

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
**Université Mouloud MAMMERRI de TIZI-OUZOU**



Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques  
**Département des Sciences Géologiques**

## **Mémoire**

*De fin d'études*

*En vue de l'obtention du Diplôme de Master en Géologie  
Spécialité Hydrogéologie*



### *Thème*

**Suivi de la qualité hydrochimique des eaux brutes du barrage Taksebt en surface et en profondeur et des affluents de l'Oued Aissi**

**Présenté par :**

- KACI-MOUSSA Dyhia
- MOALI Safia

<b>Président :</b>	BENNABI Mohamed Said	Maître Assistant (UMMTO)
<b>Examineur :</b>	AIGOUN Chabane	Maître Assistant (UMMTO)
<b>Examinatrice :</b>	MANSOURI Zineb	Maître de Conférences (UMMTO)
<b>Promoteur :</b>	ABDESSELAM Malek	Maitre de Conférences (UMMTO)
<b>Co-promoteur :</b>	HADDADI Nourredine	Ingénieur de laboratoire et process (SEAAL)
<b>Invitée :</b>	CHIKHI AKILA	Chef de laboratoire (SEAAL Taksebt)
<b>Invitée :</b>	ALIK Souraya	Directrice du barrage Taksebt (ANBT)

2018/2019

# Table des matières

Introduction générale .....	13
CARACTERISTIQUES GENERALES DU BARRAGE DE TAKSEBT .....	15
I. Présentation de la zone d'étude - Situations géographique et géologique.....	18
I.1 Introduction .....	18
I.2 Situation géographique et présentation de la zone d'étude .....	18
I.3 Présentation du barrage de Taksebt .....	19
I.4 Principales caractéristiques du barrage de Taksebt .....	19
I.5 Géologie de la région.....	20
I.5.1 Le socle cristallin et cristallophyllien, .....	20
I.5.1.1 Les schistes et micaschistes.....	20
I.5.1.2 Les gneiss .....	21
I.5.1.3 Les marbres /cipolins.....	21
I.5.1.4 Les amphibolites.....	21
I.5.2 Les granites et les pegmatites.....	21
I.5.3 La chaîne du Djurdjura (Dorsale kabyle ou chaîne calcaire),.....	22
I.5.3.1 Carbonifère .....	22
I.5.3.2 Permo- Trias et Trias .....	22
I.5.3.3 Lias .....	22
I.5.3.3.1 Lias inférieur .....	22
I.5.3.3.2 Lias supérieur .....	22
I.5.3.4 Crétacé.....	22
I.5.3.5 Lutétien.....	22
I.5.3.6 Oligocène.....	22
I.5.3.7 Le Quaternaire .....	23
I.6 Lithologie.....	23
I.6.1 Les calcaires .....	23
I.6.2 Les grés .....	23
I.6.3 Les argiles et les marnes .....	23
I.6.4 Les alluvions .....	23
I.6.5 Les colluvions .....	23
I.7 Tectonique .....	23
I.7.1 Le socle cristallophyllien .....	23
I.7.1.1 Déformations cassantes .....	23
I.7.1.2 Déformation ductile (plissement) .....	25
I.7.2 La chaîne du Djurdjura .....	25
I.8 Géologie et hydrogéologie du site d'implantation de la digue du barrage Taksebt.....	25
I.8.1 Géologie .....	25
I.8.1.1 Le socle métamorphique : .....	25
I.8.1.2 Miocène : .....	26

I.8.1.3	Miocène post nappes : .....	26
I.8.2	Hydrogéologie.....	27
I.8.2.1	Description des nappes aquifères .....	27
I.8.2.1.1	Nappe Alluviale.....	27
I.8.2.1.2	Nappes au niveau des versants .....	27
I.8.2.2	Perméabilités des terrains et étanchéité des fondations du barrage.....	27
I.8.2.3	Etanchéisation du site d'implantation de la digue du barrage.....	27
I.9	Le couvert végétal .....	29
I.10	Conclusion .....	29
II.	Chapitre : Données socio-économiques.....	31
II.1	Introduction .....	31
II.2	La population.....	31
II.3	Estimation des besoins en eau de la population .....	31
II.3.1	Détermination de la consommation moyenne journalière .....	31
II.3.2	La dotation .....	32
II.3.3	Détermination des rejets moyens journaliers.....	32
II.3.4	Les différents besoins des secteurs utilisateurs .....	33
II.3.4.1	L'agriculture.....	33
II.3.4.1.1	Les besoins en eau des abattoirs.....	33
II.3.4.1.2	Les besoins en eau des huileries .....	33
II.3.4.2	L'industrie .....	34
II.3.4.2.1	Les besoins en eau d'une station de lavage graissage .....	34
II.4	Les forages.....	34
II.5	Etat de l'assainissement dans le bassin versant de Taksebt.....	35
II.6	Conclusion .....	35
III.	Chapitre : Hydro-climatologie .....	37
III.1	Introduction.....	37
III.2	Etude du complexe physique du bassin versant de l'Oued Aissi.....	37
III.2.1	Paramètres morpho-métriques.....	38
III.2.1.1	La superficie (S).....	38
III.2.1.2	Le périmètre (P) .....	38
III.2.1.3	Indice de compacité/ Gravelius (Kc) : .....	38
III.2.1.4	La courbe hypsométrique : .....	38
III.2.1.5	Le rectangle équivalent : .....	39
III.2.1.6	Indice de pente globale Ig.....	40
III.2.1.7	Dénivelée spécifique D <sub>s</sub> .....	40
III.3	Réseau hydrographique.....	40
III.3.1	Hiérarchisation du réseau .....	40
III.3.2	Développement du réseau hydrographique .....	41
III.3.3	La densité de drainage D <sub>d</sub> : .....	42
III.3.4	Temps de concentration.....	42

III.4	Le climat .....	42
	Etude des précipitations .....	42
III.4.1	.....	42
III.4.1.1	Pluviométrie mensuelle.....	42
III.4.1.2	Pluviométrie annuelle .....	43
III.4.1.3	La neige.....	43
III.4.1.4	Carte pluviométrique (1984- 2019) .....	44
III.4.2	Etude des températures.....	45
III.4.3	Quotient pluvio-thermique de L. Emberger (1955).....	46
III.4.4	Etude de l'évapotranspiration.....	46
III.4.5	Facteurs climatiques secondaires : .....	47
III.4.5.1	L'humidité relative (%) : .....	47
III.4.5.2	Les vents : .....	48
III.5	L'hydrométrie .....	49
III.5.1	Apports liquides .....	50
III.5.2	Apports solides .....	51
III.6	Conclusion .....	51
IV.	Chapitre : Qualité hydro-chimique et bactériologique en surface et en profondeur des eaux brutes	53
IV.1	Introduction :.....	53
IV.2	Matériels et méthodes d'analyses .....	53
IV.2.1	Echantillonnage.....	53
IV.2.2	Analyses au laboratoire .....	55
IV.3	Résultats et discussions.....	55
IV.3.1	Qualité des eaux du plan d'eau du barrage Taksebt.....	55
IV.3.1.1	Etude des paramètres physiques .....	55
IV.3.1.1.1	Température de l'eau.....	55
IV.3.1.1.2	Le pH.....	58
IV.3.1.1.3	La conductivité .....	58
IV.3.1.1.4	La turbidité .....	61
IV.3.1.1.5	L'oxygène dissous.....	62
IV.3.1.2	Minéralisation globale .....	65
IV.3.1.2.1	Alcalinité.....	65
IV.3.1.2.2	Dureté totale (TH) .....	65
IV.3.1.2.3	Calcium.....	65
IV.3.1.2.4	Magnésium.....	66
IV.3.1.2.5	Chlorures .....	67
IV.3.1.2.6	Sulfates.....	67
IV.3.1.3	Le faciès chimique.....	69
IV.3.1.3.1	Classification des eaux d'après Piper .....	69

IV.3.1.3.2	Faciès chimique des eaux du barrage Taksebt en surface .....	70
IV.3.1.3.3	Faciès chimique des eaux du barrage en profondeur .....	70
IV.3.1.3.4	Classification des eaux du Barrage selon SCHOELLER-BERKALOFF .....	71
IV.3.2	Etude des paramètres de pollution .....	72
IV.3.2.1	Azote.....	72
IV.3.2.1.1	Nitrates.....	72
IV.3.2.1.2	Nitrites.....	72
IV.3.2.2	Ammonium.....	73
IV.3.2.3	Aluminium.....	73
IV.3.2.4	Fer.....	74
IV.3.2.5	Manganèse .....	74
IV.3.2.6	Orthophosphates .....	74
IV.3.2.7	Matières en suspension.....	75
IV.3.2.8	Résidu sec (RS) .....	75
IV.3.2.9	Matière organique.....	75
IV.3.2.10	Demande biochimique en oxygène (DBO <sub>5</sub> ).....	76
IV.3.2.11	Demande chimique en oxygène (DCO) .....	76
IV.3.3	Les micropolluants (Métaux lourds).....	77
IV.3.4	Etude bactériologique.....	78
IV.3.4.1	Coliformes totaux .....	78
IV.3.4.2	Bactéries Escherichia coli (E. coli).....	78
IV.3.4.3	Streptocoques fécaux.....	78
IV.3.4.4	Les spores de bactéries anaérobies sulfite réductrices .....	78
IV.3.4.5	Les Germes totaux .....	78
IV.4	Qualité des eaux des Affluents de l'oued Aissi : .....	79
IV.4.1	Paramètres physiques .....	80
IV.4.1.1	La conductivité .....	80
IV.4.1.2	Le pH.....	80
IV.4.1.3	La température .....	80
IV.4.1.4	La turbidité .....	81
IV.4.1.5	L'oxygène dissous .....	81
IV.4.2	Minéralisation globale.....	81
IV.4.2.1	Bicarbonates .....	81
IV.4.2.2	La dureté totale .....	82
IV.4.2.3	Calcium.....	82
IV.4.2.4	Magnésium .....	82
IV.4.2.5	Chlorures .....	82
IV.4.2.6	Sulfates .....	82
IV.4.3	Paramètres de pollution.....	82
IV.4.3.1	Ammonium NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> .....	83

IV.4.3.2	Nitrites $\text{NO}_2^-$ .....	83
IV.4.3.3	Nitrates $\text{NO}_3^-$ .....	83
IV.4.3.4	Orthophosphates $\text{PO}_4^{3-}$ .....	83
IV.4.3.5	Matière organique MO .....	83
IV.5	Conclusion .....	84
V.	Chapitre Pollution des eaux brutes du barrage et de ses affluents .....	86
V.1	Introduction .....	86
V.1.1	Définition la pollution hydrique .....	86
V.2	Origines des pollutions .....	86
V.2.1	Pollution urbaine .....	86
V.2.2	Pollution agricole.....	88
V.2.3	Pollution industrielle .....	88
V.2.4	Pollution naturelle .....	88
V.3	Cas de pollution naturelle : Eutrophisation des eaux brutes du barrage Taksebt (2016/2017) 89	
V.3.1	Paramètres physiques .....	89
V.3.1.1	Température .....	89
V.3.1.2	Conductivité.....	89
V.3.1.3	pH.....	90
V.3.1.4	Oxygène dissous .....	90
V.3.1.5	Turbidité.....	91
V.3.2	Paramètres de pollution .....	91
V.3.2.1	Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ).....	91
V.3.2.2	Nitrates .....	92
V.3.2.3	Nitrites.....	92
V.3.2.4	Manganèse .....	93
V.3.2.5	Fer .....	93
V.3.2.6	Orthophosphate .....	94
v.3.2.6.1	Matière organique .....	94
V.4	Pollutions anthropiques .....	95
V.4.1	Décharges de déchets.....	95
V.4.2	Lavages des véhicules .....	95
V.4.3	Extraction des produits alluvionnaires .....	96
V.4.4	Cas de pollution anthropique : mortalité des poissons .....	96
VI.	Conclusion générale .....	99
VII.	Références bibliographiques .....	102

## Liste des figures

Figure 1 : Situation de la région du Bassin Versant de l'oued Aissi-Taksebt dans son contexte régional par rapport à Alger, Boumerdes et Tizi-Ouzou	18
Figure 2 : Barrage de Taksebt et les ouvrages hydrauliques de pompage et de traitement sur photo satellite (Google Earth)	19
Figure 3 : Carte géologique du bassin versant du barrage de Taksebt jusqu'au Djurdjura (1952 G.BETIER et autres)	20
Figure 4 : Coupe géologique de Taliouine à Ait Frah (J.THIEBAUT, 1951)	21
Figure 5 : Coupe géologique d'Oued Aissi (J.THIEBAUT, 1951)et position du barrage Taksebt	21
Figure 6 : Cartes des fracturations de la rive droite (Gani 1988) et de la rive gauche (Loumi 1989)	24
Figure 7 : Carte schématique des dorsales du Djurdjura (JP.Gelard, 1976) et vue des écaïlles redressées.	25
Figure 8 : Coupe synthétique N-S du site du barrage de Taksebt (inspirée des coupes de D. Raymond 1976)	26
Figure 9 : Schéma représentatif de la lithologie des appuis en rive droite de la digue du Barrage de Taksebt avec la coupe schématique de la tour de prise d'eau (ANBT 2001)	26
Figure 10 : Carte des communes du Bassin Versant du barrage Taksebt	31
Figure 11 : Localisation du BV de l'oued Aissi-Taksebt (02 17) dans son contexte hydrologique régional (BV Oued Sébaou -02)	37
Figure 12 : Carte altimétrique et rectangle équivalent du bassin versant de l'oued Aissi-Taksebt	38
Figure 13 : Courbe hypsométrique du BV de Oued Aissi	39
Figure 14 : Chevelu hydrographique du BV du Barrage Taksebt et localisation des stations pluviométriques utilisées	41
Figure 15 : Détermination du nombre et de la longueur moyenne des thalwegs du BV Taksebt	41
Figure 16 : Evolution mois par mois des cumuls des précipitations 2018/2019 et des moyennes mensuelles (ONM TO)	43
Figure 17 : Carte pluviométrique (1984/2019)et Implantation des postes pluviométriques du BV Taksebt	45
Figure 18 : Evolutions des températures moyennes mensuelles (°C) à la station ONM de T.O pour la période 2015-2019 (source ONM de T.O, 2019)	46
Figure 19 : Position de la région de Tizi-Ouzou sur le climagramme d'Emberguer	46
Figure 20 : Graphique illustrant le bilan hydrologique selon Thornthwaite (station de Tizi-Ouzou)	47
Figure 21 : Variation de l'humidité moyenne relative en % de la station de T.O, période 2015-2019	48
Figure 22 : Roses des vents à Tizi-Ouzou	48
Figure 23 : Variation de la vitesse des vents en m/s de la station de T.O	49
Figure 24 : Répartition mensuelle des apports liquides arrivant dans le barrage Taksebt en relation avec les précipitations (2002, 2019, ANBT)	50
Figure 25 : Evolution interannuelle des apports liquides arrivant dans le barrage Taksebt en relation avec les précipitations (2002_2019, ANBT, ANRH).	50
Figure 26 : Situation des points de prélèvements du plan d'eau du barrage Taksebt sur photo satellitaire et échantillonnage en surface et en profondeur.	53
Figure 27 : Situation des Sites de suivi de la qualité des eaux de l'oued Aissi et de ses affluents en amont du barrage Taksebt	54
Figure 28 : Carte de valeurs de la température (°C) et du pH des eaux brutes dans le plan d'eau du barrage Taksebt en mois de septembre 2019	56

Figure 29 : Evolution de la conductivité, du pH et de la température des eaux brutes du barrage en surface au niveau des prises.	56
Figure 30 : Evolution de la conductivité, pH et la température des eaux brutes du barrage Taksebt en profondeur 1 au niveau des prises.	57
Figure 31 : Evolution de la conductivité, pH et la température des eaux brutes du barrage Taksebt en profondeur 2 au niveau des prises.	57
Figure 32 : Evolution de la conductivité, du pH et de la température des eaux brutes profondeur 3 (fond) du barrage Taksebt au niveau des prises.	57
Figure 33 : Evolution de la conductivité, du pH et de la température des eaux brutes du barrage en surface au milieu du Barrage	59
Figure 34 : Evolution de la conductivité, pH et la température des eaux brutes du barrage Taksebt en profondeur 1 au milieu du barrage.	59
Figure 35 : Evolution de la conductivité, pH et la température des eaux brutes du barrage Taksebt en profondeur 2 au milieu du barrage	59
Figure 36 : Evolution de la conductivité, pH et la température des eaux brutes du barrage Taksebt en profondeur 3 au milieu du barrage.	60
Figure 37 : Evolution de la conductivité, du pH et de la température des eaux brutes du barrage en surface au niveau du pont Taboudrist (en amont).	60
Figure 38 : Evolution de la conductivité, pH et la température des eaux brutes du barrage Taksebt en profondeur 1 au niveau du pont Taboudrist (en amont).	60
Figure 39 : Variation de la turbidité (NTU) et des MES (mg/l) dans les eaux brutes du barrage Taksebt au mois de Septembre 2019.	61
Figure 40 : Evolution de la turbidité et l'oxygène dissous dans les eaux brutes du barrage Taksebt en surface au niveau des prises.	62
Figure 41 : Evolution de la turbidité et l'oxygène dissous des eaux du barrage Taksebt en profondeur 1 au niveau des prises d'eau.	63
Figure 42 : Evolution de la turbidité et l'oxygène dissous des eaux brutes du barrage Taksebt en profondeur 2 au niveau des prises d'eau.	63
Figure 43 : Evolution de la turbidité et l'oxygène dissous dans les eaux brutes au fond du barrage Taksebt au niveau des prises.	63
Figure 44 : Evolution de la turbidité et l'oxygène dissous des eaux brutes du barrage Taksebt en surface au milieu du barrage.	64
Figure 45 : Evolution de la turbidité et l'oxygène dissous des eaux brutes du barrage Taksebt en profondeur 1 au milieu du barrage	64
Figure 46 : Evolution de la turbidité et l'oxygène dissous dans les eaux brutes du barrage de Taksebt en surface au niveau du pont Taboudrist(en amont).	64
Figure 47 : Evolution de la turbidité et l'Oxygène dissous dans les eaux brutes du barrage de Taksebt en profondeur 1 au niveau du pont Taboudrist(en amont).	65
Figure 48 : Evolution des teneurs en Calcium, CO <sub>3</sub> , Magnésium, Chlorure et Sulfate dans les eaux brutes du barrage Taksebt en profondeur 1 au niveau des prises d'eaux.	66
Figure 49 : Evolution des teneurs en Calcium, Magnésium, Chlorure et Sulfate dans les eaux brutes du barrage Taksebt en profondeur 2 au niveau des prises d'eaux.	68
Figure 50 : Evolution des teneurs en Calcium, Magnésium, Chlorure et Sulfate des eaux brutes au fond du barrage Taksebt au niveau des prises.	68
Figure 51 : Evolution des teneurs en Calcium, Magnésium, Chlorure et Sulfate des eaux brutes du barrage Taksebt en profondeur 1 au milieu du barrage.	68
Figure 52 : Evolution des teneurs en Calcium, Magnésium, Chlorure et Sulfate des eaux brutes du barrage Taksebt en profondeur 2 au milieu du barrage.	69
Figure 53: Evolution des teneurs en Calcium, Magnésium, Chlorure et Sulfate des eaux brutes du barrage Taksebt en profondeur 3 au milieu du barrage	69
Figure 54 : Diagramme de Piper pour les eaux de la surface du barrage en amont et en aval	70

Figure 55 : Diagramme de Piper pour les eaux en profondeur du Barrage en amont et en aval	70
Figure 56 : Diagramme logarithmique de SCHOELLER-BERKALOFF des eaux du Barrage en surface et en profondeur pour l'amont et l'aval.	71
Figure 57 : Evolution des teneurs en matière organique dans les eaux brutes du barrage Taksebt en surface et en différentes profondeurs au niveau des prises.	76
Figure 58 : Evolution des teneurs en matière organique dans les eaux brutes du barrage Taksebt en surface et en différentes profondeurs au milieu du barrage.	76
Figure 59 : Evolution des paramètres physiques des cours d'eau qui déversent dans le Barrage Taksebt en mois de Juillet, d'amont en aval.	80
Figure 60 : Evolution des paramètres physiques dans les cours d'eau qui déversent dans le barrage Taksebt en mois de Septembre, d'amont en aval.	80
Figure 61 : Evolution des paramètres chimiques dans les principaux affluents du Barrage Taksebt en mois de juillet 2019, d'amont en aval.	81
Figure 62 : Evolution de la chimie dans les eaux brutes des affluents du barrage Taksebt en Septembre.	81
Figure 63 : Variation des paramètres de pollution dans les eaux brutes des oueds déversant dans le barrage Taksebt en Juillet 2019	82
Figure 64 : Variation des paramètres indiquant la pollution dans les cours d'eau qui arrivent dans le barrage Taksebt.	83
Figure 65 Taux de matière organique (mg/l) dans les eaux brutes du barrage Taksebt au mois de Septembre 2019.	84
Figure 66 : Situation des points de rejets d'Irdjen échantillonnés, sur photo satellitaire (Google Earth) vues sur photographiques.	87
Figure 67 : Mousses sur le plan d'eau du barrage de Taksebt en rive droite produites par les agents de surface ou détergents.	88
Figure 68 : Variation des températures des eaux brutes du barrage Taksebt au cours de l'année 2016-2017.	89
Figure 69 : Variation de la conductivité des eaux brutes du barrage Taksebt au cours de l'année 2016-2017	90
Figure 70 : Variation des valeurs de pH des eaux brutes du barrage Taksebt durant l'année 2016-2017.	90
Figure 71: Evolution des teneurs en oxygène dissous (O <sub>2</sub> %) dans les eaux brutes du barrage Taksebt au cours de l'année 2016-2017.	91
Figure 72 : Variation de la turbidité dans les eaux brutes du barrage Taksebt au cours de l'année 2016-2017.	91
Figure 73: Evolution des teneurs en ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) dans les eaux brutes du barrage Taksebt [2016-2017].	92
Figure 74: Evolution des teneurs en nitrates (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) dans les eaux brutes du barrage Taksebt [2016-2017].	92
Figure 75: variation des teneurs en nitrites (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) dans les eaux brutes du barrage [2016-2017].	93
Figure 76: Variations des teneurs en manganèse (Mn <sup>++</sup> ) dans les eaux brutes du barrage Taksebt [2016-2017].	93
Figure 77: Evaluation des teneurs en fer (Fe <sup>++</sup> ) dans les eaux brutes du barrage Taksebt [2016-2017].	94
Figure 78: Evolution des teneurs en orthophosphates PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> dans les eaux brutes du barrage Taksebt [2016-2017].	94

Figure 79: Evolution des taux des matières organiques (MO) dans les eaux brutes du barrage Taksebt [2016-2017]	95
Figure 80 : Taux de matière organique (MO) dans les eaux brutes du barrage Taksebt au mois de septembre 2019.	95
Figure 81 Lavage de véhicules en amont du plan d'eau du barrage Taksebt	96

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Coordonnées du BV d'Oued Aissi-Taksebt .....	17
Tableau 2 : Estimation de la population des communes du Bassin Versant du Barrage de Taksebt (source DRE TO).....	19
Tableau 3: Estimation de la consommation moyenne journalière et détermination des débits moyens rejetés pour les communes du BV du Barrage de Taksebt.....	30
Tableau 4 : Nombre et Volume d'eau utilisée par les huileries dans le bassin versant de Taksebt (source DRE TO in NESSAH-BOUBCHIR 2005). .....	31
Tableau 5 : Les besoins en eau des stations de lavage du BV du Barrage Taksebt (source DRE TO in NESSAH-BOUBCHIR 2005) .....	32
Tableau 6: Etats de l'assainissement des communes du bassin versant de Taksebt. ....	33
Tableau 7 : Répartition hypsométrique du BV Oued Aissi.....	39
Tableau 8 :Caractéristiques altimétriques du BV de l'oued Aissi-Taksebt.....	39
Tableau 9 : Classification du relief Ig. Ds par l'ORSTOM .....	38
Tableau 10 : Classification du réseau hydrographique du BV du Barrage de Taksebt .....	38
Tableau 11 : Moyennes mensuelles des précipitations pour la période 1984/1985-2018/2019 (source ONM TO et ANRH).....	43
Tableau 12 : Comparatif des précipitations à Tizi-Ouzou pour différentes périodes .....	43
Tableau 13 : Neiges en nombre de jours de chutes mensuelles et annuelles.....	42
Tableau 14 : Part (en %) de la neige dans les précipitations dans le Djurdjura.....	42
Tableau 15 : Répartition des précipitations par tranche d'altitudes du BV de Taksebt .....	42
Tableau 16 : Températures moyennes mensuelles (°C) à la station ONM de T.O pour la période 2015-2019 (source ONM de T.O, 2019).....	43
Tableau 17 :Bilan hydrologique selon THORONTHWAITE à Tizi-Ouzou et Taksebt (2018-2019).....	45
Tableau 18 : Humidité relative moyenne mensuelle en % de la station de T.O, période 2015-2019 (source ONM T.O, 2019).....	47
Tableau 19 : Répartitions mensuelles des paramètres du vent à TIZI OUZOU.....	48
Tableau 20 : Direction des vents àTIZI OUZOU (1913/1916-1920/1938 SELTZER 1946).....	49
Tableau 21 : La vitesse des vents en m/s de la station de T.O pour la période de 2015- 2019 (source ONM T.O, 2019).....	49
Tableau 22 : Moyennes mensuelles des débits solides et des débits liquides dans le bassin versant de Taksebt (ANRH, 1986 / 1991).....	49
Tableau 23: Variations de la température (°C) des eaux brutes du barrage Taksebt en surface et profondeur.....	55
Tableau 24: Variation du pH dans les eaux brutes du barrage Taksebt en surface et aux différentes profondeurs.....	58
Tableau 25 : Valeurs de la conductivité (µs/cm) des eaux brutes du barrage Taksebt en surface et en différentes profondeurs.....	58
Tableau 26 : Valeurs de la turbidité (NTU) des eaux du barrage Taksebt en surface et différentes profondeurs.....	61
Tableau 27 : Valeurs de l'Oxygène dissous (%) des eaux du barrage Taksebt en surface et différentes profondeurs.....	62
Tableau 28: Valeurs du calcium (mg/l) des eaux brutes du barrage Taksebt en différentes profondeurs.....	66
Tableau 29 : Valeurs du magnésium (mg/l) des eaux du barrage Taksebt en surface et en différents profondeurs.....	67
Tableau 30 : Valeurs des chlorures (mg/l) des eaux brutes du barrage Taksebt en surface et en différents profondeurs.....	67
Tableau 31 : Valeurs des sulfates (mg/l) des eaux brutes du barrage Taksebt en surface et en différentes profondeurs.....	67

Tableau 32 : Valeurs des nitrates (mg/l) des eaux du barrage Taksebt en surface et aux différentes profondeurs.....	72
Tableau 33 : Valeurs des nitrites (mg/l) des eaux du barrage Taksebt en surface et à différentes profondeurs.....	73
Tableau 34 : Valeurs du NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l) des eaux du barrage Taksebt en surface et en différents profondeurs.....	73
Tableau 35 : Valeurs de l'Aluminium (mg/l) des eaux du barrage Taksebt en surface et en différentes profondeurs.....	73
Tableau 36: Valeurs du Fer (mg/l) des eaux brutes du barrage Taksebt en surface et à différentes profondeurs.....	74
Tableau 37 : Valeurs du manganèse (mg/l) des eaux du barrage Taksebt en surface et à différentes profondeurs.....	74
Tableau 38 : Valeurs des orthophosphates (mg/l) des eaux brutes du barrage Taksebt en surface et à différentes profondeurs.....	74
Tableau 39 : Les teneurs en DBO <sub>5</sub> et DCO dans les eaux brutes du barrage Taksebt en différentes profondeurs.....	77
Tableau 40 : Teneurs en métaux lourds dans les eaux brutes du barrage Taksebt en surface et en profondeur (03-09-2019).....	77
Tableau 41 : Tableau récapitulatif des différentes analyses microbiologiques des eaux brutes du barrage Taksebt à différentes profondeurs.....	78
Tableau 42 : Analyses physico-chimiques des eaux des oueds qui alimentent le barrage Taksebt en Juillet et Septembre 2019.....	79
Tableau 43: Résultats d'analyses des rejets domestiques d'Irdjen.....	86
Tableau 44 : Suivi des taux de chlore dans les eaux brutes du Barrage Taksebt d'amont en aval.	95

## Liste des abréviations

- ❖ BV : Bassin versant
- ❖ S : Superficie (km<sup>2</sup>)
- ❖ SIG : Système d'Information Géographique
- ❖ P : Périmètre (km)
- ❖ Kc : Indice de compacité
- ❖ Min : Minimum
- ❖ Moy : Moyenne
- ❖ Max : Maximum
- ❖ Cte : Constant
- ❖ NJP : Nombre de Jours de Pluie
- ❖ CV : Coefficient de Variation
- ❖ O.R.S.T.O.M : Office de la Recherche Scientifique des Territoires d'Outre-Mer (France)
- ❖ ANBT : Agence Nationale des Barrages et Transferts
- ❖ ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques
- ❖
- ❖ DRE : Direction des Ressourc en Eaux
- ❖ SEAAL : Société des Eaux et de l'Assainissement d'Alger
- ❖ ADE : Algérienne Des Eaux
- ❖ ONA : Office National d'Assainissement
- ❖ BET : Bureau d'Etudes Techniques
- ❖ ONM : Office National de Météorologie
- ❖ NEE : National Eau et Environnement
- ❖ St : Station de Traitement
- ❖ AEP : Alimentation en Eau Potable
- ❖ Prf : Profondeur
- ❖ MES : Matières En Suspension
- ❖ M.O : Matière Organique
- ❖ Cond : Conductivité électrique
- ❖ NTU : Nephelometrique Turbidity Unit
- ❖ pH : potentiel Hydrogène
- ❖ DBO<sub>5</sub> : Demande Biologique en Oxygène pendant 5 jours
- ❖ DCO : Demande Chimique en Oxygène
- ❖ NGA : Nivèlement général de l'Algérie
- ❖ LNI : Larbaa Nath Irathen
- ❖ AEH : Ain El Hammam
- ❖ P : Population
- ❖ RD : rive droite
- ❖ RG : rive gauche

## Introduction générale

La Wilaya de Tizi-Ouzou enregistre un apport pluviométrique moyen annuel de près de 900 mm/an. Les eaux de surface représentent 48%, le reste se partage entre l'évaporation, l'infiltration et le déversement vers la mer. De ces 48%, l'ANBT a tenté de mobiliser près de la moitié en construisant le barrage de Taksebt qui fait l'objet de notre étude. Il est considéré comme étant une des plus importantes ressources en eau superficielle du pays, avec une capacité de 181 millions de m<sup>3</sup> ; qui alimente en partie les wilayas de Tizi-Ouzou, Alger et de Boumerdès.

Un barrage réservoir peut être établi de deux manières :

- Soit sur un fleuve ou une rivière elle-même et, en général, près des sources, où les vallées sont plus encaissées ;
- Soit dans un bassin naturel distinct du lit du fleuve ou de la rivière et dans lequel l'eau est amenée par un canal de dérivation alimenté par ces cours d'eau. Cela peut être une grande cuvette où les accumulations risquent de causer moins de dommages que dans le bassin principal et où le sous-sol revêt des qualités d'imperméabilité plus grandes (DUPONT, 1978).

Le barrage Taksebt est construit sur l'Oued Aissi, dans la vallée séparant les massifs d'Ath Douala et d'Ath Irathen. Les études géologiques et structurales du site de la digue ont été menées par les différents géologues qui sont E. Ficheur, J. Flandrin, J. Thiébaud, K. Loumi, R. Gani et ceux des BETs en liaison avec l'ANBT, ont amené à choisir ce site, vu son fondement géologique résistant (roches métamorphiques du socle kabyle et les grès du Miocène) et sa structure sous forme d'un verrou réduit (Taksebt en rive droite et Azrou Laghrib en rive gauche) dans un but économique (coût) pour sa réalisation.

L'eau du barrage diffère de celle transportée par un cours d'eau par une stratification de la température, d'une part, et une stratification de sa composition, d'autre part (DUPONT, 1978). Afin de conforter ce principe, nous aurons recours à une étude spécifique reliant la limnologie et l'hydrochimie, dans l'objectif de répondre à notre problématique qui est la suivante :

- Déterminer la qualité des eaux brutes du barrage Taksebt et son évolution en surface et en profondeur et d'amont en aval.
- Déduire le principe limnologique qui représente la stratification des températures des eaux brutes du barrage Taksebt d'amont en aval et de surface en profondeur.
- Qualifier et quantifier la pollution pouvant arriver au barrage de Taksebt.

Le présent travail se compose de cinq chapitres, d'une conclusion générale suivi d'un ensemble de recommandations ; dont les contenus se présentent comme suit :

Le premier chapitre synthétise les généralités sur la zone d'étude et les caractéristiques techniques du barrage :

- ✓ Situation géographique et présentation de la zone d'étude ;
- ✓ Géologie de la région ;
- ✓ Le couvert végétal.

Le deuxième chapitre est consacré aux données socioéconomiques de la zone d'étude :

- ✓ La démographie
- ✓ Estimation des besoins en eau de la population.

Dans le troisième chapitre nous nous sommes intéressées à l'aspect hydro-climatologique du bassin versant.

- ✓ Etude du complexe physique du bassin versant
- ✓ Réseau hydrographique
- ✓ Climat

✓ Hydrométrie.

Le quatrième chapitre, l'essentiel de notre travail, est consacré à l'étude des qualités physico-chimiques et microbiologiques depuis les reconnaissances de terrain, les campagnes de mesures in-situ et d'échantillonnages prélevés dans le plan d'eau en surface et en profondeur et sur les principaux Oueds qui se déversent dans le barrage, à la réalisation des analyses faite par nous même au laboratoire de la SEEAL. Les résultats d'analyses de nos échantillons ont fait l'objet de traitements et interprétations portant sur :

- ✓ Matériels et méthodes d'analyses
- ✓ Résultats et interprétations :

Les faciès chimiques, les éléments polluants, les traitements de l'eau.

Le dernier chapitre résume les types de pollutions susceptibles d'affecter la qualité des eaux brutes du barrage de Taksebt et des cas de pollution survenus.

## CARACTERISTIQUES GENERALES DU BARRAGE DE TAKSEBT

(Source ANBT, 2017)

Le Barrage de Taksebt, dans la wilaya de Tizi-ouzou, commune d'Irdjen, est de Type digue zonée. Il est implanté sur l'oued Aissi, affluent du Sébaou, à environ 10 kilomètres au Sud-Est de la ville de Tizi-Ouzou et à 100 km à l'Est de la ville d'Alger. Sa capacité totale est de 181 millions de m<sup>3</sup>. Il est destiné à l'alimentation en eau potable (AEP) et industrielle des villes situées sur le couloir Tizi-Ouzou–Alger et les agglomérations du couloir de Fréha-Azzazga à l'Est.

- Année de construction : 1994-2001
- Mise en eau : 1<sup>er</sup> Novembre 2000
- Mise en service en 2007

### CAPACITES DU BARRAGE TAKSEBT

- Capacité au levé bathymétrique de 2005: 181 Hm<sup>3</sup>                      Capacité initiale : 175 Hm<sup>3</sup>
- Apport moyen annuels : 196 Hm<sup>3</sup>    Volume annuel régularisé : 152 Hm<sup>3</sup>
- Précipitation moyenne annuelle : 958 mm/an
- Envasement annuel : 0.265 Hm<sup>3</sup>
- Côte Retenue Normale : 165.00 m
- Surface du plan d'eau à la Retenue Normale : 528,371Ha
- Surface du bassin versant : 448 km<sup>2</sup> (station hydrométrique initiale)

### DIGUE DU BARRAGE TAKSEBT

Zonée avec noyau argileux et recharges amont et aval en alluvions

- Hauteur hors sol : 76 m ;                      Longueur en crête : 515 m ;
- Largeur en crête : 8,60 m ;                      Largeur à la base : 464 m.

### ÉTANCHEITE - FONDATION DU BARRAGE TAKSEBT

- **Parois moulées** : En fond de vallée, l'étanchéité est assurée par une double paroi moulée d'épaisseur de 2x1m en béton plastique, traversant les alluvions et prolongée dans le rocher par un voile d'injection. Profondeur maximale : 30m - superficie totale : 8 295m<sup>2</sup>.
- **Voile d'injection** : réalisé à partir d'une galerie sous la digue appuyée sur les parois moulées. Sur les rives, l'étanchéité est assurée par un voile d'injection sous l'éperon rive droite.

### ÉVACUATEUR DE CRUES

- Déversoir latéral à seuil libre de longueur 110 m en rive droite équipé de piles guideaux qui se termine par une cuillère de dispersion en saut de ski.
- Bassin de réception latéral, longueur 91m et largeur variable de 25m à 30m
- Coursier rectiligne d'une longueur totale de 225m et largeur de 35m à 30m
- A l'extrémité aval cuillère de dispersion profilée en saut de ski dissymétrique.
- Restitution dans un bassin de réception commun avec la vidange de fond.
- Débit d'entrée : jusqu'à la crue exceptionnelle (Crue dix- millénaire : 2.500 m<sup>3</sup>/s)

### VIDANGE DE FOND

- Pertuis en béton débouchant dans la partie inférieure de la tour de prise et raccordée en aval à la galerie de dérivation. Longueur 470m, diamètre intérieur 7m.
- La vidange de fond est équipée d'une vanne de garde : Vanne batardeau type wagon de 3.17m en hauteur et 2.11m en largeur; Côtes : entrée à 96.00 et sortie à 93.00m.
- Vanne de réglage (type segment) installées au fond du puits vertical de la tour de prise : 3.15m en hauteur et 2.11m en largeur. Capacité 200m<sup>3</sup>/s.
- La restitution est assurée par un bassin de réception commun à l'évacuateur de crue et à la vidange de fond.

## GALERIES

**Galerie de dérivation** : Diamètre intérieur : 7m ; Longueur : 470m ; Débit à évacuer : 1.250m<sup>3</sup>/s

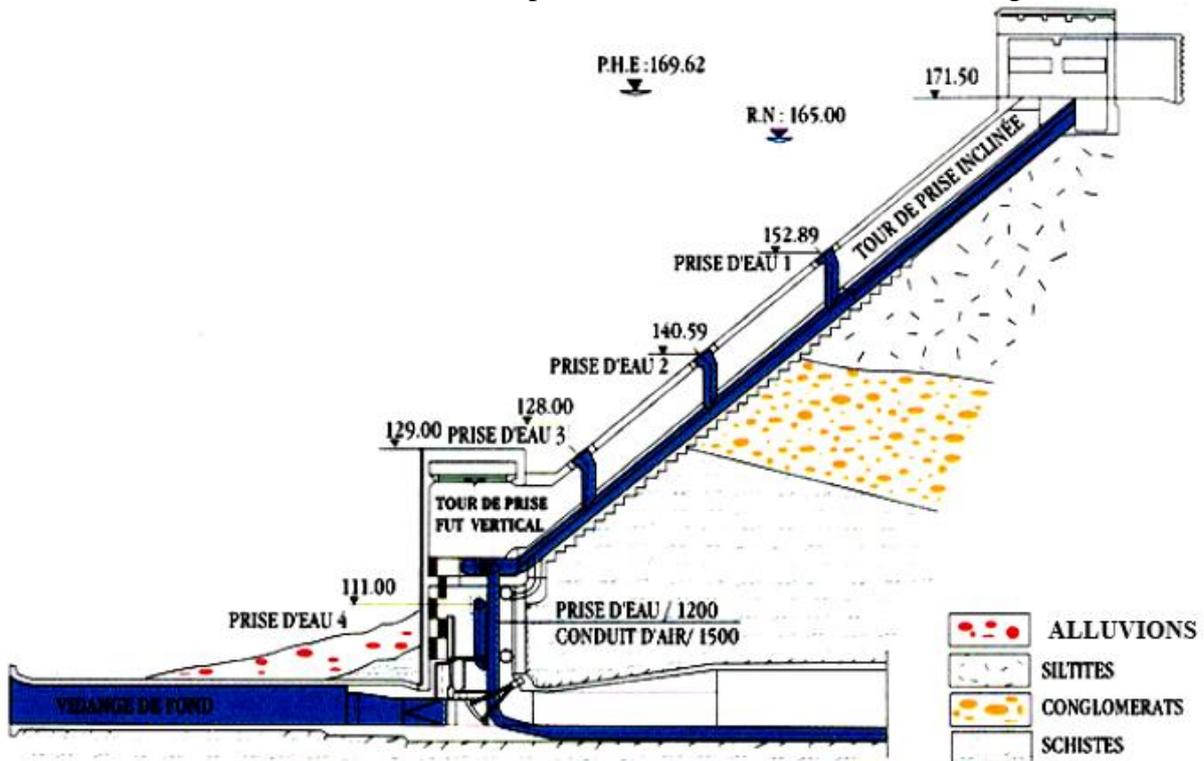
**Galerie d'injection** : sous digue fondée sur les doubles parois moulées ; Section : 3mx 3,75m ; Longueur : 780m ; Pente : 1% vers l'extérieur

**Galerie d'accès** : Nombre : 02; l'une en rive droite et l'autre en rive gauche. Section : 2 mx 3 m ; Longueur : 487,19m.

**Galerie de drainage** : en rive droite ; Section : 2 x3m ; Longueur : 1.082m ; Pente : 1% vers l'extérieur.

## TOUR DE PRISE

Inclinée sur le versant droit, étagée, à trois (03) niveaux de prises et une (01) auxiliaire encastrée à la base sur un puits verticale et raccordée à la vidange de fond.



Présentation de la digue du barrage de Taksebt et sa tour de prise d'eau

## REALISATION ET PRINCIPALES QUANTITES

- **Bureau d'Études** : TRACTEBEL (Belgique)
- **Entreprise de réalisation** : Consortium Astaldi – Fédérici – Todini (Italie)
- Excavation à l'air libre : 2 210 000m<sup>3</sup>                      Excavation en souterrain : 69 000m<sup>3</sup>
- Remblais : 6 755 000 m<sup>3</sup>
- Bétons : 86 000m<sup>3</sup> dont 32 000 en souterrain
- Forages et injections y compris consolidation : 173 000ml
- Galerie d'accès et de drainage : longueur 1 500m, section 2m x 3m
- Galerie d'injection sous digue : longueur 780m, section 3m x 3,75 m
- Double parois moulées : 8 295 m<sup>3</sup> de béton plastique (épaisseur 1m)

# Chapitre I

Présentation de la zone d'étude  
Situations géographique et géologique

Synthèses bibliographiques

## I. Présentation de la zone d'étude - Situations géographique et géologique

### I.1 Introduction

La Wilaya de Tizi-Ouzou s'étend sur une superficie de 2 993 km<sup>2</sup> et est découpée administrativement en 67 communes et 21 Dairas, 1 607 318 habitants (2019). Dominée par des ensembles montagneux fortement accidentés, elle présente un potentiel agricole faible (143.25 km<sup>2</sup>) et dispose de deux zones industrielles et un barrage en exploitation, dont la qualité de son eau fait l'objet de notre étude.

Le barrage Taksebt constitue une importante ressource en eau superficielle dans la wilaya de Tizi-Ouzou, construit dans le bassin versant (BV) de l'Oued Aissi.

Dans ce chapitre, nous avons mis en évidence le fondement géologique du bassin versant ainsi que les caractéristiques lithologiques, tectoniques des différents faciès qui caractérisent le BV ainsi que le boisement qui s'y trouve.

### I.2 Situation géographique et présentation de la zone d'étude

Notre région d'étude se trouve à environ 10 km au Sud-Est de la ville de Tizi-Ouzou et à 100 km à l'Est de la ville d'Alger. Elle est située dans le sous bassin versant de l'Oued Aissi (codé 02.17), principal affluent de la rive gauche de l'Oued Sébaou. Il est localisé entre les longitudes 4° 02' E – 4° 21' E et les latitudes 36° 27' N - 36° 41' N (Figure 1).



Figure 1 : Situation de la région du Bassin Versant (17) de l'oued Aissi-Taksebt dans son contexte régional par rapport à Alger, Boumerdes et Tizi-Ouzou (02)

Le bassin versant de l'Oued Aissi-Taksebt est limité :

- Au Nord par la vallée du Sébaou
- A l'Est par les massifs primaires du socle de Ain El Hammam et de Larbaa Nath Irathen.
- A l'Ouest par le socle cristallophyllien d'Ath Aissi - Ath Douala.
- Au Sud par la dépression d'Ouadhia et la dorsale calcaire du Djurdjura.

Le barrage de Taksebt est implanté en aval de ce sous bassin au verrou (Taksebt en rive droite et Azrou Laghrib en rive gauche) aux coordonnées géographiques suivantes :

Tableau 1 : Coordonnées du BV d'Oued Aissi-Taksebt

Coordonnées	X	Y	Z
Géographiques	4° 45' 46'' E	36° 24' 15'' N	95 m
Lambert	627.000 Km	376.100 km	/
UTM WGS 84 (m)	600 000 m	4 059 520 m	/

### I.3 Présentation du Barrage de Taksebt

Le barrage de Taksebt est un ouvrage hydraulique qui se situe sur la rivière d'Aissi entre Takhoukht, Ait Irathen et Ait Aissi dans la wilaya de Tizi-Ouzou en Kabylie - Algérie.



Figure 2 : Barrage de Taksebt et les ouvrages hydrauliques de pompage et de traitement sur photo satellite (Google Earth)

La retenue d'eau créée par ce dernier a une capacité totale de 181 millions de m<sup>3</sup>, destinée à l'alimentation en eau potable et industrielle des villes situées sur le couloir des Wilayas de Tizi-Ouzou, Alger et Boumerdes.

Il s'intègre dans un système comprenant une station de pompage au pied du barrage, une station de traitement (St Traitement de Taksebt), une canalisation de 95 km et des tunnels pour permettre le transfert d'eau.

Sa mise en eau était en 2001, ensuite il a été officiellement mis en service le 5 juillet 2007.

### I.4 Principales caractéristiques du Barrage de Taksebt

Le barrage de Taksebt est constitué de (Figure 9) :

- ✓ Digue zonée avec un noyau argileux et recharges amont et aval en alluvions et enrochements, avec une hauteur de 76m et d'une longueur de 515m.
- ✓ Tour de prise étagée à 3 niveaux de prises, inclinée et scellée sur le versant droit. La première prise est située à 152.89 m, la deuxième à 140.59m et la troisième à 128.00m et une auxiliaire à 111m, le tout intégré dans le puits vertical d'encastrement de la tour.
- ✓ Evacuateur de crues : c'est un déversoir latéral à seuil libre d'une longueur de 110m, en rive droite qui se termine par une cuillère de dispersion en saut de ski.
- ✓ Vidange de fond.
- ✓ Galeries : de dérivation, d'injection et d'inspection.

La côte des plus hautes eaux (PHE) est à 169,62m NGA et sa crête à 171,50m.

## I.5 Géologie de la région

Nous essayerons de donner une description lithologique à partir des cartes géologiques et de synthèses bibliographiques de travaux réalisés par différents auteurs sur les terrains du BV du Barrage de Taksebt. La carte géologique présentée en (Figure 34) nous a permis d'identifier, du Sud au Nord, quatre grands ensembles géologiques :

### I.5.1 Le socle cristallin et cristallophyllien,

Il forme l'essentiel des massifs des Ath Irathen en rive droite et des Ath Douala en rive gauche. Il est constitué de socle kabyle et comporte diverses variétés de roches cristallophylliennes métamorphisées (schistes, micaschistes, gneiss, marbres, pegmatites).

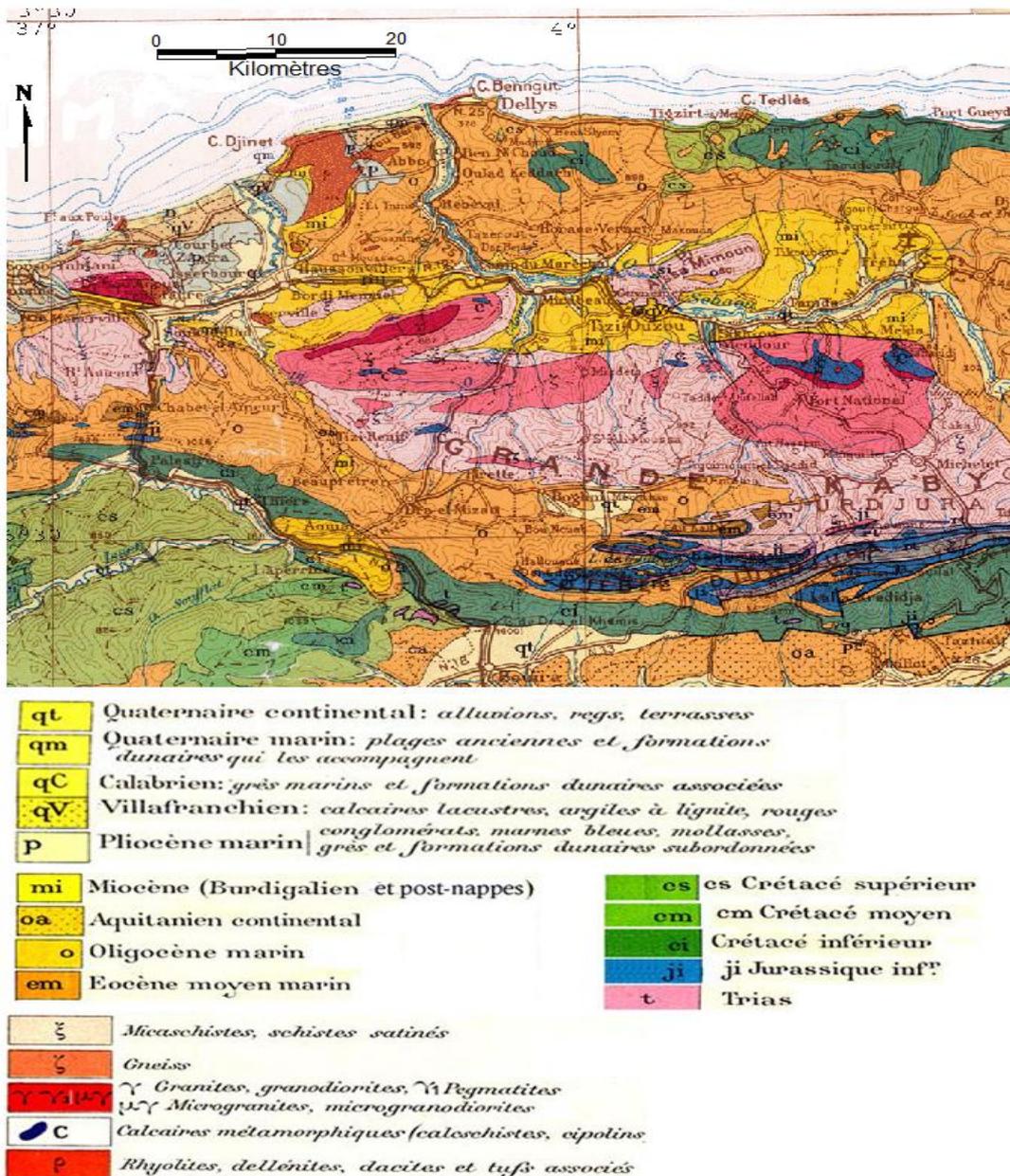


Figure 3: Carte géologique du bassin versant du barrage de Taksebt jusqu'au Djurdjura (1952 G.BETIER et autres)

#### I.5.1.1 Les schistes et micaschistes

Les schistes sont d'aspect satiné et formés de séricite et de quartz, de couleur violacée ou bleutée, affleurant en contact avec les gneiss ocellés dans le massif de LNI (GANI, 1988).

Les micaschistes sont de couleur marron sombre. La schistosité est soulignée par la biotite très abondante, ainsi que de veines de quartz qui sont injectées dans la roche.

Des cornéennes schisteuses micacées sont observées au contact des granites de Tighzert en rive gauche (LOUMI, 1989).

### I.5.1.2 Les gneiss

Ces roches métamorphiques (ortho-gneiss/ para-gneiss) en bandes à grains grossiers, gneiss ocellés micacés ou à grenat, affleurent dans les massifs de LNI et Ath Aissi.

### I.5.1.3 Les marbres /cipolins

Ils sont de couleur blanche à bleutée, affleurent le long des lignes de crêtes en barres rigides. Ils se présentent également en méga-lentilles orientées d'aspect sombre à minéraux avec des inclusions des pyrites (LOUMI 1989, GANI, 1988)

### I.5.1.4 Les amphibolites

Elles affleurent en banc de quelques mètres d'épaisseur dans les gorges d'Oued Aissi ou de trainées dans les calcaires métamorphiques colorant la roche en vert (LOUMI, 1989). (Figure 4-5).

## I.5.2 Les granites et les pegmatites

Les granites sont représentés par une roche bien cristallisée de teinte gris à beige, d'âge anté-Silurien (DURAND-DELGA. 1955). Sa mise en place est postérieure au métamorphisme régional (enclave de para-gneiss d'ortho-gneiss et d'Amphibolites) sous le nom de granite de Tighzert et granite de Taboudrist dans la région de Beni Douala en rive gauche. Ils affleurent aussi dans les ortho-gneiss de l'Oued Aissi (LOUMI, 1989). En rive droite on les retrouve affleurant dans la région d'Ait Ateli (Figures 4 et 5).

Les pegmatites forment des roches très cristallisées de teinte très claire, observées près du granite de Tighzarth, dans les gorges d'Oued Aissi, la route de Beni Douala et dans le massif de Larbaa Nath Irathen recoupant l'encaissant qui peut être du calcaire métamorphique ou des gneiss (LOUMI, 1989). Les éléments sont constitués de quartz, muscovites, feldspaths et tourmalines en gros cristaux (Figure 4 et 5).



Figure 4: Coupe géologique de Taliouine à Ait Frah (J.THIEBAUT, 1951 )

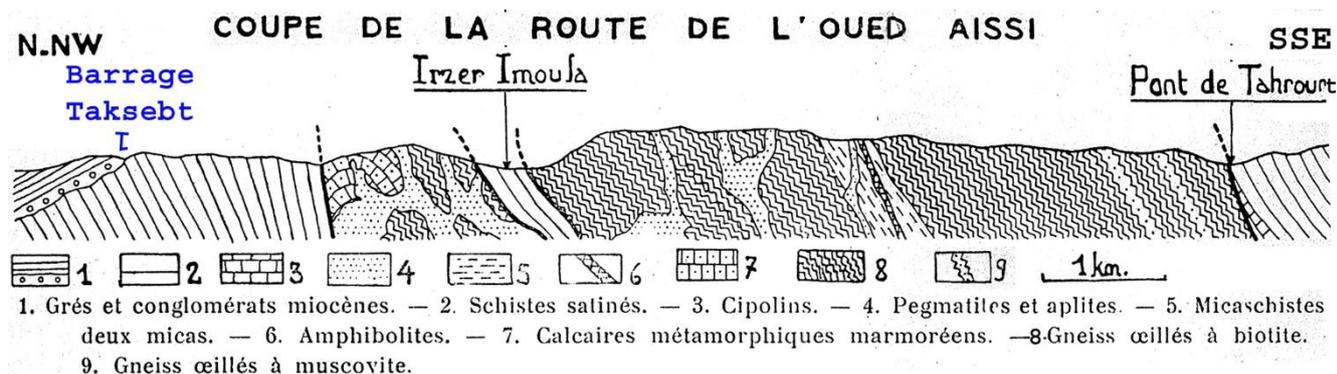


Figure 5 : Coupe géologique d'Oued Aissi (J.THIEBAUT, 1951) et position du barrage Taksebt.

### **I.5.3 La chaîne du Djurdjura (Dorsale kabyle ou chaîne calcaire),**

Située au Sud du BV, elle est constituée essentiellement de terrains carbonatés allant du Trias à l'Eo-Oligocène, encadrée par les roches cristallophylliennes du socle au Nord et par les flyschs crétacés au Sud. Cette chaîne est formée d'une série de plis aigus, dont les axes sont dirigés sensiblement de l'Ouest à l'Est. Elle laisse apparaître des bandes discontinues de grès rouges triasique, surmontées de calcaires liasiques. Les massifs calcaires sont le siège de nombreuses formes karstiques. L'infiltration des eaux à la faveur de la perméabilité et de la fissuration des roches a conduit à la formation de grottes et gouffres dont les plus connus sont celle du Macchabée et celui du Boussouil (Anou B'Assouil).

Les terrains qui constituent cette unité structurale sont d'âges divers (J.Flandrin):

#### **I.5.3.1 Carbonifère**

Les formations qui constituent la chaîne du Djurdjura débutent par des dépôts carbonifères qui surmontent immédiatement les schistes cristallins.

Le Carbonifère est représenté par une puissante série (environ 500 m) de dépôts, où l'on peut distinguer de bas en haut trois ensembles principaux :

- Des schistes gris ou gris-verdâtre, à rares intercalations de grès fins micacés ;
- Une alternance de schistes micacés et de grès généralement fins ;
- Un ensemble assez semblable au précédent, mais où les grès deviennent plus grossiers, passant même dans la partie supérieure de l'assise à des poudingues à petits galets de quartz.

#### **I.5.3.2 Permo- Trias et Trias**

Ils sont représentés par des formations continentales formées essentiellement par des grès siliceux rouges, des calcaires en gros bancs ou lits, parfois en plaquettes, où dominent les calcaires dolomitiques.

#### **I.5.3.3 Lias**

Il est subdivisé en deux périodes :

##### **I.5.3.3.1 Lias inférieur**

Les dépôts de Lias inférieur sont représentés par des cargneules et dolomies, des calcaires dolomitiques jaunâtres qui se poursuivent par environ 100 à 400 m de calcaires massifs, de teinte grise claire à pâte fine, grain fin et parfois oolithique.

##### **I.5.3.3.2 Lias supérieur**

Les dépôts de cet étage se distinguent nettement du Lias inférieur. Ils sont représentés par un ensemble de calcaires en dalles, à silex, de faciès variés, des marno-calcaires et des marnes.

#### **I.5.3.4 Crétacé**

Les dépôts de cette période présentent de nombreuses lacunes sédimentaires, ces derniers n'affleurent pas dans notre zone d'étude.

#### **I.5.3.5 Lutétien**

Les dépôts de cette étage sont représentés essentiellement par de petits bancs de calcaires jaunes, surmontés par des calcaires massifs à nummulites. Au sommet, ces calcaires montrent progressivement des grains de quartz et passent à des calcaires franchement gréseux et des conglomérats à grands foraminifères.

#### **I.5.3.6 Oligocène**

Les dépôts de cette étage (Eo-Oligocène) sont de nature essentiellement détritique. Ils sont comparables à un flysch, allant des conglomérats les plus grossiers à des argiles schisteuses de teinte sombre, en passant par toute une gamme de grès variés dans lesquels s'intercalent des niveaux de calcaires, de marnes sableuses et de marnes qui deviennent quelquefois prédominantes. Les grès, parfois tendres jaunâtres, sont fréquemment micacés et montrent parfois des traces charbonneuses de plantes ou de petits amas lenticulaires de lignites.

L'épaisseur de cette formation peut atteindre ou même dépasser 1000m.

### **I.5.3.7 Le Quaternaire**

Les grandes falaises calcaires du Djurdjura sont généralement bordées par d'importantes masses d'éboulis, fréquemment cimentées et se transforment en brèches. Elles sont très développées et s'étalent en cônes de déjection dans la dépression de Boghni et de Mechtras (HALICHE T 2018) et des vallées encaissées de Ouacif-Ait Ouabane.

## **I.6 Lithologie**

Dans le bassin versant du Taksebt, autour du plan d'eau les roches métamorphiques décrites ci-dessus sont dominantes. Les autres faciès sont :

### **I.6.1 Les calcaires**

On les distingue sous différentes formes :

Les calcaires compacts gris clair à beige parfois rosés ou dolomitiques ((Infra-Lias et Lias inférieur), qu'on retrouve au Sud du bassin versant constituant les barres massives des crêtes du Djurdjura.

Les calcaires marneux (Lias supérieur) du Djurdjura.

Les calcaires nummulitiques (Eocène), représentés par le massif de la chaîne Kouriet, située dans la zone interne de la Dorsale, dans la région Sud des Ouadhia.

### **I.6.2 Les grès**

Les grès rouges du Trias, associés à des argiles de même couleur avec des intercalations de micro-poudingues à grains de quartz dans le Djurdjura.

On trouve aussi dans la région d'Agouni Gueghrane une formation composée de grès et de poudingues (Eocène).

Les grès du Miocène sont présents sur les deux rives de l'Oued Aissi en massifs formant des falaises de quelques dizaines de mètres de hauteur (Taksebt et Azrou Laghrib) et constituent les appuis de la digue du Barrage dans les deux rives (Burdigalien).

### **I.6.3 Les argiles et les marnes**

En amont en rive gauche on trouve la dépression d'Ouadhia qui est constituée essentiellement de marnes et d'argiles.

### **I.6.4 Les alluvions**

Les cours d'eaux sont remplis d'alluvions sous forme de terrasses refermant des galets, graviers et sable et fines provenant des calcaires, grès, schistes, micaschistes gneiss, pegmatites, quartz, marnes et argiles du BV. Elles sont le siège de nappes de faibles épaisseurs (5 à 20m).

### **I.6.5 Les colluvions**

Les versants sont couverts de colluvions constituées d'argiles limoneuses, souvent rouges, avec des blocs et cailloux de schistes et autres éléments provenant du BV.

## **I.7 Tectonique**

### **I.7.1 Le socle cristallophyllien**

#### **I.7.1.1 Déformations cassantes**

Elles affectent toutes les unités tectono-métamorphiques ainsi que le granite de Taboudris et le Miocène discordant (LOUMI, 1989). Dans les deux régions de Beni Douala et du massif de Larbaa Nath Irathen les familles d'accidents subverticaux sont de directions moyennes (Figure 6):

- Failles de direction N090 : qui jouent en failles normales affectant les terrains d'âge Miocène.
- Failles de direction N180 : qui sont des failles normales et d'autres décrochantes.
- Failles de direction N140 : qui sont des accidents profonds.

Les orthogneiss de l'Oued Aissi sont affectés par un mouvement dextre orienté à N140 et un jeu de faille inverse orienté à N140-70°SW (accident d'Ighil Bouzerou).

- Failles de direction N005- N035- N065- N135, elles représentent des failles normales et/ ou décrochantes.

Les failles de direction N135 sont largement reconnues qui se représentent en couloire d'accident probablement décrochant, dont le jeu est essentiellement dextre. (GANI, 1988).

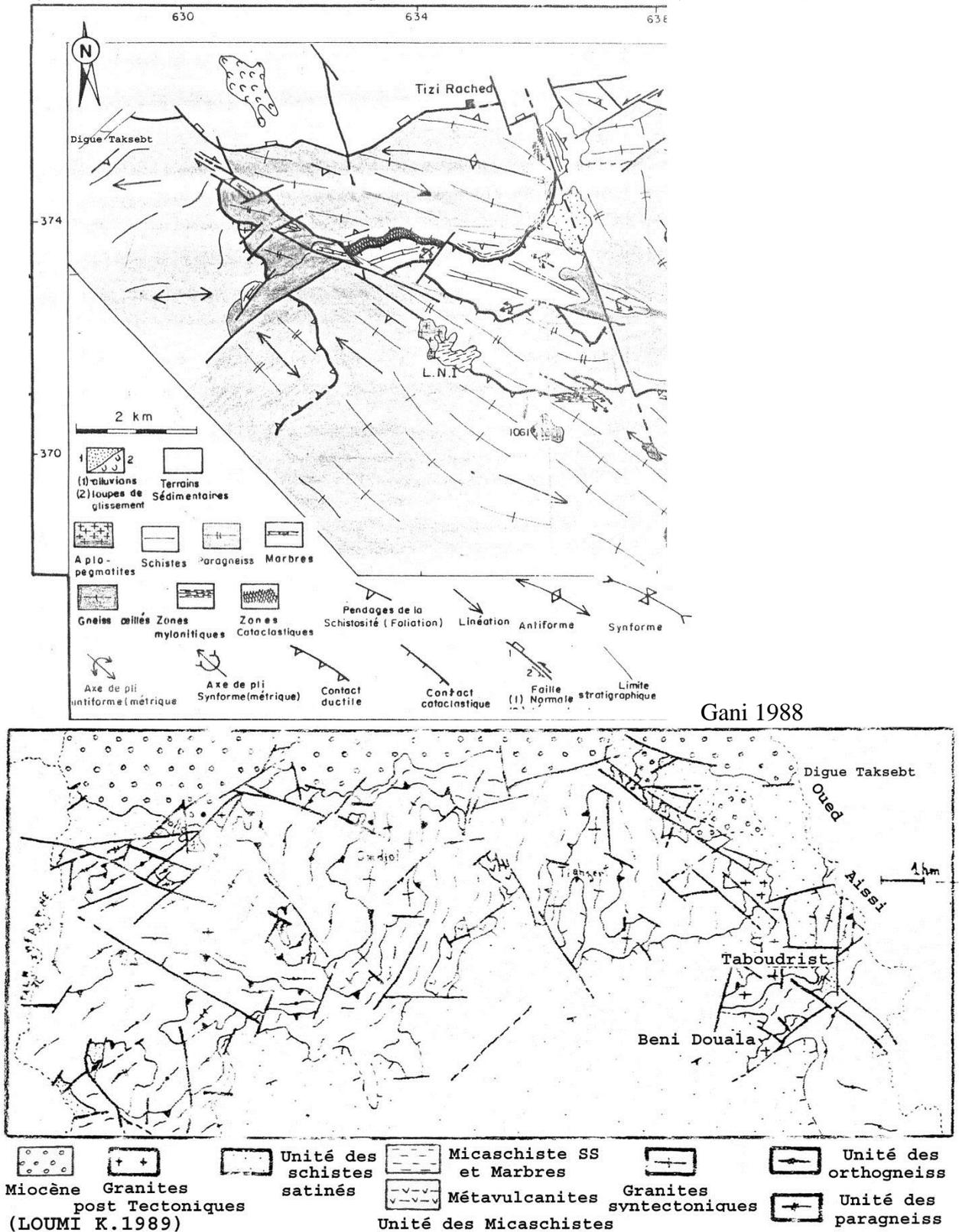


Figure 6 : Cartes des fracturations de la rive droite (Gani 1988) et de la rive gauche (Loumi 1989) et localisation de la digue du barrage de Taksebt.

LOUMI suppose que le massif de Larbaa Nath Irathen est une rampe latérale qui sera décrochée du massif de Beni Douala (accident décrochant d'Ighil Bouzerou qui se prolonge dans les gorges de l'Oued Aissi).(figure 6)

### I.7.1.2 Déformation ductile (plissement)

Des plissements, des plis couchés, des plis en genou et des plis d'écoulement (fourreau) apparaissent dans les schistes satinés ainsi que dans les marbres et les gneiss (à structure ocellée) (GANI.1988 ; LOUMI, 1989).

## I.7.2 La chaîne de Djurdjura

La chaîne du Djurdjura constitue le tronçon le plus important de la Dorsale Kabyle. Elle s'étend sur près de 50 km, d'Ouest en Est, et culmine à 2308 m à Lalla Khedidja, le deuxième plus haut sommet en Algérie. Sa largeur est très réduite (entre 1 et 10 Km).

La structure générale du Djurdjura correspond à un empilement d'écailles de direction N070 qui forment des plis anticlinaux de direction Est-Ouest, à plans axiaux redressés et déversés vers le Sud. Elles sont dominées par les puissantes masses calcaires du Lias inf qui sont fissurées et fracturées particulièrement karstifiées. Des accidents transversaux les délimitent et les découpent longitudinalement en Dorsales (interne, médiane et externe). Latéralement les directions N140 individualisent des ensembles tectoniques.

Cet ensemble est soulevé et décomprimé. Il disparaît progressivement vers l'Ouest sous la couverture mollassique Eo-Oligocène par plongement d'axe dans cette direction. Cette décompression favorise l'ouverture d'accidents longitudinaux (ABDESSELAM, 1995).

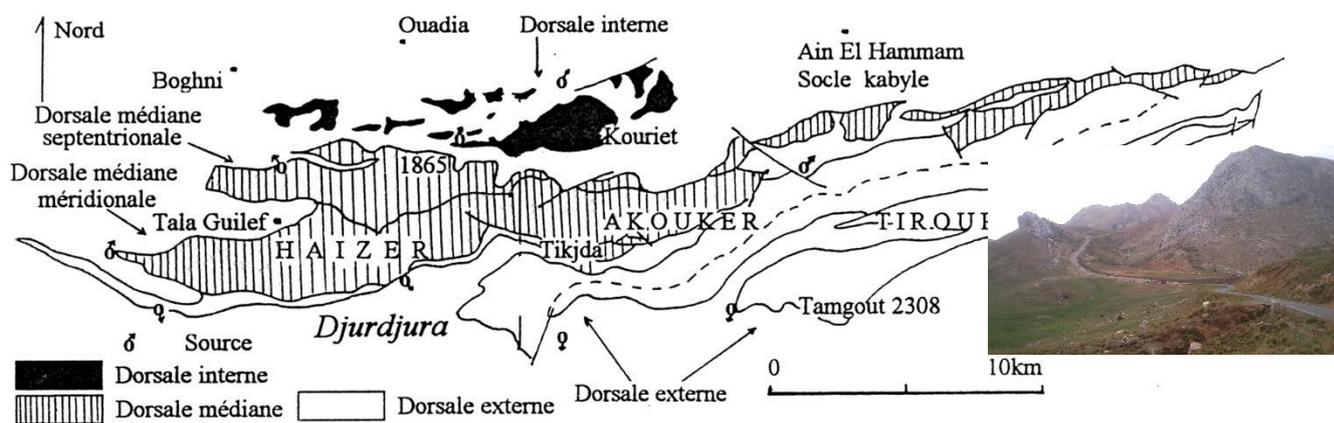


Figure 7 : Carte schématique des dorsales du Djurdjura (JP.Gelard, 1976) et vue des écailles redressées.

## I.8 Géologie et hydrogéologie du site d'implantation de la digue du Barrage

La construction de la digue du barrage est survenue après une étude faite au préalable par TRACTEBEL, mettant en évidence la géologie, l'hydrogéologie et la géotechnique du site. J.Flandrin avait reconnu le site (Document SFMA 1948 inédit) La présente étude et les sorties sur terrain nous ont permis de synthétiser la description géologique et hydrogéologique du site de cet ouvrage.

### I.8.1 Géologie

L'assise géologique principale du barrage (l'emplacement de la digue), est composée de :

#### I.8.1.1 Le socle métamorphique :

Il est composé d'une série des micaschistes et schistes satinés formés de séricite et de quartz, de couleur violacée ou bleutée qui affleurent sur les deux rives. Les micaschistes se présentent aussi de couleur marron sombre. La schistosité est soulignée par la biotite très abondante. En leur sein on trouve des intercalations de veines et filons de quartz.

### I.8.1.2 Miocène :

Il recouvre un faciès de conglomérats et de formations grés-marneuses, discordant sur les schistes des terrains métamorphiques. Il s'agit d'éléments sableux fins à ciment carbonaté, de couleur grise à l'origine ou d'une couleur beige foncé à rouge brique en cas d'altération.

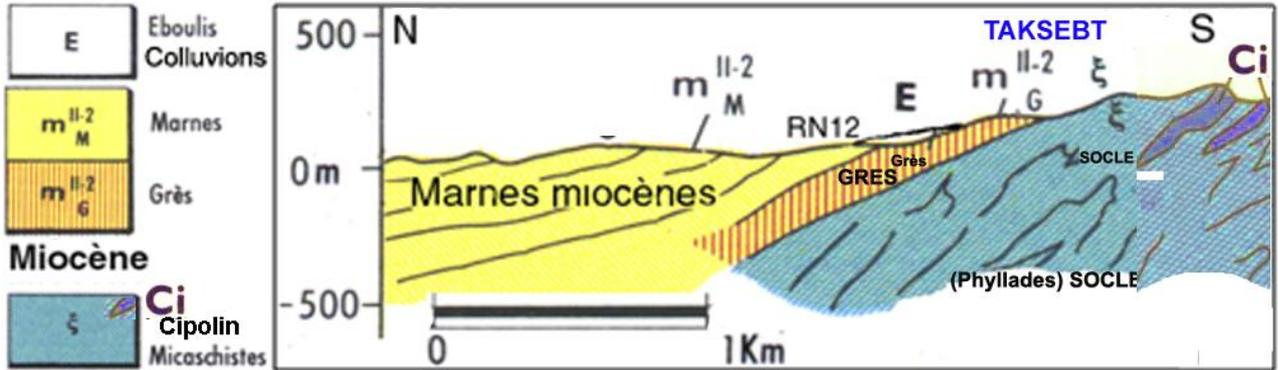


Figure 8 : Coupe synthétique N-S du site du barrage de Taksebt (inspirée des coupes de D. Raymond 1976)

### I.8.1.3 Miocène post nappes :

Ce sont des terrains d'âge Miocène déposés postérieurement à la mise en place des nappes. Ces terrains occupent un vaste synclinorium qui est le bassin de Tizi-Ouzou ; formé de conglomérats et de formations grés-marneuses et parfois argilo-gréseuses couvertes par les alluvions du Quaternaire.

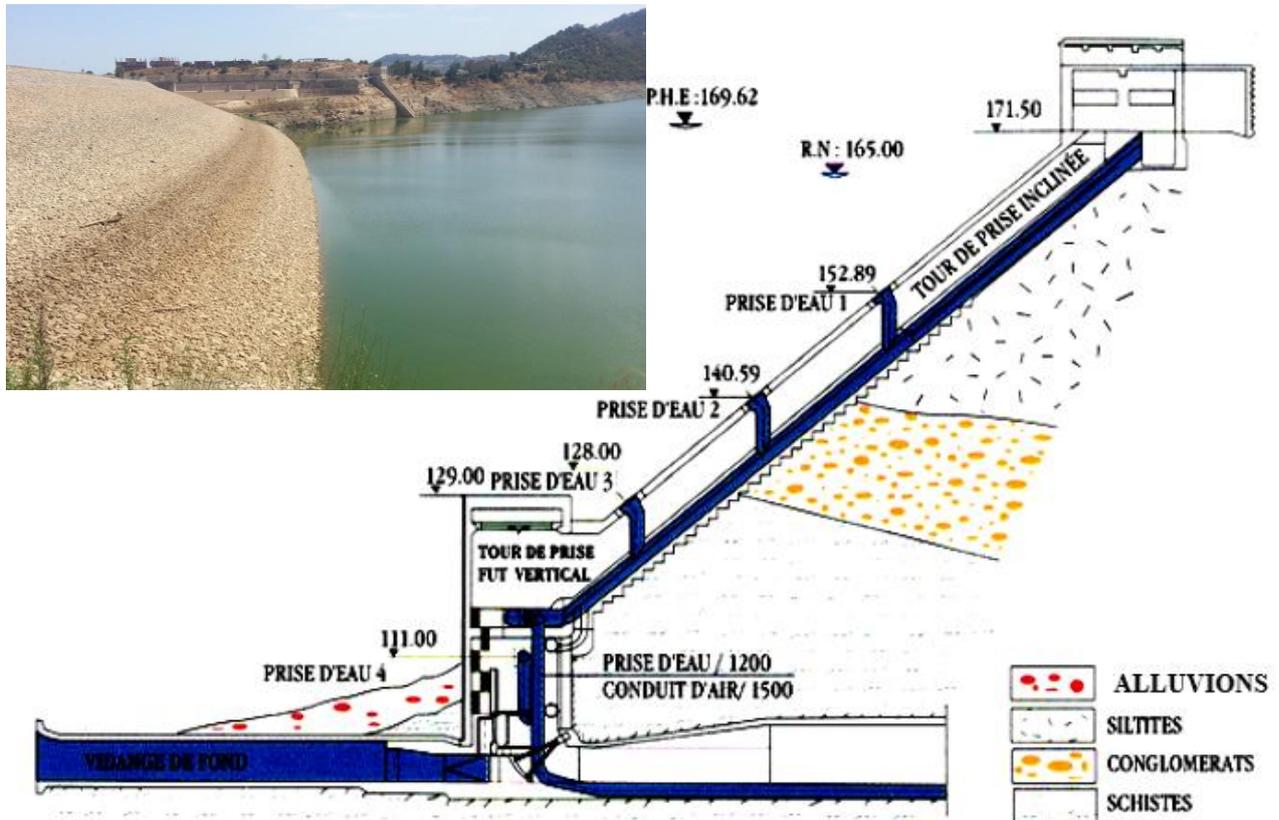


Figure 9 : Photographie et schéma représentatifs de la lithologie des appuis en rive droite de la digue du Barrage de Taksebt avec la coupe schématique de la tour de prise d'eau (ANBT 2001)

## **I.8.2 Hydrogéologie**

Le comportement hydrogéologique des formations se trouvant sous le site a été approché à l'aide d'essais de perméabilité (LEFRANC et LUGEON) et d'essais de pompage dans les alluvions de l'Oued Aissi. Une série de piézomètres étant installée dans les forages. (Rapports ANBT)

### **I.8.2.1 Description des nappes aquifères**

Le site du barrage est caractérisé par deux types de nappes aquifères :

#### **I.8.2.1.1 Nappe Alluviale**

Les niveaux d'eau, dans les alluvions, mesurés au cours des forages carottés et des forages pressiométriques varient entre 90 et 96 m côtes NGA. Le niveau piézométrique sur les terrasses oscille entre 1 et 6 m. La profondeur de la nappe est constante donc liée au régime de l'Oued et son niveau est fonction des saisons.

#### **I.8.2.1.2 Nappes au niveau des versants**

Elles se présentant en nappes de fissures dans les niveaux perméables altérés des terrains imperméables. Leurs niveaux s'arrêtent dans les grès et les conglomérats du Miocène ou dans certains cas dans la partie supérieure fissurée du substratum schisteux. Celles-ci ont leurs niveaux hydrostatiques sensiblement plus haut que celui des alluvions durant toute l'année.

### **I.8.2.2 Perméabilités des terrains et étanchéité des fondations du barrage**

La perméabilité des alluvions a été déterminée par un essai de pompage [ $4 \cdot 10^{-4}$  m/s] et par des essais de perméabilité LEFRANC [ $8,2 \cdot 10^{-5}$  -  $9,4 \cdot 10^{-8}$  m/s].

La perméabilité des colluvions est comprise entre [ $1,9 \cdot 10^{-5}$  -  $3,06 \cdot 10^{-7}$  m/s].

Le substratum schisteux est caractérisé par une perméabilité variant de [ $4 \cdot 10^{-6}$  à  $4 \cdot 10^{-8}$  m/s] ;

La perméabilité des grès grossiers et conglomérats est très irrégulière [ $5,06 \cdot 10^{-3}$  à  $2,1 \cdot 10^{-9}$  m/s] influencée par la présence de fissures et l'irrégularité de la cimentation de la roche.

La perméabilité des grès fins à moyens est légèrement inférieure à celle des grès grossiers [ $1,09 \cdot 10^{-6}$  à  $8,2 \cdot 10^{-9}$  m/s].

La perméabilité des grès calcaires est plus élevée [ $2,1 \cdot 10^{-4}$  à  $5,67 \cdot 10^{-8}$  m/s].

Ces imperméabilités relatives des appuis de la digue, constitués de schistes et les différentes variétés de grès, a vu la nécessité d'étanchéiser les fondations du barrage.

### **I.8.2.3 Etanchéisation du site d'implantation de la digue du barrage**

Les essais et les analyses hydrogéologiques repris plus haut montrent que :

Le substratum schisteux est peu perméable, à l'exception de la zone d'altération superficielle recouvert par une nappe alluviale et les zones fissurées. Pour ce fait un écran d'étanchéité, sous forme de paroi moulée (béton plastique composé de ciment et de bentonite), est réalisé à la base du lit d'Oued (alluvions) afin de limiter les venues d'eaux lors des excavations pour l'implantation du noyau argileux constituant le cœur de la digue qui sera ancré dans les schistes imperméables.

Des injections de béton sont faites dans les appuis dans le but de les imperméabiliser pour éviter toutes infiltrations ou fuites. Sur les appuis de la digue en rive droite (terrains gréseux et conglomératiques) se trouve un glissement de terrains provoqué par la faille WNW-ESE (l'emplacement de galerie de drainage). En rive gauche, il a fallu terrasser les colluvions au pied de la falaise et les remplacer par des alluvions compactes.

Au fond de la vallée, l'étanchéité est assurée par une double paroi moulée en béton plastique traversant les alluvions et prolongée dans le rocher par un voile d'injection.

Sur les rives, l'étanchéité est assurée par un voile au large sous l'éperon rive droite.



Photographie 1 : Géologie du site de la digue du barrage de Taksebt 1 –Grès de Azrou Leghrive rive gauche ; 2 Grès et tour de prise inclinée en rive droite, 3- Vue du site RG et RD, 4- détail des grès du Miocène à éléments grossiers à la base, 5- Marnes du Miocène post-nappes recouvrant les grès.

## I.9 Le couvert végétal

La distribution spatiale des formations végétales constituant le couvert végétal est très importante, vu le rôle que joue celui-ci dans le maintien de l'équilibre physique et écologique d'un milieu. La répartition de la végétation dans le milieu est conditionnée essentiellement par les facteurs édaphiques, climatiques, l'altitude et la lithologie. Plusieurs types de végétations composent notre sous bassin versant :

Au niveau du flanc nord de la chaîne calcaire, la couverture végétale est dominée par le cèdre et divers types de chênes dont l'altitude est comprise entre 1000 et 1600 mètres là où les grès et les schistes occupent l'essentiel des affleurements géologiques.

En basse altitude, le maquis et les oliviers sont les plus répandus ainsi que les genets, lentisques, laurier rose et les roseaux dans les lits des oueds, qui sont caractéristique de la végétation de type méditerranéenne.

Dans le versant sud et la basse vallée en milieux marno-argileux et schisteux (GANI, 1988), le figuier, le frêne, le genet et le figuier de barbarie, sont présents partout. L'eucalyptus est très présent en particulier sur les terrasses alluviales de l'oued Aissi.

## I.10 Conclusion

Notre zone d'étude se situe dans le Bassin versant de l'Oued Aissi, dont on a identifié quatre grands ensembles géologiques qui sont les suivants :

Un socle cristallophyllien ; qui forme essentiellement le massif d'Ath Irathen en rive droite et d'Ait Douala en rive gauche, fortement métamorphisés (schistes, micaschistes, gneiss, orthogneiss, cipolins, et amphibolites) avec des intrusions éruptives (granites et pegmatites). Le socle kabyle est caractérisé par une tectonisation importante présentée par des déformations cassantes réparties en familles de failles de directions moyennes de : N090, N180 et N140 du côté de Beni Douala et de directions : N005, N035, N065 et N135 du côté d'Ath Irathen donnant une perméabilité de fissuration ; et de déformations ductiles présentées sous forme de plissements (plis couché, plis fourreau et plis en genou).

La Dorsale kabyle ; constituée essentiellement de terrains carbonatés, calcaires, calcaire dolomitique et grés, est structurée en écaillés de direction N070 (calcaire du Lias inférieur), découpées par des accidents transversaux de direction N140.

Les marnes du miocène dominent la dépression des Ouadia.

Le site de l'implantation de la digue du barrage est caractérisé par une formation géologique composé du Miocène marno-gréseux conglomératique, caractérisé par une perméabilité entre [ $5,06 \cdot 10^{-3}$  à  $2,1 \cdot 10^{-9}$  m/s], discordant sur le substratum schisteux imperméable ou peu perméable (entre  $4 \cdot 10^{-6}$  et  $4 \cdot 10^{-8}$  m/s), recouvert par des alluvions du Quaternaire récent d'une perméabilité de [ $4 \cdot 10^{-4}$  à  $9,4 \cdot 10^{-8}$  m/s].

L'étanchéité du fond de la vallée est assurée par une double paroi moulée en béton plastique traversant les alluvions et prolongée dans les schistes imperméables du socle par un voile d'injections.

Le bassin versant (02-17) est fortement boisé, couvert essentiellement par le chêne et le cèdre aux hautes altitudes (dorsale kabyle) et par les oliviers, maquis en basses altitudes ainsi que les cultures maraîchères, les lauriers, et roseaux dans les terrasses alluviales. Ce couvert végétal favorise la protection contre l'érosion et l'autoépuration naturelle des eaux.

# Chapitre II

## Données socio-économiques

## II. Chapitre : Données socio-économiques

### II.1 Introduction

Le bassin versant de notre région d'étude représente une population et une superficie des plus importantes à l'échelle de la wilaya. L'activité industrielle est moindre mis à part quelques petites activités industrielles privées. Son activité agricole est non développée. Quant aux ressources en eau elles sont insuffisantes malgré les quantités d'eau précipitées. Ces dernières ne parviennent pas à satisfaire les besoins hydriques de la région.

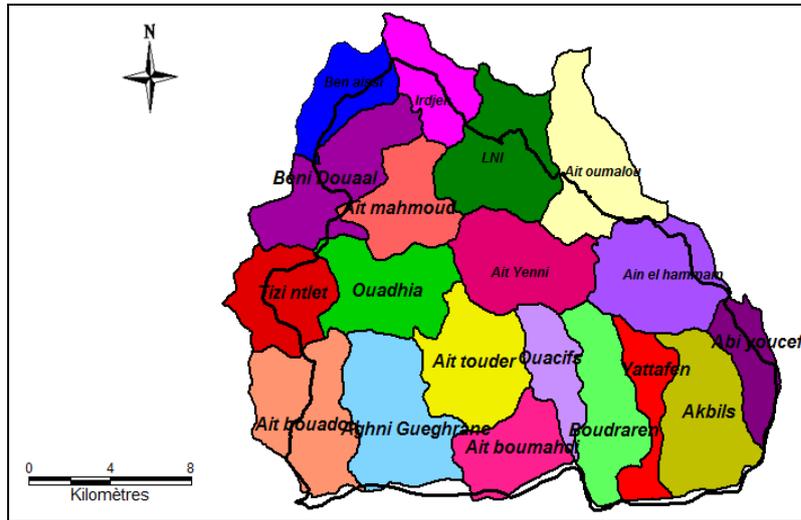


Figure 10 : Carte des communes du Bassin Versant du barrage Taksebt

### II.2 La population

Afin de déterminer les rejets d'eau domestique il est primordial de connaître la répartition spatiale de la population estimée durant notre période d'étude qui s'étend de septembre 2015 à aout 2019. Pour calculer nous avons utilisé la formule de croissance suivante :  $P_n = P_0 (1+T)^n$

- Avec :
- $P_n$  : Population à l'horizon du calcul (2016-2017-2018-2019) ;
  - $P_0$  : Population de référence 2008 ou 1998 ;
  - T : Taux d'accroissement démographique pris égal à 1.5% (DPAT de Tizi Ouzou).
  - n : Écart donné entre les deux horizons.

D'après le recensement effectué en 1998(RGPH) par les services de la planification de la wilaya (DPAT) de Tizi Ouzou, le nombre d'habitants était de 227 284 habitants.

### II.3 Estimation et évaluation des besoins en eau de la population (2016/2019)

L'estimation de ces besoins se réalise au moyen de la norme de consommation journalière ou la dotation qui est la quantité quotidienne que doit consommer un individu.

Les différents besoins se répartissent en :

- \* Les besoins domestiques
- \* Les besoins du secteur municipal
- \* Les besoins de la petite industrie
- \* Les besoins sanitaires
- \* Les besoins du secteur commercial
- \* Les besoins de l'élevage
- \* Les besoins scolaires

Par manque de données on va s'intéresser aux besoins domestiques.

#### II.3.1 Détermination de la consommation moyenne journalière

Le débit moyen journalier par habitant au cours de l'année est donné par la relation suivante :

$$Q_{\text{moy j}} = (N.D) / 10^3 (\text{m}^3/\text{j})$$

- Avec :
- $Q_{\text{moy j}}$  : débit moyen journalier ( $\text{m}^3/\text{j}$ ) ;
  - D : dotation ( $l/\text{j}/\text{hab}$ ).
  - N : nombre de consommateurs dans chaque commune (hab.) ;

Tableau 2: Estimation de la population des communes du Bassin Versant du Barrage de Taksebt (source DRE TO)

Communes	Taux d'accroissement (%)	P. 2016	P. 2017	P. 2018	P. 2019
Ait Douala	1.115	26 845	27 145	27 447	27 753
Ait Mahmoud	0.675	10 611	10 683	10 755	10 827
Ait Aissi	1.47	10 366	10 519	10 673	10 830
Ait Ynni	0.0017	6 835	6 835	6 836	6 836
Iboudraren	0.0017	6 529	6 529	6 529	6 529
Yatafen	0.0017	4 973	4 973	4 973	4 973
LNI	0.5267	32 812	32 985	33 159	33 334
Ait Aggouacha	0.017	3 999	4 000	4 001	4 001
Irjen	0.98	16 378	16 539	16 701	16 864
Ouacif	0.23	11 056	11 082	11 107	11 133
Ait Boumahdi	0.017	6 742	6 743	6 744	6 746
Ait Toudert	0.555	10 772	10 831	10 891	10 952
Ouadhia	1.673	23 498	23 891	24 291	24 697
Tizi N'Tlata	1.303	20 193	20 456	20 722	20 992
A. gueghran	1.815	15 110	15 384	15 664	15 948
Ait Oumalou	0.868	10 834	10 928	11 023	11 118
Ait Bouadou	1.464	18 098	18 362	18 631	18 904
Ain El Hemmam	1.33	29 934	30 332	30 736	31 145
Abi Youcef	1.33	7 855	7 960	8 065	8 173
Akbil	1.33	9 078	9 199	9 321	9 445
Total		<b>282 519</b>	<b>285 376</b>	<b>288 269</b>	<b>291 201</b>

### II.3.2 La dotation

La dotation est la quantité d'eau destinée à être utilisée par un individu pendant 24 heures.

D'après les subdivisions de l'hydraulique de Larbaa Nath Irathen et de Beni Douala la dotation est de 150 l/j/hab pour notre région d'étude.

### II.3.3 Détermination des rejets moyens journaliers

En moyenne les rejets domestiques représentent 80% du débit moyen journalier :

$$Q_{rej} = (80 * Q_{moy j}) / 100 \quad (m^3/j/hab)$$

Avec :  $Q_{rej}$  : débit rejeté ;  $Q_{moy j}$  : débit moyen journalier (m3/j)

Tableau 3: Estimation de la consommation moyenne journalière et détermination des débits moyens rejetés pour les communes du BV du Barrage de Taksebt

Communes	P. 2016	Q moy j (m³/j)	Q rej (m³/j)	P. 2017	Q moy j (m³/j)	Q rej (m³/j)	P. 2018	Q moy j (m³/j)	Q rej (m³/j)	P. 2019	Q moy j (m³/j)	Q rej (m³/j)
Ait Douala	26 845	4 027	3 221	27 145	4 072	3 257	27 447	4 117	3 294	27 753	4 163	3 330
Ait Mahmoud	10 611	1 592	1 273	10 683	1 602	1 282	10 755	1 613	1 291	10 827	1 624	1 299
Ait Aissi	10 366	1 555	1 244	10 519	1 578	1 262	10 673	1 601	1 281	10 830	1 625	1 300
Ait Ynni	6 835	1 025	820	6 835	1 025	820	6 836	1 025	820	6 836	1 025	820
Iboudraren	6 529	979	783	6 529	979	783	6 529	979	783	6 529	979	784
Yatafen	4 973	746	597	4 973	746	597	4 973	746	597	4 973	746	597
LNI	32 812	4 922	3 937	32 985	4 948	3 958	33 159	4 974	3 979	33 334	5 000	4 000
Ait Aggouacha	3 999	600	480	4 000	600	480	4 001	600	480	4 001	600	480
Irjen	16 378	2 457	1 965	16 539	2 481	1 985	16 701	2 505	2 004	16 864	2 530	2 024
Ouacif	11 056	1 658	1 327	11 082	1 662	1 330	11 107	1 666	1 333	11 133	1 670	1 336
Ait Boumahdi	6 742	1 011	809	6 743	1 011	809	6 744	1 012	809	6 746	1 012	809
Ait Toudert	10 772	1 616	1 293	10 831	1 625	1 300	10 891	1 634	1 307	10 952	1 643	1 314
Ouadhia	23 498	3 525	2 820	23 891	3 584	2 867	24 291	3 644	2 915	24 697	3 705	2 964
Tizi N'Tlata	20 193	3 029	2 423	20 456	3 068	2 455	20 722	3 108	2 487	20 992	3 149	2 519
A. gueghran	15 110	2 267	1 813	15 384	2 308	1 846	15 664	2 350	1 880	15 948	2 392	1 914
Ait Oumalou	10 834	1 625	1 300	10 928	1 639	1 311	11 023	1 653	1 323	11 118	1 668	1 334
Ait Bouadou	18 098	2 715	2 172	18 362	2 754	2 203	18 631	2 795	2 236	18 904	2 836	2 268
Ain El Hemmam	29 934	4 490	3 592	30 332	4 550	3 640	30 736	4 610	3 688	31 145	4 672	3 737
Abi Youcef	7 855	1 178	943	7 960	1 194	955	8 065	1 210	968	8 173	1 226	981
Akbil	9 078	1 362	1 089	9 199	1 380	1 104	9 321	1 398	1 119	9 445	1 417	1 133
Total	282 519	42 378	33 902	285 376	42 806	34 245	288 269	43 240	34 592	291 201	43 680	34 944

## II.3.4 Les différents besoins des secteurs utilisateurs

### II.3.4.1 L'agriculture

Les principales activités agricoles qu'on trouve dans les communes du BV de l'Oued Aissi sont l'arboriculture (l'olivier, les figuiers, les cultures fruitières, les agrumes), les cultures fourragères, les maraîchages (la pomme de terre) et l'élevage.

L'élevage ovin est le plus répandu et représente presque la moitié de l'effectif total du bétail dans toutes les communes à part la commune d'Irdjen où les bovins enregistrent la plus forte charge (49.9%). La charge du troupeau ovin est particulièrement élevée dans les communes suivantes : A. E. H (1 607 têtes), Agouni Gueghrane (1 420 têtes) et en troisième position, Ait Bouadou avec 1 320 têtes. Quant aux bovins et caprins, ces deux espèces se distribuent de manière suivante : Béni Aissi (313 têtes de bovins, 30 têtes de caprins), Ait Aggouacha (355 têtes de caprins et seulement 79 têtes de bovins).

Les petits élevages sont constitués de bâtiments de poulets de chair et des poules pondeuses. La commune d'Irdjen qui représente 55 bâtiments de poulets de chair L. N. I avec 19 bâtiments et un effectif de 9 800 sujets. Quant aux bâtiments des poules pondeuses, ils se trouvent concentrés dans la commune d'Ait Toudert avec un effectif de 16 700, en deuxième lieu la commune d'Irdjen avec un effectif de 2 400 (source DRE TO in NESSAH-BOUBCHIR 2005).

#### II.3.4.1.1 Les besoins en eau des abattoirs

La moyenne d'eau utilisée pour l'abattage d'un bovin est de 120 litres et 40 litres pour un ovin. Le tableau en (Annexe 01) montre que le volume d'eau utilisé par les abattoirs est important dans les communes du bassin versant de Taksebt, soit un total de 7,680 m<sup>3</sup>/j pour les bovins et 3,920 m<sup>3</sup>/j pour les ovins. Cela représente plus de 11m<sup>3</sup>/j de rejets à grande charge polluante.

#### II.3.4.1.2 Les besoins en eau des huileries

Une huilerie moderne utilise en moyenne 5m<sup>3</sup>/jour et 2m<sup>3</sup>/jour pour une huilerie traditionnelle. Le tableau en annexe montre que le volume d'eau total utilisé par les huileries traditionnelles est plus important (200 m<sup>3</sup>/ jour) que celui utilisé par les huileries modernes (65m<sup>3</sup>/jour) vu leur nombre plus élevé, même si une huilerie moderne est plus consommatrice d'eau. Les rejets liquides de ces huileries sont des margines. C'est un mélange d'eau, d'huile et de matières organiques (grignon, chaire d'olives, feuilles et branchages). Le total par jour dépasse les 200 m<sup>3</sup> et constituent une charge polluante importante. Leurs DCO et DBO5 sont de 10 000 à plus de 50 000mg O<sub>2</sub>/l.

Une unité de fabrication de savon utilise environ 10 m<sup>3</sup> / jour, donc le volume d'eau total utilisée par ces unités économiques polluantes est de 509 m<sup>3</sup> / jour.

Tableau 4 : Nombre et Volume d'eau utilisé par les huileries dans le bassin versant de Taksebt (source DRE TO in NESSAH-BOUBCHIR 2005).

Communes	Volume d'eau utilisée Huileries traditionnelles			Volume d'eau utilisée Huileries modernes		
	Nombre	m <sup>3</sup> /jour	m <sup>3</sup> /campagne	Nombre	m <sup>3</sup> /jour	m <sup>3</sup> /campagne
A . E . H	6	12	1 200	1	5	500
Akbil	8	16	1 600	-	-	-
Abi Youcef	1	2	200	-	-	-
Beni Douala	6	12	1 200	1	5	500
Ait Mahmoud	10	20	2 000	-	-	-
Beni Aissi	2	4	400	-	-	-
Beni Yenni	8	16	1 600	-	-	-
Iboudrarene	1	2	200	-	-	-
Yatafen	-	-	-	1	5	500
L. N. I	18	36	3 600	1	5	500
Ait Aggouacha	4	8	800	1	5	500
Irdjen	3	6	600	2	10	1 000
Ouacif	2	4	400	1	5	500
Ait Boumahdi	1	2	200	-	-	-
Ait Toudert	7	14	1 400	1	5	500
Ouadhias	6	12	1 200	1	5	500
Ait Bouaddou	7	14	1 400	-	-	-
Tizi N' tlata	6	12	1 200	1	5	500
Agouni Guehrane	4	8	800	2	10	1 000
<b>Total</b>	-	<b>200</b>	<b>20 000</b>	-	<b>65</b>	<b>6 500</b>

### II.3.4.2 L'industrie

Dans notre région d'étude il n'existe que des petites unités économiques régionales, où l'industrie est faible, selon le type d'activité, telles que les unités de confection de vêtements qui ne demandent pas beaucoup d'eau pour leurs fonctionnements. Quant aux unités de production des produits agglomérés, chimiques et autres, leurs besoins en eau ne peuvent être quantifiés, de fait qu'elles sont desservies par le réseau d'A.E. P.

#### II.3.4.2.1 Les besoins en eau d'une station de lavage graissage

Les stations de lavage-graissage sont une source de pollution. Le volume d'eau journalier utilisé est estimé à 40 m<sup>3</sup>/ jour. Les différentes stations existantes totalisent un volume d'eau utilisé de l'ordre de 500 m<sup>3</sup>/ jour (Tableau ci-dessous).

Tableau 5 : Les besoins en eau des stations de lavage du BV du Barrage Taksebt (source DRE TO in NESSAH-BOUBCHIR 2005)

Lavage Graissage par Communes	Nbre	Volume utilisé par station (m <sup>3</sup> / j)	Volume total (m <sup>3</sup> / j)
A.E.H	2	38	76
Abi Youcef	1	18	18
Béni Douala	5	40	200
Ouacif	3	20	60
Ouadias	4	30	120
Tizi N'Telata	1	25	25
Total Communes	16	-	499

## II.4 Les forages

Selon l'inventaire des forages d'exploitation (AEP) à travers la wilaya de Tizi-Ouzou (DRE; 2003), 22 forages sont implantés sur les rives de l'oued Aissi et de ses principaux affluents avec une capacité de 14 764 m<sup>3</sup>/an. Ces forages ont une profondeur moyenne de 5 à 22 m. Les débits pompés à partir de ces forages varient de 5 à 20 l/s.

## II.5 Etat de l'assainissement dans le bassin versant de Taksebt

La plupart des communes de la région d'étude ont un taux de raccordement important (60% à 95 %). La plupart des rejets aboutissent dans les cours d'eau et leurs affluents (thalwegs). du bassin versant de Taksebt. Cependant quelques points de rejet aboutissent dans des ouvrages de traitement constitués de fosses septiques, bassins de filtration et bassins de décantation.

D'après les données du tableau suivant, il existe 711 points de rejet et un nombre insuffisant d'ouvrages de traitement à savoir : 16 fosses septiques, 17 bassins de filtration et 57 bassins de décantation pour les rejets des huileries. Ces ouvrages sont tous dans un état dégradé (colmatage des ouvrages).

Tableau 6: Etats de l'assainissement des communes du bassin versant de Taksebt (In BOUBCHIR et NESSAH, 2005).

Communes	Nombre de points de rejet	Lieu de rejet	Bassin de décantation		Bassin de filtration	Etat	Fosses septiques	Taux de Raccordement au réseau (%)
			Nombre	Volume rejeté m <sup>3</sup> /J				
A.E.H	85	Thalwegs	2 (chef lieu)	156	-	-	-	-
Akbil	38	Thalwegs	3		-	-	-	-
Abi- Youcef	10	Thalwegs	-	-	1	Non opérationnel	-	-
Beni Douala	37	Thalwegs	6	Non fonctionnel	-	-	-	60 en chef-lieu
Ait Mahmoud	24	Thalwegs	7	-	-	-	-	-
Beni Aissi	11	Thalwegs	2	-	-	-	-	70
BeniYenni	24	Thalwegs	5	-	2	Dégradé	1	-
Iboudraren	48	Thalwegs	-	-	-	-	2	-
Yatafen	16	Thalwegs	2	-	2	Colmaté	5	-
L.N.I	56	Thalwegs	8	-	-	-	-	-
Ait Aggouacha	22		-	-	-	-	-	-
Irdjen	28		-	-	-	-	-	90
Ouacifs	35	Oued	3	Endommagé	1	-	5	88
Ait Toudert	31	-	8		6	-	-	82.5
Ait Boumahdi	22	Oued et Thalwegs	2	-	5	Dégradé	1	73
Ouadhias	69	Thalwegs	7	-	-	-	-	92 en chef-lieu
Ait Bouadou	34	Thalwegs	1	-	-	-	-	95
Tizi N'tlata	63	Thalwegs	1	-	-	-	-	90
A. Gueghrane	58	Thalwegs	-	-	-	-	-	80
Total commune	711	-	57	-	17	-	16	

## II.6 Conclusion

Le bilan socio-économique de la région d'étude établi nous a permis d'estimer la population et les activités agricoles, industrielles pratiquées dans le BV, leurs besoins en eau ainsi que les débits d'eau usée rejetés dans la nature.

La population estimée pour la période d'étude qui s'étend de 2016 à 2019 est de 282 519 à 291 201 hab.

Les besoins journaliers en eau s'élèvent de 42 378 m<sup>3</sup>/jour en 2016 à 43 680 m<sup>3</sup>/jour en 2019.

Les quantités rejetées sont de 33 902 m<sup>3</sup>/jour en 2016 et 34 944 m<sup>3</sup>/jour en 2019 au total dans les deux rives.

Les volumes d'eau utilisée par les unités de lavage-graissage sont de 499 m<sup>3</sup>/jour.

Les besoins en eau d'une huilerie traditionnelle est de 200 m<sup>3</sup>/jour alors que les besoins en eau d'une huileries modernes est de 65 m<sup>3</sup>/jour.

Les besoins des abattoires bovin et ovin sont respectivement de 3 920 l/jour et 7 680l/jour.

Le bassin versant comprend des nappes alluviales exploitées par 22 forage, caractérisés par un débit d'exploitation compris entre 5 à 20 l/s.

Le secteur de l'assainissement compte 711 points de rejets, 16 fosses septiques, 17 bassins de filtration et 57 bassins de décantation. Ils sont tous dans un état dégradé, la majorité finit dans les oueds.

# Chapitre III

## Hydro-climatologie

### III. Chapitre : Hydro-climatologie

#### III.1 Introduction

L'Algérie est subdivisée en 5 régions hydrographiques au sein de l'Agence nationale de Gestion Intégrée des Ressources en Eau (AGIRE) en des Agences de Bassins Hydrographiques (ABH) ou grands bassins hydrographiques :

- Constantinois- Seybouse-Mellègue                      Algérois- Hodna- Soummam
- Cheliff- Zahrez    Oranie- Chott- chergui                                      Sahara

Ces grands bassins hydrographiques s'étalent sur plusieurs Wilayas et sont subdivisés en unités hydrologiques dites bassins versants (BV).

Un bassin versant, en une section droite d'un cours d'eau, est défini comme la totalité de la surface topographique drainée par ce cours d'eau et ses affluents en amont de cette section. Il est caractérisé par son exutoire, à partir duquel nous pouvons tracer le point de départ et d'arrivée de la ligne de partage des eaux qui le délimite. (J.P. LABORDE 1994)

#### III.2 Etude du complexe physique du bassin versant de l'Oued Aissi

Le bassin versant de l'oued Aissi ou du barrage de Taksebt, objet de notre étude, fait partie du grand bassin versant du Sébaou lui-même rattaché aux Bassins côtiers algérois de l'ABH Algérois- Hodna- Soummam. Il répond au code 02-17. Il est limité :

- Au Nord par la ligne de crêtes du bassin de l'Oued Sebt (02-18), à l'Ouest par la ligne de partage des eaux avec l'Oued Rabta (02-16) à l'Est.
- A l'Ouest par la ligne de partage des eaux du bassin avec l'Oued Bougdoura (02-19).
- A l'Est par la ligne de partage des eaux avec le bassin de l'Oued Boubhir (02-15)
- Au Sud par la ligne de crêtes de la chaîne de Djurdjura. (figure11).

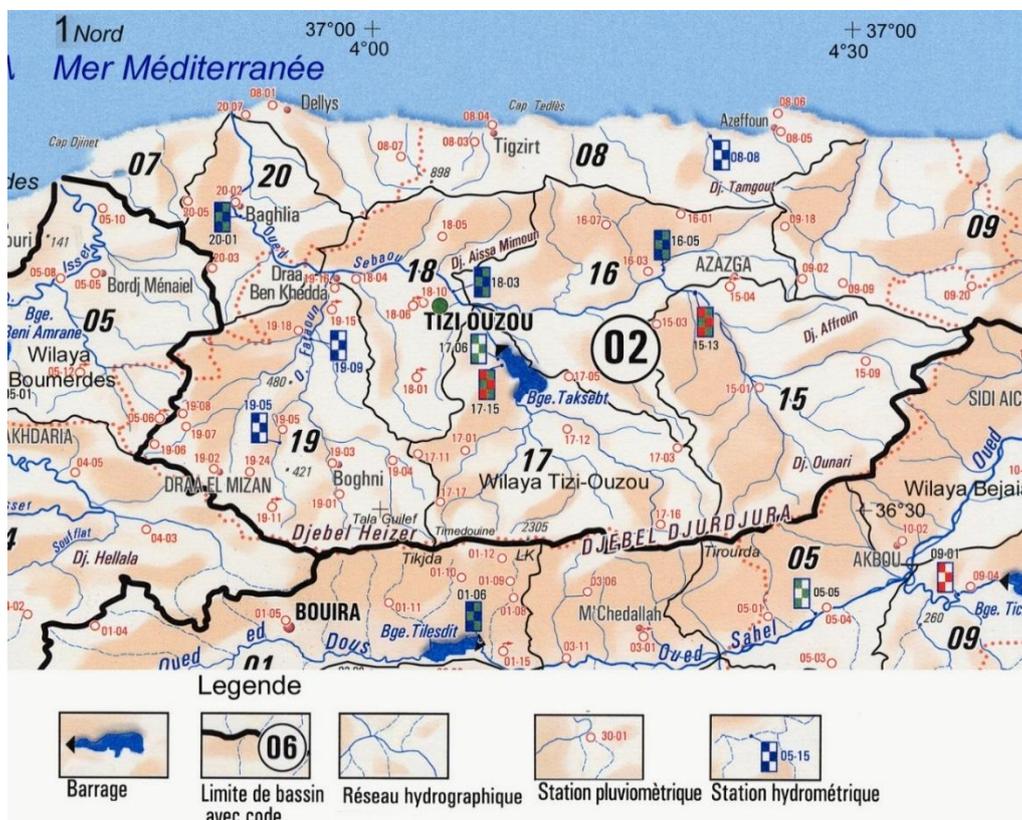


Figure 11 : Localisation du BV de l'oued Aissi-Taksebt (02 17) dans son contexte hydrologique régional (BV Oued Sébaou -02)

### III.2.1 Paramètres morpho-métriques

#### III.2.1.1 La superficie (S)

Le bassin versant étant l'aire de réception des précipitations et d'alimentation des cours d'eau, les débits vont être reliés en partie à sa surface. La surface du BV peut être mesurée par superposition d'une grille dessinée sur un papier transparent qu'on appelle méthode de carroyage, par planimétrie, ou mieux par des techniques de digitalisation.

Le bassin versant de l'Oued Aissi-Taksebt est d'une surface de **458.9 Km<sup>2</sup>**, obtenue à l'aide du SIG sur les cartes topographiques au 1/50 000 à hauteur de la digue actuelle du barrage.

#### III.2.1.2 Le périmètre (P)

C'est la longueur du bassin versant en suivant les lignes de crêtes et partage des eaux à l'aide d'un curvimètre sur les cartes topographiques en tenant compte de l'échelle de cette dernière. Le périmètre du BV de l'Oued Aissi-Taksebt est de 102.3Km, obtenue à partir du SIG.

#### III.2.1.3 Indice de compacité de Gravelius (Kc) :

Cet indice définit la forme du bassin versant qui est essentiel pour la modalité des écoulements et la concentration des débits. Il représente le rapport du périmètre du bassin sur le périmètre du cercle de surface équivalente. Le calcul se fait comme suit :

$$K_C = P/P_C(1) \quad P_C = 2\pi R.(2) \quad S_C = \pi R^2 \Rightarrow R = \sqrt{S/\pi} . (3)$$

$$\text{A partir de (2) et (3)} \Rightarrow P_C = 2\pi\sqrt{S/\pi} . (4)$$

$$\text{A partir de (1) et (4)} \Rightarrow K_C = P / 2\pi\sqrt{S/\pi} = P / 2\sqrt{\pi S} \quad \text{Donc : } K_C = 0.28 \frac{P}{\sqrt{S}}$$

Avec : S : surface du cercle. P : périmètre du bassin versant.  
P<sub>C</sub> : périmètre du cercle. R : rayon du cercle

Pour : K<sub>C</sub>=1.0 Le BV forme un cercle K<sub>C</sub>=1.12 pour un carré  
K<sub>C</sub>=1.28 pour un triangle équilatéral K<sub>C</sub>=1.5 pour un rectangle allongé

Dans notre cas, K<sub>C</sub> étant égal à 1.33. Le bassin versant a la forme d'un triangle équilatéral.

#### III.2.1.4 La courbe hypsométrique :

La courbe hypsométrique est la répartition des surfaces par tranches d'altitudes pour caractériser le relief et déterminer les caractéristiques altimétriques du bassin versant. Elle est établie en planimétrant pour différentes altitudes les surfaces situées au-dessus de la courbe de niveau correspondante. (J.P LABORDE)

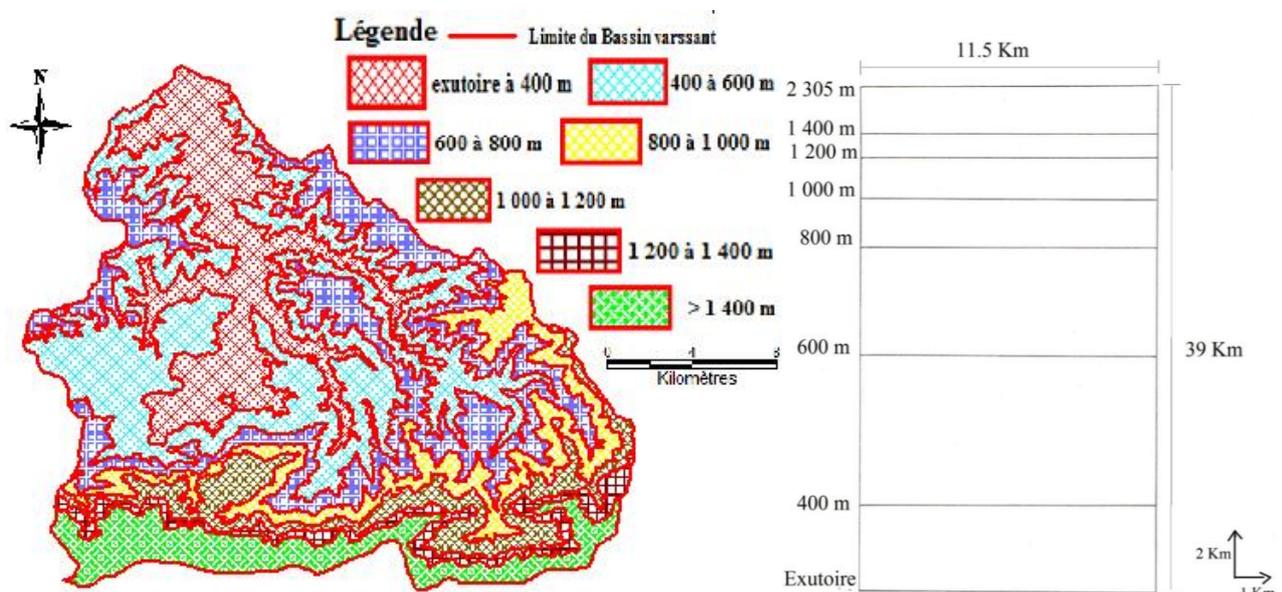


Figure 12 : Carte altimétrique et rectangle équivalent du bassin versant de l'Oued Aissi-Taksebt

Tableau 7 : Répartition hypsométrique du BV Oued Aissi

Tranche d'altitude	Surface (km <sup>2</sup> )	Périmètre (km)	Surface %	Surface cumulées (%)
94 m à 400 m	77.74	223.4	17.01	16.94
400m à 600 m	134.7	493.7	29.35	46.29
600m à 800 m	99.02	405.1	21.58	67.87
800m à 1000 m	45.47	205.5	9.91	77.78
1000m à 1200 m	38.88	154	8.47	86.25
1200m à 1400 m	19.23	114.3	4.19	90.44
Sup à 1400 m	43.88	90.66	9.56	100
<b>Total</b>	<b>458.9</b>			

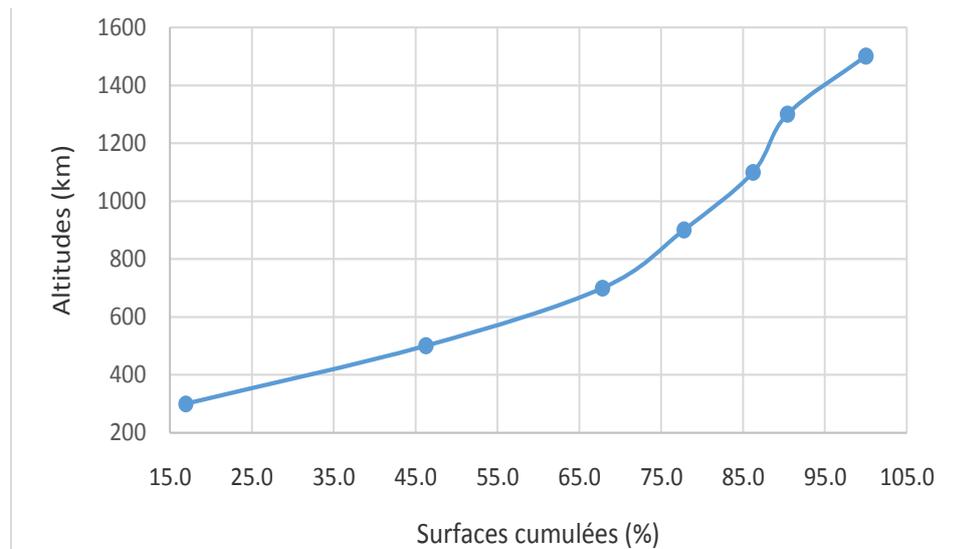


Figure 13 : Courbe hypsométrique du BV de Oued Aissi

Le tracé de la courbe hypsométrique, nous a permis de déduire certaines altitudes caractéristiques de ce bassin. Celles-ci sont représentées dans le tableau ci-dessous :

L'altitude moyenne est exprimée par la relation suivante :  $H_{moy} = \frac{\sum H_i S_i}{S} = 750 \text{ m}$ .

Tableau 8 : Caractéristiques altimétriques du BV de l'oued Aissi-Taksebt

Altitudes caractéristiques	Altitude(m)
Altitude de fréquence 95%	1425
Altitude médiane de fréquence 50%	550
Altitude de fréquence 5%	75
Altitude moyenne $H_{moy}$	750

### III.2.1.5 Le rectangle équivalent :

Afin de comparer les bassins versants entre eux M. ROCHE (1963) a introduit cette notion qui est une transformation géométrique des bassins en rectangles de même périmètre, surface, indice de Gravelius  $K_c$  et les mêmes conditions d'écoulement que ceux du bassin versant considéré. Les courbes de niveau sont des droites parallèles à la largeur du rectangle. La formule qui nous permet de déterminer les dimensions de ce rectangle, s'écrit comme suit :

$$K_c = 0.28 \left( \frac{P}{\sqrt{S}} \right) \rightarrow P = \frac{K_c \sqrt{S}}{0.28} \quad 2(L+1) = P = \frac{K_c \sqrt{S}}{0.28} \quad L1= S$$

$$D'où L = \frac{K_c \sqrt{S}}{1.12} \left[ 1 + \sqrt{1 - \left( \frac{1.12}{K_c} \right)^2} \right] \quad l = \frac{K_c \sqrt{S}}{1.12} \left[ 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{1.12}{K_c} \right)^2} \right]$$

On obtient  $L= 39.9$  km et  $l= 11.5$  km.

Le rectangle équivalent (Figure 14) est tracé à partir de la carte altimétrique ci-dessous (Figure 12). Les données de base pour le tracé du rectangle équivalent du BV Oued Aissi sont dans le (Tableau 7).

### III.2.1.6 Indice de pente globale $I_g$

L'objet de cet indice est de caractériser les pentes d'un bassin et de permettre des comparaisons et des classifications. Il est défini par la relation suivante :

$$I_g = \frac{D}{L} = \frac{|H(5\%) - H(95\%)|}{L} \quad \text{Pour notre cas :} \quad I_g = \frac{|75 - 1425|}{39.9} = 33.8 \text{ m/km} = 0.034.$$

Où :  $D$  est la différence entre les altitudes,  $H(95\%)$  est l'altitude de fréquence 95%(m)  
 $L$  est la longueur du rectangle équivalent (km)

### III.2.1.7 Dénivelée spécifique $D_s$

L'indice  $I_g$  décroît pour un même bassin lorsque la surface augmente. Il était donc difficile de comparer des bassins de tailles différentes. Les dénivelées spécifiques  $D_s$  ne présentent pas cet inconvénient. Elles dérivent de la pente globale  $I_g$  en la corrigeant de l'effet de surface admis étant inversement proportionnel à  $\sqrt{S}$  :

$$D_s = I_g \sqrt{S} \Leftrightarrow \frac{D}{L} \sqrt{Ll} \Leftrightarrow D \sqrt{\frac{l}{L}} \quad D_s = 724.76 \text{ m}$$

La dénivelée spécifique  $D_s$  ne dépend donc que de l'hypsométrie et de la forme du bassin. Elle donne lieu à une deuxième classification de l'ORSTOM après celle de l'indice de pente globale :

Tableau 9 : Classification du relief selon  $I_g$ ,  $D_s$  par l'ORSTOM

Première classification	Type de Relief	Deuxième classification
$I_g \leq 0.002$	Relief très faible (R1)	$D_s < 10\text{m}$
$0.002 < I_g \leq 0.005$	Relief faible (R2)	$10\text{m} < D_s < 25\text{m}$
$0.005 < I_g \leq 0.01$	Relief assez faible (R3)	$25\text{m} < D_s < 50\text{m}$
$0.01 < I_g \leq 0.02$	Relief modéré (R4)	$50\text{m} < D_s < 100\text{m}$
$0.02 < I_g \leq 0.05$	Relief assez fort (R5)	$100\text{m} < D_s < 250\text{m}$
$0.05 < I_g \leq 0.1$	Relief fort (R6)	$250\text{m} < D_s < 500\text{m}$
$0.1 < I_g$	Relief très fort (R7)	$500\text{m} < D_s$

Selon  $I_g$  le relief du bassin versant de Taksebt est assez fort avec une pente importante.

## III.3 Réseau hydrographique

Le chevelu hydrographique est constitué de l'ensemble des chenaux et cours d'eau qui drainent les eaux de surface vers l'exutoire du bassin versant. Le réseau hydrographique se caractérise essentiellement par son hiérarchisation et son développement (nombre et longueurs des cours d'eau).

### III.3.1 Hiérarchisation du réseau

Cette opération consiste à donner à chaque cours d'eau un numéro fonction de son importance. Cette numérotation, appelée ordre du chenal, diffère selon les auteurs. Nous adopterons donc celle de Strahler :

Tout cours d'eau n'ayant pas d'affluent est dit d'ordre 1. Au confluent de deux cours d'eau de même ordre  $n$ , le cours d'eau résultant est d'ordre  $n+1$ . Un cours d'eau recevant un affluent d'ordre inférieur garde son ordre, ce qui se résume par :  $n+n=n+1$  et  $n+m=\max(n,m)$ .

Tableau 10 : Classification du réseau hydrographique du BV du Barrage de Taksebt

Ordre	Nombre $N_i$	Longueur $L_i$ (km)	Longueur moy $l_i = L_i/N_i$ (Km)
1	116	252.85	2.18
2	24	66.01	2.75
3	5	44.65	8.83
4	2	18.43	10.71
5	1	12.8	12.8

Comme le montre le *tableau 10*, le réseau hydrographique du bassin versant de l'Oued Aissi *figure 15* est bien développée. Les thalwegs d'ordre 1 sont relativement importants, indiquant un fort ravinement de versants abrupts.

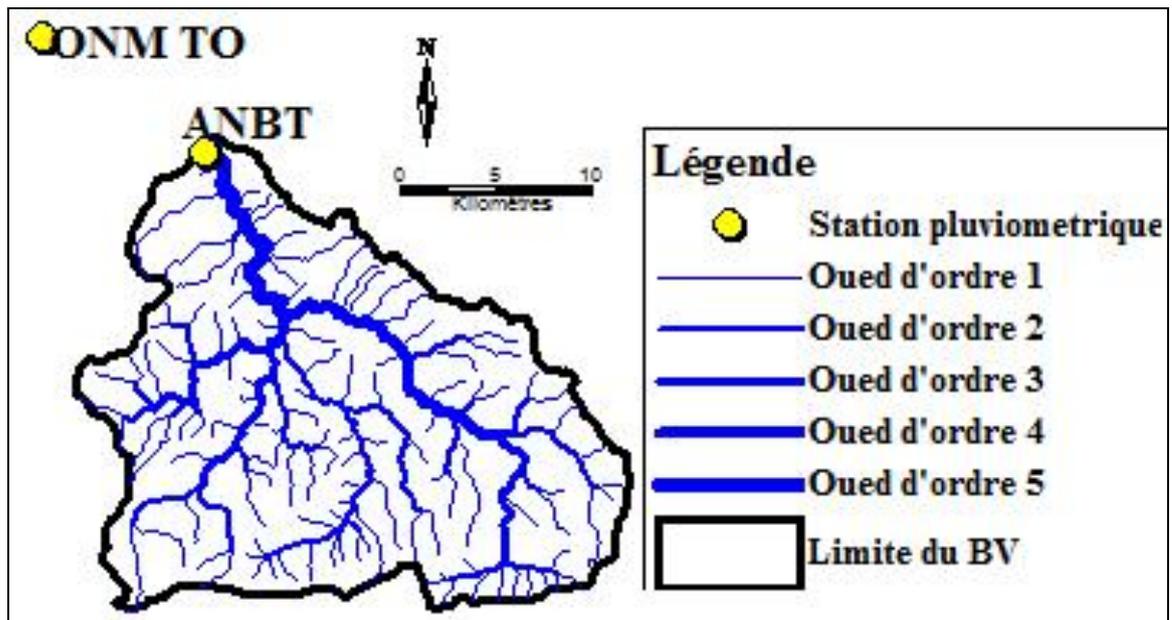


Figure 14 : Chevelu hydrographique du BV du Barrage Taksebt et localisation des stations pluviométriques utilisées

### III.3.2 Développement du réseau hydrographique

Pour caractériser le développement du réseau hydrographique, on utilisera la méthode de Horton. Ce sont des lois empiriques qui relient le nombre, la longueur moyenne et l'ordre des cours d'eau. On cite alors le "rapport de confluence"  $R_c$ , rapport du nombre «  $N_i$  » de cours d'eau «  $i$  » au nombre  $N_{i+1}$  du cours d'eau  $i+1$ :

$$R_c = N_i / N_{i+1} = \text{Cte.}$$

Le "rapport des longueurs moyennes

$$R_l : R_l = l_i / l_{i-1} = \text{Cte}$$

( $l_i$  : longueur moyenne des cours d'eau d'ordre  $i$ )

La détermination de  $R_c$  et  $R_l$  se fait par voie graphique en portant  $N_i$ ,  $L_i$  et  $i$  sur un graphique semi logarithmique où la pente de la droite moyenne permet de déterminer la raison de la progression géométrique.

La représentation graphique des points ( $i$ ,  $N_i$ ) sur le papier semi-log donne une droite d'équation de type  $y = ax + b$  dont la pente  $a$  est égale à :

$$a = \frac{\log N_i - \log N_{i+1}}{i - (i+1)} = |\log R_c|$$

$$\text{D'où : } \log R_c = 1.4 \Rightarrow R_c \simeq 25$$

En fonction de  $R_c$ ,  $R_l$  s'écrit :

$$R_l = R_c \frac{l_{i+1}}{l_i} \Rightarrow R_l \simeq 20$$

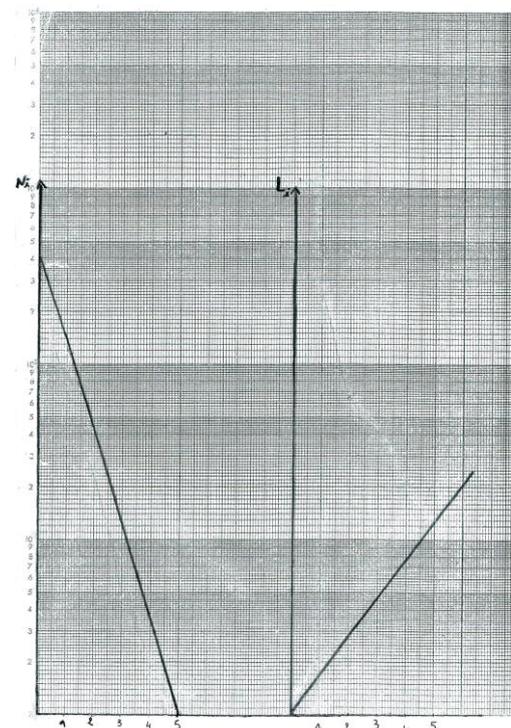


Figure 15: Détermination du nombre et de la longueur moyenne des thalwegs du BV Taksebt

### III.3.3 La densité de drainage Dd :

Elle se définit par le rapport de la longueur totale des cours d'eau à la surface du bassin versant :  $Dd = (\sum l_i) / A$  ( $\text{km}^{-1}$ ) (J.P. LABORDE)  $Dd = 384.96 / 457.9$   $Dd = 0.84 \text{ Km/Km}^2$

Pour le BV de l'Oued Aissi la densité de drainage est de  $0.84 \text{ Km}^{-1}$ , ce qui signifie que l'écoulement est à développement limité

### III.3.4 Temps de concentration

C'est le temps que met un volume d'eau élémentaire ruisselé pour parvenir à l'exutoire du point du bassin le plus éloigné dans le temps. (Aigoun, 2014). On calcule le temps de concentration pour prévenir les crues et la propagation de polluants. Il existe plusieurs formules : Turazza, Kirpich et Giandotti.

$$t_c = \frac{4\sqrt{S} + 1.5 L}{0.8\sqrt{h}}$$

Nous allons utiliser celle de Giandotti qui est défini comme suit :

$t_c$  : temps de concentration, en heures  $S$  : surface du bassin versant, en  $\text{Km}^2$

$L$  : longueur du talweg principal, en Km

$h$  : différence d'altitude moyenne du bassin et celle de l'exutoire, en mètres.

L'application numérique donne un temps de concentration de 7 h et 34 mn.

## III.4 Le climat

Les conditions climatiques du bassin versant du Taksebt seront étudiées à partir des précipitations, des températures, du vent et de l'évaporation.

Autour du BV du barrage de Taksebt, il existe 9 stations pluviométriques gérées par l'ANRH (Larbaa Nath Irathen (codé 17-05), Ait Yani (17-12), Ait Ouabane (17 16), Ain El Hammam (17 03), Ait Djemaa (17 17), Ouadia (17 01), Bouassem (18 01) et Tizi-Ouzou (18 06). (Figures 11) Ces stations fonctionnent actuellement avec des irrégularités. De ce fait on a exploité les données de la station météorologique de Tizi Ouzou (ONM) et la station de l'ANBT implantée à proximité de la digue du Barrage et regroupant un pluviomètre, un pluviographe et un bac d'évaporation, comme c'est illustré dans la figure ci-contre.



### III.4.1 Etude des précipitations

Les précipitations de la région se trouvent sous l'influence des paramètres géographiques telles que l'altitude, la distance par rapport à la mer et l'exposition des versants.

#### III.4.1.1 Pluviométrie mensuelle

En se basant sur les données pluviométriques mises à notre disposition par les services de l'ANRH, l'ONM, et l'ANBT (tableau en annexe.) nous avons pu établir les moyennes mensuelles des précipitations ainsi que les précipitations min et max sur une période de 35 ans (1984/1985-2018/2019). Celles-ci sont données dans le tableau 11 ci-dessous.

La répartition des précipitations moyennes mensuelles fait apparaître deux saisons distinctes. Les mois les plus humides se concentrent entre Novembre et Avril. Les mois les plus secs sont Juillet et Août (période de déficit pluviométrique).

Le coefficient de variation, rapport de l'écart-type à la moyenne est très fort, car au-delà de 0.5 à 0.6 il est rare que l'on soit en présence d'un échantillon normalement distribué. Les précipitations sont très variables pour toute l'année (Voir tableau 11 et en annexe).

Le nombre de jours de pluie est de 95 NJP/an à Tizi-Ouzou réparti entre Octobre et Avril (71 NJP). Le reste des mois de l'année les pluies sont rares à exceptionnelles.

Tableau 11 : Moyennes mensuelles des précipitations pour la période 1984/1985-2018/2019 (source ONM TO et ANRH)

Précipitations mm	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Annuel
Moyenne ONM	35.9	63.5	104.7	126.3	124.2	93.6	90.4	76.5	55.2	11.9	3.3	7.1	786.0
Min ONM	2.9	5.6	5.2	0	8.4	0	1.6	0	0.5	0	0	0	393.4
Max ONM	169.8	210.4	271.9	302.3	309	269.5	284.6	201.5	231.8	48.6	26.3	25.9	1267.6
Moyenne ANRH	33.2	66.3	106.5	129	124.2	104.7	87.5	78.4	53.7	11.1	3.6	7.8	800.6
Min ANRH	2.9	5.6	7.8	0	8.7	0.1	2.6	0.6	0.5	0	0	0	461.8
Max ANRH	153.1	241.7	227.2	302.3	316.2	316.7	258.6	204.5	231.1	48.6	25.4	51.6	1217.5
Ecart-type	32.8	48.4	68.2	75.9	85	69.6	67.0	52.0	52.8	14.0	5.5	6.9	189.7
NJP (2018/2019)	7	15	12	5	16	5	5	13	5	3	3	6	95
CV (1984/2019)	0.92	0.81	0.63	0.61	0.67	0.74	0.78	0.67	0.92	1.13	1.72	1.44	0.23
Pluie ANBT (2002/2019)	31,40	201,20	136,80	31,90	191,00	66,80	87,60	48,50	37,70	0,30	1,20	17,10	851,50

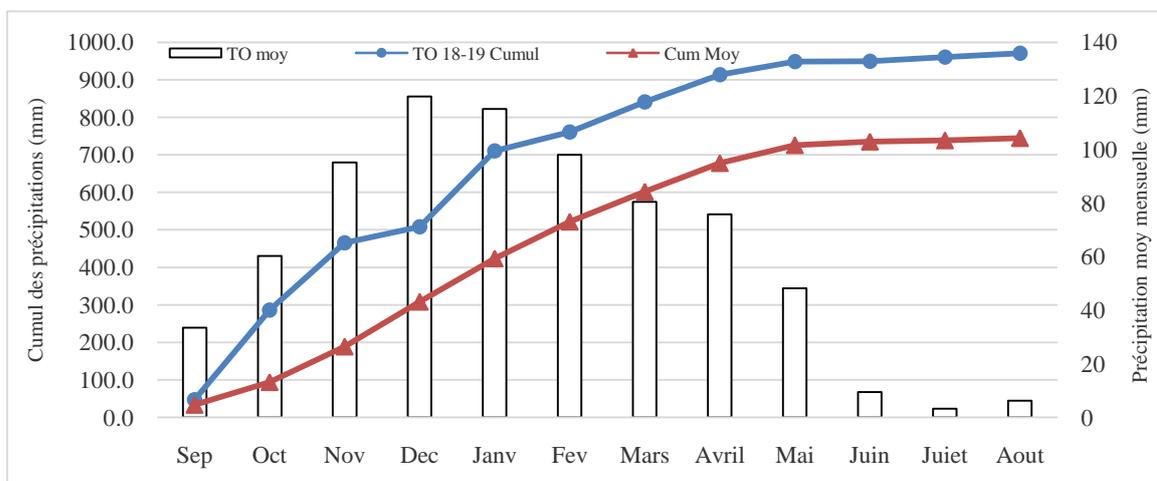


Figure 16: Evolution mois par mois des cumuls des précipitations 2018/2019 et des moyennes mensuelles (ONM TO)

### III.4.1.2 Pluviométrie annuelle

La lame annuelle dans la région Taksebt-Oued Aissi, enregistrée à la station de Tizi-Ouzou (ONM), est de 851 mm pour l'année 2018/2019. La moyenne interannuelle est de 786 mm pour la période 1984/2019 (ONM).

Les pluies enregistrées au niveau du BV, d'après les différentes cartes des pluies de l'Algérie du nord (BV de Djurdjura) établie par CHAUMONT en 1971, ANRH en 1993, sont comprises entre 800 et 1800mm/an (Cartes en annexe). Les précipitations actuelles sont plus faibles (entre 780 et 1500 mm). On le remarque en examinant les moyennes calculées pour les différentes périodes à la station de Tizi-Ouzou *tableau 12* suivant :

Tableau 12 : Comparatif des précipitations à Tizi-Ouzou pour différentes périodes

Station Tizi-Ouzou	Période d'observations	Moyenne (mm)	Min (mm)- année	Max (mm)- année
Chaumont M. 1971	1913-1963	910		
ANRH 1993	1922-60 ; 1969-1989	848		
Actuel 2019	1984-2019	786	393.4 (2001/2002)	1267.6 (2002/2003)

### III.4.1.3 La neige

La neige est présente chaque année sur le massif du Djurdjura et la Haute Kabylie. Elle couvre complètement les sommets entre 3 et 6 mois pendant la période allant de novembre à mai. Elle peut représenter jusqu'à 45 % des apports annuels. La niviosité, part des précipitations tombées sous forme de neige en pourcentage représente 40% des précipitations à Tala Guilef et 21% Ait

Ouabane entre novembre et avril et un tiers (32%) et 15 % sur l'année respectivement. (Tableaux suivant). Sur les sommets, au-dessus de l'isotherme 0°C à 1800m d'altitude, entre décembre et mars les précipitations sont toujours neigeuses (ABDESSELAM 1995 et inédit). Le caractère nival des précipitations sur les hauteurs du BV de Taksebt est visible.

Tableau 13 : Neiges en nombre de jours de chutes mensuelles et annuelles.

Moyenne (1987/1992)	Oct	Nov	Dec	JAN	Fev	Mars	Avril	Mai	Annuel
Sommets du Djurdjura	0.4	5.4	10.4	11.3	9.8	7.2	4.8	0.9	50.2
Tala Guilef	0.3	3.7	6.3	7.3	6.7	4.5	2.8	0.2	31.8
Ain El Hammam	0.1	0.8	2.5	3.6	3.6	2.5	0.5	0.1	13.7
Larba Nath Irathen	0.0	0.2	1.8	2.8	2.5	0.8	0.3	0.1	9.2
Ait Ouabane	0.0	0.3	1.9	2.2	3.0	1.4	0.5	0.0	9.3
Ait Djemaa	0.0	0.2	0.8	0.8	1.3	0.8	0.3	0.0	4.3
Tizi Ouzou	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.3

Tableau 14 : Part (en %) de la neige dans les précipitations dans le Djurdjura

Stations	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	% Saison Froide
Nivrosité (% de neige / précipitations période 1972-1992)											
Tala Guilef	0	14	11	64	64	57	25	33	0	0	40
Ait Ouabane	0	0	3	33	24	37	14	9	0	0	21
Sommets				100	100	100	100				> 50

#### III.4.1.4 Carte pluviométrique (1984- 2019)

La carte pluviométrique du bassin versant de Taksebt a été réalisée en courbes isohyètes et représentée par la **Figure 17** suivante :

Les précipitations sont en étroite liaison avec l'orographie avec une augmentation des totaux annuels avec l'altitude. Cette observation est déjà visible sur les cartes des différents auteurs (Figures en annexe).

Cette carte des précipitations a été utilisée pour évaluer la pluie moyenne sur le BV de Taksebt. Le tableau 13 suivant détaille les calculs avec les apports atmosphériques par tranche d'altitudes selon la carte altimétrique de la **figure 12** et le **tableau 7**.

Tableau 15 : Répartition des précipitations par tranche d'altitudes du BV de Taksebt

Tranche d'altitude	Surface (km <sup>2</sup> )	P (mm)	Stations	Apports par tranches d'altitude (Hm <sup>3</sup> )	Précipitations moyennes (mm)
Exutoire à 400 m	77.74	781	Taksebt	61, 103	
400m à 600 m	134.7	856	Bouassem	115, 303 0	
600m à 800 m	99.02	853	AY	85, 256	
800m à 1000 m	45.47	902	LNI	41, 468	
1000m à 1200 m	38.88	1131	AEH	41, 407	
1200m à 1400 m	19.23	1263	AO	24, 287	
Sup à 1400 m	43.88	1500	Djurdjura	65, 820	
Total	458.9			434, 646	947

Les précipitations moyennes annuelles sur le BV de Taksebt sont de 947mm. L'ANBT donne sensiblement la même grandeur (958 mm).

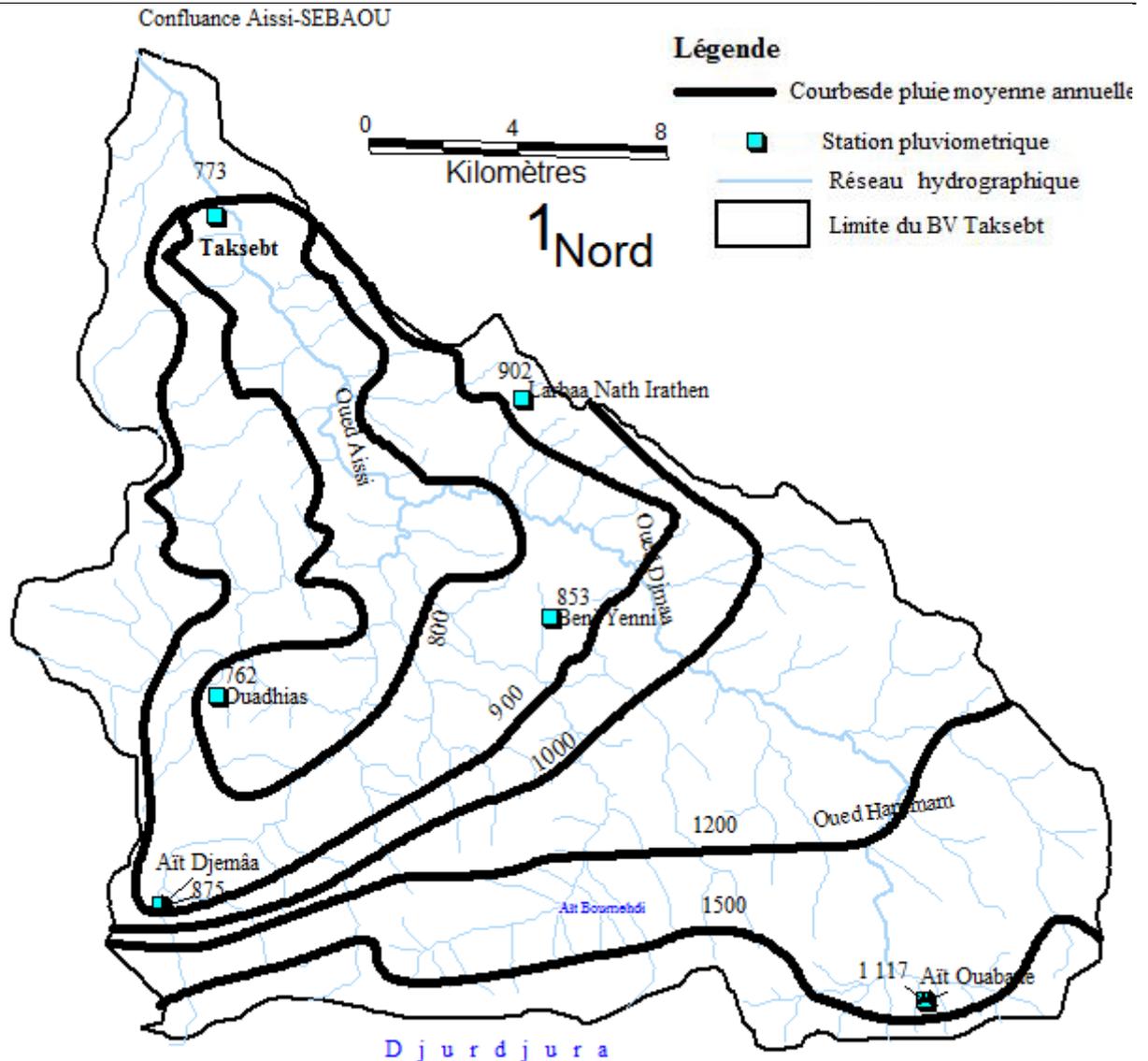


Figure 17 : Carte pluviométrique en isohyètes (1984/2019) et Implantation des postes pluviométriques du BV Taksebt

### III.4.2 Etude des températures

Après la pluviométrie, le second facteur important qui conditionne l'hydroclimatologie d'une région, c'est évidemment la température atmosphérique. Ce paramètre conditionne l'évaluation du déficit d'écoulement qui intervient dans l'estimation du bilan hydrologique et intervient dans le chimisme et la biologie des eaux.

Dans notre bassin versant de l'Oued Aissi nous disposons des données recueillies au niveau de la station de l'ONM de T.O pour la période (2015/2019). Le tableau et la figure ci-dessous montrent les valeurs moyennes mensuelles maximales et minimales ainsi que la moyenne enregistrée.

Tableau 16 : Températures moyennes mensuelles (°C) à la station ONM de T.O pour la période 2015-2019 (source ONM de T.O, 2019)

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Moy
T°C Max	31.05	26.8	20.5	17.1	15.75	16.9	19.12	22.15	27	32.2	36.6	35.6	25.1
T°C Min	19.02	15.4	10.85	7.92	6.7	7.42	8.8	11.2	13.8	18.1	21.7	22.3	13.6
T°C Moy	24.47	20.32	14.8	11.77	10.67	11.7	13.67	16.27	19.45	24.75	28.7	28.35	18.7

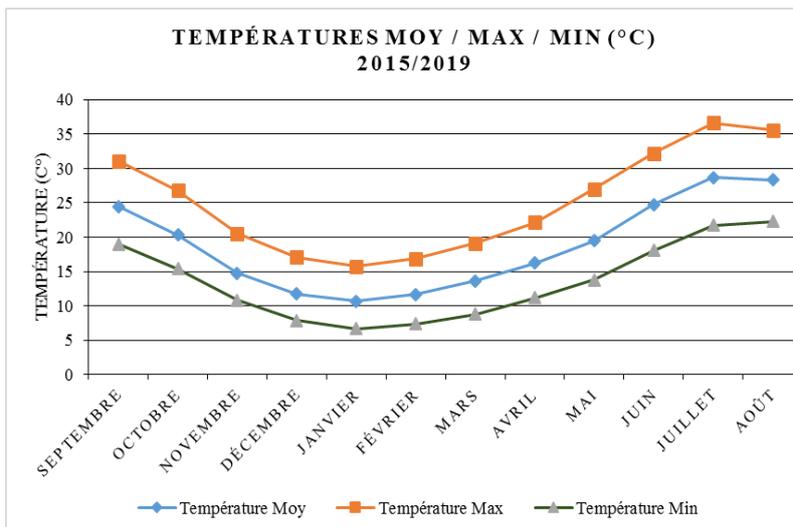


Figure 18: Evolution des températures moyennes mensuelles (°C) à la station ONM de T.O pour la période 2015-2019 (source ONM de T.O, 2019)

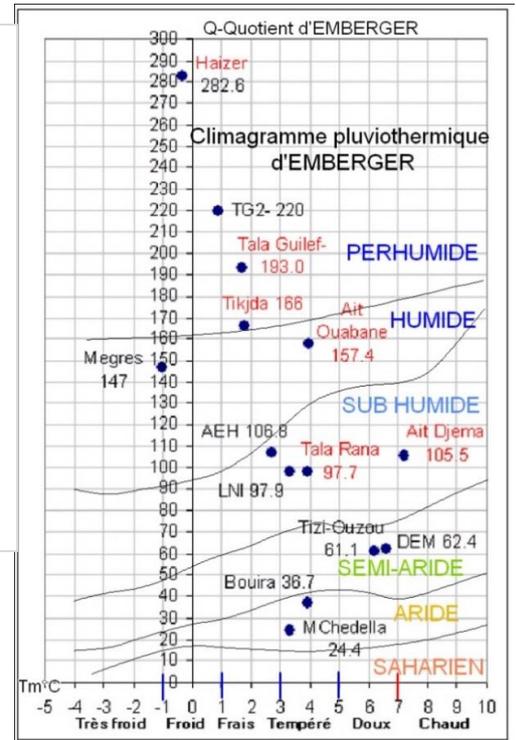


Figure 19: Position de la région de Tizi-Ouzou sur le climagramme d’Emberger

L’analyse des données montre que les mois les plus froids sont Décembre, Janvier et Février, tan dis que pour les plus chaudes on distingue juillet et Aout avec un pic en juillet qui atteint 36.6°C. La moyenne annuelle est de 18.7°C.

### III.4.3 Quotient pluvio-thermique de L. Emberger (1955)

Il est destiné à mesurer l’indice d’aridité dans les régions méditerranéennes. Il tient compte des précipitations et de la température (figure 19).

$$Q = \frac{P}{(M+m)(M-m)} \cdot 100 = 65.75$$

- Avec :  $P$  : Précipitation moyenne annuelle (851 mm)
- $M$  : Température moyenne des maxima du mois le plus chaud (36.6°C)
- $m$  : Température moyenne des minima du mois le plus froid (6.7°C)

Pour la région de Tizi-Ouzou, selon le climagramme d’Emberger (figure 19), la valeur du  $Q=65.75$  la classe à l’étage bioclimatique tempéré (subhumide) à hiver doux.

### III.4.4 Etude de l’évapotranspiration

L’évapotranspiration est un phénomène important du cycle hydrologique. Elle englobe l’ensemble des phénomènes d’évaporation directe par retour dans l’atmosphère, à partir des réservoirs de surface (lac, mer, etc...), souterrain (nappes, aquifères) et la transpiration des plantes. Elle dépend du climat et de ses variations qui sont déterminées par l’humidité de l’air, la vitesse du vent, la température de l’air et de l’eau, le rayonnement solaire et la pression atmosphérique. On distingue ainsi l’évapotranspiration potentielle (ETP) et l’évapotranspiration réelle (ETR). La démarche de calculs est donnée en annexe.

Evaluons donc nos données selon le bilan hydrologique de THORNTHWAITE mois par mois avec une RFU de 100mm. Les résultats obtenus sont regroupés sur le tableau 17 ci-dessous.

L’évapotranspiration réelle calculée par cette méthode est de 425.8mm soit 50.03% des précipitations annuelles pour l’année 2018-2019. L’écoulement disponible est de 425,2 mm Cela représente des apports de 195,124HM3. Le déficit d’eau est de l’ordre de 605mm, montre une période de sécheresse qui débute de juin pour l’année hydrologique 2018-2019. La même période, montre que l’emmagasinement dans le réservoir sol atteint sa saturation en mois d’octobre et se

vide à partir du mois de mai. Ces valeurs montrent que l'année hydrologique 2018-2019 est une année humide et pluvieuse.

Tableau 17: Bilan hydrologique selon THORONTHWAITE à Tizi-Ouzou et Taksebt (2018-2019)

	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Année
Précipitations P (mm)	44.0	183.0	175.0	43.0	185.1	51.3	54.3	58.4	35.1	1.3	11.0	9.5	851.5
Températures (°C)	26.1	20.0	15.8	12.5	9.8	11.6	14.2	16.1	25.4	25.4	28.9	29.4	19.6
Indice thermique I	11.9	8.0	5.6	3.9	2.8	3.5	4.8	5.8	11.5	11.5	13.9	14.2	97.4
ETP brute (mm)	114.7	69.0	55.6	34.1	32.4	46.4	59.4	53.3	93.8	144.4	191.5	158.6	1053.2
Coef correction k	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.8	1.0	1.2	1.3	1.3	1.3	1.2	
ETP corrigée (mm)	128.0	64.3	32.5	13.6	11.9	17.7	35.3	51.6	152.3	153.5	199.2	192.6	1052.5
P -ETP (mm)	-84.0	118.7	142.6	29.4	173.2	33.6	19.0	6.8	-117.2	-152.2	-188.2	-183.1	-201.5
ET Réelle (mm)	44.0	64.3	32.5	13.6	11.9	17.7	35.3	51.6	135.1	1.3	11.0	9.5	425.8
RFU (100mm)	0.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Déficit (mm)	84.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	150.5	188.2	183.1	605.8
Ecoulement (mm)	0.0	18.4	142.6	24.4	173.2	33.6	19.0	6.8	0.0	0.0	0.0	0.0	425.2

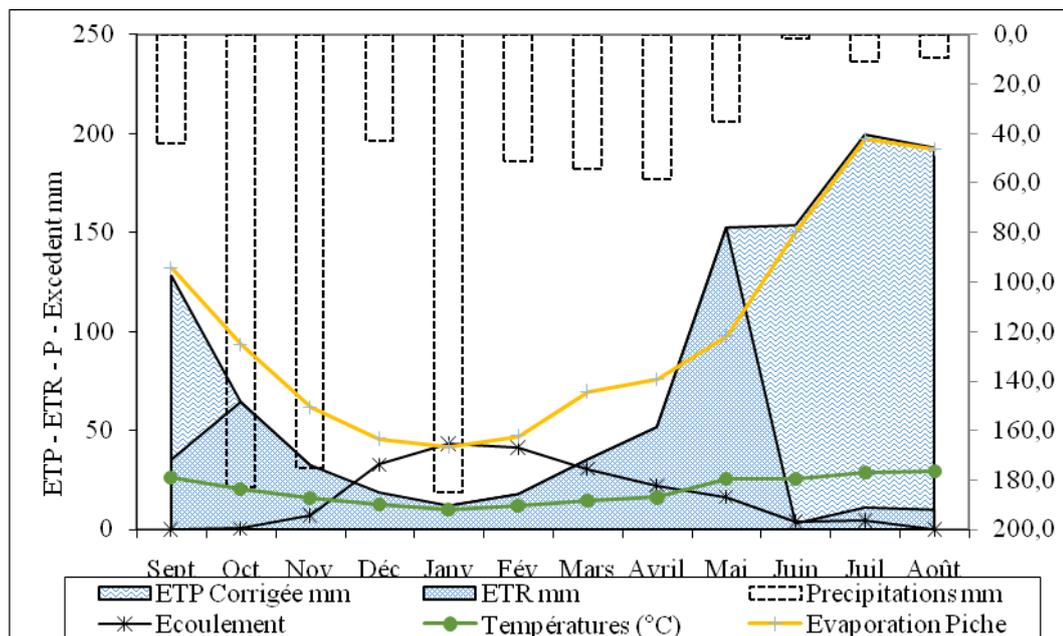


Figure 20: Graphique illustrant le bilan hydrologique selon Thornthwaite (station de Tizi-Ouzou)

### III.4.5 Facteurs climatiques secondaires :

#### III.4.5.1 L'humidité relative (%) :

Appelée aussi état hygrométrique, c'est le rapport en centièmes, de l'humidité absolue vraie à l'humidité absolue saturante, à la même température et la même pression. (Pagney, 1973) (CHERIFI D, 2012)

Le tableau et la figure ci-dessous représentent les valeurs moyennes mensuelles en % de l'humidité relative pour la période (2015-2019) de la station météo de T.O.

Tableau 18 : Humidité relative moyenne mensuelle en % de la station de T.O, période 2015-2019 (source ONM T.O, 2019)

humidité	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	An
2015/2016	65	72	80	75	76	73	76	75	71	59	55	59	70
2016/2017	62	65	72	85	82	75	72	68	62	58	49	56	67
2017/2018	61	66	76	83	79	80	75	75	80	68	59	60	72
2018/2019	67	76	77	83	84	76	74	77	66	60	55	59	71
2015/2019	64	70	76	82	80	76	74	74	70	61	54	58	70
Moyenne	64	70	76	82	80	76	74	74	70	61	54	58	70.0
Moyenne Seltzer	57	66	71	76	79	74	68	68	65	58	50	50	65

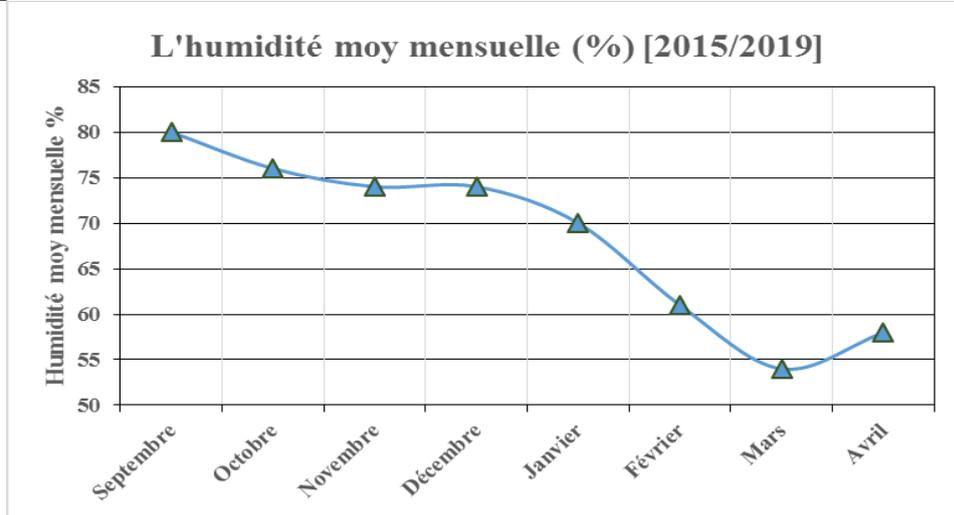


Figure 21: Variation de l'humidité moyenne relative en % de la station de T.O, période 2015-2019

Le maximum d'humidité relative moyenne est observé en Décembre, Janvier et le minimum aux mois de Juillet et Aout ; ce qui correspond aux valeurs extrêmes de température (air sec). A l'échelle de l'année, on constate que l'humidité relative moyenne mensuelle est toujours supérieure à 54 % et est de 70% en moyenne annuelle. Elle augmente à partir du mois de Septembre à Janvier puis diminue pour atteindre le minimum au mois d'Aout.

En comparant ces valeurs avec celles obtenue par Seltzer (1913-1938) on remarque une similitude avec une légère augmentation en moyenne de 5% (*tableau en annexe*)

### III.4.5.2 Les vents :

L'étude des directions, des fréquences des vitesses est aussi un paramètre qui présente une importance dans la propagation des substances volatiles et des poussières dans l'air et également leur dépôt. Les données enregistrées à TIZI OUZOU (ONM 1990-2000) à proximité du site d'étude sont regroupées dans le tableau suivant (AIGOUN ; 2014) :

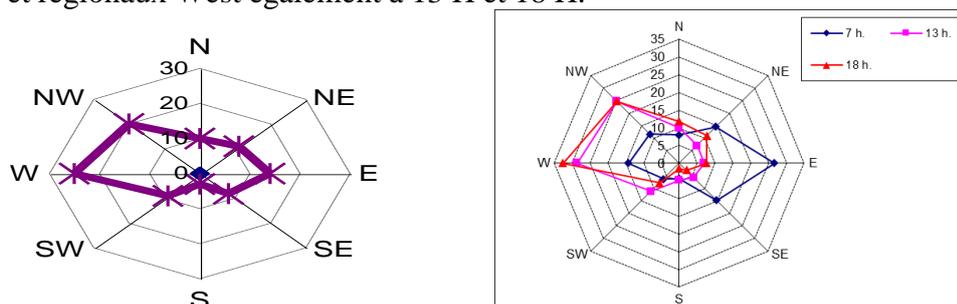
Tableau 19: Répartitions mensuelles des paramètres du vent à TIZI OUZOU

	SEPT	OCT	NOV	DEC	JANV	FEV	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIT	AOUT
Direction du vent	W	W	W	W	ESE	W	W	W	W	W	W	W
Force du vent (m/s)	2,0	1,3	1,5	1,6	1,2	1,3	1,6	1,7	1,9	2,1	2,4	2,1

Dans la région, située à l'abri des crêtes parallèles à la mer, les vents dominants sont constitués de vents généraux. Ils sont en général de direction West et Nord-Ouest et sont généralement faibles.

Au plan régional, on distingue l'influence des brises de montagne et de vallées *figure 22*. On remarque une dominante Est pour les vents du matin (7H) à TIZI OUZOU (1913/1916-1920/1938 SELTZER 1946). Ils sont dus à la descente des brises de montagnes produites par l'air froid et lourd qui glisse vers la vallée du Sébaou où s'accumulent les brumes de nuit et matinales.

En cours de matinée, l'air se réchauffe et s'élève avec son humidité balayée par les vents généraux West et régionaux West également à 13 H et 18 H.



Vents généraux ONM 1984/2019 A différentes heures (1913/1938 P Seltzer, 1946)

Figure 22: Roses des vents à Tizi-Ouzou

Tableau 20 : Direction des vents à TIZI OUZOU (1913/1916-1920/1938 SELTZER 1946)

VENT (%)	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
7h	8	15	27	15	4	6	14	11
13h	10	7	7	6	5	12	28	25
18h	12	11	8	3	1	8	32	25
Moyenne	10	11	14	8	3	9	25	20

La force du vent est estimée à partir d'une échelle télégraphique (Beaufort), comme suivant : 0-1 : vent calme, 1-2 : vent faible, 2-3 : vent modéré, 5-6 : vent assez fort, 7-8 : vent fort, >9 : vent violent.

Tableau 21 : La vitesse des vents en m/s de la station de T.O pour la période de 2015- 2019 (source ONM T.O, 2019)

Vitesse des vents	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
2015/2016	2.8	2.3	1.7	1.4	2.2	2.5	2.5	2.1	2.7	2.5	2.8	2.5
2016/2017	1.8	1.7	1.5	0.9	1.5	2.2	2.1	2.2	2.2	2.7	2.4	2.9
2017/2018	2	1.2	1.0	1.0	1.5	0.8	1.9	1.2	0.7	0.3	1.2	1.9
2018/2019	1.6	1.3	1.3	0.8	2.9	1.8	1.6	2.2	2.1	2.9	3.3	2.3
2015/2019	2.05	1.6	1.7	1.02	2	1.8	2.02	1.9	1.9	2.1	2.4	2.4

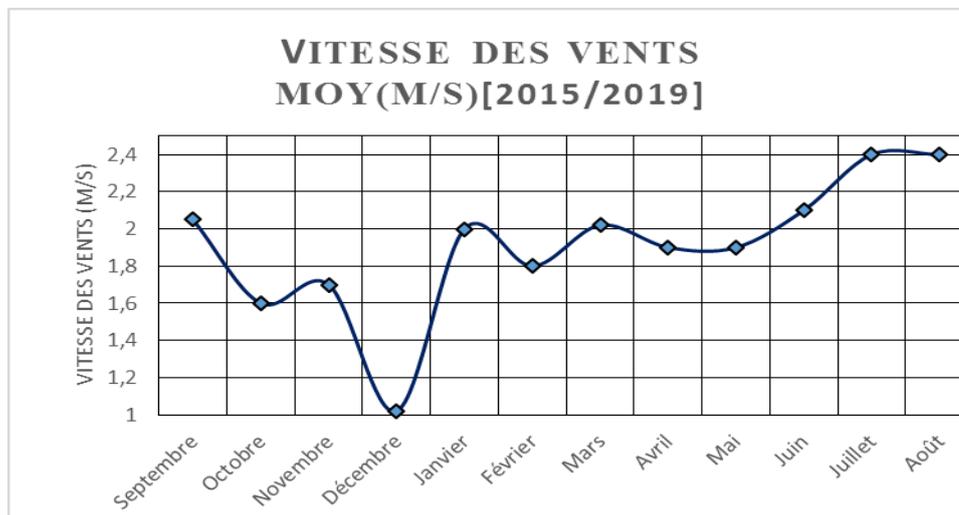


Figure 23: Variation de la vitesse des vents en m/s de la station de T.O

Les vitesses moyennes des vents extrêmes sont respectivement 2.4m/s pour juillet et aout, 1.02m/s pour le mois de décembre. Globalement, notre zone d'étude est balayée par des vents faibles (1.90m/s). Le tableau et figure ci-dessous présentent les valeurs des vents pour la station météo de T.O pour l'année 2019.

Le BV de Taksebt à l'abri des crêtes parallèles à la mer, sous l'influence des brises de montagne et de vallées avec la descente d'air froid et alourdis par l'humidité qui glisse vers la vallée de Aissi voit s'accumuler les brumes de nuit et matinales qui sont un apport en eau qui peut être appréciable. L'air se réchauffe en cours de matinée, et s'élève avec son humidité vers les Taourits autour du barrage entretenant la végétation.

### III.5 L'hydrométrie

Au niveau de notre bassin versant il existe une station hydrométrique sur l'oued Aissi gérée par l'ANRH qui s'occupe de la lecture des hauteurs d'eau, fait systématiquement des jaugeages au moulinet et quantifie les débits liquides arrivant dans l'oued ainsi que les transports solides et le suivi de la qualité chimiques des eaux.

Cette station (RN 30 code 02 17 15) est équipée d'un pluviographe, d'une échelle limnimétrique et d'un limnigraphe à pression qui mesure la variation des changements de niveau d'eau dans l'Oued. Elle était localisée dans un premier temps au niveau du pont de la RN12

jusqu'à 1974, au moment où elle a été emportée par une grande crue, puis reprise en amont et encore déplacée plus en amont (RN30) après la mise en eau du barrage. La station n'est plus fonctionnelle depuis trois ans (2016).

Les mesures effectuées en hydrométrie sont :

- La limnimétrie, hauteur ou cote de la surface d'eau libre d'un cours d'eau, lac et barrage exprimée en mètre et relevée directement sur une échelle limnimétrique.
- La débitmétrie, volume d'eau qui traverse une section droite bien définie d'un cours d'eau pendant une unité de temps exprimé en l/s ou m<sup>3</sup>/s.

### III.5.1 Apports liquides

Vu la discontinuité de la série de débits disponibles (ANRH, 1949-1998), nous nous sommes intéressées aux apports liquides mesurés par l'ANBT (apports arrivant dans le barrage et lecture de l'échelle limnimétrique) depuis sa mise en eau jusqu'à l'année en cours (2002-2019).

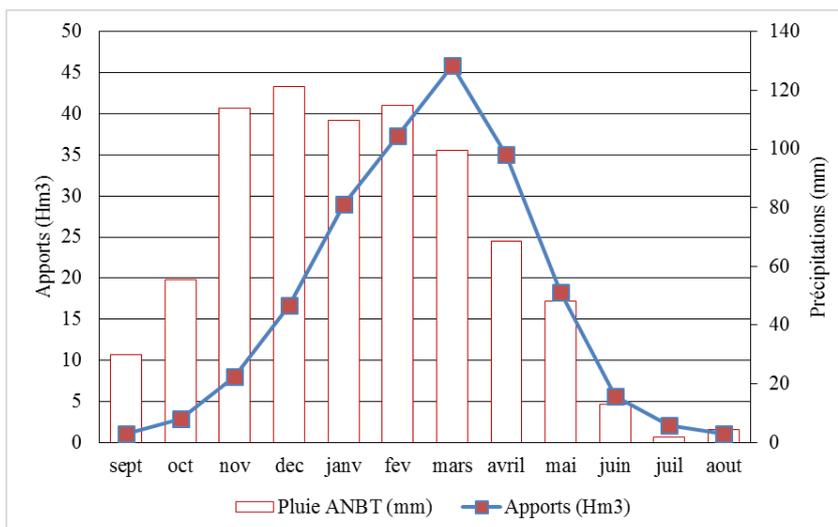


Figure 24: Répartition mensuelle des apports liquides arrivant dans le barrage Taksebt en relation avec les précipitations (2002, 2019, ANBT)

Les *figures 24 et 25* et le tableau en annexe montrent la répartition des apports liquides par rapport aux précipitations. Les apports se concentrent durant l'hiver et le printemps (février, mars et avril) atteignant son max au mois de mars avec un apport de 46 Hm<sup>3</sup> dû à l'écoulement continue assuré par les précipitations et la fonte de la neige. Le pic des apports ne coïncide pas avec le maximum des précipitations. Ce décalage montre l'influence de l'enneigement en amont du BV et le rôle de la neige du Djurdjura *tableau 13 et 14*. Le régime des écoulements est donc pluvio-nival.

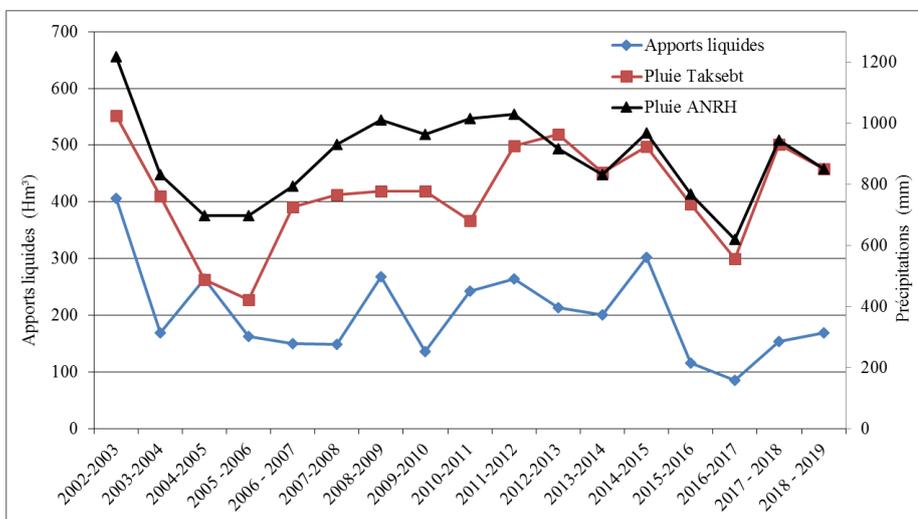


Figure 25: Evolution interannuelle des apports liquides arrivant dans le barrage Taksebt en relation avec les précipitations (2002\_2019, ANBT, ANRH).

On observe une légère différence entre les pluies enregistrées à la station de l'ANRH et celles de la station du barrage pour divers facteurs intervenant dont le climat et l'orographie.

Les apports liquides varient d'une année à une autre, enregistrant un apport max de 406 m<sup>3</sup>/an en 2002-2003. L'année 2016-2017 était la plus déficitaire avec un apport de 84.5 m<sup>3</sup>/an.

### III.5.2 Apports solides

Afin de quantifier les transports solides au niveau de la station hydrométrique oued Aissi RN30, nous utiliserons les données de l'ANRH pour la période qui s'étale de 1986 jusqu'à 1991 (in LAKROUNE, 1995) en raison d'absence de données récentes (pour notre période d'étude). Les résultats sont présentés dans le **tableau 22** suivant.

Tableau 22 : Moyennes mensuelles des débits solides et des débits liquides dans le bassin versant de Taksebt (ANRH, 1986 / 1991)

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	Moy/an
Moy Q solides (g/l)	0.044	0.304	0.047	0.346	0.167	0.404	0.216	0.332	0.156	0.036	0.02	0.02	0.174
Moy Q liquide (m <sup>3</sup> /s)	0.623	0.725	1.301	5.011	5.428	11.484	9.211	8.501	3.940	1.337	0.71	0.511	4.065

Pour des transports solides moyens de 0,174g/l, le volume de vase est de 27 654 tonnes/an. Cela représente un volume de 17 283 m<sup>3</sup>/ (0,017 654 Hm<sup>3</sup>/an) pour une densité de 1,6. Cela est particulièrement faible relativement à la situation habituelle en Algérie. Cela s'explique par une faible érodabilité de notre BV. L'ANBT donne un envasement annuel de 0.265 Hm<sup>3</sup>/an soit 10 à 15 fois plus.

Les transports solides détériorent la qualité de l'eau brute en augmentant la turbidité et les matières en suspension. Les valeurs élevées sont un problème pour le traitement.

### III.6 Conclusion

L'étude des caractéristiques physiographiques du bassin versant de Taksebt fait ressortir que ce dernier est peu allongé, et défini par un périmètre de 102.3 Km qui enclot une superficie de 457.9 Km<sup>2</sup>. La courbe hypsométrique montre une forte pente du relief ce qui entrainerait des écoulements torrentiels. Le réseau hydrographique est bien développé, caractérisé par un chevelu très ramifié et un drainage important. L'importante végétation couvre et protège les sols.

La pluviométrie avoisine les 800 mm/an en moyenne à Taksebt et Tizi-Ouzou avec de grandes irrégularités interannuelles, ce qui caractérise le climat méditerranéen. A l'échelle du BV elle est de 950 mm et dépasse les 1500 mm/an sur les sommets du Djurdjura.

La neige sur les sommets du BV influence le régime des apports au barrage qui est pluvio-nival avec un différé et un soutient des écoulements de deux à trois mois (avril, mai à juin) (Figure 24).

Les valeurs de température moyennes mensuelles sont très variables, atteignant leurs valeurs maximales en juillet et Août (28,7°C) et chutent vers des valeurs très faibles en Janvier (10,6°C).

Les vents ont des vitesses moyennes annuelles relativement faibles (1,90m/s).

L'humidité relative moyenne est plus importante en hiver avec des maxima en Décembre et Janvier et des minima en Juillet mais toujours supérieur à 50% (Tableau 18). L'humidité s'accumule et stagne dans la vallée encaissée par tous les temps.

L'analyse des résultats du bilan hydrologique, selon *THORONTHWAITE*, montre que 2018-2019 est une année hydrologique humide (71%) et pluvieuse avec une évapotranspiration de 425,8mm (> 50%). L'écoulement disponible est de 425,2 mm soit des apports de 195,124HM<sup>3</sup> pour cette année là.

**Chapitre IV**  
**Qualité hydro-chimique et**  
**bactériologique en surface et en**  
**profondeur des eaux brutes**

## IV. Chapitre : Qualité hydro-chimique et bactériologique en surface et en profondeur des eaux brutes

### IV.1 Introduction :

Le barrage de Taksebt assure un transfert d'eau potable pour environ 4.000.000 d'habitants dans trois wilayas, et cela nécessite une garantie de distribution d'une eau de meilleure qualité.

La qualité d'une eau est définie par ses caractéristiques physiques, chimiques et bactériologiques aussi selon son utilisation. Une eau impropre à la consommation humaine peut être adaptée à l'irrigation ou à la pisciculture.

Dans le cadre de cette étude, nous avons effectué plusieurs campagnes d'échantillonnage, en amont et en aval du barrage, en collaboration avec la SEAAL, l'ANBT et l'ONA.

### IV.2 Matériels et méthodes d'analyses

#### IV.2.1 Echantillonnage

Dans le cadre de notre suivi, nous avons organisé six campagnes d'échantillonnage sur le plan d'eau du barrage Taksebt durant l'année hydrologique 2018-2019.

Les prélèvements d'eau brute ont été faits d'amont en aval, en surface et en profondeur sur six points dans le barrage, présentés dans la **figure 26**. L'échantillonnage en profondeur est fait avec un préleveur suivant trois gammes de profondeurs :

- La première profondeur (PRF1) est comprise entre 4m et 15m,
- La deuxième profondeur (PRF2) est comprise entre 15m et 24m ;
- Et la dernière (PRF3) est comprise entre 24m et 40m.

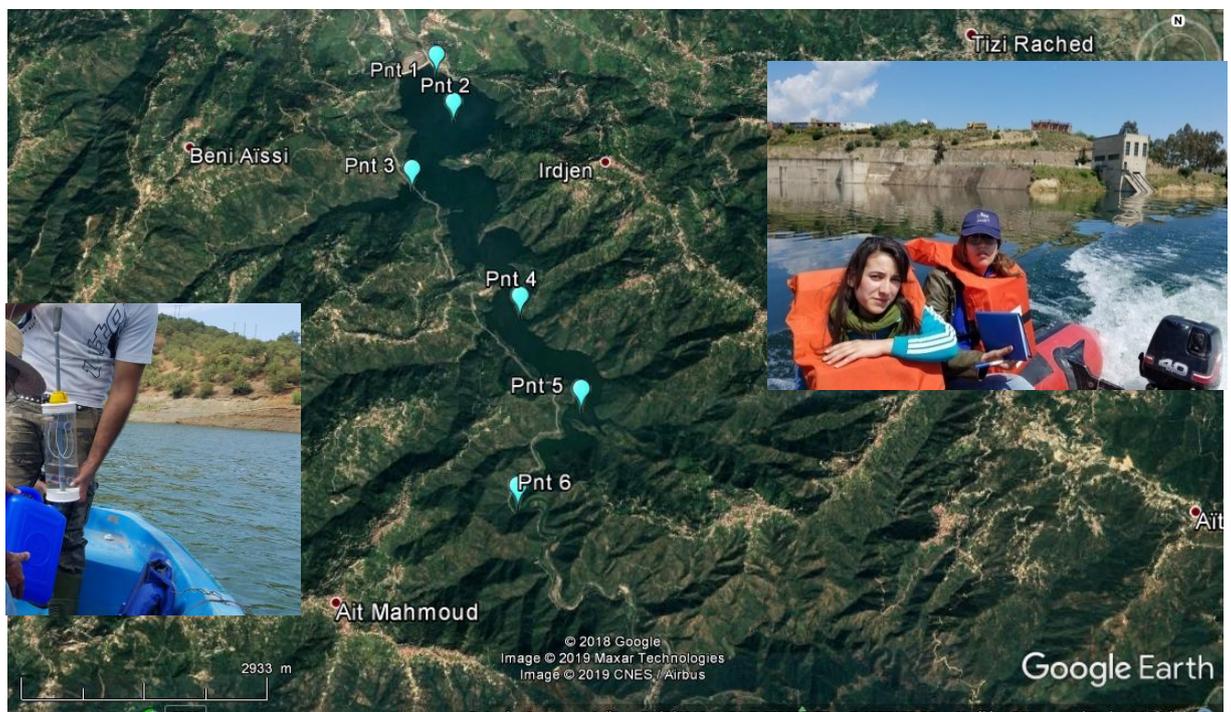
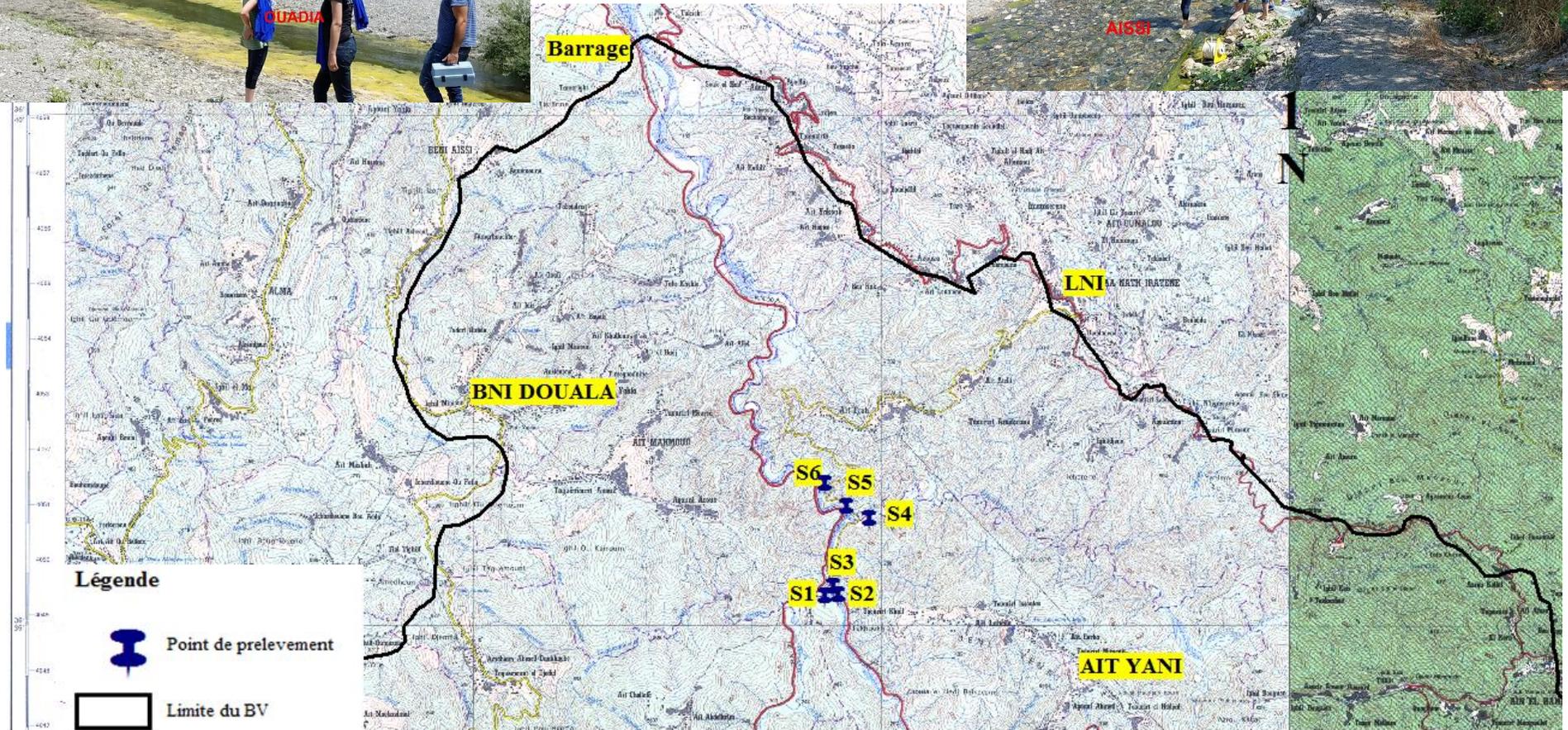


Figure 26 : Situation des points de prélèvements du plan d'eau du barrage Taksebt sur photo satellitaire et échantillonnage en surface et en profondeur.

(Pnt 1 : prises d'eau près de la digue, Pnt 2 : Milieu du barrage, Pnt 3 : Sous le pont Taboudrist ; Pnt 4 : Rive droite At Hague- Tala khellil, Pnt 5 : Amont barrage, Pnt 6 : Queue du barrage)

Nous avons aussi élaboré deux campagnes dans les principaux affluents qui déversent dans le barrage de Taksebt. Les six oueds échantillonnés sont illustrés dans la **figure 27** ci-dessous.



S1: Oued Ouadhia, S2: Oued Ouacif, S3: Confluence Ouadhia-Ouacif, S4: Oued Djemaa, S5: Confluence Djemaa-Aissi, S6: Oued Aissi, amnt station hydrométrique RN30  
 Figure 27: Situation des Sites de suivi de la qualité des eaux de l'oued Aissi et de ses affluents en amont du barrage Taksebt

Les échantillons ont été recueillis dans des flacons pré-conditionnés de 1 L en plastique pour la physico-chimie et 500 ml en verre pour la bactériologie.

Les mesures des paramètres physico-chimiques (pH, conductivité, température, turbidité, TDS, oxygène dissout) ont été faites in-situ, avec une sonde multiparamétrique en profondeur (Conductivité, Température et TDS) et un multi-paramètre **WTW Multi 3420** (pH, Température et Conductivité), un Oxymètre, un Turbidimètre et un Chloromètre en surface.

L'acheminement des échantillons a été fait dans des glacières afin de conserver les caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques des échantillons.

## IV.2.2 Analyses au laboratoire

Les analyses d'eau ont été effectuées au laboratoire de la station de traitement des eaux du barrage de Taksebt près d'Oued Aissi, quelques fois au laboratoire central à Alger SEAAL et quelques paramètres au laboratoire de l'ONA (DBO<sub>5</sub>, DCO et MES).

Les éléments majeurs suivant ont été fait (Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, Fe<sup>++</sup>, Mn<sup>++</sup>, Al<sup>3+</sup>, etc...).

Les méthodes utilisées pour la physico-chimie sont :

Méthodes volumétriques (titrimétrie) pour les éléments suivants : Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>, Cl<sup>-</sup>, MO, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, TH, TAC et TA. Méthodes de spectrophotométrie en utilisant un spectrophotomètre HACH LANGE DR 6000 pour les éléments (SO<sub>4</sub><sup>-</sup>, Fe<sup>++</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, Al<sup>3+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Mn<sup>++</sup>). Méthodes par filtration pour les résidus sec et les MES.

Pour la bactériologie nous avons utilisé 2 méthodes qui sont : Méthode par filtration sur membrane pour le dénombrement des coliformes, E. Coli, et les spores de bactéries anaérobies sulfito-réductrices. Méthode par incorporation utilisée pour l'ensemencement des germes totaux.

## IV.3 Résultats et discussions

### IV.3.1 Qualité des eaux du plan d'eau du barrage Taksebt

#### IV.3.1.1 Etude des paramètres physiques

##### IV.3.1.1.1 Température de l'eau

La température est un paramètre physique clé, qui permet de déterminer les processus chimiques et biologiques au sein des cours d'eau et joue un rôle dans la solubilité des sels et des gaz, aussi dans la dissociation des sels dissous et dans la détermination du pH et de la conductivité, pour la connaissance de l'origine de l'eau et les mélanges éventuels. Au outre cette mesure est très utile pour les études limnologiques. (RODIER J, 1996).

Les eaux courantes qui alimentent le barrage de Taksebt arrivent avec une température équivalente à 14- 15°C en hiver, atteignant les **25 à 28°C** en été. Elles sont conformes avec celles de l'air présentées dans **le tableau 23** le tableau en annexe et les (Figures 28 à 38).

Tableau 23: Variations de la température (°C) des eaux brutes du barrage Taksebt en surface et profondeur.

T°C	Toure de Prise						Milieu du Barrage				
Date	15-9-18	9-11-18	13-4-19	21-5-19	12-6-19	3-9-19	15-9-18	13-4-19	21-5-19	12-6-19	3-9-19
Surface	27	18,2	15,1	22,2	_	28,2	26,7	16,3	22,2	_	28,1
PRF 1	26,2	18,1	14,4	15,4	18,7	27,3	14,5	16,8	16,1	18,9	21,4
PRF 2	16,7	15,4	13	11,6	11,9	14,3	_	15,5	11,6	13,7	18,5
PRF 3	13,7	10,5	11,2	10,8	_	10,8	_	_	10,7	_	11,6

PRF1 : entre 4m et 15m, PRF 2 : entre 15m et 24m ; PRF 3 : entre 24m et 40m.

Les températures des eaux diminuent en descendant de la surface vers la profondeur. Les températures en première gamme de profondeur (4 m à 15 m) ne varient pas beaucoup par rapport à la surface, elles sont influencées par les températures de l'air. Elles varient de **16 à 10,5°C** au fond du barrage.

Il est admis une inversion de température dans les plans d'eau en hiver (remontée des eaux chaudes et enfoncement des eaux froides) que nous n'avons pas constaté vu la faible fréquence des analyses et de leur absence en hivers.

Au printemps, l'eau s'échauffe en surface, mais nous remarquons toujours qu'il existe une décroissance de température avec la profondeur (cas du mois d'Avril et Mai 2019).

En été, l'eau s'échauffe considérablement (influencée par la température de l'air), pénètre jusqu'à une profondeur de 10m (26°C).

Les variations de la température restent sous la norme algérienne 2011 pour les eaux brutes superficielles destinées à l'alimentation en eau potable qui est de 25°C, sauf aux mois de Septembre 2018 et 2019 qui sont expliquées soit par l'influence de température de l'air, soit c'est la température de la zone d'alimentation ou provoquées par les fortes réactions biochimiques et biologiques.

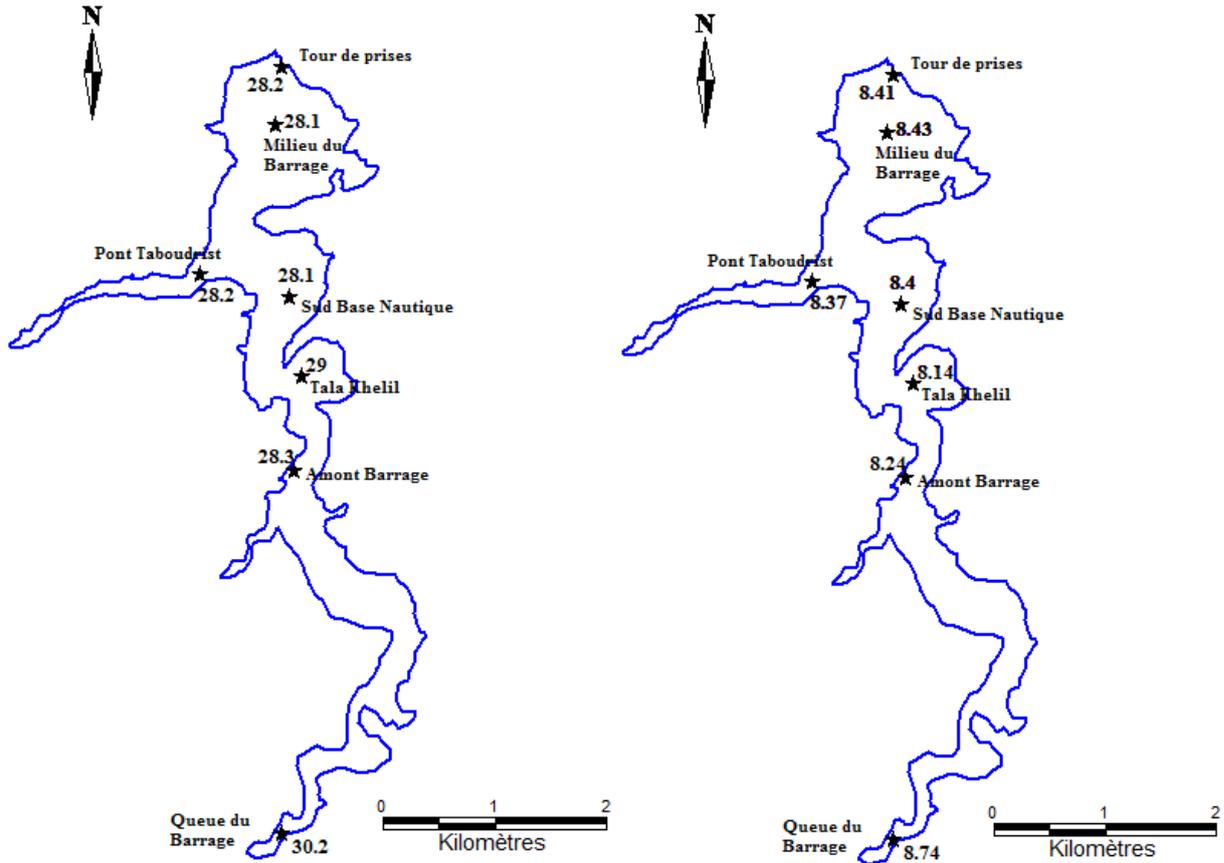


Figure 28 : Carte de valeurs de la température (°C) et du pH des eaux brutes dans le plan d'eau du barrage Taksebt en mois de septembre 2019

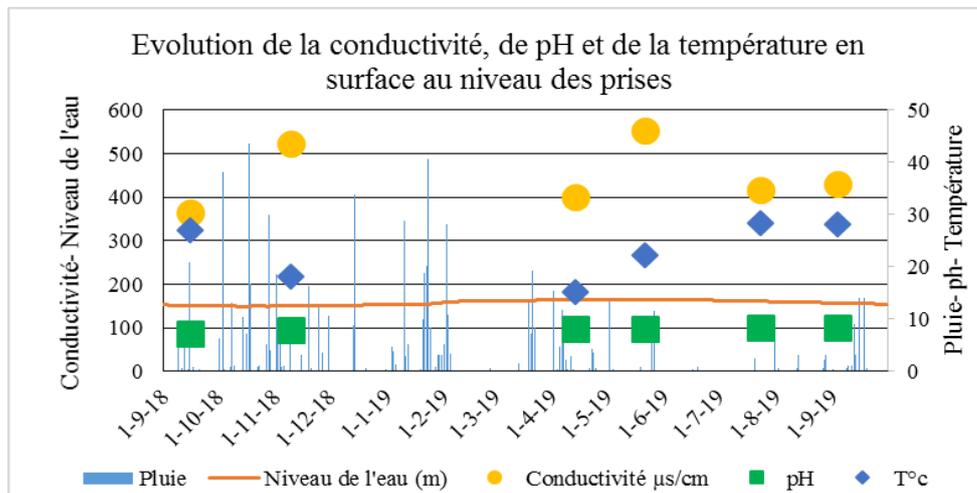


Figure 29: Evolution de la conductivité, du pH et de la température des eaux brutes du barrage en surface au niveau des prises.

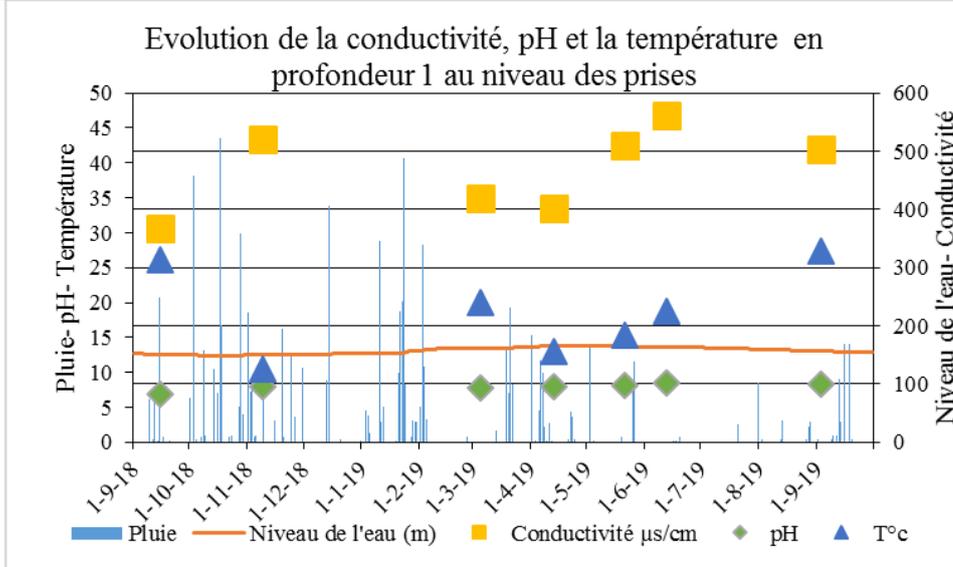


Figure 30: Evolution de la conductivité, pH et la température des eaux brutes du barrage Taksebt en profondeur 1 au niveau des prises.

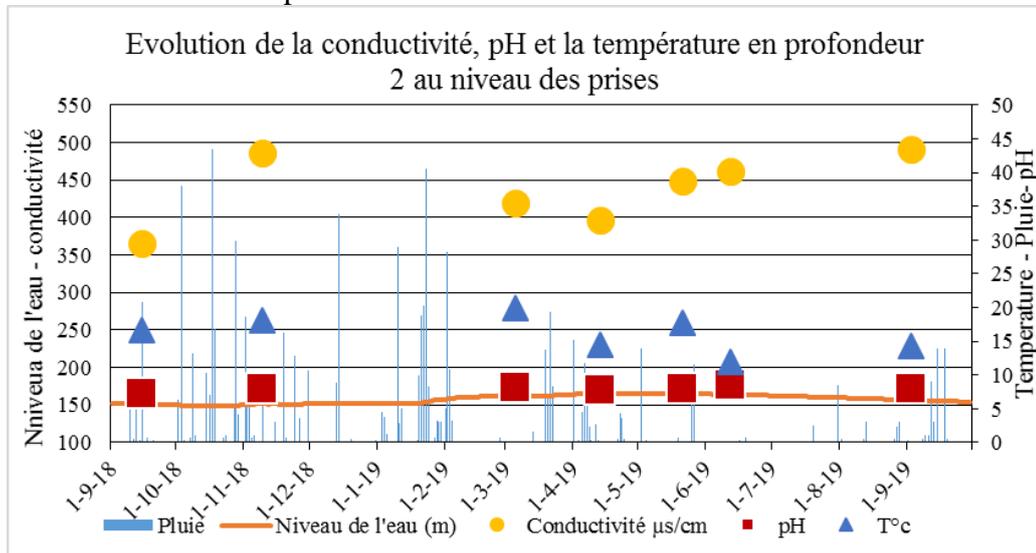


Figure 31: Evolution de la conductivité, pH et la température des eaux brutes du barrage Taksebt en profondeur 2 au niveau des prises.

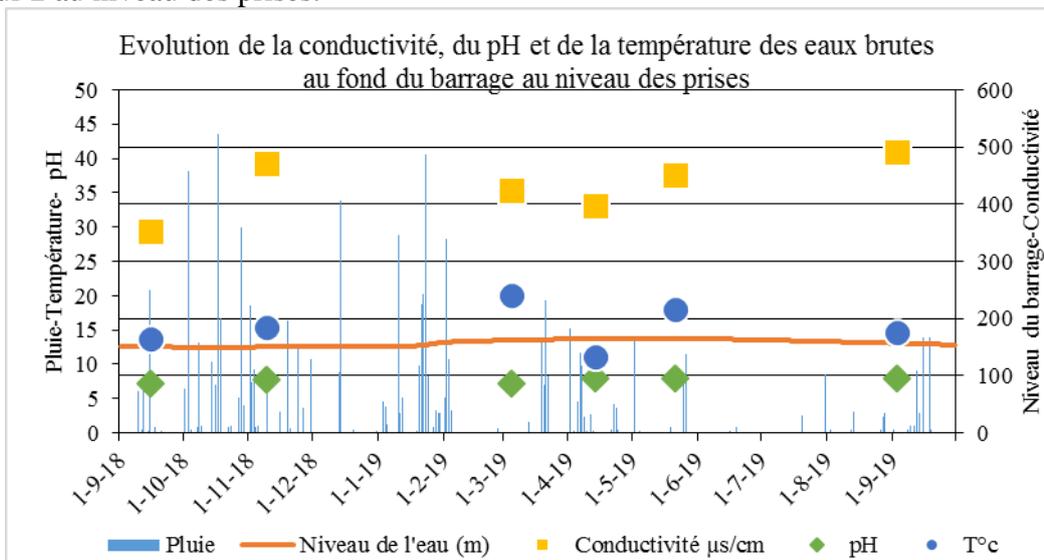


Figure 32 : Evolution de la conductivité, du pH et de la température des eaux brutes profondeur 3 (fond) du barrage Taksebt au niveau des prises.

#### IV.3.1.1.2 Le pH

Le pH ou le potentiel d'hydrogène, exprime la concentration en ion  $H^+$  d'une solution qui lui confère son caractère acide ou basique. C'est un paramètre physique qui détermine le caractère incrustant ou agressif d'une eau. Le pH des eaux naturelles est lié à la nature des terrains traversés. Il intervient dans des phénomènes complexes avec d'autres paramètres comme la dureté, l'alcalinité et la température. La gamme admissible du pH selon les normes du JORA n° 34 de 2011 (présenté en annexe) qui est comprises entre 6,5 et 9.

Selon les (figures de 28 à 38) et le *tableau 24*, le pH évolue entre 7.2 et 8.5. Il augmente en allant de l'amont en aval. Notant que le pH ne varie pas vraiment entre la surface et les différentes profondeurs.

Les variations de mesures sont influencées par la température et l'oxygénation entre le terrain et le laboratoire ainsi que l'état du matériel utilisé, mais ne dépasse pas la norme algérienne, 2011[6.5-9].

Le pH décroît en allant vers la profondeur proportionnellement avec l'oxygène dissous et la température de l'eau.

L'alcalinité de l'eau est en fonction de la valeur du pH, quand ce dernier dépasse la valeur de **8.2** à **8.3** le titre alcalimétrique est présent et déduit par la méthode volumétrique.

Tableau 24: Variation du pH dans les eaux brutes du barrage Taksebt en surface et aux différentes profondeurs

pH	Tour de Prise							Milieu du Barrage				
	15-9-18	9-11-18	5-3-19	13-4-19	21-5-19	12-6-19	3-9-19	15-9-18	13-4-19	21-5-19	12-6-19	3-9-19
Surface	7,3	7,86	—	8,2	8,11	—	8,41	8,01	7,92	—	—	8,2
PRF 1	6,86	7,98	7,74	8,02	—	8,5	—	—	—	7,98	8,13	—
PRF 2	7,3	7,67	8,19	7,82	—	8,5	—	7,49	7,98	7,91	8,57	7,78
PRF 3	7,24	7,97	7,26	7,91	—	—	—	—	7,88	7,78	—	—

#### IV.3.1.1.3 La conductivité

La conductivité électrique d'une eau est la propriété qu'elle possède pour favoriser le passage d'un courant électrique. Elle traduit globalement sa teneur en sels dissous et permet d'évaluer approximativement sa minéralisation globale et d'en suivre l'évolution.

On remarque d'après les (figures 28 à 38) et le *tableau 25* que la conductivité des eaux du barrage Taksebt est comprise entre **350** et **620  $\mu\text{s/cm}$**  c'est une minéralisation moyenne. Ses variations sont nettement inférieures à la norme algérienne, 2011 qui est de 2800  $\mu\text{s/cm}$ .

On remarque une augmentation brutale au début de l'année hydrologique (novembre 2018, Septembre 2019) qui s'est produit lors du phénomène de lessivage ou ce qu'on appelle aussi l'effet de chasse où les pluies charrient les sels minéraux en traversant les formations géologiques ainsi que les charges polluantes. On remarque aussi qu'elle diminue en allant de la surface en profondeur.

Tableau 25 : Valeurs de la conductivité ( $\mu\text{s/cm}$ ) des eaux brutes du barrage Taksebt en surface et en différentes profondeurs.

Cond	Tour de Prise							Milieu du Barrage				
	15-9-18	9-11-18	5-3-19	13-4-19	21-5-19	12-6-19	3-9-19	15-9-18	13-4-19	21-5-19	12-6-19	3-9-19
Surface	365	522	—	400	552	—	429	372	398	—	—	618
PRF 1	367	521	419	401	510	561	503	—	—	466	451	604
PRF 2	365	472	420	397	452	462	491	401	404	443	403	464
PRF 3	352	487	424	398	458	—	453	—	—	464	—	455

PRF1 : entre 4m et 15m, PRF 2 : entre 15m et 24m ; PRF 3 : entre 24m et 40m.

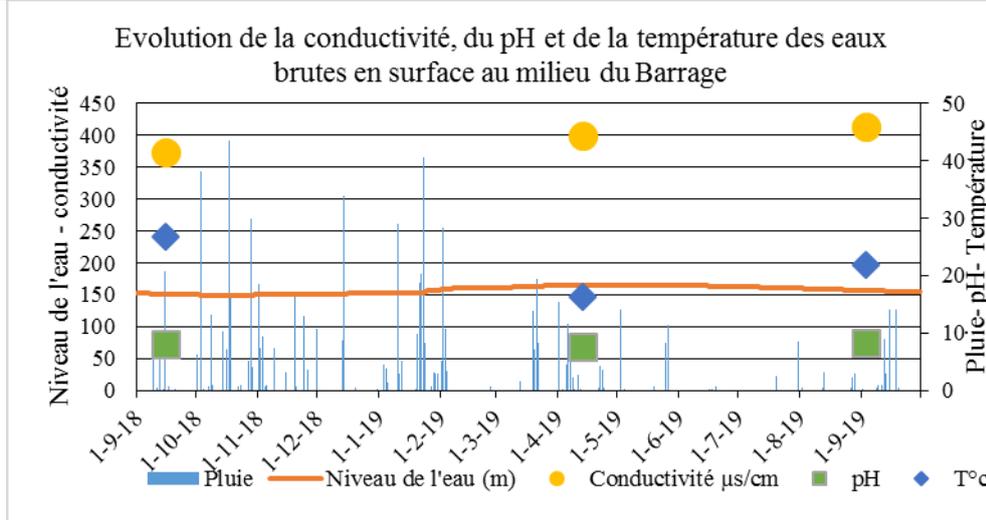


Figure 33: Evolution de la conductivité, du pH et de la température des eaux brutes du barrage en surface au milieu du Barrage

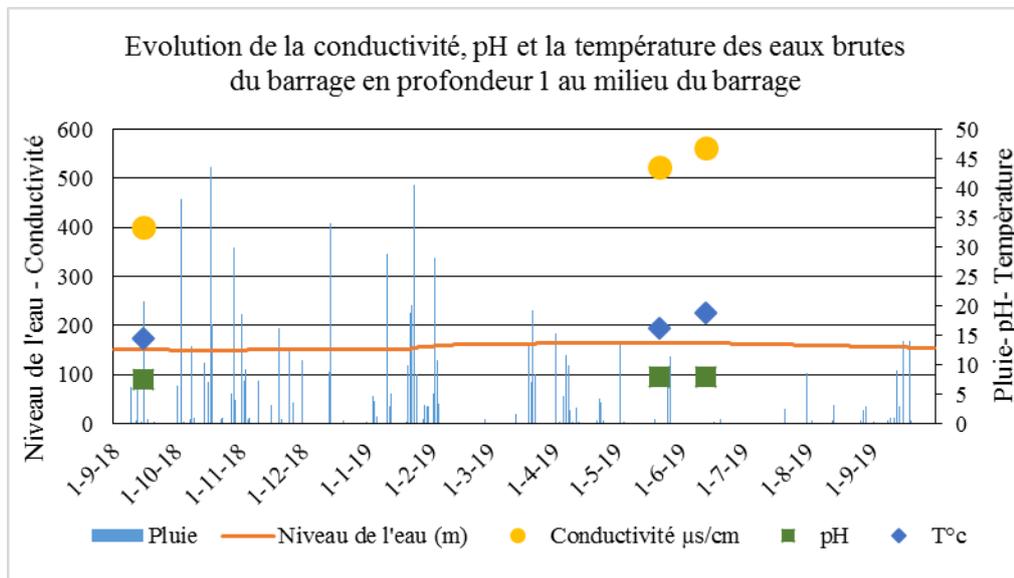


Figure 34: Evolution de la conductivité, pH et la température des eaux brutes du barrage Taksebt en profondeur 1 au milieu du barrage.

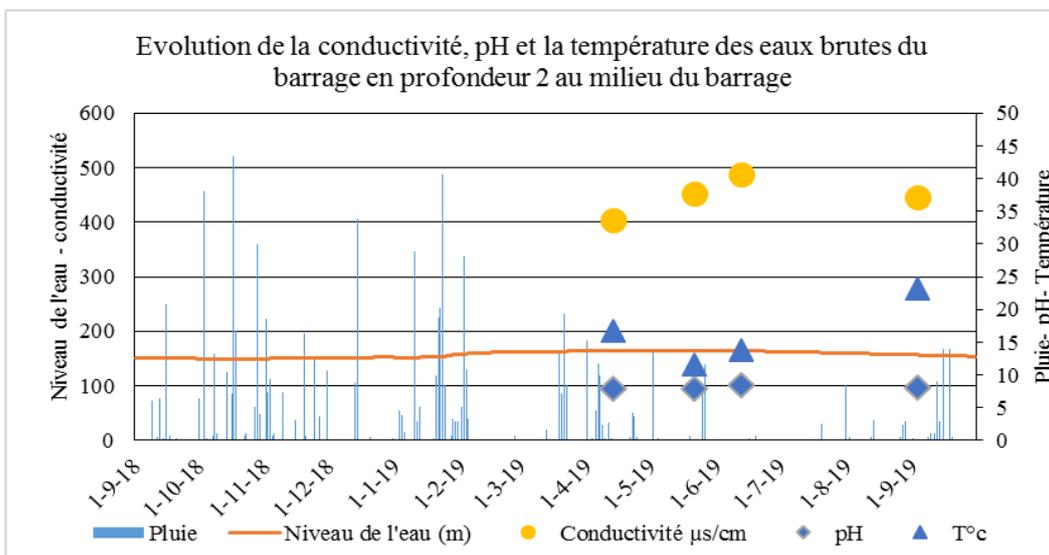


Figure 35: Evolution de la conductivité, pH et la température des eaux brutes du barrage Taksebt en profondeur 2 au milieu du barrage

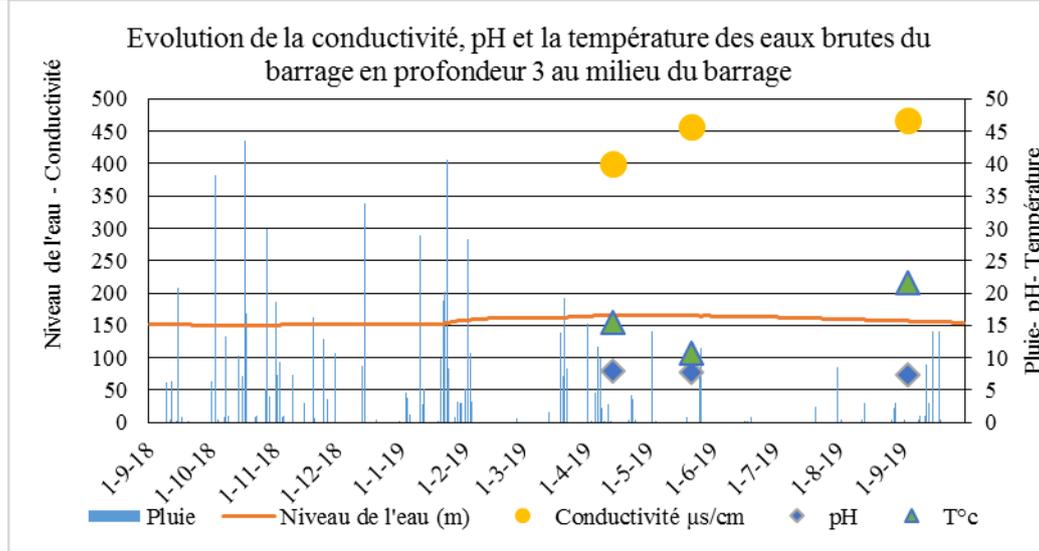


Figure 36: Evolution de la conductivité, pH et la température des eaux brutes du barrage Taksebt en profondeur 3 au milieu du barrage.

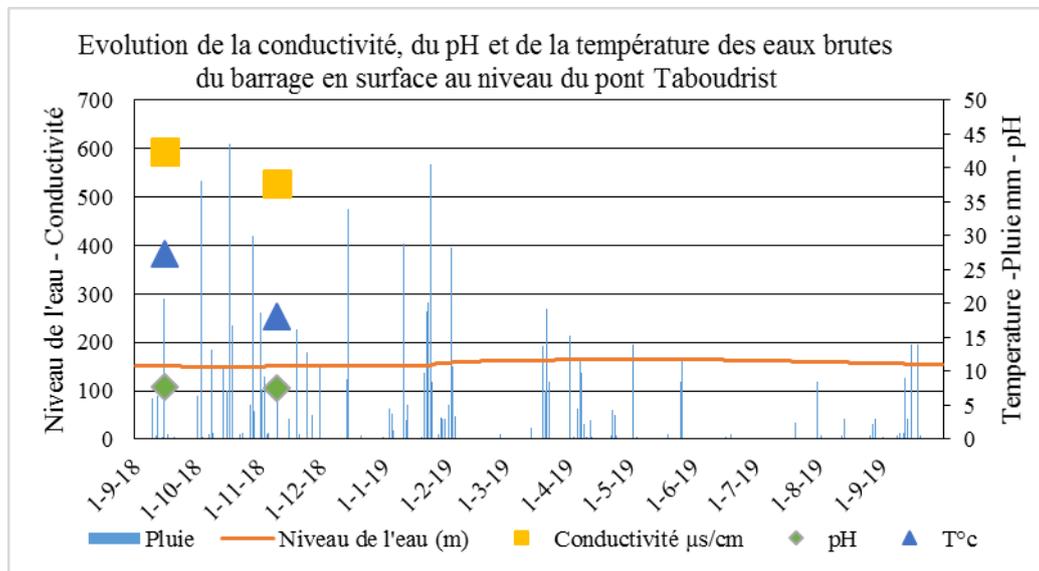


Figure 37 : Evolution de la conductivité, du pH et de la température des eaux brutes du barrage en surface au niveau du pont Taboudrist (en amont).

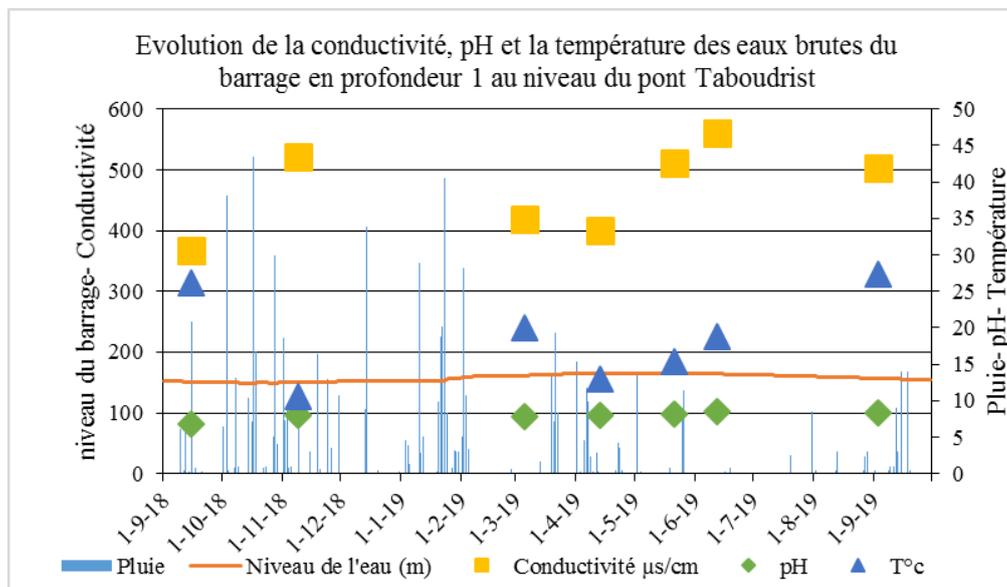


Figure 38: Evolution de la conductivité, pH et la température des eaux brutes du barrage Taksebt en profondeur 1 au niveau du pont Taboudrist (en amont).

**IV.3.1.1.4 La turbidité**

La turbidité est la réduction de la transparence de l'eau due à la présence de la matière non dissoute, les matières en suspension et les matières colloïdales d'origine minérale ou organique. Cette dernière empêche la propagation de la lumière dont la diminution d'intensité a pour conséquence de limiter la végétation. Son unité de mesure est NTU (*Nephelometric Turbidite Unit*): Unité de Turbidité Néphalométrique. Sur les eaux de surface oueds et lacs les valeurs sont comprises en général entre 10 et 50NTU. Ces valeurs augmentent à plus de 100 NTU avec l'arrivée des particules et autres suite aux charriages après de fortes averses ou déversements de rejets. Les fortes valeurs posent des difficultés de traitement en station de potabilisation.

Les (figures 39 à 47) et le **tableau 26** montrent que les valeurs de turbidité pour les eaux brutes du barrage Taksebt sont comprises entre **2** et **4** NTU en surface. Les eaux courantes en amont sont plus chargées en MES arrivent en aval (eaux stagnantes) et se décantent.

Dans les eaux profondes, la turbidité varie dans un intervalle de **1** à **4.5** NTU dans le plan d'eau, à l'exception du mois de Novembre en amont du Barrage **10** à **12** NTU qui est dues aux apports des fortes pluies tombées ces jours-là.

Tableau 26 : Valeurs de la turbidité (NTU) des eaux du barrage Taksebt en surface et différentes profondeurs

Turbidité	Tour de Prise						Milieu du Barrage			
	15/9/18	9/11/18	13/4/19	21/5/19	12/6/19	3/9/19	15/9/18	21/5/19	12/6/19	3/9/19
Surface	2,62	2,76	_	3,12	_	3,4	1,6	_	_	2,02
PRF 1	1,79	2,54	0,82	3,07	4,03	2,17	2,03	1,08	1,44	_
PRF 2	1,57	1,56	_	2,77	4,42	_	1,48	1,64	1,9	0,65
PRF 3	1,2	4,3	_	1,47	_	_	0,02	0,64	_	_

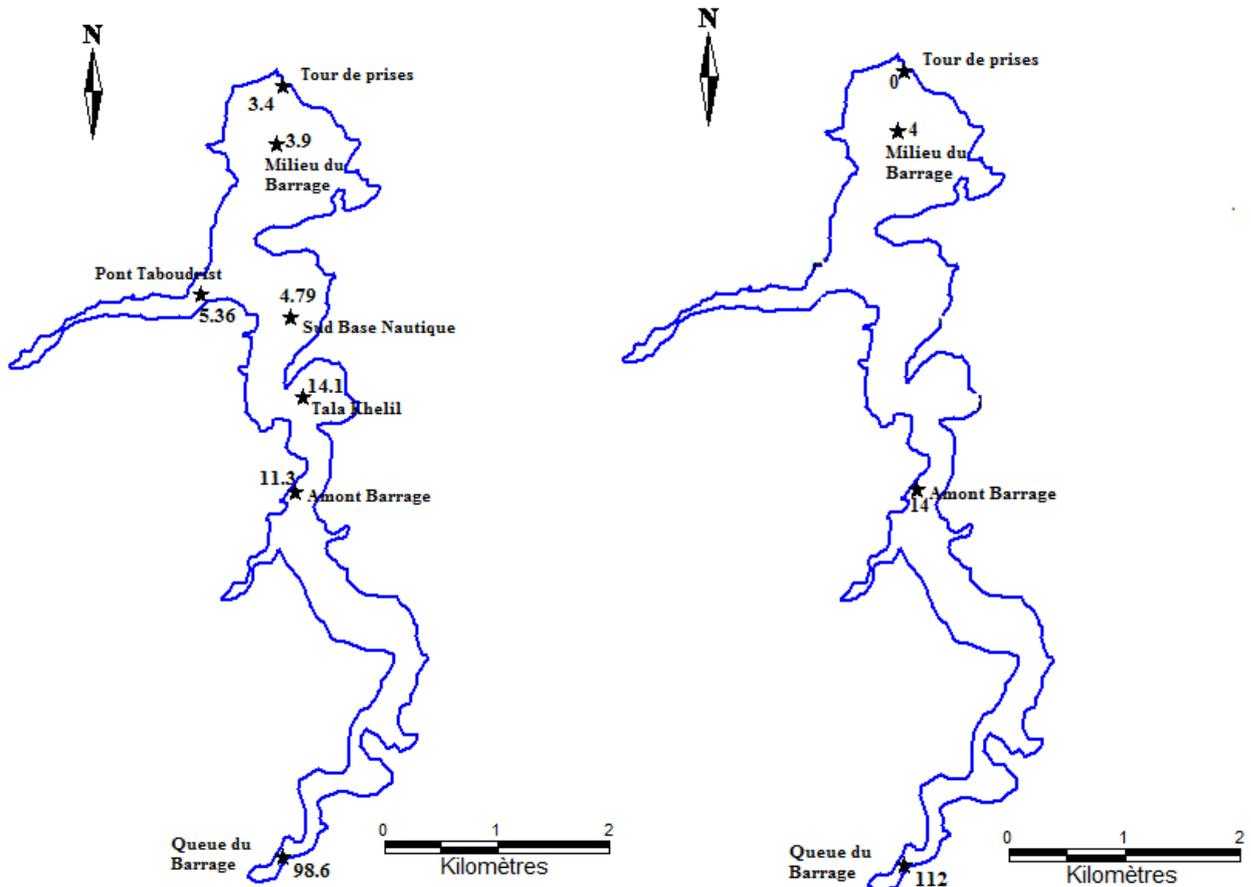


Figure 39 : Variation de la turbidité (NTU) et de MES (mg/l) dans les eaux brutes du barrage Taksebt au mois de Septembre 2019.

### IV.3.1.1.5 L'oxygène dissous

L'Oxygène dissous est un composé essentiel de l'eau car il permet la vie de la faune. La solubilité de l'oxygène dans l'eau dépend de plusieurs facteurs tels que la température, la pression atmosphérique et la minéralisation de l'eau.

La teneur moyenne en Oxygène dissous dans les eaux brutes du barrage de Taksebt en surface d'amont en aval varie entre 4 et 8.5%, voire les *figures 39 à 47* et le *tableau 27*, aussi que le tableau en annexe marquée par des valeurs élevées durant les mois où l'apport pluviométrique est élevé ce qui fait augmenter la turbidité dans le barrage et donc l'apport solide (MES) qui empêche les organismes de consommer cet oxygène.

Avec la profondeur, la teneur en Oxygène dissous a tendance à diminuer. Elle décroît de 7 à 2%. Des phénomènes anaérobies peuvent se développer quand la température s'élève, la teneur en oxygène diminue en raison de sa plus faible solubilité mais aussi à cause de la consommation accrue par les êtres vivants et les bactéries qui se multiplient (cas du mois de Mai, Avril 2019). Ces teneurs ne dépassent guère la norme algérienne, 2011 qui est de 30%.

Tableau 27 : Valeurs de l'Oxygène dissous (%) des eaux du barrage Taksebt en surface et différentes profondeurs.

O <sub>2</sub>	Tour de Prise							Milieu du Barrage		
	15/9/18	9/11/18	5/3/19	13/4/19	21/5/19	12/6/19	3/9/19	21/5/19	12/6/19	3/9/19
Surface	6,81	6,67	—	4,7	7,8	—	—	—	—	2,72
PRF 1	6,24	2,93	8,97	2,1	4,4	6,4	2,25	4,4	3,6	—
PRF 2	6,05	6,53	9,69	2,9	4,1	6,6	2,33	3,5	6,9	7,37
PRF 3	6,25	4,25	6,05	2,8	3,8	—	—	3,3	—	—

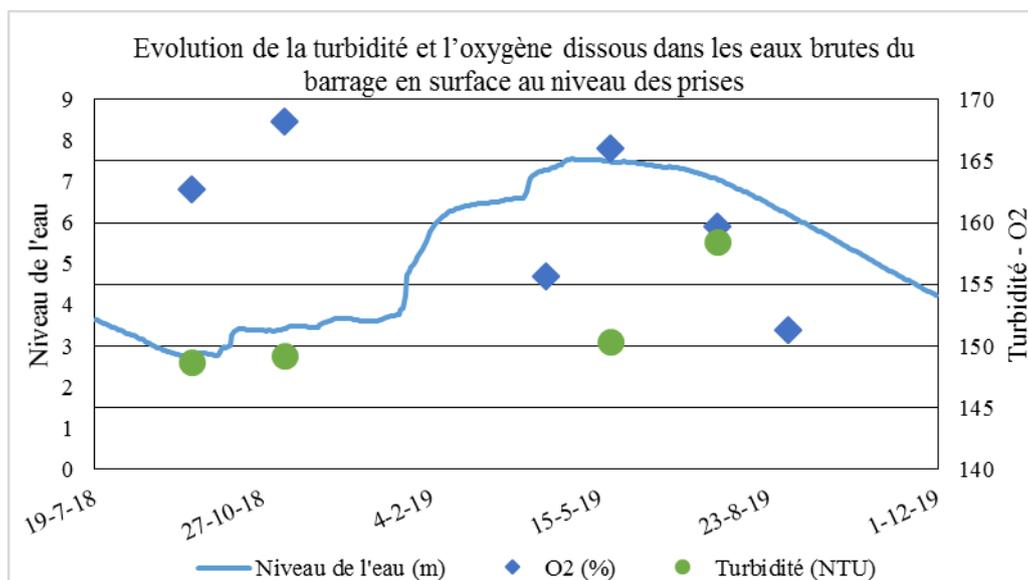


Figure 40: Evolution de la turbidité et l'oxygène dissous dans les eaux brutes du barrage Taksebt en surface au niveau des prises.

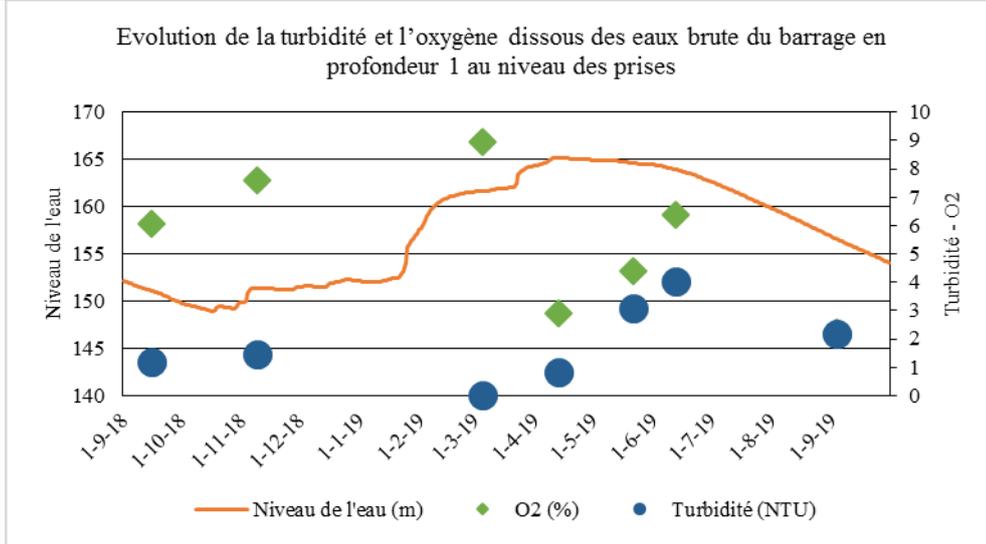


Figure 41: Evolution de la turbidité et l'oxygène dissous des eaux du barrage Taksebt en profondeur 1 au niveau des prises d'eau.

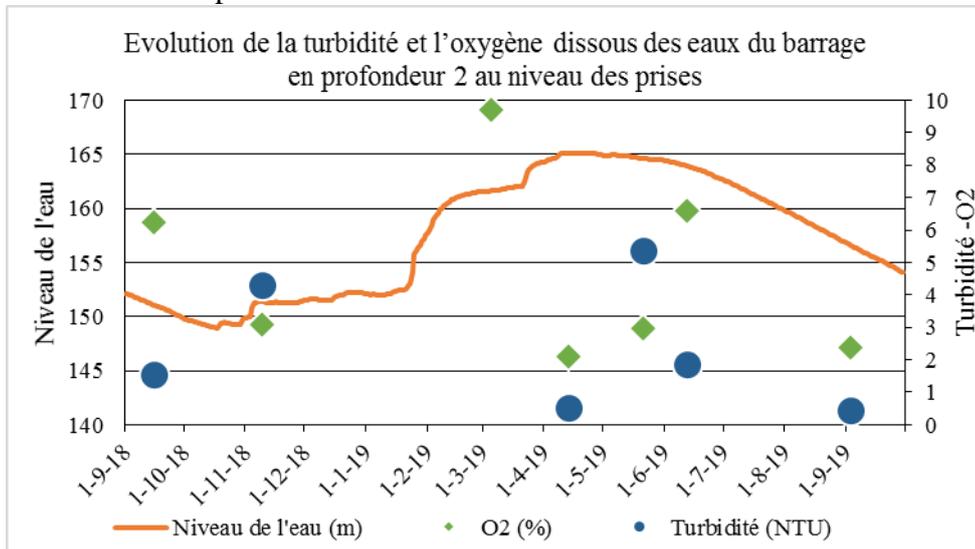


Figure 42: Evolution de la turbidité et l'oxygène dissous des eaux brutes du barrage Taksebt en profondeur 2 au niveau des prises d'eau.

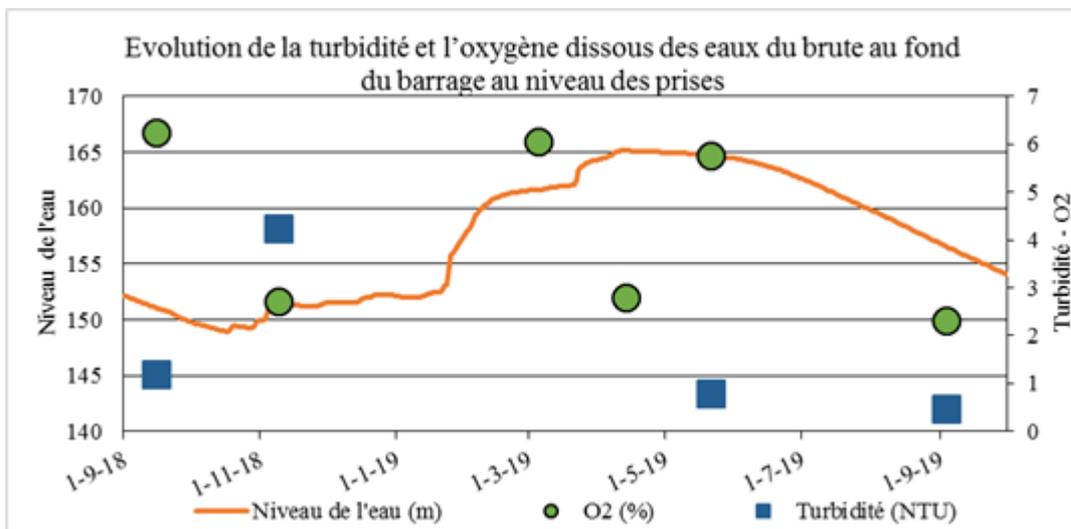


Figure 43: Evolution de la turbidité et l'oxygène dissous dans les eaux brutes au fond du barrage Taksebt au niveau des prises.

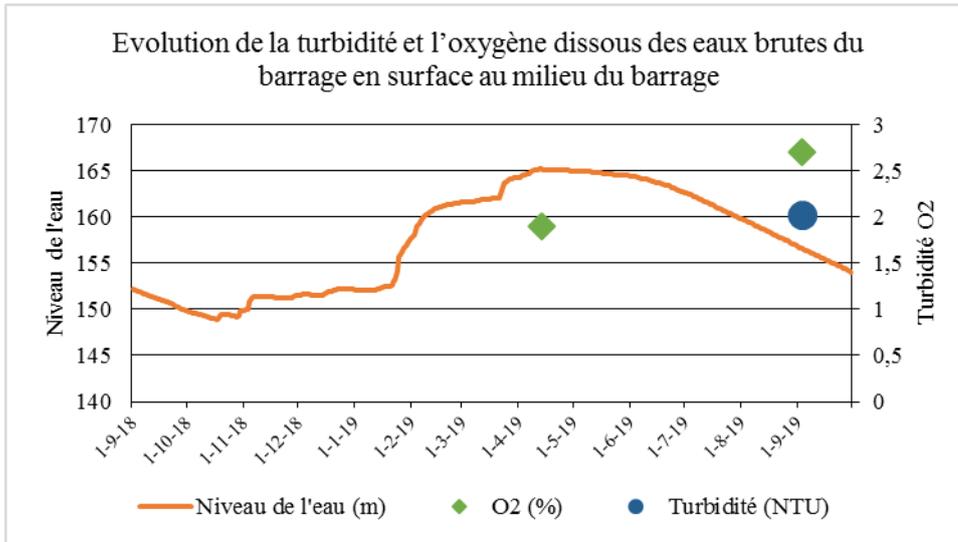


Figure 44: Evolution de la turbidité et l'oxygène dissous des eaux brutes du barrage Taksebt en surface au milieu du barrage.

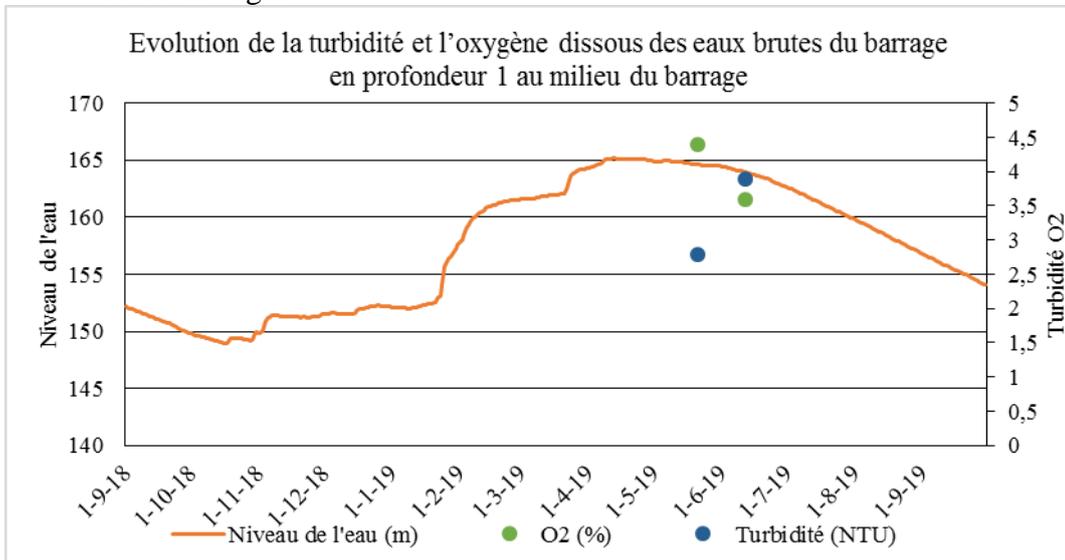


Figure 45: Evolution de la turbidité et l'oxygène dissous des eaux brutes du barrage Taksebt en profondeur 1 au milieu du barrage

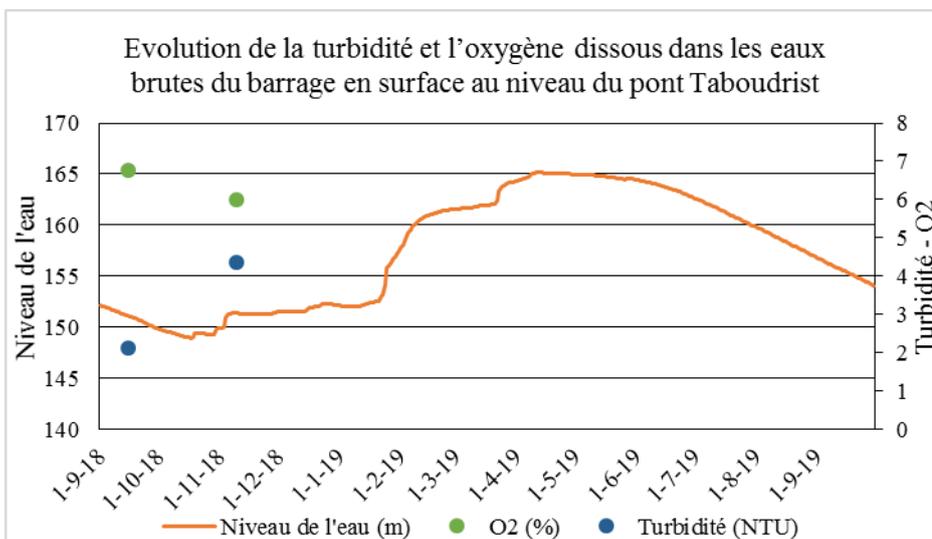


Figure 46: Evolution de la turbidité et l'oxygène dissous dans les eaux brutes du barrage de Taksebt en surface au niveau du pont Taboudrist(en amont).

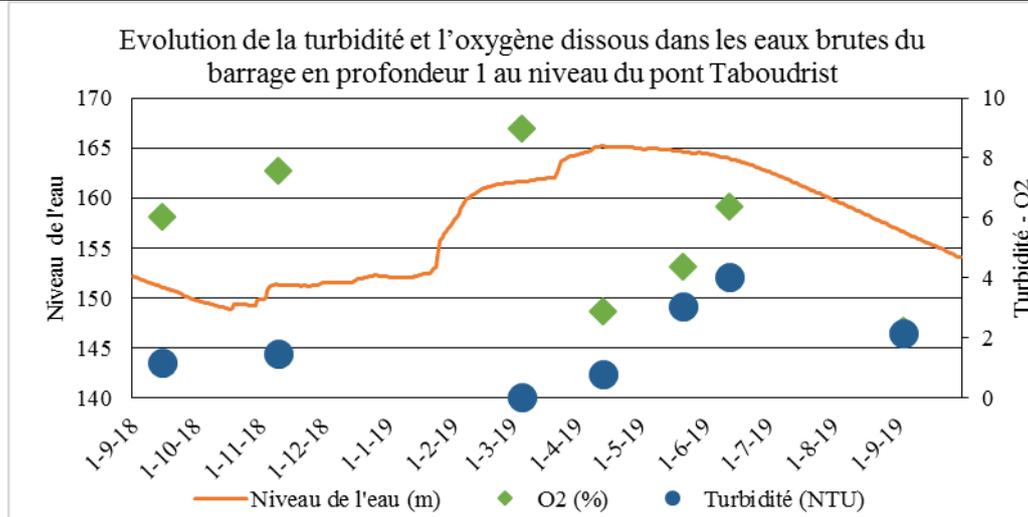


Figure 47: Evolution de la turbidité et l'Oxygène dissous dans les eaux brutes du barrage de Taksebt en profondeur 1 au niveau du pont Taboudris(en amont).

### IV.3.1.2 Minéralisation globale / Physico-chimie

#### IV.3.1.2.1 Alcalinité

L'alcalinité correspond à la capacité d'une eau à réagir avec les ions hydrogène ( $H^+$ ) qui est due à la présence des ions hydrogénocarbonate ( $HCO_3^-$ ), carbonate ( $CO_3^{--}$ ) et hydroxyde ( $OH^-$ ). (RODIER 1996).

Il existe deux types d'alcalinité qui se distinguent selon la borne de pH : Titre alcalimétrique complet (TAC) ou alcalinité au point de virage du rouge de méthyle au pH de 4.5 ce qui revient à déterminer les bicarbonates ( $HCO_3^-$ ) le Titre alcalimétrique (TA) ou alcalinité au point de virage de la phénophtaléine qui sert à déterminer les carbonates ( $CO_3^{--}$ ). Cette alcalinité est nulle pour une eau dont le  $pH \leq 8.24$  (in ARAB L).

Le TA varie entre 0 et 9 mg/l et, le TAC entre 116 et 159 mg/l ; ces valeurs sont prises en compte dans un ensemble de paramètres (pH, TH, température, pluviométrie...).

#### IV.3.1.2.2 Dureté totale (TH)

La dureté totale ou titre hydrotimétrique TH fait référence à la concentration en hydrogénocarbonates de magnésium et de calcium dissous dans l'eau ; totalité de tous les sels de calcium et de magnésium dissous dans l'eau. La dureté a un caractère naturel lié aux lessivages des terrains traversés et correspond à la teneur en calcium et en magnésium. Les eaux provenant de terrains calcaires et surtout des terrains gypseux peuvent avoir des duretés très élevées. Par contre, les eaux en provenance des terrains cristallins, métamorphiques ou schisteux auront des duretés très faibles (RODIER 1996). Il y a trois classes de dureté : Eau douce : 0 – 150 mg/l ; Eau mi-dure : 150 – 300 mg/l ; Eau dure : > 300 mg/l (in ARAB L).

Le tableau n° en annexe montre des duretés d'eau brute comprises entre **170 et 380 mg/l** en surface et entre **92 et 230mg/l** en profondeur. Elles diminuent de la surface vers la profondeur à l'exception des mois à forte pluviométrie où elles subissent une légère augmentation en allant en profondeur. Les valeurs indiquent une eau mi-dure ou moyennement douce.

#### IV.3.1.2.3 Calcium

Le calcium est un métal alcalino-terreux extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires et marneuses entraînant dans les eaux, divers sels de calcium essentiellement les carbonates et les sulfates. Composant majeur de la dureté de l'eau, le calcium est généralement l'élément dominant des eaux potables, et en traces pour les eaux de pluies. Sa teneur varie essentiellement suivant la nature des terrains traversés. (RODIER 1996)

Les teneurs en calcium de l'eau brute contrôlées durant nos analyses effectuées en différents points de prélèvements, en surface et en profondeur, présentées dans le **tableau 28**, le tableau n° en annexe et les **figures 48 à 53**, sont comprises entre **43 et 58 mg/l** en surface et en profondeur entre **14 et 67 mg/l**. Celles-ci diminuent de l'amont en aval en surface et en profondeur, à l'exception au début de l'année hydrologique (mois de Novembre 2018 et septembre 2019) où on remarque une augmentation du taux du calcium en allant vers la profondeur, dues au précipitation des carbonates. Cette élévation est due principalement aux apports pluviaux qui lessivent les carbonates du Djurdjura et les marnes des Ouadhia.

Les valeurs du calcium sont inférieures à la concentration maximale admissible de 200 mg/l pour les eaux potables (Normes algériennes, 2011).

Tableau 28: Valeurs du calcium (mg/l) des eaux brutes du barrage Taksebt en différentes profondeurs

Ca <sup>++</sup>	Toure de Prise							Milieu du Barrage	
	15/9/18	9/11/18	13/4/19	21/5/19	12/6/19	3/9/19	21/5/19	12/6/19	3/9/19
Surface	—	48.1	—	—	—	—	—	—	14.58
PRF 1	37.6	38.4	56	26.4	23.2	37.12	—	12.15	—
PRF 2	—	56.11	54	26.4	20.8	39.2	8.75	6.23	10.62
PRF 3	44.1	43.29	—	23.2	—	45.6	10.62	—	—

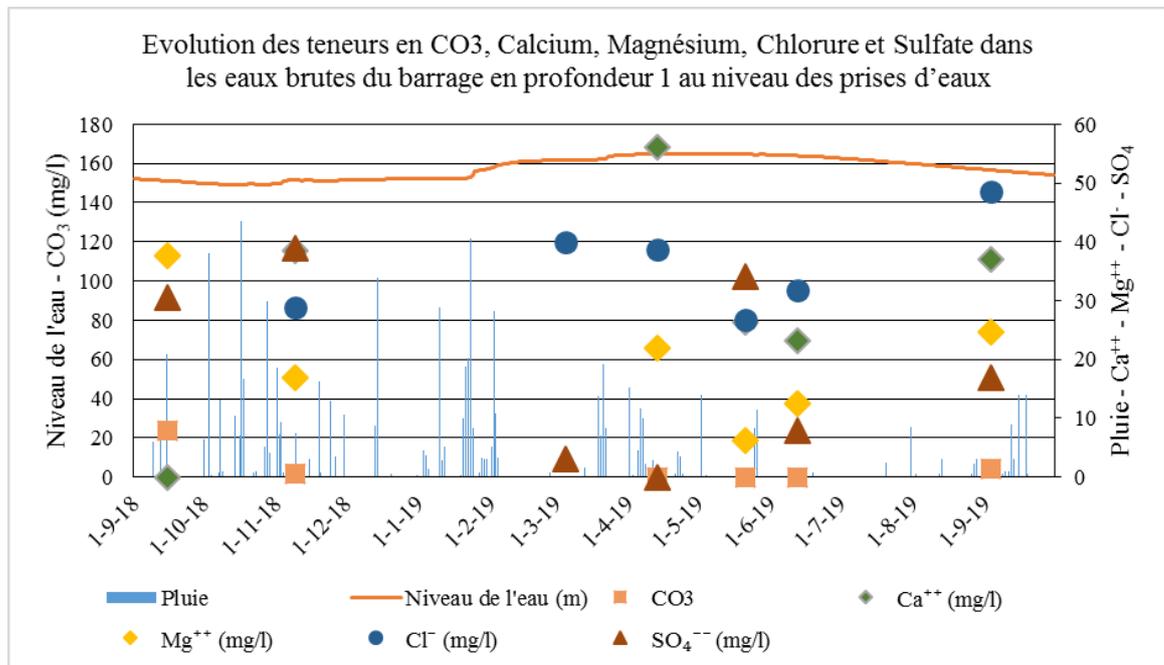


Figure 48: Evolution des teneurs en Calcium, CO3, Magnésium, Chlorure et Sulfate dans les eaux brutes du barrage Taksebt en profondeur 1 au niveau des prises d'eaux.

**IV.3.1.2.4 Magnésium**

C'est un des éléments les plus répons dans la nature (environ 2.1% de l'écorce terrestre). Il est un constituant de nombreux minéraux et roches, en particulier la dolomie. La plupart de ses sels sont très solubles dans l'eau, son abondance géologique, sa grande solubilité, sa large utilisation industrielle font que les teneurs dans l'eau peuvent être importantes. Le magnésium constitue un élément significatif de la dureté de l'eau. (RODIER 1996)

Comme le montrent le tableau 29 le tableau n° en annexe et les **figures 48 à 53**, ses teneurs sont comprises entre **0 et 24 mg/l** en surface et entre **4.8 et 25 mg/l** en profondeurs Le magnésium suit le même principe de variation des teneurs que le calcium.

Les valeurs du magnésium restent nettement inférieures à la limite admissible selon les normes algériennes de 2011-2014, qui est de 150 mg/l.

Tableau 29 : Valeurs du magnésium (mg/l) des eaux du barrage Taksebt en surface et en différents profondeurs

Mg <sup>++</sup>	Toure de Prise						Milieu du Barrage		
	15/9/18	9/11/18	13/4/19	21/5/19	12/6/19	3/9/19	21/5/19	12/6/19	3/9/19
Surface	–	17.99	–	–	–	–	–	–	14.58
PRF 1	16.9	16.9	22	6.32	12.54	24.59	–	12.15	–
PRF 2	–	14.59	17	31.1	9.72	28.76	8.75	6.23	10.62
PRF 3	21	21	–	9.23	–	23.33	10.62	–	–

#### IV.3.1.2.5 Chlorures

Les teneurs en chlorures des eaux sont extrêmement variées et liées principalement à la nature des terrains traversés (roches évaporitiques). (RODIER 1996)

Les taux de chlorures dans les eaux brutes du BV de Taksebt sont compris entre **19** et **59.6 mg/l** en surface et entre **23** et **92 mg/l** en profondeur (voir tableau n° en annexe le *tableau 30* et les *figures 48 à 53*. Ceux-ci sont conformes aux normes algériennes 2011 : 600mg/l.

Les teneurs en chlorures pendant les périodes pluvieuses subissent une élévation qui peut être provoquée par un lessivage superficiel, et en profondeur peut être due aux incrustations.

Tableau 30 : Valeurs des chlorures (mg/l) des eaux brutes du barrage Taksebt en surface et en différents profondeurs.

Cl-	Toure de Prise							Milieu du Barrage		
	15/9/18	9/11/18	5/3/19	13/4/19	21/5/19	12/6/19	3/9/19	21/5/19	12/6/19	3/9/19
Surface	–	39	–	–	–	–	–	–	–	19.85
PRF 1	30.5	28.9	25.6	38.8	26.8	31.76	48.64	30.77	39.7	–
PRF 2	–	36.87	26.8	25.1	24.81	92	39.7	24.81	34.74	32.75
PRF 3	52.8	51.5	34	–	23.82	–	–	32.75	–	37

#### IV.3.1.2.6 Sulfates

La concentration en ions sulfates dans les eaux naturelles est très variable. Dans les terrains ne contenant pas une proportion importante de sulfates minéraux, elle peut atteindre 30 à 50 mg/l, mais ce chiffre peut être très largement dépassé (jusqu'à 300 mg/l) dans les zones contenant du gypse ou lorsque le temps de contact avec la roche est élevé. (RODIER 1996)

Les valeurs de sulfates varient entre **59** à **16 mg/l** en surface d'amont en aval, et entre **7** et **43mg/l** en profondeur, voir tableau n° en annexe le *tableau 31* et les *figures 98 à 53*. Elles sont conformes à la norme algérienne 2011 qui est de 400 mg/l.

Les sulfates évoluent de la même façon que les chlorures.

Tableau 31 : Valeurs des sulfates (mg/l) des eaux brutes du barrage Taksebt en surface et en différentes profondeurs.

SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Toure de Prise						Milieu du Barrage		
	15/9/18	9/11/18	5/3/19	21/5/19	12/6/19	3/9/19	21/5/19	12/6/19	3/9/19
Surface	–	33	–	–	–	–	–	–	16
PRF 1	42	39	40	34	7	17	31	16	–
PRF 2	–	29	39	32	8	16	34	13	34
PRF 3	41	43	33	32	–	–	34	–	–

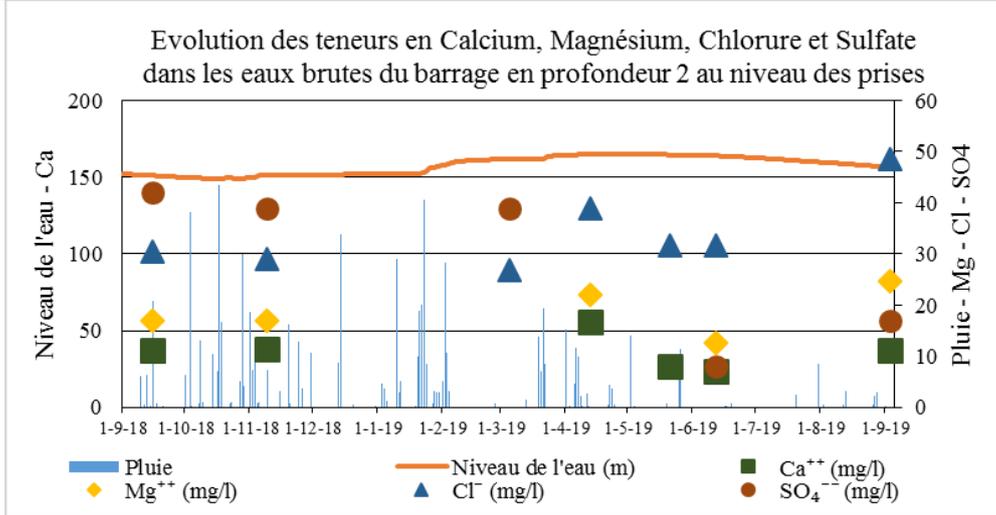


Figure 49: Evolution des teneurs en Calcium, Magnésium, Chlorure et Sulfate dans les eaux brutes du barrage Taksebt en profondeur 2 au niveau des prises d’eaux.

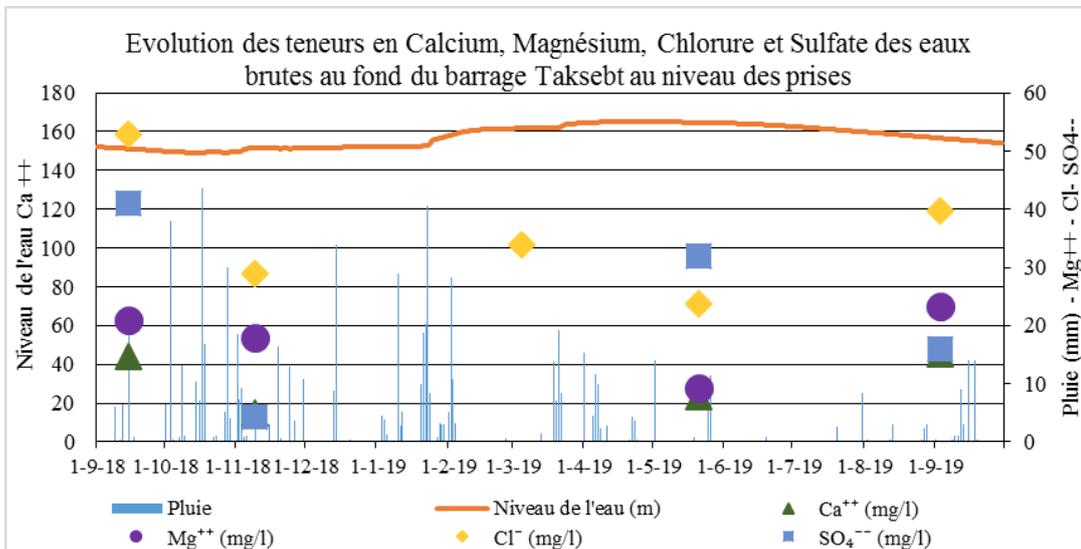


Figure 50: Evolution des teneurs en Calcium, Magnésium, Chlorure et Sulfate des eaux brutes au fond du barrage Taksebt au niveau des prises.

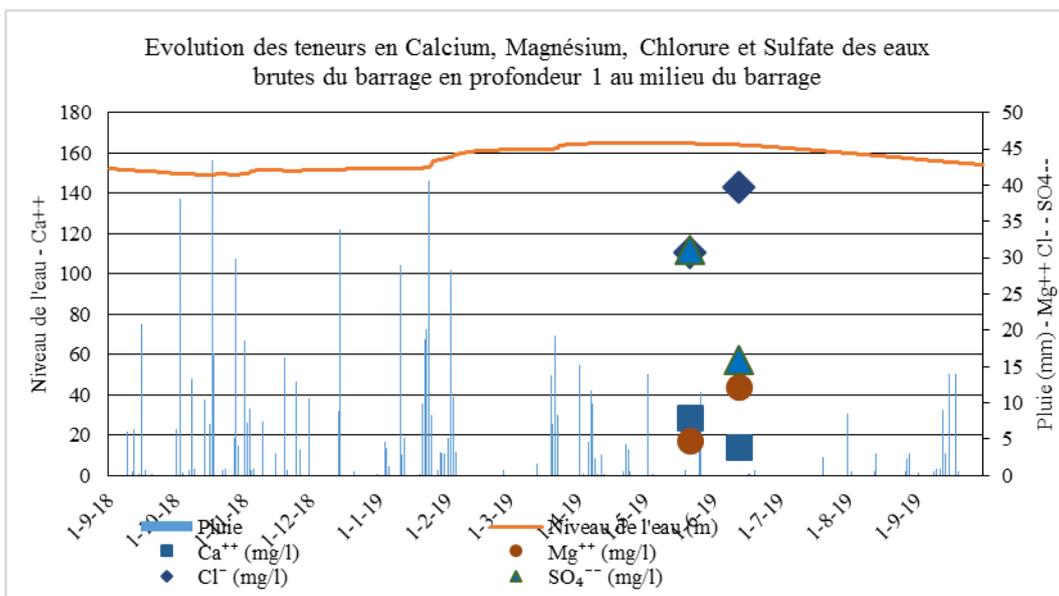


Figure 51: Evolution des teneurs en Calcium, Magnésium, Chlorure et Sulfate des eaux brutes du barrage Taksebt en profondeur 1 au milieu du barrage.

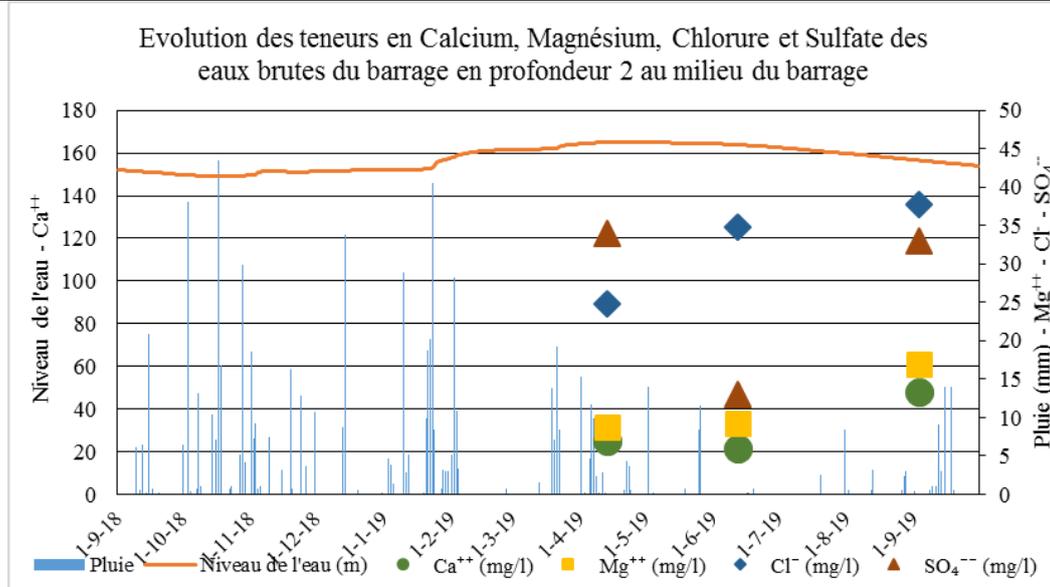


Figure 52: Evolution des teneurs en Calcium, Magnésium, Chlorure et Sulfate des eaux brutes du barrage Taksebt en profondeur 2 au milieu du barrage.

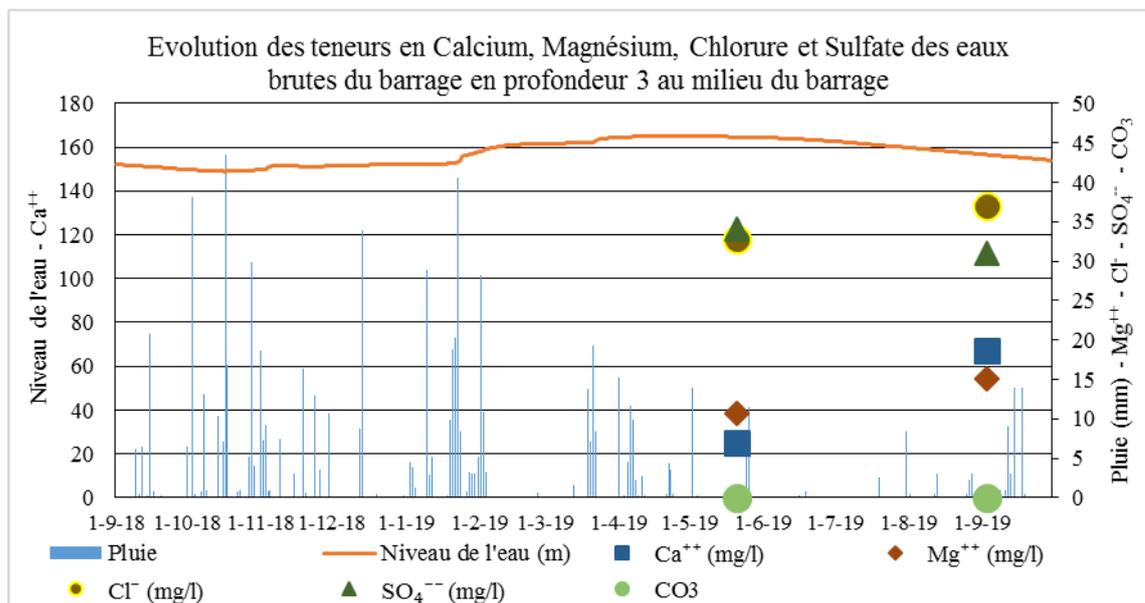


Figure 53: Evolution des teneurs en Calcium, Magnésium, Chlorure et Sulfate des eaux brutes du barrage Taksebt en profondeur 3 au milieu du barrage

#### IV.3.1.3 Le faciès chimique

Les faciès chimiques sont couramment utilisés en hydrogéologie pour la description de la composition chimique des eaux naturelles. La nécessité d'une comparaison aisée, voir une classification des eaux, nécessite l'utilisation des représentations graphiques. De ce fait, plusieurs représentations sont utilisées parmi lesquelles on peut citer :

Le diagramme de Piper

Le diagramme semi-logarithmique de Schoeller-Berkaloff

Le diagramme de Stiff, etc...

##### IV.3.1.3.1 Classification des eaux d'après Piper

Le diagramme de Piper permet de représenter plusieurs échantillons d'eau simultanément. Il est composé de deux triangles, permettant de représenter le faciès cationique et le faciès anionique, et d'un losange synthétisant le faciès global. Le principe consiste à représenter dans chaque triangle équilatéral les quantités en réaction par rapport à la concentration totale des anions et cations. On obtient ainsi deux points représentatifs indiquant la dominance d'un anion ou d'un

cation. La composition de l'eau peut être figurée sur le losange par un point unique correspondant à l'intersection des parallèles depuis ces deux points aux côtés du losange qui représente la nature chimique de l'échantillon.

**IV.3.1.3.2 Faciès chimique des eaux du barrage Taksebt en surface**

La représentation des points d'eau du barrage Taksebt en surface sur le diagramme triangulaire de Piper pour les prélèvements du mois de novembre 2018, montre la tendance vers le pôle magnésien en aval et le pôle calcique en amont dans le sous triangle des cations, alors que les anions montrent une dominance bicarbonatée pour les deux. Le diagramme de la **figure 54**, fait ressortir un faciès bicarbonaté calcique et magnésien en amont et en aval.

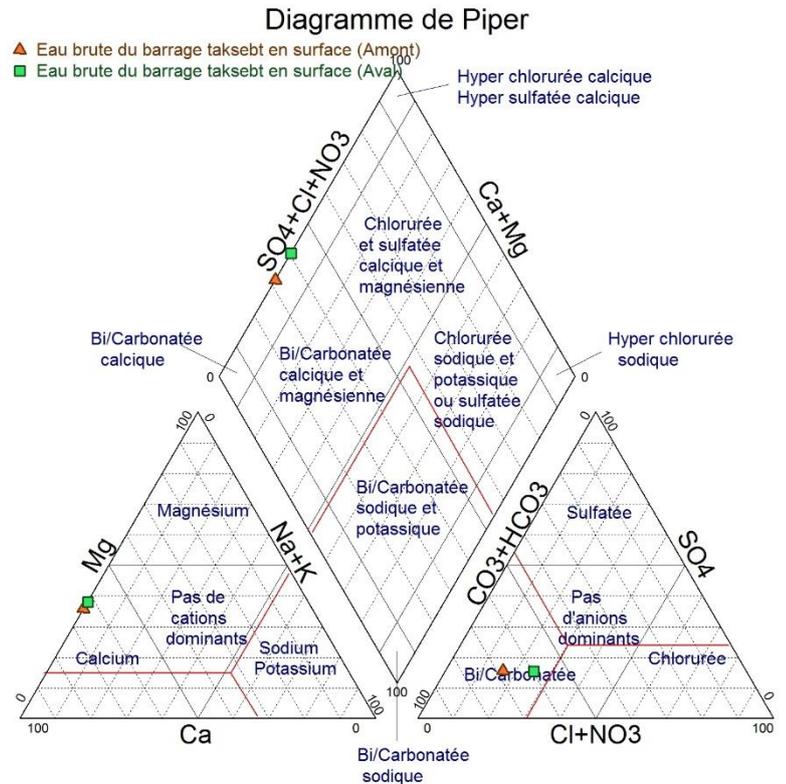


Figure 54: Diagramme de Piper pour les eaux de la surface du barrage en amont et en aval

**IV.3.1.3.3 Faciès chimique des eaux du barrage en profondeur**

La représentation des points d'eau du barrage Taksebt en profondeur sur le diagramme triangulaire de Piper pour les prélèvements du mois de septembre 2019 **figure 55**, montre la tendance vers le pôle magnésien en amont et le pôle calcique en aval dans le sous-triangle des cations, alors que les anions montrent une dominance bicarbonatée pour les deux. Le diagramme fait ressortir un faciès bicarbonaté calcique et magnésien en amont et en aval.

Le faciès bicarbonaté indique un régime local des écoulements faiblement minéralisées. Parmi les minéraux dominant la lithologie on cite la calcite, la dolomite et le gypse. La présence de ce faciès peut être liée aux apports des eaux météoriques ou aux apports des eaux qui lessivent les calcaires gréseux et les calcaires dolomitiques du Crétacé-Eocène du BV de Taksebt.

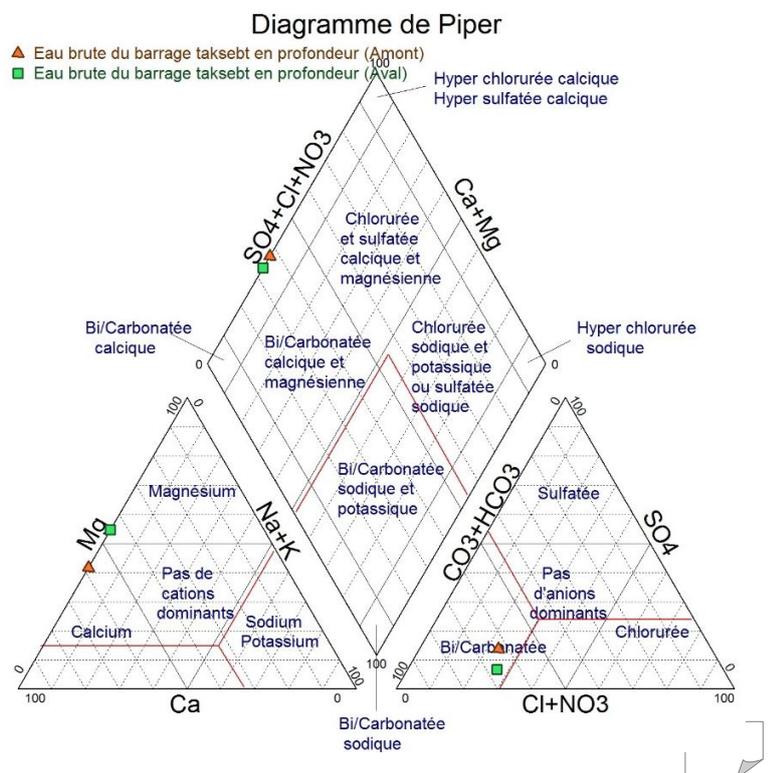


Figure 55 : Diagramme de Piper pour les eaux en profondeur du Barrage en amont et en aval

**IV.3.1.3.4 Classification des eaux du Barrage selon SCHOELLER-BERKALOFF**

Le diagramme de Schoeller-Berkaloff est une représentation graphique semi-logarithmique sur laquelle les différents ions sont représentés horizontalement et la teneur réelle en mg/l sur les ordonnées. Les points obtenus sont reliés par des droites. La ligne brisée est formée en reliant tous les points qui représentent les différents éléments chimiques et définir ainsi le faciès chimique (figure 56).

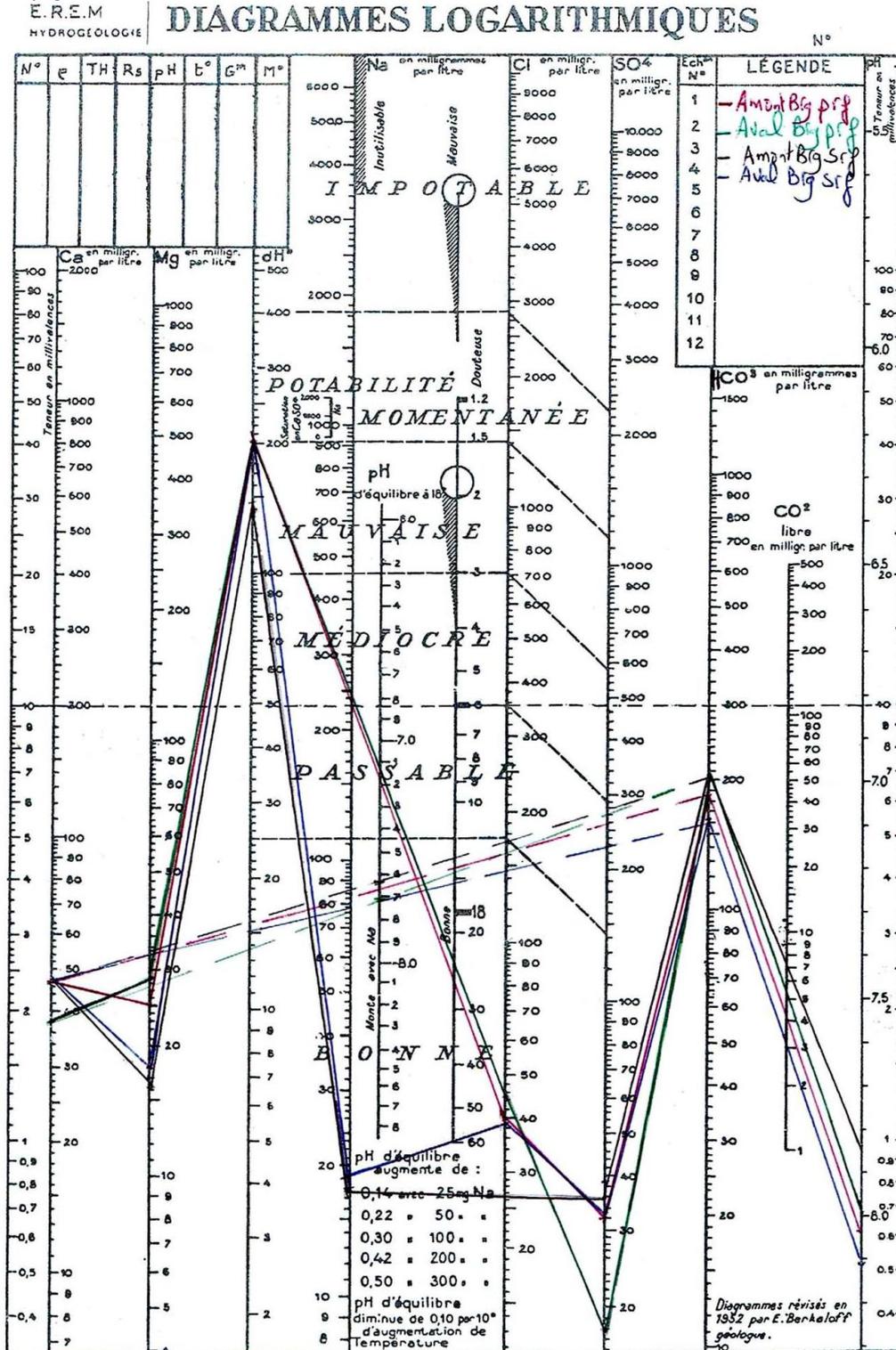


Figure 56 : Diagramme logarithmique de SCHOELLER-BERKALOFF des eaux du Barrage en surface et en profondeur pour l'amont et l'aval.

Le diagramme tracé dans la **figure 56** ci-dessus pour les deux périodes en surface, profondeur, amont et aval du barrage Taksebt confirme la prédominance du faciès bicarbonaté calcique et magnésienne, permettant de dire que la minéralisation des eaux est liée essentiellement aux ions :  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Ca}^{++}$  et  $\text{Mg}^{++}$  en liaison avec la lithologie dominante dans le BV de Taksebt.

La représentation logarithmique permet aussi de connaître le pH d'équilibre et par la même occasion de déterminer le caractère agressif ou incrustant de l'eau, lié à la concentration de  $\text{Ca}^{++}$  et  $\text{CO}_3^{--}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $(\text{OH}^-)$ . Si le pH donné par le bulletin d'analyses (mesuré) est supérieur au pH d'équilibre, l'eau est dite incrustante (Entartrante). Si le pH mesuré est inférieur au pH d'équilibre, l'eau est dite agressive (attaque les conduites). Si le PH mesuré et le pH d'équilibre sont égaux, l'eau est dite neutre.

Dans notre cas pour l'eau du barrage Taksebt on avait trouvé les résultats suivants :

- Amont barrage surface pH d'équilibre=6.2→ donc eau incrustante
- Aval barrage surface pH d'équilibre=7.3→ donc eau incrustante
- Amont barrage profondeur pH d'équilibre=6.7→eau incrustante
- Aval barrage profondeur pH d'équilibre=7→ eau incrustante.

### IV.3.2 Etude des paramètres de pollution

#### IV.3.2.1 Azote

L'azote  $\text{N}_2$  qui est un constituant majeur de l'atmosphère (78%) joue un rôle essentiel dans la biosphère. Les différentes formes minérales (ammoniac, nitrites, nitrates...) et organique (acides aminés protéine ...) font l'objet d'échanges réversible incessants. (RODIER 1996).

##### IV.3.2.1.1 Nitrates

Toutes les formes d'azote (azote organique, ammoniacque, nitrites, etc.) sont susceptibles d'être à l'origine des nitrates par un processus d'oxydation biologique. (RODIER 1996)

Constituent la forme azotée la plus dominante dans les cours d'eau et dans les nappes d'eau souterraine, sa concentration dépasse rarement 0.45 mg/l des valeurs supérieures indiquent des rejets d'eau usées dans les milieux aquatiques superficielles et souterraines, et surtout une utilisation excessive de fertilisants utilisés en agriculture (RODIER 1996).

Dans le barrage de Taksebt, les valeurs des nitrates varient entre **0.07** et **3.75 mg/l** en surface et entre **0** et **5.75 mg/l** en profondeur, voir tableau en annexe et le **tableau 32**, remarquons aussi une augmentation des teneurs avec l'apport pluviométrique due au lessivage, lixiviation de fumiers, développement des élevages et fertilisation des zones agricoles.

D'après les normes algériennes, il est recommandé une valeur de 50 mg/l pour les nitrates, ce qui classe l'eau du barrage de Taksebt dans la norme.

Tableau 32 : Valeurs des nitrates (mg/l) des eaux du barrage Taksebt en surface et à différentes profondeurs.

	Tour de Prise							Milieu du Barrage		
	15/9/18	9/11/18	5/3/19	13/4/19	21/5/19	12/6/19	3/9/19	21/5/19	12/6/19	3/9/19
Surface	2.11	1.33	—	—	—	—	—	—	—	0.07
PRF 1	3.98	0.72	3	2.5	1.78	0.11	0.06	2.53	0.14	—
PRF 2	—	4.42	0.45	2.6	2.09	0.13	0.62	2.58	0.23	2.73
PRF 3	5.57	0.33	4.8	1.17	2.32	—	0.78	2.73	—	2

##### IV.3.2.1.2 Nitrites

Les nitrites peuvent être rencontrés dans les eaux, mais généralement à des doses faibles. Les nitrites proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniacque soit d'une réduction

des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiante. Une eau qui renferme des nitrites est à considérer comme suspecte. (RODIER 1996)

Dans le barrage de Taksebt, les teneurs en nitrites, que ce soit en surface ou en profondeur sont dites traces, voir tableau en annexe et **tableau 33**, conformément à la norme algérienne 2011/2014.

Tableau 33 : Valeurs des nitrites (mg/l) des eaux du barrage Taksebt en surface et à différentes profondeurs.

NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Tour de Prise						Milieu du Barrage		
	15/9/18	9/11/18	13/4/19	21/5/19	12/6/19	3/9/19	21/5/19	12/6/19	3/9/19
Surface	0	0.086	—	—	—	—	—	—	0
PRF 1	0	0.085	0.02	0.036	0.053	0	0.03	0.035	—
PRF 2	0	0.01	0.03	0	0.004	0	0	0.009	0
PRF 3	0.003	0.006	0.023	0	—	0	0.001	—	0.003

### IV.3.2.2 Ammonium

L'azote ammoniacal est assez souvent rencontré dans les eaux. Il traduit habituellement un processus de dégradation incomplète de la matière organique (CHERIFI D 2012). La présence d'ammonium dans les eaux superficielles peut avoir pour origine la matière végétale des cours d'eau, matière organique animale ou humaine, rejets industriels et engrais. Il peut être aussi rencontré dans les eaux météoriques (pollution atmosphérique). Des eaux profondes peuvent également se charger en NH<sub>4</sub><sup>+</sup> par réduction des nitrates sous l'action des bactéries ou par des ions ferreux.

Dans le barrage de Taksebt, l'ammonium varie entre 0 et 0.55 mg/l, voir tableau en annexe et **tableau 34**. Ses teneurs sont nettement inférieures à la norme qui est de 4 mg/l.

Tableau 34 : Valeurs du NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (mg/l) des eaux du barrage Taksebt en surface et en différents profondeurs.

NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Tour de Prise						Milieu du Barrage			
	15/9/18	9/11/18	13/4/19	21/5/19	12/6/19	3/9/19	15/9/18	21/5/19	12/6/19	3/9/19
Surface	0	0	—	—	—	—	—	—	—	0
PRF 1	0	0	0.03	0	0.03	0.08	0	0.06	0.1	—
PRF 2	0	0.02	0.03	0	0	0	0	0	0	0
PRF 3	0.01	0.55	0.08	0	0	—	0	0	—	0.003

### IV.3.2.3 Aluminium

Très répandu sur terre, l'aluminium vient par ordre d'importance après l'oxygène et le silicium. Lorsqu'il est en solution et en milieu acide, il existe sous forme Al<sup>3+</sup> ; dans une solution dont on élève le Ph progressivement, il précipite sous forme de tri hydroxyde Al(OH)<sub>3</sub> qui se dissout sous forme d'aluminate Al O<sub>2</sub><sup>-</sup>. (RODIER 1996)

Les eaux brutes du barrage Taksebt ne contiennent pas d'aluminium. Durant les analyses effectuées au laboratoire nous avons enregistré des traces d'aluminium ou parfois carrément des nuances dans ces eaux, voir tableau en annexe et **tableau 35**.

Tableau 35 : Valeurs de l'Aluminium (mg/l) des eaux du barrage Taksebt en surface et en différentes profondeurs.

Al <sup>3+</sup>	Tour de Prise					Milieu du Barrage		
	9/11/18	13/4/19	21/5/19	12/6/19	3/9/19	21/5/19	12/6/19	3/9/19
Surface	—	—	—	—	—	—	—	0
PRF 1	—	—	0.02	0.013	0	0	0.055	—
PRF 2	—	0	0	0.064	0	0.2	0.059	0.008
PRF 3	1	—	0.03	—	—	1	—	—

#### IV.3.2.4 Fer

Le fer est un élément chimique métallique naturel (Fe) qui, en fonction de la température, se présente sous plusieurs formes allotropiques. Il est facilement oxydé. Il se classe au 4<sup>e</sup> rang des éléments de la croûte terrestre. Les eaux de surface peuvent contenir jusqu'à **0.5mg/l** de fer qui peut avoir pour origine la lixiviation des terrains traversés, ou les pollutions industrielles (RODIER 1996).

Dans le barrage de Taksebt, les teneurs en fer sont très faibles voir néants, voire **tableau 36** à l'exception du mois de Novembre 2018 en amont du barrage (pont Taboudris) en profondeur où on atteint les **0.4 et 0.6 mg/l**, (tableau en annexe), qui peut être dues aux raisons citées auparavant ; mais ça reste sous la norme désignée pour ces teneurs qui est de (1mg/l).

Tableau 36: Valeurs du Fer (mg/l) des eaux brutes du barrage Taksebt en surface et à différentes profondeurs.

Fe <sup>++</sup>	Tour de Prise							Milieu du Barrage		
	15/9/18	9/11/18	5/3/19	13/4/19	21/5/19	12/6/19	3/9/19	21/5/19	12/6/19	3/9/19
Surface	1	–	0.06	–	–	–	–	–	–	0.01
PRF 1	0.02	0.08	0.01	0.03	0.04	0.06	0.02	0.03	0.06	–
PRF 2	0	0.06	0.01	0.02	0.04	0.05	0.01	0.05	0.05	0
PRF 3	0.03	0.07	0.05	0.02	0.05	–	0.1	0.02	–	–

#### IV.3.2.5 Manganèse

Le manganèse est un métal de transition gris-blanc qui ressemble au fer. C'est un métal dur et fragile, il fond sans difficulté et est facilement oxydé. Le manganèse présent dans l'eau peut s'y trouver à l'état soluble ou sous forme de complexes. Sa solubilité dépend du pH et de l'oxygène dissous. (RODIER 1996)

Les eaux brutes du barrage Taksebt ne contiennent pas du manganèse. Selon le **tableau 37**, les teneurs en manganèse sont des traces sous la norme algérienne délivrée en 2011/2014 qui est de 1mg/l.

Tableau 37 : Valeurs du manganèse (mg/l) des eaux du barrage Taksebt en surface et à différentes profondeurs.

Mn <sup>2+</sup>	Tour de Prise							Milieu du Barrage		
	15/9/18	9/11/18	5/3/19	13/4/19	21/5/19	12/6/19	3/9/19	21/5/19	12/6/19	3/9/19
Surface	–	0	–	–	–	–	–	–	–	0.01
PRF 1	–	–	0.01	0	0.027	0.017	0.01	0.052	0.029	–
PRF 2	–	–	0.02	0	19	0.022	0	0	0.04	0
PRF 3	1.24	6.02	0.05	0.039	0.096	–	–	0.073	–	–

#### IV.3.2.6 Orthophosphates

Les phosphates font partie des anions facilement fixés par le sol. Leur présence dans les eaux naturelles est liée à la nature des terrains traversés et à la décomposition de la matière organique. Les eaux de surface peuvent être contaminées par des rejets agro-alimentaires, laveries, et domestiques ou par le lessivage des terres cultivées renfermant des engrais phosphatés. Le phosphore est rencontré dans les eaux superficielles sous une forme oxydée et acide qui est l'orthophosphate dont le pH est compris entre 5 et 8. Il joue un rôle important dans le développement des algues, où il contribue à l'eutrophisation.

Les eaux brutes du barrage de Taksebt ne renferment pas du phosphore, les analyses enregistrées montrent une existence des traces d'orthophosphates en surface et en profondeur, voir **tableau 38** qui ne causent pas de problèmes.

Tableau 38 : Valeurs des orthophosphates (mg/l) des eaux brutes du barrage Taksebt en surface et à différentes profondeurs.

PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Tour de Prise							Milieu du Barrage		
	15/9/18	9/11/18	5/3/19	13/4/19	21/5/19	12/6/19	3/9/19	21/5/19	12/6/19	3/9/19
Surface	–	0	0.04	–	–	–	–	–	–	0.06
PRF 1	0	0.05	–	0.03	0	0	0.05	0	0	–
PRF 2	–	0.06	–	0.02	0	0.02	0.07	0	0.01	0.14
PRF 3	0	0.03	0.07	0.05	0.02	0.05	0.01	0	–	0.004

### IV.3.2.7 Matières en suspension

La teneur et la composition minérale et organique des matières en suspension dans les eaux sont très variables selon les cours d'eau. Elles sont fonction de la nature des terrains traversés, de la saison, de la pluviométrie, des travaux, des rejets, etc. Les teneurs élevées peuvent empêcher la pénétration de la lumière, augmenter la turbidité, diminuer l'oxygène dissous et limiter le développement de la vie aquatique. (RODIER 1996)

Les teneurs en MES des eaux brutes du barrage Taksebt sont comprise entre **0 et 20 mg/l**, sont sous la norme qui est de 25 mg/l.

Des valeurs marquantes ont été mesurées en mois de juin 2019 en profondeur (19 et 20 mg/l) qui sont en raison d'élévation des teneurs en matière organique dans l'eau présence et la (prolifération des algues).

### IV.3.2.8 Résidu sec (RS)

La détermination du résidu sec sur l'eau non filtrée permet d'évaluer la teneur en matières dissoutes et en suspension. La mesure après filtration correspond aux matières dissoutes. Ces valeurs peuvent être recoupées à partir de la conductivité. Les résultats sont influencés par la température et la dureté. (RODIER 1996)

Dans les eaux brutes du barrage Taksebt, les variations mesurées au laboratoire sont comprises en surface et en profondeur respectivement entre **[241-502 mg/l], [56-312 mg/l]** ; marquant une diminution des taux avec la profondeur durant les mois pluviaux et des dépôts de ces matières dissoutes et solides MES au fond du barrage. Par contre en période estivale ces teneurs sont plus en moins stables en profondeur

### IV.3.2.9 Matière organique

Les matières organiques susceptibles d'être rencontrée dans les eaux sont constituées par des produits de décomposition d'origine animale ou végétale, élaborées sous l'influence des microorganismes. D'une façon générale une teneur élevée en matières organiques devra toujours faire suspecter une contamination microbienne. (RODIER 1996)

Les **figures 57 et 58**, et les valeurs présentées en tableau en annexe, montrent une régression des teneurs en matière organique d'amont en aval, en surface [8-2 mg/l] ce qui montre une biodégradabilité de cette dernière.

Les teneurs sont comprises entre **0.3 et 6 mg/l** en profondeur avec une progression de surface au fond du barrage quand la précipitation est en grand apport (augmentation des MES, diminution d'oxygène dissous et donc non décomposition de la matière organique par les microorganismes) et une décroissance de ces teneurs en allant vers le fond durant les autres mois de l'année.

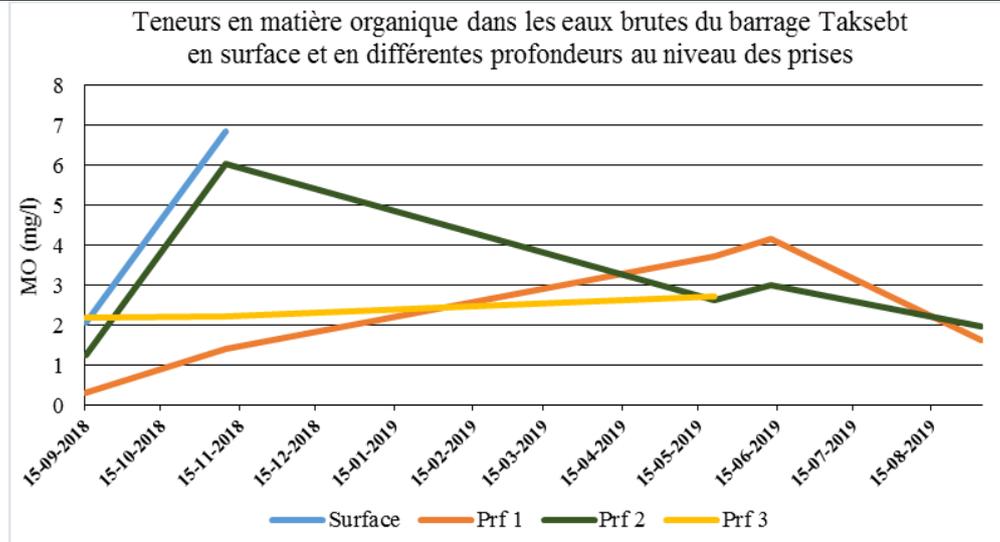


Figure 57: Evolution des teneurs en matière organique dans les eaux brutes du barrage Taksebt en surface et à différentes profondeurs au niveau des prises.

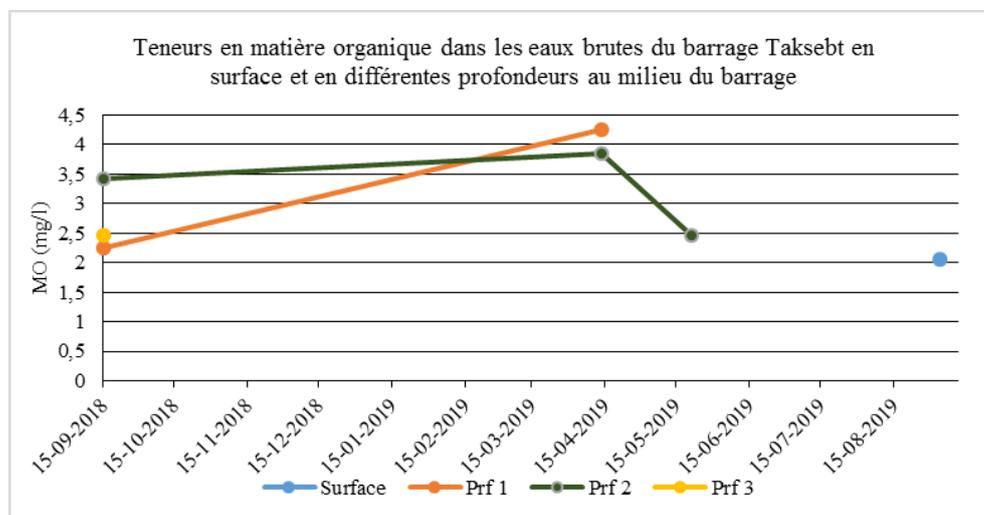


Figure 58: Evolution des teneurs en matière organique dans les eaux brutes du barrage Taksebt en surface et à différentes profondeurs au milieu du barrage.

#### IV.3.2.10 Demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>)

La DBO<sub>5</sub> en mg/l est la quantité d'oxygène consommée par voie biologique lors de la dégradation des matières organiques contenue dans un échantillon liquide, en incubation à 20°C pendant 5 jours. La DBO<sub>5</sub> permet d'apprécier la charge du milieu en substances putrescibles, son pouvoir auto épurateur et de déduire la charge maximale acceptable au niveau des traitements des stations d'épurations (BIOBLOCK, 2006).

#### IV.3.2.11 Demande chimique en oxygène (DCO)

C'est la concentration d'oxygène au mg/l équivalente à la quantité de dichromates consommée par la matière organique lors de la l'oxydation à ébullition d'un échantillon liquide. La manipulation est effectuée en milieu acide concentrée en présence de sulfate d'argent (catalyseur) et de mercure (complexant des chlorures). Le dosage final pour déterminer l'excès de dichromate se fait avec une solution titrée de sulfate de fer et d'ammonium en présence de féroïen (indicateur). Le calcul de la DCO est fonction de la quantité de dichromate de potassium réduite (BIOBLOCK, 2006).

Le tableau 39 ci-dessous, montre quelques mesures effectuées pour les eaux brutes du barrage Taksebt dans le laboratoire de L'ONA (Est Tizi-Ouzou), en surface et en profondeur. Les

différences des résultats obtenus par la DCO et la DBO<sub>5</sub> constituent une indication de l'importance des matières polluantes peu ou pas biodégradables.

Les résultats montrent des valeurs sous la norme algérienne (2011), ce qui indique la bonne capacité du milieu à l'autoépuration naturelle assurée par la biodégradabilité des micro-organismes.

Tableau 39 : Les teneurs en DBO<sub>5</sub> et DCO dans les eaux brutes du barrage Taksebt en différentes profondeurs.

	Norme algérienne	7	30
Date	Lieu de prélèvement	DBO 5 (mg/l)	DCO (mg/l)
5-3-19	TP prf 1	-	<3
12-6-19	TP prf 1	2	4
5-3-19	TP prf 2	0,61	<30
12-6-19	TP prf 2	4	13
5-3-19	TP prf 3	0,62	<30
12-6-19	MB prf 1	4	8
12-6-19	MB prf 2	2	7

### IV.3.3 Les micropolluants (Métaux lourds)

Diverses activités humaines sont responsables de la pollution métallique : les insecticides, l'électronique, l'électricité, l'automobile... Le problème essentiel lié à la pollution métallique est que les métaux ne sont pas biodégradables. Ils polluent un site jusqu'à ce qu'ils soient éliminés ou transportés à des distances parfois très grandes. Les plus dangereux sont : les cyanures (rejets interdits pour leur toxicité), le mercure, le chrome, le plomb, le sélénium, l'arsenic (CHERIFI D ,2012).

Dans ce cadre, des analyses de nos échantillons d'eau brute du barrage Taksebt ont été effectuées au laboratoire central de la SEEAL d'Alger en mois de septembre 2019 ; afin d'évaluer ces risques. Le tableau 40 ci-dessous montre les teneurs de certains micropolluants cités auparavant.

Tableau 40 : Teneurs en métaux lourds dans les eaux brutes du barrage Taksebt en surface et en profondeur (03-09-2019).

Métaux lourds	Normes algériennes	Milieu du Barrage		Tour de prise			
		Surface	Prf 1	Surface	Prf 1	Prf 2	Prf 3
Cadmium (µg/l)	5	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Chrome (µg/l)	100	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Zinc (mg/l)	5	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Hg (µg/l)	10	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Bore (mg/l)	1	0,027	0,018	0,027	0,024	0,018	—
Sélénium (µg/l)	50	8,5	12	8,5	6,4	12	12
Arsenic (µg/l)	100	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Cuivre (mg/l)	2	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Baryum (mg/l)	1	0,029	0,028	0,029	0,029	0,028	—
Plomb (µg/l)	50	<2	2,1	<2	<2	2,1	<2

Les teneurs de ces paramètres toxiques sont sous la norme algérienne 2011/2014 qui est précisée dans le tableau précédant. Ceux-ci peuvent être liés aux activités artisanales pratiquées en amont, à l'utilisation des pesticides et insecticides en agriculture ou aux rejets urbains ainsi qu'au lavage des véhicules autour de la cuvette du barrage.

### IV.3.4 Etude bactériologique

#### IV.3.4.1 Coliformes totaux

Groupe hétérogène de bactéries d'origine fécale et environnementale. Toutes les espèces sauf les bactéries *E. coli*, peuvent se trouver naturellement dans le sol ou la végétation. Leur présence dans l'eau potable n'indique généralement pas une contamination fécale ni un risque sanitaire, mais plutôt une dégradation de la qualité bactériologique de l'eau.

#### IV.3.4.2 Bactéries *Escherichia coli* (*E. coli*)

Espèce bactérienne faisant partie du groupe des coliformes totaux. Elles sont abondantes dans la flore intestinale des humains et des animaux et c'est aussi la seule espèce qui est strictement d'origine fécale elle est donc considérée comme meilleur indicateur d'une contamination fécale. La détection d'*E. coli* se fait par membrane filtrante.

#### IV.3.4.3 Streptocoques fécaux

Anciennement la législation parlait de « streptocoques fécaux » sous cette dénomination générale, il faut entendre l'ensemble des streptocoques possédant la substance (acide teichoïque), antigénique caractéristique du groupe D de Lancefield. Ces streptocoques du groupe D sont généralement pris globalement en compte comme des témoins de pollution fécale, ils sont présents dans le tube digestif et constituent une population importante. Ils présentent l'avantage sur les coliformes de ne pas pouvoir se multiplier dans l'eau. Toutefois, d'une façon générale, les concentrations en streptocoques fécaux sont, dans les milieux naturels autres que ceux spécifiquement pollués par le bétail, inférieure à celles des coliformes fécaux.

#### IV.3.4.4 Les spores de bactéries anaérobies sulfite réductrices

Considérée comme résultant d'une spore de bactérie anaérobie sulfite-réductrice toute colonie noire entourée d'un halo noir. Le résultat est exprimé en nombre de spores par 100 ml.

#### IV.3.4.5 Les Germes totaux

Les germes totaux permettent d'évaluer la charge totale en germes saprophytes et pathogènes.

Le tableau 41 suivant montre l'ensemble d'analyses bactériologiques réalisées durant notre suivi les eaux brutes du barrage Taksebt.

Tableau 41 : Tableau récapitulatif des différentes analyses microbiologiques des eaux brutes du barrage Taksebt à différentes profondeurs.

	Bactéries	<i>E. coli</i> (UFC/100ml)	A.S.R (UFC/100 ml)	Germes totaux (UFC/100 ml)	Coliformes totaux (UFC/100 ml)	Streptocoques (UFC/100 ml)
Lieu de prélèvement	Norme algérienne	20.000	–	–	10.000	–
TP prf 1	5-3-19	2	–	–	16	
	21-5-19	0	–	21	420	1
	12-6-19	0	1	0	160	
	3-9-19					
TP prf 2	5-3-19	0	–	–	2	
	21-5-19	0	–	8	336	0
	12-6-19	0	0	0	320	
	3-9-19					
TP prf 3	5-3-19	40	–	–	4	
	21-5-19	0	–	14	236	8
	3-9-19					
MB prf 1	21-5-19	0	–	7	128	3
	12-6-19	0	0	0	160	
MB prf 2	21-5-19	0	–	4	192	0
	12-6-19	80	0	Ind (>350)	Ind (>350)	
MB prf 3	21-5-19	0	–	14	176	0

Le nombre des coliformes totaux est compris entre 2 et 420 UFC/100 ml, et celui des coliformes fécaux (E. coli) et de 0 à 80 UFC/100ml. La recherche des streptocoques fécaux est un paramètre de confirmation de la nature fécale de la pollution.

Leur identification révèlent des nombres allant du 0 à 8 UFC/100ml.

La numération des germes totaux indique une valeur min de 0 UFC/100ml et une valeur max de 21 UFC/100ml.

Les eaux brutes du barrage analysés en mois de juin 2019, ne contiennent pas de spores anaérobies sulfito-réducteurs à l'exception de la première profondeur dans les prises d'eau qui en contient 1 UFC/100 ml.

#### IV.4 Qualité des eaux des Oueds :

Tableau 42 : Analyses physico-chimiques des eaux des oueds qui alimentent le barrage Taksebt en Juillet et Septembre 2019.

Paramètres	Normes	Lieux de prélèvement		Oued Ouacif		Confluence Ouadhia-Ouacif		Oued Djemaa		Confluence Djemaa-Ouadhia-Ouacif	
		Oued Ouadhia	Oued Ouacif	Oued Ouadhia	Oued Ouacif	Oued Djemaa	Oued Djemaa	Oued Ouadhia-Ouacif	Oued Aissi		
		1-7-19	2-9-19	1-7-19	2-9-19	1-7-19	2-9-19	1-7-19	2-9-19	1-7-19	1-7-19
pH	6,5≤pH≤9	8,47	8,48	8,31	8,32	8,43	8,44	8,23	8,4	8,21	8,38
T (c°) de l'eau	25	24,8	19,3	23,5	20,1	23,6	21,6	21,5	23,3	22,4	25,5
Conductivité (µs/cm)	2.800	692	945	517	496	551	436	680	680	630	837
Turbidité (NTU)		2,4	1,36	4,07	0,46	1,94	1,6	2,43	0,55	2,26	3,66
O <sub>2</sub> (%)	30	13,1	3,73	8	2,87	9,1	3,2	7,5	2,82	7,5	8,9
O <sub>2</sub> (mg/l)	4,39	1,92	0,55	1,17	0,42	1,33	0,47	1,1	0,41	1,1	1,3
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/l)		0,02	0,02	0,01	0	0,009	0,02	0,006	0	0,008	0,008
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/l)		2,33	0,22	0,86	0,02	0,34	0,12	0,48	0,01	4,15	0,35
Mn <sup>2+</sup> (mg/l)	1	0,003	0,01	0,002	0	0,004	0,01	0,005	0,01	0,008	0,003
Fe <sup>2+</sup> (mg/l)	1	0,02	0	0,03	0	0,02	0,01	0,03	0	0,02	0,02
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/l)	400	32	77	23	54	27	68	30	58	29	27
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	50	0,38	0,88	0,68	0,19	0,33	0,45	0,38	0,01	0,19	0,19
Al <sup>3+</sup> (mg/l)		0	0	0,003	0	0	0	0,004	0	0,005	0,004
TA (mg/l)		8	17	6	5	10	12	8	16	10	8
TAC (mg/l)		192	221	180	174	187	200	200	185	206	184
TH (mg/l)		280	324	300	240	182	284	340	250	222	248
Ca <sup>2+</sup> (mg/l)		33,6	90,4	38,4	68	72,8	75,2	140,8	66,4	64,8	85,6
Mg <sup>2+</sup> (mg/l)		/	23,81	/	17,01	27,21	23,33	/	20,41	14,58	8,26
Cl <sup>-</sup> (mg/l)	600	29,77	147,9	19,85	36,73	31,76	97,28	0	71,47	54,59	52,61
MO (mg/l)		28	1,56	21,84	0	0	1,48	27,23	0,08	0,3	0
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)		234,24	269,6	219,6	212,28	228,14	244	244	225,7	251,32	224,48

### IV.4.1 Paramètres physiques

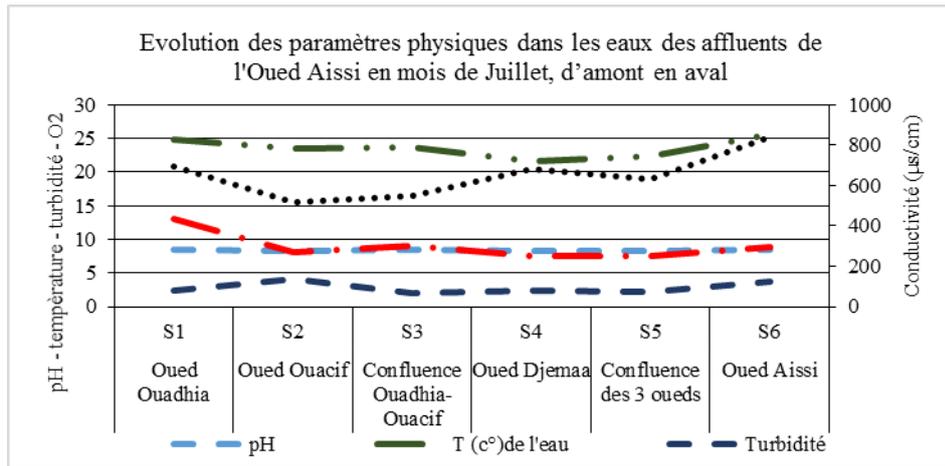


Figure 59 : Evolution des paramètres physiques des cours d'eau qui déversent dans le Barrage Taksebt en mois de Juillet, d'amont en aval.

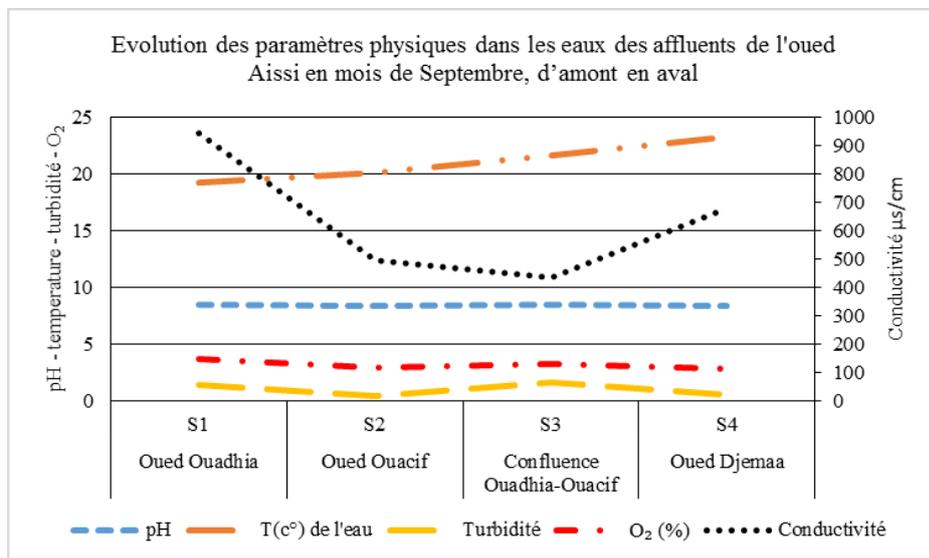


Figure 60 : Evolution des paramètres physiques dans les cours d'eau qui déversent dans le barrage Taksebt en mois de Septembre, d'amont en aval.

#### IV.4.1.1 La conductivité

Elle marque des valeurs relativement faibles au niveau des Oueds. A noté que les eaux des Oueds Ouadhia, Djemaa et Aissi sont un peu plus élevée que les autres, les valeurs diminuent au niveau d'Oued Ouacif et des confluences de ces Oueds (*figure 59 et 60*).

#### IV.4.1.2 Le pH

Les valeurs sont comprises entre **8.21** et **8.48**. D'amont en aval, ces valeurs sont proches du point d'équivalence de 8.3 et monteront la présence de carbonate liée à la dissolution des calcaires du Djurdjura et des marnes des Ouadhia. « La dissolution de la calcite des calcaires fournit l'ion  $\text{Ca}^{++}$  inactif et l'ion carbonate  $\text{CO}_3^{--}$  » en remarquant la variation entre les deux mois qui est expliqué par l'élévation des températures et à la remontée des taux de matière organique qui produit souvent l'oxydation des milieux, et pour les autres points s'est due aux pollutions arrivantes.

#### IV.4.1.3 La température

Elle varie selon la saison influencée par la température de l'air, mais les valeurs ne dépassent pas la norme algérienne (2011) qui est de 25°C pour les eaux de surface.

**IV.4.1.4 La turbidité**

Elle varie entre le mois de Juillet et Septembre, remarquons une augmentation en Juillet spécifiquement dans l'Oued Ouacif où on atteint **4 NTU**. Cette teneur peut s'expliquer par l'existence d'une concentration en matières organiques et en matières en suspension visible avec la présence d'algues. Ces valeurs sont favorables pour la traitabilité de l'eau.

**IV.4.1.5 L'oxygène dissous**

Les teneurs en oxygène dissous varient entre **2.82** et **13.1 %** dans les Oueds. La valeur la plus élevée, qui est de **13.1 %**, a été mesurée dans l'Oued Ouadhia en juillet 2019.

**IV.4.2 Minéralisation globale**

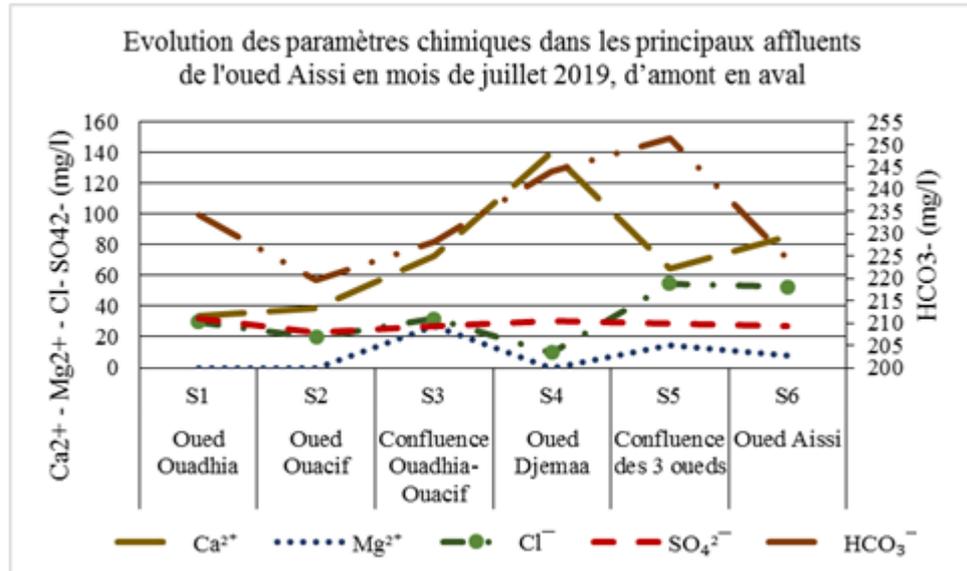


Figure 61 : Evolution des paramètres chimiques dans les principaux affluents du Barrage Taksebt en mois de juillet 2019, d'amont en aval.

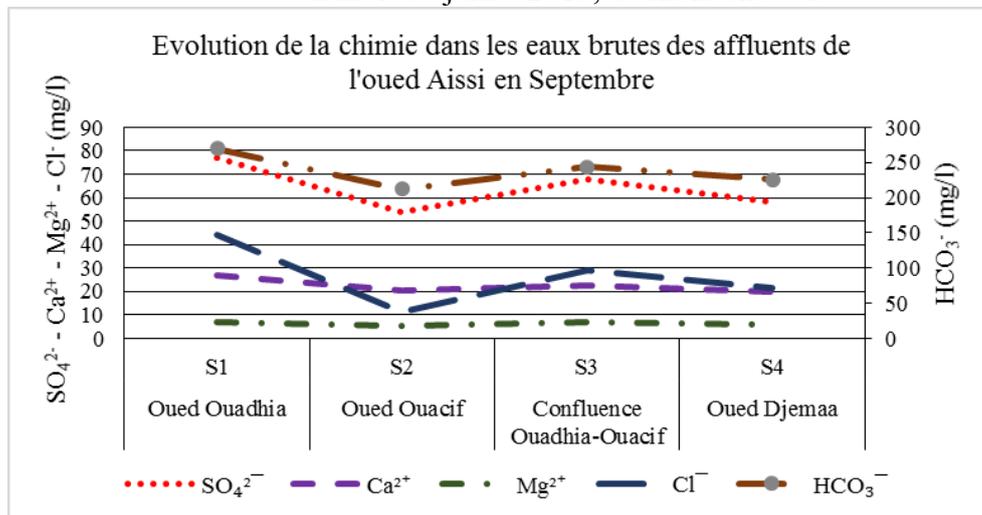


Figure 62 : Evolution de la chimie dans les eaux brutes des affluents du barrage Taksebt en Septembre.

**IV.4.2.1 Bicarbonates**

Les valeurs trouvées de HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> varient entre 212 mg/l et 251 mg/l. La présence de bicarbonates résulte de la dissolution des roches calcaires du Djurdjura.

#### IV.4.2.2 La dureté totale

Les eaux des oueds qui déversent dans le barrage sont mi-dures à l'exception d'Oued Ouadhia où cette eau est mi-dure en basses eaux à dure en hautes eaux selon la classification citée précédemment (Tableau 42).

#### IV.4.2.3 Calcium

Les résultats obtenus montrent une teneur élevée (104mg/l) à Oued Djemaa au mois de juillet. Cette forte concentration est due au lessivage des calcaires du Djurdjura, qui est diluée au mois de Septembre avec le grand apport pluviométrique (66 mg/l).

Remarquons ainsi, un taux de 99 mg/l dans les eaux d'oued Ouadhia qui provient des marnes de la région, qui subissent une dilution remarquée dans les confluences.

La valeur faible marquée à oued Ouacif est due à la traversée des schistes qui sont pauvres en  $\text{Ca}^{++}$  qui croit en Septembre.

#### IV.4.2.4 Magnésium

Les teneurs en magnésium marquées au mois de Juillet (8,26 à 23,81 mg/l) sont dues aux terrains traversés appauvrit en roches magnésiennes (marnes des Ouadias et schistes au niveau d'Ouacif), par contre en Septembre les valeurs sont dues au lessivage des terrains en amont.

#### IV.4.2.5 Chlorures

Les teneurs enregistrées au mois de juillet sont faibles par rapport au mois de septembre, elles sont dues au lessivage des marnes qui peuvent inclure des gypses, sels... (cas d'Oued Ouadhia qui atteint 147 mg/l en Septembre) ; remarquons ainsi de légères diminutions au niveau des confluences.

#### IV.4.2.6 Sulfates

Les concentrations en sulfates sont accentuées au mois de Septembre par rapport au mois de Juillet (77 mg/l à Ouadhia, 54mg/l à Ouacif et 58mg/l à Djemaa). On constate donc un lessivage des terrains traversés décrits au chapitre sur la géologie (calcaire dolomitique, argiles et marnes, évaporites) avec une dilution dans les confluences.

### IV.4.3 Paramètres de pollution

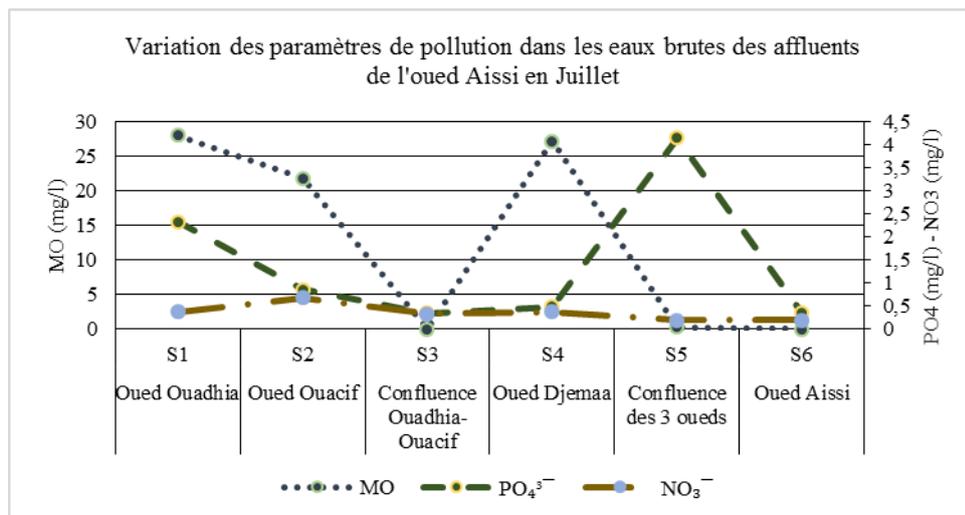


Figure 63 : Variation des paramètres de pollution dans les eaux brutes des oueds déversant dans le barrage Taksebt en Juillet 2019.

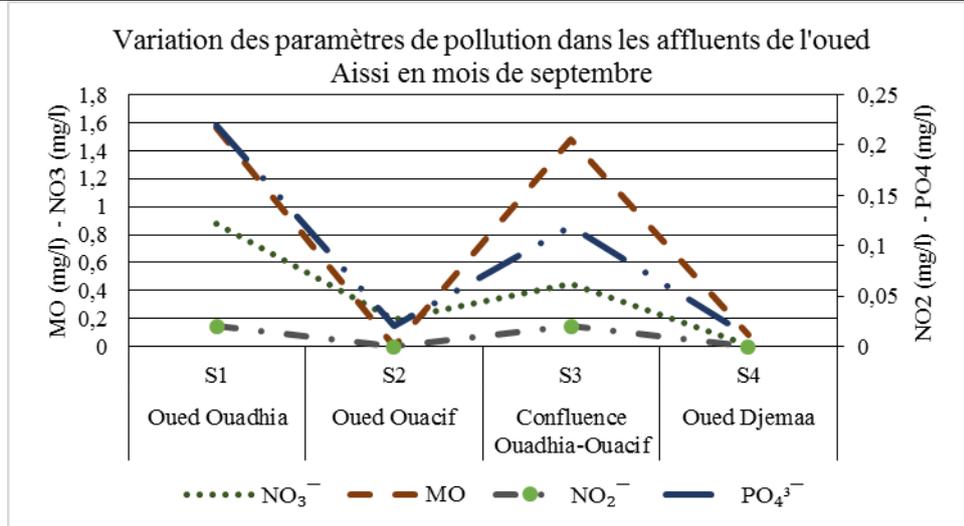


Figure 64 : Variation des paramètres indiquant la pollution dans les cours d'eau qui arrivent dans le barrage Taksebt.

#### IV.4.3.1 Ammonium $\text{NH}_4^+$

Les teneurs en ammonium dans tous les points de prélèvement sont nulles (0 mg/l). Cela peut être expliqué par l'oxydation de l'ammonium en nitrites  $\text{NO}_2^-$  puis en nitrates  $\text{NO}_3^-$ .

#### IV.4.3.2 Nitrites $\text{NO}_2^-$

Le taux des nitrites dans les eaux sont des traces voir nulles.

#### IV.4.3.3 Nitrates $\text{NO}_3^-$

Les valeurs enregistrées sont comprises dans la fourchette [0.01-0.68 mg/l]. L'origine de ces concentrations peut être due à la décomposition des matières organiques, vu que le BV de Taksebt est très boisé ; à l'arrivée des eaux usées domestiques ou la présence des algues au moment de l'échantillonnage.

#### IV.4.3.4 Orthophosphates $\text{PO}_4^{3-}$

Les échantillons analysés montrent des nuances aux niveaux des oueds à l'exception de l'oued Ouadhia (2.33mg/l) et 4.15 mg/l dans la confluence des trois oueds au mois de Juillet, qui sont peut-être engendrés par une pollution fécale (eaux usées, décharges) ou lessivage des terrains traversés.

#### IV.4.3.5 Matière organique MO

Nous remarquons des teneurs élevées en matière organique au mois de Juillet, expliquées par les températures élevées ( $> 25^\circ\text{C}$ ) les rejets domestiques, la prolifération des algues et la matière végétative, qui disparaissent dans les confluences et se présentent en nuances au mois de Septembre, c'est l'effet de la dilution.

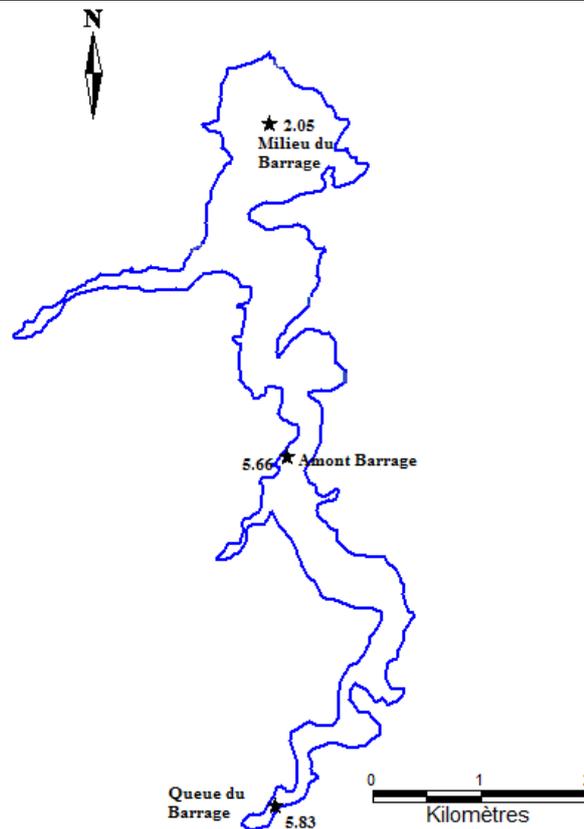


Figure 65 Taux de matière organique (mg/l) dans les eaux brutes du barrage Taksebt au mois de Septembre 2019.

## IV.5 Conclusion

Les eaux du barrage Taksebt, se caractérisent par un faciès chimique bicarbonaté calcique et magnésien à caractère incrustant d'après la classification de piper et Schoeller Berkaloff.

Les paramètres physiques, des eaux du bassin versant d'Oued Aissi, subissent une régression de surface en profondeur et d'amont en aval, avec une légère élévation en rapport avec l'apport pluviométrique.

La minéralisation dans le bassin versant revient à la géologie qui est composée essentiellement ;

Des calcaires solubles du Djurdjura (représente que 22% du BV, qui favorisent l'acquisition du calcium, magnésium et bicarbonate

D'un carbonifère pellitique et gréseux peu soluble

D'un Trias gréseux

Le reste des faciès sont des terrains métamorphiques (gneiss schistes pegmatites...) peu solubles.

Les marnes du Miocène relativement soluble (apport en calcium) qui constituent une partie du bassin des Ouadhia.

Au vue de la qualité des eaux, moyennement minéralisé qui est due à la géologie du terrain.

Le BV est particulièrement boisé et est favorable d'une part à l'autoépuration, d'autre part la faible dissolution des terrains et la fixation des éléments toxiques (métaux lourds) aux racines végétales.

Chapitre V

**Pollution des eaux brutes du  
barrage et de ses affluents**

# V. Chapitre Pollution des eaux brutes du barrage et de ses affluents

## V.1 Introduction

L'eau représente l'un des fondements de la vie sur Terre. Toutefois, les milieux aquatiques subissent des fortes pressions liées aux activités humaines, agricoles, industrielles et domestiques. Les eaux continentales sont fragilisées par la dispersion des surplus de produit phytosanitaire et par les rejets d'eau usée autoportée par le milieu ou non.

Dans le but de qualifier et de quantifier la pollution qui arrive dans le barrage de Taksebt, nous avons pu réaliser deux campagnes d'échantillonnage de ses affluents et une campagne pour les rejets les plus importants et les plus accessibles d'Irdjen.

### V.1.1 Définition la pollution hydrique

L'eau est le milieu récepteur final de toutes les formes de pollution notamment de l'atmosphère et du sol. La pollution de l'eau est dite lorsque sa qualité est dégradée, les eaux superficielles font très souvent les frais de pollutions diverses dont les causes sont nombreuses et variées, les plus connus étant celles liées à l'activité humaine et notamment l'urbanisation et l'industrialisation ; mais aussi peut être causée par la nature elle-même comme lorsqu'un changement des paramètres climatiques.

## V.2 Origines des pollutions

### V.2.1 Pollution urbaine

Cette pollution est due aux rejets d'eaux usées domestique, municipales et celles des établissements.

Les eaux usées urbaines transportent des corps en suspension et en solution comme les produits ménagers. Il s'agit essentiellement des polluants azotés et phosphatés avec la matière organique. Ces polluants entraînent l'eutrophisation et l'asphyxie des eaux.

Certains composés organiques notamment les phosphates sont à l'origine de déséquilibres des écosystèmes en favorisant par excès le développement de certains végétaux indésirables qui consomment de l'oxygène du milieu jusqu'à priver les animaux qui s'y trouvent.

Pour ce fait nous avons réalisé une campagne d'échantillonnage le 23/07/2019 pour les principaux rejets de la commune d'Irdjen qui déverse dans le BV de Taksebt, dont deux rejets ont été trouvé secs, présentés dans la figure 5-01.

Les analyses des échantillons prélevés (MES, DBO<sub>5</sub>), ont été effectués dans le laboratoire de la station d'épuration Est T-O ; ONA, tandis que les paramètres physico-chimiques ont été mesurés in-situ. Les résultats sont mentionnés dans le tableau suivant (Tableau 5-01).

Tableau 43: Résultats d'analyses des rejets domestiques d'Irdjen.

Lieu de prélèvement 23/07/2019	T(C)	pH	Conductivité (µs/cm)	Turbidité (NTU)	O <sub>2</sub> (%)	MES (mg/l)	DBO <sub>5</sub> (mg/l)
Normes (juil 1993)	30	6,5 – 8.5	3000			30	40
Normes (Avril 2006)	30	6,5 – 8.5				35	30
Rejet 1: Adni	26	7.86	1191	57	3.2	50	180
Rejet2: Ait Helli	26.4	7.85	1301	300	2	229	—
Rejet 3: Chef-lieu Irdjen	26.2	7.83	930	264	2.8	200	440
Rejet 4: Ait Yacoub	22	7.87	1197	283	4	—	—

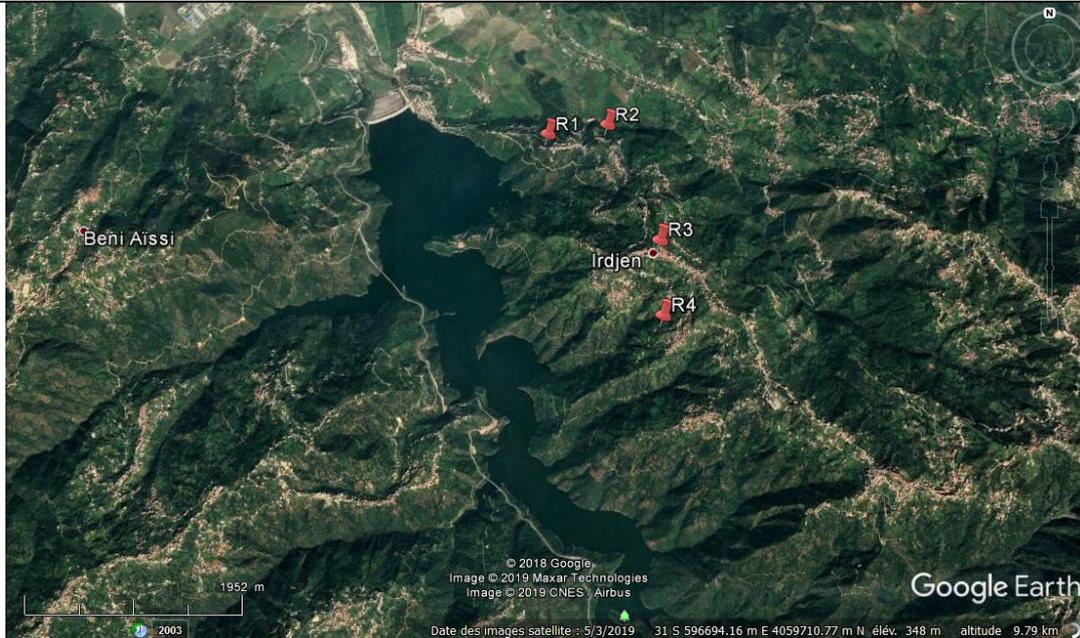


Figure 66: Situation des points de rejets d'Irdjen échantillonnés, sur photo satellitaire (Google Earth) vues sur photographiques.

Les valeurs du pH des rejets de la région sont de l'ordre de 7.8, qui sont situées dans la fourchette des valeurs généralement observées pour les eaux usées urbaines [6.5-8.5]. Comparant Celles-ci avec les mesures faites par NEE dans la région en 2006 qui sont comprises entre 7.45 et 7.85, nous a permis de dire que y'a pas de variations importantes malgré l'accroissement démographique.

Les températures de ces eaux sont de 26°C mis à part celle mesurée au rejet 4 (22°C) qui est peut-être due à l'heure de la mesure, néant moins elles sont conformes à la norme du décret exécutif n° 46 (14 juillet 1993).

Les mesures de la conductivité effectuées ce jour-là sont comprises entre 900 et 1300  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , qui ne dépassent pas la norme (3000  $\mu\text{s}/\text{cm}$ ). Notons que ces dernières sont plus élevées que celles mesurées par NEE qui étaient de l'ordre de 890  $\mu\text{s}/\text{cm}$ .

Les taux d'oxygène dissous enregistrés dans ces eaux usées sont compris entre 2 et 4 %. Les paramètres cités précédemment coïncidant avec la consommation d'oxygène dissous, favorisent donc la prolifération des micro-organismes et permet ainsi un bon rendement d'épuration.

La turbidité mesurée dans ces rejets est comprise entre 57 et 300 NTU, celles-ci sont dues à la matière organique et MES apportées dans les réseaux de canalisations.

Les résultats d'analyses de MES obtenus sont compris entre 50 et 229 mg/l qui sont supérieurs à la norme (35 mg/l). Ils varient légèrement par rapport à ceux de 2006 qui atteignent 197 mg/l, confirmant que ces rejets sont chargés en matière solide.

Les valeurs de la DBO<sub>5</sub> de ces eaux sont de 180 et 440 mg/l. Ces valeurs dépassent largement la norme qui est de 30 mg/l, qui montrent une teneur importante de matière organique biodégradable. Notons une hausse par rapport à 2006 (340 mg/l).

Ces rejets n'influencent pas la qualité de l'eau du barrage vu leurs faibles débits et la nature du terrain et son boisement qui favorisent l'infiltration et l'autoépuration.



Figure 67 : Mousses sur le plan d'eau du barrage de Taksebt en rive droite produites par les agents de surface ou détergents.

### V.2.2 Pollution agricole

L'activité agricole englobe à la fois les cultures et l'élevage et nécessite l'utilisation de différents types de pesticides et d'engrais. Les engrais apportent aux végétaux cultivés les éléments nécessaires à leur croissance notamment l'azote, le potassium, et le phosphore. Les dérivés azotés, spécialement les nitrates et les phosphates, provoquent des déséquilibres dans les milieux qui reçoivent les eaux de ruissellement et les eaux d'infiltration issues de l'agriculture en favorisant le développement des algues qui prennent la place de toute autre forme de vie à cause de leur surdéveloppement.

La pollution agricole n'est pas fortement présente dans notre versant, il n'existe que quelques cultures maraichères et des petits élevages (Chapitre II).

### V.2.3 Pollution industrielle

L'industrie constitue une source de contamination biologique, chimique et thermique des eaux. Cette pollution peut être générée par l'industrie pétrolière, agroalimentaire, chimique, sablières...etc.

A noter que dans notre région d'étude il n'existe pas de grosses industries mis à part quelques activités artisanales telles que les bijouteries et les huileries ; par le grignon et les margines déversés dans les talwegs qui apportent un surplus de matière organique. Ce cas survient d'une façon saisonnière (en hiver) où ces déversements sont dilués (Chapitre II), qui ne causent pas de sérieux problèmes vu que le milieu traversé par les eaux favorise une autoépuration naturelle.

### V.2.4 Pollution naturelle

La pollution peut dans certaines circonstances être causée par divers phénomènes naturels comme lorsque l'eau coule sur des sols qui ont un taux élevé d'acidité ou carrément traverse des gisements de substances tels que les sels, gypses, phosphates. Comme il se peut qu'elle soit liée à des variations des paramètres climatiques, soit le cas d'eutrophisation des eaux brutes du Barrage Taksebt durant l'année 2016-2017.

### V.3 Cas de pollution naturelle : Eutrophisation des eaux brutes du barrage Taksebt (2016/2017)

L'eutrophisation fait partie de l'ensemble des problèmes de la pollution des eaux de surface, c.à.d. des lacs et des eaux courantes.

L'eutrophisation est un processus naturel très lent, d'origine anthropique ou naturelle. Elle est la cause de la dégradation de la qualité de l'eau des lacs et retenues d'eau ainsi que l'envasement. Un excès dans les apports de nutriments (principalement le phosphore et l'azote) contribue à la prolifération des algues, à la diminution de la transparence de l'eau (l'eau devient turbide). L'augmentation de cette dernière limite le passage de la lumière à travers la colonne d'eau.

Le surplus de la matière végétale se dépose au fond du lac, les décomposeurs utilisent l'oxygène dissous afin de la décomposer ce qui provoque une diminution de concentration d'oxygène dissous en profondeur ce qui engendre la disparition des espèces de poisson.

Un début d'eutrophisation a été soupçonné au barrage au cours de l'été 2017 suite à la baisse du niveau d'eau au barrage dus aux faibles apports pluviométriques durant la même année. Les Oueds étaient pratiquement à sec. C'est donc une cause d'origine naturelle.

Les résultats d'analyses journalières, hebdomadaires ou mensuelles effectuées au niveau du laboratoire de la station de traitement des eaux du barrage Taksebt (SEAAL) sont exploités dans ce chapitre.

#### V.3.1 Paramètres physiques

##### V.3.1.1 Température

La température maximale de l'eau du barrage est de 33°C (août 2017) et le minimal est de 10,6°C.

Lorsque la température croît, la solubilité de l'oxygène diminue et la vitesse de sédimentation s'accroît (RODIER, 1996). Cette augmentation simule aussi les activités biologiques.

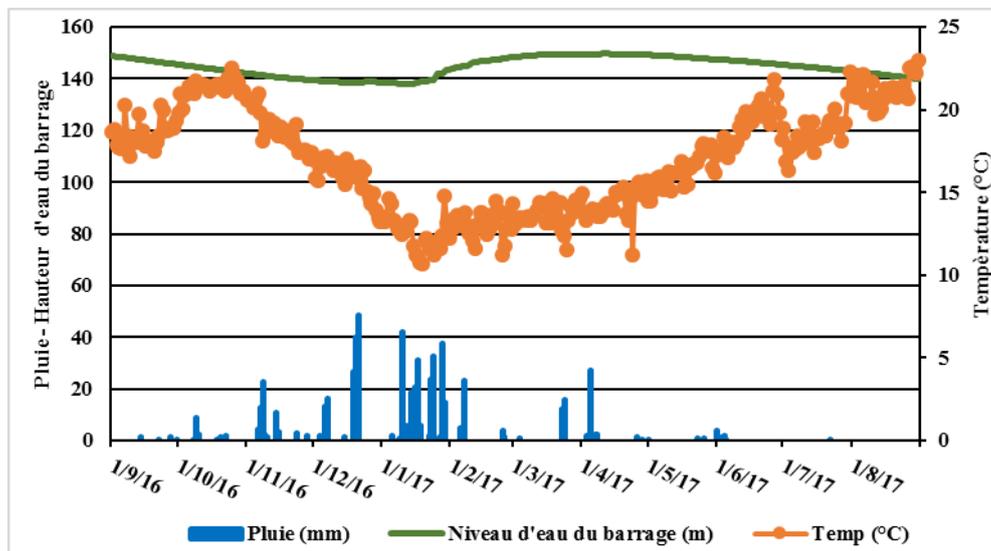


Figure 68 : Variation des températures des eaux brutes du barrage Taksebt au cours de l'année 2016-2017.

##### V.3.1.2 Conductivité

Les valeurs de la conductivité varient entre 450 et 580  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , les valeurs des mois de basses eaux ne varient pas vraiment.

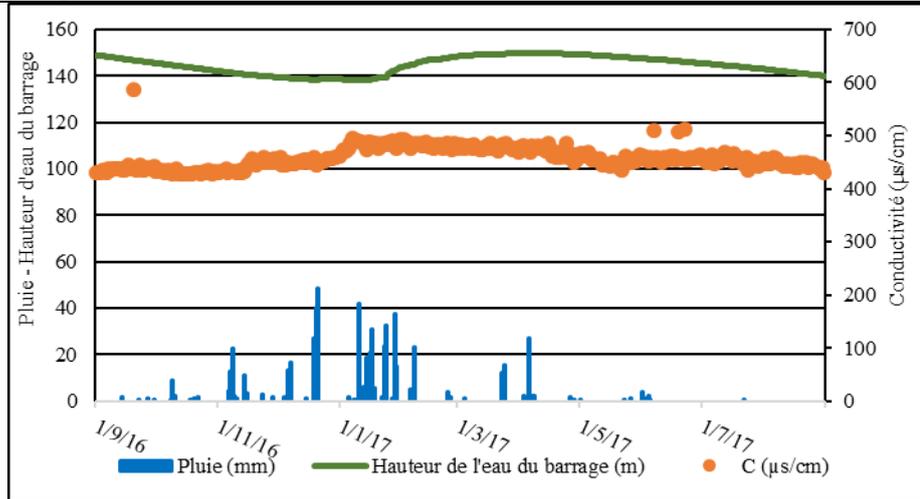


Figure 69 : Variation de la conductivité des eaux brutes du barrage Taksebt au cours de l'année 2016-2017

**V.3.1.3 pH**

Les eaux brutes du barrage Taksebt ont un pH oscillant entre 7.2 et 8.1 (neutre ou légèrement alcalin).

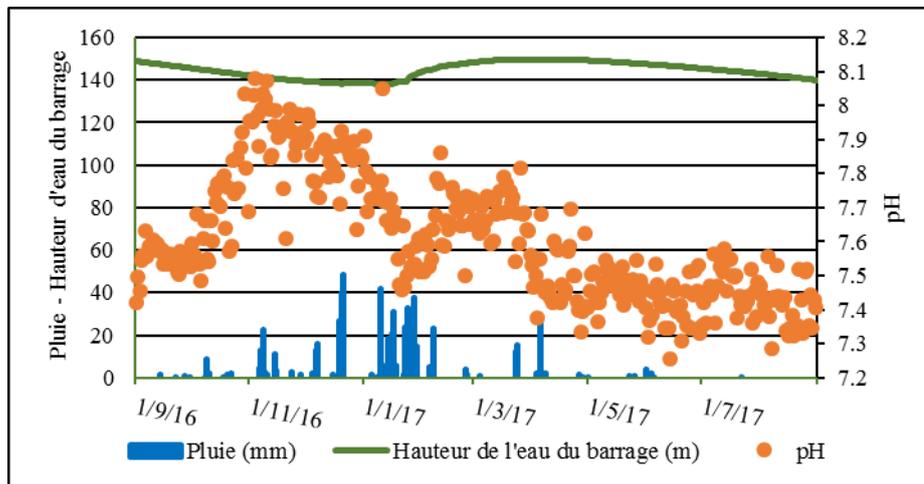


Figure 70: Variation des valeurs de pH des eaux brutes du barrage Taksebt durant l'année 2016-2017.

**V.3.1.4 Oxygène dissous**

Les taux de l'oxygène dissous varient entre 0 et 9.06 %. Ses valeurs sont fonction de l'apport pluviométrique. Après une forte pluie la turbidité augmente ce qui diminue la transparence de l'eau et défavorisent la consommation d'oxygène, dans le cas où Il n'y a pas de pluie et que la température augmente les microorganismes épuisent l'oxygène dans l'eau.

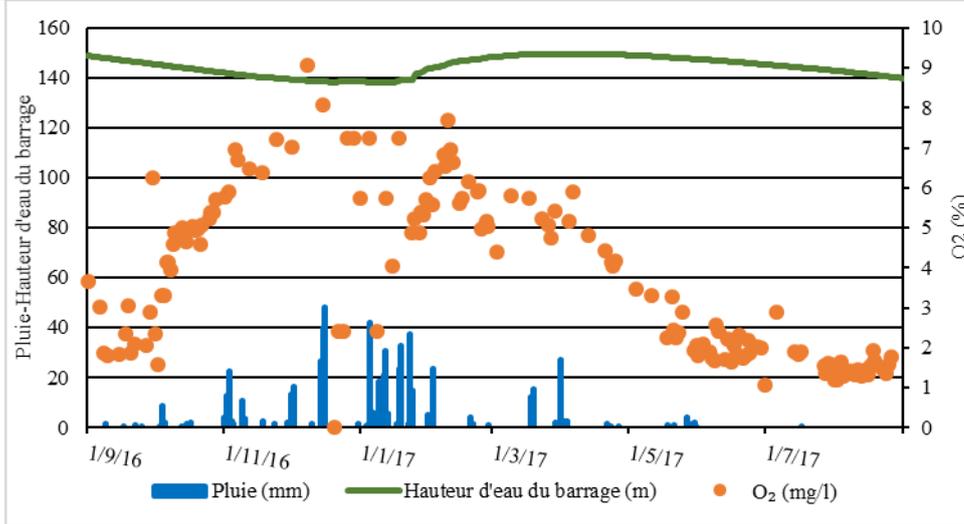


Figure 71: Evolution des teneurs en oxygène dissous (O<sub>2</sub> %) dans les eaux brutes du barrage Taksebt au cours de l'année 2016-2017.

**V.3.1.5 Turbidité**

Les teneurs de la turbidité varient entre 0.66 et 9 NTU. L'accroissement de la turbidité dans l'eau est engendré par l'accumulation de la matière organique et végétative. La variation de ce paramètre influe sur les autres paramètres comme l'oxygène dissous.

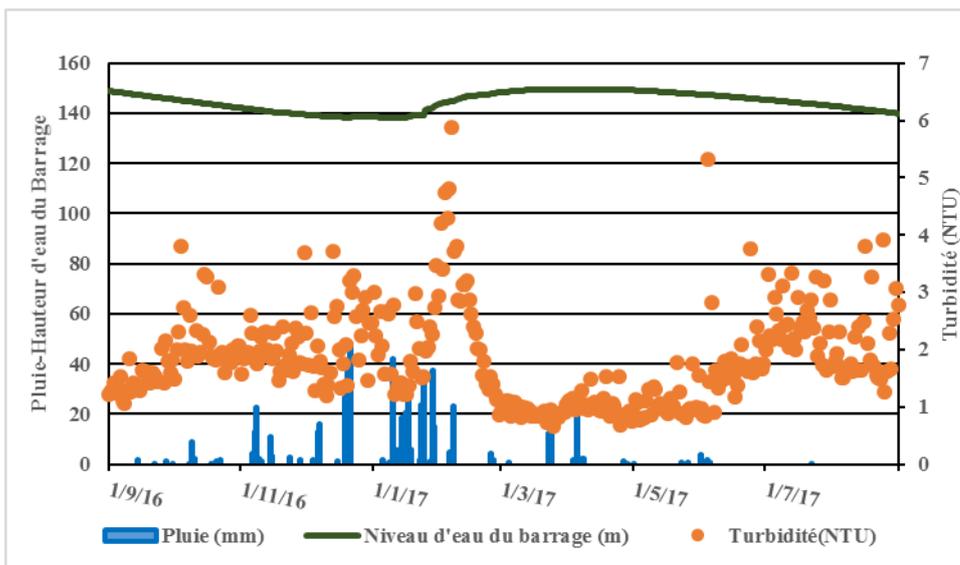


Figure 72 : Variation de la turbidité dans les eaux brutes du barrage Taksebt au cours de l'année 2016-2017.

**V.3.2 Paramètres de pollution**

**V.3.2.1 Ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)**

Les taux d'ammonium enregistrés dans les eaux du barrage sont habituellement nuls. Des légères remontées sont mentionnées au mois de Janvier (0.03 mg/l) et Février 2017(0.08 mg/l). A à partir du mois de Juin on remarque une augmentation brutale atteignant 0.2 mg/l peut être due à l'oxydation des nitrates, nitrites ou un surplus de matière organique suite à la baisse du niveau de l'eau dans la retenue *figure 73*.

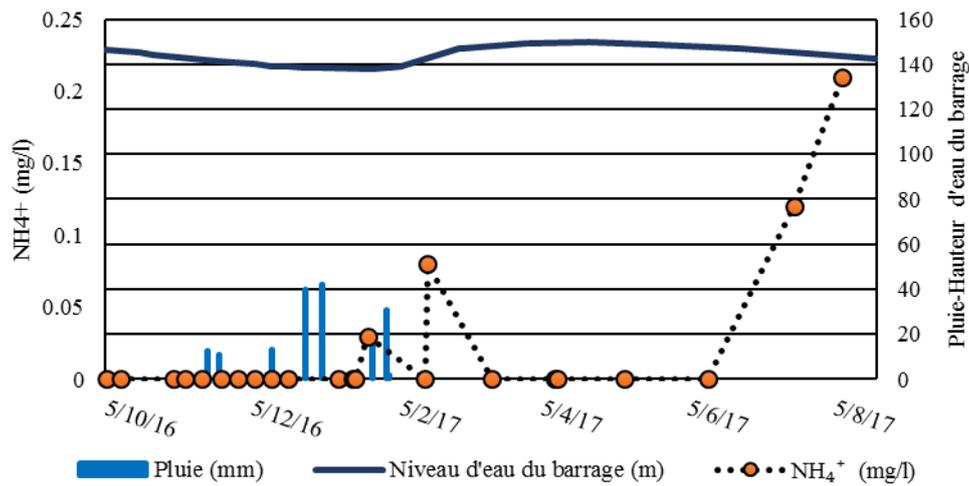


Figure 73: Evolution des teneurs en ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) dans les eaux brutes du barrage Taksebt [2016-2017].

**V.3.2.2 Nitrates**

Les valeurs de nitrates dans l’eau du barrage sont comprises entre nulles mis à part de petites remontées en mois de novembre (0.08 mg/l), janvier (0.03 mg/l), février (0.04 mg/l). Un pic important est mesuré en mois d’avril (0.52 mg/l) qui diminue légèrement en mois de Mai (0.4 mg/l), qui reprend sa valeur initiale (0 mg/l) pour s’accroître juste après en mois d’Aout (0.15 mg/l) qui ne dépasse pas la norme algérienne qui est de 50 mg/l.

Cette augmentation est peut-être due à la nitrification ou à l’utilisation de ses molécules oxydées par les micro-organismes (respiration anaérobie) vu la pauvreté de ces eaux en oxygène dissous au mois de Mai *figure74*.

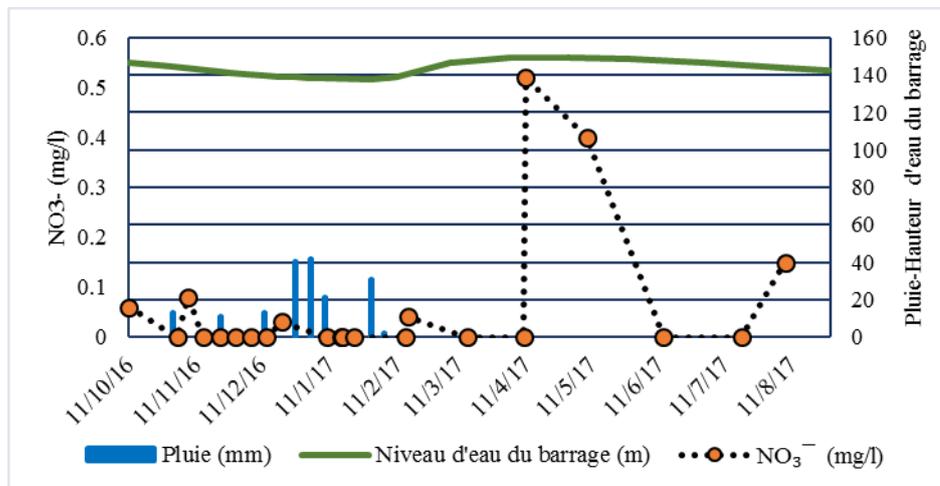


Figure 74 : Evolution des teneurs en nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) dans les eaux brutes du barrage Taksebt [2016-2017].

**V.3.2.3 Nitrites**

Les valeurs sont comprises entre 0 mg/l et 0.052 mg/l. Les taux élevés des nitrites sont liés à l’appauvrissement de ses eaux en oxygène ou, susceptibles de se former sous l’action de bactéries à des températures élevées *figure75*.

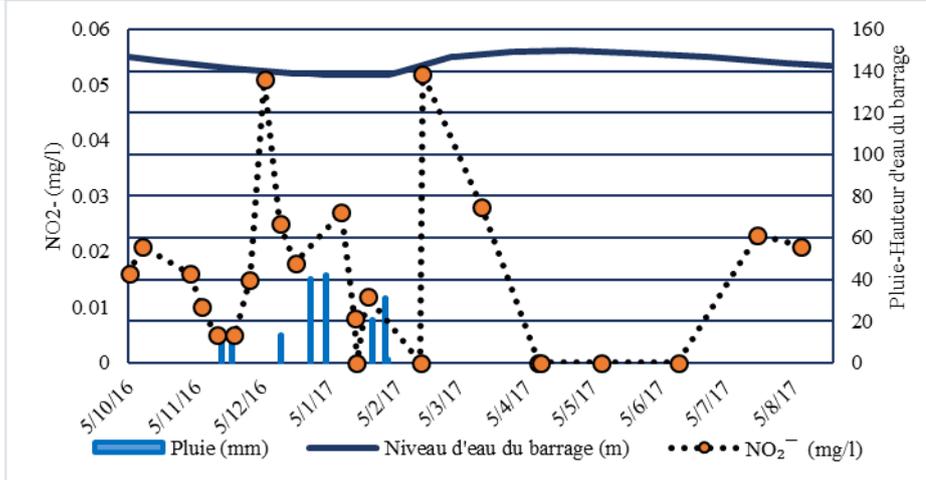


Figure 75: variation des teneurs en nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) dans les eaux brutes du barrage [2016-2017].

### V.3.2.4 Manganèse

Les valeurs du manganèse sont comprises entre 0 mg/l et 0.26 mg/l. Ces dernières ne dépassent pas la norme qui est de 0.3 mg/l. Sa solubilité dépend du pH et de l'oxygène dissous. L'oxydation du manganèse influe sur la saveur de cette eau ce qui a été constaté lors de l'été 2017.

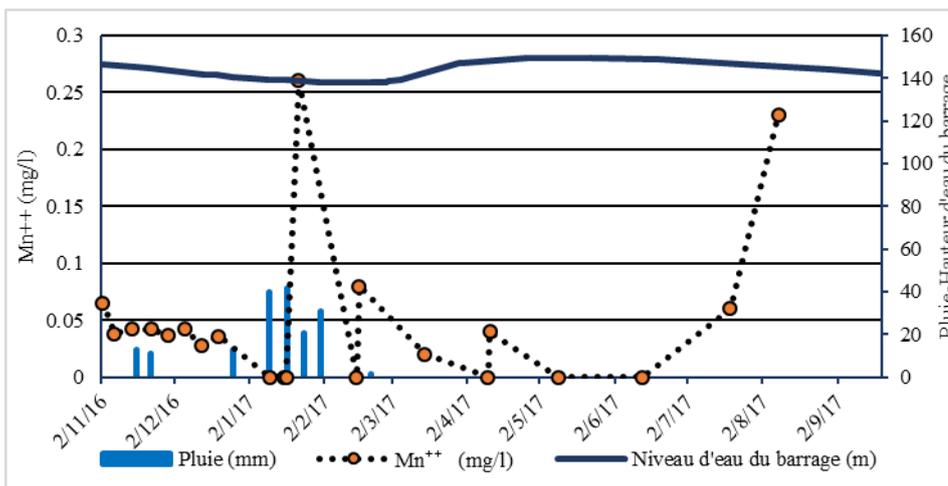


Figure 76: Variations des teneurs en manganèse (Mn<sup>++</sup>) dans les eaux brutes du barrage Taksebt [2016-2017].

### V.3.2.5 Fer

Les variations de fer oscillent entre 0 et 0.12 mg/l et ne dépassent pas la norme. Le milieu est devenu réducteur hydrogéné à l'été 2017, ce qui a engendré l'oxydation de fer ferreux (Fe<sup>++</sup>) en fer ferrique (Fe<sup>3+</sup>) qui a donné une coloration rougeâtre à ces eaux accompagné de l'oxydation du manganèse qui dégrade le goût et l'odeur de ces eaux. En absence d'oxygène des microorganismes sont capables de produire de l'énergie à partir de la MO en utilisant d'autres molécules oxydante (Nitrate, Fer et Manganèse oxydés) ; la respiration anaérobie.

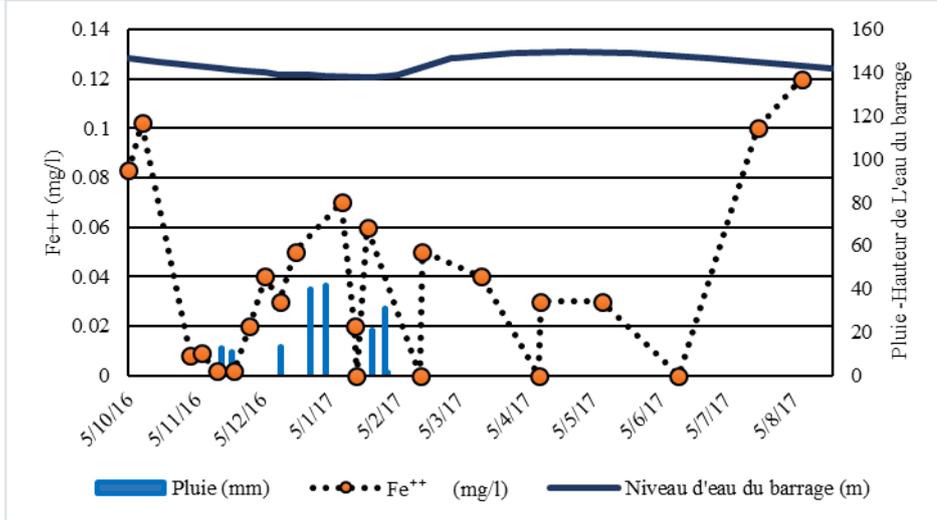


Figure 77: Evaluation des teneurs en fer (Fe<sup>++</sup>) dans les eaux brutes du barrage Taksebt [2016-2017].

### V.3.2.6 Orthophosphate

Le phosphore présent dans l'eau sous forme d'orthophosphate d'une teneur inférieure à 0.5 mg/l habituellement. A cours de l'année 2016/2017 un pic très élevé a été mesuré, 4,9 mg/l au mois de juin par rapport aux valeurs habituelles comprises entre 0 et 0.2 mg/l avec une légère augmentation en mois décembre atteignant 0.72 mg/l, produit des quantités importantes en matières organiques fermentescibles.

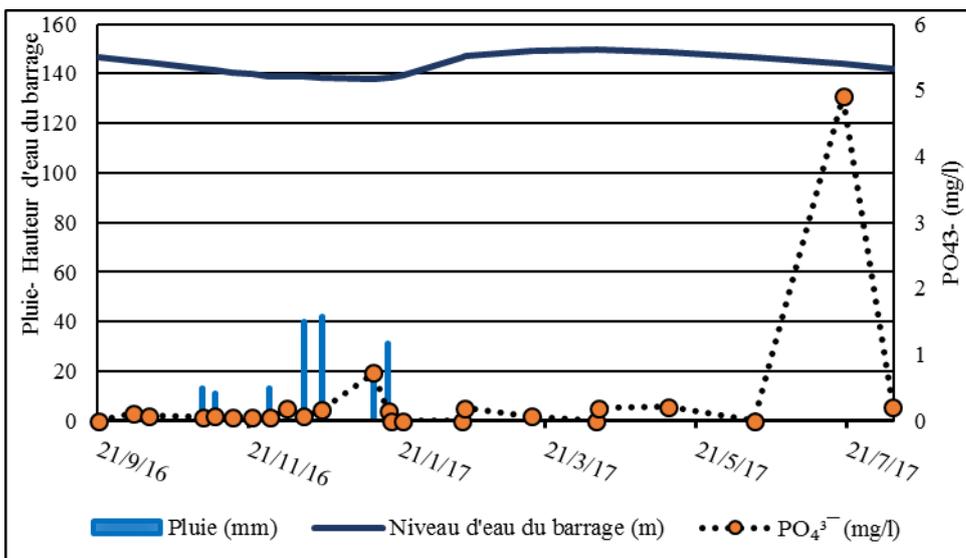


Figure 78: Evolution des teneurs en orthophosphates PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> dans les eaux brutes du barrage Taksebt [2016-2017].

#### V.3.2.6.1 Matière organique

Les valeurs de la matière organique sont variantes de 0 à 4 mg/l. A partir du mois de Mars la MO marque des taux élevés mis à part le mois d'avril (0 mg/l).

L'excès de la matière organique en surface conduit à une augmentation de la respiration c.à.d. à l'épuisement du stock d'oxygène dissous dans la zone profonde qui peut conduire à l'asphyxie ou la mort des organismes qui déséquilibrent cet écosystème.

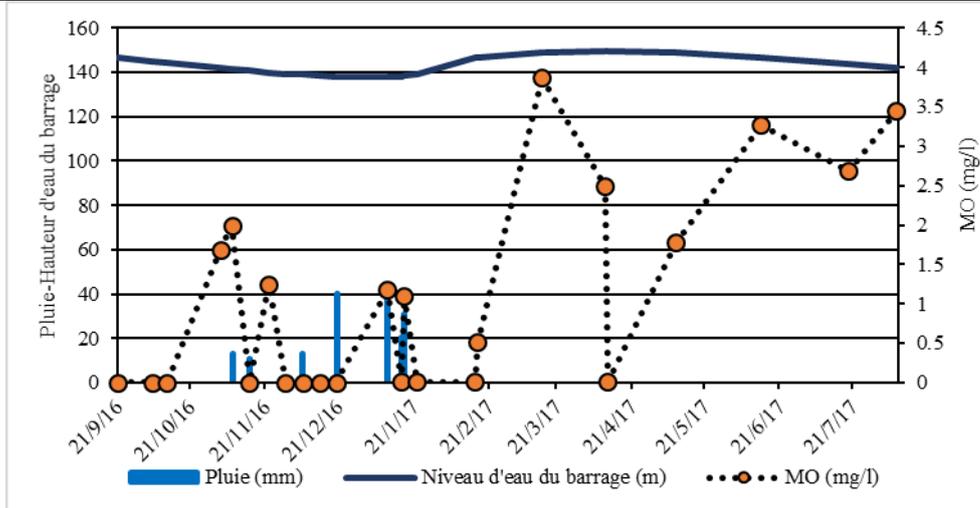


Figure 79: Evolution des taux des matières organiques (MO) dans les eaux brutes du barrage Taksebt [2016-2017]

## V.4 Pollutions anthropiques

### V.4.1 Décharges de déchets

Des zones de décharges de déchets longent les routes le long des berges du barrage de Taksebt. Des risques de contaminations diverses menacent ses eaux et l'Oued Aissi qui l'alimente.

Celles-ci participent à la pollution de la nappe et des cours d'eau par différents processus de transfert à travers le sol à partir des contaminants provenant des lixiviats (substances polluantes minérales et organiques dont se charge l'eau en percolant à travers les déchets).



Figure 80 : Dépôts de débris sur les berges du barrage Taksebt

### V.4.2 Lavages des véhicules

Les lits d'Oued Aissi et les rives du barrage Taksebt sont utilisés pour le lavage des véhicules. Les détergents utilisés et autres produits dégagés par les moteurs (huiles, hydrocarbures, ...etc) polluent ces eaux.



Figure 81 : Lavage de véhicules en amont du plan d'eau du barrage Taksebt

### V.4.3 Extraction des produits alluvionnaires

L'excès d'exploitation et d'extraction des sables dans les lits d'oued fait augmenter la turbidité et la matière en suspension dans l'amont du barrage qui favorise l'envasement du barrage de plus en plus, ainsi que le brassage des vases des cours d'eau peut entraîner la libération d'eaux interstitielles très riches en ammoniac (RODIER, 1996) qui est un produit chimique très toxique.

### V.4.4 Cas de pollution anthropique : mortalité des poissons

Le 26/08/2019, le barrage Taksebt a connu un cas de mortalité qui a touché quelques espèces de poissons trouvées mortes sur les rives et dans le plan d'eau du barrage.

Pour ce fait nous avons réalisé une campagne d'échantillonnage en amont du barrage (les principaux oueds déversant dans le barrage arrivant jusqu'à la queue du barrage) et en aval (dans le plan d'eau), afin de déterminer la source de cette pollution, la qualifier et la quantifier pour surveiller la qualité de cette eau destinée à l'AEP.

Les mesures in-situ ainsi que les résultats des analyses faites (présentés dans le chapitre précédant) durant cette période ne marquent pas d'anomalies par rapport aux résultats habituels mis à part quelques paramètres (turbidité, MES, MO, Cl<sub>2</sub>)

Les valeurs de la conductivité sont comprises entre [400-600 µs/cm] marquant une forte minéralisation en amont qui est dû au lessivage des terrains traversés par les fortes pluies enregistrées.

Le pH varie entre 8.74 en amont et 8.4 en aval près de la digue.

La température des eaux varie dans le plan d'eau passant à 30°C en amont et à 28°C en aval.

La Turbidité marque des valeurs très élevées en amont du barrage. Elle atteint 114 NTU dans la queue, qui est une valeur inhabituelle indiquant une pollution. Elle diminue d'amont en aval passant à 3.4 NTU vers la digue **Figure 39**.

Les MES et les matières organiques marquent des taux très élevés en amont à la queue du barrage qui sont respectivement de 112 mg/l et 5.8 mg/l.

La mesure du chlore libre dissout dans l'eau a montré des valeurs dépassent les 0.03 mg/l habituelles. Pour ce fait nous avons réalisé une enquête et un suivi du chlore dans le barrage durant un mois jusqu'à la disparition totale de cette pollution. Les résultats sont mentionnés dans le tableau 44 ci-dessous.

Tableau 44 : Suivi des taux de chlore dans les eaux brutes du Barrage Taksebt d'amont en aval.

Date	Eau courante	Eau stagnante	La digue du barrage	Remarques
04-09-19	0.1 mg/l	0.23 mg/l	0.04 mg/l	Présence de poissons morts
09-09-19	0.1 mg/l	0.22 mg/l	0.04 mg/l	Un taux minime de poissons morts
18-09-19	0.06 mg/l	0.14 mg/l	—	Un taux minime de poissons morts
22-09-19	0.04 mg/l	0.11 mg/l	0.02 mg/l	Absence de poissons morts qui flottent
25-09-19	0.02 mg/l	0.07 mg/l	—	Absence de poissons morts qui flottent

Cette chloration qui a provoqué cette mortalité serait liée à diverses hypothèses, parmi elles :

- Nettoyage des réservoirs d'AEP et d'installations comme les poulaillers.
- L'utilisation d'appâts par les pêcheurs (composés du chlore)
- Pêche sélectives où certains poissons pris au filet sont abandonnés sur les rives et rejetées dans l'eau.
- Déversement de détergents ou autres produits chlorés en amont de la queue du barrage lors des lavages des véhicules.

## V.5 Conclusion

Le plan d'eau du barrage Taksebt est exposé à divers sources de pollution de différentes origines dont l'industrie, l'agriculture, rejets urbains (anthropiques).

- ❖ Le BV ne comprend pas de grandes activités industrielles mis à part quelques activités artisanales dont les bijouteries, lavage graissage et les huileries qui apportent un surplus en matières organiques dans les Oueds sauf que ceci est saisonnier (une dilution se fait avec les grosses pluies d'hiver)
- ❖ L'activité agricole est presque absente mis à part quelques cultures maraichères et l'élevage artisanal.
- ❖ Divers activités sont pratiquées en amont du barrage qui sert à nuire la qualité de ses eaux : L'extraction de sables des lits d'oueds renforce l'envasement, ainsi qu'une production d'ammoniaque dans ces eaux.
- ❖ Le lavage des véhicules dans l'oued Aissi et dans les rives du barrage engendre une contamination par des micropolluants indésirables et toxiques (hydrocarbures et métaux lourds).
- ❖ Les décharges autour du barrage menacent la qualité d'eau superficielle qui arrive au barrage et les nappes souterraines (infiltration des lixiviats).
- ❖ La pollution urbaine n'arrive pas dans le barrage vu le débit faible des rejets domestiques ainsi que la nature de terrain perméable et le boisement du BV qui favorisent l'autoépuration. Les résultats de nos analyses effectuées sur les principaux rejets d'Irdjen ne montrent pas de variation par rapport à celles de l'étude réalisée par NEE en 2006 mis à part la DBO<sub>5</sub> qui atteint 440 mg/l, les MES ainsi que la conductivité qui arrive jusqu'à 1300 µs/cm ; ceci est dû à l'accroissement démographique.
- ❖ La pollution peut être aussi d'origine naturelle comme le cas survenu au cours de l'année 2016/2017, c'était un début d'eutrophisation. Cette année particulière n'était pas pluvieuse (556 mm), ce qui a conduit à la baisse du niveau du barrage qui atteignait la cote 132 m. L'augmentation des températures et le pH [7.2-8.1] ont favorisé la prolifération d'algues et

---

bactéries, qui épuisèrent le stock d'oxygène dissous en profondeur par la suite. Le milieu est devenu réducteur, du coup le fer et le manganèse ont subi une réduction ce qui a donné une coloration sombre à ces eaux. Ainsi qu'une élévation brutale en teneur d'orthophosphates (4.9 mg/l) produit d'accumulation de matière organique et végétative en profondeur. L'azote a joué aussi son rôle, il y avait des nitrifications de nitrates et oxydation d'ammonium afin d'utiliser leurs molécules oxydées pour la production d'énergie (respiration anaérobie).

- ❖ Le barrage Taksebt a connu un autre cas spécial en Août 2019 : la mortalité de certaines espèces de poisson en amont du barrage. La campagne d'échantillonnage effectuée dans les oueds ainsi dans le plan d'eau a montré que l'origine n'était pas urbaine et ne provient pas des cours d'eau, nous avons remarqué une hausse de la teneur en chlore libre qui a dépassé la marge dans les eaux naturelles (0.03 mg/l). Pour ce fait un suivi du chlore a été fait pendant un mois. L'enquête réalisée nous a permis de déduire les hypothèses suivantes :
- ❖ Nettoyage des réservoirs d'AEP et d'installations comme les poulaillers.
- ❖ L'utilisation d'appâts par les pêcheurs (composés du chlore),
- ❖ Déversement de détergents ou autres produits chlorés en amont de la queue du barrage lors des lavages des voitures.

## VI. Conclusion générale

Dans le cadre de notre étude, consacrée au suivi de la qualité hydrochimique des eaux brutes du barrage Taksebt en surface et en profondeur et les affluents d'oued Aissi, nous avons essayé de définir le fondement géologique et géotechnique, les principaux paramètres hydroclimatologiques, physico-chimiques et bactériologiques ; ainsi que les types de pollution susceptibles d'affecter la qualité de ces eaux.

L'étude géologique a mis en évidence une structure complexe, constitué par un empilement de quatre grands ensembles. Un socle cristallophyllien, fortement métamorphisé et fracturé. La Dorsale kabyle carbonatée structurée en écaillés, très accidentée. Les marnes du Miocène dominant la dépression des Ouadia et le quaternaire récent.

Le site de l'implantation de la digue du barrage est marqué par une assise géologique composée du Miocène marno-gréseux conglomératique, caractérisé par une perméabilité [ $2,1 \cdot 10^{-9}$  à  $5,06 \cdot 10^{-3}$  m/s], discordant sur le substratum schisteux imperméable ( $4 \cdot 10^{-8}$  à  $4 \cdot 10^{-6}$  m/s), recouvert par des alluvions du Quaternaire récent d'une perméabilité de [ $9,4 \cdot 10^{-8}$  à  $4 \cdot 10^{-4}$  m/s].

L'étanchéité du fond de la vallée est assurée par une double paroi moulée en béton plastique traversant les alluvions et prolongée dans les schistes imperméables du socle par un voile d'injections.

Notre zone d'étude est fortement boisée, couverte essentiellement par le chêne, le cèdre les oliviers et les figuiers en montagnes, les cultures maraîchères, les lauriers, et roseaux dans les terrasses alluviales. Ce couvert végétal favorise la protection contre l'érosion et l'autoépuration naturelle des eaux.

L'établissement du bilan socio-économique nous a permis d'estimer une population de 291 201 habitants en 2019, leurs besoins en eau journaliers qui s'élèvent à 43 680 m<sup>3</sup>/jour ainsi que le débit d'eaux usées rejetées dans la nature de 34 944 m<sup>3</sup>/jour (2019).

Le bassin versant d'oued Aissi est peu allongé caractérisé par un relief fort, un réseau hydrographique ramifié bien développé. Son climat est méditerranéen tempéré ; avec une humidité relative importante (71% en moyenne et toujours supérieur à 50%) et une vitesse de vent faible (1,90m/s). Les températures mensuelles sont variables atteignant leurs valeurs maximales en mois de juillet et Août (28,7°C) et chutent vers des valeurs très faibles en mois de Janvier (10,6°C).

L'analyse des résultats du bilan hydrologique montre que l'année 2018-2019 est une année hydrologique humide et pluvieuse. La lame d'eau moyenne tombée sur le BV Oued Aissi et de 851,5mm dont 425,8 mm ont été évapotranspirées et un ruissèlement de 425,2 mm soit un apport de 195,124 HM<sup>3</sup>. La pluie moyenne sur tout le BV est de 947mm/an.

Les analyses chimiques sur 45 échantillons prélevés dans le plan d'eau en surface et à différentes profondeurs (PRF1 : entre 4m et 15m, PRF 2 : entre 15m et 24m ; PRF 3 : entre 24m et 40m) et 10 dans les affluents, confirment le principe de stratification de la température de la surface vers la profondeur posé dans la problématique.

La minéralisation dans le bassin versant revient à la géologie qui est composée essentiellement des carbonates du Djurdjura (représente que 22% du BV), qui favorisent l'acquisition du calcium, magnésium et bicarbonate, d'un carbonifère pelitique et gréseux peu soluble, un Trias gréseux et parfois gypseux. Le reste des faciès sont des terrains métamorphiques (gneiss schistes pegmatites...) peu solubles et des marnes du Miocène relativement soluble (apport en calcium) qui constituent une partie du bassin d'Ouadhia.

La qualité des eaux est moyennement minéralisée est due à la géologie du terrain (conductivité électrique des eaux du barrage Taksebt comprise entre **350 et 620 µs/cm** soit une minéralisation moyenne de 250.6 à 443,9mg/l).

Le BV est particulièrement boisé et est favorable d'une part à l'autoépuration, d'autre part la faible dissolution des terrains et la fixation des éléments toxiques (métaux lourds) aux racines végétatives.

Les eaux du barrage Taksebt, se caractérisent par un faciès chimique bicarbonaté calcique et magnésien d'après les classifications de Piper et de Schoeller-Berkaloff.

Le plan d'eau du barrage Taksebt est susceptible d'être exposé à diverses sources de pollution de différentes origines dont l'industrie, l'agriculture et les rejets urbains (anthropiques). Son BV ne comprend pas de grandes activités industrielles mis à part quelques activités artisanales dont les bijouteries, lavage graissage et les huileries qui apportent un surplus en matières organiques dans les Oueds sauf que ceci est saisonnier (une dilution se fait avec les grosses pluies d'hiver). L'activité agricole aussi est presque absente mis à part quelques cultures maraichères et l'élevage artisanal.

Divers activités sont pratiquées en amont du barrage et nuisent à la qualité de ses eaux. L'extraction de sables des lits d'oueds renforce l'envasement, ainsi qu'une production d'ammoniaque dans ces eaux. Le lavage des véhicules dans l'oued Aissi et dans les berges du barrage engendre une contamination par des micropolluants indésirables et toxiques (hydrocarbures, agents de surface et métaux lourds) il en est de même pour la multitude de décharges autour du barrage (infiltration des lixiviats).

La pollution urbaine n'arrive pas dans le barrage vu le débit faible des rejets domestiques (ainsi que la nature de terrain perméable et le boisement du BV qui favorisent l'autoépuration. Les 34 944 m<sup>3</sup>/jour d'eaux usées sont disséminées en plus de 120 points de rejets. Les résultats de nos analyses effectuées sur les principaux rejets d'Irdjen ne montrent pas de variation par rapport à celles de l'étude réalisée par NEE en 2006, mis à part la DBO<sub>5</sub> qui atteint 440 mg/l, les MES ainsi que la conductivité qui arrive jusqu'à 1300 µs/cm ; ceci est dû à l'accroissement démographique.

La pollution peut être aussi d'origine naturelle comme le cas survenu au cours de l'année 2016/2017, c'était un début d'eutrophisation. Cette année particulière n'était pas pluvieuse (556 mm), ce qui a conduit à la baisse du niveau du barrage qui atteignait 132 m contre 165 m en côte max. L'augmentation des températures (jusqu'à 33 °C) et le pH conforme [7.2-8.1] ont favorisé la prolifération d'algues et de bactéries, qui épuisaient le stock d'oxygène dissous en profondeur. Le milieu est devenu réducteur, du coup le fer et le manganèse ont subi une mise en solution ce qui a donné une coloration rougeâtre à ces eaux due aux oxydes. Une élévation brutale de la teneur en orthophosphates (4.9 mg/l contre 0,02mg/l) produit d'accumulation de matière organique et végétative est apparu en profondeur (prise basse). L'azote a joué aussi son rôle, il y'avait des nitrifications de nitrates et oxydation d'ammonium afin d'utiliser leurs molécules oxydées pour la production d'énergie (respiration anaérobie).

Le barrage Taksebt a connu un autre cas spécial en Août-septembre 2019 : une mortalité de certaines espèces de poisson en amont du barrage a été constatée. Une campagne d'échantillonnage effectuée dans les oueds ainsi que dans le plan d'eau a montré que l'origine n'était pas urbaine et ne provenait pas des cours d'eau. Nous avons relevé une hausse des teneurs en chlore libre qui dépassent la norme (0,23 contre 0.03 mg/l). Pour ce fait un suivi de chlore a été fait pendant un mois. L'enquête réalisée nous a permis de déduire les hypothèses suivantes :

Nettoyage des réservoirs d'AEP et d'installations comme les poulaillers.

L'utilisation d'appâts par les pêcheurs (composés du chlore),

Pêche sélectives où certains poissons pris au filet sont abandonnés sur les rives et rejetées dans l'eau.

Déversement de détergents ou autres produits chlorés en amont de la queue du barrage lors des lavages des voitures.

Durant la préparation de ce travail, nous avons activement participé au suivi et prélèvements sur le plan d'eau et les affluents du barrage ainsi qu'aux analyses dans le laboratoire de la SEEAL de Taksebt. Tout cela a été bénéfique pour notre formation et l'acquisition de techniques et conditions de travail tant au laboratoire que sur le terrain.

## **Recommandations**

## Conclusion générale

---

Pour une meilleure gestion des rejets d'eau usée ainsi que la gestion des déchets solides sur le bassin versant de Taksebt, nous préconisons les mesures comme suit :

- Réalisation des stations d'épuration prévus en 2006 autour du barrage suite à l'étude menée par NEE, notamment pour les rejets d'Irdjen, et les équiper de bassins tampons et prévoir un traitement tertiaire;
- Inciter la population à réaliser des fosses septiques individuelles ou collectives ;
- Réalisation et contrôle des bassins de décantations pour les stations de lavage graissage et les huileries ;
- Prévoir des décharges communales contrôlées où les déchets de type urbains ou centre d'enfouissement et organiser les circuits de collecte de façon à passer sur tous les villages ;
- Instaurer une police des eaux pour contrôler les activités autour du barrage notamment l'extraction de sable, le lavage de véhicules dans le cours d'eau, et imposer des sanctions ;
- Organiser des campagnes de nettoyage autour du plan d'eau.
- Favoriser le tourisme et les pratiques sportives autour du plan d'eau de façon à contrôler les déchets des visiteurs.
- Placer des géotextiles sur les bordures du plan d'eau près de la digue sous forme de filets pour piéger objets flottants et faciliter leur évacuation.

Pour le suivi optimal du barrage et du bassin versant nous préconisons les recommandations suivantes :

- La réhabilitation des stations pluviométriques, en arrêts, dans le BV et les équiper ou les remplacer par des stations automatiques ;
- Déplacer et réhabiliter la station pluviométrique de la digue du barrage ;
- Réhabiliter et remettre en marche la station hydrométrique de l'Oued Aissi.

Pour la bonne gestion de la ressource et la préservation de la qualité de l'eau du Barrage pour éviter et prévenir toute source de pollution naturelle susceptible d'arriver au barrage. Nous recommandons :

- Minimiser le pompage excessif ;
- En cas de débordement du barrage favoriser la vidange du fond pour minimiser l'envasement du barrage ;
- Instaurer et respecter le périmètre de protection du barrage vu que c'est un DPH artificiel ;
- Gérer les fuites dans les réseaux de distribution ;
- Régulariser les pratiques de la pêche.

---

## VII. Références bibliographiques

- (1) **ABDESSELAM M., 1995.** Structure et fonctionnement d'un karst de montagne méditerranéenne : exemple du Djurdjura occidental en Kabylie (ALGERIE). Thèse docteur.
- (2) **ABDELHAK O. (1999).** Précis d'assainissement urbain. Office des publications universitaire.
- (3) **AMMARI A. (2012),** Vulnérabilité à l'Envasement des Barrages cas du bassin hydrographique des côtiers algérois (Doctorat en Hydraulique UMK Biskra)
- (4) **AIGOUN C. (2014),** Potentialités hydrique de l'aquifère alluvial du Bas Sébaou (Magister en Hydrogéologie, USTHB)
- (5) **AITE M.O(1994),** Analyse de la microfracturation et paléo-contraintes dans le Néogène post-nappes de grande kabylieAlgerie)
- (6) **AMOUBOUDI K. et BALEH A (2001).** Evaluation des ressources en eau et la contribution de la charge polluante de la rive gauche du haut Sébaou (Ingénieur en Agronomie T.O).
- (7) **ANBT,** Donnée climatiques, apports liquide niveau du barrage (2002-2019)
- (8) **ANRH,** Données pluviométrique
- (9) **ARAB L, OUDAFAL N.,** Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux brutes et traitées du barrage de Taksebt (Ingénieur d'Etat UMMTO).
- (10) **ASSOUS A. et HEROUI L., 2002.** Impacts des rejets liquides des huileries sur l'environnement dans la wilaya de Tizi Ouzou. (Ingénieur en biologie, U.M.M.T.O).
- (11) **BENSALEM L., BOUGHIAS S. (2005),** Etude de l'impact hydroclimatique sur le transport solide au niveau du bassin versant de l'Oued Aissi, (Thèse Ing d'Etat UMMTO).
- (12) **BOUBCHIR.F&NESSAH (2005),** Caractérisation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux du BV du barrage de Taksebt (Ingénieur d'Etat UMMTO).
- (13) **CHAIBI M & KHDOUSSI F (2012),** Etude de la qualité des eaux du barrage de Tichi Hal : les algues bio-indicatrices, (Master environnement et santé UAM Bejaia).
- (14) **CHABANE F & BENSLAMA N (2012),** Dénombrement des principales sources de pollutions du barrage Taksebt de Tizi-Ouzou (Ingénieur d'Etat UMMTO).
- (15) **CHAUMONT M (1968),** Les influences des régimes climatiques en France, en Espagne et Afrique du Nord et leurs conséquences hydrologiques.
- (16) **CHEMLAL N (1983),** Etude paléomorphologique et hydrogéologique de la vallée du bas ISSER, (Thèse de doctorat université scientifique et médicale de Grenoble)
- (17) **CHERIFI D & FOUAL M (2012),** Contribution à la surveillance de la qualité physico-chimique du barrage de Taksebt et estimation du volume des margines déversées (Ingénieur d'Etat UMMTO).
- (18) **DEGREMONT, 1989.** Mémento technique de l'eau 9<sup>ème</sup> Ed. , Paris.
- (19) **DJEMAI M (1985),** Hydrologie du bassin du Haut Sebaou, (Ingénieur d'Etat Université scientifique et médicale de Grenoble)
- (20) **DRE,** Données socioéconomiques
- (21) **DUBREUIL P (1974)** Initiation à l'analyse hydrologique, Paris
- (22) **DUPONT A, Tome I (1978),** Hydraulique urbaine (hydrologie, captage et traitement des eaux), Ed EYROLLES4em Edition.
- (23) **DUPONT A Tome II (1974)** Hydraulique urbaine (ouvrage de transport, élévation et distribution des eaux Ed EYROLLES 3eme Edition.
- (24) **DURAND-DELGA M (1951),** L'Age du métamorphisme général du massif de Petite Kabylie.
- (25) **EAU & SOLS D'LGRIE, ANRH (1989 et 1992)**
- (26) **EMBERGER L (1971),** Travaux de botanique et d'écologie.
- (27) **FICHEUR E (1890),** Description géologique de la kabylie Alger
- (28) **FLANDRIN J (1948),** Contribution à l'étude stratigraphique du Nummulitique algérien.
- (29) **GELARD JP (1979),** Géologie du Nord-est de la Grande Kabylie.

- (30) **GANI R (1988)**, Etude petro-structurale des massifs cristallins de Larbaa Nath Irathen et Djemaa Saridj
- (31) **Seltzer(1946)** : Le climat de l'Algérie. Université d'Alger. Institut de la Météorologie et de Physique du globe de l'Algérie.
- (32) **HALLICHE T (2018)**, Etude des géomatériaux de carrière pour digues de barrage, qualité et mis en place cas du barrage de Souk N Tlata (Master UMMTO)
- (33) **IMESSAOUDEN N & BOUSSAID D (2009)**, Contribution à l'étude de la protection de la cuvette du barrage de Taksebt. Dimensionnement et mis en place des systèmes d'épuration (Ingénieur d'Etat UMMTO).
- (34) **LABORDE J P. (2000)**, Eléments d'hydrologie de surface, Université de Nice - Sophia Antipolis.
- (35) **LAKROUN A., 1995**. Etude d'aménagement et d'entretien de la rivière du haut Sébaou (Grand Kabylie), approche et méthodologie en vue de la protection contre la pollution, l'augmentation des potentialités en eau et la récupération des terres agricoles. (Thèse de Magister. In Agronomie T.O).
- (36) **LOUMI K (1989)**, Etude structurale de la région de la region de de Bni Doula
- (37) **MUSY A (1998)** Hydrologie appliquée, Edition HGA, Bucaréste
- (38) **MESSAOUDI et BRAHIMI, 1999**. Contribution à l'évaluation de la charge polluante d'origine industrielle et domestique des eaux superficielles du haut sébaou, mesures d'atténuations. mémoire d'ingénieur en biologie. U.M.M.T.O.
- (39) **NAAK M (1988)**, Etude géologique de la dorsale interne du Djurdjura (Thèse Magistère, Université d'Alger)
- (40) **NEE 2007**, Etude du système d'épuration et de protection de la cuvette de Taksebt (Rapport définitif : daïra de Larbaa-Nath-Irathen daïra de Ain -El-Hemmam, daïra des Ouacifs, daïra des Ouadhias, daïra de Beni Douala, daïra d'AithYanni).
- (41) **ONA**, Analyse des eaux brute du barrage Taksebt et des rejets d'Irjen.
- (42) **ONM 2019**, Données météorologique de la ville de Tzi-Ouzou (2012-2019)
- (43) **PDAU**, révision des PDAU de la commune de Larbaa Nath Irathen et Irdjen
- (44) **POURRIOT & MEYBECK M (1995)**, Limnologie générale Université de Paris 6.
- (45) **RAYMOND D (1976)**, Evolution sédimentaire et tectonique du Nord-Ouest de la grande kabylie (Doctorat d'Etat Université Pierre et Marie Curie Paris 6)
- (46) **REMNI B et Al, (2003)**, Envasement des barrages
- (47) **ROCHE M. (1963)**, Hydrologie de surface, Ed.Gauthier - Villars- Paris.
- (48) **RODIER J., 1996 ; 2009**. L'analyse de l'eau : eau naturelle, eau résiduaire, eau de mer .Ed. Dunod, Paris. 7eme et 9eme Editions
- (49) **SARI A (2002)**, Initiation à l'hydrologie de surface
- (50) **SEAAL**, Analyses et méthodes d'analyses des eaux brutes du barrage (2015-2019)
- (51) **Subdivision de l'hydraulique Larbaa Nath Irathen**, Données socioéconomiques
- (52) **Subdivision de l'hydraulique de Beni Douala**, Données socioéconomiques
- (53) **TABABOUCHET S (2017)**, Etude de la pollution des eaux superficielle et souterraines du bassin versant du Sebaou.
- (54) **THIEBAUT J (1951)**, Etude géologique des terrains métamorphiques de la grande kabylie TOULOUSE Edoird Privat Edition.
- (55) **TRACTEBEL (1989)**, Etude d'avant-projet détaille contribution géologique et géotechniques
- (56) **VALIRON F., 1990**. Gestion des eaux : Principes ; Moyens ; Structures .Ed : Presses E.N.P.C.
- (57) **YAKOUB B (1996)**, Le problème de l'eau en grande kabylie, Edité par l'université de Tizi-Ouzou.
- (58) **YAKOUB B., 1985**. Contribution à l'étude hydrogéologique de la Kabylie occidentale. Thèse doctorat troisième cycle.
- (59) **YESLI A. et SOUKI L., 2002**. Impact des activités des hydrocarbures sur l'environnement dans la wilaya de Tizi- Ouzou. (Ingénieur en biologie U.M.M.T.O).

# *Annexes*

**Annexe01** : Volume d'eau journalier utilisé par des abattoirs dans le bassin versant de Taksebt NESSAH-BOUBCHIR 2005.

Daira	Nombre d'abattoir	Capacité d'abattage/ jours		Volume d'eau utilisé L/jour	
		Bovins	Ovins	Bovins	Ovins
A. E. H.	2	20	30	2 400	1 200
Beni douala	1	7	10	840	400
L. N. I.	1	7	20	840	800
Ouacifs	1	10	20	1200	800
Beni Yenni	-	-	-	-	-
Ouadhias	1	20	18	2400	720
Total	6	64	98	7 680	3 920

**Annexe02** : Inventaire des unités industrielles dans le bassin versant de Taksebt (D. M. I. da la wilaya de T.Oin NESSAH-BOUBCHIR 2005).

Type d'industrie	Communes	Nombre d'unités
- E. A. E. B (unité de production de produits agglomérés)	Irdjen	01
-A L T E C / SPA (briqueterie)	Irdjen	01
- EU R L (unité de confection de vêtement)	L.N.I	01
- Confection ERATH mode	L.N.I	01
-EURL (confection, prêt à porter).	L.N.I	01
-Industrie chimique et pharmaceutique	A.E.H	01
-SARL SOBRATEC (unité de réalisation électrique)	A.E.H	01
-EURL confection style	A.E.H	01
-P.C.I, Ath Hichem (fermé) (unité de production de détergents)	A.E.H	01
-NOR-METAL (unité de fabrication métallique et fibres métallique)	Beni-Douala	01
-SOGE-METAL (métal déployé et profilé)	Beni-Douala	01
-COMETAL (charpente métallique)	Ouadhias	01
-S. F. A. G (produits agglomérés)	Ouadhias	01
-U.C.G (unité de carrelage)	Ouadhias	01
-Bijouterie	Béni-Yenni	01

**Annexe3** : Donnée climatique de l'ONM de TO (2012 2018)

<b>2012</b>	JANV	FEVR	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVEM	DECEM	Tot	Moy
T°Moy/mensu en°C	9.9	6.5	13.3	15.3	19.9	26.4	27.8	30.3	24.4	20.8	16.3	11.9	222.8	18.6
T°Moy/mensu Min	5.6	2.7	9	11	14	20	21.6	23.4	18.7	15.8	12.5	8.2	162.5	13.5
T°Moy/mensu MAX	16.3	11.9	19.7	21.1	27	34.2	35.7	30.1	32.3	28.1	21.8	17.4	295.6	24.6
RR en mm&1/10	69.5	269.5	97.8	146.8	40.2	1.1	0	6.4	10.9	96.3	68.7	39.8	847	
Humidité moy en%	84	88	81	76	71	61	60	49	65	69	79	83	866	72
VENT moyen m/s	0.3	Xx	xx	Xx	Xx	xx	xx	xx	0.7	0.6	1.1	0.9	3.6	0.3
<b>2013</b>	JANV	FEVR	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVEM	DECEM	Tot	Moy
T°Moy/mensu en°C	10.8	9.4	14.3	15.8	17.5	22	26.7	26.9	24.1	23.1	13.6	11.2	215.4	18
T°Moy/mensu Min	6.9	5.2	10.4	11.3	12.8	15.5	20.3	20.3	19.1	18.1	17.9	7.4	165.2	13.8
T°Moy/mensu MAX	15.7	14.6	19.4	21.8	23	28.9	34.5	35.1	31.1	30.6	10.7	16.9	282.3	23.5
RR en mm&1/10	211.8	185.7	93.5	64.5	151.6	0	0.3	11.3	37.6	39	164.9	103.7	1063.9	
Humidité moy en%	80	80	73	77	78	65	64	60	73	69	83	83	884	74
VENT moyen m/s	1.5	1.6	2.6	1.9	1.9	1.7	1.8	1.3	1.3	Xx	xx	xx	15.6	1.3
<b>2014</b>	JANV	FEVR	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVEM	DECEM	Tot	Moy
T°Moy/mensu en°C	12.3	12.8	12.3	17.5	19.2	23.7	27	28	26.2	21.6	17.3	10.9	228.8	19.1
T°Moy/mensu Min	8.6	8.6	8.2	11.3	13.2	17.4	20	21.5	21	16	13.5	7.7	167	13.9
T°Moy/mensu MAX	17.6	18.8	17.5	24.3	26.5	30.7	34.7	35.9	33.7	29	22.7	15.4	306.8	25.6
RR en mm&1/10	110.1	110.2	172.4	5.3	10	48.4	0.2	3.6	11.8	26.5	61.6	272.4	832.5	
Humidité moy en%	78	76	81	67	68	64	57	58	62	68	69	84	830	69
VENT moyen m/s	xx	xx	xx	Xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	0	0
<b>2015</b>	JANV	FEVR	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVEM	DECEM	Tot	Moy
T°Moy/mensu en°C	9.9	9.8	13.1	17.3	21.4	24.7	29.7	28.8	24.4	20.2	14.9	12.2	226.4	18.9
T°Moy/mensu Min	6	6.5	8.4	11.7	15.2	17.9	22.2	23.2	19.7	16	10.8	7.2	164.8	13.7
T°Moy/mensu MAX	15.6	13.9	19.3	24.4	28.7	32	38.4	35.8	30.5	26.2	21	19.3	305.1	25.4
RR en mm&1/10	200.9	181.5	70.2	0	10.4	15.3	4.1	2.6	41.1	81.7	102.7	0	710.5	
Humidité moy en%	82	80	75	71	62	60	51	59	65	72	80	75	830	69
VENT moyen m/s	1	2	1.3	1.7	xx	xx	xx	xx	2.8	2.3	1.7	1.4	14.2	1.2
<b>2016</b>	JANV	FEVR	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVEM	DECEM	Tot	Moy
T°Moy/mensu en°C	12.8	12.6	12.5	16.1	19	24.3	27.9	27.1	24.3	22.5	15.7	12.6	227.4	19
T°Moy/mensu Min	8.6	8.5	7.8	11.2	13.6	17.1	20.7	20.4	18	16.9	11.4	9.3	163.5	13.6
T°Moy/mensu MAX	18.4	18	17.6	22.1	25	32	35.7	34.6	31.7	29.6	21.3	17.6	303.6	25.3
RR en mm&1/10	59.9	96.2	185.3	61.8	68.4	5.9	0	0	4.2	16.6	68.4	150.1	716.8	
Humidité moy en%	76	73	76	75	71	59	55	59	62	65	72	85	827	69
VENT moyen m/s	2.2	2.5	2.5	2.1	2.7	2.5	2.8	2.5	1.8	1.7	1.5	0.9	25.7	2.1

2017	JANV	FEVR	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVEM	DECEM	Tot	Moy
T°Moy/mensu en°C	8.9	12.7	14.5	16.4	21.8	26.4	29.4	29.7	23.9	19.5	13.7	10.4	227.3	18.9
T°Moy/mensu Min	5.2	8.6	8.8	10.5	15.2	19.8	22.3	25.1	18.1	13.5	9.8	7.5	164.4	13.7
T°Moy/mensu MAX	13.7	18.2	21.2	23	29.6	34.6	37.5	37.4	30	26.7	19.4	14.3	305.6	25.5
RR en mm&1/10	250	36	29	37	2	8.8	0.4	0	37.8	35.3	126	138	700.3	
Humidité moy en%	82	75	72	68	62	58	49	56	61	66	76	83	808	67
VENT moyen m/s	1.5	2.2	2.1	2.2	2.2	2.7	2.4	2.9	2	1.2	1	1	23.4	2
2018	JANV	FEVR	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVEM	DECEM	Tot	Moy
T°Moy/mensu en°C	11.2	9.9	13.6	16.5	17.8	22.8	27.8	27.4	25.3	19.1	14.9	11.9	218.2	18.2
T°Moy/mensu Min	7.1	6.4	10.2	11.8	13.5	16.8	21.5	20.8	20.3	15.3	11.4	7.7	162.8	13.6
T°Moy/mensu MAX	17	14.6	17.9	22.5	27.7	29.7	35.5	35.1	32	24.9	20.2	17.3	294.4	24.5
RR en mm&1/10	31	108	187	102	33	34	0.5	0	42	182	175	44	938.5	
Humidité moy en%	79	80	75	75	80	68	59	60	67	76	77	83	879	73
VENT moyen m/s	1.5	0.8	1.9	1.2	0.7	0.3	1.2	1.9	1.6	1.3	1.3	0.8	14.5	1.2

#### Annexe 4 : Données climatologiques de P. SELTZER (1946)

VENT ( % )	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
LARBA NATH IRATHEN (1913/1915--1916/1938)									
7h	2	4	28	5	2	32	24	3	100
13h	4	6	25	3	1	31	26	4	
18h	4	5	31	3	1	30	23	3	
Moy	3	5	28	4	1	31	24	3	
TIZI OUZOU (1913/1916--1920/1938)									
7h	8	15	27	15	4	6	14	11	
13h	10	7	7	6	5	12	28	25	
18h	12	11	8	3	1	8	32	25	
Moy	10	11	14	8	3	9	25	20	

HUMIDITE	ANNUEL	SEPT	OCT	NOV	DEC	JANV	FEV	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIT	AOUT
LARBA NATH IRATHEN (1913/1915--1916/1938)													
7h		57	72	69	80	77	76	70	64	65	59	49	47
13h		45	57	66	74	72	69	65	59	59	53	41	38
18h		56	71	73	80	80	80	72	67	67	58	49	50
moy		53	67	69	78	76	75	69	63	64	57	46	45
HUMIDITE	ANNUEL	SEPT	OCT	NOV	DEC	JANV	FEV	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIT	AOUT
TIZI OUZOU (1913/1916--1920/1938)													
7h		71	82	83	87	89	86	83	80	79	75	66	64
13h		43	47	58	65	69	60	57	55	50	44	37	37
18h		57	68	73	77	79	75	65	68	65	56	48	50
moy		57	66	71	76	79	74	68	68	65	58	50	50

TEMPERATURE	ANNUEL	SEPT	OCT	NOV	DEC	JANV	FEV	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIT	AOUT
LARBA NATH IRATHEN (1913/1915--1916/1938)													
MIN	11,0	16,9	12,1	8,1	4,6	3,9	4,4	5,8	8,2	11,9	15,7	19,8	20,4
MAX	18,6	25,8	19,7	13,8	9,3	8,9	10,3	12,9	15,9	21,4	25,0	30,0	30,7
MOY	14,8	21,4	15,9	11,0	7,0	6,4	7,4	9,4	12,1	16,7	20,4	24,9	25,6
MIN ABS	-7,3	5,9	1,6	-2,0	-7,3	-4,5	-4,0	-5,0	-1,0	0,8	7,5	10,6	11,0
MAX ABS	40,6	37,0	31,5	26,9	21,0	22,4	22,0	25,5	29,0	34,0	36,0	40,1	40,6
TEMPERATURE	ANNUEL	SEPT	OCT	NOV	DEC	JANV	FEV	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIT	AOUT
AIN EL HAMMAM (1916/1938)													
MIN	9,8	15,2	11,0	6,8	3,3	2,7	3,4	4,7	6,9	10,4	14,3	19,1	19,2
MAX	19,4	27,6	21,3	14,7	10,6	9,6	10,7	13,3	16,3	20,2	25,2	31,0	32,0
MOY	14,6	21,4	16,2	10,8	7,0	6,2	7,1	9,0	11,6	15,3	19,8	25,1	25,6
MIN ABS	-9,0	5,2	0,0	-3,0	-9,0	-5,0	-4,8	-2,6	-1,0	-0,6	6,0	10,2	8,2
MAX ABS	41,6	38,2	32,8	27,0	21,8	22,4	24,6	26,9	27,6	31,4	36,4	40,8	41,6
	ANNUEL	SEPT	OCT	NOV	DEC	JANV	FEV	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIT	AOUT
TIZI OUZOU (1913/1916--1920/1938)													
MIN	11,9	17,8	13,4	9,5	6,4	5,4	6,2	7,5	9,4	12,6	15,8	19,1	19,9
MAX	23,9	32,2	25,6	19,1	14,6	14,0	16,1	18,5	21,0	25,2	30,2	35,2	35,5
MOY	17,9	25,0	19,5	14,3	10,5	9,7	11,2	13,0	15,2	18,9	23,0	27,2	27,7
MIN ABS	-5,0	10,1	6,0	1,4	-0,5	-5,0	-3,0	-1,4	2,0	5,0	9,1	13,0	12,8
MAX ABS	46,3	32,2	25,6	19,1	14,6	14,0	16,1	18,5	21,0	25,2	30,2	35,2	35,5

BROUILLARD	ANNUEL	SEPT	OCT	NOV	DEC	JANV	FEV	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIT	AOUT
LARBA NATH IRATHEN	42,8	2,3	3,3	4,7	5,1	4,6	3,6	6,1	4,3	3,8	3,4	0,8	0,8
AIN EL HAMMAM	70,6	2,3	6,5	8,8	11,3	7,8	7,4	9	6,5	6,4	3,2	0,8	0,6

FORCE DU VENT	ANNUEL	SEPT	OCT	NOV	DEC	JANV	FEV	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIT	AOUT
LARBA NATH IRATHEN (1913/1915--1916/1938)													
	2,6	2,2	2,5	2,9	3,0	2,7	2,7	2,9	2,8	2,5	2,3	2,3	2,3
TIZI OUZOU (1913/1916--1920/1938)													
	2,0	1,9	1,6	1,6	1,8	1,9	1,9	1,9	2,2	1,9	2,3	2,4	2,1

SIROCCO	ANNUEL	SEPT	OCT	NOV	DEC	JANV	FEV	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIT	AOUT
TIZI OUZOU	37,3	5,2	3,5	1,6	0,2	0	0,3	1,3	1,5	2,4	4	8,5	8,8



**Annexe 6 : Données Apport liquide mensuelle du Barrage Taksebt pour la période de 2002 à 2019 (ANBT)**

	Sept	oct.	nov.	déc.	janv.	fév.	mars	avril	mai	juin	juil	aout	annuel
2002-2003	0.20	0.22	12.19	76.88	102.03	74.82	28.64	93.19	12.11	3.81	1.49	0.93	406.49
2003-2004	0.96	1.80	2.85	13.38	36.72	21.39	19.70	19.78	33.05	13.76	5.76		169.14
2004-2005	1.28	1.02	4.99	21.43	40.44	69.96	72.97	37.97	9.45	1.53	1.25	1.12	263.41
2005-2006	1.57	7.54	1.66	5.84	17.62	45.11	39.81	16.22	23.78	2.64	0.75	0.30	162.83
2006-2007	0.75	2.34	0.52	4.74	2.53	4.65	57.92	39.43	27.10	5.75	1.82	2.54	150.10
2007-2008	1.52	4.90	27.10	16.24	19.21	9.51	23.68	28.24	11.03	4.56	2.15	0.84	148.99
2008-2009	1.66	2.74	12.34	20.90	70.82	38.04	29.51	60.45	23.19	4.17	2.37	1.65	267.84
2009-2010	1.70	3.49	7.60	18.37	23.11	28.17	29.04	10.36	7.23	4.59	1.69	0.98	136.35
2010-2011	0.88	3.82	14.89	14.69	12.15	49.81	49.47	22.36	53.35	15.62	4.01	1.32	242.36
2011-2012	1.13	1.53	7.13	9.04	10.94	54.85	73.79	75.92	21.87	4.43	1.89	1.36	263.88
2012-2013	1.26	1.24	4.48	5.91	20.71	42.79	62.56	31.94	29.94	8.40	2.48	1.61	213.33
2013-2014	1.54	1.39	6.48	13.43	21.28	26.78	86.80	27.77	6.23	5.55	1.69	1.07	200.00
2014-2015	0.70	1.28	1.73	22.95	39.09	89.65	88.83	41.14	10.56	3.90	1.71	1.01	302.54
2015-2016	0.85	3.60	7.14	4.45	6.38	6.95	43.32	29.55	8.58	2.11	1.81	0.80	115.53
2016-2017	0.86	1.43	1.49	5.46	24.90	24.81	13.47	6.70	2.47	1.53	0.70	0.75	84.57
2017-2018	0.74	0.79	6.717	17.096	12.11	17.25	36.18	27.73	21.81	10.42	2.21	0.65	153.71
2018-2019	1.06	9.78	16.92	11.83	33.76	29.06	24.30	27.98	9.43	3.46	1.07	0.44	169.09
ApportsMoy	1.10	2.88	8.01	16.62	29.05	37.27	45.88	35.10	18.30	5.66	2.05	1.08	202.95
PluieMoy(mm)ANBT	29.9	55.6	114.1	121.2	109.9	115.0	99.5	68.5	48.1	12.9	1.9	4.4	780.9

## Annexe 7 : Synthèse des caractéristiques morphométriques

Caractéristique	Notation	Valeur	Appréciation
Superficie	A	458.9 km <sup>2</sup>	
Périmètre	P	102.3Km	
Indice de compacité de Gravelius	Kc	1,33	Bassin Versant de forme d'un triangle équilatéral
Longueur du rectangle équivalent	L	39.9 km	
Largeur du rectangle équivalent	l	11.5 km	
Altitude maximale	Hmax	2308 m	
Altitude minimale	Hmin	95 m	
Altitude moyenne	Hmoy	750 m	
Altitude médiane	Hméd	550 m	
Indice de pente global	Ig	33,8m/km	Relief modéré à assez fort
Dénivelée spécifique	Ds	724.76m	
Densité de drainage	Dd	0,84 km/ km <sup>2</sup>	
Rapport de confluence	Rc	25	
Rapport des longueurs	RI	20	
Temp de concentration	TC	7 h et 34'	

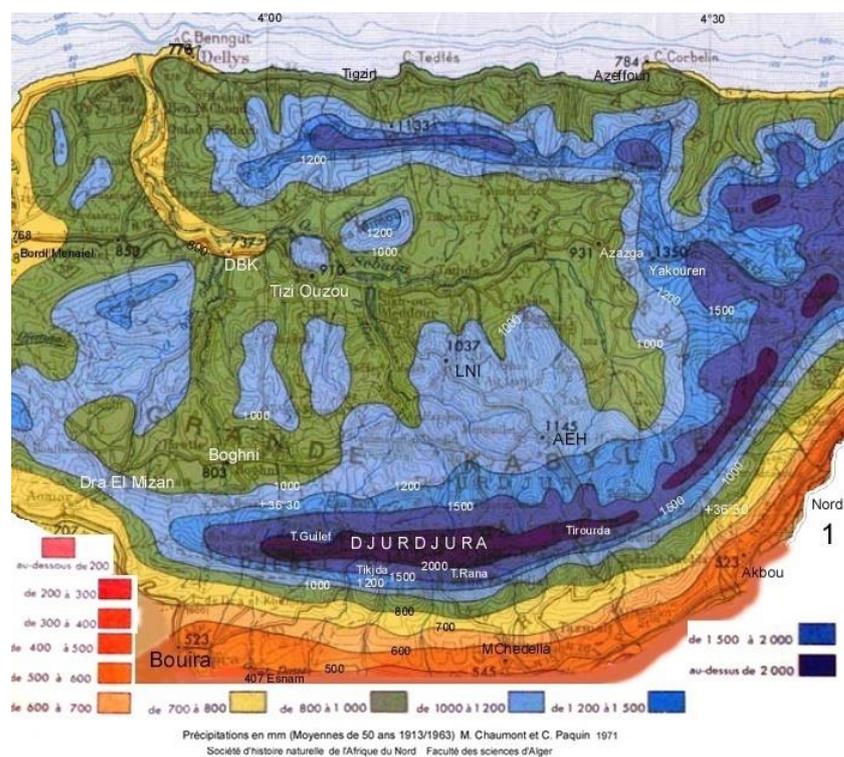
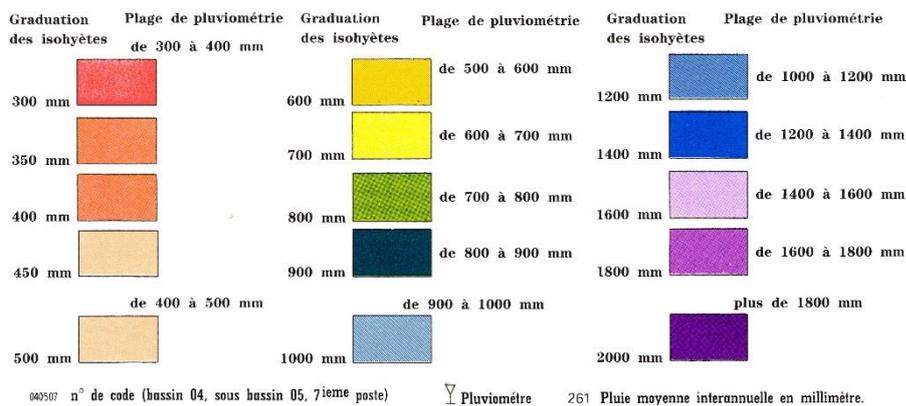
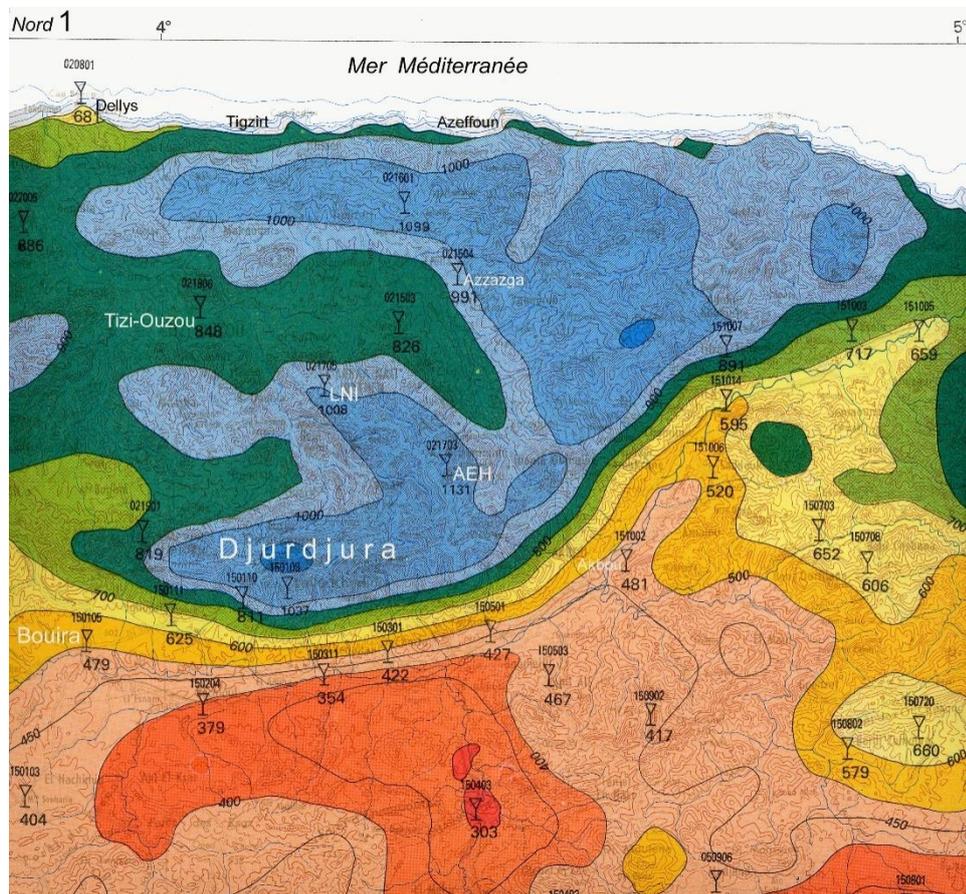


Figure Carte pluviométrique établie par CHAUMONT (1971) du BV de Djurdjura Taksebt Oued Aissa-Sébaou



Extrait de la carte pluviométrique de la région du Djurdjura : période 1922-1960 et 1969-1989 (ANRH 1993)

### Calcul de l'évapotranspiration potentielle(Etp)

On appelle évapotranspiration potentiel, la quantité d'eau qui serait évaporée ou transpirée à partir d'un bassin versant si l'eau disponible pour l'évapotranspiration n'était pas un facteur limitant. (J.P. LABORDE). Plusieurs formules permettent d'évaluer l'Etp à partir de différentes mesures climatologiques, citons donc : Les formules de Turc, de Penman et de Thornthwaite.

Thornthwaite a proposé une formule basée essentiellement sur la température de l'air :

$$Etp = 16 \cdot (10t/I)^a \cdot K \quad \text{Avec : } I = \sum_{12} i \quad a = (1.6/100) + 0.5$$

t : la température moyenne mensuelle du mois considéré ; K : coefficient d'ajustement mensuel

Etp : évapotranspiration potentielle du mois considéré (en mm d'eau) ;

Le tableau ci-dessous présente les valeurs d'Etp mensuelle pour l'année 2018-2019 calculées en se basant sur la formule de Thornthwaite.

**Valeurs de l'Etp calculées selon la methode de Thornthwaite pour la periode de 2018-2019 (source ONM)**

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août
T(c°)	26.12	20.04	15.79	12.46	9.84	11.55	14.16	16.07	25.43	25.43	28.87	29.38
I	11.94	8.02	5.61	3.93	2.76	3.51	4.77	5.76	11.47	11.47	13.87	14.24
A	2.06	2.06	2.06	2.06	2.06	2.06	2.06	2.06	2.06	2.06	2.06	2.06
K	1.05	0.91	0.75	0.7	0.73	0.78	1.02	1.15	1.32	1.33	1.33	1.24
ETP(mm)	128.01	64.31	32.45	18.60	11.94	17.74	35.27	51.60	152.30	153.45	199.23	192.57

**Evapotranspiration réelle(Etr)**

L'évapotranspiration réelle est la quantité d'eau, généralement exprimée en millimètres, évaporée ou transpirée réellement par le sol, les végétaux et les surfaces libres d'un bassin versant.

Elle est estimée par plusieurs méthodes.

On considère pour le calcul de l'Etr, mois par mois, l'effet de la recharge par les précipitations (P) correspondant à chaque mois, et la décharge dû à l'évapotranspiration potentielle (Etp).

On peut distinguer plusieurs cas :

Etp =P

Dans ce cas, toute la pluie est reprise par l'Etp.

L'évapotranspiration réelle (Etr) est égale à l'Etp.

P>Etp.

L'Etp est égale à l'Etr. L'évapotranspiration va se dérouler normalement, mais il reste une certaine quantité d'eau disponible (excédent), qui sera emmagasiné dans le sol.

P>> Etp

Le phénomène d'évapotranspiration se déroule comme précédemment et Etr = Etp, mais l'excédent d'eau emmagasiné a atteint sa saturation (100 mm). Le surplus va s'écouler, soit en surface vers les oueds (ruissellement), soit en profondeur (infiltration) ; c'est ce qu'on appelle l'excédent du bilan.

P<Etp.

L'évapotranspiration va se faire non seulement sur la totalité des précipitations, mais également sur les réserves emmagasinées par le sol,

Etr = Etp jusqu'à épuisement des réserves (100mm).

P<<Etp

Lorsque les réserves en eau du sol sont épuisées, l'évapotranspiration ne se fera que sur la pluie, il y aura alors un déficit du bilan. (N. CHEMLAL).

**Paramètres des précipitations aux stations du bassin versant du Taksebt**

STATION	AIT OUABANE	AIT DJEMA	AIN EL HAMMAM	LARBA NATH IRATHEN	ATH YENI
ALTITUDE	1000 M	870 M	1140 M	940 M	760M
Moyenne 1988/1989 1995/1996	<b>1 133.5</b>	<b>853.6</b>	<b>996.7</b>	<b>794.7</b>	<b>748.8</b>
Moyenne 1972/1973 1992/1993	1 297.3	929.1	<b>1 084.5</b>	<b>904.2</b>	<b>864.5</b>
Moyenne 1988/1989 2011/2012	<b>1 263.1</b>	<b>872.6</b>	<b>1 025.4</b>	<b>881.2</b>	<b>840.2</b>
Moyenne 1972/1973 2011/2012	1 299.70	905.2	1 062.50	<b>911.2</b>	<b>869</b>
1910-2012			1097	<b>959</b>	
Min	800.8	525.9	586.2	522.7	479.6
Max	1 930.70	1 322.80	1 584.60	1 463.40	1366.50
Ecart Type	277.1	177.5	231.1	217.3	203.2
Cv	0.21	0.2	0.22	0.24	0.23

**En gras** : calculs à partir de valeurs mesurées - en fin : calculs à partir de valeurs reconstituées

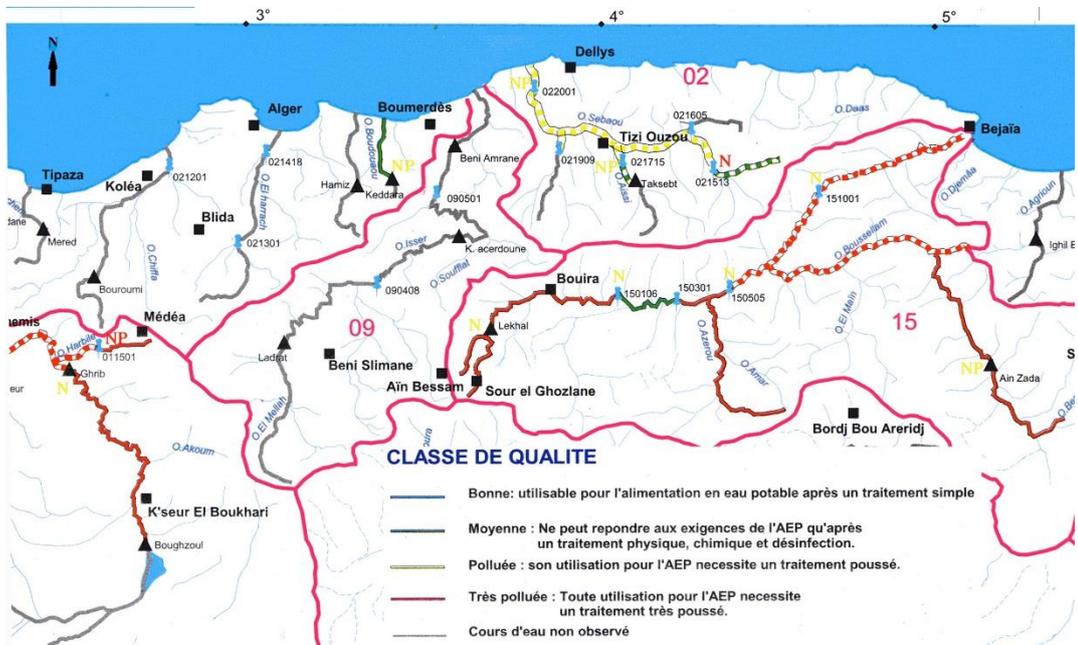


Figure : Carte de la qualité des eaux superficielles du Nord de l'Algérie (ANRH 2001)

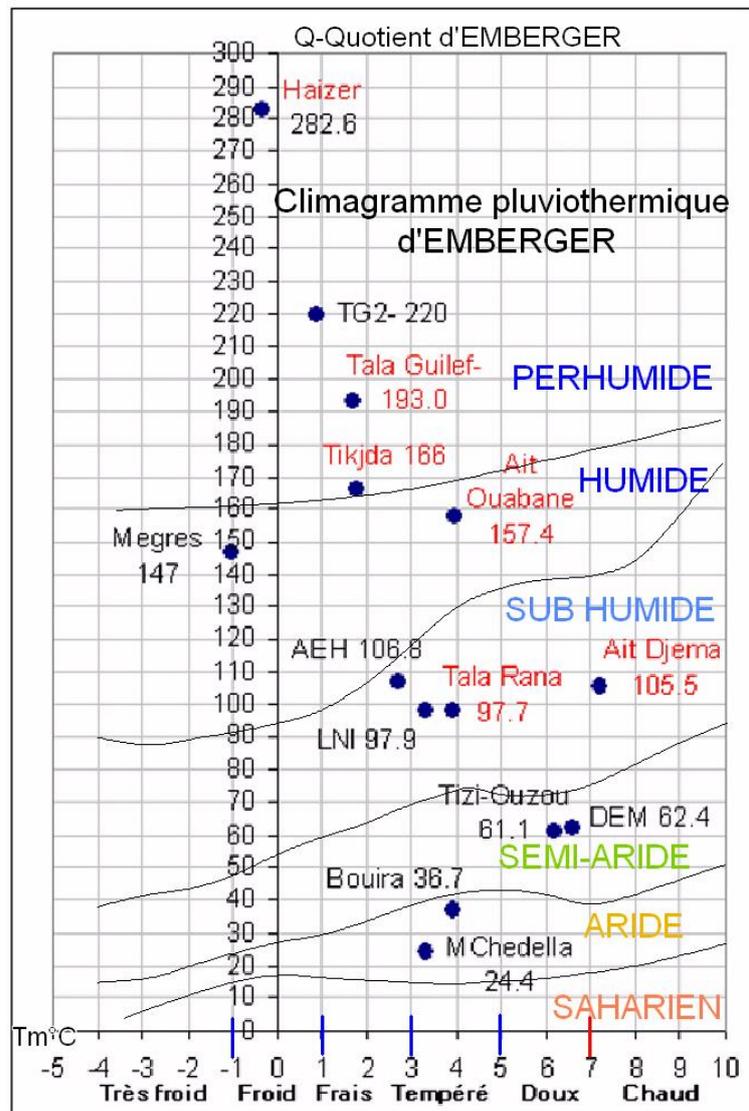


Figure : Position de la région de Tizi-Ouzou sur le climagramme d'Emberger

## DECRETS

### **Décret exécutif n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels.**

Le Chef du Gouvernement,

Sur le rapport du ministre de l'aménagement du territoire et de l'environnement,

Vu la Constitution, notamment ses articles 85-4° et 125 (alinéa 2) ;

Vu la loi n° 90-08 du 7 avril 1990, complétée, relative à la commune ;

Vu la loi n° 90-09 du 7 avril 1990, complétée, relative à la wilaya ;

Vu la loi n° 03-10 du 19 Joumada El Oula 1424 correspondant au 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable ;

Vu la loi n° 04-04 du 5 Joumada El Oula 1425 correspondant au 23 juin 2004 relative à la normalisation ;

Vu la loi n° 05-07 du 19 Rabie El Aouel 1426 correspondant au 28 avril 2005 relative aux hydrocarbures ;

Vu le décret présidentiel n° 04-136 du 29 Safar 1425 correspondant au 19 avril 2004 portant nomination du Chef du Gouvernement ;

Vu le décret présidentiel n° 05-161 du 22 Rabie El Aouel 1426 correspondant au 1er mai 2005 portant nomination des membres du Gouvernement ;

Vu le décret exécutif n° 93-160 du 10 juillet 1993 réglementant les rejets d'effluents liquides industriels ;

#### **Décète :**

Article 1er. — En application des dispositions de l'article 10 de la loi n° 03-10 du 19 juillet 2003, susvisée, le présent décret a pour objet de définir les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels.

#### SECTION 1

##### DES DISPOSITIONS PRELIMINAIRES

Art. 2. — Au sens du présent décret on entend par rejet d'effluents liquides industriels tout déversement, écoulement, jet et dépôt d'un liquide direct ou indirect qui provient d'une activité industrielle.

Art. 3. — Les valeurs limites de rejets d'effluents liquides industriels sont celles fixées en annexe du présent décret.

Toutefois, en attendant la mise à niveau des installations industrielles anciennes dans un délai de cinq (5) ans, les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels prennent en charge l'ancienneté des installations industrielles en déterminant une tolérance pour les rejets d'effluents liquides industriels émanant de ces installations. Ces valeurs sont fixées et annexées au présent décret.

Pour les installations pétrolières, le délai est de sept (7) ans conformément aux dispositions législatives en vigueur, et notamment celles de la loi n° 05-07 du 19 Rabie El Aouel 1426 correspondant au 28 avril 2005, susvisée,

En outre et en raison des particularités propres aux technologies utilisées, des tolérances particulières aux valeurs limites sont également accordées selon les catégories industrielles concernées. Ces tolérances sont annexées au présent décret.

#### SECTION 2

##### DES PRESCRIPTIONS TECHNIQUES RELATIVES AUX REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES INDUSTRIELS

Art. 4. — Toutes les installations générant des rejets d'effluents liquides industriels doivent être conçues, construites et exploitées de manière à ce que leurs rejets d'effluents liquides industriels ne dépassent pas à la sortie de l'installation les valeurs limites des rejets définies en annexe du présent décret et doivent être dotées d'un dispositif de traitement approprié de manière à limiter la charge de pollution rejetée.

Art. 5. — Les installations de traitement doivent être conçues, exploitées et entretenues de manière à réduire à leur minimum les durées d'indisponibilité pendant lesquelles elles ne peuvent assurer pleinement leur fonction.

Si une indisponibilité est susceptible de conduire à un dépassement des valeurs limites imposées, l'exploitant doit prendre les dispositions nécessaires pour réduire la pollution émise en réduisant ou en arrêtant, si besoin, les activités concernées.

#### SECTION 3

##### DU CONTROLE DES REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES INDUSTRIELS

Art. 6. — Au titre de l'autocontrôle et de l'autosurveillance les exploitants d'installations générant des rejets d'effluents liquides industriels doivent tenir un registre où sont consignés la date et les résultats des analyses qu'ils effectuent selon des modalités fixées par arrêté du ministre chargé de l'environnement et, le cas échéant, du ministre chargé du secteur concerné.

Les mesures sont effectuées sous la responsabilité de l'exploitant et à ses frais dans les conditions fixées par la réglementation en vigueur.

Art. 7. — Les résultats des analyses doivent être mises à la disposition des services de contrôle habilités.

Art. 8. — Les services habilités en la matière effectuent des contrôles périodiques et ou inopinés des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques des rejets d'effluents liquides industriels visant à s'assurer de leur conformité aux valeurs limites fixées en annexe du présent décret.

Art. 9. — Le contrôle des rejets comporte un examen des lieux, des mesures et analyses opérées sur place et des prélèvements d'échantillons aux fins d'analyses.

Art. 10. — L'exploitant de l'installation concernée est tenu d'expliquer, commenter ou fonder tout dépassement éventuellement constaté et fournir les actions correctives mises en œuvre ou envisagées.

Art. 11. — Les opérations de contrôle, telles que définies ci-dessus, donnent lieu à la rédaction d'un procès-verbal établi à cet effet.

Le procès-verbal comporte :

— les noms, prénoms et qualité des personnes ayant effectué le contrôle,

— la désignation du ou des générateurs du rejet d'effluents liquides industriels et de la nature de leur activité,

— la date, l'heure, l'emplacement et les circonstances de l'examen des lieux et des mesures faites sur place,

— les constatations relatives à l'aspect, la couleur, l'odeur du rejet, l'état apparent de la faune et de la flore à proximité du lieu de rejet et les résultats des mesures et des analyses opérées sur place,

— l'identification de chaque échantillon prélevé, accompagné de l'indication de l'emplacement, de l'heure et des circonstances de prélèvement,

— le nom du ou des laboratoires destinataires de l'échantillon prélevé.

Art. 12. — Les méthodes d'échantillonnage, de conservation et de manipulation des échantillons ainsi que les modalités d'analyses sont effectuées selon les normes algériennes en vigueur.

Art. 13. — Toutes dispositions contraires au présent décret et notamment les dispositions du décret exécutif n° 93-160 du 10 juillet 1993, susvisé, sont abrogées.

Art. 14. — Le présent décret sera publié au *Journal officiel* de la République algérienne démocratique et populaire.

Fait à Alger, le 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006.

Ahmed OUYAHIA.

ANNEXE I

VALEURS LIMITES DES PARAMETRES DE REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES INDUSTRIELS

N°	PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCES AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
1	Température	°C	30	30
2	PH	-	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5
3	MES	mg/l	35	40
4	Azote Kjeldahl	"	30	40
5	Phosphore total	"	10	15
6	DCO	"	120	130
7	DBO5	"	35	40
8	Aluminium	"	3	5
9	Substances toxiques bioaccumulables	"	0,005	0,01
10	Cyanures	"	0,1	0,15
11	Fluor et composés	"	15	20
12	Indice de phénols	"	0,3	0,5
13	Hydrocarbures totaux	"	10	15
14	Huiles et graisses	"	20	30
15	Cadmium	"	0,2	0,25
16	Cuivre total	"	0,5	1
17	Mercure total	"	0,01	0,05
18	Plomb total	"	0,5	0,75
19	Chrome Total	"	0,5	0,75
20	Etain total	"	2	2,5
21	Manganèse	"	1	1,5
22	Nickel total	"	0,5	0,75
23	Zinc total	"	3	5
24	Fer	"	3	5
25	Composés organiques chlorés	"	5	7

PH : Potentiel d'hydrogène  
 DBO<sub>5</sub> : Demande biologique en oxygène pour une période de cinq (5) jours  
 DCO : Demande chimique en oxygène  
 MES : Matière en suspension

## ANNEXE (suite)

Groupes de paramètres	Paramètres	Unité	Valeur maximale	
			Eaux superficielles	Eaux souterraines
Paramètres chimiques	Baryum	mg/l	1	0,7
	Bore	mg/l	1	1
	Fer dissous	mg/l	1	0,3
	Fluor	mg/l	2	1,5
	Manganèse	mg/l	1	0,05
	Nitrates	mg/l NO3	50	50
	Phosphore	mg/l	10	5
	Arsenic	µg/l	100	10
	Cadmium	µg/l	5	5
	Chrome	µg/l	100	50
	Cuivre	Mg/l	2	0,05
	Cyanures	µg/l	100	50
	Mercuré	µg/l	10	6
	Plomb	µg/l	50	10
	Sélénium	µg/l	50	10
	Zinc	mg/l	5	5
	Hydrocarbures polycycliques aromatiques	µg/l	1	0,2
	Hydrocarbures dissous	µg/l	1000	10
	Phénols	µg/l	2	0,5
	Agents de surface	mg/l	0,5	0,2
Azote Kjeldhal	mg/l	3	1	
Pesticides	µg/l	1	0,5	
Paramètres microbiologiques	Escherichia coli	n/100ml	20.000	20
	Entérocoques	n/100ml	10.000	20
	Salmonelles	—	Absence dans 1000 ml	Absence dans 5000 ml

## **Résumé**

La cuvette du barrage Taksebt constitue l'exutoire du bassin versant d'oued Aissi et depuis sa mise en eau en 2001, toutes les eaux usées des villages qui l'entourent y sont déversées. Des études d'étapes ont été déjà menées, tout en attirant l'attention sur les facteurs aggravants qui sont l'accroissement démographique du BV et son corollaire (augmentation des rejets et leur nature compromettante ainsi que l'effet de l'aléa climatique).

Après avoir décrit le cadre géologique de la région d'étude et plus spécifiquement le site d'emplacement du barrage Taksebt, situé au sein de l'ensemble géologique socle et dorsale kabyles fracturés, recouverts par le Miocène grés-conglomératique et marneux, sont tous d'abord, traitées les données hydroclimatologiques nécessaires à l'établissement d'un bilan hydrologique pour ce bassin versant qui estime une précipitation de 947 mm et un apport de 193 Hm<sup>3</sup> ; le régime d'écoulement est pluvio-nival.

Le travail rejoint par l'expertise qu'il offre, à donner l'état de la qualité hydrochimique de l'eau brute du barrage Taksebt qui est destinée à l'alimentation en eau potable, durant l'année 2018/2019. Cette qualité est engendrée par la géologie des terrains traversés et les précipitations ; qui se résume en un faciès bicarbonaté calcique et magnésien.

La qualité de cette ressource est susceptible d'être détériorée par divers risques de contaminations qui peuvent être d'origine naturelle ou anthropique. Notamment l'incident de portée locale qui est survenu, la mort subite de poisson, en aout 2019.

La pertinence et par conséquent le crédit que mérite ce travail réside sur l'agenda de surveillance, de prélèvements protocolaire et le nombre d'analyses significatives opérées sur 60 échantillons.

## **Mots clés**

Barrage, Qualité, chimie, Eau, Pollution, Kabylie, Dorsale, Socle, Oued Aissi, Bassin versant, Taksebt, Précipitation, Bilan hydrologique.