

CHAPITRE I

PRESENTATION DU CADRE GENERAL DE LA ZONE D'ETUDE

1. Situation géographique de la zone d'étude

Située au Nord-est algérien, la zone d'étude s'étend sur une longueur d'environ 300 km depuis Jijel à l'Ouest jusqu'à la frontière tunisienne à l'Est et sur une largeur de 250 km, à vol d'oiseau, du Nord vers le Sud. Elle est située, en grande partie, au Nord de l'Atlas tellien. C'est un quadrilatère limité par les méridiens 5°00' et 8°50' Est et les parallèles 35° et 37° Nord. Cette zone est limitée au Nord par la mer Méditerranée, au Sud et Sud-est par Chott Melhrir et le bassin des Hauts Plateaux Constantinois, par la frontière algéro-tunisienne et enfin, par le bassin versant de la Soummam à l'Ouest (Fig. 1). Quatre grands bassins versants sont à distinguer (Fig. 2): les Côtiers constantinois (03), le Kébir-Rhumel (10), la Seybouse (14) et la Medjerda-Mellegue (12). Sur le plan administratif, le secteur d'étude couvre totalement les wilayates de Jijel, Mila, Constantine, Skikda, Annaba, Guelma, El Tarf, Tébessa, Souk Ahras et Oum El Bouaghi et, en partie, les wilayas de Khenchela et Batna situées dans le bassin des hauts plateaux constantinois (07).

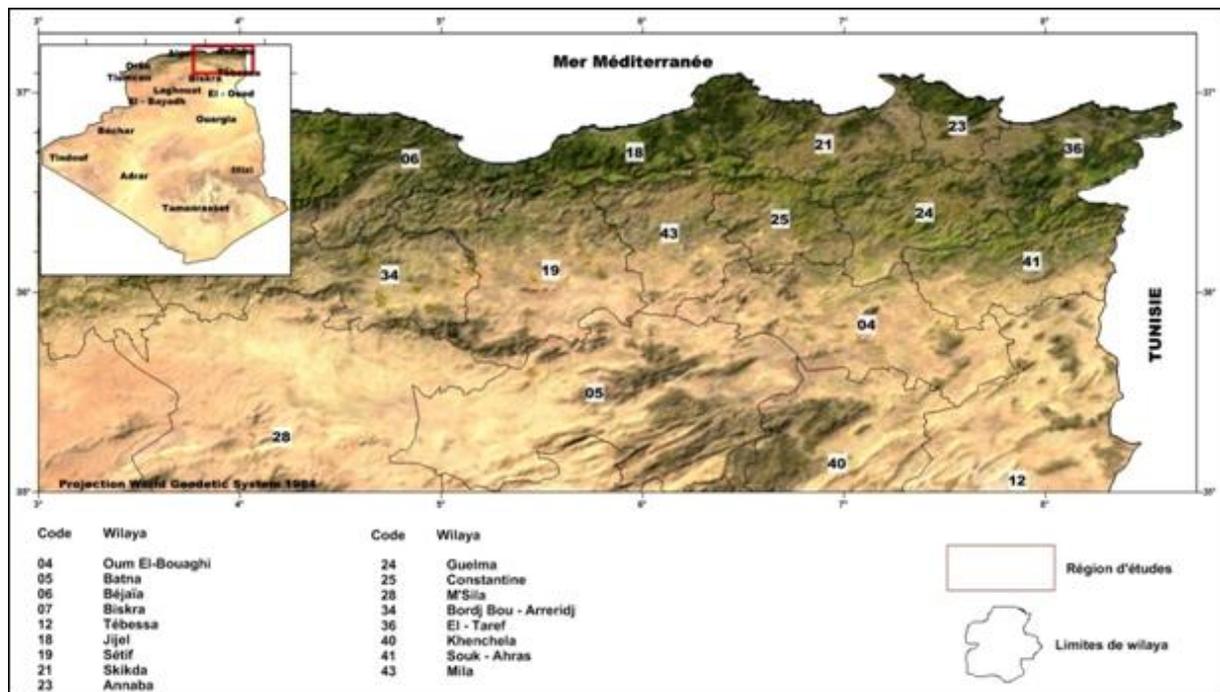


Fig.1- Carte de situation géographique de la zone d'étude

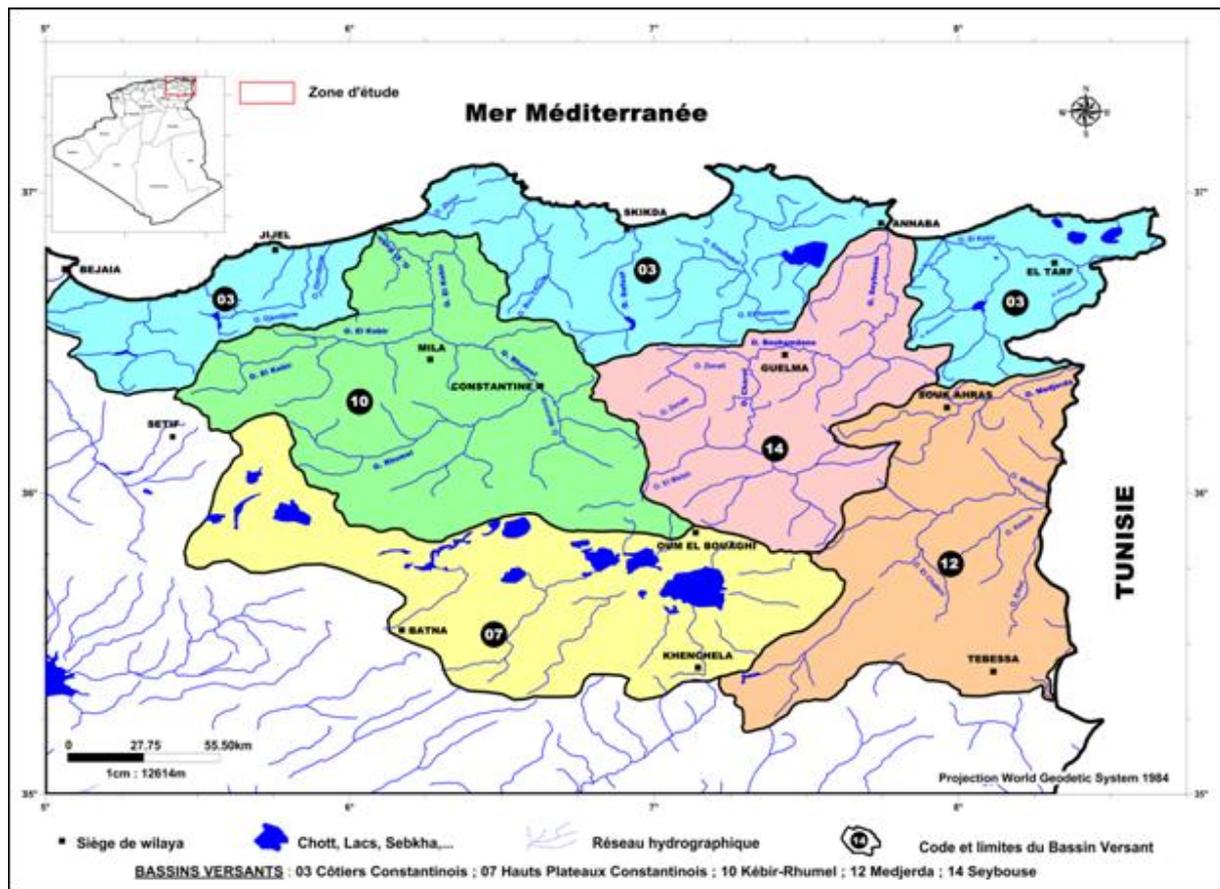


Fig.2. Bassins hydrographiques du Nord-est algérien

2. Relief

Le relief du Nord-est algérien est représenté par les montagnes telliennes qui sont sous forme de bourrelet longeant et dominant la mer Méditerranée de Bejaia jusqu'à la frontière tunisienne. Il s'agit d'une chaîne de 300 km de longueur et de 50 à 80 km de largeur (Marre, 1992). Le Tell oriental très compartimenté se caractérise par un gradient altimétrique décroissant de l'Ouest vers l'Est: Djebel Babor 2004 m, Djebel M'cid Aicha 1462 m, Djebel Sidi Driss 1364 m, Djebel Débar 1060 m, Djebel Souani à El Kala 808 m. Cette série de collines constitue la chaîne numidique et forme une véritable barrière où les voies de communications sont difficiles. Vers le Nord de cette chaîne se trouvent les massifs d'El Ouana 1121 m, Djebel Goufi 1183 m à Bougaroun et le massif de l'Edough 1008 m à Bouzizi. L'Atlas tellien est découpé au voisinage de la mer par les petites plaines côtières de Jijel, Collo, Skikda ; la plus vaste étant celle d'Annaba qui s'étend de Guerbès à El Tarf. Vers le Sud, la chaîne numidique descend vers les hautes plaines constantinoises, les altitudes s'échelonnent entre 1300 m et 1400 m (Djebel Chettaba : 1316 m et Djebel Maouna 1411 m). A la proximité de la mer ces massifs de montagnes présentent des pentes très raides favorisant

le caractère torrentiel à l'écoulement. Entre ces massifs s'étendent des plaines dites intérieures dont la plus importante est la plaine de Guelma (Fig.3).

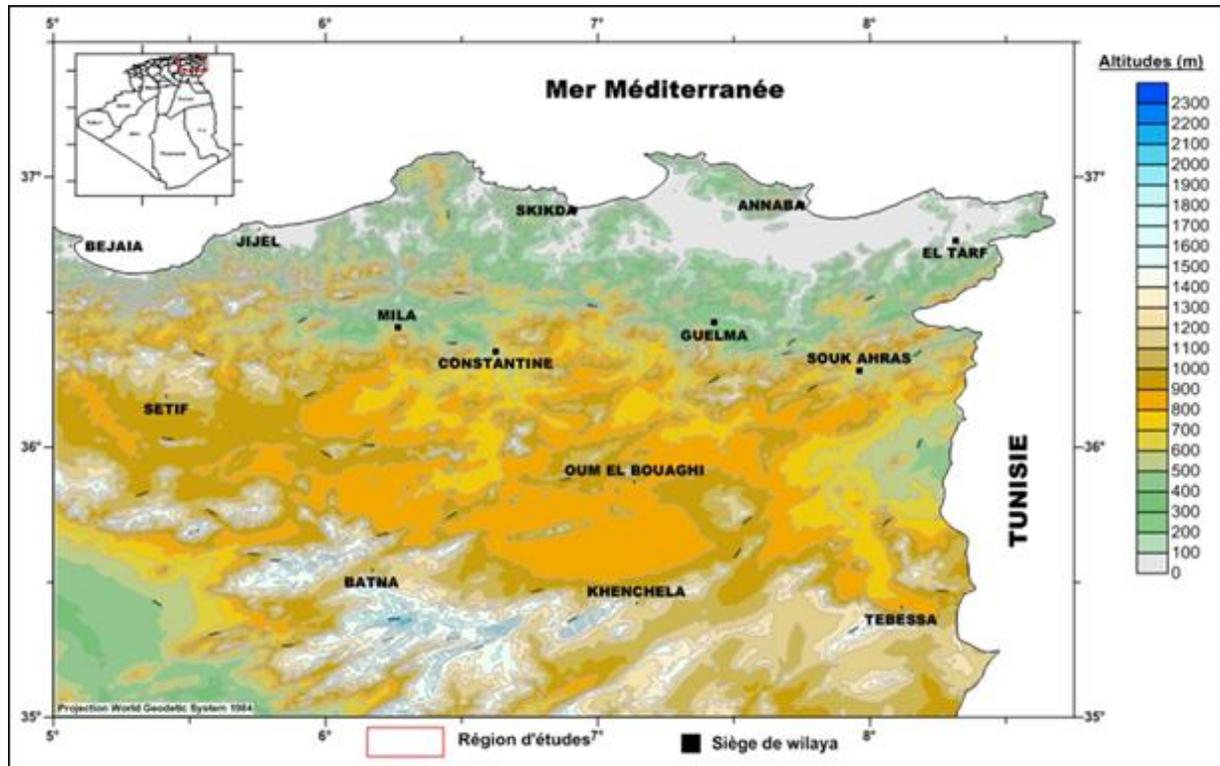


Fig. 3. Carte du relief de la zone d'étude

3. Réseau hydrographique

La série des montagnes de l'Atlas tellien est entrecoupée par d'importants cours d'eau exoréiques qui, suite aux phénomènes d'altération et d'érosion hydrique, donnent naissance à des plaines côtières et intérieures de différentes tailles. Les principaux cours d'eau de la région d'étude sont le Kébir-Rhumel, la Seybouse, les Côtiers constantinois (oueds Guebli, Saf Saf, Kébir Ouest, El Mafragh) et la Medjerda (Fig. 2).

Le bassin versant des Côtiers constantinois s'étale sur une superficie totale de 11509 km². Il est subdivisé en trois bassins; les Côtiers constantinois Ouest, Centre et Est (photo 1).

Les Côtiers constantinois Ouest drainent une superficie de 2727 km². Le bassin se caractérise par un chevelu hydrographique important dont la longueur dépasse les 2000 km. Les principaux cours d'eau qui drainent ce bassin sont Oued Djemaa, Oued Djenjen, Oued Nil et Oued Agrioun.



Photo 1. Principaux oueds dans le bassin des côtiers constantinois

Le bassin des Côtiers constantinois Centre couvre une superficie de 5582 km². Sur le plan administratif, il appartient à la wilaya de Skikda (de Collo à Ain Charchar). Le réseau hydrographique est dense et présente une longueur de 4200 km. Il est principalement drainé par le Guebli à Collo, le Saf Saf à Skikda et le Kébir Ouest à Guerbes.

Le bassin des Côtiers constantinois Est s'étend sur une surface de 3203 km² dont les limites en crêtes couvrent les wilayas d'El Tarf, Souk Ahras, Guelma et Annaba. Le réseau hydrographique dont la longueur dépasse 1760 km est essentiellement représenté par le Bounamoussa et le Kébir-Est dont la confluence donne naissance à la Mafragh. Le profil longitudinal montre l'évolution de la pente de l'amont vers l'aval de l'oued Kébir Est (Fig. 4).

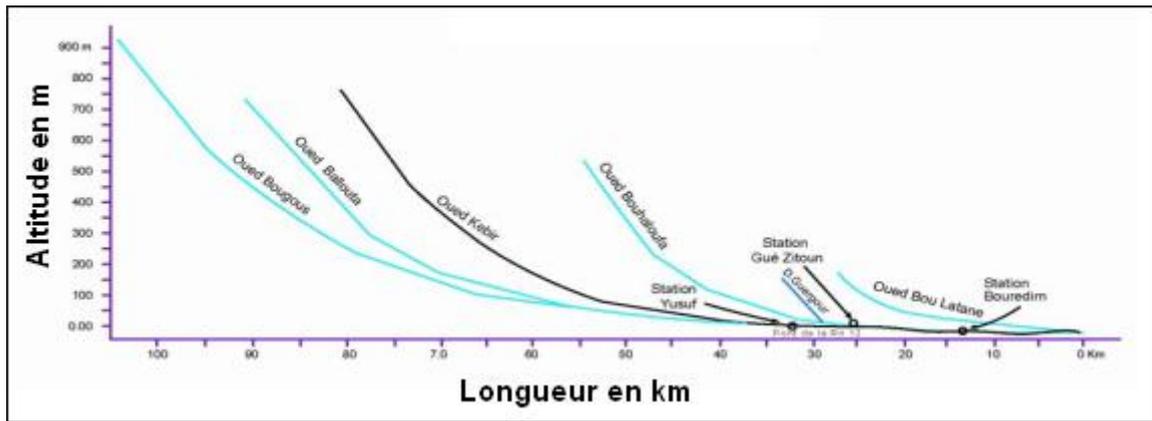


Fig. 4. Profil en long du Kébir-Est (d'après Samie in Annuaire hydrologique de 1956/57)

Le bassin du Kébir-Rhumel s'étend sur une superficie de 8811 km² avec une façade maritime d'environ 7 km. Le chevelu hydrographique dépasse les 4200 km de longueur. Long de 178 km, l'oued Rhumel, cours d'eau principal, prend sa source dans les monts de Ferdjioua au Nord-Ouest de Belaa (Mila). Il pénètre dans les plateaux de Constantine où il draine, selon une direction Sud Ouest-Nord Est, les sous bassins semi-arides des hautes plaines constantinoises (Tadjnet, Chelghoum El Aid). Au Nord de Ain Smara, il s'infiltré entre les gorges calcaires de Djebel El Hadja et du plateau d'Ain El Bey (Photo 2).



Photo 2. Principaux cours d'eau dans le bassin du Kébir-Rhumel



Photo 3. La Seybouse et quelques affluents.

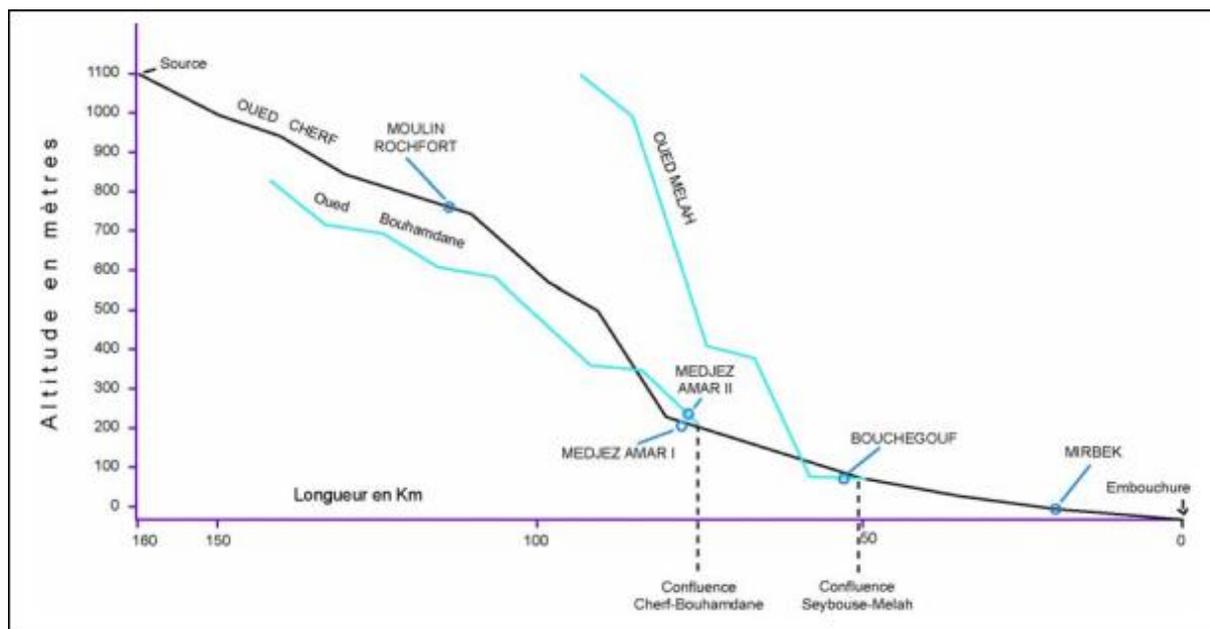


Fig. 6- Profil en long de l'Oued Seybouse (Ghachi, 1986)

A cheval sur l'Algérie et la Tunisie, l'oued Medjerda qui prend naissance au niveau des ruines de Khemissa, dans la région de Souk Ahras, draine, dans sa partie algérienne, une superficie de 7870 km² (ABH, 2001). La haute vallée de l'oued Medjerda comprend toute la partie Sud des monts de la Medjerda. Elle s'étire en ligne droite d'orientation Est-Nord-est sur une longueur de 130 km et une largeur de 25 à 30 km (Rodier et al., 1981). Principal affluent de la Medjerda, l'oued Mellegue draine un bassin versant très vaste dont les 2/3 se situent en Algérie. La limite sud du bassin suit la longue chaîne montagneuse de l'Atlas Tunisien qui sépare le nord et le centre de la Tunisie puis se prolonge en Algérie par les Monts de Tebessa jusqu'au massif des Aurès (Photo 4).

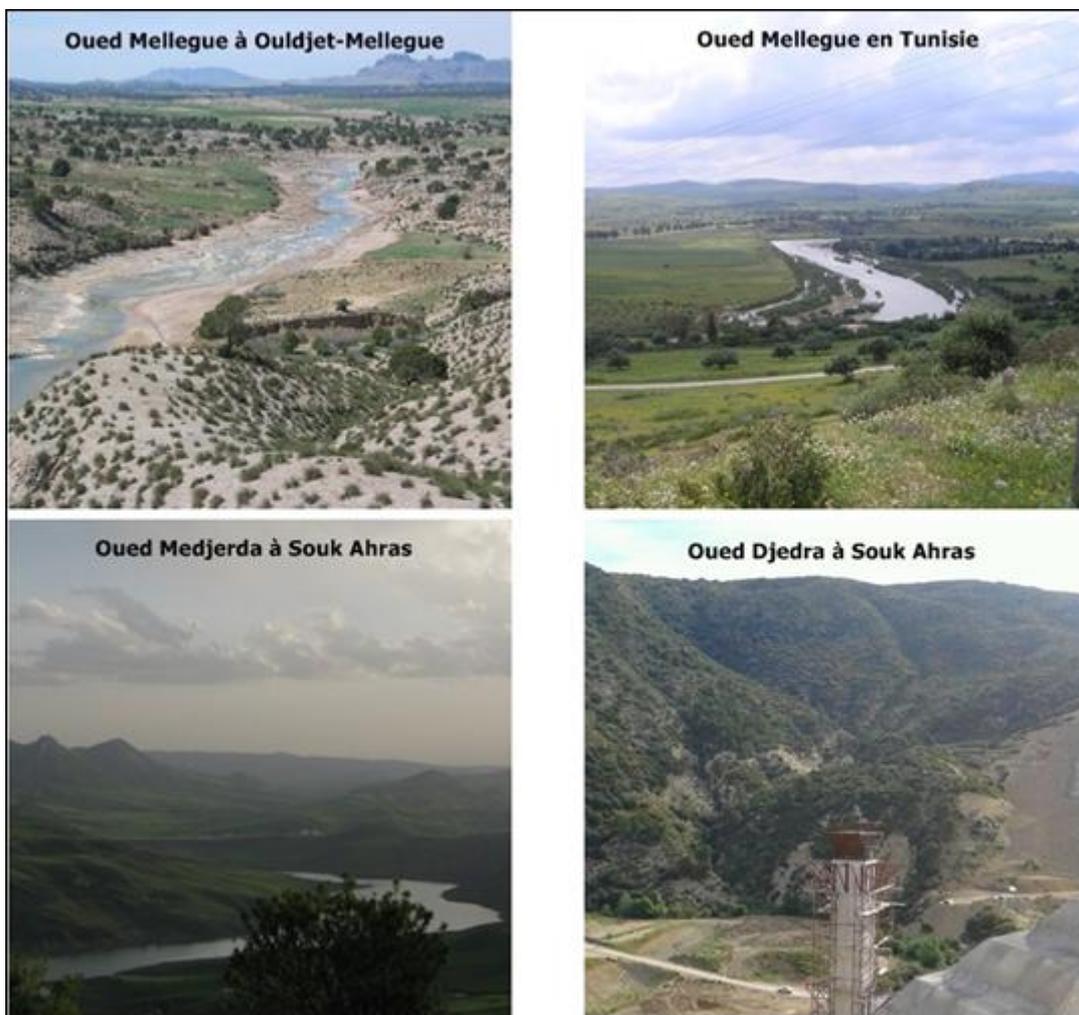


Photo 4. La Medjerda et ses affluents

L'oued Mellegue prend sa source en *Algérie*, dans l'une des hautes plaines qui bordent le versant nord du massif des Nemencha, à proximité du bourg de Khenchela. Cette rivière, issue d'un exutoire du Chott Sbikra perché à 1065 m d'altitude, suit la direction SO-NE de

l'Atlas algéro-tunisien et parcourt une distance de 317 km avant de confluer près de Jendouba avec l'Oued Medjerda à 140 m d'altitude. La figure 7 montre l'évolution de la pente du lit de l'oued Medjerda (Gautier, 1911).

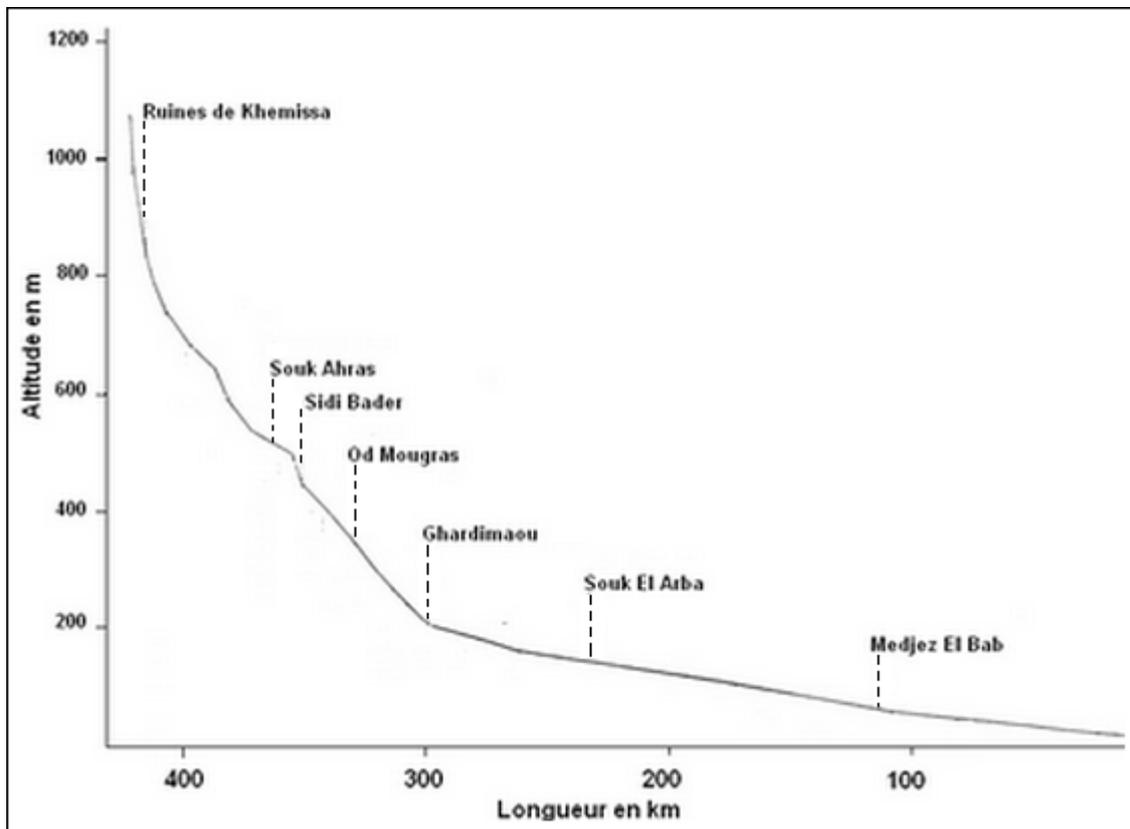


Figure. 7- Profil en long de l'oued Medjerda (Gautier, 1911, modifiée)

4. Caractéristiques morphométriques des bassins versants

Le caractère montagnard du Tell oriental et son compartimentage influent directement sur les propriétés physiques des bassins fluviaux. Les caractéristiques physiographiques d'un bassin versant (superficie, forme, relief et exposition, longueur et pente du cours d'eau, couvert végétal, type de sol, etc.) ont un impact sur la réponse hydrologique, notamment le régime des écoulements en période de crue et d'étiage (Musy in Riad, 2003). Ces différents facteurs déterminent le temps de concentration du bassin, un paramètre clé dans le dimensionnement des projets hydrotechniques. Généralement, ces caractéristiques géométriques et physiques s'estiment à partir des cartes topographiques à des échelles adéquates en utilisant des modèles numériques. Les principales caractéristiques géométriques et morphométriques des bassins versants de la zone d'étude sont résumés au (tableau 1).

Tableau 1. Récapitulatif des paramètres morphométriques de quelques bassins versants de la zone d'étude (diverses sources) ⁴

Nom de l'oued	A (km ²)	K _c	Z _{min} (m)	Z _{max} (m)	\bar{Z} (m)	T _c (h)	D _d (km/km ²)	L _p (km)	I _{moy} (m/km)
Bassin des Côtiers constantinois (03)									
Djendjen	530	1,3	330	1992	876	7	12,3	29,2	72.2
Zhor	96	1.1	21	1181	480	2	3.1	16.5	437
Fessa à Guenitra (amont du Guebli)	202.6	1.2	120	1364	$\frac{492}{5}$	5	4.0	15.3	45
Saf Saf à Zerdezaz	322	1,4	200	1172	615	5	4.4	61	290
El Kébir-Ouest à Ain charchar	1096	1,5	25	1220	293	30	3.5	53	13.4
El Kébir-Est à Ain EL Assel	660	1,5	30	1202	390	11	2.8	40	162
Bounamoussa à Med Tayeb	452.4	1.4	185	1340	661	6.5	3.4	17.5	48.6
Bassin du Kébir-Rhumel (10)									
Rhumel à Ain Smara	2340	1,2	602	1377	861	25	3,1	87	16.0
Boumerzoug à El Khroub	1630	1.0	575	1729	880	16	0.7	45	28.5
Kébir-Rhumel à El Ancer	8735	1,1	15	1729	767	30	-	208	18.3
Bassin de la Medjerda-Mellegue (12)									
Medjerda à la frontière tunisienne	1411	1.7	257	1125	650	20	3.2	106.2	23.0
Meskiana à la confluence avec Oued Chabbro	1854	1.6	589	1459	$\frac{105}{9}$	15	4.5	54	20.2
Bassin de la Seybouse (14)									
Chref à Moulin Rochefort	1720	1.7	740	1543	904	26	1.8	64	19
Bouhamdane à Medjez Amar	1105	1.6	295	1326	787	16	2.6	99	31
Mellah à Bouchegouf	551	1.6	98	1398	619	10	3.2	65	55
Seybouse à Mirbek	5960	1.6	10	1543	716	40	2.4	341	20
Ressoul à Ain Berda	103	1.3	58	939	314	6	3.3	25	16

5. Climat du Nord-est algérien

L'Algérie fait partie de la zone subtropicale de l'Afrique du Nord. Le climat en Algérie diffère d'une région à une autre. Au Nord, il est de type méditerranéen et englobe principalement le littoral. Entre l'atlas tellien et l'atlas saharien où culminent les hauts plateaux, le climat est de type continental avec des étés chauds et secs et des hivers humides et frais. Les précipitations sont caractérisées par une variabilité très marquante entre le Nord et le Sud et entre l'Est et l'Ouest. A la décroissance des pluies

⁴ A : superficie du bassin ; K_c : indice de compacité ; Z_{min} : altitude minimale ; Z_{max} : altitude maximale ; \bar{Z} : altitude moyenne du bassin ; T_c : temps de concentration ; D_d : densité de drainage ; L_p : longueur du cours d'eau principale et I_{moy} : pente moyenne du bassin.

du Nord au Sud se superpose une décroissance de l'Est à l'Ouest. En effet, la région Est du pays est plus pluvieuse par rapport à la région Ouest.

En effet, le Nord-est algérien subit l'influence des trois principales lois de la pluviosité : l'éloignement de la mer, le relief (ou l'altitude) et l'exposition des versants aux vents. La position de l'Atlas tellien constitue un obstacle aux perturbations provenant du Nord-ouest et subdivise la région d'étude en deux versants remarquables. Le versant Nord, très humide, est recouvert par une végétation abondante (forêts de chaine liège des massifs de Collo et de l'Edough). Le versant Sud, plus sec voire semi-aride, se démarque par des pluies faibles et un couvert végétal dégradé et parsemé (Hautes plaines constantinoises et la zone des steppes).

5.1. Précipitations

Plusieurs sources de données ont permis de caractériser le régime pluviométrique du Nord-est algérien : Seltzer (1946), Chaumon et Paquin (1971), ANRH (1993), Cote (1998) et les données actuelles publiées par l'office national de la météorologie (ONM).

Si l'on considère le Nord-est algérien dans son ensemble, l'examen du tableau 2 et de la carte pluviométrique de l'ANRH (Fig. 8) montre que les précipitations annuelles dans la zone d'étude se démarquent par un gradient pluviométrique légèrement croissant de l'Est vers l'Ouest et remarquablement décroissant du Nord (littoral) vers l'intérieur, plus au Sud.

Tableau 2. Pluies moyennes et extrêmes de quelques stations de la zone d'étude

Station	Période d'obs.	N	Minimum	Moyenne	maximum	NJP
Zitouna (Collo)	1914-1989	66	919,4	1648	2443,3	-
Erraguene	1970-2005	36	712,4	1280	2107,4	
Annaba ONM	1970/-008	39	409,5	648,6	1126,6	111
Constantine ANRH	1984/2009	26	307,2	560,4	888,9	106
Souk Ahras	1970/2009	39	220,1	593,3	111,6	64
Oum el Bouaghi	1983-2002	19	155,8	320,0	447,6	-
Batna	1970/2007	35	185,8	379,2	603,8	101
Tebessa PC	1970/2009	39	185	360,7	624,0	67

La pluviosité annuelle moyenne varie de 250 à 300 mm dans les zones semi arides (axe Tébessa-Khenchela-Batna) à plus de 1600 mm sur les pentes montagneuses dominant la mer et exposées à la trajectoire des dépressions cycloniques (massif de Collo).

Cette décroissance est également contrôlée par le gradient latitudinale affronté par la chaine numidique, d'une part, et l'éloignement de la mer, d'autre part. Les données récemment

collectées au niveau de l'ANRH et de l'ONM confirment la grande variabilité des précipitations du Nord vers le Sud de la zone d'étude (Tableau 2).

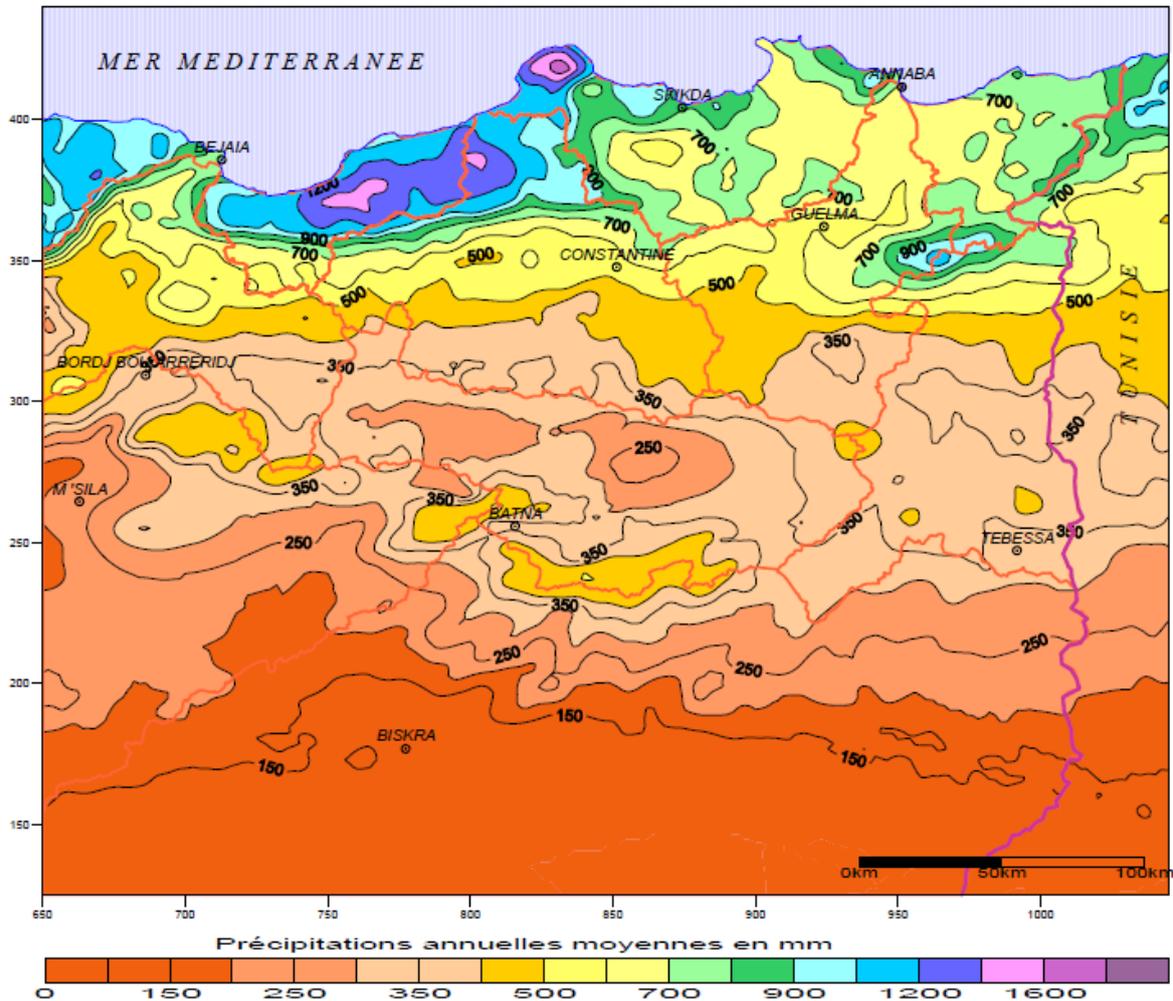


Fig. 8. Carte des précipitations moyennes annuelles de l'Est algérien (ANRH, 1993)

Par ailleurs, les pluies tombent en grande partie pendant la saison froide, au moment où la demande en eau de culture; globalement appréciée par l'évapotranspiration potentielle (ETP); est faible (Figure 9). Ce sont souvent des pluies torrentielles survenant généralement durant la période pluvieuse et provoquent des inondations catastrophiques aussi bien en zones semi-arides (cas des inondations de 1996 à Tébessa : 6 morts suite à des pluies intenses de plus de 50 mm enregistrées le 27 Septembre), qu'en zones plus humides (inondations de Décembre 1984 dans l'est du pays : plusieurs décès) où les pluviomètres ont affiché plus de 170 mm/j dans le bassin du Saf Saf et 150 à 170 mm/j dans le Kébir-Rhumel. La sécheresse estivale peut durer plusieurs mois.

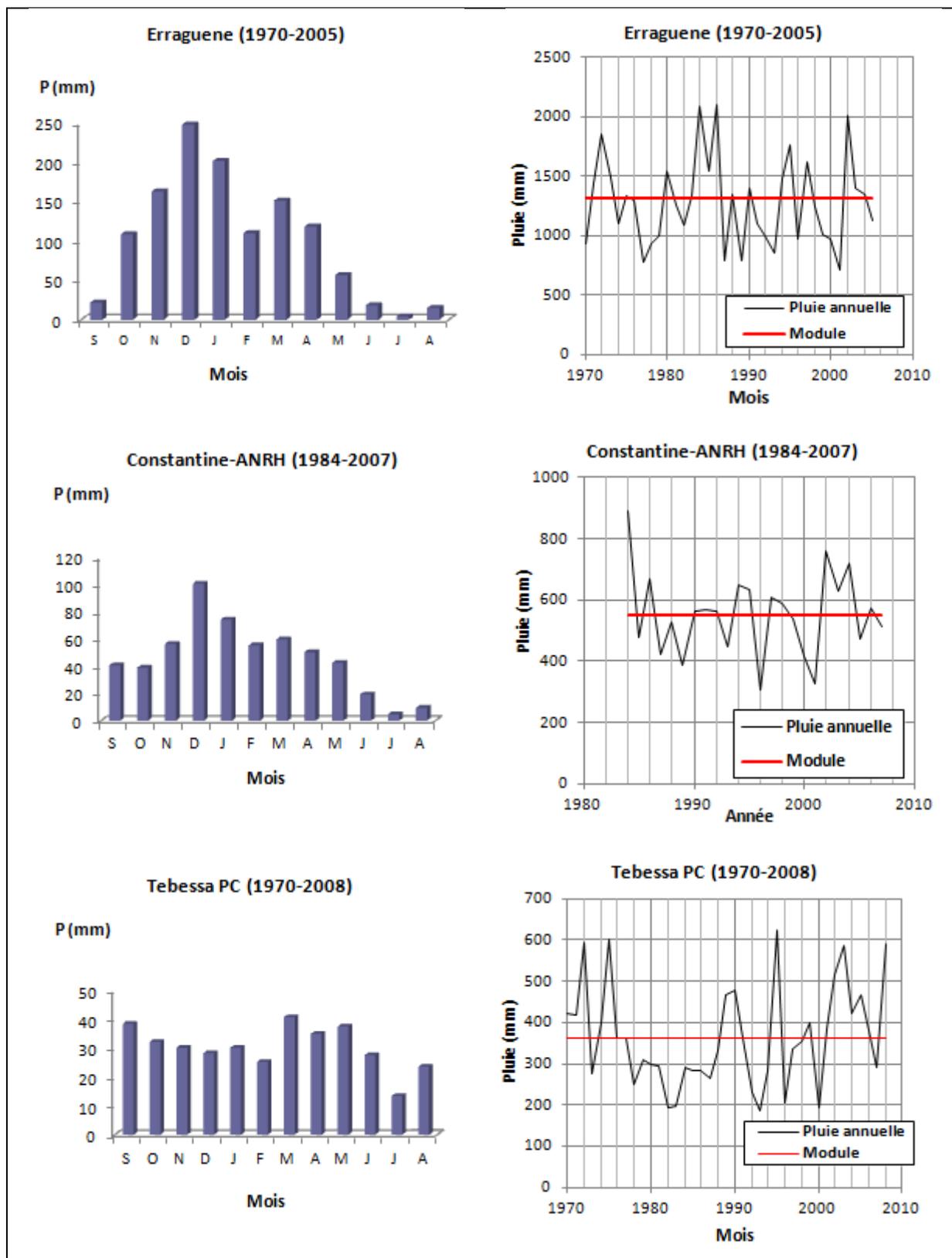


Fig. 9. Variabilité spatiale et temporelle des pluies dans la zone d'étude

Pour la période 1970-2009, le nombre moyen de jours de pluie (NJP) varie grossièrement de 65 à 100 jours/an dans le bassin des côtiers constantinois, de 60 à 100 jours/an dans le bassin

du Kébir-Rhumel et de 36 à 75 jours/an dans le bassin de Medjerda. La chronique 1970-2007 montre que ce nombre fluctue entre 50 et 95 jours/an au Sud et au Nord du bassin de la Seybouse ; respectivement (Tableau 2 et Annexe 1).

Faut-il ajouter que l'interaction de la topographie et de la température font que les massifs montagneux se recouvrent parfois de neige pour plusieurs jours. La photo suivante illustre le recouvrement neigeux survenu récemment.

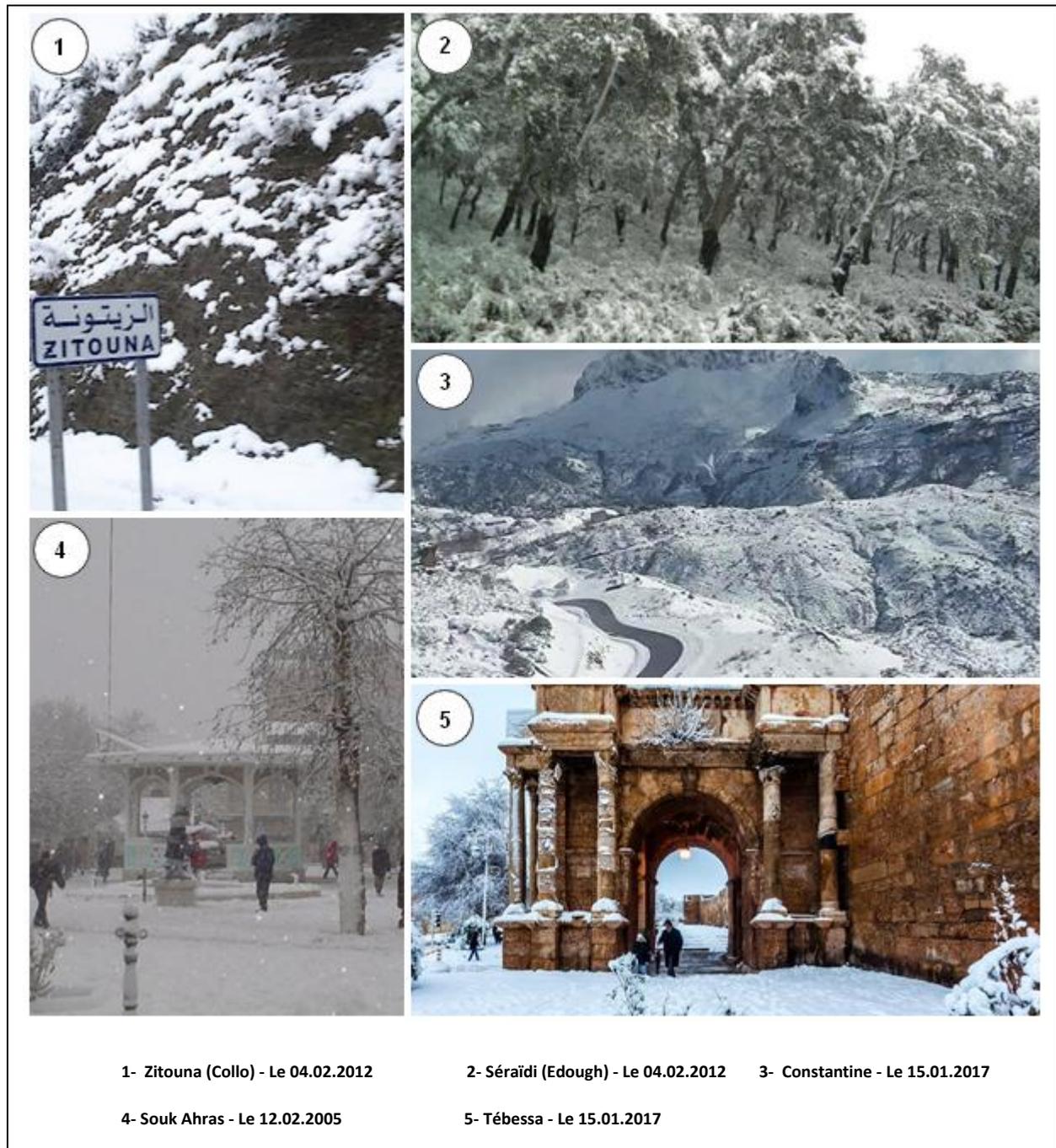


Photo 5. Couverture neigeuse dans quelques régions du Nord-est algérien

Du point de vue précipitations, on peut définir trois zones géographiques distinctes au niveau du NE algérien:

- **la zone très pluvieuse** : zones montagneuses côtières : plus de 1200 mm/an à Séraïdi (altitude: 900 m), 1600 mm/an à Zitouna-Collo (altitude: 620 m) et 1280 mm à Erraguene (région de Jijel ; 680 m d'altitude). Le nombre de jours de pluies est supérieur à 95 jours/an.

- **la zone relativement pluvieuse** : zones de hautes plaines et régions montagneuses du Tell et de la Medjerda : 880 mm à Ain Seynour (904 m), 590 mm à Souk Ahras (790 m) ; 560 mm à Constantine (595 m) et 810 mm à Hamala (660 m). Le nombre de jour de pluies est compris entre 60 et 100 jours/an. La pluviométrie annuelle est de 500 – 900 mm.

- **la zone peu pluvieuse** : elle correspond aux hauts plateaux constantinois et le sud du bassin de la Medjerda. Le nombre de jours de pluie varie entre 40 et 70 jours/an. La pluie annuelle étant de l'ordre de 280 à 400 mm.

5.2. Températures

Dans la zone d'étude, les températures varient considérablement en fonction de la latitude, de l'altitude et de la continentalité. Ainsi, la température moyenne annuelle s'échelonne entre 15 et 18 °C. Les températures minimales moyennes du mois le plus froid varient de 0 à 9°C dans les régions littorales et entre -2 et 4°C dans les régions semi-arides (Nadjraoui, 2003). Les températures maximales moyennes du mois le plus chaud varie avec la continentalité de 28 à 40°C au mois d'Août (Tableau 3).

Pendant les jours de Sirocco, elles atteignent les 40°C sur le littoral et 33 à 38°C dans les hautes plaines steppiques. Il va sans dire que ces moyennes peuvent masquer des variations inter-journalières ou interannuelles très importantes qui peuvent occasionner des dégâts aux cultures et à la végétation en général (gel en hiver et sirocco en été).

5.3. Evapotranspiration

Elément essentiel du bilan hydrologique, l'évapotranspiration intervient dès que la pluie atteint la surface terrestre. Exprimée en mm, elle correspond à l'ensemble des quantités d'eau évaporées par la surface du sol ou transpirées par les plantes. Dans cet exposé, elle est déterminée par la méthode du bilan évaporométrique de Thornthwaite au niveau de six stations jugées représentatives de l'aire d'étude.

Tableau 3. Variations des températures mensuelles et annuelles dans la zone d'étude

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Août	Année
Skikda : 1992-2012 (Source : ONM)													
T _{min}	20,7	17,5	13,2	10,4	8,8	8,7	10,5	12,5	15,9	19,1	21,9	23,0	15,2
T _{max}	27,5	25,2	20,9	17,9	15,7	23,8	18,3	20,0	23,1	26,2	28,7	29,3	23,0
T _{moy}	24,1	21,4	17,1	14,1	12,2	16,2	14,3	16,3	19,5	22,7	25,3	26,2	19,1
Guelma : 1990-2003 (Source : ONM)													
T _{min}	15,2	11,1	8	3,9	1,9	3,5	4	5,5	6	13,4	15,9	17,2	8,8
T _{max}	34,4	31	29	19,4	17,8	20,3	24,2	23,7	30,3	35,4	38,6	39,8	28,7
T _{moy}	24,8	21,1	18,5	11,7	10,0	11,9	14,1	14,6	18,2	24,4	27,3	28,5	18,7
Constantine : 1990/2003 (Ladlani, 2007)													
T _{min}	10,3	9,1	5,7	1,6	0,1	0,1	3,1	5,1	7	12,8	15,6	17,1	7,3
T _{max}	32	26,4	25	15,4	14	17,7	21,4	21,6	29,4	33,4	37	37,4	25,9
T _{moy}	21,15	17,75	15,35	8,5	7,05	8,9	12,25	13,35	18,2	23,1	26,3	27,25	16,6
Tébessa : 1990-2003 (Ladlani, 2007)													
T _{min}	13,7	8,7	4,7	1	-1,2	1,4	1,5	7,5	13,6	13,6	15,6	15,9	7,3
T _{max}	31,3	27,8	23,6	19,8	14	17,7	22,6	23,2	30,2	34,8	37,6	37,2	26,6
T _{moy}	22,5	18,3	14,2	10,4	6,4	9,6	12	14,1	18,9	24,2	26,6	26,6	16,9

Le bilan est établi pour l'année moyenne en affectant une valeur décroissante à la réserve facilement utilisable ou RFU de 100 mm pour le littoral (Annaba et Jijel), 50 mm pour la zone intermédiaire (Souk Ahras et Constantine) et 30 mm pour la zone semi-aride (Oum El Bouaghi et Tébessa). La synthèse des résultats obtenus au moyen de l'application 'THORN' pour les stations prises en considération sont consignés au tableau 4.

Dans la région d'étude, l'évapotranspiration potentielle (ETP) moyenne annuelle varie grossièrement entre 870 et 920 mm. L'évapotranspiration réelle (ETR) est comprise entre 315 mm en milieu semi-aride (Oum el Bouaghi) et 500 mm à Jijel. Elle représente 60 à 70 % de la pluie dans le milieu humide et subhumide et plus de 95 % plus au Sud. La reconstitution de la réserve du sol s'effectue le plus souvent à partir de Novembre plus au Nord et de Décembre à Oum El Bouaghi et Tébessa, au Sud. Le sol atteint la saturation (réserve pleine) dès les mois de Décembre dans la partie Nord de la zone d'étude et Février dans la partie Sud. La réserve commence à s'épuiser à partir du mois de Mai au Nord et Mars et Avril au Sud pour se vider complètement en Mai et Juin (réserve à sec). Le nombre de mois déficitaires est plus élevé au Sud qu'au Nord.

Tableau 4. Résultats des bilans évaporométrique de Thornthwaite

Station	Annaba (Les Salines)	Jijel	Souk Ahras	Constantine (ANRH)	Oum El Bouaghi	Tebessa
Précipitation (P: mm)	672	878,3	719,3	560,4	320	363,4
Evapotranspiration potentielle (ETP : mm)	873,2	884,1	875,2	875,2	871,3	890,1
Evapotranspiration réelle (ETR : mm)	465,8	500,8	420	382,4	314,8	350
Déficit agricole (mm)	407,5	383,2	455,2	492,8	556,5	540,1
Excédent (mm)	206,2	377,5	299,3	178	5,2	13,6
P/ETP	0.77	0.99	0.82	0.64	0.38	0.41
ETR/P (%)	69.3	57	58.4	58.2	98.4	96.3
EXC/P (%)	30.7	43	41.6	31.8	1.6	3.7
Période déficitaire	Jun –Oct.	Jun-Sept	Jun-Oct	Jun-Oct	Mai-Nov	Mai-Nov
Période excédentaire	Déc-Avr	Déc-Avr	Déc-Avr	Déc-Avr	Fév	Fév-Mars
Début de la reconsti- tution de la réserve	Nov	Oct	Nov	Nov	Déc	Déc
Réserve pleine	Déc	Déc	Déc	Déc	Fév	Fév
Début de l'épuisement des réserves	Mai	Mai	Mai	Mai	Mars	Avr
Réserve à sec	Jun	Jun	Jun	Jun	Mai	Mai

Le calcul de l'indice d'aridité, défini par le rapport de la pluie à l'évapotranspiration potentielle, montre qu'enfin de compte, l'aire d'étude peut être subdivisée en deux zones bioclimatiques distinctes (tableau 5): la zone semi-aride ($0.21 < P/ETP < 0.50$) et la zone subhumide et humide ($P/ETP > 0.65$).

**Tableau 5. Zonage bioclimatique selon l'indice d'aridité dans le bassin méditerranéen
(Le Houérou in Skouri, 1993)**

Zone	Pluviométrie moyenne (mm/an)	Indice d'aridité :P/ETP	
		Penman	Thornthwaite (PNUE)
Hyper-aride	< 100	< 0.05	< 0.05
Aride	100 – 400	0.05 – 0.28	0.05 – 0.20
Semi-aride	400 – 600	0.28 – 0.43	0.21 – 0.50
Subhumide sèche	600 – 800	0.43 – 0.60	0.51 – 0.65
Subhumide et humide	800 – 1200	0.60 – 0.90	> 0.65
Hyper-humide	> 1200	> 0.90	-