



Département des Sciences de la Terre

Licence des Sciences et Techniques

Eau & Environnement

Projet de fin d'Etude

L'amélioration de la qualité de vie de la communauté locale, à travers la contribution à la gestion des déchets sur le territoire du parc national de Toubkal (Maroc)

Réalisé par : ABBAD FATIMA EZZAHRA & FARID MARYAM

Soutenu le : 23 Juin 2022

Devant la commission d'examen composée de

- Pr. Bourgeoini Yamina, Encadrante interne, FST Marrakech
- Madame Bejbouji Jihane, Encadrante externe, HCEFLCD
- Madame Rhizlane Bennisse, Examinatrice, FST Marrakech
- Pr. Moustadraf Jalal, Examineur, FST Marrakech

2021-2022

SOMMAIRE

Introduction.....	1
Problématique de l'étude	2
Objectif de l'étude.....	2
Chapitre I : Le cadre général du Parc national de Toubkal.....	3
I. La zone d'étude.....	4
I.1. Le contexte administratif, régional et provincial du parc de Toubkal	4
I.2. Situation géographique du parc de Toubkal	5
I.3. Contexte géologique du parc de Toubkal.....	7
I.4. Hydrologie du parc de Toubkal.....	9
I.5. Le contexte climatique, socio-économique et forestier du Parc	10
I.6. La valeur patrimoniale.....	11
II. les Zones du Parc national de Toubkal.....	12
Chapitre II : Etude environnementale du parc national de Toubkal	14
II.1. Introduction.....	15
II.2. Les points noirs de la pollution du douar Aremad-sidi hamharouch	16
II.2.1. Identification des déchets solides et ses causes	20
II.2.2. Identification des déchets liquides	20
II.3. Les analyses microbiologiques.....	23
II.3.1. Matériels et méthodes.....	23
II.3.1.1. Prélèvement des échantillons d'eau	23
II.3.1.2. Technique de filtration sur membrane.....	23
II.3.1.3. Milieu de culture.....	25
II.3.2. Résultat des analyses	26
Conclusions générales.....	27
Perspectives pour l'amélioration de la gestion des déchets du parc	
Références bibliographique	
Annexe	

Remerciements

La réalisation de ce mémoire a été possible grâce au concours de plusieurs personnes à qui nous témoignons toute notre gratitude.

*Nous voudrions tout d'abord adresser toutes notre reconnaissance à la directrice du Parc National de Toubkal madame **S. Moukhtari**, pour sa confiance de nous avoir choisi pour traiter ce sujet.*

*Nous avons l'honneur de présenter notre gratitude et nous remercions vivement et chaleureusement à notre directrice de mémoire **Y.Bourgeoisini**, pour sa disponibilité toute la période du stage, pour le temps à répondre à nos questions et nous a donné les outils méthodologiques indispensables à notre travail.*

*Nous désirons également remercier M. **J.Bejbouji** pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter notre réflexion.*

*Nous tenons à remercier spécialement **M. Moustapha** et **M. Lahcen** de nous avoir accompagné et guidé tout au long de la période du stage sur le terrain.*

*Un grand merci au professeur **H.Bouamama** et professeur **G.Bennisse** de nous avoir aidés à faire l'analyse des échantillons de l'eau d'assif Ait mizane-Réghaya.*

*Nous exprimons une gratitude à **M. El Mehdi Saidi**, et **Rachid Hakkou** professeurs à la faculté des sciences et techniques de Marrakech qui nous ont aidés dans ce mémoire.*

A la mémoire du Professeur Abdeljababar Rizki,
qui nous a quitté le 3 Mai 2022

Liste des figures

Figure 1 : Localisation géographique et administratif du Parc National de Toubkal	6
Figure 2 : (a) localisation de la boutonnière du Toubkal sur la carte du Maroc, (b) Carte géologique schématisée présentant la boutonnière du Toubkal (Toubkal enlier) dans le vieux massif du Haut Atlas (Proust, 1973). Localisation approximative du PNTb en rouge	8
Figure 3 : Réseau hydrographique de bassin versant	9
Figure 4 : Les vallées du parc national de Toubkal	10
Figure 5 : Limites du Parc National de Toubkal (zone centrale et zone périphérique) et zones protégées et de gestion au sein du parc	13
Figure 6 : La quantité des déchets dans les points noirs de douar Aremad	16
Figure 7 : Les points noirs du douar Armed	17
Figure 8 : La quantité des déchets dans la région de Sidi Chamharouche	18
Figure 9 : Les points noirs de sidi chamharouche	19
Figure 10 : Le site d'Assif Ait mizane-Réghaya	21
Figure 11 : L'appareil GARMIN MONTANA 600	21
Figure 12 : Matériel utilisé pour la filtration	24
Figure 13 : Colonies des coliformes sur milieu VRBL	25
Figure 14 : Colonies des Entérocoques fécaux sur milieu Slanetz et Bartley	26

Liste des tableaux

Tableau 1 : Les caractéristiques des déchets de douar Armed.....	16
Tableau 2 : Les caractéristiques des déchets solides de la zone Sidi Chamharouche	18
Tableau 3 : Liste des points des eaux de l'Assif Ait mizan-Réghaya.....	22
Tableau 4 : Résultats d'analyses microbiologiques des échantillons en amont d'Assifs Ait mizane-Réghaya	27
Tableau 5 : Résultats d'analyses microbiologiques pour les échantillons en aval d'Assif Ait mizane -Réghaya	28

Introduction Générale

Le parc national de Toubkal a été créé par arrêté viziriel le 19 janvier 1942, suite à la tenue du 9ème Congrès de l'Institut des Hautes Etudes Marocaines, portant sur la haute montagne, en 1937. Le Parc National de Toubkal (PNTb) est le 1er parc national à avoir vu le jour au Maroc.

Il fut établi dans la région du Haut Atlas, une des régions les plus riches en biodiversité. Chevauchant sur trois provinces – Al Haouz, Taroudant et Ouarzazate cette aire protégée est située à 75km au sud de la ville de Marrakech, entre la vallée de l'oued Ourika à l'Est et la vallée du N'Fis à l'Ouest.

Le PNTb, proprement dit, s'étend sur une superficie de 38.000 ha, à laquelle s'ajoutent 62.000 ha de zone périphérique, proposée en 1996 dans le Plan Directeur d'Aménagement et de Gestion du parc et ce dernier est géré actuellement par la direction du parc et de haut-commissariat des eaux et forêts et de la lutte contre la désertification.

Problématique de l'étude :

Au cours des dernières années le parc est devenue l'une des destinations touristiques les plus importante mais cette importante est à la mesure de la détérioration de la situation environnementale.

Le phénomène de la pollution dans le parc national de Toubkal se présente sous forme des déchets solides et des déchets liquides.

Objectif de l'étude :

- Déterminer les points noirs de pollution de la zone d'étude
- Source de pollution solide et liquide
- Faire des analyses bactériologie
- chercher de solutions pour réduire la pollution de la zone d'étude

CHAPITRE I :
Cadre général de la zone d'étude

Ce premier chapitre vise à présenter le contexte général du Parc National de Toubkal. Et pour cela nous allons présenter la zone d'étude, le contexte forestier, le contexte administratif actuel, les caractéristiques physiques agnostique écologique du site.

I. La Zone d'étude :

Le parc national de Toubkal est un territoire sur lequel la conservation de la faune, de la flore, du sol, du sous-sol de l'atmosphère des eaux et en général d'un milieu naturel présente un intérêt spécial.

I.1. Le contexte administratif, régional et province du parc national de Toubkal

D'un point de vue administratif, le PNTb est géré par la Direction du Parc National de Toubkal (DPNT) qui est directement rattaché à la Direction Régionale des Eaux et Forêts et de la Lutte Contre la Désertification du Haut Atlas.

La Direction est subdivisée en quatre bureaux, Écodéveloppement, Conservation et suivi scientifique de la biodiversité, Partenariat et communication et Eco-tourisme, conduite par sa directrice et ses chargés de missions. Un bureau chargé du secrétariat et des affaires administratives appuie l'ensemble de la Direction.

Pour faciliter la gestion et l'aménagement du parc et créer une proximité avec la population locale, le Parc National de Toubkal est divisé en trois zones : Imlil, Setti Fadma, Ouirgane. Il est prévu, selon l'organigramme du PNTb, pour chaque zone une équipe d'agents pilotée par un chef de zone.

Actuellement, de nombreux postes restent vacants au sein de l'organigramme, notamment chez les assistants administratifs des bureaux, les agents de terrain et les animateurs. Les besoins en ressources humaines sont aussi nécessaires pour assurer la surveillance du parc et le contrôle et suivi de la biodiversité.

Pour pourvoir ses postes et garantir le bon fonctionnement du PNTb et l'atteinte de ses objectifs, la DREFLCD HA et la DPNT ont lancé en 2015 des marchés pour recruter des gardiens locaux pour la surveillance des activités touristiques, la surveillance des infrastructures du PNTb (écomusée, Centre d'Initiation à l'environnement, circuit vert, enclos d'Amassine) ou le suivi de la faune sauvage. Le recrutement d'agents au niveau de la population locale vise à fidéliser les nouvelles recrues. Il permet aussi un ancrage dans les populations locales qui peut contribuer à améliorer la perception qu'elles ont du PNTb et les relations entre les acteurs du

territoire et la direction du Parc. La création de bonne relation avec la population locale favorisera son respect du parc et son participe à sa gestion (HCEFLCD, 2017).

Répartir sur :

- 3 Régions : Marrakech – Safi, Souss – Massa et Drâa-Tafilalet ;
- 3 Provinces : Al Haouz (Région de Marrakech – Safi), Taroudant (Région de Souss – Massa) et Ouarzazate (Région Drâa-Tafilalet)

I.2. Situation géographique du parc national de Toubkal

Le PNTb appartient à la chaîne du Haut-Atlas, orientée Est Nord-Est et Ouest-Sud-Ouest, qui s'étend de la Tunisie (Gabès) jusqu'à l'océan atlantique à Agadir (Cap-Ghir) au Maroc (cf. la figure 1 ci-dessous). Le Mont Toubkal (Djebel Toubkal) en est le point culminant avec ses 4167 mètres. La zone du Parc National de Toubkal offre les massifs les plus élevés de l'Afrique du Nord (HCEFLCD, 2017).

La géomorphologie et la topographie de la zone du parc sont formées par une série de versants escarpés entrecoupés de larges vallées encaissée favorisant le découpage du site en «zones » qui ont une grande importance dans la détermination du climat local. Les plateaux et les pénéplaines des hauts sommets comptent parmi les formes géomorphologiques les plus particulières (Kacem, 2014).

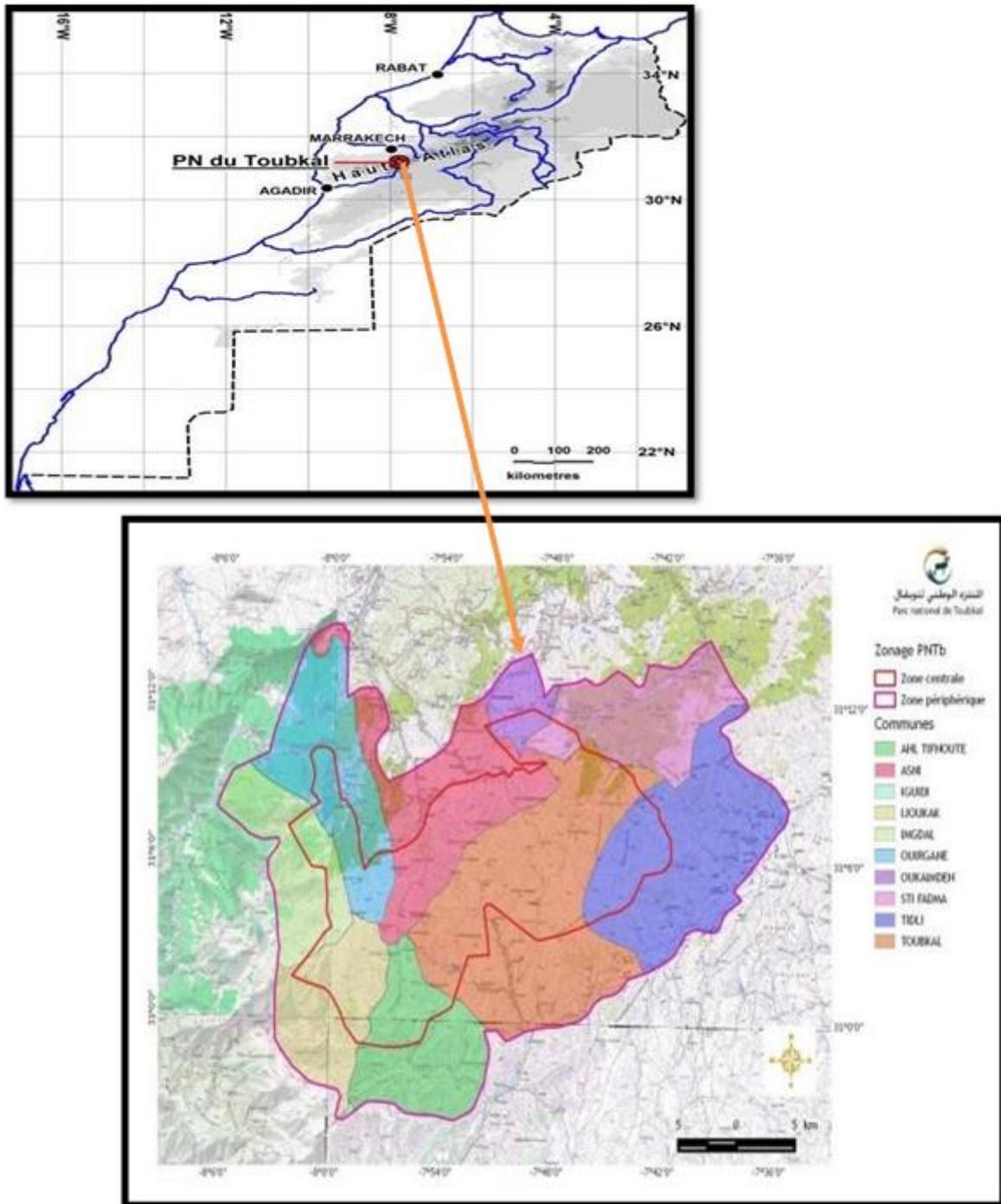


Figure 1 : Localisation géographique et administratif du Parc National de Toubkal (HCEFLCD, 2017).

I.3. Contexte géologique du parc national de Toubkal

Du point de vue géologique le parc national de Toubkal a un socle rocheux d'une très grande partie de l'Afrique daterait du Précambrien (voilà environ 4 540 à - 635 millions d'années). Pour sa part, située à la limite entre les rifts Triasico-Liasiques Atlantique et Téthysien, la région du Haut Atlas possède un héritage géologique complexe constitué de structures variées : zones triangulaires, plis secondaires (« rabbit ears »), imbrications. Un groupe basal rigide y est distingué. Il inclut le Précambrien, et localement le Paléozoïque (541 à 254,14 Millions d'années) et le Trias (252 à 208 Millions d'années) (Missenard, 2006). La zone de ces hauts sommets du Parc est un massif éruptif qui est constitué par des granites et des laves. Les granites antécambriens et cambriens, constituent une zone continue entre le Haut Ourika, le bassin de l'Assif Tinzer et la chaîne de l'Iferouane. Ils apparaissent également à l'Assaoun, à l'Oukaïmedenet ailleurs (cf. figure 2 ci-dessous).

On distingue 2 types de granites :

- un granite sombre très dur : gorges de l'Assif de Tinzer.
- un granite rose clair, assez tendre donnant les paysages mous de Tifnout.
- Les laves, datant du cambrien, sont :
 - des andésites variées, très dures et de couleur sombre (verdâtres, rouges sombres ou grisâtres)
 - des rhyolites brun sombre.

Par des formations sédimentaires primaires : conglomérats et schistes et grès dans l'Ourika, calcaires dans le Haut Iménane et l'Agoundis. Sur ces calcaires reposent des quartzites dans le massif de Takherkhort, et des schistes très épais dans le pays Tkent. Il convient de noter la grande richesse en ressources minérales, en relation avec l'importance minéralogique des formations primaires.

Le secteur karstique le plus riche en grottes (gîtes potentiels pour les chiroptères) est localisé au nord de la Réserve de Takherkhort, à l'extérieur de la zone périphérique du PNTb, sur le plateau de Kik (HCEFLCD, 2017).

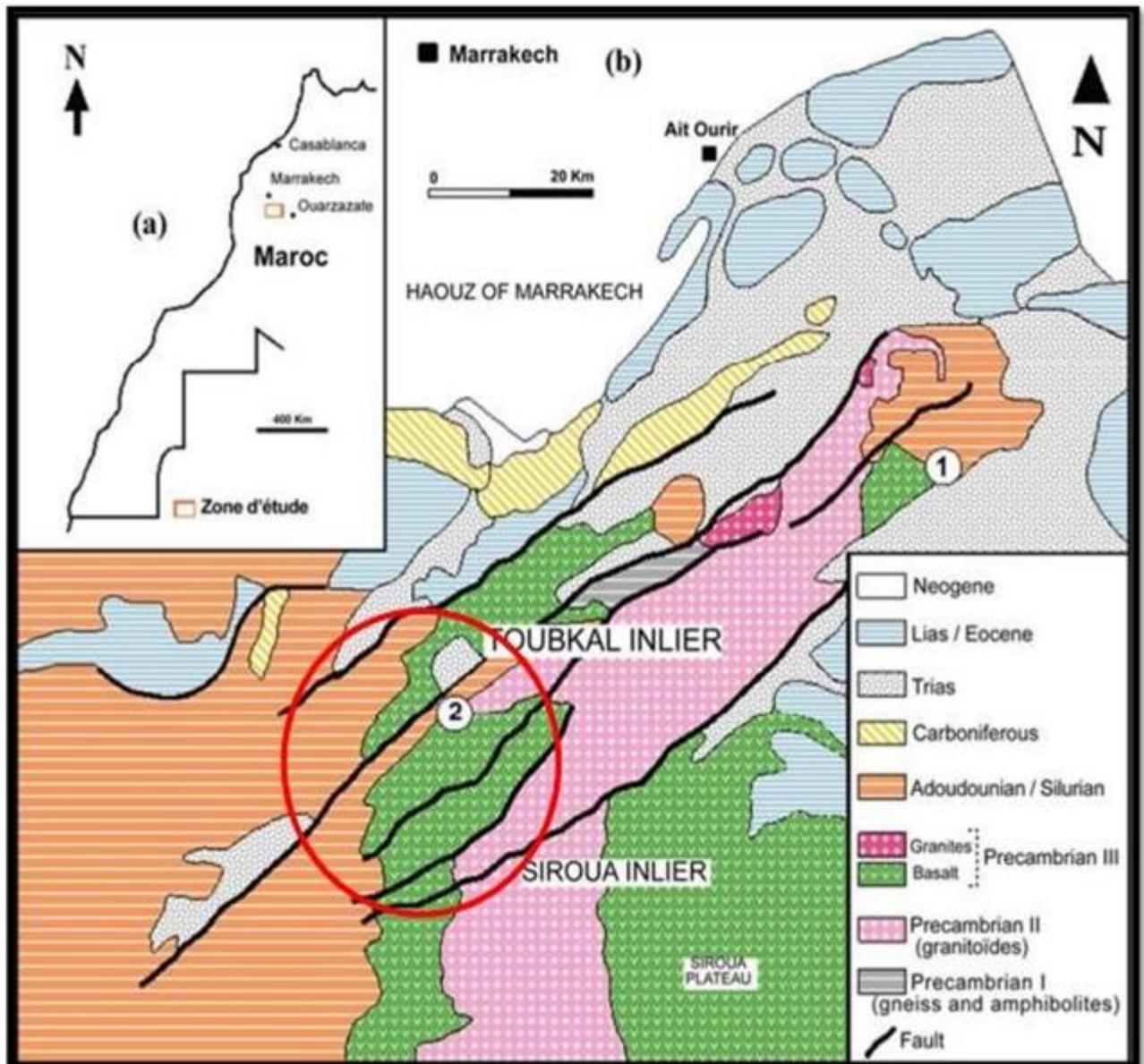


Figure 2 : (a) localisation de la boutonnière du Toubkal sur la carte du Maroc, (b) Carte géologique schématisée présentant la boutonnière du Toubkal (Toubkal enlier) dans le vieux massif du Haut Atlas (Proust, 1973). Localisation approximative du PNTb en rouge (HCEFLCD, 2017).

1 : secteur de Tircht ; 2 : secteur de Sidi Cham-harouch. Source (Zahour et al. 2016 Traduction de la terminologie : Neogene : Néogène / Eocene : Eocène / Carboniferous : Carbonifère / Adoudounian : Adoudounien / Silurian : Silurien / Precambrian : Précambrien / Fault : Faille (HCEFLCD, 2017).

I.4. Hydrologie du parc national de Toubkal

D'un point de vue hydrologique, le P.N. Toubkal fait partie du château d'eau du Haut-Atlas de Marrakech et dont la grande partie est utilisée pour l'irrigation des terrasses dans les vallées et les champs des plaines avoisinantes. Il occupe une place charnière dans les hauts bassins des plus importants oueds des plaines arides du Haouz au Nord et de Sous au Sud (cf. la carte en figure 3 ci-dessous).

Le réseau hydrographique du parc est très important, il est formé des hauts bassins de l'oued Ourika, de l'oued Rhighaia, de l'oued N'fis sur le versant Nord de l'Atlas de Marrakech et du haut bassin de l'oued Tifnoute, affluent de l'oued Souss, sur le versant sud du Haut Atlas (cf. carte en figure 4 ci-dessous). Les principaux sommets du Parc, situés sur la ligne de partage des eaux sont en allant vers l'Est : le plateau de Tazarhart (3995 m), l'Ouenkrim (4089m), le Toubkal(4167 m), le Tichki (3753 m), Azrou Tamadout (3664 m), l'Aksoual (3910 m), Bou Iguenouane (3882 m), Ineghmar (389 m) (Kacem, 2014).

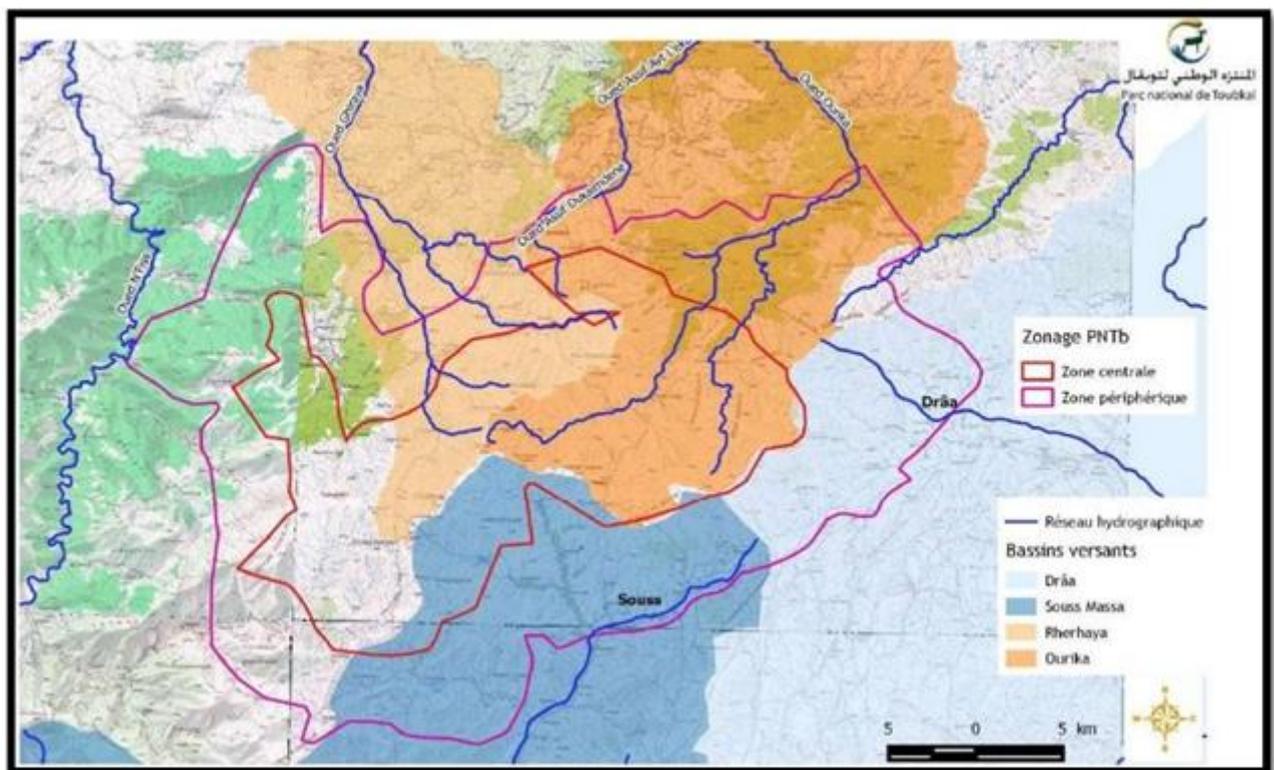


Figure 3 : Réseau hydrographique de bassin versant (HCEFLCD, 2017).

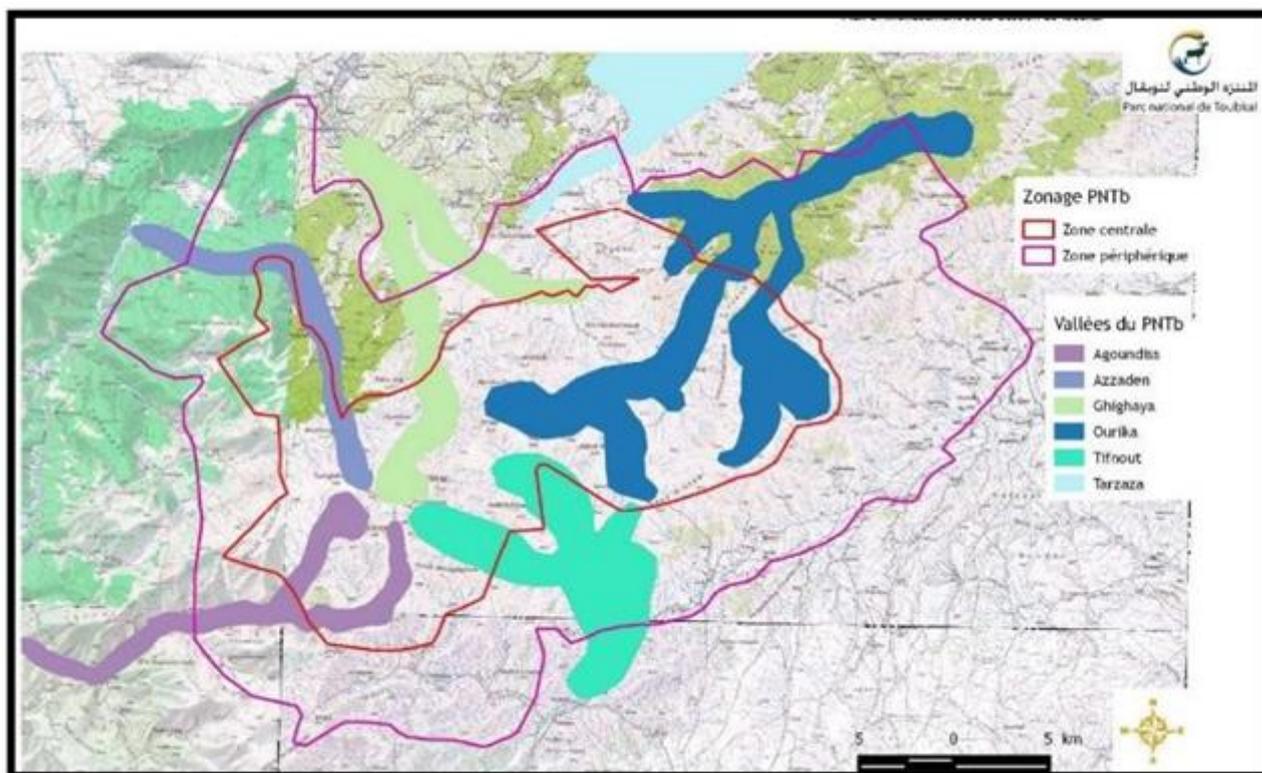


Figure 4 : les vallées du parc national de Toubkal (HCEFLCD, 2017).

I.5. Le contexte climatique, écologique et forestier du Parc :

Le parc national de Toubkal est caractérisé par un climat général de type méditerranéen semi-aride à tempéré, avec persistance de neige sur une longue période de l'année.

D'un point de vue socioéconomique les habitants de parc dépendent principalement des ressources naturelles. D'après leurs activités dominant on trouve l'agriculture traditionnelle, la pâture et le bois du feu. De plus l'aspect touristique est contribué aussi à l'économie de parc, car il s'agit d'une destination touristique très important.

D'autre part, La botanique du parc national de Toubkal est caractérisée par la présence d'espèces floristiques endémiques s'apparentant à des lignées méditerranéennes. Ces espèces se localisent spécifiquement au-dessus de 2800 m d'altitude. Ainsi on peut constater une succession d'étages de végétation allant du Thermo méditerranéen, marqué par les peuplements de Chêne vert et de Thuya, jusqu'au niveau supérieur à plantes herbacées héli cryptophytes de l'Oroméditerranéen (Kacem, 2014).

I.6. La valeur patrimoniale :

Le Parc National de Toubkal s'individualise par ses caractéristiques particulières et originales : cette zone offre ainsi les massifs montagneux les plus originaux de tout le Maroc, marqués par leur puissant relief, par la diversité de leurs roches, par la beauté exceptionnelle de leurs paysages et par la biodiversité remarquable dont ils recèlent. En effet, il abrite les plus hauts sommets de l'Afrique du Nord, dont le plus connu est autre que le Jbel Toubkal qui culmine à 4.165m d'altitude.

Par ailleurs, ce parc constitue un important château d'eau (de nombreuses rivières pérennes prennent naissance dans la zone du PNTb) dont la plus grande partie assure l'irrigation des terrasses dans les vallées et des cultures dans les plaines du piémont.

De plus, cette aire protégée offre une flore unique et très diversifiée : on peut ainsi y rencontrer des peuplements de Chêne vert et de Thuya, des écosystèmes à Genévrier rouge et thurifère (la couverture forestière représente 15% de la superficie de la zone centrale du Parc), mais également des xérophytes épineux en coussinets et de très belles pelouses humides d'altitude caractéristiques du Haut Atlas. De plus, le PNTb renferme près de 24 espèces floristiques strictement endémiques à la zone !

A noter que cette diversité floristique et écosystémique a permis l'existence d'une faune très variée au niveau du Parc National du Toubkal, parc qui se distingue surtout par la présence de la plus importante population de Mouflon à manchettes de l'Afrique du Nord ! Quant à l'avifaune nicheuse, très riche, elle comprend près de 95 espèces, avec la d'oiseaux tout à fait remarquables comme l'Aigle royal, le Gypaète barb, l'Accenteur alpin ou le Bouvreuil à ailes roses.

L'herpétofaune s'inscrit aussi directement dans le cadre des valeurs biologiques dont recèle le PNTb, avec un taux d'endémisme élevé, et certaines espèces très rares ou endémiques comme la Couleuvre de Schokar ou la Vipère de l'Atlas.

A noter également, la présence de 9 espèces de papillons endémiques au Parc ou Haut Atlas, tel que le Cuivré de l'Atlas. Un autre atout particulier du Parc National de Toubkal est l'existence d'un patrimoine culturel unique et exceptionnel, caractérisé par une culture berbère typique de montagne et par la présence de gravures rupestres vieilles de deux à trois mille ans. (Rapport annuel des activités menées dans le parc National de Toubkal au titre de l'année 2018).

II. Les Zones du Parc national de Toubkal :

- **La zone centrale**

La zone centrale du PNTb a été délimitée dans le cadre du Dahir de la création du PNTb. Elle est matérialisée sur le terrain par des bornes. Bien que dans l'arrêté viziriel du 19 janvier 1942 de création du PNTb il soit question de 38 470 ha, la surface calculée par le SIG de la zone centrale est de 39 351 ha (cf. La carte en figure 5 ci-dessous).

La zone centrale englobe les hautes montagnes de l'Atlas et est de ce fait très peu peuplée. Les surfaces boisées y sont faibles et il y a très peu de vallées cultivables et irrigables. Certaines activités humaines n'y sont pas interdites (droits d'usage randonnées, etc.). Elle représente une importante zone d'estive pour les populations de la zone périphérique.

La zone centrale du Parc, identifiée comme une zone de gestion des ressources naturelles, abrite la plus ancienne réserve zoologique, la réserve du Takherkhort, créée en 1967 pour la conservation du Mouflon à manchettes. Elle couvre aujourd'hui 615,20 ha dont 364 ha sur la zone centrale du PNTb (données SIG de la DPNT, 2018 ; cf. figure 5).

Cet espace est interdit aux activités humaines, hormis pour des études et suivis sur le Mouflon. Elle comprend aussi 3 secteurs dits « Sanctuaire naturel géré » représentant au total 1152,85 ha et, outre la réserve de Takherkhort, 2 « zones naturelles protégées » d'une surface totale de 252,32 ha.

De plus, quatre Sites d'Intérêt Biologique et Écologique (SIBE) sont compris dans le PNTb. Ce sont des SIBES humides ayant divers niveaux de priorité, qui sont Assif n'Ourzane, Assif aït mizane, lac d'Ifni et Assif Réghaya ((HCEFLCD, 2017).

- **La zone périphérique :**

Sans véritable statut réglementaire, la zone périphérique (ZP) du PNTb regroupe la population locale usagère des ressources naturelles de la zone centrale du Parc (cf. La carte en figure 5 ci-dessous). Elle englobe plus de 130 douars dont la population, vivant en majorité dans une situation précaire, puise l'essentiel de ses besoins en énergie et en unité fourragère de la forêt du PNTb, engendrant malheureusement un amenuisement de la biodiversité.

Elle est aussi la porte d'entrée touristique du parc. Elle englobe l'enclos d'Amassine, d'une superficie de 1 000 ha dont 150 ha sont clôturés, créé en 1996 de statut juridique domanial puisqu'il est inclus dans la forêt d'Ouzguita (domaine forestier de l'Etat). Il se situe à proximité

de la réserve de Takherkhort et les principaux objectifs visés par sa création sont (Uniconsult, 2016) :

- la conservation des espèces d'ongulés (Mouflon à manchette et Gazelle de Cuvier) par réintroduction de la Gazelle de Cuvier, espèce disparue de la région.
- la présentation du Mouflon à manchettes au public pour sa sensibilisation. (HCEFLCD, 2017)

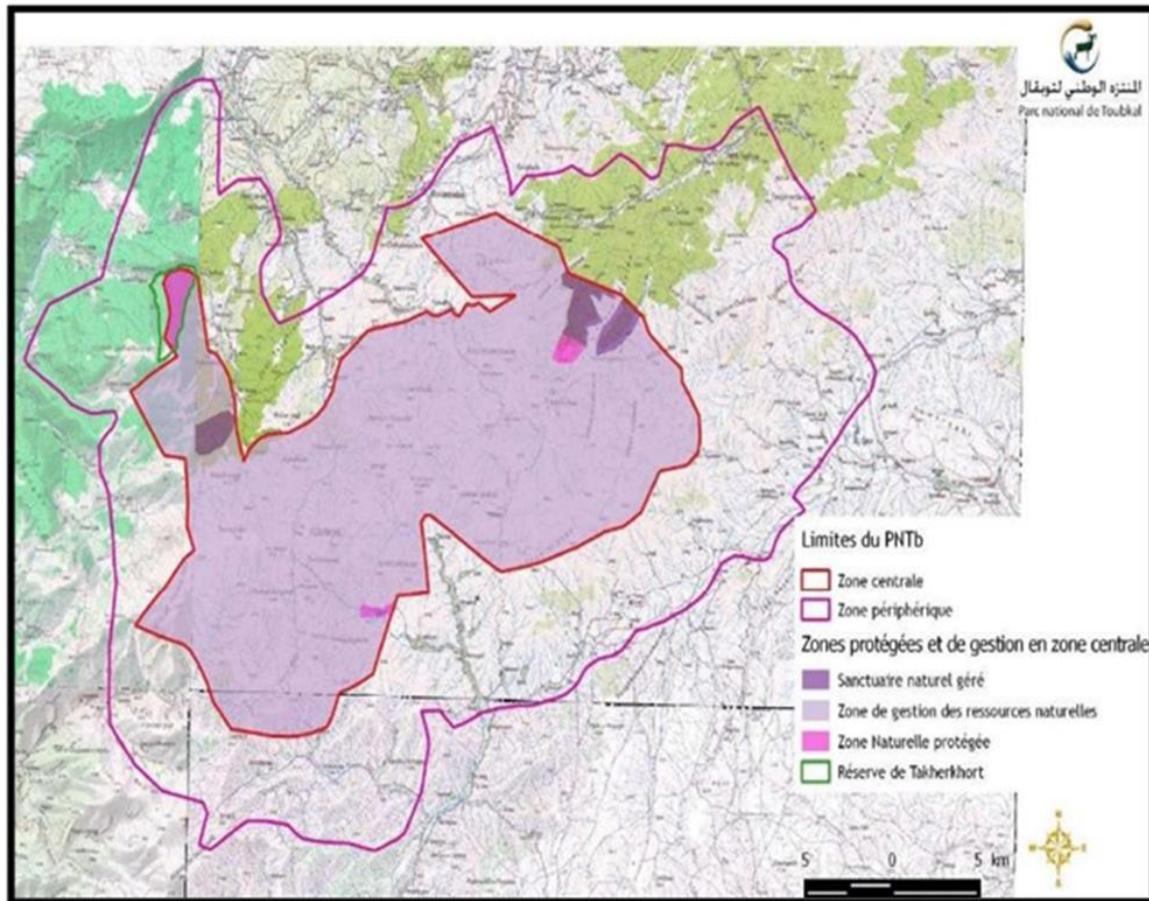


Figure 5 : Limites du Parc National de Toubkal (zone centrale et zone périphérique) zones protégées et de gestion au sein du parc (HCEFLCD, 2017).

CHAPITRE II :
**Etude environnementale du parc
national de Toubkal**

II.1 Introduction :

La croissance importante du tourisme sur le parc a conduit à une augmentation significative des activités touristiques qui ont contribué à l'économie régionale et nationale, mais la qualité de l'environnement se détériore de plus en plus.

Le PNTb est géré par la Direction du Parc National de Toubkal (DPNT) qui est directement rattachée à la Direction Régionale des Eaux et Forêt set de la Lutte Contre la Désertification du Haut Atlas on confie la tâche de rechercher les causes réelles et des comportements irrationnels derrière cette pollution en plus de suggérer quelques solutions pour lutter contre ces activités contraires à l'éthique qui est destruction pour l'environnement en général et la zone d'étude en particulier.

Nous avons choisi la zone douar Armed-Sidi Chamrouche, qui est l'une des principales routes vers Jebel Toubkal, et donc considérée comme une zone fréquemment visitée par les touristes.

Douar Armed est le point de départ de l'ascension du Jebel Toubkal, se caractérise par la présence d'un grand nombre des infrastructures touristiques (les hôtels, les restaurants, Les auberges, bureaux des guides, des muletiers, etc).

Sidi Chamharouche est considéré comme une zone touristique par excellence visité par les touristes nationaux et internationaux. Se caractérise par un grand nombre de petite restaurant et aussi est une zone de pratique de la magie et de la sorcellerie.

Les effets négatifs du tourisme sur le parc et précisément sur la zone d'étude douar Armed comprennent des graves problèmes de pollution.

Pour un bon travail sur le terrain on a créé une fiche d'enquête contenant les détails qui doivent être abordes et recherches sur le terrain et des questions à poser aux habitants pour découvrir les vrais raisons de pollution dans la zone d'étude, puis il faut faire le prélèvement des échantillons de l'eau d'Assif Ait mizane-Réghaya pour faire des analyses bactériologiques au laboratoire pour déterminer la qualité de l'eau.

II.2 Les points noirs de la pollution du douar Armed-Sidi Chamharouche

II.2.1 Identification des déchets solides et ses causes :

On a commencé notre enquête à douar Armed, les habitants de cette zone déversant leurs déchets solides dans un endroit isolé derrière leurs maisons sur la haute montagne qui forme des points noirs, puis ils sont débarrassés ces déchets par le brûlage. Dont on a visité deux points noirs.

Localisation	Description	Les types des déchets	Quantité %
Douar Armed	Les points noirs entourés par un gréage simple Torsion, la majorité des déchets sont de couleur noir.	Déchets brûlés Déchets métalliques : Boîtes de poisson Déchets plastiques : Bouteilles de l'eau Des sachets Des couches Déchets dangereux : Eau de javel Les vêtements	50% 30% 20% Autres

Tableau 1 : Les caractéristiques des déchets solides de douar Armed

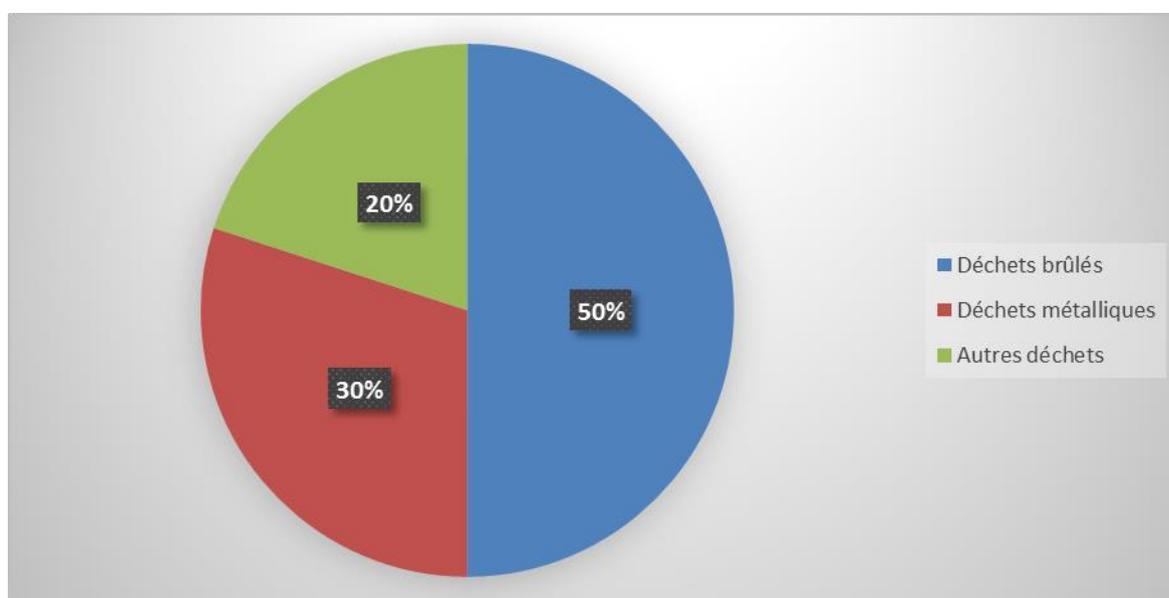


Figure 6 : Les quantités des déchets dans les points noirs de douar Armed



Figure 7 : Les points noirs du douar Armed

Suivez notre enquête à Sidi Chamharouche, on trouve des panneaux qui disaient « s'il vous plait jeter les déchets dans les endroits désignés », et après notre enquête avec les habitants et les personnes qui ont des petits restaurants dans cette zone on a constaté qu'ils déversaient leurs déchets dans des endroits qu'ils avaient créé pendant longtemps. Ces endroits sont proches de l'Assif Ait mizane-Réghaya. Dont on a visité quatre points noirs et ces derniers sont nettoyés sur une longue période ce qui pousse les gens de faire autres.

Localiation	Description	Les types des déchets	Quantité%
Sidi Chamharouche	La plupart des points noirs se trouvent entre les grandes roches, tandis que les autres points se trouvent dans des endroits similaires des grottes. Ces déchets souvent d'origines des activités de Salih de Sidi Chamharouche.	<p>Déchets de verre : Bouteille de mazhar Bouteilles de vin</p> <p>Déchets métalliques : Les boites de poisson</p> <p>Déchets plastiques : Des sachets Yaourt Ustensiles des cuisines Les couches</p> <p>Déchets organiques : Restes des animaux Fruits carton</p> <p>déchets dangereux : Eau de javel Alcool</p>	<p>40%</p> <p>30%</p> <p>10%</p> <p>10%</p> <p>10%</p>

Tableau 2 : Les caractéristiques des déchets solides de Sidi Chamharouche

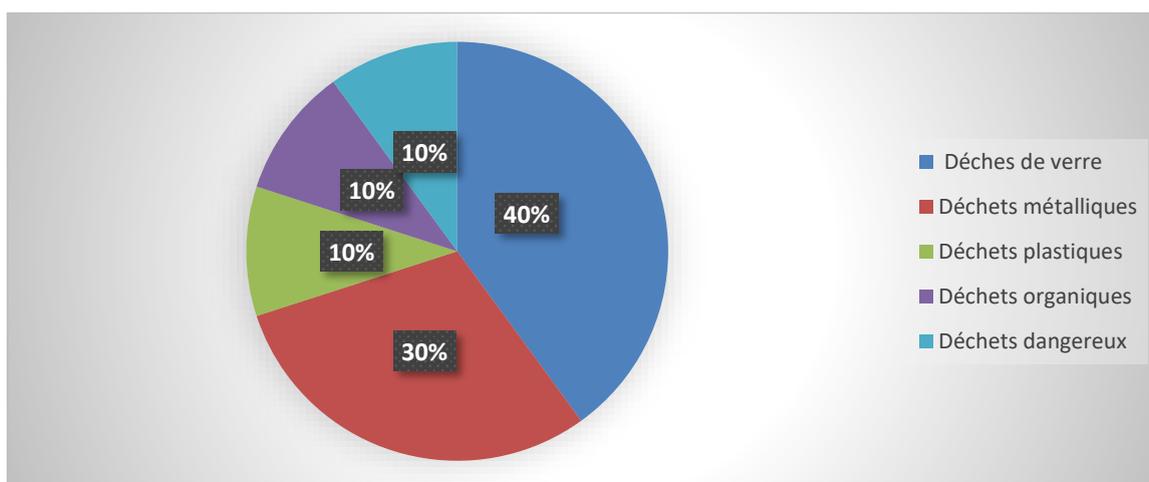


Figure 8 : les quantités des déchets dans les points noirs de Sidi Chamharouche



Figure 9 : Les points noirs de Sidi Chamharouche

Les causes de la pollution de la zone « douar Armed-Sidi Chamharouche » :

Après avoir collecté des informations en posant des questions aux habitants, on a conclu que les réelles raisons de la pollution de la zone d'étude sont :

- L'absence de dépotoir public dans la zone.
- L'augmentation des points noirs dans la zone car c'est une zone touristique.
- Les infrastructures touristiques ont contribué à la multiplication de ces points noirs.
- Ne nettoyer ces points noirs qu'après un temps très long par le brulage, ce qui conduit à leur reproduction.
- Les rites de sorcellerie et de magie qui se déroulent à Sidi Chamharouche contribuent grandement à la pollution de la zone.

II.2.2 Identification des déchets liquides

Assif Ait mizane-Réghaya se trouve sur le versant Nord du djebel Toubkal, haute montagne d'Afrique du Nord. Il comprend un cours d'eau permanent, l'oued Réghaya, et plus en amont, un cours d'eau de montagne d'eau douce au cours rapide, Assif n'Aît mizane, tous deux classés parmi les sites d'intérêt biologique et écologique du Maroc. La couverture végétale varie à mesure que l'on descend, des steppes boisées sur les schistes montagneux à la forêt dense et aux broussailles méditerranéennes surplombant le cours inférieur. Le cours rocheux de la rivière abrite des plantes aquatiques et de rivage, des terrasses cultivées et des vergers innombrables (cf. la carte en figure10 ci-dessous).

Cet écosystème de rivière permanente, très rare en Afrique du Nord, accueille une faune riche. Il y a au moins 42 espèces de plantes aquatiques et semi-aquatiques ; 70 invertébrés aquatiques dont 20 au moins sont endémiques de la localité ; 90 espèces d'invertébrés riverains et au moins 15 espèces de vertébrés rares au plan régional, comme le poisson endémique menacé *Luciobarbus issenensis*. L'importance sociale et culturelle du site repose sur les pratiques locales, y compris le modèle de gestion traditionnelle de l'irrigation.

Le site est menacé par la présence d'espèces envahissantes ainsi que par l'exploitation de l'eau et les activités récréatives et touristiques.

<https://rsis Ramsar.org/ris/2371>

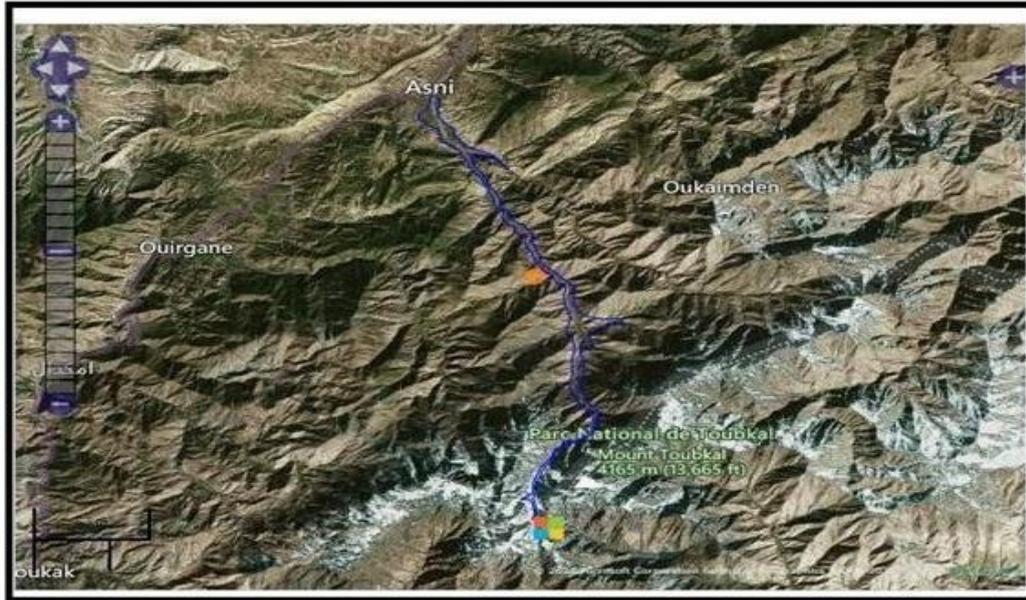


Figure 10 : le site d'Assif Ait mizane-Réghaya <https://rsis Ramsar.org/ris/2371>

Après notre enquête nous avons constatés que les raisons qui conduisent à la pollution de l'eau qui entrainé à la disparition des poissons. L'absence des réseaux d'assainissement rende les habitants et les propriétaires infrastructures touristiques de la zone d'étude jettent leurs eaux usées directement dans l'Assif Ait mizane-Réghaya, soit ils ont creusé leur propre fosse septique, ce qui fait des points noirs pour cela on a choisi des points de prélèvement différents de l'eau d'Assif. ces eaux prélevées le 18 Mai 2022, sont stockées dans des flacons en verre stériles de 50 ml et transportées dans une glacière. Après on a déterminé la localisation précise de ces prélèvements par l'appareil GARMIN MONTANA 600.



Figure 11 : L'appareil GARMIN MONTANA 600.

code	Dénomination	Lat(N)	Long(W)	Alt (m)	Utilisation des eaux
Assif	Ait mizane-Réghaya	31°09'	07°56'	2371	Eau potable +irrigation
Station 1	Source de jbel toubkal	31°05'50.10"	07°45'43.27"	2332	Irrigation
Station 2	Source de jbel toubkal	31°05'49.42"	07°54'43.21"	2338	Eau potable +irrigation
Station 3	source de jbel takhrabt	31°05'52.01"	07°54'40.43"	2347	Eau potable
Station 4	source de jbel takhrabt	31°05'50.65"	07°54'37.53"	2368	Eau potable +irrigation
Station 5	Aval de jbel toukal (Chamharouche)	31°05'55.05"	07°54'46.37"	2310	Eau potable +irrigation
Station 6	Aval de jbel toubkal (Armed)	31°07'30"	07°55'08"	2420	Irrigation

Tableau 3 : Liste des points des eaux de l'Assif Ait mizane-Réghaya

II.3 - Analyses microbiologiques

L'analyse microbiologique de l'eau est le paramètre le plus important de la qualité de l'eau car l'eau normalement ne doit contenir ni bactéries pathogènes, ni virus qui pourraient présenter un risque sanitaire (WHO, 2018). Plutôt que de rechercher ces microorganismes pathogènes qui sont très diversifiés et difficiles techniquement à détecter, l'analyse bactériologique consiste à déceler la présence des microorganismes indicateurs de pollution fécale (Harwood et al., 2014 ; Pandey et al., 2014 ; Pal et al., 2018) plus simple à cultiver et qui vivent généralement dans les intestins humains et animaux et représentent ainsi un risque épidémiologique potentiel.

Le contrôle bactériologique porte sur la quantification des germes indicateurs de contamination fécale dont trois indicateurs spécifiques qui sont les coliformes totaux, les coliformes fécaux et les entérocoques fécaux.

II.3.1. Matériel et méthodes

II.3.1.1. Prélèvement des échantillons d'eau

Les prélèvements pour l'analyse bactériologique sont faits dans des flacons en verre de 1000 ml qui sont préalablement lavés, rincés avec de l'eau distillée et stérilisée. Les flacons sont étiquetés et rangés dans une glacière contenant de la glace pour être immédiatement acheminés au laboratoire pour y être stockés à 4°C pour être analysés dans les 24h suivant son prélèvement.

Au cours de ce stage 6 échantillons ont été prélevés pour être soumis à des analyses microbiologiques. L'échantillon d'eau est réfrigéré et

II.3.1.2. Technique de filtration sur membrane

La méthode de filtration sur membrane consiste à recueillir, identifier et dénombrer, à la surface d'une membrane filtrante stérile, les bactéries recherchées dans un échantillon. Il s'agit donc d'une méthode de concentration des bactéries puisqu'on évalue une quantité importante de l'eau pauvre en microorganismes telles que les eaux de puits.

L'échantillon d'eau est filtré à travers une membrane poreuse dont le diamètre des pores est suffisamment petit (une taille de $0,45\mu m$) pour empêcher les bactéries de la traverser. Cette membrane est ensuite déposée sur un milieu de culture spécifique pour compter après incubation les colonies bactériennes formées à la surface du filtre. Sachant qu'une colonie provient d'une cellule, le calcul de la concentration bactérienne est calculé en fonction du volume d'eau filtré.

La technique consiste à faire passer 100 ml d'eau à analyser à travers une membrane déposée à l'aide de pince flambée sur un support poreux préalablement stérilisé à l'autoclave. Une fois la pompe mise en marche pour créer une dépression, l'eau passe à travers l'entonnoir stérile vissé sur le support pour atteindre la membrane (**Figure 12**). Ce dernier agit comme un tamis qui possède des mailles. La membrane contenant les bactéries en surface est placée sur un milieu nutritif spécifique dans une boîte de pétri et l'ensemble est incubé en étuve à la température idéale de développement du groupe bactérien recherché.



Figure 12 : Appareil de filtration

II.3.1.3. Milieux de culture

Milieu pour les coliformes

Le dénombrement des coliformes s'effectue dans le milieu de culture gélosé VRBL (Vert rouge bilié lactosé). Le principe du milieu repose sur l'aptitude des coliformes à fermenter le lactose. Cette fermentation occasionne une acidification du milieu détectée par la présence d'un indicateur coloré qui est le rouge neutre. Ce dernier vire au rouge à pH acide. Le milieu est rendu inhibiteur vis-à-vis des bactéries gram-positives et de certaines bactéries gram-négatives par la présence simultanée du cristal violet et des sels biliaires. Les boîtes sont incubées pendant 24h à 37°C pour le dénombrement des coliformes totaux et à 44°C pour celui des Coliformes thermotolérants. Les coliformes forment des colonies roses rouges (lactose positif). Les autres colonies sont incolores/beiges (**Figure 13**).

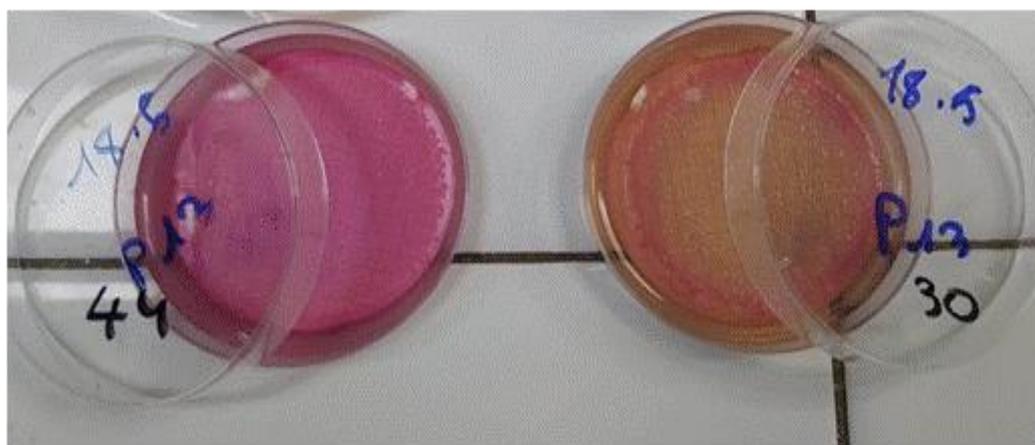


Figure 13 : Colonies des Coliformes sur milieu VRBL

Milieu pour les Entérocoques fécaux

Le milieu Slanetz et Bartley est un milieu conçu pour dénombrer les Entérocoques fécaux dans l'eau. C'est un milieu sélectif qui contient de l'azide de sodium NaN_3 (agent sélectif) qui inhibe la chaîne respiratoire et donc les bactéries respiratoires, seules les bactéries fermentaires se développent. Le TTC (2, 3,5-Triphényl Tétrazolium Chlorure) est un indicateur de la croissance bactérienne. C'est un substrat incolore qui est réduit dans les cellules par des hydrogénases en formazan de couleur rouge. Ce formazan produit est insoluble à l'intérieur des cellules qui se manifeste par l'apparition de colonies rouges à marron. Les boîtes sont incubées à 37°C. Les colonies qui se développent sur ce milieu présentent une coloration rouge, marron ou rose (**Figure 14**).

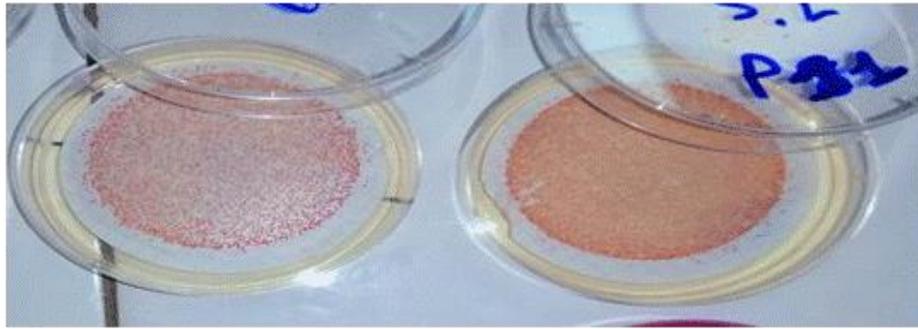


Figure 14 : Colonies des Entérocoques fécaux sur milieu Slanetz et Bartley

II.3.2- Résultats des analyses

Les coliformes totaux et fécaux, ainsi que les entérocoques fécaux ont été recherchés car ils sont toujours associés à des microorganismes intestinaux pathogènes lorsque ces derniers sont présents dans la matière fécale. Ce sont de bons indicateurs de contamination fécale.

L'analyse des résultats reportés dans les **Tableaux 4 et 5** montre clairement l'absence des indicateurs de contamination fécale dans l'eau prélevée en amont et en aval d'Assif Ait mizan-Réghaya. Ceci nous permet d'en déduire qu'il n'y a pas de risque sanitaire à ce niveau mais uniquement à l'endroit et au moment du prélèvement. En effet, il est important de souligner que le point de prélèvement a un impact sur les résultats. Les conditions hydrodynamiques du milieu aquatique (débit, vitesse, courant) peuvent entraîner les bactéries et les virus sur des distances plus ou moins grandes par rapport au point de rejet. De même que les bactéries et les virus adhèrent aux particules et peuvent de ce fait sédimenter et être remis en suspension par le courant d'eau (Wang et al., 2022). Leur dilution sera également plus ou moins importante. Leur détection est donc difficile et les quantités trouvées peuvent varier selon les lieux et les moments de prises d'échantillons. L'analyse d'un seul prélèvement n'est donc pas significative. Plusieurs prélèvements à différents endroits d'une même station permettraient de donner une vision plus réelle du degré de pollution microbiologique (Bradshaw et al., 2016 ; Cho et al., 2016). En outre, il est important de souligner le volume d'eau prélevé était trop insuffisant pour réaliser les analyses bactériologiques selon les normes. Nous n'avons réalisé la recherche des germes que dans 20 mL seulement au lieu des 100 mL recommandés par l'OMS.

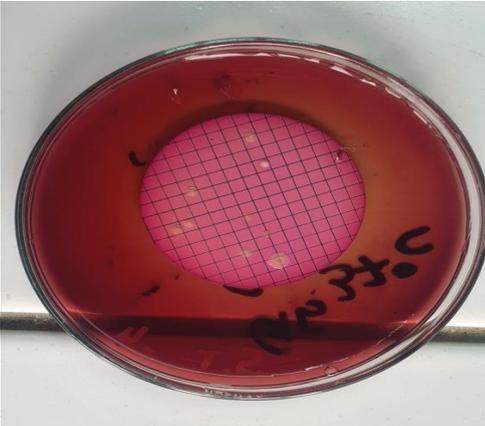
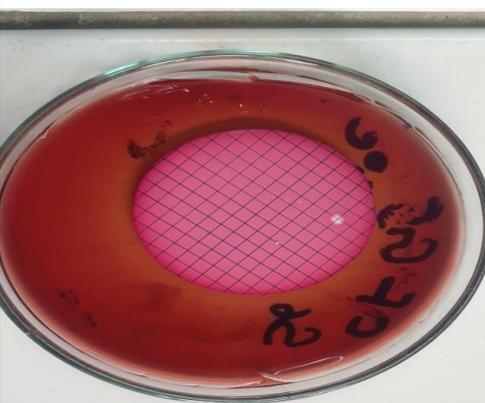
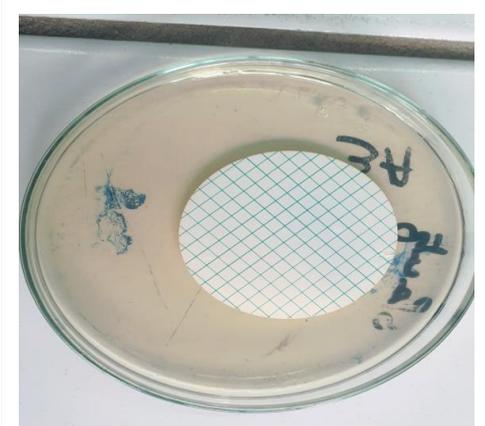
Milieux de culture	Photos des milieux de culture après incubation	Commentaires
Mac Conkey 37°C		<p>L'absence de colonies rouges, permet de conclure qu'il n'y a de coliformes totaux dans les 20 mL d'eau analysés</p> <p>Les 11 colonies incolores observées dans le milieu sont des entérobactéries lactose négatif, il ne s'agit pas de coliforme.</p>
Mac Conkey 44°C		<p>L'absence de colonies rouges, nous indique qu'il y a absence de coliformes thermotolérants dans les 20 mL d'eau analysés</p>
Slanetz 37°C		<p>L'absence de colonies rouges indique qu'il n'y a pas d'Entérocoques fécaux dans les 20 mL d'eau analysés</p>

Tableau 4 : Résultats de l'analyse bactériologique des échantillons d'eau en mont d'Assif Ait mizane-Réghya

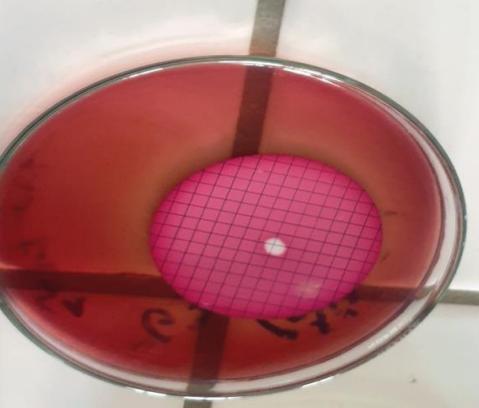
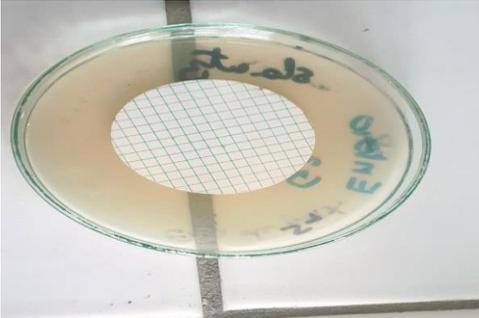
Milieux de culture	Photos des milieux de culture après incubation	Commentaires
Mac conkey 37°C		<p>L'absence de colonies rouges, permet de conclure qu'il n'y a de coliformes totaux dans les 20 mL d'eau analysés</p> <p>Les 27 colonies incolores observées dans le milieu sont des entérobactéries lactose négatif, il ne s'agit pas de coliforme.</p>
Macconkey 44°C		<p>L'absence de colonies rouges, nous indique qu'il y a absence de coliformes thermotolérants dans les 20 mL d'eau analysés</p> <p>Les 3 colonies incolores observées dans le milieu sont des entérobactéries lactose négatif, il ne s'agit pas de coliforme.</p>
Slanetz 37°C		<p>L'absence de colonies rouges indique qu'il n'y a pas d'Entérocoques fécaux dans les 20 mL d'eau analysés</p>

Tableau 5 : Résultats de l'analyse microbiologique des échantillons d'eau prélevée en aval d'Assif Ait mizane-Réghaya

Conclusions générale

Le but de la création du parc était de préserver les massifs montagneux la plus élevée de l'Afrique du nord pour leurs caractéristiques ce qui lisse le parc une destination touristique très importante, ce qui l'a rendu plus vulnérable à la pollution.

Notre étude s'est concentrée sur la zone « douar Armed-Sidi Chamharouche » car elle est considérée comme l'une des principales routes d'accès au Toubkal et cela en fait la zone la plus polluée et connaît une grande fréquence touristique.

L'insuffisance ou l'absence des études scientifiques dans la zone, ainsi le manque du matériel et le retard de faire des analyses microbiologiques des échantillons d'eaux prélevées de l'Assif Ait mizane-Réghaya qui ne donnent pas des résultats que nous voulons.

Le problème de la pollution dans le parc national de Toubkal est devenu l'un des sujets les plus importants qui doivent être soulevés et discutés, l'un des dangers les plus importants de ce phénomène est qu'il provoque la propagation des maladies et perturbe l'écosystème et le changement climatique et la propagation de désertification, en plus de saboter l'esthétique de la zone.

Par conséquent, on a proposé un ensemble de solutions qui limitent ou réduisent lapropagation de ce phénomène dangereux :

- Mettre des programmes pour surveiller la situation environnementale, suivre le nombre croissant de point noirs rechercher leurs source et leurs effets négatifs sur l'environnement.
- Organisation des campagnes de sensibilisation pour sensibiliser les habitants et les propriétaires de restaurants et d'hôtels a la gravité de ces points sur la l'environnement et la santé.
- Mettre en place des panneaux rappelant aux habitants et aux touristes de ne pas jeter de déchets.
- Coordination avec tous les acteurs du tourisme pour mettre en place un système de gestion des déchets à responsabilités partagée.
- Les personnes qui habitent loin sont priées de trier leurs déchets dans des sachets et de former une association qui amène ces déchets par les mules à Imlil où la communauté réservé un endroit pour s'en débarrasser.

- Imposer des lois strictes aux personnes responsables de la création de ces points noirs.
- Planification de la construction d'une station d'épuration dans le futur.

Référence

HCEFLCD, 2017. Plan d'aménagement et gestion de PNTb. mission 1 diagnostique : Analyse des périmètres d'intervention et des territoires environnement, 5p

Rapport annuel des activités menées dans le parc National de Toubkal au titre del'année 2018,1p.

Kacem L, 2014. Caractérisation hydrogéochimique, évaluation de la qualité (physico-chimique microbiologique) des ressources en eaux, et quantification de l'érosion hydrique en zone montagneuse :le lac d'Ifni et la haute vallée de Tifnoute (Parc national de Toubkal, Haut atlas Marocain), 3p.

Bradshaw, J.K.; Snyder, B.J.; Oladeinde, A.; Spidle, D.; Berrang, M.E.; Meinersmann, R.J.; Oakley, B.; Sidle, R.C.; Sullivan, K.; Molina, M. (2016) Characterizing relationships among fecal indicator bacteria, microbial source tracking markers, and associated waterborne pathogen occurrence in stream water and sediments in a mixed land use watershed. *Water Res.*, 101, 498–509.

Cho, K.H.; Pachepsky, Y.A.; Kim, M.; Pyo, J.; Park, M.H.; Kim, Y.M.; Kim, J.W.; Kim, J.H. (2016) Modeling seasonal variability of fecal coliform in natural surface waters using the modified SWAT. *J. Hydrol.*, 1, 377–385.

Fries J.S., Characklis G.W., Noble R.T. (2006) Attachment of Fecal Indicator Bacteria to Particles in the Neuse River Estuary, N.C., *J. Environ. Eng.*, 132 (10): 1338-1345

Harwood, V.J.; Staley, C.; Badgley, B.D.; Borges, K.; Korajkic, A. (2014) Microbial source tracking markers for detection of fecal contamination in environmental waters: Relationships between pathogens and human health outcomes. *FEMS Microbiol. Rev.*, 38, 1–40.

Pal, M.; Ayele, Y.; Hadush, M.; Panigrahi, S.; Jadhav, V.J. (2018) Public health hazards due to unsafe drinking water. *Air Water Borne Dis*, 7, 2.

Pandey, P.K.; Kass, P.H.; Soupir, M.L.; Biswas, S.; Singh, V.P. (2014) Contamination of water resources by pathogenic bacteria. *Amb Express*, 4, 51.

WHO (2018) Recommendations on Scientific, Analytical and Epidemiological Developments Relevant to the Parameters for Bathing Water Quality in the Bathing Water Directive (2006/7/EC); World Health Organization: Geneva, Switzerland.

Wang H., Knabe D., Engelhardt I., Droste B., Rohns H.P., Stumpp C., HO J., Griebler C. (2022) Dynamics of pathogens and fecal indicators during riverbank filtration in times of high and low river levels. *Water research*, 209, 117,961.

Reference webographie

<https://parc-national-toubkal.ma>

<https://rsis.ramsar.org/ris/>

Annexe 1 : Fiche d'enquête 1

Question aux habitants de la zone :

1-Pourquoi vous met votre déchet à cette place ?

L'absence de dépotoir public Nombre insuffisant dépotoir public

La distance de dépotoir public très long

2 - Depuis combien de temps jetez-vous ces déchets à ce point ?

Depuis longtemps

Récemment

3 - Combien de fois vous jetez votre poubelle ?

Chaque jour

Deux fois par semaine

Chaque semaine

Une fois les deux semaines

4 - Qui vide la poubelle ?

Le papa

La maman

Les enfants

5 - La présence des points noirs est-elle due au fait que cette zone est touristique ?

Oui Non

6 - Si oui, Comment les touristes contribuent-ils à la prolifération de la pollution ?

La multiplication du nombre de touristes significativement Jeter les déchets sans conscience

Pas de contrôle concernant la gestion des déchets

7- Les infrastructures touristiques contribuent-ils à la multiplication de ces points noirs ?

Oui Non

8- Ces points noirs sont-ils nettoyés ?

Oui Non

9- Si oui, combien de temps faut-il pour que ces points soient nettoyés ?

Une longue période

Une courte période

Annexe 1 : Fiche d'enquête 2

1 – Existe-t-il un réseau d'assainissement ?

Oui Non

2 – Si oui, il est :

Unitaire Séparatif

3- Est-ce qu'il y a d'autre source des déchets liquides que domestique ?

Oui Non

4- Vous prenez tous la même façon pour éliminer les eaux usées ?

Oui Non

5- Si oui, de quelle façon ?

Chaque maison creuse son propre trou Utilisation des cavités enceint des eauxJeter les
eaux usées dans la vallée

6 - Les infrastructures touristiques (les hôtels, les restaurants) contribuent-ils à la
multiplication de ces points noirs ?

Oui Non

7- Les touristes contribuent-ils à la pollution de l'eau ?

Oui Non

8 – Cette eau polluée est nettoyée ?

Oui Non

9 – Si oui, combien de temps est-il nettoyé ?

Une grande période

Une courte période

Annexe 2 : Les tableaux

Localisation	Description	Type des déchets	Quantité %

Tableau 1 : Les caractéristiques des déchets de douar Armed

Localisation	Description	Type des déchets	Quantité %

Tableau 2 : les caractéristiques des déchets de Sidi Chamharouche

Code	Dénomination	Lat (N)	Long (W)	Alt(m)	Utilisation des eaux
Lac					

Tableau 3 : Liste des points de l'Assif Ait mizane-Réghaya

station	Milieu de culture	Photos	commentaires

Tableau 4 et 5 : Résultats d'analyses des échantillons d'eaux d'Assif Ait mizane-Réghaya



