63	7.90	3.00	0.80	134.23	1.50	8.86	7.00	205.72

Dans le lac de Shkodra la minéralisation des eaux varie aussi de 200 à 250 mg/l mais la teneur en éléments minéraux nutritifs est relativement riche ce qui montre que le lac se trouve dans une phase de mezotrophie. A cause de faible profondeur et du développement intensif d'agriculture dans les berges du lac le risque de son eutrophication rapide ne doit pas être négligé.

6. Les eaux marines

6.1 Géomorphologie des côtes

L'Albanie occupe la partie orientale du détroit d'Otrante qui sépare les mers Adriatique et Ion, lesquelles imbibent les cotes albanaises le long d'une ligne de 476 km

La mer Adriatique représente la partie extrême nord de la mer Méditerranéenne et sa limite méridional est considéré la ligne qui réunit la péninsule de Karaburun en Albanie avec celle de Santa Maria de Leuka en Italie. Il a une surface de 130.000 km² et sa longueur est de 850 km est la largeur maximale de 218 km. Sa profondeur maximale de 1589 m se situe dans sa partie méridionale.

La mer Ion se situe au sud du détroit d'Otrante jusqu'aux cotes de Crète en Grèce. Il a une profondeur maximale d'environ 5000 m.

Les côtes de l'Albanie représentent en général deux zones géomorphologiques différentes : les zones en érosion et celles en accumulation (alluvionnement).

La zone en érosion occupe en général la côte ionienne à l'exception du secteur situé au gauche de l'embouchure du canal de Butrinti, dont représente une zone en accumulation semblable avec celles de la mer Adriatique. Les côtes de la mer Ion, dans la majorité des cas, représentent de falaises typiques lesquelles se descendent directement dans la mer.

Les côtes de la mer Adriatique, à l'exception des secteurs de Bishti Palles, Treportit e Shengjinit, sont en général des zones en accumulation représentées par des plages sableuses vastes créées par les sédiments des rivières albanaises qui déchargent dans la zone côtière de l'Adriatique une quantité moyenne annuelle de 40 millions tons.

A partir des années 1980 les observations morphologiques montrent que la cote de la mer Adriatique subit une érosion notoire. Dans quelques plages sableuses comme Plazhi i Semanit, Plazhi i Potokut, Plazhi i Palles etc. la mer a gagné 30-50m au détriment du continent. Cela peut être expliqué par le

fait qu'une grande quantité de sédiments des rivières Drini, Mati et Devolli est retenues par les lacs artificiels construits sur ces rivières. Par conséquent le bilan des sédiments dans la zone côtière est devenu négatif ce qui en résulte à une érosion des cotes.

Les plus grandes baies dans la zone côtière albanaise sont les baies de Shengjini, Duresi, Vlores et Sarandes ou se trouvent les ports les plus importants du pays.

La seule île sur la cote albanaise est l'île de Sazani situé en face de la baie de Vlora.

6.2 Les vagues

La vague c'est un phénomène hydrodynamique caractérisé par la propagation d'une onde dite progressive à la surface de la mer dont la période et l'amplitude sont en général constantes au mois dans un bref intervalle de temps. Les vagues jouent un rôle très important dans la morphologie de la zone côtière.

La vague se caractérise par un ensemble de paramètres physiques dont les plus utilisés sont :

l'amplitude A qui est la distance verticale par rapport à la surface,

la hauteur de la vague h , distance entre la crête de la vague, a pour valeur $h=2A$,

la longueur d'onde L se définit comme la distance entre deux crêtes,

la fréquence ω , le nombre des crêtes par unités de temps,

le période P , avec $P=2\pi/\omega$,

la vitesse (ou célérité) de la vague $V_v = L/P$.

Le régime des vagues est le résultat du régime des vents et de l'influence des caractéristiques morphologiques des cotes. La formation des plus hautes vagues dans la cote albanaise est liée avec les formes méridionales et occidentales de circulation atmosphérique. Au cours de la forme méridionale l'Albanie se situe sous l'influence des dépressions qui se dirigent vers NE. Dans ce cas, seul les vents de la partie sud de la dépression (de direction SO) sont capables de créer des grandes vagues par ce que leur direction se coïncide avec la direction des déplacements des dépressions. Au cours des dépressions très profonds la vitesse des vents, aussi bien que celle des vagues, dépasse celle de la dépression lui-même et les vagues se transforment en vagues appelés "mer morte". Ces vagues se caractérisent par des altitudes relativement faibles (1-2m) mais des grandes longueurs de 30-50m. Au fur et à mesure que la dépression se rapproche ces vagues deviennent de nouveau de hauteur de 3-5m.

Au cours de la circulation occidentale le pays se situe sous l'influence des dépressions de Gênes qui se dirigent vers ouest ou sud-est. Dans ce cas seul les vents de la partie ouest du dépression (de direction nord-ouest) sont capables de créer des hautes vagues par ce que leur direction coïncide avec la direction du déplacement de la dépression lui-même. Ca c'est le mécanisme de formation des plus hautes vagues dans les cotes albanaises.

Tableau 39 Les vitesses maximales selon les directions de vents en m/s. Station de Vlora

Periode de retour (années)	Directions							
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
50	21	18	18	40	39	38	36	29
20	17	15	16	31	33	30	27	23
10	15	13	15	26	29	25	22	20
2	10	9	11	16	20	15	13	13

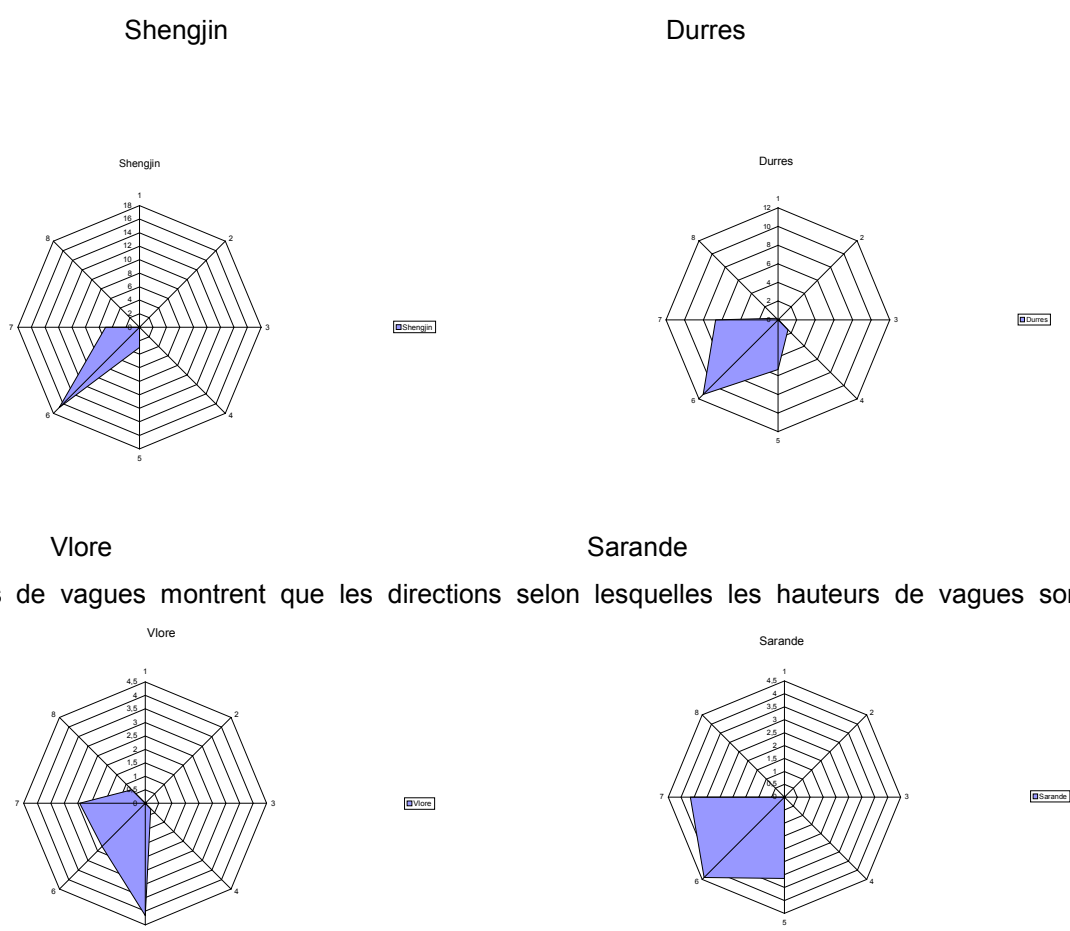
La tableau 39 montre que, en général, les vitesses maximales appartiennent aux vents de directions sud. La hauteur des vagues dépend aussi de la distance libre parcourue par le vent sur la surface de la mer. Les données pour ce paramètre se présentent dans la table

Tableau 40 La distance libre parcourue par le vent sur la surface de mer (fetch) en km

Station	Directions								
	S	SSO	SO	OSO	O	ONO	NO	NNO	N
Shengjin		123	94.5	115	144				
Durres	18	950	144	162	268	527	360	110	
Vlore		14.5	10	11	108	363	937	248	
Sarande		13	55	7	71	80			

Une analyse des deux tables montre que les hauteurs maximales des vagues sont observées selon les directions qui ont dans le même temps les plus grandes vitesses de vents et les plus grands fetchs. Néanmoins une information plus détaillée sur les directions de plus grandes hauteurs de vagues peut être tirée par des roses de vagues présentés dans la figure 34.

Fig. 34 Roses de vagues de hauteur supérieure à 0.5m



Les roses de vagues montrent que les directions selon lesquelles les hauteurs de vagues sont

maximales sont celles de S, SO et O.

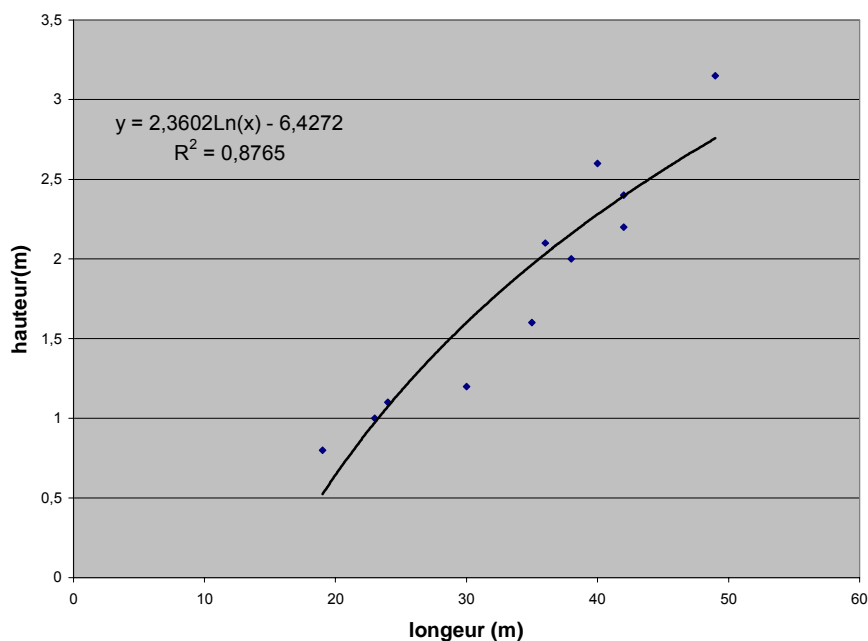
Il faut noter que l'allure des roses de vagues est influencée aussi par la position de la station dans la baie. Ainsi la plus part des eux est protégé par des vent du nord. Dans le même temps les vents de l'est ne sont capables de créer des vagues à cause du court fetch. Par contre toutes les stations sont ouvertes aux vents du sud et de l'ouest ce qui explique le fait que les vagues de grande hauteur viennent de ces directions.

Les probabilités des hauteurs de vagues maximales pour les trois stations qui possèdent des données, ont été calculés par la méthode statistique en utilisant la distribution de probabilité de Pearson III. Les résultats sont présentés dans le tableau 41.

Tableau 41 Les hauteurs et les longueurs des vagues maximales de différente période de retour

Station	Période de retour (années)							
	100		50		20		10	
	H(m)	L(m)	h(m)	L(m)	h(m)	L(m)	h(m)	L(m)
Vlore	3.45	52.6	3.15	49.5	2.76	45.3	2.55	43.1
Durres	3.20	50	2.90	46.8	2.50	42.5	2.25	39.9
Shengjin	3.70	55.3	3.45	52.6	3.05	48.4	2.80	45.7

Fig. 34 Relation hauteur-longueur de vagues



Dans le tableau 42 les longueurs des vagues maximales étaient calculées en utilisant une relation établie entre la hauteur et la longueur des vagues observées dans les stations hydrologiques (fig. 34). Cette relation était extrapolée pour calculer les valeurs des longueurs de différentes périodes de retour.

Quant aux autres paramètres des vagues maximales ils étaient calculés en utilisant les formules théoriques mentionnées ci-dessus. Les valeurs de périodes maximales varient entre 7 et 8 s et celles de vitesses maximales entre 6 et 8 m/s.

6.3 La marée

La surface de la mer subit des oscillations causées par des forces d'attraction cosmiques de la Lune et du Soleil. L'action de ces forces cause le phénomène de la marée caractérisée par des oscillations périodiques de la surface de l'eau. Ces oscillations deviennent encore plus complexes sous l'influence des facteurs hydrométéorologiques (le vent) et morphologiques (bathymétrie).

Dans la côte albanaise ces oscillations sont irrégulières et se caractérisent par une périodicité de 12 heures. Ainsi l'amplitude de la marée et le temps de son apparition varient chaque jour dû aux variations des forces cosmiques d'attraction. La valeur moyenne de l'amplitude de la marée cosmique (sans l'influence des facteurs hydrométéorologique) dans la mer Adriatique est de l'ordre de 25-30 cm et dans la mer Ion 30-50cm. Sous l'influence des vents cette amplitude s'augmente et peut

arriver des valeurs de 1-1.5 m. L'influence des vents sur des oscillations de la surface de la mer se reflète sur la distribution inter annuelle des niveaux (Tableau 43).

Tableau 43 Distribution interannuelle des niveaux de mer

Station	Niveaux moyens mensuels (cm)												Moyenne annuelle	Max. Abs.	Min Abs.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
Shengjin	10	8	6	10	10	10	9	9	10	13	19	16	11	175	-59
Durres	15	14	11	9	9	10	9	10	12	16	19	17	12	92	-48
Vlore	12	14	7	6	8	7	7	8	10	14	16	14	10	69	-45
Sarande	31	28	24	25	23	25	24	26	28	31	33	32	28	136	-17

Une analyse de la table montre que les valeurs de niveau moyen mensuel sont plus grandes pendant l'automne et l'hiver quand les vents sont plus fréquents et d'une vitesse plus grande. On voit aussi que les maximorum et les minimorum des niveaux sont assez hauts (respectivement 175 cm est -59 cm à Shengjin) justement à cause de l'action des vents tres forts.

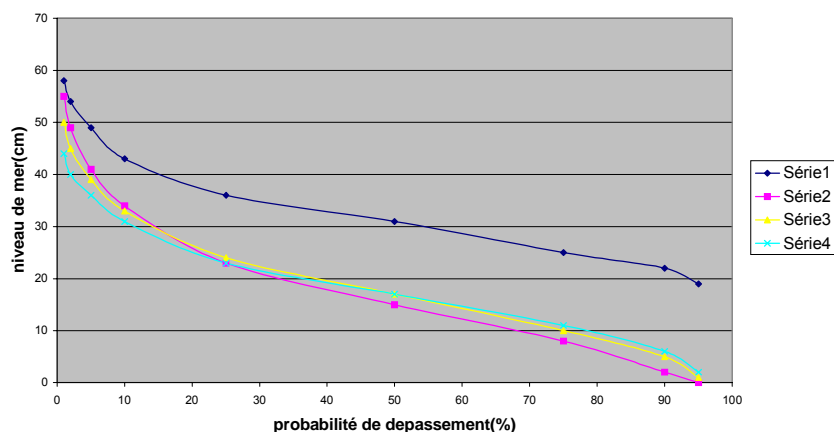
La table montre aussi que les niveaux moyens annuels sont de 11 cm (Durres) à 28 cm (Sarande) plus haut que le niveau "O" actuel de la mer Adriatique accepté comme la base du système national de triangulation.

En utilisant les niveaux journaliers observés dans les stations une courbe de permanence était construit pour chaque station. Les résultats sont présentés dans le tableau 44 et la figure 35.

Tableau 44 : Les coordonnées des courbes de permanence

Station	Probabilité de dépassement (en %)										
	1	2	5	10	25	50	75	90	95	99	
Shengjin	55	49	41	34	23	15	8	2	-3	-14	
Durres	50	45	39	33	24	17	10	5	1	-8	
Vlore	44	40	36	31	23	17	11	6	2	-5	
Sarande	58	54	49	43	36	31	25	22	19	10	

**Fig. 35 Les courbes de permanence
1-Sarande, 2-Shengjin, 3-Durres, 4-Vlore**



Un autre élément d'intérêt pratique c'est la probabilité du niveau maximal annuel. Il a été calculé en utilisant la fonction de la distribution de probabilité des valeurs extrêmes données par Jenkinson sous la forme

$$X = X_0 + (1 + e^{-kY})/K \quad (7)$$

Ou: X_0 - la valeur de la variable X pour $Y=0$,

$$Y = -\ln\{-\ln(T/T-1)\},$$

T - période de retour,

α - pente de la courbe (X,Y),

k - paramètre de courbature.

Les résultats d'utilisation de la formule () se pressentent dans la table

Tableau 45 Les niveaux maximaux annuels de différentes périodes de retour

Station	Période de retour (années)							
	100		50		20		10	
	Hmax	Hmin	Hmax	Hmin	Hmax	Hmin	Hmax	Hmin
Shengjin	231	-42	203	-40	167	-38	140	-36
Durres	107	-48	104	-43	99	-41	94	-38
Vlore	79	-45	76	-39	72	-37	68	-34
Sarande	171	-23	155	-20	133	-18	117	-15

6.4 Courants marins

Les caractéristiques principales du régime des courants marins présentées dans ce chapitre ont été basées sur les données d'observations au cours des campagnes hydrologiques dans les côtes albanaises. Ainsi deux types de courant marins ont été observés : les courants gradientales et les courants de tempêtes.

Le premier type est observé au cours des saisons calmes (été, automne), quand les vitesses du vent sont faibles. Ils sont créés par les gradients relativement grands de la température de l'eau entre la partie nord et celle sud de la mer Adriatique. Le long des côtes orientales de la mer Adriatique (côtes albanaises) la direction de ces courants marins est de S vers N, ayant une vitesse de 0.25-0.30 m/s.

Le deuxième type, les courants de tempête, ont lieu au cours des fortes vents qui accompagnent, en général, les tempêtes. Dans la majorité des cas ils arrivent dans les côtes du secteur sud et ils ont des vitesses plus grandes que les courants gradientales, qui varient entre 0.50 et 1.5 m/s. À proximité des côtes ils suivent, en règle générale, la ligne côtière. Ils exercent une forte transport solide et par conséquent une influence énorme sur les processus géomorphologiques des côtes. Dans la table... les valeurs de la courbe de distribution de la vitesse de courants gradientales est présentée.

Tableau 46 Vitesse moyenne dans des différents horizons dans la baie de Vlora

Profondeur (m)	0.5	7.5	15
Vitesse (m/s)	0.22	0.28	0.13

6.5 Régime thermique et hydrochimique

Le régime thermique des eaux marines des côtes se détermine du régime thermique de l'air aussi bien que de la dynamique de mouvements des masses d'eau marine et du régime thermique des eaux des rivières. Dans la table et la figure se présente la distribution interannuelle des températures aussi bien que les maximums et minimums.

Tableau 47 Distribution interannuelle des températures de l'eau

Station	Températures moyennes mensuelles en °C												Moy	Max	Min
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
Shengjin	12.2	11.6	12.9	15.4	19.1	22.4	23.7	23.5	22.1	19.2	16.4	13.6	17.7	29.6	6.8
Durres	12.0	11.8	13.1	15.8	19.2	21.9	23.0	23.4	22.8	19.9	16.7	13.8	17.8	28.0	7.9
Vlore	13.7	13.1	14.6	15.9	19.5	23.2	24.9	25.1	23.7	21.2	18.3	15.6	19.0	30.4	9.6
Sarande	14.8	14.3	14.7	16.2	19.8	22.4	23.7	24.3	23.9	22.0	19.4	16.6	19.2	28.6	7.2

Le tableau 47 montre que, les températures moyenne annuelle varient entre 17.7°C (Shengjin) est 19.2°C (Sarande) et que les températures moyennes mensuelles sont plus hautes aux mois de juillet et d'août (23-25°C) et plus basses au janvier-fevrier (12-15°C).

Le traitement du régime hydrochimique est basé sur l'information des principaux ions (tableau 48) et des données sur l'oxygène, pH et la salinité.

Le tableau 48 montre les valeurs moyennes annuelles du teneur des ions dans les eaux marine tandis que dans le tableau se représentent les changements des caractéristiques principales de l'eau avec profondeur dans la zone côtière de la mer Adriatique.

Tableau 48 La teneur moyenne en ions (g/kg) des eaux marines

Station	Ca	Mg	Na	K	HCO ₃	Cl	SO ₄
Shengjin	0.6212	1.4698	9.4367	0.8062	0.1769	19.2000	2.9095
Durres	0.6212	1.5534	11.5985	0.4250	0.1769	20.9200	3.0455
Vlore	0.6814	1.5990	11.5981	0.6375	0.1830	21.1500	5.1065
Sarande	0.6814	1.4562	8.7371	0.7250	0.1708	18.4200	2.9698

Tableau 49 La distribution des caractéristiques principales de l'eau avec la profondeur

Profondeur (m)	T (°C)	pH	O ₂ (mg/l)	Salinité ‰
0	25.0	8.30	7.6	38.32
5	25.0	8.35	7.8	38.40
10	22.0	8.35	8.5	38.51
15	20.0	8.35	8.5	38.68
20	19.0	8.30	8.7	38.68

Les résultats des analyses complètes des eaux de mer montrent que, en général, elles sont pauvres en matières biogènes due au processus intensif de la photosynthèse qui les consomme. Les nitrates et les phosphates on ne les observe pas et les nitrites se trouvent en faibles quantités (moins que 0.1mg/l).

6.6 Lagunes

Les lagunes sont des systèmes aquatiques situés en zone littorale avec communication directe avec la mer. De tels systèmes sont aussi dénommés *paraliques* car ils sont caractérisés par un faible renouvellement de leurs eaux, lié au confinement. Ce dernier favorise l'évaporation et donc une salinité dont le taux est variable (euryhalinité) mais souvent important.

Le confinement peut conduire en saison estivale à la formation totale des dépôts du sel par évaporation totale des eaux (phénomène du salant). Les marais salants ne sont d'autres, d'ailleurs, que des lagunes artificielles conçues afin d'accélérer la formation de sel par dépôt d'évaporation (Narta). Les lagunes littorales jouent un rôle très important au plan halieutique car elles servent de

frayères et (ou) de nurseries pour des nombreuses espèces de poissons marins de grande importance économique (Karavasta).

En général, les lagunes, plus particulièrement celles situées en zone littorale, reçoivent des quantités de nutriments et de matières organiques d'origine tellurique, ce qui favorise une dystrophication intense de leurs eaux qui s'exacerbe en période estivale. Il en résulte que ces biotopes deviennent rapidement anoxiques et leurs vases réductrices. Comme ils sont par ailleurs enrichis en sulfates par les apports marins, il apparaît une formation d'épais dépôts noirâtres de sulfure de fer dans leurs sédiments (lagune de Butrinti).

Les milieux lagunaires sont donc des sites privilégiés de certaines phases du cycle du soufre. Comme les eaux des lagunes sont généralement très peu profondes, donc entièrement traversées par la lumière, on assiste souvent à une prolifération à la surface des sédiments anoxiques et même, dans tout le volume d'eau, de bactéries phototrophes sulfo-oxidantes (surtout des Chromatiaceae). Celles-ci donnent lieu au phénomène des *eaux rouges* qui disparaissent quand elles ont oxydé tous les sulfures disponibles en surface des sédiments et dans les eaux lagunaires.

Les plus grandes lagunes de la côte de l'Adriatique sont : la lagune de Karavasta, lagune de Narta, lagune de Pashalimani, lagune de Patoku, lagune de Bishtaraku, les lagunes de Lezha (Kenella, Merxhani, Vaini), lagune de Viluni etc. Le long de la côte ionienne, à cause du caractère de falaise de la côte, on y trouve seulement la lagune de Butrinti située dans la plaine alluviale créée par les rivières Bistrica, Kalasa et Pavla.

6.6.1 Lagune de Karavasta

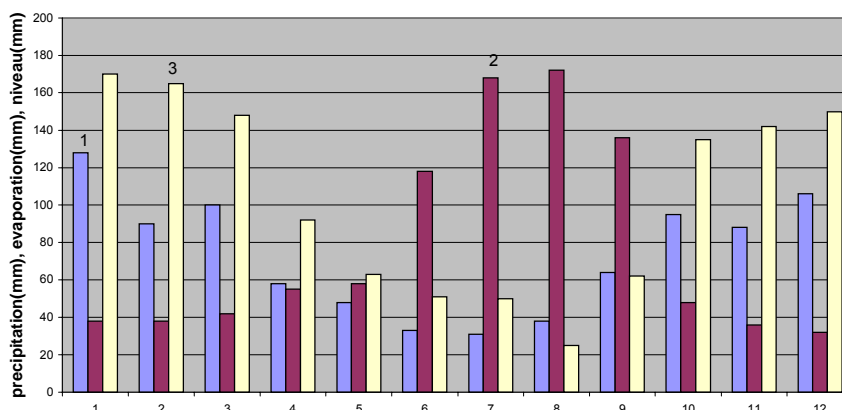
C'est la plus grande lagune de l'Albanie et de toute la côte orientale de la mer Adriatique. Elle a une surface de 43 km² et se situe entre les zones deltaïques des rivières Semani et Shkumbini. La lagune se sépare de la mer par un cordon littoral étroit, étant dans le même temps lié avec la mer par trois canaux, dont le troisième est artificiel et construit à des fins de pêche.

Le régime hydrologique de la lagune dépend plutôt de régime de précipitations et d'évaporation mais il est aussi influencé par le processus d'échange d'eau avec la mer au cours de la marée. Ainsi les enregistrements des niveaux de la lagune montre aussi des oscillations périodiques mais d'une amplitude plus petite à cause de la capacité limitée des canaux. Les débits des canaux qui lient la lagune avec la mer varie de 20 à 30 m³/s et dépendent de la différence entre le niveau de la lagune et celui de la mer. Le débit entrant (dans la lagune) est plus grand en saison estivale, quand les niveaux de la lagune sont assez bas par rapport aux niveaux de la mer, à cause du processus très intensif de l'évaporation. Dans le même temps les débits sortants de la lagune sont plus grands pendant l'hiver, quand les niveaux de la lagune sont plus hauts par rapport aux niveaux de la mer, à cause des précipitations efficaces assez abondantes.

La figure montre que les niveaux de la lagune sont plus bas en été quand la quantité de précipitations est plus petite et celle d'évaporation plus grande. Au contraire ils sont plus hauts en hiver quand les valeurs de précipitations sont plus grandes et celles d'évaporation plus petites.

Le régime hydrochimique dépend aussi des régimes des éléments hydrologiques tels que les précipitations et l'évaporation. En particulier, à cause des valeurs très hautes d'évaporation en saison estivale la salinité des eaux de la lagune prend des valeurs assez hautes qui souvent dépasse 50 ‰, surtout dans la partie est de la lagune (près du continent). Par contre les rapports entre les ions contenus dans les eaux de la lagune restent les mêmes par rapport à celles des eaux de la mer. Ainsi les ions principaux sont les chlorures, sodium, magnésium, sulfates, calcium et les

Fig. 36 Distribution interannuelle des précipitations(1), évaporation(2), niveaux(3).
Lagune de Karavasta



bicarbonates. Dans le tableau 50 sont présentés la conteneue des ions pour 3 différents niveaux de salinité des eaux de la lagune.

Tableau 51 Conteneue des ions pour des différents niveaux de la salinité. Lagune de Karavasta

Salinité (‰)	Cl (g/kg)	Na (g/kg)	SO4 (g/kg)	Mg (g/kg)	Ca (g/kg)	K (g/kg)	HCO3 (g/kg)
18	9.912	5.477	1.509	0.704	0.209	0.198	0.174
37.5	20.651	11.411	2.936	1.466	0.435	0.412	0.214
57	32.491	17.953	4.620	7.306	0.684	0.649	0.245

En général, la tenue de l'oxygène dissous dans les eaux salées dépends principalement des paramètres physiques comme la température de l'eau et la pression atmosphérique aussi bien que de la teneur du sel dissous caractérise au mieux par celle en anion chlorure, qui représente le facteur chimique. Dans la lagune de Karavasta les valeurs de l'oxygène dissous varient de 5.9-9.85 mg/l en saison estivale à 11.30-12.75 mg/l en saison hivernale ce qui coïncide assez bien avec les valeurs correspondantes obtenus par des différentes relations empiriques.

Les valeurs de pH varient de 7.75 à 8.89 en fonction de la teneur en CO2 dans l'eau de la lagune.

Quant aux matières nutritives on y trouve en petites quantités. La teneur en fer, en phosphates et en nitrates est négligeable.

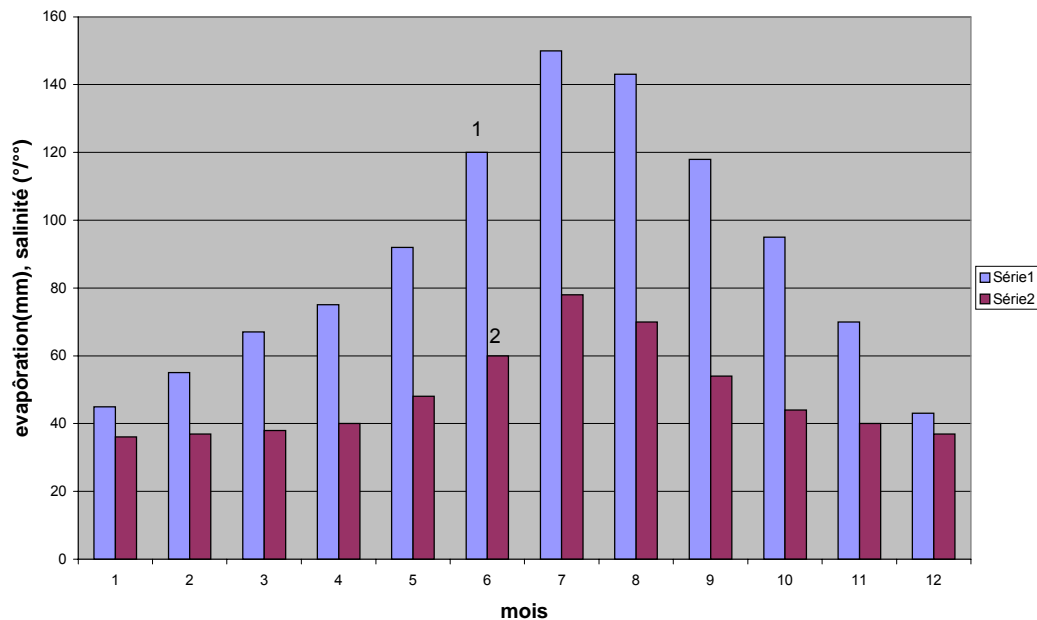
La lagune de Karavasta joue un rôle très important au plan halieutique dans la cote albanaise car elle sers de frayère et (ou) de nurserie pour des nombreuses espèces de poissons marins de grande importance économique aussi bien que pour des especes.

6.6.2 Lagune de Narta

Lagune de Narta se situe dans la partie nord de la baie de Vlora. Elle a une surface de 42 km², dont 28 km² sont utilisé pour la production du sel. Les profondeurs de la lagune sont faibles est rarement dépassent 1 m. La lagune est liée avec la mer par la moyen de deux canaux de capacité limité. A cause des valeurs assez hautes d'évaporation et de capacité limitée des canaux la salinité des eaux de la lagune en saison estivale prend des valeurs extrêmement hautes.

Le régime hydrologique de la lagune dépend principalement de régime de précipitations et d'évaporation. Il est très peu influencé par le processus d'échange

Fig. 37 Distribution interannuelle d'évaporation (1) et de la salinité (2)



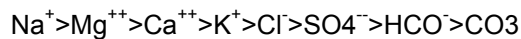
d'eau avec la mer à cause de capacité limitée des canaux. Ainsi les enregistrements des niveaux de la lagune montre que les oscillations périodiques causées par la marée sont observées dans la partie voisine avec la mer et ils ont des amplitudes de quelques cm. Les débits des canaux qui lient la lagune avec la mer varie de 1 à 5 m³/s. Le débit entrant (dans la lagune) est plus grand en saison estivale, quand les niveaux de la lagune sont assez bas par rapport aux niveaux de la mer, ce qui assure l'existence de la lagune au cours de cette période.

Le régime thermique des eaux de la lagune est quasi le même avec celui de la température de l'air ce qui peut être expliqué par le faible profondeur de la lagune. Les températures minimales sont observées au mois de janvier et celles maximales au mois de juillet.

A cause des températures assez hautes et des faibles profondeurs l'évaporation des eaux en saison estivale prend des valeurs très hautes (E=140-150 mm/mois) ce qui conduit à des valeurs très hautes de la salinité (78.57 ‰).

Dans la figure 37 se présente la distribution interannuelle d'évaporation et de la salinité. La figure montre que la distribution de la salinité suit étroitement celle de l'évaporation.

Quant à la teneur en ions on observe l'ordre suivant :



entre 64% et 89%, ce qui montre que, en général, les eaux de la lagune ne sont pas saturées de l'oxygène est qu'il y a donc un excédent de matières organiques.

Dans le tableau 52 se présente une information plus détaillée sur les caractéristiques principales des eaux de la lagune. Les ions de chlorure et de sodium prennent la plus grande part dans la minéralisation des eaux de la lagune. La teneur des ions de sodium varie de 10.82 g/kg à 22.80 g/kg et celle des ions de sulfates de 2.89 g/kg à 6.88 g/kg. La présence des ions de sulfates est déterminée par la présence des ions de calcium avec lesquelles ils forment la sulfate de calcium. Le dernier est peu soluble dans l'eau mais la présence des autres ions augmente sa solubilité. Ceci conduit à une teneur assez haute aussi bien qu'à des oscillations importantes des ions de sulfate.

Une autre particularité des eaux de la lagune de Narta est la présence des ions de bicarbonates au cours de l'année qui peut être expliqué par des hautes valeurs de pH (8.4-8.8).

La teneur en oxygène dissous au cours de l'année varie dans un intervalle assez large en suivant grosso-modo la distribution interannuelle de la température de l'air. Ainsi les plus grandes valeurs on y observe pendant l'été et les plus petites en hiver. Néanmoins, c'est aussi le processus de l'oxydation des matières organiques qui influence la quantité de l'oxydation dissous. Ainsi à la fin de la saison hivernale, bien que la température de l'air soit plus haute que celle du début d'hiver, la teneur en oxygène est toujours haute. Ceci peut être expliqué par le fait que le processus d'oxydation des matières organiques se déroule d'un faible intensité tandis que celui de la photosynthèse enrichie les eaux de l'oxygène. Dans le même temps les résultats des calculent montre que la teneur relative en oxygène prend des valeurs

Tableau 52 Caractéristiques principales de l'eau. Lagune de Narta

Saison	T (°C)	pH	S (‰)	NO ₃ (mg/l)	NO ₂ (mg/l)	P ₂ O ₅ (mg/l)	SiO (mg/l)	Fe (mg/l)	O ₂ (mg/l)
Printemps	11.8	8.5	38.2991	-	-	-	-	-	11.0
Eté	25.8	8.4	78.5719	-	-	-	4.40	-	5.5
Automne	11.4	8.4	41.5248	-	-	0.30	0.30	-	9.2
Hiver	5.9	8.4	41.5961	-	-	-	-	-	8.2

6.6.3 Lagune de Butrinti

La lagune de Butrinti se situe à l'extrême sud de la cote ionienne de l'Albanie, à l'intérieur de la baie de Butrinti. Elle a une surface de 16.3 km² et un volume d'eau de 0.21 km³. La lagune a été formée pendant la période de pliocen-quadernaire comme le résultat d'un enlèvement tectonique et au cours d'une longue période elle faisait partie de la baie de Butrinti. La formation de la lagune, telle qu'elle existe actuellement, était faite au cours d'une longue période par le dépôt des sédiments de la rivière Pavla, lesquels ont créés un cordon littoral relativement large qui sépare la lagune de la mer. Dans l'état actuel la lagune est liée avec la mer par le moyen d'un canal de 3 km de long, 80-160 m de large et d'une profondeur 5-6 m, par lequel se réalise un échange assez intensif de l'eau entre la lagune et la mer. Due à cet échange intensif les eaux de la lagune, ont plutôt des caractéristiques assez semblables avec celles de l'eau de la mer. Néanmoins, à cause de l'influence des eaux de surface et des sources de l'eau douce, la salinité des eaux de surface du lac rarement dépasse les 25‰.

Le climat de la lagune et de son environ est typiquement méditerranéen : l'été sec et chaud et l'hiver humide et doux. Les précipitations de la période sèche (juin-septembre) mesurent seulement 11% du total annuelle (1400 mm), tandis que celles de la période humide (octobre-mai) 89%. A cause des valeurs hautes de la température des mois de l'été le processus d'évaporation est très intensif et les valeurs moyennes mensuelles mesurent de 200 à 250 mm.

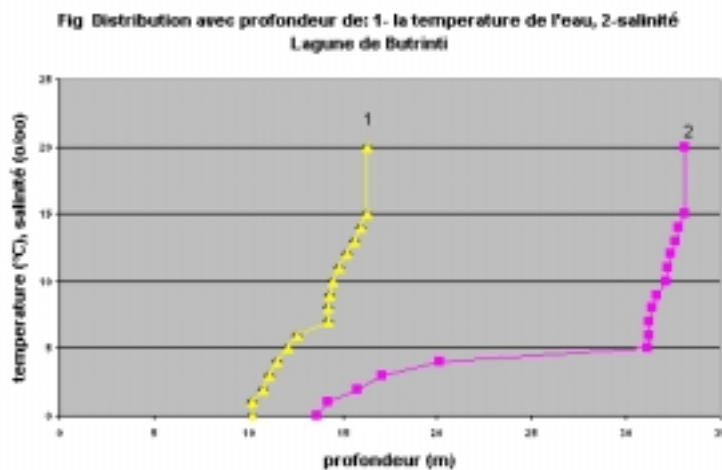
Le régime des niveaux du lac est déterminé principalement par le régime des précipitations et de l'évaporation. Ainsi au cours de la saison humide, quand les précipitations sont abondantes et l'évaporation presque nul, le niveau de la lagune devient plus haut que le niveau de la mer. Dans ce cas la lagune verse ces eaux dans la mer. Par contre, pendant la période sèche, quand l'évaporation est très intensive et les précipitations manquent le niveau de l'eau dans la lagune devient plus bas que celle de la mer est l'eau salée de la mer se dirige vers la lagune. En effet, le processus de l'échange d'eau entre la mer et la lagune est beaucoup plus complexe par ce qu'il est aussi influencé par le processus de la marée. Ainsi, a part des changements saisonniers liées aux changements des éléments du bilan hydrologiques, on observe des oscillations du niveau de la lagune d'une période de 12 heures et d'amplitude de quelques cm à 20 cm, causé par l'influence de la marée. Plusieurs jaugeages faits dans le canal de communication de la lagune avec la mer montrent que le débit entrant dans la lagune, pour une amplitude de la marée de 10-15 cm, varie entre 120 et 150 m³/s. Autrement dit, le volume d'eau qui entre dans la lagune au cours de 6 heures de la marée prend des valeurs de 2.6 millions à 3.2 millions m³ d'eau, ce qui représente à peut près 1% du volume d'eau de la lagune.

Le régime thermique des eaux superficielles de la lagune suit grosso-modo ce de l'air : les températures sont assez hautes pendant l'été (25-27 C°) et assez modérées en hiver (10-12 C°).

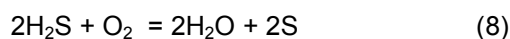
Cependant, les observations montrent qu'au-dessous d'une profondeur de 10-12 m la température prend des valeurs entre 15.5 °C et 16.5 °C et qu'elle change très peu le long de l'année.

Une situation semblable est observée concernant la salinité. Lorsque la salinité des eaux de surface change au cours de l'année entre 13‰ et 26‰, celle des eaux au-dessous de 7-8 m se modifie très peu entre 30‰ à 36‰.

Ainsi la masse d'eau de la lagune dans sa partie profonde en général, reste divisée en deux couches : la couche superficielle entre la surface et la profondeur 7-8 m, où les caractéristiques physiques et chimiques changent au cours de l'année et la couche profonde où ces caractéristiques restent presque constantes. Cela veut dire que, en général, on a une stratification assez stable de la masse d'eau et que le processus de la convection thermique verticale semble impossible. Cette conclusion peut être argumentée par le fait que les températures de l'hiver restent toujours au-dessus de 10°C et que la salinité des eaux de la couche profonde garde, au cours de toute l'année, des valeurs bien plus hautes que celle de la couche superficielle. Autrement dit, d'après les données des observations qui existent, même pendant les hivers très sévères, la densité des eaux de la couche profonde doit rester supérieure à celle de la couche superficielle. Un mélange total de la masse d'eau peut être seulement réalisé comme le résultat des événements météorologiques exceptionnels comme les vents et les vagues de tempête combinées avec des hautes eaux des marées.



Cette lagune, comme toutes les lagunes littorales, reçoit des quantités de nutriments et de matières organiques d'origine tellurique, ce qui favorise une dystrophication intense de ses eaux qui s'exacerbe en période estivale. Comme elle est par ailleurs enrichie en sulfates par les considérables apports marins, il apparaît une formation d'épais dépôts noirâtres de sulfure de fer dans ses sédiments et par conséquent elle devient un site privilégié de certaines phases du cycle du soufre. Il en résulte une formation des quantités considérables du gaz sulfhydrique H₂S lesquelles entrent en réaction d'oxydation avec O₂ comme suit :



Autrement dit, d'une part il y a une production abondante de H₂S et d'autre part une consommation de H₂S à partir de la profondeur 6-7 m où il se met en contact avec l'oxygène. La quantité nécessaire de O₂ pour réaliser l'oxydation de H₂S est assurée par le processus de la turbulence dynamique causé par les vents, les vagues et les courants marins. Il en résulte que, en long terme, la couche profonde de la lagune est devenue anoxique et sa vase réductrice. Ce processus était accéléré d'avantage à partir de l'année 1959 quand la rivière Bistrica, qui précédemment versait ces eaux dans la lagune, était déviée vers la mer dans le cadre d'un projet d'assainissement de la plaine autour de la lagune. Actuellement la productivité de la pêche est fortement réduite ; par contre il y a un développement notoire des moules.

Comme toute la partie littorale de la lagune est peu profonde (sauf une partie dans le centre du lac), donc entièrement traversé par la lumière, on assiste souvent à une prolifération à la surface des sédiments anoxiques et même, dans tout le volume d'eau, de bactéries phototrophes sulfo-oxidantes (surtout des Chromatiaceae). Celles-ci donnent lieu au phénomène des *eaux rouges* qui disparaissent quand elles ont oxydé tous les sulfures disponibles en surface des sédiments et dans les eaux lagunaires.

A cause des phénomènes mentionnés ci-dessus la lagune de Butrinti a vécu des situations catastrophiques. Plusieurs fois une partie ou toute la colonie des moules (*mytilis galloprovincialis*) meurs et les conséquences sont très graves même pour le future de la lagune entière.

7. Usages de l'eau

7.1 Introduction

Dans ce chapitre une synthèse a été faite sur l'information qui existe sur les usages de l'eau, les besoins en eau, les ressources utilisées, le niveau de satisfaction des différents utilisateurs et l'implication concernant la qualité des eaux. Les aspects considérés successivement sont : l'eau potable et l'eau résiduaire, les mines et l'industrie, l'irrigation et le drainage, l'énergie électrique et les autres usages tels que le tourisme et les usages dits non-consommateurs d'eau telque la navigation. La synthèse présente une évaluation globale du bilan de l'eau à l'échelle nationale et une analyse des relations entre l'eau disponible, la consommation de l'eau et des différents éléments du cycle de l'eau.

Dans le but de comprendre le développement attendu des différents secteurs d'utilisation d'eau et ses conséquences sur les demandes en ressources en eau et sur les impacts environnementaux (voir la qualité d'eau), dans les paragraphes suivants sont brièvement évoqués les politiques de développement des secteurs individuels d'utilisation d'eau. Ainsi, le développement le plus probable des secteurs mobilisant les ressources en eau et le risque de la pollution à été étudié. Dans le même temps, cette compilation contribue à la définition de la Stratégie Nationale des Eaux accompagnée par les politiques des différents secteurs et des stratégies de développement, afin d'éviter ainsi les contradictions qui pourraient apparaître entre la Stratégie et le développement des secteurs individuels d'utilisation d'eau.

A cause de l'importance donnée par le Gouvernement d'Albanie aux problèmes d'environnement, un Plan d'Action National sur l'Environnement a été établi en 1993. Ce plan a bien évidemment des conséquences sur la gestion des ressources en eau en général et ainsi sur la Stratégie Nationale des Eaux.

7.2 L'eau potable et l'eau résiduaire urbaine

Parmi toutes les eaux utilisées en Albanie, l'eau potable est probablement celle qui fait l'objet de plus d'attention et elle est apparaît comme une priorité nationale :

- elle est classée la deuxième en terme de consommation après l'irrigation ;
- elle concerne la population entière ;
- 95% des albanais ont accès aux réseaux de distribution ;
- néanmoins, le service n'est pas satisfaisant pour la majorité des usagers.

Les réseaux de distribution d'eau potable distribuent l'eau non seulement pour les besoins humains (domestique et municipale) mais aussi pour la majorité des activités industrielles. Cela s'explique plutôt par le fait que cette eau vient des ressources souterraines (captage de sources ou pompage dans les puits), qu'elle a naturellement une bonne qualité et qu'elle n'a pas besoin que d'un traitement par chlorification. De cette façon, l'industrie profite aussi de l'eau pure et pas cher, même si d'autres eaux de qualité inférieure pouvaient être satisfaisantes.

La distribution de l'eau potable est sous la responsabilité du Ministère des Travaux Publics et de l'Aménagement du Territoire (MTPAT) par le moyen de la Direction Générale de l'Eau. Le service à la population est assuré, dans la majorité des cas, par des connexions domestiques individuelles ; c'est le cas pour la population des villes. En général, la population des zones rurales est desservie par de l'eau pure des fontaines publique. Dans la plupart des villes, la distribution de l'eau est assurée seulement quelques heures par jour en raison d'une capacité limitée de stockage et des pertes importantes en eau par les conduites.

Les caractéristiques de service des plus grandes villes sont présentées dans le tableau 53.

Un problème de base, pour pratiquement tous les réseaux de distribution d'eau dans les agglomérations, c'est notamment l'état de délabrement des conduites. Elles sont en acier ou en fonte et sont installées, en règle générale, depuis 20 ou 30 ans. Actuellement, elles sont sérieusement corrodées à cause de durée d'utilisation, du défaut de protection et de maintenance ; ainsi les pertes en eau sont assez importantes dans les aqueducs et les réseaux de distribution. De plus, les pratiques fréquentes des connexions illégales dans le réseau, conduisent à des pertes qui représentent 50-70% de la production (86% pour la ville de Vlora).

Récemment des problèmes de qualité des eaux des sources ont été constatés : les puits de Mamuras et Fush Kruje, qui alimentent en eau les villes de Laç, Durres et Kavaje, ont commencé à fournir des eaux saumâtres ; ceux de Kuçova produisent des eaux de mauvaise qualité.

Un autre problème lié aux conditions d'utilisation des conduites et notamment au service non permanent de distribution, c'est le risque de contamination des eaux par des agents chimiques et bactériologiques provenant des réseaux des eaux usées. Il en résulte que l'eau des conduites sera polluée bien que l'eau de source soit initialement de très bonne qualité.

Table 53 Les caractéristiques de service de l'eau potable dans les villes

Ville	Population	Access eaux conduite	aux de	Production par habitant	Quantité journalier délivrée	Eaux comptées	Pertes d'eau
Unité	'000	%		l/jour	l/jour	%	%
Ballsh	12	60		228	114	30	70
Berat	60	80		731	177	26	74
Durres	121	96		543	149	32	68
Elbasan	100	100		685	122	39	61
Fier	95	84		433	103	43	57
Gjirokaster	30	80		283	91	35	65
Kavaje	32	74		257	116	33	67
Korçe	73	82		225	119	48	55
Kruje	16	83		171	62	30	70
Kuçove	48	58		285	147	36	64
Laç	32	65		428	211	40	60
Le zhe	28	77		245	76	40	60
Lushnje	60	47		228	98	26	74
Peshkopi	22	45		249	151	43	57
Sarande	32	65		137	66	31	69
Shkoder	95	-		577	-	24	76
Tirane	450	57		353	169	38	62
Vlore	86	84		796	99	14	86
Moyenne		73.5		381	122	34	66

Le tableau 53 montre que, dans la majorité des cas, la production d'eau potable par habitant est largement suffisante ; les villes les moins favorisées sont Lushnje où des nouveaux développements sont en cours, Kruje où des sources de bonne qualité sont envisagées, Sarande où les services municipaux font face à une augmentation dramatique de la population urbaine, qui a déjà doublé au cours de cinq dernières années.

Par contre, l'information concernant les zones rurales est rare. Les réseaux sont construits pour un village, ou un groupe des villages, et la distribution de l'eau potable est assurée seulement par des fontaines publiques. D'après les données récentes, 400 villages parmi 2000 manquent toujours de réseaux de distribution. En 1995, seulement 5% de la population rurale bénéficiait d'une adduction d'eau potable à domicile.

La distribution d'eau potable est le plus souvent assurée par le district. Chaque district possède son entreprise de la distribution d'eau potable, bien que parfois on ait deux entreprises : une pour la grande ville et son retour et une autre pour la zone rurale ; au total on identifie 48 entreprises . Elles sont techniquement assistées par la Direction Générale des Eaux auprès du Ministère des Travaux Publics et de l'Aménagement du Territoire (MTPAT) qui supporte aussi les investissements en infrastructure.

Comme pour l'adduction en eau potable, l'organisation et le financement de l'infrastructure des eaux usées sont assurées par des entreprises moins importantes et souvent liées avec les services municipaux. Dans certaines villes, il y a une entreprise commune pour la distribution d'eau potable et l'évacuation des eaux résiduaires.

Le principal objectif dans ce secteur est d'améliorer le service de distribution d'eau potable pour la population et de l'assurer 24 heures sur 24. Des objectifs précis (efficacité, couverture spatiale, durée de distribution) ne sont pas encore définis par le gouvernement ; il n'existe pas jusqu'alors de document de planification qui traite des objectifs à atteindre dans ce secteur, des priorités, de la tarification et des autres implications, pas plus que du programme de mise en place des mesures nécessaires.

Actuellement la priorité du gouvernement est d'améliorer les réseaux de distribution des centres urbains, qui contribueront à mieux fournir la population en eau potable et à supprimer le risque de contamination des eaux par l'infiltration des eaux d'égouts dans les réseaux d'eau potable. La deuxième priorité est d'améliorer la distribution d'eau potable dans les zones rurales qui fait partie du plan de développement durable de ces zones. La troisième priorité peut être l'augmentation de production d'eau dans les zones urbaines qui subissent une forte pression démographique comme Tirana.

Il semble qu'avec les mesures d'amélioration des réseaux de distribution d'eau et avec la sensibilisation aux économies d'eau par la population, les besoins en eau potable pourraient être satisfaits probablement pour les 10 prochaines années à l'exception de certaines villes comme Korça, Kruja, Lushnja, Saranda où la production d'eau par habitant est inférieure à 250 l/jour et Tirana où l'augmentation de la population et des activités industrielles n'est pas compensée par la réduction des pertes.

Une autre question qui peut influencer la consommation future de l'eau potable, c'est sa tarification. Une restriction des subventions accordées aux entreprises de gestion de l'eau sera accompagnée par l'application de prix plus réalistes pour les consommateurs. Ces actions complétées par l'amélioration du système de contrôle de consommation et des charges conduiront à une facture d'eau plus élevée pour l'utilisateur privé. Les exemples des autres pays d'Europe Centrale et de l'Est montrent que l'augmentation des tarifs d'eau pour les consommateurs entraîne une chute de consommation domestique d'eau de 20 % à 30 %, et dans certaines cas jusqu'à 50 %. Cela peut pousser les entreprises de gestion de l'eau à trouver des sources d'eau moins onéreuses, par exemple à mobiliser les eaux de surface au lieu des eaux souterraines, en particulier quand l'aquifère est profond et que le coût du pompage est élevé ou dans les cas de risques de contamination. Les conséquences se traduiraient dans la majorité des cas par des économies d'eau et finalement par une meilleure satisfaction des besoins des utilisateurs.

Cependant, il est admis que les eaux souterraines continueront à être la source principale d'eau potable. Dans certains cas (Lushnje, Laç, etc.), il y a des problèmes de contamination d'eau ou d'intrusion dans les aquifères d'eau salée venant de la mer. par contre il n'y aura pas des problèmes généraux de pollution des aquifères, à l'exception de contamination locale des sources des eaux potables par des activités non contrôlées de l'industrie (périmètres non protégés des eaux souterraines).

La loi votée au parlement «Règlement de secteur de l'eau potable et sanitaire» envisage d'établir un cadre législatif pour assurer la production d'une eau potable propre et fiable et un traitement efficace des eaux usées et dans le même temps la promotion des investissements privés dans ce secteur. L'application de cette loi conduira à une certaine privatisation du secteur de l'eau potable. Les

compagnies de provision en eau potable seront considérées comme des utilisateurs privés mais bénéficieront de certains privilèges définis dans la Loi des Ressources en Eau.

Le gouvernement albanais est en train d'envisager des politiques aptes à transformer ce secteur en un système financièrement plus au moins autogéré. On sait que les tarifs actuels ne couvrent pas le coût réel de la distribution en eau et que l'investissement nécessaire pour améliorer le service aura besoin d'attirer des capitaux privés. Cela augmentera d'avantage les prix pratiqués, mais la réduction des pertes, l'amélioration de la gestion et une facturation plus rigoureuse de la consommation contribueront à améliorer la performance économique de ce secteur. Dans ce contexte, les nouveaux systèmes institutionnels et légaux, suivant la « Loi des Ressources en Eau » pourront s'adresser aux concessions qui fonctionnent sur une base commerciale.

Une attention spéciale doit être consacrée à la provision en eau potable pour le développement touristique, en particulier sur les côtes où le développement intensif du tourisme peut créer des conflits avec les autres usagers tels que les agriculteurs.

Des dispositions inappropriées concernant les eaux usées ou les déchets solides peuvent conduire à des conséquences graves concernant la pollution des eaux souterraines.

7.3 Mines, industrie – déchets et eaux résiduaires

7.3.1 Mines

Durant la période de transition de l'Albanie vers une économie de marché, les activités dans le domaine des mines ont été considérablement réduites. Parmi les raisons principales de cette réduction, on peut mentionner l'exploitation à perte des mines et de l'industrie des minéraux, l'état déplorable de leurs infrastructures et, par conséquent, les mauvaises conditions de travail dont la faiblesse des salaires, la perte du marché traditionnel de l'exportation et la baisse des prix sur les marchés internationaux des minéraux comme le cuivre, le chrome, etc.

Pour résoudre les problèmes dans le secteur des mines, le gouvernement albanais s'apprête à privatiser la majorité des activités des mines sous la forme des concessions ou d'accords avec des capitaux privés comme indiqué dans le Programme des Réformes des Entreprises du GA. En partie en raison des prix bas des principaux minéraux exportés sur le marché mondial (cuivre et chrome), en partie en raison de l'insécurité des investissements dans les premières années de la période de transition (après 1991), les investissements privés dans le secteur des mines n'a pas été important et le niveau de production est toujours au-dessous de celui de l'année 1990.

On s'attend à ce que les activités des mines s'améliorent plus ou moins rapidement au cours des prochaines années selon le type de minerais, l'évolution des prix pratiqués sur le marché mondial, les opportunités d'exportation et la perspective d'attraction des capitaux étrangers. Dans ce contexte, on peut mettre en évidence certaines concessions déjà signées ou en train de se négocier avec des compagnies étrangères.

Le cuivre

Avant la période de transition, l'Albanie extrayait un million de tonnes de minerais de cuivre par an. Depuis 1990, la production a été réduite jusqu'à 180 000 tonnes en 1994. Depuis, on observe une augmentation constante avec 260 000 tonnes en 1995. Certaines mines, usines d'enrichissement et raffineries ont été fermées tandis que les autres travaillaient avec une capacité limitée. Actuellement le minerais de cuivre s'extrait à Kruma, Nikoliq et Karme dans le bassin de Drini (55 000 tonnes/an), à Gurth, Perlat, Rubik, Spaç, Lak-Rosh, Paluce et Qafe Bari dans le bassin de Mati (226 000 tonnes/an) et à Rehove dans le bassin de Semani (40 000 tonnes/an). Les usines d'enrichissement de Fush Arrez, Reps, Golaj et Rehove sont encore opérationnelles mais toujours avec une capacité de production réduite.

La majorité des sources de pollution de l'eau venant des mines résulte des usines d'enrichissement qui utilisent un procès de réfraction humide avec addition de substances chimiques en floculation ou en précipitation comme la poudre de chaux, du sodium et du potassium, des résines et de l'acide sulfurique. Les eaux usées des usines sont seulement soumises à un procédé de traitement préliminaire dans des petits bassins de décantation et elles se déposent sur des matériaux inertes où elles contribueront à leur lessivage. L'eau de lessivage, qui contient des sédiments en suspension et

du cuivre, du fer, etc., est directement rejetée dans les rivières. Entre temps, les résidus solides du procédé d'enrichissement (stérile), qui contiennent à peu près 0.2% de cuivre et une certaine quantité de FeS_2 sont déposés à côté des usines de manière inappropriée. A l'occasion de précipitations intenses, une partie de ces matériaux sont entraînés et évacués par les crues.

On s'attend à ce que, dans les années suivantes la production de minéral de cuivre augmente jusqu'à 365 000 tonnes/an qui représente approximativement 40 % de la production de l'année 1991. A peu près 75 % de la production de cuivre appartiendra au bassin de Mati, le reste proviendra du bassin de Drini (15%) et de Semani (10%). Les usines d'enrichissement de cuivre qui pourraient être maintenues sont celles à Repts et à Fushe Arez (bassin de Mati), à Golaj (bassin de Drini) et à Rehove (bassin de Semani).

A mesure que les niveaux de production semblent se stabiliser, la consommation en l'eau dans les années suivantes pour les mines et les usines d'enrichissement, prises directement des rivières ne dépassera pas les niveaux actuels de la consommation.

Les niveaux de pollution n'atteindront pas ceux de l'année 1991 et la fréquence des accidents de pollution ne sera pas plus haute. Cependant le problème des déchets solides ne sera pas résolu d'une manière adéquate. Dans ce contexte, il est important de mentionner que pendant un certain temps, au cours des dernières années, le cyanure a été utilisé pour extraire de l'or du minerai de cuivre dans quelques usines d'enrichissement de minerai de cuivre. Une partie du cyanure (probablement 7 tonnes) se trouve toujours à Kurbnesh (bassin de Mati). Sachant que le cyanure est extrêmement toxique et peut causer des dégâts importants sur les systèmes aquatiques, il conviendrait d'arrêter son utilisation dans les activités de mines.

Le chrome

Avant la période de transition politique, l'Albanie extrayait 1 million de tonnes de minerai de chrome de bonne qualité. Depuis l'année 1990, la production a été réduite jusqu'à 220 000 tonnes en 1994 et puis il y a eu une augmentation de 250 000 tonnes en 1995 à 300 000 tonnes en 1996.

Certains des mines ont été fermés et les usines d'enrichissement et de la métallurgie travaillent à une capacité limitée. Actuellement, le minerai de chrome s'extrait à Bulqiza, dans le bassin de Drini (150 000 tonnes/an), à Bater et Klos dans le bassin de Mati (140 000 tonnes/an) et à Prenjas dans le bassin de Shkumbini (20 000 tonnes/an). Les usines d'enrichissement à Bulqize et Kalimash (bassin de Drini) et à Burrel (bassin de Mati) sont encore opérationnelles et elles produisent au total une quantité de 40 000 tonnes/an de Fe Cr.

Puisque la teneur en chrome dans le minerai est relativement élevée (de 6 à 36%), le procédé d'enrichissement est plutôt un procédé de réfraction à sec qui ne cause pas de pollution visible. Il existe certainement le problème du matériel inerte déposé d'une manière inappropriée à côté des usines. Cela représente un risque réel et plus préoccupant pour la pollution des eaux, à cause d'une toxicité plus grande par rapport au cuivre.

Contrairement aux autres activités de mines, on s'attend à ce que la production de minerai de chrome revienne dans les prochaines années au niveau de l'année 1990. Bien que l'extraction de ce minerai connaisse les mêmes problèmes que les autres, grâce à la qualité et à l'importance des réserves de chrome en Albanie, cette activité devrait plus bénéficier du support de capitaux étrangers. On doit mentionner ici que les réserves en chrome de l'Albanie se classent au quatrième rang au niveau mondial. A cause d'une hausse probable de la production de chrome, le risque de pollution des eaux augmente et les études d'évaluation de risque environnemental doivent accompagner toutes les nouvelles projets d'extraction de chrome.

Ferronickel

La production de minerai de ferronickel est devenue pratiquement nulle et il n'est pas certain qu'elle soit réactivée. Les risques de pollution des eaux par le ferronickel peuvent être comparés à ceux liés au chrome.

Pétrole brut

On s'attend à ce que la production actuelle continue de décliner dans les 5 à 10 prochaines années. Bien que quelques explorations pour trouver de nouveaux champs de pétrole soient en train de se réaliser (très peu sur le continent), il n'existe pas encore de plans pour les développer davantage ;

ainsi le scénario le plus probable est l'exploitation des champs existants pour quelque temps encore. Pourtant on n'ignore pas qu'à long terme, la production du pétrole brut augmentera et que cela peut avoir des impacts sur la qualité des ressources en eau. Ainsi, il faut suivre attentivement les développements de l'industrie du pétrole. Il faut mentionner que les extractions les plus importantes (Gjanica) et l'industrie de raffinement (Ballsh, Fier) se situe dans le bassin de Semani.

Tant que les niveaux de production décroissent, les niveaux de pollution, bien qu'assez élevés le long des rivières Gjanica et Semani, n'atteignent pas les niveaux de pollution de 1991. Les exploitations de pétrole brut et les activités de raffinement sont toujours dans les mains du gouvernement. Il semble que la compagnie Albpetrol, contrôlée par l'état, a planifié des mesures contre la pollution, mais on ne connaît guère le détail de ces mesures ; par conséquent on ne peut pas prévoir la situation de la pollution pour les prochaines années.

Autres activités

Il existe aussi d'autres activités de mines mais d'importance moindre comme l'exploitation de bauxites et d'autres minéraux non métalliques comme les roches de chaux, argile, roche de sel, kaolin, quartz, dolomites et gypse. Ces activités ont sérieusement endommagé l'environnement dans le passé mais il n'existe pas une évaluation de leurs impacts. On admet cependant que ces activités aient un impact plutôt local sur les eaux.

Entre temps, il faut souligner que l'extraction non contrôlée du sable et du gravier des lits de rivières peut détruire les berges des rivières et les infrastructures (ponts, routes) et augmentent le drainage des champs agricole avec des conséquences parfois néfastes pour l'agriculture. Il est important que le développement de ces activités dans le futur soit bien contrôlé par un système approprié de licences d'exploitation.

7.3.2 Industrie

L'industrie, en général, est répandue partout en Albanie. Des activités telles que boulangeries industrielles, usines de traitement de la viande ou crémeries se trouvent dans tous les districts. Au cours des changements économiques et sociaux dans le pays, les industries à grandes échelles ont été le plus endommagées et aujourd'hui elles n'ont pas d'autre choix pour redémarrer leurs activités que de s'adapter aux nouvelles technologies. Certaines de ces importantes usines peuvent continuer leurs activités mais toujours en travaillant à une capacité limitée.

Dans ce chapitre, l'accent a été mis sur la pollution industrielle, puisqu'il semble que l'approvisionnement en eau pour l'industrie n'est pas et ne sera pas une contrainte pour la gestion de l'eau. Au contraire, les rivières, les lacs et la mer peuvent être contaminés par les eaux usées industrielles, ce qui peut avoir des conséquences graves pour les autres usages de l'eau. Pour cette raison, ce qui suit présente une analyse du potentiel de pollution par bassin et par source de pollution.

Bassin de Drini

La source principale de la pollution dans le bassin de Drini est l'usine de fabrication de cuirs de Shkodra. Elle utilise l'eau du réseau d'eau potable et rejette ses eaux usées dans la rivière de Kiri, un affluent de Drini. Les caractéristiques principales de ces eaux usées sont :

- alcalinité : pH de 8.2 à 10.5
- sédiment en suspension : de 450 à 3800 mg/l
- BOD5 : de 340 à 1540 mg/l, COD : de 830 à 8480mg/l
- chrome : de 0.7 à 45.8 mg/l
- soufre : de 6 à 148 mg/l, chlorites de 91 à 2596 mg/l.

Les autres sources potentielles de pollution, comme l'usine de papier à Shkodra et les mines de chrome à Kalimash et Golaj, sont actuellement ité.

Bassin de Mati

La pollution de la rivière Mati est principalement causée par les activités des mines, déjà analysées précédemment.

Une autre source de pollution industrielle est le combinat chimique métallurgique de Laç. Ce complexe inclut différentes usines qui rejettent des eaux usées avec différentes caractéristiques. L'ensemble des rejets s'évacue dans la mer Adriatique par un canal ouvert avec un réservoir de décantation à son embouchure ; le débit total de l'eau usée est de 780 000 m³/an, avec les caractéristiques suivantes :

- l'alcalinité : pH très acide : 4.2
- soufre : 1.2 mg/l, chlorites 520 mg/l
- sulfate : 545 mg/l
- BOD5 : 110 mg/l, COD : 1300 mg/l
- arsenic : 1.0mg/l
- phosphate : 8 mg/l
- fer:8mg/l.

Bassin de Erzeni - Ishmi

Dans le bassin d'Erzeni-Ishmi se trouvent deux grandes zones de pollution industrielle : la ville de Tirana qui rejète ses eaux usées dans la rivière de Tirana et la ville de Durres dont les eaux usées se rejètent directement dans la mer.

A Tirana, les principales activités sont les usines de textile, de cuir et de mécanique, mis à part d'autres usines qui utilisent moins d'eau ou qui rejettent des déchets moins toxiques : principalement des matières organiques qui peuvent faire augmenter la DBO5 des rivières mais qui ne causent pas de contamination à long terme. Chaque industrie contribue avec des différents polluants spécifiques mais la pollution totale se caractérise par :

- une alcalinité haute
- des valeurs hautes de DCO
- de fortes teneurs en chrome, chlorites et sulfate (usines de cuir)
- les graisses des usines de textiles
- les cyanites et les hydrocarbures des usines de production des pièces de rechange.

Les usines qui se situent à coté de la côte rejettent leurs eaux usées directement dans la mer comme celle de cuir à Porto Romano.

Bassin de Shkumbini

Depuis la fermeture partielle du complexe métallurgique d'Elbasan, il n'existe pas de sources importantes de pollution dans la rivière de Shkumbini. Les activités qui existent comme l'usine du savon à Rogozhine ne semblent pas causer de contamination significative.

Bassin de Semani

Dans le bassin de Semani se concentre une partie importante de l'industrie et, en conséquence, de la pollution de l'Albanie. Il y a deux zones qui produisent la plupart de cette pollution : la partie amont du bassin de Devolli à Korça et à Maliq, et la partie aval de Semani avec ses champs de pétrole et les centres industriels de Ballsh et Fier.

A Maliq, les usines de sucre, de bière, d'amidon et d'alcool rejettent une grande quantité de matières organiques dans la rivière Devolli, mais la capacité d'oxygénation de la rivière en aval réduit les conséquences négatives de ces rejets. A Korça la pollution principale est causée par les industries des textiles et des cuirs qui rejettent leurs eaux usées avec les caractéristiques suivantes :

- alcalinité haute : pH jusqu'à 11.6
- chrome : autour de 150 mg/l
- nitrates : jusqu'à 108 mg/l
- ammoniac : plus que 20 mg/l.

Les parties basses des bassins de Semani, Osumi, Devolli et Gjanica souffrent d'une haute pollution causée par des différentes sources qui affectent tous les cours d'eau aussi bien que la mer.

La rivière Osumi reçoit les émissions du combinat de textiles de Berati avec pH jusqu'à 11.3 et des sulfates de 4.9 à 8.7 mg/l.

La raffinerie de pétrole de Ballshi décharge dans la rivière Gjanica des eaux usées acides (pH = 5.8) accompagnée de gaz sulfhydrique (2.3 mg/l), de sulfates (180 mg/l), de chlorites (640 mg/l), etc.

Les rivières Gjanica et Semani, et à une plus petite échelle, les rivières Osumi et Devolli, sont contaminées par les fuites des champs de pétrole qui contiennent naphta, benzène, toluène et autres produits aromatiques dans des quantités de 0.2 à 6 mg/l.

L'usine des fertilisants de Fieri décharge dans la mer des eaux usées qui contient de l'ammoniaque (100 mg/l), urée (50 mg/l), nitrates (120 mg/l), arsenic, gaz sulfhydrique, etc.

Bassin de Vjosa

Les sources de pollution de la rivière de Vjosa sont limitées. Cependant, il y a quelques fuites des champs de pétrole dans la Shushica, un affluent à l'aval de Semani, et les eaux usées de l'usine de cuir à Gjirokastra, peuvent gravement polluer les eaux dans la partie basse de la rivière Vjosa.

7.3.3 Evolution possible

Selon le Programme des Réformes des Entreprises, lancé en 1992, le Gouvernement de l'Albanie a décidé de privatiser la majorité des industries du pays. Jusqu'à présent, la majorité des investissements privés ont été dirigés vers l'industrie légère et le commerce. Il en résulte qu'en 1995 il y a eu 2300 entreprises privées d'industrie légère enregistrées et 230 entreprises de l'état. A l'exception des certaines activités de mines, le Gouvernement de l'Albanie n'a pas l'intention d'investir dans les activités industrielles, particulièrement dans l'industrie lourde qui reste dans un état déplorable depuis 1991 et qui nécessiterait des investissements de capitaux étrangers. Actuellement il y a des négociations avec des compagnies étrangères pour industries encore actives.

Le développement des industries a été une priorité durant le régime communiste jusqu'à 1990. Cela peut expliquer que l'eau mobilisée par l'industrie avait les mêmes qualités que pour l'eau potable, sans considérer les réelles exigences de qualité des eaux industrielles. Aujourd'hui, il apparaît que pour les nouvelles industries, ou pour les industries anciennes à réhabiliter, on doit considérer la possibilité d'utiliser les eaux de surface des rivières. Cela peut avoir un double avantage : diminuer le coût pour l'industrie et préserver les eaux souterraines pour l'eau potable.

Industrie légère

Le développement de l'industrie légère est concentré dans l'industrie alimentaire, aussi bien qu'en industrie de textiles et de cuir. En général, le risque environnemental causé par l'industrie alimentaire n'est pas important ; par contre ce n'est pas le cas avec l'industrie de cuir déjà concentrée à Tirana, Korça et Gjirokastra. La pollution causée par cette industrie, si n'est pas proprement contrôlée, peut avoir des conséquences graves sur la qualité des eaux souterraines et de rivières.

Industrie métallurgique et chimique

Le futur de l'industrie métallurgique (Burrel, Elbasan, Laç) n'est pas encore clair. Les usines à Burrel et à Elbasan continueront à fondre le minéral de FeCr des mines de chrome, mais on ne sait pas si les autres activités de cette industrie démarreront et dans quelles conditions, particulièrement dans le combinat métallurgique d'Elbasan. Une attention particulière doit être consacrée au grand risque de pollution de la rivière Shkumbini si d'autres activités reprennent.

Il semblerait que Laçi reste la seule raffinerie de cuivre dans le pays, mais elle doit être réhabilitée d'urgence parcequ'elle présente toujours un grand risque de pollution. Cependant, cette réhabilitation sera probablement réalisée dans le même temps que le développement général des mines de cuivre, dont le marché mondial devrait relever les prix de base.

L'industrie chimique en Albanie est essentiellement concernée par les productions agrochimiques (superphosphates à Laç, nitrates d'ammonium à Fier, pesticides à Durres, etc.) et de peinture pour satisfaire les besoins du pays (usine des peintures à Tirana). Alors que les besoins en produits

agrochimiques vont probablement augmenter rapidement dans les prochaines années, il y aura un intérêt considérable à réhabiliter les usines existantes qui les produisent. Pourtant rien n'est ne semble envisagé quant aux possibilités éventuelles de participation de capitaux étrangers. On doit souligner que ces usines ont été très polluantes et que la réhabilitation éventuelle de ces usines doit être accompagnée de mesures de contrôle de la pollution.

7.4 Irrigation et drainage

7.4.1 Agriculture en Albanie

L'Albanie est divisée couramment en trois zones agro-écologique basée sur le climat, les sols et la végétation : les plaines fertiles côtières, la région intermédiaire collinaire et les zones non arables montagneuses. Les zones côtières se caractérisent par un climat méditerranéen : l'été sec et chaud et l'hiver humide et doux. Les précipitations annuelles varient de 800-2000 mm dans les zones côtières, 1600-2000 mm dans le piedmont et 3000-3500 mm dans les montagnes. Entre temps, seulement 20 % des précipitations annuelles tombent au cours de la période avril-septembre. Le déficit en eau des plantes au cours de la période juin-août varie entre 400 et 500 mm, lequel ne peut pas être fourni par l'humidité du sol, ce qui fait nécessaire l'irrigation des champs pour un développement adéquate des plantes, en particulier dans la zone côtière.

L'Albanie possède une surface totale de terres d'à peu près 2.6 millions hectares, dont 700 000 ha de terre arable, 409 000 ha de pâturages et 1.05 millions ha de forêt. Environ 417 000 ha, soit 60% des terres arables du pays, sont irrigables, et représentent 80% de la production agricole nationale. Plus que la moitié des terres irrigables, soit 226 000 ha, se situe dans les plaines côtières.

L'Albanie est, en majeure partie, un pays agricole. Actuellement, l'agriculture génère 56 % du PIB et constitue la principale source d'emplois (66 % de la main d'œuvre). Dans les zones rurales vit plus que la moitié de la population. Comparé avec les pays voisins ex-communistes, à partir de la chute du régime communiste en 1991, l'Albanie a réussi des progrès extraordinaires à l'égard de la réforme du secteur de l'agriculture évoluant vers une économie de marché. Près de 90 % des terres autrefois contrôlées par des coopératives et des fermes de l'état ont été complètement privatisées. Des réformes majeures sur les salaires et les conditions de travail viennent d'être accomplies. D'autres réformes qui visent la privatisation des entreprises d'agriculture, la réforme du système de crédit agricole et le cadre législatif pour le bail de la terre, sont en cours. Après une chute de 40 % de la production agricole entre 1990 et 1991, il y a eu une croissance de 17 % en 1992, 12 % en 1993, 15 % en 1996 et 22 % en 1998. Actuellement, on assiste à une tendance de passer du blé au maïs utilisé comme nourriture pour le bétail en nette augmentation et à des cultures qui ont une valeur plus ajoutée plus forte telles que les fruits et légumes. D'un autre côté, en raison des changements politiques, on assiste à une baisse significative des cultures industrielles.

7.4.2 Situation en irrigation

L'irrigation a été appliquée en Albanie surtout au cours du siècle dernier. En 1938, la surface irriguée couvrait 29 000 ha soit 10 % de la terre arable. Pendant le régime communiste, des investissements massifs, surtout durant la période 1950-1975, a augmenté cette surface jusqu'à 417 000 ha. Le développement de l'irrigation a été accompagné par des travaux importants de protection contre les crues pour une surface de 130 000 ha et un système de drainage a été développé sur une superficie de 300 000 ha. Par ailleurs, des travaux d'assainissement de marécages et de zones salées ont été menés afin de profiter 280 000 ha de terres arables.

Les évènements qui suivent la chute du communisme en 1991 ont causé des dégâts substantiels dans les systèmes d'irrigation et de drainage. La majorité des dégâts a été faite dans les structures appartenant aux coopératives agricoles qui constituaient à l'époque 74 % de la surface totale irriguée, alors que les fermes de l'état, en général, n'étaient pas endommagées. Dans le même temps, la maintenance régulière des systèmes a été réduite et les travaux nouveaux de construction ont été arrêtés par manque de financement. Il en résulte qu'en 1994, le système d'irrigation sur 114 000 ha n'était plus opérationnel et le système de drainage sur 153 000 ha a été sérieusement endommagé. Actuellement, grâce à l'impulsion de la Banque Mondiale, des travaux importants sont en route pour résoudre les deux problèmes les plus cruciaux :

- la réhabilitation des réseaux d'irrigation dans les conditions initiales,

- l'organisation des fermiers dans les Associations des Utilisateurs de l'Eau pour le fonctionnement et la maintenance et pour assurer la viabilité économique des systèmes réhabilités.

Grâce à ces travaux, il y a eu une amélioration de la performance des réseaux d'irrigation, comme présenté dans le tableau 54.

Tableau 54 Les zones irriguées par bassin en 1995

Bassin	Surface totale km ²	Surface arable ha	Surface irrigable ha	Surface irriguée ha	Dérivation annuelle 10 ⁶ m ³
Drini	7 020	105 864	59 276	33 913	95.0
Mati	3 002	410 582	24 678	19 599	54.9
Erzeni-Ishmi	2 130	79 838	53 105	27 805	77.9
Shkumbini	3 534	114 423	61 369	36 922	103.4
Semani	7 120	232 620	111 863	84 503	236.6
Vjosa	5 940	127 677	72 249	37 779	105.8
Total	28 748	702 104	382 540	240 523	673.5

Notes :

Surface irrigable : surface en eau assurée par le réseau actuel

Diversions sont basées sur une allocation annuelle de 2800 m³/ha

7.4.3 Les capacités des systèmes d'irrigation

Les plans d'irrigation élaborés dans les années 1980 ont été conçus de manière à ce qu'ils puissent couvrir le déficit total en eau des cultures. Pourtant, ils s'appliquent seulement à 35 000 ha soit 8 % de des terres irriguées. Tous les autres plans établis avant 1985 ont été destinés à distribuer 2800 m³/ha de l'eau pour les plaines et 2500 m³/ha pour les collines. L'estimation initiale a été surestimée de 30 % pour tenir compte des pertes. Comme les pertes réelles sont de l'ordre de 70 %, seule une quantité de 1200 m³/ha parvient aux cultures, cela étant bien au-dessous des demandes en eau des plantes au cours des périodes de pointe du stress hydrique.

Les pertes sont principalement causées par le défaut d'imperméabilisation des canaux et de la faible efficacité des méthodes d'irrigation. Des mesures simples pour réhabiliter ces plans d'irrigation en améliorant les réseaux pourraient réduire les pertes et augmenter l'allocation de l'eau d'une valeur de 33 % soit de 400 m³/ha. On atteindrait ainsi une valeur totale de 1600 m³/ha pour les cultures ce qui pourrait être satisfaisant mais toujours éloigné de l'optimum.

Grâce aux précipitations abondantes au cours de l'automne et de l'hiver, les cultures d'hiver dans les plaines côtières, comme le blé et le fourrage, demandent seulement une irrigation complémentaire pour compenser les pluies irrégulières du printemps. Cependant, les déficits systématiques d'eau dans ces plaines entre les mois d'avril et de septembre ne permettent pas de cultiver des plantes d'été telles que l'alfalfa, le maïs, des fruits et légumes et des cultures industrielles (tournesol, coton) si une irrigation satisfaisante n'est pas assurée.

Dans le tableau 55 sont présentés quelques données sur le rendement de l'irrigation pour certaines cultures.

Table 55 Le rendement de l'irrigation

Cultures	Rendement moyen en 1985-90		Augmentation %
	Tonnes/ha		
	Non irrigué	Irrigué	

Blé	3.0	4.0	33
Mais	1.0	5.0	400
Alfalfa	7.0	40.0	471
Tomates	-	35.0	-
Harricot sec	1.4	2.0	43
Pomme de terre	10.0	25.0	150
Betterave à sucre	20.0	35.0	75
Tournesol	1.2	3.0	67
Raisin	4.2	10.0	138
Fruits à feuilles caduques	2.0	14.0	600

7.4.4 Infrastructure d'irrigation et du drainage

Les systèmes d'irrigation sont extrêmement fragmentés : 653 réservoirs collinaires fournissent de l'eau pour 180 000 ha de terres et 639 stations de pompage assurent l'irrigation de 78 000 ha. Les schémas d'irrigation par prélèvement dans les rivières fournissent de l'eau pour 160 000 ha et à peu près 1000 ha de terre sont irriguées par les eaux souterraines. Les réservoirs et les ouvrages de prélèvement de l'eau sont, en général, en état de marche, alors que plus que la moitié des stations de pompage sont défectueuses et doivent être remplacées.

A l'exception d'un nombre limité des systèmes d'arroseur (sprinkler) sur des grands lots réalisés par des accords avec des partenaires étrangers, ce sont les méthodes traditionnelles d'irrigation par surface (par sillon ou à rayures) qui dominent pour 95 % des terres arables du pays. L'efficacité de ces méthodes est très basse et ne dépasse pas 60 %.

Le drainage couvre seulement les zones qui sont irriguées au cours de la saison sèche. Une surface de 206 000 ha est drainée par gravité et l'autre partie, à peu près 70 000 ha, par des stations de pompage électrique.

7.4.5 Satisfaction des demandes en eau d'irrigation

Le tableau 56 montre pour chaque bassin, les demandes en eau d'irrigation pour certaines cultures. Ce tableau n'est pas exhaustif, et les demandes réelles par bassin doivent être plus grandes que celles indiquées. Il est intéressant de comparer ces valeurs avec celles du tableau 54 dans la dernière colonne relative à la dérivation totale. Il semble que, même sans compter les autres cultures et en acceptant une efficacité de 60 %, les dérivations actuelles satisfont seulement 25 % des besoins, comme indiqué dans le tableau 57.

Table 56 Résumé des demandes en eau d'irrigation

Bassin	Céréales	Mais	Légumes	Pomme de terre	Betteraves	Fourrage	Total
Drini	26.8	51.3	16.3	8.4	3.3	144.7	250.7
Mati	9.7	18.7	8.5	1.4	2.4	56.6	97.2
Ishmi-Erzeni	32.3	28.7	24.6	3.0	6.8	106.1	201.4
Shkumbini	67.8	39.7	29.2	4.2	9.2	149.4	299.5
Semani	172.4	92.5	41.9	11.1	18.1	359.9	695.9
Vjosa	81.0	38.5	26.0	4.9	7.5	209.7	367.6
Total	390	269.4	146.4	33.0	47.2	1026.3	1912.3

Notes :

Dans les céréales sont inclus : le blé, le seigle, l'avoine et l'orge

Les demandes en eau des légumes sont basées sur celle de tomate et la demande en eau du fourrage sur celle de alfalfa,

Le total n'est pas exhaustif ; d'autres cultures ou de petites zones ont été exclues des calculs

Table 57 Le niveau de satisfaction des demandes en eau d'irrigation

Bassin	Drini	Mati	Erzeni-Ishmi	Shkumbini	Semani	Vjosa
Demandes	250.7	97.2	201.4	299.5	695.9	367.6
Dérivation	95.0	54.9	77.9	103.4	236.6	105.8
Distribution	57.0	32.9	46.7	62.0	142.0	63.5
Rapport de satisfaction	0.23	0.34	0.23	0.21	0.20	0.17

7.5 Energie électrique

L'Albanie possède un grand potentiel hydroélectrique, grâce à des ressources abondantes en eaux de surface et des pentes importantes des lits des rivières. La distribution annuelle d'écoulement se caractérise par des fortes crues pendant la saison de pluies, laquelle offre une possibilité pour le développement des systèmes de production d'énergie hydroélectrique. Au cours des 50 dernières années, l'Albanie a construit des usines électriques sur les principales rivières du pays comme Drini, Mati, etc. Elles produisent la majorité de l'énergie électrique demandée par les activités domestiques, publiques et industrielles.

La capacité totale des installations du pays est de 1 662 MW dont 1 446 MW (soit 87% du total) est de source hydroélectrique, mais il y d'avantage un potentiel technique à utiliser pour produire plus d'hydroélectricité. La capacité totale de production hydroélectrique au cours d'une année hydrologique moyenne est de 5350 GWh, 4450 GWh pour une année de probabilité de 80 % et 3850 GWh pour une année de probabilité de 90 %. La cascade sur la rivière Drini contribue de 1350 MW ou 93 % de la capacité totale hydroélectrique ; elle est régularisée par les réservoirs de Fierza en amont qui possède un stockage de 25 % de l'écoulement annuel. L'eau est réutilisée d'avantage dans les usines de Komani est Vau Deja, qui possèdent des stockages plus petits.

L'énergie totale produite par la cascade de Drini après l'année 1986 (date d'entrer de l'usine électrique de Komani dans le réseau national de l'énergie), a toujours été au-dessus de 2500 GWh, en dépit du fait que la consommation domestique d'énergie en 1991 n'excédait pas 2170 GWh. Ainsi, le surplus d'énergie de la cascade de Drini pourrait être exporté.

Comme on l'a vu, le climat de l'Albanie est caractérisé par une forte différence entre les pluies en période sèche (juin-septembre) et celle humide (novembre-mars). De ce fait, les déficits en énergie au cours des périodes sèches prolongées sont compensées par des importations d'énergie venant de Grèce.

Il faut souligner que les barrages existants sont construits essentiellement pour la production de l'énergie électrique. Cependant, mis à part leur rôle de contrôle des crues, les réservoirs de Fierza et Komani sont utilisés pour le transport local et Vau Deja distribue 10 m³/s pour l'irrigation des plaines côtières. Seul le barrage de Banja, en construction, aura des buts multiples : irrigation et production électrique.

Table 58 Les usines électriques en Albanie

Usine	Rivière	Type	Capacité installée MW	Production annuelle GWh	Stockage 10 ⁶ m ³	But	Début de l'exploitation
Fierza	Drini	B	500	1800	2700	E	1978
Komani	Drini	B	600	2000	450	E	1985
Vau Deja	Drini	B	250	1000	580	E	1971
Ulza	Mati	B	25	120	240	E	1957

Shkopeti	Mati	B	24	90	15	E	1965
Selita	Erzeni	D	5.0	30	-	E+EP	1951
Bogova	Bogova	D	2.5	15	-	E	1971
Gjançi	Osumi	D	3.0	10	-	E+I	1990
Smokthina	Shushica	D	9.0	35	-	E	1976
Bistrica 1	Bistrica	D	22.5	120	-	E	1965
Bistrica 2	Bistrica	D	5.0	30	-	E	1965
Banja	Devolli	B	60	250	700	E+I	En route
Total (sans Banja)			1446	5220	3985		

Notes :

B : barrage, D : Dérivation

E : énergie, E+EP : energie + eau potable, E + I : énergie + irrigation.

L'Albanie exporte de l'énergie électrique depuis 1970. Il y a des connections entre l'Albanie et la Yougoslavie (Monténégro et Kosovo) et la Grèce. Pour des raisons politiques, actuellement, seule la connexion avec Grèce est active.

Le commerce de l'électricité avec les pays voisins est basé sur la complémentarité de leurs systèmes. Le système hydroélectrique de l'Albanie, permet de produire de l'énergie électrique au cours de l'hiver, alors que la production thermique d'énergie électrique par les pays voisins est déficitaire. L'Albanie essaie aussi d'importer de l'énergie électrique pendant la nuit et de l'exporter le long de la journée. Au cours des années les plus favorables, les exportations ont été de l'ordre de 40 % de la production nette.

7.6 Autres utilisations non consommatrices d'eau

7.6.1 Environnement / Vie aquatique/ Pêche

L'Environnement, la vie aquatique et la pêche sont des "utilisateurs de base" des ressources en eau. Ces usages impliquent parfois des restrictions sévères sur les rejets d'eau usée par les autres secteurs d'utilisation. De hautes charges en DBO et des matières en suspension peuvent influencer les conditions biologiques et la lumière dans les lacs, les réservoirs et les écosystèmes terrestre, lagunaires et marins. Les micro-polluants industriels peuvent être directement toxiques pour la vie aquatique et les poissons; et les rejets agro-chimiques peuvent avoir les mêmes effets négatifs.

Les lacs d'Albanie, comme celui d'Ohrid situé près de la frontière avec Macédoine et qui constitue un écosystème avec un certain nombre d'espèces rares et endémiques, peuvent avoir de grandes valeurs écologiques. Les rivières contiennent des poissons de qualité comme la truite et le saumon. Les écosystèmes marins, bien que parfois sérieusement endommagés par les émissions ponctuelles non-controlées d'origine urbaine et industrielle, et par les rivières polluées, ont une grande valeur économique et écologique. Hélas, les études faites sur leur dégradation sont rares et aucun inventaire exhaustif n'a jamais été réalisé.

La pêche le long les côtes albanaises, y compris la collecte de coquillages, représente une activité importante pour les besoins du pays et l'exportation. En 1990, la prise annuelle de poissons par l'entreprise de l'état a été de 7000 tonnes mais les années suivantes ont vu une réduction considérable jusqu'à 2000 tonnes en 1995. Dans le même temps, la pêche dans les eaux intérieures a subi une chute très nette, à cause de l'effondrement des entreprises de l'état. Actuellement, le secteur privé de la pêche est en train de se développer mais la production est loin de celle des années 1980.

7.6.2 Tourisme et Loisirs

Bien que l'Albanie ait un potentiel touristique important avec des paysages variés, une population amicale et accueillante et un climat favorable, l'industrie touristique reste encore à un niveau très bas. Actuellement, l'impact de cette industrie sur la gestion des ressources en eau est très limité.

7.6.3 Navigation

Le transport maritime est le seul transport d'importance en Albanie. Les plus grands ports du pays sont le port de Durrési, Vlora, Saranda et Shengjini. Bien que la rivière Buna soit navigable de la mer à Shkodra, il existe seulement un transport par des petits bateaux ; encore était-il bloqué pour des raisons de sécurité, la rivière étant frontalière. Aucune étude sur le potentiel de ce cours d'eau navigable n'a été réalisée mais il semble que son potentiel soit relativement faible. En effet, le minimum de débit de la rivière dans la partie inférieure du cours d'eau ne sera pas remis en question par des mesures de gestion (le minimum de débit de la rivière est au moins 5 fois plus grand que les utilisations possibles de l'eau). Entre temps, la navigation dans les réservoirs de Fierza et Komani est une des conséquences du développement hydroélectrique.

7.6.4 Contrôle des crues

Les inondations en Albanie constituent un problème important. Elles peuvent être contrôlées par des mesures d'atténuation des crues. Ces mesures sont rarement opposables avec d'autres utilisations d'eau comme l'approvisionnement en eau des zones urbaines, de l'industrie, de l'agriculture, etc. Dans certains, il pourrait y avoir conflit entre la nécessité de libérer du volume pour stocker d'éventuelles crues et la volonté de préserver d'importants volumes d'eau à des fins hydroélectriques.

Quoiqu'il en soit, la construction des réservoirs, quel qu'en soit le but (hydroélectricité, irrigation ou but multiple) dans les conditions physiques et climatiques de l'Albanie aurait un impact positif sur l'atténuation des crues.

7.7 Relations entre les ressources en eau disponibles, la consommation et l'écoulement de retour

Les données sur les ressources en eau et leurs usages ont été utilisées pour établir un bilan hydrologique provisoire du pays. Les éléments de ce bilan sont présentés dans le tableau 58.

Tableau 58 Le budget d'eau d'Albanie - volumes en km³

Eléments entrants		Eléments sortants	
Système hydrologique y compris		Débit des rivières	41 280
les adductions et l'écoulement de retour		Débit des eaux souterraines	915
Précipitations	42 690	Evapotranspiration	15 773
Ecoulement transfrontière	15 670	Adduction pour alimentation en eau	258
Décharges des eaux usées	107	Eau pour l'irrigation	674
Infiltration profond	103	Adduction pour l'hydroélectricité	27 900
Ecoulement de retour de drainage	330		
Ecoulement de retour d'hydroélectricité	27 900		
Secteur d'alimentation en eau		Eaux usées rejetées dans les rivières	107
Adduction pour l'alimentation en eau	258	Eaux usées rejetées en mer	27
		Infiltration profond	103
		Consommation nette (évaporation)	21
Secteur d'irrigation		Eau drainée dans les rivières	330
Eau pour l'irrigation	674	Eau drainée dans la mer	140
		Evapotranspiration	222

Certaines des valeurs données ci-dessus sont directement mesurées comme celles sur les précipitations et l'écoulement des rivières estimées à 5% près. Les adductions d'eau ont été mesurées tandis que l'écoulement de retour et les pertes ont été estimées. Le bilan de l'eau a été équilibré par l'évaluation de la valeur d'évapotranspiration qui n'a pas été confirmée par les mesures. La valeur d'évapotranspiration représente une valeur moyenne annuelle d'environ 550 mm, dont il semble assez réaliste.

Le volume d'eaux souterraines qui se jette directement dans la mer a été très grossièrement estimé.

Les eaux utilisées par les usines électriques n'influencent pas le bilan en eau car elles retournent aux cours d'eau. Ces valeurs sont d'une part assez hautes parce que, particulièrement à Drini, l'eau est utilisée trois fois dans les usines électriques consécutives. Pourtant, la valeur montre qu'une énorme quantité d'eau transite par les usines électriques.

Le tableau 58 montre que la consommation d'eau en Albanie, sans prendre en compte l'écoulement de retour dans les rivières, est relativement petite en comparaison avec la quantité totale disponible de l'eau. La disponibilité en eau pendant la saison sèche est limitée dans les bassins de Shkumbini et Semani, même si l'on n'observe pas de pénurie d'eau. Pour le pays entier, l'écoulement disponible total des rivières du mois plus sec est de 770 millions de m³ alors que l'adduction totale en eau pour l'irrigation est de 250 millions m³ représentant 32 % du total. Dans les rivières Erzeni-Ishmi, Shkumbini et Semani, cette proportion est respectivement 79, 46 et 69 %.

Les points critiques de la gestion des ressources en eau sur lesquels peut agir le gestionnaire sont :

- Le choix entre les différentes ressources d'eau à mobiliser ;
- Le traitement des eaux usées d'origine urbaine ou industrielle.
- La localisation des rejets d'eaux usées ;
- La réduction des pertes dans les secteurs d'adduction en eau des zones urbaines et industrielles ;
- L'amélioration de l'efficacité dans les systèmes de distribution de l'eau d'irrigation.

Ainsi, le gestionnaire dispose de la possibilité d'éviter les contraintes liées aux variations annuelles des ressources en eau de surface en augmentant la mobilisation des ressources souterraines et en construisant des réservoirs de stockage.

ANNEXE 1
Débits de pointe

Nr	Rivière	Station	Période d'observation	A (km ²)	Q _m (m ³ /s)	Cv	Cs/Cv	Type de distribution de prob.	Q _(p%)		Mode d'extrapolation
									1%	2%	
1	Drini Zi	Kovashic	1951-90	4587	440	0.56	4	Pearson III	1360	1170	
2	Drini Zi	U.Dodes	1955-90	5395	589	0.56	4	Pearson III	1820	1567	C
3	Drini Zi	Skavice	1971-90	5562	648	0.54	4	Pearson III	1938	1678	C
4	Drini Zi	Kukes	1951-75	5885	678	0.55	4	Pearson	2054	1783	C
5	Drini B	Kukes	1948-75	4956	740	0.56	4	Pearson III	2287	1968	C
6	M.Lures	D.Reç	1968-90	124	51.4	0.60	4	Pearson III	169	144	C
7	Bushttrica	(D Zi)	1972-90	132	30	0.86	4	Pearson III	138	113	C
8	Valbona	Dragobi	1959-90	173	96	0.94	4	Pearson III	484	390	
9	Valbona	B.Curri	1974-90	337	248	0.86	4	Pearson III	1143	935	C
10	Valbona	Gri	1969-90	662	368	0.86	3	Pearson III	1587	1336	
11	Bushttrica	Sopot	1973-90	161	87.5	0.60	3.5	Pearson III	322	270	MR
12	Nikaj	Lekbibaj	1970-90	144	135	0.80	3	Pearson III	546	462	MR
13	Lesniqja	Lesniqe	1969-90	260	275	0.65	3	Pearson III	916	792	MR
14	Kiri	Rasek	1948-90	230	518	0.50	2	Pearson III	1298	1174	
15	Berisha	Berishe	1971-90	103	63	0.90	3	Pearson III	295	246	C
16	Gomsiqja	Gomsiqe	1962-90	137	159	0.60	3	Pearson III	493	431	C
17	Gjadri	Mnelle	1964-90	183	415	0.58	4	Pearson III	493	431	C
18	Mati	Shoshaj	1949-90	646	352	0.45	4	Pearson III	908	802	
19	Fani	Rubik	1951-90	1014	784	0.40	3	Gumbel	1803	1630	
20	F. Vogel	Nderfan	1961-90	320	282	0.44	4	Pearson III	713	634	C
21	F.Madh	Bukmire	1975-90	428	344	0.40	4	Pearson III	780	705	C
22	Mati	Klos	1948-90	235	181	0.46	4	Pearson III	474	420	C
23	Ishmi	SVendas	1968-90	651	600	0.50	3	Pearson III	1620	1443	C
24	Gjolja	U.Gjoles	1950-90	468	490	0.51	4	Pearson III	1396	1218	
25	Zeza	U.Zeze	1956-90	71.3	122			Gumbel	429	379	
26	Terkuza	Z.Herr	1975-90	113	149	0.55	6	Pearson III	490	411	C
27	L.Tiranes	Shupal	1957-90	70.8	139			Gumbel	429	379	
28	Lana	Tirane	1957-90	20	25.8	0.96	4	Pearson III	168	129	
29	P.Iltinit	M.Dajtit	1970-85	3.8	3.91	1.05	6	Pearson III	23.2	17.1	C
30	Erzeni	Sallmona	1949-90	775	536	0.46	4	Pearson III	1404	1243	
31	Erzeni	Ndroq	1953-90	663	460	0.48	4	Pearson III	1247	1099	
32	Erzeni	Ibe	1972-90	248	179	0.54	4	Pearson III	535	464	C
33	P.Zallit	Ibe	1968-90	80	98	0.54	4	Pearson III	293	254	C

34	Shkumbi	Rogozhin	1949-90	2351	908	0.46	3	Pearson III	2270	2034	
35	Shkumbi	Paper	1950-90	1958	782	0.46	3	Pearson III	1955	1751	
36	Shkumbi	Murrash	1950-90	1289	487	0.50	4	Pearson III	1364	1193	
37	Shkumbi	Librazhd	1975-90	851	364	0.50	4	Pearson III	1019	892	C
38	Shkumbi	Qukes	1961-90	533	228	0.65	4	Pearson III	813	685	C
39	Shkumbi	Slabinje	1970-90	199	120	0.88	4	Pearson III	503	418	C
40	Rapuni	Togez	1973-90	424	294	0.50	3	Pearson III	785	697	C
41	Gostima	F.Bull	1969-90	133	88	0.60	4	Pearson III	290	247	C
42	Qarishta	Dorez	1975-90	108	90	0.80	3	Pearson III	364	308	C
43	Semani	Mbrostar	1949-90	5380	1192	0.46	2.5	Pearson III	2908	2622	
44	Devolli	Kozare	1951-90	3122	641	0.51	2	Pearson III	1817	1592	
45	Devolli	Kokel	1953-90	1884	334	0.48	4	Pearson III	905	800	
46	Devolli	Gjinikas	1970-90	1355	181	0.58	4	Pearson III	574	494	C
47	Devolli	Sheqera	1958-90	431	127	0.58	4	Pearson III	405	347	
48	Devolli	Miras	1959-90	89.1	34	0.58	4	Pearson III	108	93	
49	Dunavec	Turan	1964-90	240	94	0.62	4	Pearson III	328	279	
50	Osumi	U.Vajgur	1948-90	2073	548	0.45	3	Pearson III	1348	1211	
51	Osumi	Corovod	1957-90	974	271	0.45	3	Pearson III	667	600	
52	Osumi	Qafzes	1964-90	188	63	0.52	4	Pearson III	181	159	C
53	Gjanica	Fier	1950-90	232	105	0.95	4	Pearson III	536	430	
54	P.Corovo	Corovod	1960-90	133	95	0.70	4	Pearson III	363	363	
55	Vjosa	Mifol	1948-90	6680	2422	0.41	3	Pearson III	5570	5040	
56	Vjosa	Poçem	1967-90	5570	1936			Gumbel	4530	4080	C
57	Vjosa	Dorze	1957-90	5420	2158			Gumbel	4360	3940	
58	Vjosa	Dragot	1948-90	3470	928	0.49	4	Pearson III	2561	2246	C
59	Vjosa	Kelcyre	1948-90	3060	853	0.46	4	Pearson III	2235	1980	C
60	Vjosa	Permet	1967-90	2820	818	0.46	4	Pearson III	2143	1897	C
61	Vjosa	Petran	1948-78	2420	704	0.40	4	Gumbel	1660	1480	
62	Vjosa	Carshov	1976-90	2179	668	0.40	3	Perason	1510	1369	C
63	Shushica	Drashovi	1962-90	587	414	0.71	3	Gumbel	1473	1273	
64	Drino	U.Leklit	1948-90	1300	631	0.47	3.5	Pearson III	1641	1464	
64	Bistrice	Krane	1948-90	108	97	0.66	3	Pearson III	326	282	
66	Pavla	Bogaz	1949-90	337	160	0.66	4	Pearson III	573	483	
67	Kalasa	Blerimas	1962-90	228	156	0.61	3	Pearson III	492	429	

References principales

Akademia e Shkencave (1984) Hidrologjia e Shqiperise

Akademia e Shkencave (1990) Gjeografia Fizike e Shqiperise

BCEOM French Engineering Consultants (1997) National Water Strategy for Albania

François Ramade (1998) Dictionnaire Encyclopedique des Sciences de l'Eau

Konferenca e pare kombetare (1996) Uji pasuri e madhe kombetare

Marc Morell, Jean-Jacque Jérémie (1994) La Guadeloupe au fil de l'eau

OMM – N° 168 (1994) Guide des pratiques hydrologiques

ORSTOM (1985) Les ressources en eau de surface de la Guadeloupe

Plan Blue pour le Méditerranée (1997) L'eau en region mediterrannée

The world Bank, Washington, D.C. (1993) Water Resources Management. A World Bank Policy Paper

UNESCO/WMO (1997) Water Resources Assessment. Handbook for Review of National Capabilities.