

**Université Mohamed V**  
**Faculté des Sciences**  
**Département des Sciences de la Terre**  
**Rabat**

Thèse de doctorat « Sciences de la Terre »

**LE PATRIMOINE GÉOLOGIQUE DU MASSIF CENTRAL**  
**MAROCAIN :**  
**ATOUPS POUR UN GÉOTOURISME INTÉGRÉ**

Préparé par :

NAHRAOUI Fatima Zahra.

Encadré par :

Mr El WARTITI Mohammed

# Table des matières

Table des matières	2
<b>INTRODUCTION GENERALE</b>	<b>9</b>
<b>I : Partie introductive</b>	<b>9</b>
<b>1 Introduction et problématique</b>	<b>10</b>
1.1 Introduction . . . . .	10
1.2 Présentation de la zone d'étude . . . . .	12
1.3 Problématique et objectifs . . . . .	15
1.3.1 Problématique . . . . .	15
1.3.2 Objectifs . . . . .	16
1.4 Plan de travail . . . . .	19
<b>2 Géotourisme et sites naturels d'intérêt pour les Sciences de la Terre : Cadre théorique.</b>	<b>21</b>
2.1 Introduction . . . . .	21
2.2 Concepts et définitions . . . . .	22
2.2.1 Le Paysage et Paysage géomorphologique . . . . .	22
2.2.1.1 Qu'est ce que le Paysage ? . . . . .	22
2.2.1.2 Le Paysage polysémique . . . . .	23
2.2.1.3 Le Paysage géomorphologique . . . . .	23

2.2.1.4	Les valeurs du Paysage . . . . .	24
2.2.2	Géodiversité : Intérêt scientifique et touristique . . . . .	26
2.2.3	Le patrimoine . . . . .	28
2.2.3.1	La notion de patrimoine . . . . .	29
2.2.3.2	La vision de l'UNESCO concernant le patrimoine . . . . .	31
2.2.3.3	Le patrimoine géologique . . . . .	32
2.2.3.4	Pourquoi protéger le patrimoine géologique ? . . . . .	32
2.2.4	Les géosites et les géomorphosites . . . . .	34
2.2.4.1	Introduction . . . . .	34
2.2.4.2	Définitions . . . . .	35
2.2.4.3	Caractéristiques des géosites et des géomorphosites . . . . .	37
2.2.4.4	Typologie des géosites : différentes approches . . . . .	42
2.2.4.5	Pourquoi protéger ce Patrimoine ? . . . . .	45
2.2.5	Le concept de géoparc . . . . .	47
2.2.6	Geotourisme : Approches touristiques et didactiques . . . . .	48
2.2.6.1	Définitions et concepts . . . . .	48
2.2.6.2	Les principales caractéristiques . . . . .	49
2.2.6.3	Les principales problématiques et menaces encourues par le géotourisme . . . . .	50
2.2.6.4	Le géotourisme et le développement durable comme une entreprise d'esprit . . . . .	51
2.2.7	La gestion du patrimoine géologique . . . . .	52
2.2.7.1	Pour une gestion du patrimoine géologique . . . . .	53
2.2.7.2	Le cadre juridique du géotourisme au Maroc . . . . .	54
2.2.8	Protection et / ou valorisation du patrimoine . . . . .	57
2.2.8.1	Définitions . . . . .	59
2.2.8.2	Perspectives pour le géotourisme . . . . .	64
2.2.8.3	Les publics-cibles du géotourisme . . . . .	65
2.2.9	Que visons-nous avec l'étude des géosites et des géomorphosites . . . . .	65

2.2.9.1	L'inventaire des géosites et des géomorphosites . . .	66
2.2.9.2	L'évaluation des géosites et des géomorphosites . . .	67
<b>3</b>	<b>Présentation géologique et géomorphologique de la région d'étude</b>	<b>68</b>
3.1	Les domaines structuraux . . . . .	68
3.1.1	Le domaine Saharien . . . . .	69
3.1.2	Le domaine Anti-atlasique ou Pré-Saharien . . . . .	69
3.1.3	Le domaine Atlasique . . . . .	69
3.1.4	Le domaine Mesetien . . . . .	69
3.1.5	Le domaine Rifain . . . . .	71
3.2	Les zones structurales de la chaîne hercynienne du Maroc . . . . .	71
3.2.1	La zone orientale . . . . .	71
3.2.2	La zone de transition ou zone de «nappes» . . . . .	72
3.2.3	La zone de la Meseta centrale . . . . .	72
3.2.4	Les marges de la chaîne . . . . .	72
3.3	Les travaux antérieurs . . . . .	73
3.4	Présentation de la région d'étude . . . . .	74
3.4.1	Délimitation et cadre géographique général . . . . .	75
3.4.2	Cadre géologique . . . . .	77
3.4.2.1	L'anticlinorium de Casablanca . . . . .	79
3.4.2.2	Le synclinorium occidental . . . . .	79
3.4.2.3	L'anticlinorium de Khouribga-Oulmès . . . . .	79
3.4.2.4	Le synclinorium de Fourhal-Telt . . . . .	80
3.4.2.5	L'anticlinorium de Kasbat-Tadla-Azrou (ou zone d'Azrou-Khénifra) . . . . .	80
3.4.3	Séries stratigraphiques du Maroc central . . . . .	80
3.4.3.1	Le socle hercynien . . . . .	82
3.4.3.2	Couverture sédimentaire . . . . .	84
3.4.4	Aperçu structural . . . . .	86

3.4.5	Le magmatisme du Maroc Central . . . . .	88
3.4.5.1	Les plutons granitiques . . . . .	88
3.4.5.2	Les filons . . . . .	89
3.4.5.3	Les roches volcaniques . . . . .	90
3.4.6	Cadre géomorphologique . . . . .	91
3.4.6.1	Aspect géomorphologique . . . . .	91
3.4.6.2	Les unités géomorphologiques . . . . .	91
3.4.7	Contexte climatique du secteur d'étude . . . . .	93
3.4.7.1	Régime pluviométrique . . . . .	94
3.4.7.2	Le régime thermique . . . . .	95
3.4.8	Réseau hydrographique . . . . .	95
3.4.9	Couvert végétal . . . . .	96

## **II : Méthodes et résultats 99**

### **4 Méthodes d'inventaire et classification 100**

4.1	Introduction . . . . .	100
4.2	La fiche d'inventaire type en six parties . . . . .	101
4.2.1	Première partie : Identification . . . . .	102
4.2.2	Deuxième partie : description et classification morphogénétique . . . . .	105
4.2.3	Troisième partie : la valeur scientifique . . . . .	105
4.2.4	Quatrième partie : les valeurs additionnelles . . . . .	107
4.2.5	Cinquième partie : Synthèse . . . . .	109
4.2.6	Sixième partie : Références . . . . .	110
4.3	Modèle type d'une fiche d'inventaire . . . . .	110

### **5 Quelques résultats de l'inventaire et de l'évaluation 113**

5.1	Introduction . . . . .	113
-----	------------------------	-----

5.2	L'identification et la sélection des géosites et des géomorphosites . . .	114
5.3	Présentation de la région géographique . . . . .	115
5.3.1	Paysage plio-quaternaire de l'Oued Boulahmayil . . . . .	115
5.3.2	Paysage du plateau de Meknès . . . . .	116
5.3.3	Paysage Permien du Maroc Central . . . . .	118
5.3.4	Paysage du Plateau Central . . . . .	119
5.3.5	Paysage du plateau d'Oulmés . . . . .	120
5.3.6	Paysage de pénéplanation du massif granitique de Ment . . . .	121
5.3.7	Paysage volcanique dans le Plateau Central . . . . .	123
5.4	Liste des géosites et des géomorphosites inventoriés . . . . .	125
5.4.1	Types de formes . . . . .	125
5.4.1.1	Processus géomorphologiques et formes associées . .	125
5.4.1.2	Formes géomorphologiques dominantes . . . . .	126
5.4.2	Liste des géosites et des géomorphosites . . . . .	127
5.5	Localisation et répartition spatiale des géosites et des géomorphosites	128
5.6	Résultat de l'inventaire . . . . .	130
5.7	Evaluation du Patrimoine Géologique . . . . .	130
5.7.1	Valeur scientifique des sites retenue . . . . .	130
5.7.1.1	L'intégrité . . . . .	131
5.7.1.2	Critère de la représentativité à l'échelle géographique	132
5.7.1.3	Critère de la rareté . . . . .	133
5.7.1.4	Critère de la valeur paléogéographique . . . . .	134
5.7.1.5	Synthèse de la valeur scientifique . . . . .	136
5.7.2	Valeurs additionnelles des sites retenus . . . . .	138
5.7.2.1	La valeur écologique . . . . .	139
5.7.2.2	La valeur esthétique . . . . .	140
5.7.2.3	La valeur culturelle . . . . .	141
5.7.2.4	La valeur économique pour le géotourisme . . . . .	142
5.7.2.5	Synthèse des valeurs additionnelles . . . . .	143

5.7.3	Evaluation géomorphologique globale . . . . .	145
5.7.3.1	Classement des sites selon la valeur scientifique . . .	145
5.7.3.2	Classement des sites selon les valeurs additionnelles	148
5.7.3.3	Classement des sites selon la valeur géomorphologique	149
<b>6</b>	<b>Fiches descriptives des géosites et géomorphosites inventoriés</b>	<b>157</b>
<b>III</b>	<b>Propositions de mesures, de tutelle et de valorisation</b>	<b>206</b>
<b>7</b>	<b>Itinéraires géotouristiques à la découverte de la géodiversité du patrimoine géologique de la région de Rabat-Salé-Zemmour-Zaër</b>	<b>207</b>
7.1	Introduction . . . . .	207
7.2	Les caractères principaux du territoire . . . . .	209
7.3	L'itinéraire proposé : Itinéraire géotouristique à la découverte de l'histoire géologique de la région de Rabat- Salé-Zaër Zemmour . . . . .	210
7.3.1	Arrêt 1 : Aïn Aouda –Korifla . . . . .	210
7.3.2	Arrêt 2 : Plateau Sebt Marchouch . . . . .	212
7.3.3	Arrêt 3 : La boutonnière Paléozoïque de Rommani . . . . .	214
7.3.3.1	Les plis P1-S1 – Cisaillements N 70 . . . . .	217
7.3.3.2	Des plis P2 décimétriques à métriques de plans axiaux subméridiens. . . . .	218
7.3.4	Arrêt 4 : Koudiat Ech-Cherif . . . . .	227
7.3.5	Arrêt 5 : Contact granite de Zaër - micaschistes à andalousite et cordiérite . . . . .	230
7.3.6	Arrêt 6 : Granite des Zaër . . . . .	234
7.4	Le problème d'environnement . . . . .	236
<b>8</b>	<b>Propositions de valorisation du patrimoine géologique du Maroc Central</b>	<b>238</b>
8.1	Buts et conception générale de la valorisation . . . . .	238

8.1.1	Buts de la valorisation . . . . .	238
8.1.2	Conception générale de la valorisation . . . . .	239
8.2	Promotion de la connaissance de la géomorphologie auprès des promoteurs de notre secteur d'étude . . . . .	240
8.2.1	Situation actuelle . . . . .	240
8.2.2	Propositions pour une amélioration de la prise en compte du Patrimoine géologique et géomorphologique . . . . .	240
8.3	Promotion de la connaissance de la géomorphologie auprès des excursionnistes . . . . .	241
8.3.1	Situation actuelle . . . . .	241
8.3.2	Propositions pour une amélioration de la connaissance de la géomorphologie . . . . .	241
8.3.2.1	Les publics-cible et leurs exigences . . . . .	241
8.3.2.2	Propositions de produits géotouristiques . . . . .	242
8.4	Promotion de la connaissance du rôle du Patrimoine géologique auprès de la population locale . . . . .	244
8.4.1	Situation actuelle . . . . .	244
8.4.2	Propositions pour une amélioration de la connaissance de la géomorphologie en vue d'un développement sociale . . . . .	245
8.5	Synthèse . . . . .	245
	<b>Conclusion générale</b>	<b>247</b>
	<b>9 Conclusions et perspectives</b>	<b>247</b>
	<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b>	<b>251</b>
	<b>Table des figures</b>	<b>273</b>
	<b>Liste des tableaux</b>	<b>279</b>

**Première partie**  
**: Partie introductive**

# Chapitre 1

## Introduction et problématique

### 1.1 Introduction

Les sites géologiques sont des portions de territoire dotés d'une valeur pour les sciences de la terre. Ils comprennent, des montagnes, des collines, des vallées, des ravins, des grottes, des phénomènes karstiques, des rivages, des mines, ou des blocs erratiques. Il s'agit des sites d'origine géologique qui représentent une importance particulière pour la compréhension de l'histoire géologique de la terre, soit parce qu'ils témoignent d'un géo-environnement et d'un climat passé, soit parce qu'ils permettent l'observation de processus récents ou actuels (Reynard, 2009a). Donc, ces sites d'origine géologique sont des fenêtres qui nous permettent de comprendre l'évolution spatio-temporelle d'une région, la signification des processus superficiels et l'importance des roches en tant qu'élément de l'édification du paysage. Ces sites sont appelés «géosites» ou «géomorphosites». De ce fait, les géo(morpho)sites correspondent à l'ensemble des objets matériels, des produits culturels, héritage du passé ou témoins du monde actuel. Ils sont aussi bien naturels que culturel. Ils sont considérés comme indispensables à l'identité et à la survie d'une collectivité, et comme résultant de la manifestation de son génie propre. A ce titre, il est reconnu comme digne d'être sauvegardé et accru pour être transmis aux générations futures. Pourtant,

jusqu'à présent, la protection de la nature a souvent été assimilée à la conservation du potentiel biologique. Alors que la protection du patrimoine biologique est acceptée par le grand public, tandis que la protection du patrimoine géologique reste en général un débat académique.

Auparavant, le géotourisme consistait principalement en des excursions dans le but de collecter des échantillons dans des régions riches en minéraux ou en fossiles. Ceci avait des conséquences négatives pour le patrimoine naturel et géologique des zones concernées. Malgré cela, la protection des géosites et géomorphosites n'a souvent pas été intégrée formellement dans les législations marocaines sur la protection de la nature jusqu'à ce jour. Même dans les nouvelles versions de la loi concernant la protection de la nature, on ne trouve pas la notion de protection des géo(morpho)sites. Par conséquent, ces derniers ne sont protégés que lorsqu'ils sont classés comme biotopes particulièrement dignes de conservation ou comme monuments naturels.

Toutefois, le Maroc recèle un patrimoine géologique national riche et exceptionnel par sa qualité et sa diversité géologique et géomorphologique. Cette géodiversité mérite une étude scientifique détaillée au même titre que la biodiversité. Il est important de souligner, dans ce sens, que toute dégradation et altération au niveau de la géodiversité entraînent, directement ou indirectement, une déclinaison et une extinction de la biodiversité dans le cas extrême. Ces sites naturels qui ont un intérêt géologique important et qui apportent des informations scientifiques essentielles et dont l'attractivité touristique doit être démontrée, devraient faire l'objet à la fois d'une protection et d'une valorisation, vu que ces sites sont constamment menacés par l'intervention de l'Homme, des problèmes structurels et par la nature même du climat.

C'est dans cette perspective que nous proposons de prendre en compte, la mise en valeur du patrimoine géologique marocain, et d'orienter le tourisme national dans de nouvelles directions soutenables et durables tel que le géotourisme et l'écotourisme.

Seules ces nouvelles formes de tourisme qui pourraient constituer une opportu-

nité, et même qui devraient concilier entre le développement économique, le respect des écosystèmes environnementaux et les valeurs sociales et culturelles dans ces espaces.

Notre travail s'inscrit dans le cadre de la conception d'un «patrimoine géologique» au Maroc et la nécessité d'élaborer des plans des actions qui ciblent avant tout sa conservation, sa préservation et sa mise en valeur dans le cadre d'un développement durable. Afin d'atteindre ces objectifs, nous avons choisi d'étudier la région du Maroc Central qui offre une grande variété de sites géologiques et géomorphologiques, et qui recèle d'immenses atouts naturels qu'il faudra exploiter de manière efficiente ainsi que des caractéristiques touristiques diversifiées.

## 1.2 Présentation de la zone d'étude

Nous allons concentrer notre étude sur le massif central marocain dont l'histoire peut remonter jusqu'au Précambrien. Cette région se prête bien à notre étude pour différentes raisons : il s'agit tout d'abord d'une région où la géomorphologie occupe une partie importante du paysage. Sa valeur géologique et géomorphologique est d'ailleurs reconnue. Elle montre, à la faveur de nombreux affleurements accessibles et bien exposés, de nombreux témoins d'évènements sédimentologiques, tectono-magmatiques, paléontologiques, etc . . .preuves d'une grande richesse en géodiversité, parfois unique pour cette partie du Maroc.

En effet, la région étudiée présente indéniablement des potentialités éco et géotouristiques certaines. Il est reconnu comme le «paradis» par excellence des géologues en raison de la nature, de la diversité et la qualité des affleurements de ses formations géologiques qui constituent ainsi ses mémoires. Malgré toutes ces potentialités remarquables et non renouvelables de cette région, il conviendrait de signaler qu'en dépit des atteintes constatées depuis de nombreuses années, elle n'a pas bénéficié d'une protection organisée et ne dispose pas d'un statut juridique propre qui permet d'assurer sa pérennité. Aussi aucune étude de valorisation n'a jamais été publiée sur

le sujet. De nombreux livres de divulgation existent sur la région, mais ils se focalisent toujours sur ses caractéristiques géologiques et façonnement morphologique, etc... Ce sont toujours les mêmes concepts, qui sont mis en évidence.

Toutefois, malgré le fort pouvoir d'attraction de cette région et l'intérêt de sa morphologie, aucun produit visant sa valorisation n'a été créé jusqu'à maintenant. Donc, leur mise en valeur doit être un impératif à intégrer dans les politiques de développement nationales. Nous espérons ainsi que cette recherche puisse proposer une nouvelle manière de valorisation et de protection dans une optique systémique et patrimoniale.

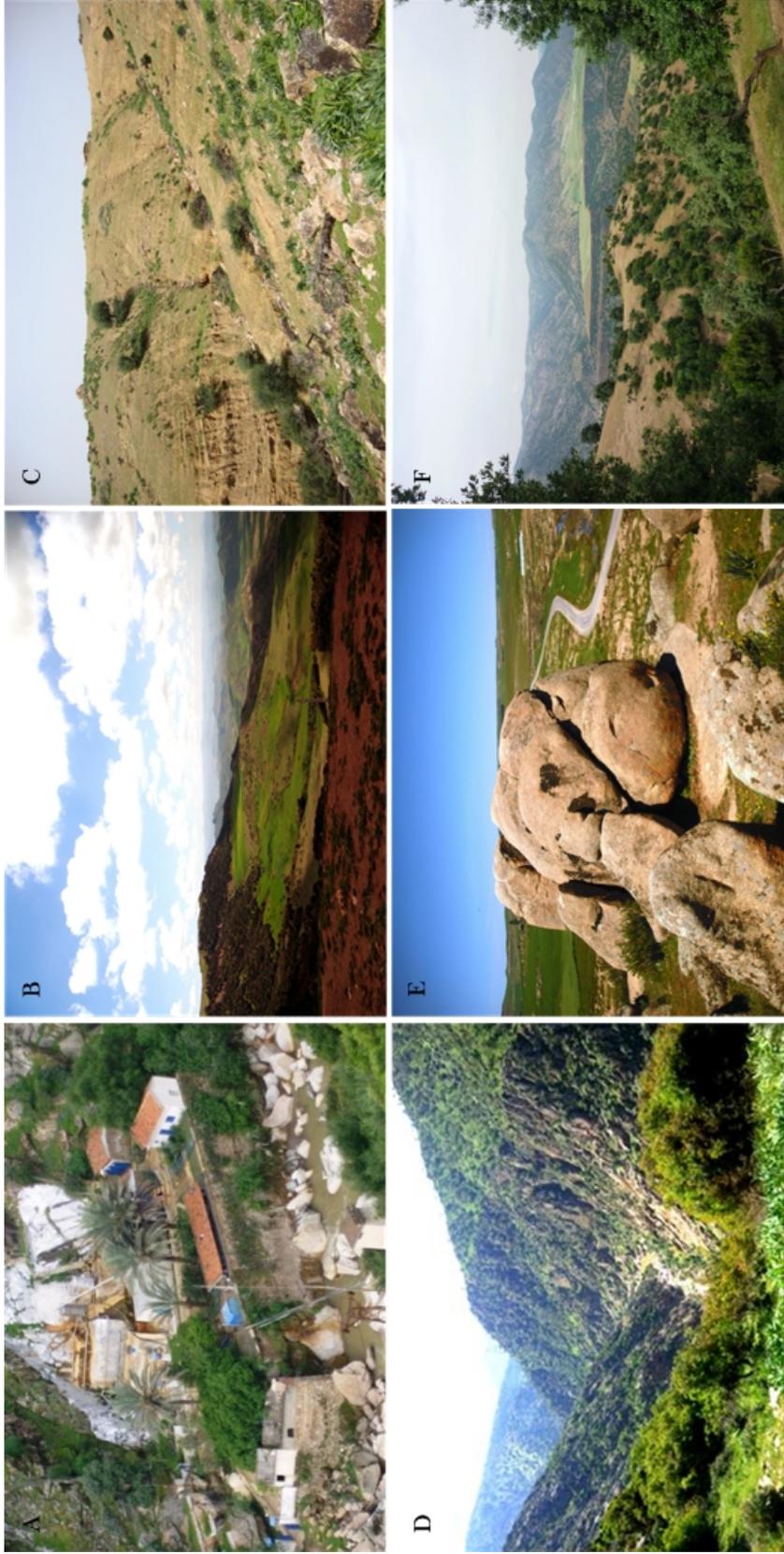


FIGURE 1.1: Photos montrant la richesse du Maroc Central. (A) : La source thermale de Lalla Haya, (B) : Le Balcon d'Ito, (C) : Les formations fluviolacustres des Aït Hajji, (D) : Le plateau d'Oulmés, (E) : Le granite de Ment, (F) : Les coulées de l'Oued Aguenour.

## 1.3 Problématique et objectifs

### 1.3.1 Problématique

Les géosites et les géomorphosites sont des portions de territoire d'une importance géologique, géomorphologique particulière. Ils représentent au sens large, quelle que soit leur taille (depuis la roche isolée jusqu'au paysage et sous-sol), les témoins uniques de l'histoire de la Terre et de l'évolution de la vie. Ils montrent également un intérêt scientifique (interprétation de l'évolution géologique d'une région) et pédagogique certains. Ils marquent, de façon évidente, la structure d'une région. Ils jouent donc, un rôle majeur dans la configuration du paysage.

De plus, ces géo(morpho)sites remplissent souvent une fonction importante pour la biodiversité en offrant des conditions de vie particulière susceptible d'accueillir une flore et une faune spécifiques.

En effet, le territoire du Maroc Central est extrêmement riche et diversifié, il est caractérisé par de vastes affleurements de terrains de qualité, de nature et d'âge variés, qui renferment des témoignages de phénomènes et processus géologiques d'une valeur exceptionnelle, en termes de géodiversité et géoressources. La composante géologique s'intègre d'une manière harmonieuse dans les paysages naturels et historiques.

Ce patrimoine géologique naturel souffre d'un manque de reconnaissance. Il est également peu valorisé auprès du grand public. Des géosites et des géomorphosites d'une grande importance sont parfois endommagés ou détruits par simple ignorance, ou bien par l'intervention humaine qui devient de plus en plus importante sur le terrain et par conséquent, ces géosites sont de plus en plus menacés.

De ce fait, Notre étude dresse une esquisse de la situation des géo(morpho)sites au Maroc Central et propose quelques pistes de réflexion pour faire connaître et défendre ce patrimoine dont la valeur scientifique et culturelle a plutôt été occultée jusqu'à présent. C'est manifestement dans le but de répondre à ce manque que nous nous penchons sur l'élaboration d'un inventaire de géosites et géomorphosites. Et ce

pour protéger les objets rares et vulnérables, et aussi pour valoriser ce patrimoine géomorphologique et géologique méconnu.

### 1.3.2 Objectifs

L'objectif principal de ce travail de thèse est de comprendre par quels moyens l'inventaire de géo(morpho)sites pourrait être utilisé dans le but de valoriser les différents sites répertoriés dans un contexte de tourisme doux : un tourisme qui respecte l'harmonie entre l'Homme et la nature et il s'intéresse à l'histoire, aux paysages, aux coutumes et aux activités économiques qui respectent l'environnement. Cette valorisation serait double, mettant en exergue la richesse et la variété du patrimoine naturel. Pour ce faire les objectifs sont les suivants :

#### ☛ *Objectif 1 : Réalisation de l'inventaire des géo(morpho)sites*

Les géo(morpho)sites sont encore peu connus du grand public et des autorités. En tant qu'éléments du patrimoine, témoins de l'évolution de la Terre et de son climat (Grandgirard, 1997), ils méritent pourtant une reconnaissance et des garanties de conservation. Dans cette optique, la réalisation d'inventaires répond à la nécessité de documenter les zones d'étude en synthétisant les connaissances bibliographiques et, si possible, en effectuant une étude de terrain. L'inventaire de géo(morpho)sites est ainsi un outil de travail qui doit, dans une zone définie, permettre d'identifier les sites d'intérêt et fournir des indications pertinentes à leur sujet (état de conservation, niveau de protection, vulnérabilité, etc...).

#### ☛ *Objectif 2 : Evaluation des valeurs scientifiques et additionnels des géo(morpho)sites inventoriés*

Après sélection des objets méritant de figurer à l'inventaire, ceux-ci seront caractérisés selon la méthode proposée par Reynard et al., (2008). Cette méthode évalue la valeur scientifique, considérée comme une valeur centrale, et tient également compte de valeurs additionnelles. Chaque site est soigneusement documenté et évalué, de manière qualitative et quantitative selon les valeurs suivantes :

### ✕ La valeur scientifique

Il s'agira, d'une part, de démontrer que différents types de processus géomorphologiques ont façonné le relief de notre région d'étude et, d'autre part, de mettre en évidence la dynamique des processus géomorphologiques et l'évolution du paysage à travers une explication de sa morphogenèse ;

### ✕ La valeur esthétique

Il s'agira de démontrer de quelle manière certaines formes géomorphologiques, par leur forme, leur couleur ou leurs particularités, contribuent à l'esthétique de notre région d'étude ;

### ✕ La valeur écologique

Il s'agira de démontrer de quelle manière les processus géomorphologiques créent des conditions de base permettant l'établissement et le maintien d'écosystèmes particuliers à travers une étude de la littérature existante sur la valeur écologique générale de la région ;

### ✕ La valeur culturelle

Il s'agira d'analyser de quelle manière certaines formes géomorphologiques, par leur beauté ou leur particularité, ainsi que certains processus géomorphologiques, par leurs effets positifs ou négatifs sur l'Homme, ont influencé son histoire, ses croyances et sa production artistique et scientifique ;

### ✕ La valeur économique

Il s'agira d'analyser dans quelle mesure les formes et les processus géomorphologiques sont à la base de profits économiques dans notre zone d'étude.

### ✕ La valeur touristique

Il s'agira de prouver de quelle manière certaines formes géomorphologiques, par leur typicité très forte et des paysages tout à fait étonnants et remarquables, confèrent à notre zone d'étude un potentiel d'attraction touristique tout à fait exceptionnel.

### X *La valeur éducative*

Il s'agira de prouver que certaines formes géomorphologiques, par leur forme spéciale et parfois unique de son genre, peuvent offrir les meilleurs exemples des affleurements pédagogiques permettant de montrer et d'illustrer l'histoire géologique de notre zone d'étude.

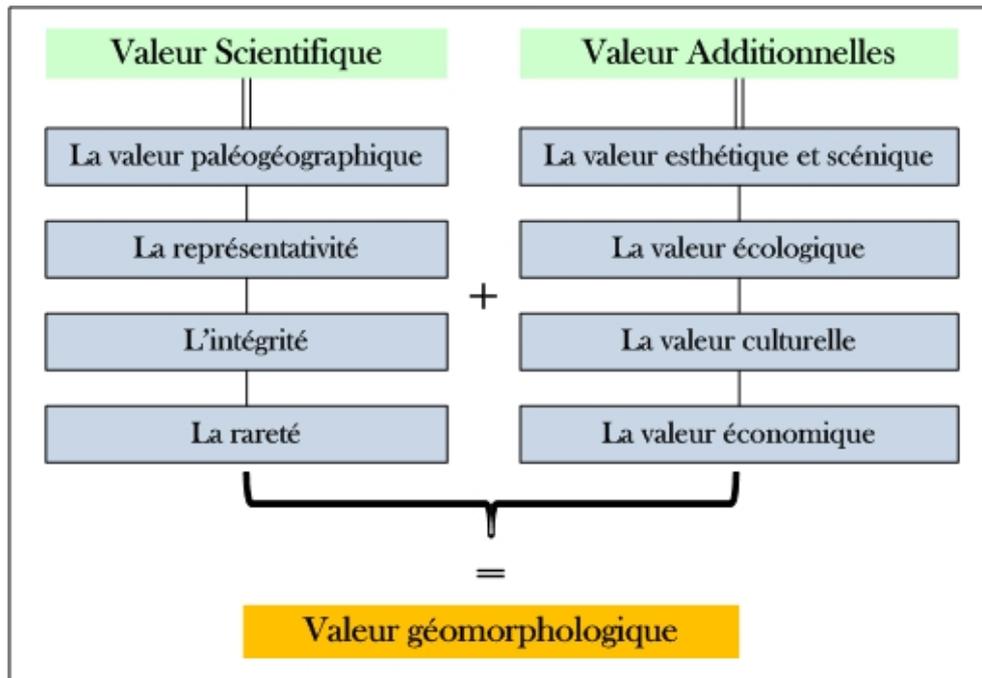


FIGURE 1.2: Valeur scientifique et valeurs additionnelles d'un géo(morpho)sites (Pralong et Reynard 2004, modifié)

### ☛ *Objectif 3 : Mise en évidence des relations biogéographiques*

Montrer les relations biogéographiques existant entre un biotope et le milieu qui l'entoure est une chose importante pour assurer la protection et la prise en compte de la géomorphologie dans les géosites et les géomorphosites. En effet, il semble que les gestionnaires des réserves naturelles aient plutôt tendance à accorder une importance plus grande à la protection des espèces qu'à celle des géo(morpho)sites. Et pourtant, d'après Strasser et al (1995) «la protection des géo(morpho)sites favorise la conservation de la diversité biologique» et selon Frattini (2003) «les objets géomorphologiques représentent (...) le substrat abiotique sur lequel les autres com-

posantes du milieu naturel se développent». C'est la raison pour laquelle nous nous sommes fixée cet objectif. De plus, il est tout à fait complémentaire au premier objectif de réalisation de l'inventaire. La valeur écologique est, en effet, prise en compte dans l'évaluation des géo(morpho)sites par la méthode proposée par Reynard et al., (2008). Cette valeur écologique est déterminante pour caractériser les relations biogéographiques qui existent entre le relief et la diversité biologique.

#### ☛ **Objectif 4 : Réalisation d'une fiche d'inventaire**

L'ensemble des sites retenus à titre de géo(morpho)site, a été caractérisé au moyen de fiches signalétiques. Dans ces fiches, les objets recensés seront décrits et leur valeur géomorphologique globale évaluée, de manière qualitative et quantitative.

#### ☛ **Objectif 5 : Contribuer à la valorisation et la protection des géo(morpho)sites**

Après la phase d'analyse des résultats de l'évaluation présentée et synthétisée dans des fiches spécialisées, le travail consistera à proposer des utilisations de l'inventaire dans un contexte de tourisme doux dont l'objectif est avant tout la mise en valeur du patrimoine géologique de notre région d'étude de manière durable.

## 1.4 Plan de travail

Notre recherche s'appuie sur une étude de terrain et de type documentaire sur les relations existant entre géomorphologie et paysage, et donc sur les valeurs qui peuvent être attribuées à un relief, ainsi que sur l'étude de la manière dont elles pourraient être utilisées dans le cadre d'une valorisation de la géomorphologie d'une région. Et pourtant, notre recherche se structure de la manière suivante : après une introduction présentant le cadre général dans lequel s'inscrit cette étude, nous aborderons, la problématique de cette recherche ainsi que les objectifs pour y répondre (Chapitre 1). Nous rappellerons ensuite quelques éléments théoriques sur le paysage et le patrimoine géomorphologique (Chapitre 2).

Cette partie théorique sera suivie d'une partie consacrée à la présentation de la région d'étude. Cela passera par la présentation géographique et géologique du secteur d'étude et par celle des caractéristiques du cadre naturel : géomorphologie, climatologie, hydrologie et végétation (Chapitre 3).

La deuxième partie de ce travail, met en avant la méthodologie utilisée pour la réalisation de l'inventaire et de son évaluation (Chapitre 4) et dans un deuxième temps propose les résultats obtenus (Chapitre 5). Vu l'importance des fiches d'évaluation, elles ont été regroupées dans un autre chapitre, c'est le Chapitre n°6.

La partie suivante, sera dédiée à l'exploitation des différentes données et concepts évoqués lors de notre travail, en proposant un itinéraire géotouristique (Chapitre 7), et un 8 ème chapitre qui portera sur la proposition d'un modèle de valorisation du patrimoine géologique au niveau du Maroc Central.

Finalment, nous synthétiserons les apports de notre recherche à la question générale posée dans la problématique et nous esquisserons quelques perspectives de recherche.

# Chapitre 2

## Géotourisme et sites naturels d'intérêt pour les Sciences de la Terre : Cadre théorique.

### 2.1 Introduction

Avant d'aller plus en avant dans nos recherches, il nous semble important de mieux définir les concepts fondamentaux de notre étude. Pour ce faire, dans ce chapitre, nous allons donner un aperçu des différentes définitions concernant le paysage. Ensuite, nous allons focaliser notre attention sur la notion de patrimoine en sciences de la Terre et sur la manière dont ce patrimoine est géré actuellement. Après une présentation des concepts de patrimoine géologique et géomorphologique, de géodiversité et de géo(morpho)sites, nous allons esquisser quelques enjeux actuels concernant leur protection et leur valorisation.

## 2.2 Concepts et définitions

### 2.2.1 Le Paysage et Paysage géomorphologique

Comme la région, l'environnement, le milieu ou le territoire, le paysage est l'un de ces termes largement usités par différentes disciplines scientifiques, parmi lesquelles la géologie. Il en découle que le mot est d'une part fortement banalisé, le foisonnement d'utilisations diverses provoquant un affaiblissement sémantique (Sgard 1994), et d'autre part extrêmement polysémique.

#### 2.2.1.1 Qu'est ce que le Paysage ?

Le paysage englobe l'espace entier, tel que nous le percevons et le vivons. Il résulte de l'interaction entre des processus naturels et des facteurs culturels, sociaux et économiques. Il est par conséquent le reflet de notre mode de gestion territoriale des ressources naturelles. Le paysage permet à la fois de découvrir la nature et d'éprouver des émotions d'ordre esthétique et également d'ordre écologique, social et culturel voire même spirituelle par la perception individuelle (Fig : 2.1).

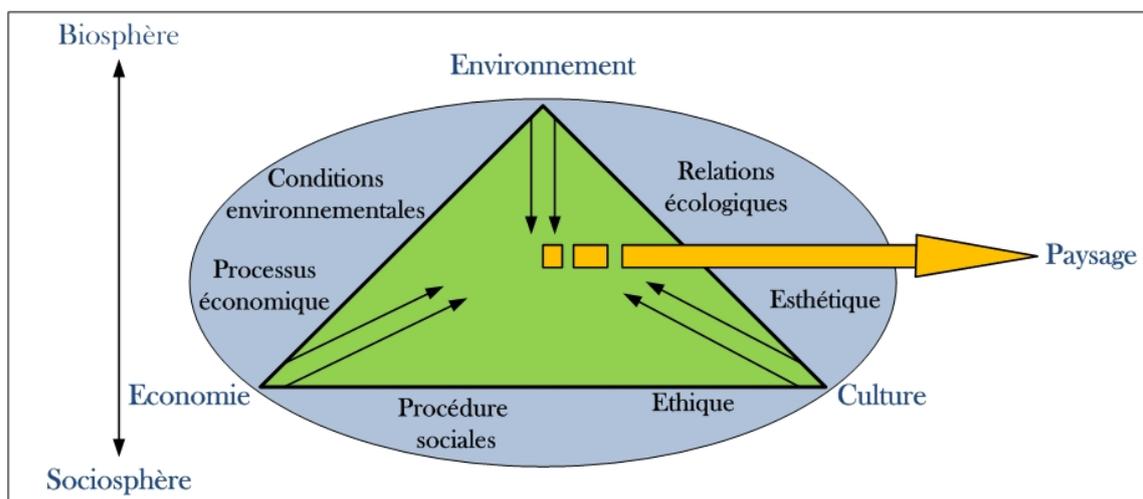


FIGURE 2.1: Le paysage à l'interface des pôles environnementaux, économiques et culturels (adapté de Mansvelt, 1997 et Chételat, 2005).

### **2.2.1.2 Le Paysage polysémique**

Différentes études étymologiques sur l'origine du terme paysage montrent qu'il n'apparaît pas aux mêmes époques et/ou qu'il n'a pas la même signification dans toutes les langues. En France par exemple, il apparaît au XVI<sup>e</sup> siècle et définit «une représentation picturale» (Reichler 2002 : 17). En Chine, dès le VII<sup>e</sup> siècle, «shanshui», qui signifie «montagne-eau», est le mot chinois pour désigner le paysage (Gentelle 2002 : 5). Ces deux définitions différentes nous montrent que le paysage est lié à la culture d'un pays ou d'une civilisation. La polysémie de ce mot est en plus «alimentée» par les différentes disciplines qui étudient des aspects particuliers du paysage. Les approches développées par l'écologie, par les arts de l'image et de la représentation (l'approche culturaliste), par la phénoménologie et par l'histoire et la géographie culturelle produisent autant de définitions différentes (Gerber 2005).

### **2.2.1.3 Le Paysage géomorphologique**

Pour que le relief devienne paysage, un observateur est nécessaire. Lorsque l'observateur est un géomorphologue, la lecture qu'il fait d'une portion terrestre vise la part matérielle ou, autrement dit, la part objective d'un paysage. C'est donc, dans le but d'une utilisation dans les sciences de la Terre que le paysage géomorphologique a été défini comme : «une portion du relief terrestre, vue, perçue, et parfois exploitée par l'Homme» (Reynard 2005). En effet, le géomorphologue étudie les formes du relief et leur évolution. Les éléments constitutifs du modelé terrestre peuvent appartenir au domaine du vivant (composante biotique), au domaine matériel (composante abiotique) ou au domaine humain (composante anthropique).

Trois facteurs déterminent les processus à l'origine des formes terrestres : premièrement la pétrogenèse et la mobilité des plaques lithosphériques, dont les agents endogènes découlent, deuxièmement le climat, à l'origine des agents exogènes, troisièmement l'Homme, responsable des agents anthropogènes (Reynard 2004a : 13) (Fig : 2.2). La géomorphologie analyse le relief comme un système composé de formes, pro-

voquées par des processus, eux-mêmes activés par un ou plusieurs agents.

Il est important de rappeler que les processus se réalisent sur une échelle de temps qui peut aller de la dizaine de secondes, pour une chute de pierres, à une centaine de millions d'années, pour la formation d'une roche. N'ayant pas conscience de l'ampleur de la dynamique des processus en cours, l'Homme a tendance à considérer le relief comme immuable et peu chargé de valeur.

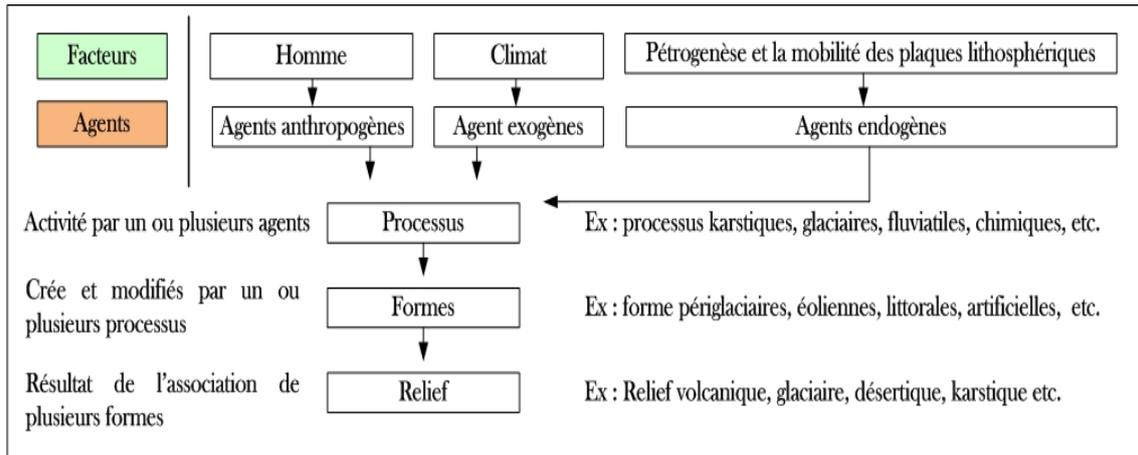


FIGURE 2.2: Modèle conceptuel des relations entre processus, formes géomorphologiques et relief (Reynard 2005b).

#### 2.2.1.4 Les valeurs du Paysage

Une des méthodes d'évaluation pour connaître la valeur du paysage géomorphologique est basée sur cinq critères principaux qui sont présentés dans le tableau suivant (Tab : 2.1) : la valeur écologique, la valeur esthétique, la valeur économique, la valeur touristique, la valeur éducative, la valeur scientifique et la valeur culturelle (Reynard 2005). Nous parlerons brièvement des premières valeurs citées, et plus longuement des deux dernières valeurs, essentielles à la géomorphologie culturelle.

Les valeurs	Caractéristiques
La valeur scientifique	La valeur scientifique est à la fois liée au rôle de mémoire et au rôle évolutif du relief. Il renferme ce que Coratza appelle « la bibliothèque de la terre » (Coratza 2004 : 211). Le modelé terrestre permet d'effectuer la reconstitution de paléogéographies qui se sont succédées dans le temps, donc de lire la géohistoire d'une région. Nous pouvons aussi observer des processus actifs qui témoignent du caractère dynamique du relief. La « bibliothèque de la terre » possède donc par définition plusieurs livres, qui représentent autant d'environnements géo(morpho)logiques différents. Ainsi dans une même portion terrestre, les roches et les formes rencontrées ne possèdent pas la même évolution dans le temps et l'espace. C'est ce que définit le terme de géodiversité. Le paysage géomorphologique est donc le cadre d'analyse et d'apprentissage des sciences de la Terre.
La valeur esthétique	La valeur esthétique repose sur les qualités visuelles d'un paysage. Les formes géomorphologiques particulières, les contrastes, la verticalité et la structuration de l'espace sont autant de critères qui participent à la beauté des paysages naturels.
La valeur économique	Le paysage géomorphologique peut aussi être considéré comme une ressource économique directe ou indirecte. La plupart des activités touristiques dépendent de la beauté du lieu (ressource indirecte) et des diverses pratiques qui peuvent s'y dérouler (ressource directe). Certaines formes géomorphologiques peuvent aussi contenir des matériaux utiles pour différents domaines de l'économie (ressource directe).
La valeur touristique	La valeur touristique repose sur l'attraction d'une destination touristique qui s'établit sur la base de ses caractéristiques propres et de son unicité qui lui confèrent un avantage concurrentiel distinctif par rapport à une autre région ou à une autre destination.
La valeur écologique	Le monde du vivant se compose d'espèces végétales et animales adaptées à des conditions géomorphologiques spécifiques. La valeur écologique d'un relief dépend de l'influence directe de la géomorphologie sur la variété biologique. Ainsi certaines plantes poussent sur les sols plutôt acides et d'autres sur des sols plutôt basiques. C'est la nature des roches sous-jacentes qui détermine l'acidité ou la basicité de ces sols. Dans cet exemple, l'influence de la géo(morpho)logie est manifeste.
La valeur culturelle	La valeur culturelle se base sur la charge symbolique revêtue par le paysage géomorphologique lui-même. Les écrits et les oeuvres d'art inspirés du paysage témoignent de sa valeur culturelle. Si on regarde les détails du paysage, apparaissent des éléments ponctuels qui possèdent une valeur culturelle. Ainsi, les constructions humaines qui s'implantent sur des formes particulières du relief sont des éléments historiques, archéologiques ou religieux qui participent, au même titre que la composante géomorphologique, au fondement culturel du territoire.

TABLE 2.1: Les différents critères du paysage

Les critères que nous venons de décrire ont pour but de donner une valeur globale au paysage géomorphologique en se référant à une valeur scientifique centrale et des valeurs additionnelles qui ont plus ou moins d'importance selon les objectifs de l'évaluation (Reynard 2005). Comme la géomorphologie culturelle s'intéresse tout particulièrement aux composantes culturelles et scientifiques du territoire relativement à la géomorphologie, ce sont ces deux mêmes valeurs (scientifiques et culturelles) du paysage qui sont essentielles dans son évaluation.

### **2.2.2 Géodiversité : Intérêt scientifique et touristique**

La géodiversité désigne la diversité du monde abiotique. Le mot «géodiversité» est un néologisme composé du préfixe «géo» (qui signifie la «terre») et du mot «diversité». Le concept intègre la diversité géologique (roches, minéraux, fossiles), géomorphologique (formes du relief) et pédologique (sols), ainsi que l'ensemble des processus dynamiques qui les génère (Gray, 2004). Le terme est apparu pour la première fois au milieu des années 1990 au travers d'articles d'auteurs australiens travaillant sur la Tasmanie (Sharples, 1993 ; Dixon, 1996), peu de temps après l'adoption de la Convention sur la Biodiversité lors du Sommet de la Terre à Rio en 1992. Il existe en effet un parallèle évident entre la diversité biotique (biodiversité) et la diversité abiotique (géodiversité), la seconde étant le support essentiel de la première (Bétard et al, 2011). Ensemble, biodiversité et géodiversité désignent la diversité de la Nature dans sa globalité. Au même titre que la diversité biologique, la géodiversité constitue un élément important du patrimoine naturel de la Terre dont les valeurs intrinsèques, culturelles, esthétiques, fonctionnelles, éducatives et/ou scientifiques doivent être préservées et transmises aux générations futures.

Face aux menaces croissantes qui pèsent sur le milieu abiotique, la gestion et la conservation de la géodiversité sont devenues, après celles de la biodiversité, un objet de préoccupation mondiale. Bien que les activités humaines soient responsables d'une érosion actuelle de la diversité naturelle, une grande partie d'entre elles semble

compatible avec le maintien d'une géodiversité importante à condition que certaines règles de gestion et d'aménagement soient respectées. Dans les secteurs où la géodiversité est jugée exceptionnelle (richesse en minéraux rares ou fossiles, formes de relief spectaculaires. . .), la création de parcs nationaux et d'aires protégées devient un moyen efficace pour la conservation de la géodiversité (géoconservation).

Plusieurs initiatives se relaient aujourd'hui sur la scène internationale pour faire reconnaître concrètement le concept de géodiversité et favoriser la conservation du patrimoine géologique et géomorphologique.

Le concept de "Géodiversité" a été introduit récemment dans le domaine des sciences de la Terre, par Sharples, en 1993, pour décrire la pluralité et la diversité des environnements géologiques. Dixon, (1996), a indiqué la diversité des formes, des systèmes et des processus dans le domaine de la géologie, la géomorphologie et la pédologie. Selon Lick (2001), la géodiversité est la variété des environnements géologiques, des phénomènes et des processus actifs qui contribuent à l'évolution des paysages, des roches, des minéraux, des fossiles, des sols et des dépôts superficiels. Lesquels constituent la base de la vie sur Terre. La géodiversité fait référence à la diversité géologique, géomorphologique et pédologique. Elle constitue la base de la géoconservation (Komoo, 2003). D'autre part, la géodiversité traduit la richesse du système terrestre en phénomènes géologiques rares ou exceptionnels qui ont affecté et marqué la croûte terrestre (Prichonnet, 2001) et, permet de comprendre son fonctionnement. Il est à noter que la température, la pression et les processus géologiques jouent un rôle permanent dans cette diversité. La géodiversité concerne les minéraux, les fossiles, les roches, et les structures géologiques (Komoo, 2001) :

✕ La diversité minérale : la diversité des minéraux est basée sur leur composition chimique. Cette dernière diffère d'un minéral à un autre en fonction des principaux éléments constitutifs (silicates, sulfates, carbonates, etc.). En outre, ces éléments peuvent varier en fonction, entre autre, de la structure du cristal, de sa couleur et de sa dimension (Komoo, 2002).

✕ La diversité des roches : Les géologues différencient les roches en fonction de leur

origine, roches ignées (solidification du magma), roches sédimentaires (transformation des sédiments en roche) ou roches métamorphiques (changements dus à l'influence de la température et de la pression). Chacune de ces catégories de roches peut être classée en fonction par exemple de : la texture, le contenu en minéraux et la taille des grains (Komoo, 2003).

✗ la diversité des fossiles : Les fossiles qui constituent les restes d'une ancienne vie, présente une grande variété. Les paléontologues étudient les traces d'une vie qui a existé il y a 2.200 millions d'années. Décortiquer et pénétrer ses secrets est extrêmement difficile, à cause par exemple de leur rareté ou de leur degré de conservation.

En outre, la géodiversité est considérée comme une ressource complémentaire au patrimoine naturel et en tant que telle peut être un atout d'intérêt environnemental, scientifique, éducatif, culturel ou économique dans le besoin d'une gestion efficace. En bref, les éléments abiotiques devraient être dûment pris en compte dans les procédures d'évaluation et d'être prioritaires dans la gestion des terrains, la conservation de la nature, des programmes de développement durable et de l'éducation (Serrano et al,2009).

### **2.2.3 Le patrimoine**

Dans la société occidentale, le patrimoine historique, architectural et artistique est considéré depuis la Renaissance comme partie intégrante de notre acquis culturel. Le concept de patrimoine naturel s'est imposé bien plus tard, à l'époque moderne, avec comme corollaire la prise en compte de la faune et la flore. L'intérêt pour les éléments géologiques, roches et paysages, comme éléments du patrimoine est un concept très récent, même s'il semble paradoxal d'appréhender la nature dans son intégralité sans prendre en compte ses fondations géologiques.

Depuis le vulgaire galet d'une plage jusqu'au large paysage d'une chaîne montagneuse, une grande part de notre environnement est «géologique» parce qu'il est issu

d'un processus de formation géologique. C'est le support de la biosphère ; La vie ne vient revêtir que d'une fine couche (biosphère) de l'écorce terrestre qui constitue le soubassement géologique de notre planète. L'univers est essentiellement géologique, nous le savons. La vie participe aussi aux phénomènes géologiques : les organismes meurent et s'accumulent, formant des sédiments qui par la suite se transforment en roche. Ces roches sédimentaires renferment les empreintes fossiles des animaux et des végétaux qui s'y sont fossilisés. On ne peut que constater cette prédominance du «géologique» dans notre environnement et ceci à toutes les échelles de l'observation.

Chacun selon son degré d'intérêt et ses affinités appréhendera cet univers géologique à un rang différent. Pour les amateurs, un bel échantillon minéral ou une grosse ammonite trouveront une place de choix dans une vitrine et seront les trophées de ces collectionneurs. Pour le chercheur, micropaléontologiste par exemple, les grains de sédiments livreront sous l'objectif du microscope électronique (M.E.B.) un extraordinaire peuplement d'organismes planctoniques et sa foison d'implications scientifiques qui suffiront à combler les attentes de ce spécialiste. Quant au géologue structuraliste, il se moquera allègrement de l'enthousiasme de son confrère car il n'est loquace qu'à propos de la surrection de l'Himalaya ou de la subduction de telle plaque tectonique sur un front de 1500 km. Enfin pour l'industriel, la carrière fournira cette année 90.000 m<sup>3</sup> de granulats silico-calcaires. . . . etc. On le voit, tout est affaire de centre d'intérêt et d'échelle d'approche ! La nature nous livre d'immenses ressources géologiques. Toutes ne relèvent pas du patrimoine. Encore faut-il définir l'étendue de ce patrimoine géologique. Cette tâche est d'autant plus ardue que le domaine géologique inclut une diversité d'objets propres à une variété de phénomènes géologiques (volcanisme, tectonique, sédimentation, fossilisation. . .).

### **2.2.3.1 La notion de patrimoine**

Le patrimoine est l'héritage du passé dont nous profitons aujourd'hui et que nous transmettons aux générations à venir. Nos patrimoines culturel et naturel sont deux sources irremplaçables de vie et d'inspiration. Ce sont nos pierres de touche,

nos points de référence, les éléments de notre identité. Ce qui rend exceptionnel le concept de patrimoine mondial est son application universelle. Les sites du patrimoine mondial appartiennent à tous les peuples du monde, sans tenir compte du territoire sur lequel ils sont situés.

Cependant, le mot patrimoine est essentiellement appliqué pour désigner des objets à valeur naturelle, architecturale, artistique, culturelle, historique, industrielle, religieuse, scientifique. . .

Et la géologie faisant partie intégrante de la nature, il en résulte que le patrimoine géologique englobe des objets aussi divers que roches et minéraux, structures, séries stratigraphiques, paysages, fossiles et paléoenvironnements, mettant en évidence des processus en cours ou appartenant au passé. Un passé qui se chiffre en millions d'années! On admettra la rudesse de cet exercice lorsqu'il s'agit d'évaluer et de hiérarchiser de tel site par rapport à tel autre.

En outre, la notion de patrimoine ne s'applique que si ces biens sont conservés au présent et transmis aux générations futures. A défaut, il disparaît si cette volonté de partager la connaissance et le savoir faire n'est pas assurée par ses détenteurs. Une approche humaniste consiste en effet à dire : nous n'héritons pas de la Terre de nos parents, nous l'empruntons à nos enfants!

Plusieurs conventions et déclarations de sensibilisation ont été, ensuite, élaborées dont le but de faire émerger, mûrir et protéger ce patrimoine. De ces multiples démarches et interventions découle une vraie prise de conscience que le patrimoine culturel et le patrimoine naturel sont de plus en plus menacés de destruction non seulement par les aspects traditionnels de dégradation, mais aussi, par l'évolution de la vie sociale et économique qui amplifie les phénomènes redoutables d'altération et de destruction. Notons à cet égard, que la conférence générale de l'UNESCO a adopté en 1972 la convention relative à la protection du patrimoine culturel et naturel et mondial.

### 2.2.3.2 La vision de l'UNESCO concernant le patrimoine

L'UNESCO, dans son article 2 de la convention pour la protection du patrimoine mondial, culturel et naturel, établie le 16 novembre 1972, a retenu la définition suivante, pour le caractère naturel du patrimoine.

#### ☛ Article 2 :

Aux fins de la présente convention sont considérés comme patrimoine naturel :

✕ Les monuments naturels constitués par des formations physiques et biologiques ou par des groupes de telles formations qui ont une valeur universelle exceptionnelle du point de vue esthétique ou scientifique ;

✕ Les formations géologiques et physiographiques et les zones strictement délimitées constituant l'habitat d'espèces animales ou menacées, qui ont une valeur universelle exceptionnelle du point de vue de la science ou de la conservation ;

✕ Les sites naturels ou les zones naturelles strictement délimitées, qui ont une valeur universelle exceptionnelle du point de vue de la science, de la conservation ou de la beauté naturelle.

#### ☛ Article 3 :

Il appartient à chaque Etat partie à la présente convention d'identifier et de délimiter les différents biens situés sur son territoire et visés à l'article 2 ci-dessus.

#### ☛ Article 4 :

Chacun des Etats parties à la présente convention reconnaît que l'obligation d'assurer l'identification, la protection, la conservation, la mise en valeur et la transmission aux générations futures du patrimoine culturel visé aux articles 1 et 2 situé sur son territoire, lui incombe en premier chef. Il s'efforce d'agir à cet effet tant par son propre effort au maximum de ses ressources disponibles que, le cas échéant, au moyen de l'assistance et de la coopération internationales dont il pourra bénéficier, notamment aux plans financier, artistique, scientifique et technique.

Le but de ce texte est de faire reconnaître des sites universellement exceptionnels, et surtout d'assurer leur état de conservation, de les protéger en instaurant

un système de gestion adapté. Cette convention est certainement le premier texte officiel à considérer les phénomènes géologiques comme éléments potentiels du patrimoine. Pourtant, il faudra attendre la déclaration de Digne de 1991, à la valeur informelle, pour que les termes évoqués précédemment fassent partie du vocabulaire plus courant.

### **2.2.3.3 Le patrimoine géologique**

Rares sont les définitions qui fassent l'unanimité, dans le milieu des sciences de la Terre comme ailleurs. Tous les objets et sites évoqués sont les témoins d'un ou plusieurs phénomène(s) géologique(s). Ainsi, l'expression du patrimoine géologique inclut les objets et/ou des sites relatifs à l'ensemble des disciplines des sciences de la Terre. Le champ de vision de la géologie doit ici être étendue à la paléontologie, la minéralogie, la tectonique, la sédimentologie, la géomorphologie... ce terme est donc à prendre dans son acception large.

Le concept du patrimoine géologique, qui constitue en quelque sorte les archives de la Terre, est apparu au courant des années 90 lors du 1er Symposium sur la protection du patrimoine géologique qui s'est déroulé à Digne-les-Bains, en France et qui réunissait une centaine de spécialistes du monde entier. Ce Symposium a été organisé par l'EWGES (European Working Group for Earth Science Conservation).

En 1993, la déclaration des droits de la Terre, à Digne en France, a défini le patrimoine géologique comme synonyme de la mémoire de la Terre enregistrée dans les profondeurs de son sous-sol et à sa surface, dans les paysages, dans les roches, dans les minéraux, dans les fossiles...

### **2.2.3.4 Pourquoi protéger le patrimoine géologique ?**

Le patrimoine géologique mérite d'être protégé :

### ☛ *En tant qu'élément du patrimoine naturel*

La conception humaine de la nature s'est, jusqu'ici, souvent limitée aux éléments vivants (faune et flore), aux habitats et milieux naturels. Les éléments géologiques, minéraux éléments non vivants n'étaient pas ou peu considérés. Pourtant, la liaison entre géosystèmes et écosystèmes est une évidence : les écosystèmes actuels ne sont que la dernière image d'un film que le géologue cherche à restituer. L'environnement géologique et l'histoire de la Terre fournissent des indices qui permettent de comprendre l'évolution de la vie et de la biodiversité actuelle. Contrairement aux espèces biologiques, les objets géologiques ne se reproduisent pas et la détérioration d'un site, même local, entraîne sa perte définitive.

### ☛ *Pour son intérêt pédagogique*

La préservation d'échantillons et de coupes géologiques in situ est indispensable pour l'enseignement ou la sensibilisation du public aux sciences de la Terre. Le terrain est l'outil pédagogique le plus concret qui puisse exister dans cette discipline. La représentation dans l'espace d'un objet géologique et sa relation avec le temps sont des concepts difficiles à appréhender. La pratique sur le terrain reste une approche nécessaire de l'enseignement des sciences de la Terre.

### ☛ *Pour sa valeur scientifique*

Roches, fossiles, minéraux et leurs agencements sont autant d'indicateurs qui permettent de comprendre le fonctionnement et l'évolution de la Terre, de la Vie. L'étude des fossiles dans leur environnement de dépôt permet de faire des comparaisons avec l'évolution de l'environnement présent. Ainsi, certaines évolutions biologiques ou climatiques actuelles peuvent être mieux comprises par le biais de travaux de recherche in situ, encore faut-il que ces sites soient préservés.

### ☛ *Pour sa valeur esthétique (rareté, unicité, beauté)*

La seule valeur esthétique de certains sites justifie leur protection. Leur vocation touristique leur confère aussi une valeur économique, ils concourent au développement d'un secteur d'activité nouveau : le géotourisme.

## ☛ A des fins socioculturelles

L'Homme désire comprendre l'environnement naturel, et socioéconomique dans lequel il évolue. Cette prise de conscience nécessite le passage par une approche géologique. L'Histoire de la nature dans laquelle l'Homme a sa place, est liée à l'Histoire de la planète, à l'évolution des paysages dont la splendeur résulte des seuls processus géologiques dans bien des cas. De la même façon, les pratiques agricoles et industrielles anciennes sont dépendantes du sol et du sous sol ; les matériaux de construction traditionnels sont liés aux ressources locales en roches. A ce titre, certains sites géologiques permettent de comprendre la vie et l'histoire d'une région ; d'autres fournissent les matériaux nécessaires pour la restauration de monuments historiques. C'est pour cette raison par exemple que les services de conservation des monuments historiques sont très demandeurs quant à la localisation d'anciennes carrières. Le patrimoine géologique doit faire l'objet d'une attention particulière de l'ensemble de la collectivité. Pour que la collectivité en prenne conscience, le géologue a le devoir de l'informer. La protection trouve son ancrage dans nos capacités à sensibiliser les citoyens, les décideurs ou aménageurs.

### **2.2.4 Les géosites et les géomorphosites**

Au cours de la dernière décennie, les termes de géosite et géomorphosites ont été introduites dans la littérature géographique, afin de délimiter et d'exprimer la valeur touristique de certains endroits (Ielenicz, 2009).

#### **2.2.4.1 Introduction**

Les éléments du relief qui possèdent une valeur géoscientifique sont appelés géosites ou géomorphosites. D'après Strasser et al. (1995 : 4) «les géo(morpho)sites sont des portions de territoire dotées d'une valeur pour les sciences de la Terre. Ce terme comprend donc des montagnes, des vallées, des vallums morainiques, des grottes, des phénomènes karstiques, des berges et rivages, des carrières, des gravières, des mines,

des portions de routes ou chemins ou des blocs erratiques, des sites qui apportent des informations indiscutables et caractéristiques sur une situation ou un événement que la Terre a connu au cours des temps géologiques ou sur l'histoire de la vie et du climat. Les géo(morpho)sites permettent de comprendre l'évolution spatio-temporelle d'une région, la signification des processus superficiels et l'importance des roches en tant qu'élément de l'édification du paysage. Les géo(morpho)sites, dans ce sens, sont des monuments naturels d'une grande importance, voire même indispensables, aussi bien pour le public que pour la science». Celle-ci est une définition générale qui vaut pour toutes les disciplines des sciences de la Terre.

Cependant, dans notre cas, nous nous occuperons des géosites et des géomorphosites. La littérature présente deux définitions pour les géo(morpho)sites. La première est dite restrictive car elle tient compte seulement de la valeur scientifique d'un objet géomorphologique. Quant à la deuxième, la définition large, elle prend en considération toutes les valeurs du paysage géomorphologique.

#### 2.2.4.2 Définitions

##### ☛ Définition restrictive

La notion de géosite ou géomorphosite a été mise au clair au cours des années 90. C'est d'abord la définition restrictive qui est traitée, mais avec un sens pas encore spécifique pour la géomorphologie. Strasser et al. (1995 : 5) reportent que «les géo(morpho)sites sont des portions de géosphère délimités dans l'espace et d'une importance géologique, géomorphologique ou géoécologique particulière. Ils sont des témoins importants de l'histoire de la Terre et donnent un aperçu sur l'évolution du paysage et du climat».

Certes, il s'agit d'un essai pionnier en Suisse. Mais ce n'est qu'avec Grandgirard (1997, 1999) que le discours prend de l'ampleur scientifique. Pour l'auteur «les géo(morpho)sites sont des objets géologiques ou géomorphologiques qui présentent une valeur scientifique intéressante pour la compréhension de l'histoire de la Terre, des espèces et du climat». Il est important de préciser que nous focalisons l'attention

uniquement sur les géosites et les géomorphosites qui se présentent comme «formes de relief, actives ou non, qui délivrent des informations permettant de décrypter l'histoire de la terre et/ou d'appréhender son évolution actuelle ou future» (Grandgirard 1997 : 171).

### ☛ Définition large

Si la définition restrictive est axée sur la seule valeur géoscientifique, la définition large couvre aussi les autres valeurs du paysage géomorphologique. «un géo(morpho)site est tout objet géologique ou géomorphologique présentant une certaine valeur, qu'elle soit scientifique, historico-culturelle, esthétique ou encore socio-économique et écologique» (Reynard 2004b : 125).

Le terme des géosites, a été introduits par Panizza et Piacente en 1993, qui sont «des portions de la géosphère ayant acquis, par la perception ou l'exploitation par l'Homme, une signification particulière en termes scientifiques, culturel/historiques, socio-économiques et /ou scientifiques». Ou bien encore la notion de géomorphosites, traitée par Panizza et Piacente au cours du 3ème cycle CUSO en 2003, dans leur développement de la géomorphologie culturelle. Les géomorphosites y sont décrits comme des «formes du relief dont les attributs géomorphologiques particuliers et significatifs en font une composante du patrimoine culturel au sens large d'un territoire donné».

Panizza (2001) propose l'utilisation du terme géomorphosite pour indiquer les objets géomorphologiques présentant une valeur. Par contre, dans les nombreuses publications sur le sujet, nous pouvons trouver des termes différents, mais, qui sont tous synonymes. Ainsi géomorphosite équivaut au site géomorphologique. Dans notre travail, nous utiliserons le terme de géosite et géomorphosite.

Pour les géomorphosites, la définition la plus complète est celle apportée par Reynard & Panizza (2005) : «les géomorphosites sont des formes du relief ayant acquis une valeur scientifique, culturelle et historique, esthétique et/ou socio-économique [et/ou écologique » (Reynard 2005a)], en raison de leur perception ou de leur exploitation par l'Homme (Panizza & Piacente 1993; Quaranta 1993; Panizza 2001). Il

peut s'agir de simples objets géomorphologiques ou de grandes portions du paysage (taille variable) [mais bien délimités].

Les géosites et les géomorphosites peuvent être modifiés, endommagés, voire détruits par les impacts des activités humaines (espaces vulnérables). Leur valeur est généralement peu connue du grand public et des scientifiques d'autres disciplines. Par conséquent, il est nécessaire d'améliorer la connaissance des géo(morpho)sites, de développer de nouvelles méthodes d'évaluation de leurs caractères scientifique, culturel, esthétique et socioéconomique, et finalement de mieux les protéger».

### 2.2.4.3 Caractéristiques des géosites et des géomorphosites

Conformément à la définition qui en a été donnée, les géosites et les géomorphosites se distinguent avant tout par leurs caractéristiques géologiques. Dans certaines situations, il peut néanmoins être utile d'élargir le champ de vision et de considérer d'autres caractéristiques. Les caractéristiques prises en compte dans le cadre d'une procédure d'évaluation dépendent des objectifs de cette dernière et conditionnent fortement le choix des critères d'évaluation.

#### ☛ *Caractéristiques scientifiques des géosites et géomorphosites*

La valeur d'un géosite ou géomorphosite découle tout d'abord de ses caractéristiques scientifiques. Un objet géologique ou géomorphologique (pli, minéral, roche, forme du relief, fossile, etc.) ne constitue pas forcément un géo(morpho)site. Peut être considéré comme un géosite ou géomorphosite, un objet qui permet de :

- ☛ Reconstituer l'histoire de la Terre, des espèces et du climat ;
- ☛ Observer l'activité des processus actuels.

La sélection et la protection des géosites et des géomorphosites de grande importance sont basées essentiellement sur trois critères discriminants (Grandgirard 1999) :

- ▶ **La rareté** : ce critère doit être évalué en fonction d'un espace de référence ; il concerne autant la rareté absolue d'un type d'objet (par ex : les oeufs de dinosaures) que sa rareté relative à l'espace de référence (un bloc erratique

d'une pétrographie donnée peut être rare dans une région, mais abondant dans une autre ; il pourra constituer un géosite ou géomorphosite dans le premier cas, mais certainement pas dans le second cas).

- ▶ ***L'intégrité*** : il s'agit du degré de préservation des caractéristiques originelles. Un objet qui n'a pas subi d'atteintes, naturelles (érosion) ou humaines, aura plus de valeur qu'un objet fortement dégradé.
- ▶ ***La représentativité*** : ce critère concerne le caractère exemplaire de l'objet, sa valeur didactique ou encore sa lisibilité.

### ☛ ***Caractéristiques non scientifiques des géosites et géomorphosites***

En se basant sur une définition plus large des géosites et géomorphosites, d'autres facteurs peuvent être pris en compte pour caractériser ces derniers. Il s'agit notamment de :

- ▶ ***La valeur écologique*** : en général, tout géosite ou géomorphosite est également un biotope, lieu de vie d'associations animales et végétales composant une biocénose, l'ensemble (biotope et biocénose) formant un écosystème. Certaines caractéristiques de cet écosystème peuvent parfois être utilisées pour décrire un géo(morpho)site.
- ▶ ***La valeur historique et culturelle*** : certains géosites ou géomorphosites peuvent être le siège d'implantations humaines (abris sous roche, mines, voies historiques dans des parois, bisses suspendus le long d'affleurements calcaires, châteaux perchés sur des sites stratégiques tels que des verrous glaciaires, etc.). Il s'agit là d'une valeur archéologique ou historique. Certains sites géologiques ou géomorphologiques ont également une valeur symbolique ou religieuse ; c'est le cas des pierres à cupules ou de certaines grottes utilisées comme lieux de culte.
- ▶ ***La valeur socio-économique*** : sous ce terme, nous regroupons tous les usages économiques d'un géosite ou géomorphosite. Il peut s'agir autant d'activités primaires (ex. tourbières, marnières, gravières, carrières, tuffières), secon-

daires (ex. géosites favorables à l'implantation d'infrastructures industrielles telles que des moulins (gorges), barrages (verrous glaciaires), etc.) et tertiaires (grottes touristiques, centres thermaux).

- ▶ **La valeur esthétique ou paysagère** : les paysages sont des portions de l'espace perçues par un observateur, principalement par le sens de la vue (Grandgirard 1997). De nombreux géosites et géomorphosites présentent des caractéristiques visuelles qui leur confèrent une grande valeur paysagère. Aussi de nombreux géo(morpho)sites participent également à la création de paysages culturels ; c'est le cas par exemple de la structuration de l'habitat déterminé par la défense contre les risques naturels dans certaines vallées. Mais la perception de la valeur esthétique d'un géosite ou géomorphosite varie fortement d'un individu à l'autre. La valeur paysagère d'un géo(morpho)site sera ainsi difficile à établir. Elle est perçue de manière très diverse selon l'individu ou le public concerné (des spécialistes, des touristes). Certains types de géosites ou géomorphosites comme les affleurements rocheux situés au bord d'une route et d'importance stratigraphique ne peuvent être appréciés que par des spécialistes. D'autres, en revanche, de part leur aspect spectaculaire ou leur qualité esthétique, sont appréciés par le plus grand nombre (une gorge, une chute d'eau franchissant un seuil...etc).
- ▶ **La valeur éducative** : en ce sens les géomorphosites et les géosites ont aussi une valeur éducative (Pelfini *et* Bollati, 2014), car ils permettent de :
  - ✗ Lier les processus actifs et des concepts de danger geomorphologique ;
  - ✗ Comprendre le rôle des procédés dangereux dans l'évolution du paysage ;
  - ✗ Mettre en relation l'évolution du relief et le changement de la géodiversité ;
  - ✗ Entrer en contact avec les concepts de différentes dimensions

spatiales et temporelles.

### ☛ *Etendue des géosites et géomorphosites*

Il n'existe pas de taille standard pour les géo(morpho)sites, ni de taille minimale ou maximale. Tout dépend du type de géosite et géomorphosite considéré et des caractéristiques qui lui confèrent sa valeur particulière au sein de l'espace de référence choisi. Les géosites et les géomorphosites peuvent aussi bien être des sites ponctuels (un affleurement rocheux, un gouffre, une résurgence, un bloc erratique) que des paysages très étendus (un champ de drumlins, une vallée, une formation géologique). Un stratotype pourra par exemple couvrir quelques décimètres carrés, alors que certains géosites et géomorphosites constituent des paysages de grande taille (une marge proglaciaire, un complexe morainique). Les géosites et les géomorphosites doivent toutefois être bien délimités et se distinguer des secteurs environnants.

### ☛ *Comparabilité des géosites et géomorphosites*

Aucune méthode d'évaluation ne permet de comparer entre eux tous les géosites et les géomorphosites. Ne sont comparables que les objets qui possèdent certaines caractéristiques communes.

### ☛ *Géo(morpho)sites actifs et Géo(morpho)sites passifs*

Les géosites et les géomorphosites permettent de comprendre la formation et l'évolution de la Terre. On distingue :

- *Les géosites et les géomorphosites actifs* : qui permettent d'observer actuellement les processus responsables de cette évolution. C'est le cas par exemple des sources thermales, des zones alluviales, de tous les phénomènes liés à la dynamique des versants (lave torrentielle, cône d'éboulis). Sous certaines conditions, les processus actifs peuvent être maintenus artificiellement (ex. enneigement artificiel dans une glacière pour favoriser la formation de glace dans un contexte de réchauffement climatique), voire reconstitués artificiellement (ex. revitalisation de cours d'eau). Les géosites et les géomorphosites actifs jouent souvent un rôle écologique important. C'est le cas par exemple

de formes du relief qui déterminent le drainage de certaines zones humides : dolines empêchant l'entrée d'eaux non météoriques dans des hauts marais, barrage morainique empêchant l'écoulement des eaux de surface à l'aval d'un marais...etc. La conservation de ce type de géosites et géomorphosites pose des problèmes liés à la dangerosité des processus en action et à leur possible auto-destruction par les processus érosifs (Hooke, 1994 ; Reynard, 2004a) et (Pelfini *et* Bollati, 2014).

- **Les géosites et les géomorphosites passifs** : ils n'ont plus de liens avec les processus et les conditions géologiques et climatiques responsables de leur formation. C'est par exemple le cas de traces de dinosaures, de rides de courant sur une dalle de grès, de glaciers rocheux fossiles, etc. Ces géosites et géomorphosites constituent des témoins ou des archives de l'histoire de la Terre. Ils ne sont pas renouvelables : une altération de leurs caractéristiques (destruction, prélèvement) est irréversible (Reynard, 2005).

La plupart des géosites et géomorphosites sont passifs. Ils sont ainsi des témoins de :

- ❖ ***L'histoire de la Terre*** : les roches sédimentaires sont les témoins du milieu dans lequel elles se sont formées.
- ❖ ***L'histoire de la vie*** : les traces d'animaux, les fossiles ou encore les gisements de charbon permettent de reconstituer l'évolution des espèces.
- ❖ ***L'histoire du climat*** : les formes glaciaires, les fossiles, certaines roches sédimentaires témoignent de la variabilité du climat et des changements environnementaux.

#### **❖ Géosites et géomorphosites naturels et artificiels**

La plupart des géosites et géomorphosites sont d'origine naturelle. Il existe aussi certains géo(morpho)sites résultant de l'activité humaine (géosites et géomorphosites artificiels ou plus précisément mis au jour artificiellement) :

L'ouverture de gravières ou de carrières ou la réalisation de grands chantiers peuvent faire apparaître des géosites et des géomorphosites naturels cachés jusque-là. Dans

ces cas se pose le problème de la disparition ou de la protection du géo(morpho)site en cas de comblement (carrière, gravière) et en lien avec l'avancement d'un chantier (autoroute). On retrouve ici les mêmes problématiques qui se posent pour les découvertes archéologiques.

En effet, le comblement est bénéfique en termes paysagers, mais il peut être négatif en termes de préservation du patrimoine géologique (une coupe stratigraphique dans un terrain meuble) ou écologique (milieu de substitution pour la reproduction d'espèces habitant les zones alluviales).

Certaines infrastructures humaines peuvent avoir une valeur en termes de témoins de l'histoire du rapport de l'Homme à la géologie (mines, carrières). On parle souvent dans ce cas de géosites et géomorphosites géohistoriques.

#### 2.2.4.4 Typologie des géosites : différentes approches

Nous avons jusqu'ici parlé des géosites de manière générale. On peut distinguer autant de types de géosites qu'il existe de disciplines et de sous-disciplines des sciences de la Terre ( géologie structurale, géochimie, pédologie, stratigraphie, pétrographie, histoire de la géologie, paléontologie, sédimentologie, tectonique, minéralogie, géomorphologie, hydrogéologie, spéléologie, etc...) (Fig : 2.3).

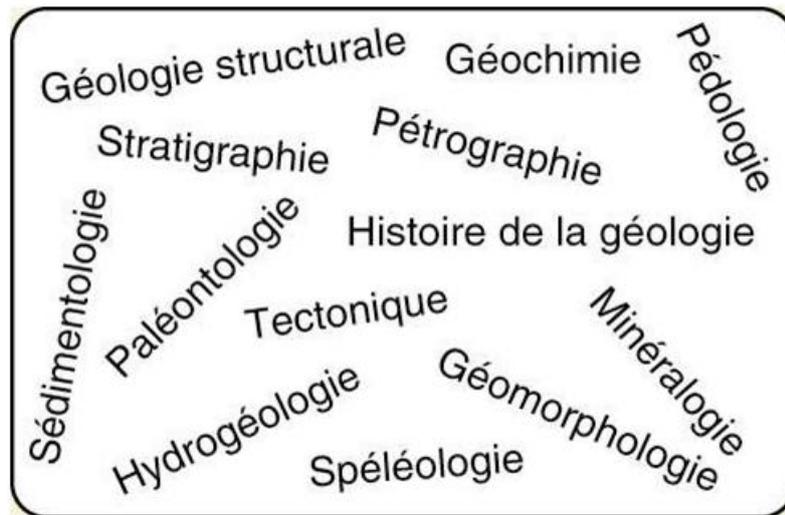


FIGURE 2.3: Les disciplines des sciences de la Terre (de la géologie au sens large).

Chaque discipline privilégie les objets dont elle se préoccupe. Ainsi, un objet géologique sera considéré comme anodin par une discipline, mais aura une grande valeur pour une autre discipline (un affleurement sédimentaire le long d'une route n'a aucune valeur géomorphologique, mais pourra avoir une grande valeur sédimentologique). De ce fait, la valeur attribuée à un géosite pourra différer fortement d'une discipline à l'autre : un bloc erratique peut avoir une :

- Valeur paléoclimatique : s'il permet par exemple de reconstituer une extension glaciaire ;
- Valeur pétrographique : selon sa composition minéralogique ;
- Valeur géomorphologique : selon sa position par rapport à un complexe morainique.

Cette variété des approches rend difficile l'identification des géosites, leur comparaison et leur évaluation (Grandgirard 1999).

En se basant sur les travaux de Reynard (2004), nous proposons une typologie en dix groupes (Tab : 2.2) :

Types de géosites	Description
Géosites structuraux	Surtout des objets géologiques de grande taille comme les plis (anticlinaux et synclinaux), les chevauchements, les failles, etc. l'érosion a taillé dans ces structures et façonné des sommets en pyramide, des arêtes ou des parois rocheuses.
Géosites paléontologiques	Il s'agit des affleurements rocheux contenant des fossiles et des gisements de fossiles dans des terrains meubles, des milieux anaérobies (marais) ou la glace (permafrost). Ce contenu fossilifère, d'une grande importance dans la reconstitution de l'histoire de la vie, correspond aux éléments fossilisés (os, squelettes, feuilles, bois lithifiés) et d'empreintes d'organismes ayant colonisés l'espace investit.
Géosites sédimentologiques	Sites dans lesquels sont visibles les conditions typiques d'un milieu de sédimentation (glaciaire, fluviale, lacustre, éolien, etc.). Géosites actifs, qui permettent d'observer les processus sédimentaires en action (zones alluviales, sandurs, cônes torrentiels), ou passifs (rôle d'archives).
Géosites minéralogiques, pétrographiques et géochimiques	Cette catégorie recouvre les gîtes minérales et métallifères, les localités types de certaines pétrographies de roches et des lieux où ont été mesurés des indices géochimiques particuliers, ainsi que les roches présentant un intérêt particulier.
Géosites stratigraphiques	Il s'agit d'affleurements présentant un profil type pour un âge géologique (stratotype), un faciès, une formation (succession stratigraphique) ou une transition paléoenvironnementale (par exemple une transition glaciaire-interglaciaire). Cette dénomination est également utilisée pour désigner des affleurements rocheux ou dans des sédiments meubles quaternaires (formations superficielles).
Géosites géomorphologiques	Il s'agit des processus d'érosion et de sédimentation (zones alluviales actives, marges proglaciaires, laves torrentielles) et les formes du relief résultant de cette activité (glaciers rocheux, lapiés, cônes d'éboulis). Ces géosites désignent également des formations superficielles meubles du Quaternaire (moraines, glaciers rocheux) et formes d'érosion dans la roche (marmites glaciaires, lapiés d'un karst superficiel). Pour les géosites géomorphologiques, Grangirard (1995, 1997, 1999) individualise quatre catégories selon leur complexité croissante: ils peuvent être des formes isolées, des ensembles de formes, des complexes de formes ou des systèmes géomorphologiques
Géosites hydrologiques et hydrogéologiques	Il s'agit de sites façonnés par un écoulement quelconque des eaux de surface ou souterraines. Ces géosites se confondent souvent avec les géomorphosites (cascades, gorges, méandres, émergences karstiques) ou spéléologiques (cours d'eau souterraines). Nous proposons de n'inclure dans cette catégorie que les sites où l'eau est le seul élément dominant (dynamique, caractéristiques physicochimiques) dans la création de ces sites comme les sources thermales, minérales et karstiques, pertes, etc.
Géosites spéléologiques	Cette variété de géosites désigne des cavités (grottes et gouffres) et réseaux souterrains présentant une valeur scientifique, écologique ou historique particulière. En tenant compte de leur définition, de nombreux géosites spéléologiques se recoupent ou sont en liaison avec des sites géomorphologiques (karst superficiel) ou hydrogéologiques (perte, émergence).
Géosites géohistoriques	Il s'agit de tout site ayant un intérêt historique de point de vue histoire des sciences de la terre ainsi que des lieux historiques d'exploitation des ressources géologiques.
Géosites géoculturels	Il s'agit de tout site ayant, en raison de leurs caractéristiques naturelles, joué un rôle particulier pour l'Homme au cours de son histoire. Ces géosites n'ont pas forcément une forte valeur intrinsèque pour les sciences de la terre, mais leur utilisation par l'homme leur a donné la valeur de géosite.

TABLE 2.2: Typologie des géosites (repris de Reynard 2004a : 127).

#### 2.2.4.5 Pourquoi protéger ce Patrimoine ?

Les géo(morpho)sites représentent, quelque soit leur taille (depuis la roche isolée jusqu'au paysage et son sous-sol) les témoins uniques de l'histoire de notre Terre et de l'évolution de la vie. Cette évolution ne peut être décryptée que par la lecture du livre de la nature. Le sous-sol géologique et la configuration géomorphologique de la surface de la Terre sont parties intégrantes de notre environnement ; de ceux-ci dépend l'existence des ressources (matières premières, eau, sol) ; ils marquent la configuration du paysage et son exploitation. Par une intervention anthropogène toujours plus importante sur le terrain, des géo(morpho)sites importants sont de plus en plus menacés, influençant l'évolution de nos paysages et de notre environnement. Chaque année, du fait des activités humaines, 80 - 100 millions de m<sup>3</sup> de matériel sont transportés (creusements, remblaiements). L'Homme moderne représente un facteur géologique important. Il peut détruire des géo(morpho)sites naturels, mais aussi, en créer de nouveaux par l'exploitation du sol.

Une destruction de tels témoins de l'histoire de la Terre et de la vie est irréparable, car ces témoins ne peuvent plus être reconstitués ou retrouvés ailleurs. Ils ont, donc, besoin d'une protection avant leur dégradation ou leur destruction, le type de protection et d'entretien dépendant largement de leur développement et de leur utilisation.

#### **☛ L'importance scientifique des géosites et des géomorphosites**

Les géologues font des reconstitutions d'après l'observation de la succession et de la nature des roches, de leur contenu en minéraux et en restes fossilisés d'organismes ou de traces d'organismes ainsi que de leurs déformations. On peut ainsi déduire d'une part l'évolution géologique d'une région ainsi que les conditions d'environnement qui régnaient autrefois, et d'autre part la richesse des formes de vie du passé que nous montrent les fossiles et les traces fossiles.

Les formes superficielles sont des témoins des processus géomorphologiques et des fluctuations climatiques : pensons seulement aux époques glaciaires qui ont

fortement marqué notre pays. Les vallums morainiques, les dépôts lacustres et les tourbières ou les gravières constituent des archives précieuses, souvent complètes pour la reconstruction de l'évolution du climat et de la végétation (paléoclimatologie, paléobotanique, paléoécologie). L'histoire du climat et de l'environnement des temps géologiques les plus jeunes (de cent mille ans à cent ans avant aujourd'hui) ne peuvent être appréhendés qu'avec de tels témoins.

Ces observations constituent les bases pour la résolution de nombreux problèmes actuels de l'humanité comme le maintien de l'approvisionnement en eau potable, celui de l'exploitation permanente des ressources, les prévisions pour l'évolution du climat et ses conséquences, le stockage des décharges en surface et souterraines ainsi que la construction des voies de communication.

Les géologues désignent les affleurements importants en tant que "profils types" pour un âge géologique ou pour une espèce de fossile, qui serviront de référence partout dans le monde. De tels profils types, mais également des affleurements rares de roches, de minéraux, de fossiles et de traces, ont besoin d'être protégés en interdisant toute intervention, indépendamment d'un travail scientifique ou d'une documentation.

### ***☛ L'importance pédagogique des géosites et géomorphosites***

A tous les niveaux, l'enseignement a besoin de l'observation dans la nature. Dans ce but, il faut choisir des aspects typiques pour servir l'enseignement actuel. Dans le domaine des sciences de la Terre, il y a des affleurements remarquables (carrières, coupes de terrain, gravières, etc.) que les classes scolaires ou les excursions visitent régulièrement. Ces objets sont à protéger de la détérioration, mais une protection absolue, telle que proposée pour les géo(morpho)sites de haute valeur scientifique, serait ici en contradiction avec le but poursuivi : les visiteurs doivent être en contact physiquement avec l'objet et avoir la possibilité de prendre des échantillons. Dans de tels affleurements, on doit aussi pouvoir extraire du matériel d'exposition pour les musées.

### ☛ *L'importance des géosites et des géomorphosites pour la caractérisation du paysage*

L'édification géologique et les processus morphologiques d'une région sont des éléments importants dans le paysage : ils marquent le caractère fondamental d'un paysage et influencent sa structure et son exploitation. Des objets géologiques typiques ou uniques contribuent ainsi pour beaucoup à la caractérisation d'un paysage et peuvent acquérir un rôle important (même esthétique) du fait de leur classification et de leur mise en valeur (par exemple comme lieu de détente ou comme région touristique).

### ☛ *L'importance écologique des géosites et des géomorphosites*

Les géo(morpho)sites remplissent une fonction importante pour l'évolution naturelle, en particulier au sein de paysages considérablement déstabilisés et aménagés par la civilisation. Des géosites et des géomorphosites actifs sont des moteurs essentiels des paysages. En tant qu'agents dynamiques des écosystèmes, ils fournissent un apport substantiel au renouvellement et à la différenciation des conditions du milieu. La protection des géo(morpho)sites favorise donc aussi la conservation de la diversité biologique.

## **2.2.5 Le concept de géoparc**

Le concept de géoparc a vu le jour à la suite de la 29ème conférence générale de l'UNESCO tenu en octobre novembre 1997. Durant cette conférence le programme géosites /géoparcs , a été conçu, avec la promotion de conservation du patrimoine géologique comme principal objectif.

D'après la définition de l'UNESCO, un géoparc est un territoire bien délimité, de taille suffisante pour contribuer au développement économique local. Il comprend un certain nombre de sites d'importance géologique et géomorphologique de tailles diverses, qui peuvent être complètes par des sites de valeur écologique, archéologique, historique, etc. En outre, ce territoire doit être vu comme un lieu expérimental per-

mettant de développer des initiatives innovantes en matière de valorisation et de protection du patrimoine géologique et géomorphologique. Le concept offre l'opportunité de reconnaître et de protéger ces sites comme l'a bien souligné la définition suivante (UNESCO, 1999) : le géoparc est une zone protégée et ses sites géologiques, de part leur valeur, sont représentatifs de l'histoire géologique de la région, ainsi que des processus et des événements qui l'ont formé.

## **2.2.6 Geotourisme : Approches touristiques et didactiques**

### **2.2.6.1 Définitions et concepts**

Le concept de géotourisme est défini de manière variée, principalement selon deux axes qui correspondent aux aspects de protection et de valorisation d'un site ou d'une région. Les définitions suivantes ont pour but de donner un aperçu du sens que peut recouvrir ce concept, notamment en fonction des types d'acteurs les produisant et des intérêts ou des sensibilités qu'ils peuvent défendre. Les concepts-clefs du géotourisme sont conçus pour être de véritables justificateurs d'activités géodidactiques, bien plus qu'une simple transmission d'informations et de mécanismes scientifiques. D'une manière générale, le géotourisme permet de développer une nouvelle forme de vulgarisation des sciences de la Terre et d'intégrer la géologie et la géomorphologie de ces espaces dans la promotion touristique nationale et internationale. Il ne se limite pas à des activités articulées autour des aires protégées (géoparcs nationaux, géosites, réserves naturelles), mais également autour de la préservation, la valorisation et la gestion du patrimoine géologique et géomorphologique (géodiversité), tout en s'investissant d'avantage dans les actions portant sur une utilisation rationnelle du patrimoine naturel.

C'est une forme de tourisme, qui prend en compte de manière intégrée les trois axes du développement durable, à savoir une sensibilisation et une éducation des populations autochtones et des visiteurs au patrimoine géologique et géomorphologique, une protection efficace de celui-ci et une utilisation touristique induisant

une plus-valeur économique.

D'autres définitions du géotourisme, émanant non plus de sphères touristiques, mais de milieux scientifiques, mettent clairement en avant l'aspect de valorisation, en laissant de côté dans un premier temps celui de protection. Ainsi, E.Reynard considère cette forme de tourisme comme un ensemble de pratiques, d'infrastructures et de produits visant à promouvoir les Sciences de la Terre par le tourisme. Dans le même ordre d'idée, Hose (1996) propose une définition plus développée cherchant à mettre au centre la valeur scientifique par rapport à la valeur esthétique, tout en laissant sous-entendre la plus grande importance des connaissances à faire acquérir (au grand public) par rapport aux idées générales à transmettre. Ainsi, il voit le géotourisme comme procédé et service d'interprétations aisées qui permettent aux visiteurs d'acquérir la connaissance et la compréhension de la géologie. En 2000 Hose reprend la définition du géotourisme, tout en développant ce concept dans un sens plus complet en résumant bien les enjeux principaux du géotourisme. La définition devient alors : tout procédé et service mis en place pour promouvoir la valeur et l'avantage social de sites géologiques et géomorphologiques et de leur matériel et garantir leur conservation, pour l'utilisation des étudiants, touristes et d'autres recreationalistes décontractés.

#### **2.2.6.2 Les principales caractéristiques**

Le géotourisme, est en pleine expansion, pour qu'il soit mieux valorisé, les paysages géotouristiques et notamment ceux présentant un intérêt géologique et géomorphologique, doivent répondre à des critères qui font de ce produit :

- Un tourisme **naturaliste** d'observation et d'étude des roches, des minéraux, des fossiles et des structures et paysages géologiques, la faune et la flore dans des zones offrant une grande diversité géologique et géomorphologique.
- Un tourisme **respectueux** et soucieux de minimiser son impact sur l'environnement et les communautés locales.
- Un tourisme **responsable** qui choisit ses partenaires, opérateurs prestataires

locaux. Aussi, cherche à maximiser les retombées économiques dans les pays hôtes et les communautés visitées.

- Un tourisme **participatif** qui s'implique financièrement (les Tours opérateurs prélèvent sur les bénéfices réalisés pour soutenir les projets locaux de développement durable). Les visiteurs peuvent participer financièrement aux associations de la protection de la nature ou aux projets de développement local. Le monde rural est la cible la plus sollicitée ici.
- Un tourisme **éducatif** qui transmet un message de conservation et la compréhension du milieu visité.

### 2.2.6.3 Les principales problématiques et menaces encourues par le géotourisme

#### ☛ Le vandalisme

Le vandalisme a contribué à la diminution des effectifs de nombreuses espèces fossilières et la destruction de plusieurs sites fossilifères, malgré une législation rigoureuse. Ces pratiques condamnables continuent à avoir cours notamment dans les zones les plus reculées et non contrôlées par l'administration locale. Le vandalisme est souvent lié à l'ignorance de ceux qui s'y adonnent.

#### ☛ Les prélèvements commerciaux

Les sites fossilifères, rupestres et archéologiques recèlent d'innombrables fossiles et gravures rupestres et la démesure de l'exploitation de ces ressources dans le commerce (collectionneurs, bazaristes...) sont à l'origine d'un net recul de nombreux fossiles et animales en milieu terrestre et en milieu marin.

#### ☛ L'altération des paysages

Elle découle soit de modifications intrinsèques subies au niveau des sites ou par les impacts de l'urbanisation sur les milieux naturels. Ces dégradations sont souvent dues à l'absence ou à la mauvaise application de la réglementation en matière d'urbanisme à l'intérieur des sites ou dans les zones tampons.

### ☛ *La surfréquentation*

De la surfréquentation découlent des phénomènes de dégradation des environnements géologiques ou les abus découlant du nombre important de visiteurs par rapport aux capacités de préservation.

#### **2.2.6.4 Le géotourisme et le développement durable comme une entreprise d'esprit**

L'éducation et la formation sur la façon d'être une entreprise durable doit être encouragée pour le tourisme et les propriétaires d'affaires et gestionnaires. Alors que certaines opportunités existent grâce à des ateliers de développement durable (Boyle & Nickerson, 2010b), des efforts supplémentaires sont recommandés. Charte de Tourisme qui identifie les principes de l'industrie qui doivent être respectés, mais pas toutes les entreprises adoptent ces principes au meilleur de leur capacité. Ainsi, le cadrage de la discussion pour sensibiliser sur les avantages monétaires potentiels de pratiques d'écotourisme peut apaiser l'adoption des préoccupations.

Comme indiqué par Boley et Uysal (2013), il ya des avantages à la mise en œuvre des objectifs durables qui peuvent générer d'avantage de participation des propriétaires d'entreprises. L'état se poursuit avec leur promotion à ce marché de niche, même si les propriétaires d'entreprises ne suivent pas. Les deux propriétaires de l'État et l'individu mis l'expérience des visiteurs en péril si les attentes ne sont pas satisfaites. À long terme, l'entreprise pourrait perdre des clients précieux et la dépendance des Etats sur les dépenses du tourisme pourrait être à risque.

Par conséquent, l'harmonisation des objectifs et la collaboration entre les entités peut permettre un processus rationalisé qui offre l'expérience du visiteur la plus optimale et l'augmentation des revenus (Jorgenson & Nickerson 2015).

## 2.2.7 La gestion du patrimoine géologique

Si un objet géomorphologique acquiert une valeur et devient un géo(morpho)site, cela signifie que l'Homme l'utilise en tant que ressource pour différentes fins (ex. détente, tourisme, etc.). Le bien géomorphologique permet alors un usage qui comporte deux conséquences (Panizza 2003 : 13) : la perte de la qualité de bien géomorphologique exclusif et le fait qu'il peut survenir un phénomène d'impact.

Selon Reynard (2004b : 131), les sources de dégradation sont de deux types : les impacts humains (infrastructures, urbanisation, aménagement du territoire, tourisme, agriculture, gestion des forêts et vandalisme) et les processus naturels (processus géomorphologiques, géologiques, hydrologiques, biologiques et le climat) qui peuvent par exemple entraîner une dégradation naturelle comme la fonte d'un glacier.

L'Homme ne peut pas toujours intervenir sur les processus naturels, mais il peut les limiter. Par contre, il est le principal responsable lorsqu'il cause des impacts sur l'environnement.

En raison de l'importance du patrimoine géologique, que nous avons essayé de montrer à travers les concepts de paysage, de géodiversité, de géotourisme, il est nécessaire de préserver les biens géomorphologiques des impacts pouvant les dénaturer.

La gestion du patrimoine géomorphologique a donc un but social qui est développé sur des bases scientifiques. Il faut être conscient que «le patrimoine géologique et géomorphologique ne doit pas être la seule propriété du monde des scientifiques et des planificateurs. Sa protection ne sera assurée que lorsque la population se sera appropriée ce patrimoine et en sera devenue le véritable gardien» (Martini 1994 in : Grandgirard 1997 : 81). Une gestion politique des géo(morpho)sites est ainsi nécessaire.

### 2.2.7.1 Pour une gestion du patrimoine géologique

À l'époque actuelle, il existe une motivation principale pour que les biens géologiques soient politiquement gérés. Nous venons de voir que l'Homme peut provoquer des impacts. Ces derniers sont dus à des abus ou des conflits qui peuvent surgir lors de l'utilisation de la ressource paysage par des acteurs sociaux.

Nous avons vu de quelle façon il est possible de définir un paysage comme une ressource. Pour Siebert (1983, in : Reynard 2005b : 324), une ressource naturelle est la part de l'environnement naturel qui est utilisée par l'Homme pour satisfaire ses besoins. Or, avec les prémices sur les valeurs du paysage, nous savons que l'Homme a la possibilité d'exploiter les sites géologiques aussi d'un point de vue immatériel. De par le fait que les géo(morpho)sites soient potentiellement et irrationnellement utilisables, lorsque l'Homme confère une valeur au relief, il devient une ressource naturelle. Ces raisons nous amènent à dire que «les biens géomorphologiques font partie de la ressource paysage d'une région» (Reynard 2005b : 324).

C'est bien à cause de ces valeurs variées qu'il peut y avoir des problèmes de gestion. Sur un même site, il est possible de retrouver plusieurs valeurs qui se superposent. Parfois, elles peuvent bien se concorder, parfois elles se repoussent. Reynard (2004a : 18) propose d'appeler ceci «la multifonctionnalité des paysages». Dans certains cas, si la répulsion est trop forte, la multifonctionnalité peut provoquer des conflits d'usage.

Certes, une gestion des objets géologiques implique d'abord que le patrimoine ait une importance paysagère et que ces sites soient menacés par des impacts. Grandgirard (1997 : 75) distingue alors :

- ☛ Les géo(morpho)sites menacés dans leur intégrité ou leur activité morphogénique ;
- ☛ Les géo(morpho)sites menacés en tant qu'éléments caractéristiques ou prégnants du paysage ;
- ☛ Les autres géo(morpho)sites, qui ne sont pas directement menacés.

C'est seulement après avoir identifié et évalué les menaces qu'il sera possible de définir des mesures de gestion.

Cependant, les mesures de gestion qui ne tiennent pas compte des conflits d'usage des géo(morpho)sites n'auraient pas de sens dans une perspective de développement durable. Nous souhaitons donc la conception de «nouvelles stratégies de planification et de gestion qui prennent en considération les biens géologiques» (Coratza 2004 : 214) en harmonie avec des usages respectueux de leur caractéristiques uniques.

Comme Coratza (2004) et Martini (1994), nous pensons que le plus important est que l'opinion publique soit sensibilisée pour comprendre l'existence d'un patrimoine géologique qui a bien plus d'intérêt qu'une simple forme visuelle. Au-delà de leur fonction d'archives et de témoins de l'histoire de la Terre, les biens géologiques sont des réservoirs de valeurs. Grâce aux valeurs et à la connaissance qu'ils gardent, ils nous permettent de nous identifier à des espaces. Dans ce sens, ils nous transmettent ce que la société actuelle est en train de nous enlever, à savoir le lien avec la Terre. Nous devrions voir, dans le patrimoine géologique, une entité capable de donner un sens à notre vie et qui mérite, ou parfois nécessite, une protection.

Les géo(morpho)sites sont encore mal connus par le grand public. C'est notre tâche de les dévoiler, de faire en sorte qu'ils puissent être appréciés par qui s'y intéresse. Il est cependant clair que, en tant que patrimoine, il faut les préserver des atteintes humaines. Pour ceci nous allons voir ce que le Maroc prévoit en matière de protection des géo(morpho)sites.

#### **2.2.7.2 Le cadre juridique du géotourisme au Maroc**

Le Maroc est considéré depuis toujours comme un pays dont la nature est attrayante et variée, il recèle une diversité géologique de grande valeur. Depuis quelques années, le Maroc a élaboré une législation sur les aires protégées améliorant ainsi son arsenal juridique relatif à la conservation et à l'exploitation de ces aires. Il s'agit de la Loi n° 22-07 (voir Annexes) dont l'objectif est de mettre en place un cadre juridique réglementant les aires protégées, y compris les parcs nationaux et d'autres aires re-

connues au niveau international, tout en adaptant leurs standards aux spécificités socio-économiques du Maroc.

Elle définit l'aire protégée en tant que "tout espace terrestre et/ou marin, géographiquement délimité et spécialement aménagé et géré aux fins d'assurer la protection, le maintien et l'amélioration de la diversité biologique, la conservation du patrimoine naturel et culturel, sa mise en valeur pour un développement durable, ainsi que la prévention de sa dégradation".

Dans la même optique, L'accord cadre signé en octobre 2001 fait du tourisme une priorité économique nationale. Cette politique appelée «vision 2010», a pour objectif majeur d'atteindre les 10 millions de touristes dont 7 millions d'internationaux d'ici 2010. Les produits choisis dans le cadre de cette stratégie sont l'offre balnéaire et les villes impériales.

Ce plan semble porter ses fruits. Le nombre de touristes a effectivement augmenté de 13% en 2007 (Le matin, 2008). La même année les recettes touristiques ont dépassé pour la première fois les envois de fonds des marocains résidants à l'étranger. Le secteur touristique contribue alors fortement à l'accroissement de la réserve nationale de devises et les programmes qui visent à développer cette branche économique se multiplient. Le gouvernement s'intéresse de plus en plus à l'arrière pays marocain. Ainsi le tourisme rural, longtemps absent des politiques de développement touristique du gouvernement, gagne peu à peu du terrain. En 2002 un document faisant référence est publié : une étude sur la stratégie de développement du tourisme rural au Maroc réalisé par l'OMT en tant qu'agence d'exécution du Programme des Nations Unies pour le Développement, à la demande du gouvernement marocain. Ce rapport concerne l'ensemble des zones rurales marocaines. Il met en évidence le décalage qui existe aujourd'hui entre une demande importante des touristes étrangers et des populations urbaines nationales et une offre réelle mais totalement inorganisée, donc un potentiel touristique et par conséquent économique complètement sous exploité.

Les Projets touristiques à consolider concernent les zones où l'activité touristique

est ancienne et mérite d'être rehaussée, ce qui est le cas des PAT du Haut Atlas et de Désert d'Errachidia, de Ouarzazate et de Zagora. Les nouveaux PAT se situent dans des zones où l'activité touristique rurale est nouvelle, à savoir Chefchaouen, Ifrane et Immouzer Ida Outanane. Concernant le géo-écotourisme à proprement parler, son essor est moindre. Dans l'étude réalisée en 2002, la place accordée à ce secteur est très restreinte.

Les offres éco-touristiques répertoriées se limitent aux : Parcs Nationaux, Parcs Naturels, réserves et SIBEs. Depuis ces dernières années, quelques projets géo-écotouristiques ont vu le jour au niveau des aires protégées marocaines. Le parc national du Souss Massa par exemple propose deux produits éco-touristiques : un circuit de découverte de la faune saharienne et un circuit d'observation des oiseaux de l'oued Massa. Même si toutes les institutions s'accordent à dire que ce sont des zones présentant de «grands potentiels géo-écotouristiques», les actions entreprises demeurent discrètes. Ce sont les initiatives privées qui semblent les plus prometteuses et surtout les plus en accord avec la notion de géo-écotourisme. Elles sont très souvent le fait de partenariats transnationaux entre les acteurs de la société civile. Ainsi de nombreuses associations et ONG étrangères aident au développement de cette activité 38 sur le territoire et ce, notamment dans le sud du pays et dans les montagnes atlasiques.

Le secteur géo-écotouristique n'en est qu'à ses balbutiements. Sans chiffre à avancer, il est difficile de quantifier les réelles retombées de l'activité tant sur l'économie que sur les populations locales ou sur le milieu naturel. C'est une branche qui connaît un développement lent au Maroc. Le nombre d'agences, de guides spécialisés, de plateformes d'informations, de partenariats de développement ainsi que de touristes qui visitent la montagne ou le désert semble cependant augmenter continuellement, au même titre que les régions et les circuits proposés.

## 2.2.8 Protection et / ou valorisation du patrimoine

Nous introduisons la problématique de la protection d'abord, puis celle de la valorisation du patrimoine. Commençons par un exemple qui exprime le lien entre les deux solutions de gestion.

La convention sur la protection du patrimoine mondial de l'UNESCO de 1972 concrétise une volonté internationale de limiter les atteintes engendrées par la société moderne au patrimoine. La marque «UNESCO» atteste de qualités culturelles et/ou naturelles, d'une valeur exceptionnelle à l'échelle mondiale. C'est un argument promotionnel qui peut être utilisé dans une perspective touristique.

Face à l'augmentation de l'urbanisation, la protection est la première mesure à prendre pour permettre au patrimoine de continuer à jouer son rôle d'héritage pour les générations futures. Les politiques de protection se basent sur des mesures qui entraînent la restriction de l'utilisation du bien, lorsqu'il est susceptible d'être mis en danger. Elles proposent des lois et des instruments de protection de la nature.

Sur le terrain, des mesures comme la création d'aires protégées ou les inventaires d'objets dignes de valeur agissent en faveur de la préservation à long terme des biens culturels au sens large.

D'une manière générale, la politique de protection des biens culturels et naturels est une stratégie qui a fait ses preuves dans les pays occidentaux et qui s'est «exportée» dans le reste du monde grâce notamment aux fonds d'aides de l'UNESCO. Le succès des mesures de protection dépend beaucoup du régime politique en place et de l'implantation des spécialistes qui peuvent appuyer ces mesures.

Nous tenons toutefois à relever un retard dans le domaine de la géoconservation. La protection des biens naturels abiotiques souffre du manque de législation spécifique dans la plupart des pays. C'est pourquoi la recherche des sciences de la Terre propose des inventaires de géo(morpho)sites (Reynard 2004b) destinés à être par la suite protégés.

Cependant sans mesures adéquates de promotion, les objets protégés manquent à

être connus du grand public. Comme le relève Coratza (2004 : 212) : «l'absence quasi-totale d'une tradition de communication et de didactique a contribué à déterminer un retard dans la compréhension et la diffusion de la conscience de la valeur culturelle de la géomorphologie».

L'objectif final d'une démarche de valorisation est justement d'éveiller la conscience de chacun à la valeur culturelle de la géomorphologie. Le raisonnement des chercheurs italiens (Piacente, Panizza et Coratza) est limpide : «programmer pour faire connaître, faire connaître pour développer une conscience, une conscience pour valoriser, et auto-protéger, en une sorte de défense personnelle consciente» (Piacente 2000 in Coratza 2004). Le premier enseignement que nous tirons de cette argumentation est que tout processus de protection peut se transformer en valorisation s'il atteint son public. C'est pourquoi une conservation gérée par le haut, sans consultation populaire préalable, ne mène pas à une prise de conscience collective. Deuxièmement par la sensibilisation ou la formation, la géomorphologie apporte des nouvelles clés d'interprétation du paysage qui permettent à l'Homme d'enrichir le lien qui l'unit à la nature et de valoriser ce lien. Troisièmement, afin d'assurer la pérennité de ce nouveau lien, l'Homme va soutenir les mesures de protection ou de valorisation des éléments géomorphologiques.

Bref, au regard de la géomorphologie culturelle, ce ne sont pas les instruments législatifs qui pourront changer notre style de vie, mais bien «une connaissance consciente du rapport de l'Homme à la nature et la participation directe» (Panizza & Piacente 2004 : 205). Toutes les initiatives qui contribuent à la valorisation de ce rapport, tout en ménageant les biens impliqués, sont soutenues par la géomorphologie culturelle qui préconise une protection dynamique du patrimoine.

Pour conclure, on peut dire que le manque d'information par rapport à la géomorphologie ne permet pas que cette science soit reconnue par le grand public. C'est pour cela, il est nécessaire de développer des moyens pour rendre accessible le patrimoine géomorphologique au plus grand nombre de personnes intéressées.

Afin que la géomorphologie soit reconnue par le grand public il est nécessaire

de définir deux stratégies fondamentales de promotion du patrimoine géomorphologique : sa protection et sa valorisation. Les deux sont intimement liées en représentant deux différentes manières de gérer les biens géomorphologiques.

Nous sommes par contre de l'avis que l'application stricte des lois de protection est contre-productive par rapport à la reconnaissance publique de la géomorphologie.

Coratza (2004 : 222) montre bien notre propos selon lequel «la gestion de ce patrimoine ne devrait pas être uniquement réglée par des principes de seule conservation et transmission statique, ni orientée vers les seuls sites exceptionnels, mais plutôt affrontée avec une approche dynamique, dans le sens de garantir la préservation de ce patrimoine, tout en répondant pourtant aux besoins de la société moderne». L'auteur est conscient de la valeur que représentent les biens géologiques. Mais de plus, elle souhaite le développement d'une conscience environnementale collective qui connaisse, valorise et indirectement auto-protège et défende le patrimoine naturel. Les buts sont à rechercher avec l'information, et non pas dans la bureaucratie de la protection (Piacente 2000 in : Coratza 2004).

Cela va de pair avec l'apparition de «nouveaux et impératifs besoins qui sont paradoxalement plus naturels et primordiaux» (Piacente 2005 : 12). L'Homme actuel a besoin d'air, de montagnes, de silence, de paysages, d'émotions, etc. La géodiversité est un ensemble de biens qui peuvent satisfaire l'Homme, mais il faut la dévoiler, la protéger en la valorisant.

### 2.2.8.1 Définitions

#### ☛ La protection

Les géo(morpho)sites sont vulnérables et nécessitent d'être protégés des impacts humains directs et indirects. Le géologue ou bien le géomorphologue contribue au premier pas qui porte vers une protection, c'est-à-dire l'évaluation des sites géomorphologiques (Panizza & Piacente 1993, 2003 ; Panizza et al. 1995 ; Grandgirard 1999, Reynard et al. 2007).

L'évaluation d'un géosite entame la procédure qui permet de montrer la valeur

du site. Une fois évaluée, «des mesures doivent être prises en vue de protéger le site contre des impacts humains négatifs» (Reynard 2005b : 330). Enfin, il est indispensable que les gens qui sont en contact direct avec le géo(morpho)site soient «directement impliqués et responsabilisés dans le choix de l'aménagement, en partant de la conscience du patrimoine culturel intégré et de la conscience de sa valeur pour les Hommes» (Panizza 2003 : 18).

La limitation ou l'élimination des impacts humains négatifs sur le patrimoine géomorphologique se justifie selon Grandgirard (1997 : 68-69) pour :

- Permettre le progrès des connaissances scientifiques ;
- disposer de sites intacts et exemplaires ;
- fournir au public intéressé des sites accessibles et bien documentés ;
- préserver la valeur esthétique et paysagère, l'importance écologique, l'intérêt culturel ou historique des sites géologiques et géomorphologiques.

Les sites géomorphologiques ne sont en effet pas seulement importants pour l'Homme et pour la Culture. La protection des paysages géomorphologiques, notamment, permet aussi la conservation de la dynamique naturelle à l'origine de la formation de certains biotopes (ex. une plaine alluviale). En effet, les résultats de la protection de la nature ont pu démontrer qu'il ne suffit pas de protéger des espèces, voire des biotopes, mais qu'il convient aussi de protéger les éléments géomorphologiques du paysage à l'origine des biotopes (Gentizon 2004).

Comme les géo(morpho)sites ont différentes caractéristiques et valeurs, ils ne peuvent pas tous avoir la même importance. À cause de ceci nous pourrions définir un degré de protection qui devrait être officialisé à travers des mesures d'aménagement du territoire en vigueur. Sur la base de l'inventaire de géo(morpho)sites, il serait ainsi possible de définir des zones de protection de ces derniers (Strasser et al. 1995).

### La valorisation

Autant les arrêtés législatifs que les mesures de protection représentent des moyens coercitifs de préservation de la nature. Mais, comme nous l'avons déjà évoqué, la création d'une conscience du paysage pourrait mieux atteindre les buts de la pro-

tection en fournissant une «clé d'interprétation et de lecture autonome du rapport Hommenature» (Panizza & Piacente 2003 : 312-313). Mais de nouveau, il faut que le paysage géomorphologique soit pourvu d'instruments adéquats et accessibles à tous, sans pourtant menacer les sites.

La valorisation est la procédure qui permet de donner une valeur au relief, aux géo(morpho)sites. Valoriser veut aussi dire fournir les clés d'interprétation dont l'Homme aurait besoin pour comprendre son rapport à la nature. Sur cette base «valoriser signifie d'abord communiquer : une communication réussie est le premier pas vers une valorisation durable et acceptée par tous. Valoriser signifie aussi expérimenter de nouvelles alternatives plus portées vers une formation continue et interdisciplinaire, mais qui impliquent aussi la sphère des rapports affectifs et émotifs. Elles doivent être capables de donner du sens et permettre de créer des racines dans lesquelles reconnaître notre identité, qui est aussi réalité territoriale. Cela pour comprendre combien, nous et notre histoire sommes liés et dépendants de la Terre» (Panizza & Piacente 2003 : 314).

Un paysage et un patrimoine culturel valorisé sont un atout pour les régions. Leur pouvoir d'attraction augmente pour le tourisme, pour les autochtones comme pour les administrations, car la valorisation est un «facteur important de développement économique et contribue aussi significativement à l'augmentation de puissance de l'identité régionale» (Coratza 2004 : 222). Nous devons considérer le territoire en tant que multifonctionnel et intégré et il faut qu'il nous appartienne, pas matériellement bien sûr, mais dans nos consciences. Ainsi tous seront conscients de vouloir garantir «une politique moderne de protection et de gestion des biens culturels en général, y-compris les biens géologiques» (Coratza 2004 : 214).

Enfin, Selon Strasser et al (1995 : 25) «la protection efficace des géo(morpho)sites exige un sérieux effort d'information à long terme auprès du public : la notion de "géo(morpho)site" n'est pas répandue et sa définition même reste vague dans l'esprit de la majorité de nos concitoyens. En premier lieu, il est nécessaire d'informer et de sensibiliser la population sur le plan local ou régional : le géo(morpho)site doit être

considéré comme une particularité de leur patrimoine, une curiosité attractive digne d'être vue, respectée et donc protégée. Seulement après, il serait possible d'élargir le bien au tourisme».

#### ❖ *L'utilisation touristique des sites :*

D'après Panizza (2003 : 12) les «biens culturels constituent une valeur ajoutée au temps libre, à la détente, à la contemplation esthétique, au sport, etc..» Leur utilisation amène des conséquences qui sont en grande partie positives comme «la valorisation économique, la sensibilisation culturelle, l'émanation de lois de protection spécifiques, l'institution d'espaces protégés, l'implication des habitants» (Panizza 2003 : 12).

Les pratiques touristiques vont vers ce que l'on a appelé le paysage culturel intégré. Et dans ce sens il faut adopter des stratégies permettant d'une part d'apporter des initiatives touristiques qui soient conduites dans le cadre d'une politique de conservation et de développement correcte qui comprenne toutes les composantes du territoire considéré (Panizza 2003 : 18). D'autre part, tout comme Panizza (2003 : 13-14) nous sommes convaincus que «l'introduction des aspects géomorphologiques pourrait constituer l'élément de promotion à forte valeur de connexion pour des lieux jusqu'à présent laissés de côté ou à peine effleurés par les circuits traditionnels» Tourisme thématique, tourisme aventurier (découverte des traditions locales et de leurs espaces), tourisme esthétique (points de vue sur des sites à forte valeur esthétique).

#### ❖ *Les relations entre géomorphologie et tourisme*

Les relations entre géomorphologie et tourisme peuvent être appréhendées de quatre façons :

- La géomorphologie peut représenter l'offre touristique originelle d'une région, elle est ressource touristique en tant qu'élément du paysage ou support pour des activités particulières (escalade, etc.). Dans ce sens, la géomorphologie représente un potentiel de développement touristique ou une partie de l'attraction touristique d'un site.

- La géomorphologie peut faire partie aussi de l’offre dérivée. Ceci se traduit par des optimisations de l’offre originelle à travers des infrastructures (musées, sentiers didactiques, etc.), des instruments (brochures pédagogiques, etc.) ou par des services (visites guidées, etc.).
- Les processus géomorphologiques peuvent créer des changements parmi les activités touristiques et de loisir, ainsi que sur les infrastructures (processus, aléas, risques).
- Les activités touristiques et leur développement peuvent aussi créer des impacts sur les processus et formes géomorphologiques (érosion, glissements, destruction, etc.).

Les relations sont quant à elles représentées sur la Figure ci-dessous ( Fig : 2.4). L’utilisation touristique des formes géomorphologiques du paysage se fait à travers l’exploitation des «sites géomorphologiques» (1). Dans le sens de leur définition, les sites géomorphologiques doivent être considérés comme faisant partie de l’offre touristique originelle(2). L’offre originelle dépend de la localisation des formes du paysage, les touristes devant aller in situ pour pouvoir être satisfaits (Debarbieux 1995). L’exploitation de la géomorphologie par le tourisme se fait par une offre dérivée spécialisée (3). Les deux types d’offre créent deux types de biens et services : matériels (marche, escalade, etc.) et immatériels (relaxation, contemplation, culture, etc.).

Il faut cependant aussi considérer les processus géomorphologiques, lesquels peuvent entraîner des changements de l’offre touristique (5). En effet, les aléas géomorphologiques (glissements de terrain, avalanches, inondations, etc.) créent des relations de risque (6) et mettent donc l’offre touristique en situation de vulnérabilité. Inversement, les activités touristiques créent des impacts (positifs ou négatifs) sur les processus géomorphologiques et leurs formes associées.

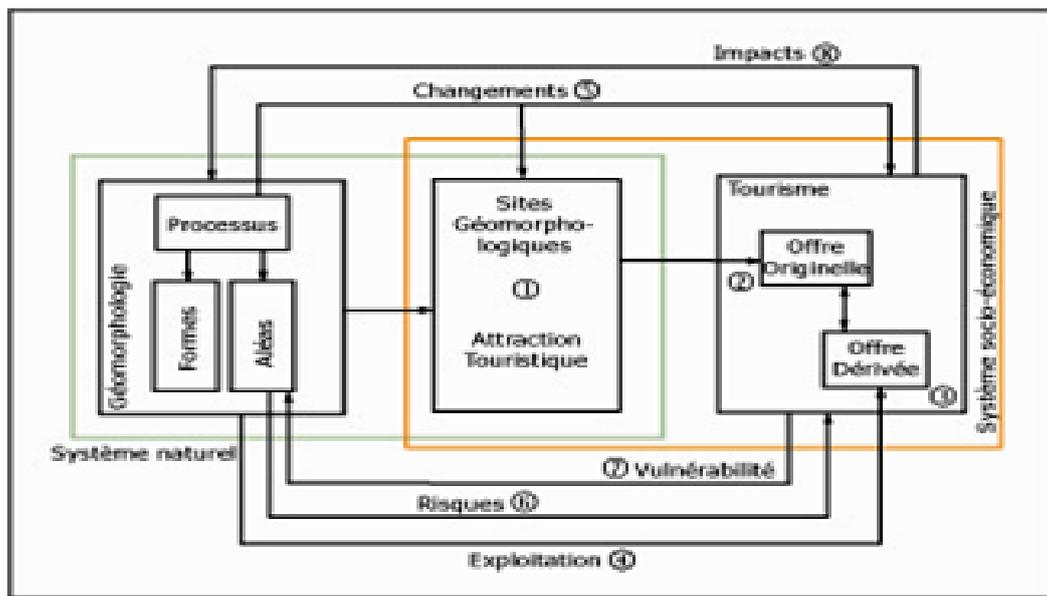


FIGURE 2.4: Relations entre géomorphologie et tourisme (Pralong & Reynard 2005).

### 2.2.8.2 Perspectives pour le géotourisme

La forme de tourisme que nous privilégions est donc celle du géotourisme. Le géotourisme est entendu comme la provision de moyens interprétatifs et de services pour promouvoir la valeur et le bénéfice social des sites géologiques et géomorphologiques et de leur composantes pour assurer leur conservation, pour l'usage d'étudiants, de touristes et d'autres visiteurs occasionnels (Pralong 2004b : 228). Il met donc en évidence les caractéristiques géographiques d'un espace : son environnement, le patrimoine et la culture.

La mise en valeur du paysage géomorphologique est donc partie intégrante du géotourisme. Grâce à ce dernier, la géomorphologie peut devenir une composante du développement économique régional. L'avantage par rapport au tourisme classique est que le public est ciblé, les géotouristes ont une conscience environnementale et s'intéressent à la culture.

### **2.2.8.3 Les publics-cibles du géotourisme**

Il est impensable que tout le monde soit intéressé par la vulgarisation de la géomorphologie. La mise en valeur du paysage géomorphologique doit viser un public bien précis pour satisfaire les exigences des visiteurs intéressés. Kramar et Pralong (2005) ont proposé une classification des publics-cible sur la base des catégories établies par Origet du Cluzeau (1998) pour le tourisme culturel ; cette classification prévoit trois catégories de public :

- Un public de spécialistes d'un domaine des sciences de la Terre (paléontologie et minéralogie principalement) ;
- Un public très motivé par l'ensemble des thématiques culturelles ;
- Un public d'occasionnels et de curieux.

Chaque public a des exigences différentes et nécessite, donc, des produits géotouristiques et une vulgarisation différents. Ainsi, les spécialistes d'un domaine des sciences de la Terre pourraient vouloir élargir leur vision des sciences de la Terre ; il faudra donc essayer de leur transmettre une vision globale de la géologie et de sa dynamique (Reynard & Berrebi, 2008). Les personnes très motivées par l'ensemble des thématiques culturelles seront plutôt intéressées par une mise en évidence de la valeur patrimoniale des sciences de la Terre et de ses liens avec le patrimoine écologique et culturel. Le public d'occasionnels et de curieux est par contre attiré plus par le divertissement que par l'apprentissage et sera attiré par des messages simples sachant mettre en évidence l'aspect émerveillant des sciences de la Terre (Kramar & Pralong, 2005 ; Reynard & Berrebi, 2008).

### **2.2.9 Que visons-nous avec l'étude des géosites et des géomorphosites**

Le Maroc et en particulier le Maroc Central, présente une géologie et une géomorphologie extrêmement riches et diversifiées. Les sites géologiques ayant un intérêt pour la reconstitution de l'histoire de la Terre et l'observation actuelle des proces-

sus sont extrêmement nombreux. Il n'est pas envisageable de les mettre tous sous protection. D'un autre côté, les activités humaines menacent certains sites, notamment en raison de l'urbanisation progressive. D'autres sont détruits par ignorance. Il s'agit donc de procéder à un inventaire des objets de valeur, puis d'évaluer la nécessité d'une mise sous protection des objets les plus remarquables. Un tel inventaire devrait à notre sens viser un double objectif : la protection d'objets rares (empreintes...) ou vulnérables (zones alluviales actives, affleurements importants) et la valorisation du patrimoine géologique et géomorphologique du Maroc.

### **2.2.9.1 L'inventaire des géosites et des géomorphosites**

Les géosites (ou géomorphosites) sont encore peu connus du grand public et des autorités. En tant qu'éléments du patrimoine, témoins de l'évolution de la Terre et de son climat (Grandgirard, 1997), ils méritent pourtant une reconnaissance et des garanties de conservation. Dans cette optique, la réalisation d'un inventaire est essentiel pour connaître le patrimoine géo(morpho)logique d'une région. Il s'agit plutôt d'un recensement informel d'objets géologiques de valeur nationale, voire internationale, qui a comme objectif primordial, la sensibilisation de l'opinion publique au concept des géo(morpho)sites et à la nécessité de protéger ces sites de valeur (Frattini 2003).

Cependant, la réalisation d'inventaires répond à la nécessité de documenter les zones d'étude en synthétisant les connaissances bibliographiques et, si possible, en effectuant une étude de terrain. L'inventaire de géomorphosites est ainsi un outil de travail qui doit, dans une zone définie, permettre d'identifier les sites d'intérêt et fournir des indications pertinentes à leur sujet (état de conservation, niveau de protection, vulnérabilité, etc.).

L'inventaire du patrimoine géologique de l'ensemble du territoire marocain a pour objectif :

- d'identifier l'ensemble des sites et objets d'intérêt géologique, in situ et ex situ ;
- de collecter et saisir leurs caractéristiques sur des fiches appropriées ;

- de hiérarchiser et valider les sites à vocation patrimoniale ;
- d'évaluer leur vulnérabilité et les besoins en matière de protection.
- Un inventaire a d'abord une vocation informative. Mais, sur la base des informations recueillies, il permettra aussi de définir et de mettre en place une ou des politique(s) adaptée(s), en faveur de la gestion et de la valorisation du patrimoine. De ce fait, cet inventaire est surtout l'occasion d'évaluer aussi rigoureusement que possible chaque site, en tenant particulièrement compte de son état de conservation et des éventuels besoins et moyens à mettre en oeuvre pour le protéger.

### **2.2.9.2 L'évaluation des géosites et des géomorphosites**

D'après Grandgirard (1999) «l'évaluation est une étape incontournable de la gestion raisonnée des géo(morpho)sites». Donc, la conservation du patrimoine géologique, sa mise en valeur, et sa gestion nécessitent non seulement la connaissance de celui-ci, mais demandent également une idée précise de sa valeur. C'est en effet grâce à l'évaluation que nous pouvons ensuite "mesurer" la qualité en termes de valeurs des sites étudiés et ensuite proposer des mesures de gestion de ce patrimoine. Panizza dit que : «pour acquérir la conscience de leur valeur, et donc, pour les insérer correctement dans une politique d'aménagement du territoire, en les défendant et en les utilisant de la manière la plus appropriée, sans les amener à la dégradation ou à la destruction» (Panizza 2003 : 12). D'après cette définition, on peut déduire l'évaluation des géomorphosites vise deux objectifs : la protection des sites les plus fragiles et la valorisation didactique ou touristique des sites les plus pédagogiques et esthétiques.

En effet, l'objectif de l'évaluation des géomorphosites qui ont été inventoriés est d'une part de tester la fiche d'inventaire et d'évaluation, et d'autre part de faire des propositions de valorisation à partir des résultats de l'inventaire et de l'évaluation des géomorphosites culturels, dans le sens d'une promotion touristique intégrée, respectueuse de l'environnement naturel et culturel de la région et de ses habitants.

## **Chapitre 3**

# **Présentation géologique et géomorphologique de la région d'étude**

La géologie très particulière du Maroc Central permet de mieux comprendre la genèse des reliefs et plus spécifiquement celle de certains sites recensés. Ce chapitre va ainsi décrire les différentes unités qui forment le terrain, puis mettre en avant les roches constitutives de ces unités. Dans la suite du travail, notamment pour l'explication de la morphogenèse des géomorphosites inventoriés, nous allons faire appel à la géologie autant que possible, notamment dans certains cas particuliers où le rôle de la géologie est prépondérant. Cependant, il est important de définir les grands domaines structuraux du Maroc afin de replacer le Maroc Central dans le cadre de la chaîne hercynienne du Maroc.

### **3.1 Les domaines structuraux**

L'orogénèse alpine est le responsable majeur du découpage structural actuel, elle a engendré de grands domaines montagneux : le Rif, le Haut Atlas et le Moyen Atlas, qui découpent et reprennent des terrains plus anciens, structurés par les orogénèses

précambriennes et hercyniennes, ainsi le Maroc est découpé en cinq domaines structuraux majeurs (Piqué et Michard, 1989). Du Sud vers le Nord, on distingue (Fig : 3.1) :

### **3.1.1 Le domaine Saharien**

Il correspond au nord-ouest du craton Ouest-Africain (Dorsale de Rguibate) fortement déformé et métamorphisé pendant l'orogénèse Eburnéenne. Il est recouvert vers le Nord par la série paléozoïque non déformée du bassin de Tindouf.

### **3.1.2 Le domaine Anti-atlasique ou Pré-Saharien**

Ce domaine est limité au Sud par le domaine Saharien et au Nord par l'accident sud-atlasique qui le sépare du domaine Atlasique. Il est constitué d'un socle précambrien qui affleure en plusieurs boutonnières et il est structuré par l'orogénèse panafricaine entre 680 et 570 Ma. Les terrains paléozoïques forment la couverture faiblement plissée du socle.

### **3.1.3 Le domaine Atlasique**

Il regroupe le Moyen et le Haut-atlas constituée d'un socle hercynien et d'une couverture mésozoïque et cénozoïque. Cette couverture est fortement plissée lors de l'orogénèse alpine.

### **3.1.4 Le domaine Mesetien**

Il correspond au domaine de la chaîne hercynienne du Maroc. Il est constitué par des terrains paléozoïques structurés par l'orogénèse varisque et recouverts par des séries secondaires et tertiaires non déformées. Ce domaine est subdivisé par le moyen Atlas en Meseta Marocaine à l'Ouest et en Meseta oranaise à l'Est.

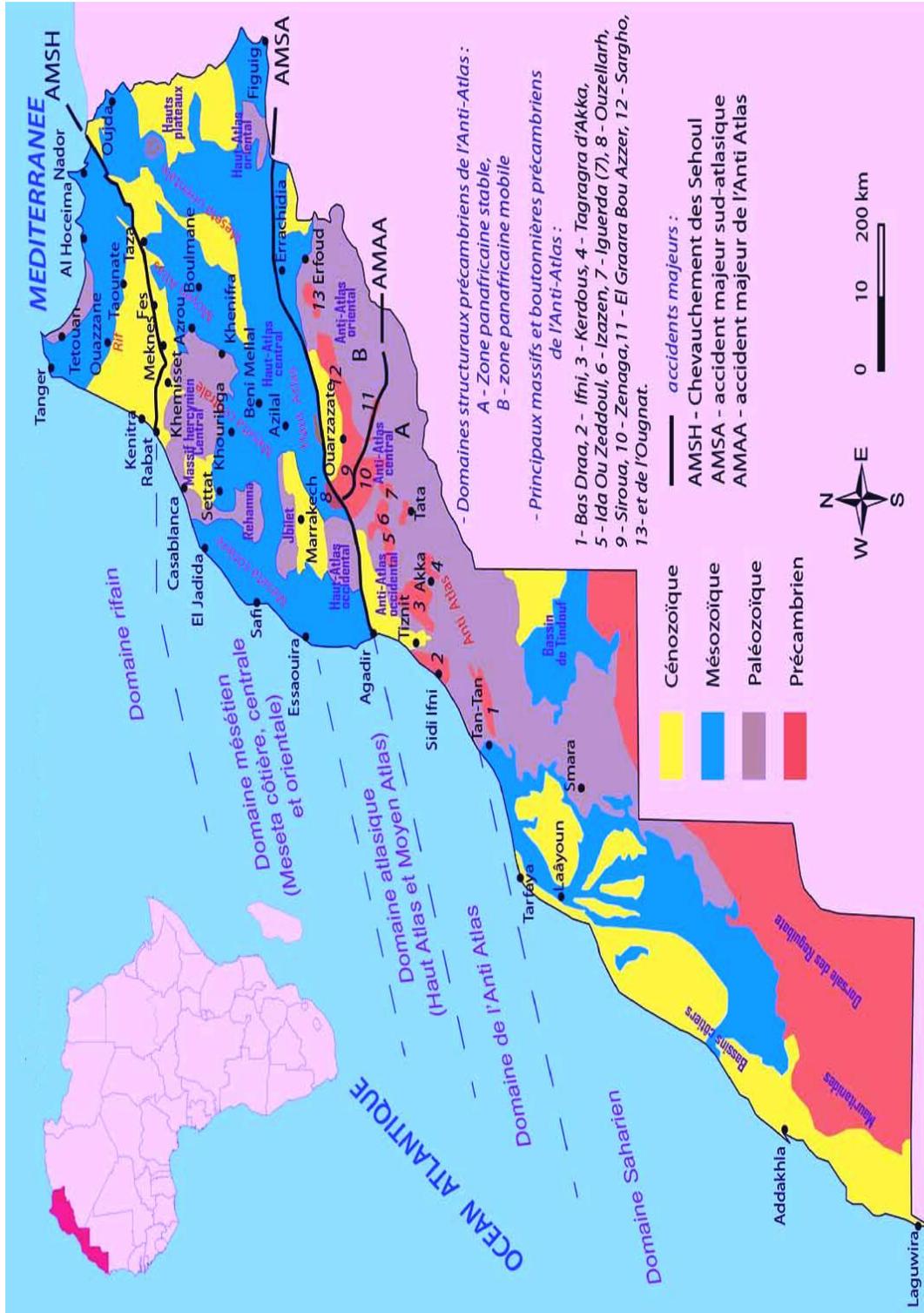


FIGURE 3.1: Les domaines structuraux du Maroc (LGARNPGE, D.Fadli et al. (2001).

### **3.1.5 Le domaine Rifain**

Il est situé au Nord du Maroc. Ce domaine représente un fragment de la chaîne alpine au Maroc et montre une structuration complexe. Le massif du Maroc Central dans lequel affleurent les séries sédimentaires étudiées appartient au domaine Mesetien.

## **3.2 Les zones structurales de la chaîne hercynienne du Maroc**

La chaîne hercynienne au Maroc est l'ensemble des terrains paléozoïques affectés par les mouvements hercyniens qui, au Maroc, datent du Dévonien terminal au Carbonifère moyen. Cette chaîne est délimitée par le Môle côtier à l'Ouest, le domaine de l'Anti-Atlas au Sud et le bloc de Sehoul au Nord. Elle fut étudiée par plusieurs auteurs : Michard et Piqué (1979), Piquet et Michard (1981), Hoepffner (1987), Bouabdelli (1989), Fadli (1990) et Zahraoui (1991) qui montrent une zonation des terrains paléozoïques de la Meseta Marocaine dont 4 zones structurales ont été définies (Fig : 3.2) :

### **3.2.1 La zone orientale**

Elle correspond à l'ensemble de la Meseta orientale. Cette zone constitue le domaine interne de la chaîne (Piqué 1983 ; Hoepffner 1987). Elle est caractérisée par l'individualisation au Dévonien d'un bassin de flyschs ou d'un ensemble de bassins alignés le long de l'axe Marrakech-Oujda et orientés NE-SW, par une phase tectonométamorphique d'âge Dévonien supérieur et par le développement au carbonifère d'un volcanisme calco-alcalin débutant dès le Viséen supérieur et se prolongeant jusqu'au Westphalien A.

### **3.2.2 La zone de transition ou zone de «nappes»**

Elle correspond à la marge ouest de la zone orientale, et elle comprend la partie ouest de Maroc Central (Khénifra-Azrou), des Jbilets orientales et au sud de la boutonnière de Ait Tamlil. Cette zone se caractérise par des bassins turbiditiques au Viséen supérieur, dans lesquels se mettent en place des nappes synsédimentaires et d'olistostromes issues de la zone orientales, et par une phase tectonométamorphique d'âge Viséen supérieur : c'est la phase sudète.

### **3.2.3 La zone de la Meseta centrale**

Elle comprend l'essentiel du Maroc Central, les Rehamna et les Jebilets Centrales, et le Haut Atlas du Marrakech. La série stratigraphique y est quasi continue du Cambrien au Westphalien A. les sillons turbiditiques s'y individualisent à partir du Dévonien supérieur, en écho à la phase «bretonne» de la zone orientale. La structuration d'âge intra-Westphalien (phase asturienne) atteint son maximum le long des zones de cisaillements et en bordure des batholites granitiques, où le métamorphisme régional atteint son maximum.

### **3.2.4 Les marges de la chaîne**

Ce sont des zones où la tectonique hercynienne est de faible intensité. A l'Ouest c'est le Môle côtier vers lequel sont déversées les structures de la Meseta centrale. Au sud, c'est la frange nord de l'Anti-Atlas vers lequel sont déversées les structures de Tineghir et de Beni-Zireg. La zone de Rabat-Tifelt (bloc de sehou) : Elle est située au Nord de la Meseta centrale. Elle correspond au bloc calédonien de Sehou, constitué de terrains Cambro-ordovicien métamorphisés et recoupés par des granites d'âge Ordovicien supérieur.

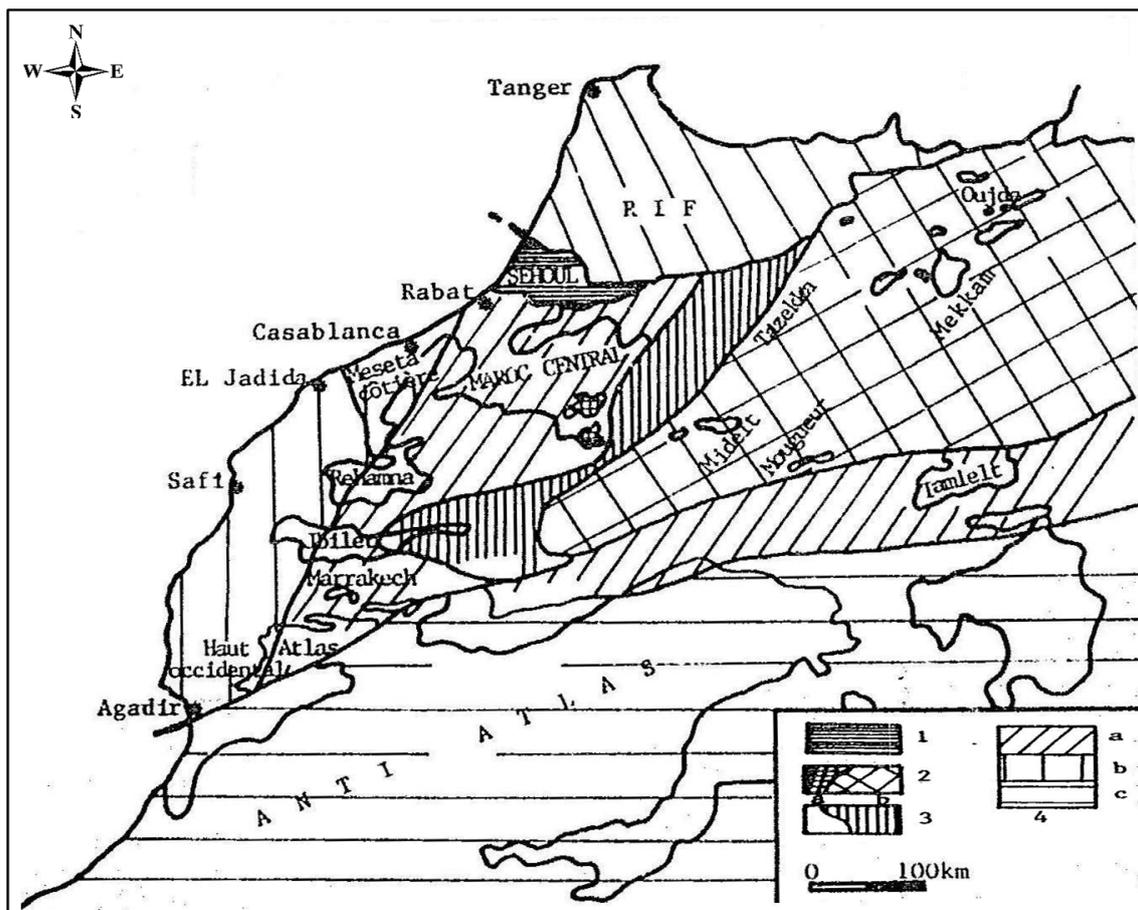


FIGURE 3.2: Les zones structurales de la chaîne hercynienne du Maroc (d'après Piqué et Michard, 1981-1983; Hoepffner, 1987). 1 : bloc de sehoul, fragment de la chaîne calédonienne accolé à la Meseta lors d'événements acadiens ; 2 : zone orientale (Meseta occidentale) ou zone interne de la chaîne à phase éovarisque, bretonne ; 3 : zone de transition ; 3a : zone à phase de plissement sudète probable (Tazzezkz, pays Zaian) ; 3b : zones de nappes syn à tardi-sédimentaires mises en place au Viséen supérieur ; 4 : zones externes à phase de plissement namuro-westphalienne sans phase précoce ; 4a : zone de Meseta centrale intensément plissée (Tamlelt) ; 4b et 4c : régions peu déformées du Môle côtier Mesetien et de l'Anti-Atlas.

### 3.3 Les travaux antérieurs

L'évolution géologique de la zone d'étude s'inscrit en grande partie dans l'évolution du Maroc Central hercynien (Michard, 1976, 1994) et ses bordures. Plusieurs travaux géologiques ont été effectués dans cette importante région dont les terrains

s'échelonnent du Paléozoïque au Quaternaire.

Cependant, les travaux entrepris dans le massif du Maroc Central sont nombreux. Les grandes périodes de recherches se résument de la manière suivante :

- ▶ Du début du siècle, notamment avec les travaux de Russo et Tusseau (1916), jusqu'à la fin des années 1940, le Maroc Central a fait l'objet de nombreuses recherches dont le résultat était un apport d'une somme considérable de faits stratigraphiques et paléontologiques (Termier, 1931, 1932, 1939 et 1947 ; Termier H. et G., 1950 et Bensaid, 1979).

- ▶ Les années 1950 à 1960 étaient caractérisées surtout par des recherches minières. Plusieurs gîtes minéraux ont été alors découverts et décrits (Van leckwijck, 1951 ; Morin, 1951, 1958 et 1960 ; Agard et al., 1958 ; Agard, 1966).

- ▶ A partir des années 1970, les études structurales au massif du Maroc Central deviennent de plus en plus massives jusqu'à notre jour (Huvelin, 1969-70 et 71 ; Allary, 1972 ; Lavenu, 1972 ; Ribeyrolles, 1972 ; Gendrot , 1973 ; Cailleux, 1974 et 1985 ; Zouine, 1986 ; Piquet, 1979 ; El wartiti, 1981 et 1990 ; Bouabdelli, 1982 et 1989 ; Badra, 1983 ; Fischer, 1983 ; Fadli, 1983 et 1990 ; Verset, 1988 ; Faik, 1988 ; Habibi, 1989 ; El Attari, 1990 ; Tahiri, 1991 ; El Hassani, 1991 ; Zahraoui, 1991 ; Chakiri, 1991 et 2002 etc).

### **3.4 Présentation de la région d'étude**

La Meseta marocaine, ou Plateau central marocain, est un massif ancien situé dans le nord-ouest du Maroc, entre la côte atlantique et le Moyen Atlas ; elle couvre une superficie de 8 500 km<sup>2</sup>. Dissymétrique, le plateau culmine au sud-est (djebel Mtourzgene, 1 627 m) et retombe par une série de gradins vers le nord-ouest. Il est coupé de nombreuses vallées dont certaines sont profondes (comme l'oued Grou) qui rendent la circulation difficile. De climat relativement humide, offrant un paysage de

forêts (chênes verts) et de pâturages, la Meseta est faiblement peuplée par des tribus arabes et surtout berbères, en voie de sédentarisation (Zaër, Zaïane, Zemmour). Le Plateau central est consacré aux cultures extensives associées à l'élevage (ovins ou bovins).

### **3.4.1 Délimitation et cadre géographique général**

Le Maroc Central, Massif Central ou plateau Central Marocain (Termier, 1936 ; Morin, 1959 et Beaudet, 1969) qui fait partie de la Meseta occidentale, s'inscrit géographiquement dans un quadrilatère dont Rabat-Azrou et Casablanca-Kasbat-Tadla représentent les sommets (Bouabdelli, 1989) (Fig :3.3). Il représente une vaste aire géographique qui fait 100 km du Nord vers le Sud et 140 km de l'Ouest en Est.

C'est le massif le plus étendu. A l'ouest, il est s'enfonce sous l'océan Atlantique où il se prolonge par une marge encore peu connue ; à l'Est, il est recouvert dans la région d'Azrou par les terrains jurassiques tabulaires du Causse moyen-atlasique et, à Khénifra, il est directement en contact avec les séries mésozoïques plissées du Moyen Atlas. Au Sud, c'est la couverture méso-et cénozoïque du Plateau des Phosphates qui repose, en discordance majeure, sur le socle paléozoïque ; au Nord, enfin, ces terrains anciens plongent sous les fossés récents du Gharb et du Saïss.

L'altitude moyenne du Massif central s'élève progressivement d'Ouest en Est (Beaudet, 1969). Ce massif profite d'une situation géographique privilégiée et des ressources en eau et en sol considérables susceptibles de favoriser un développement agricole remarquable.

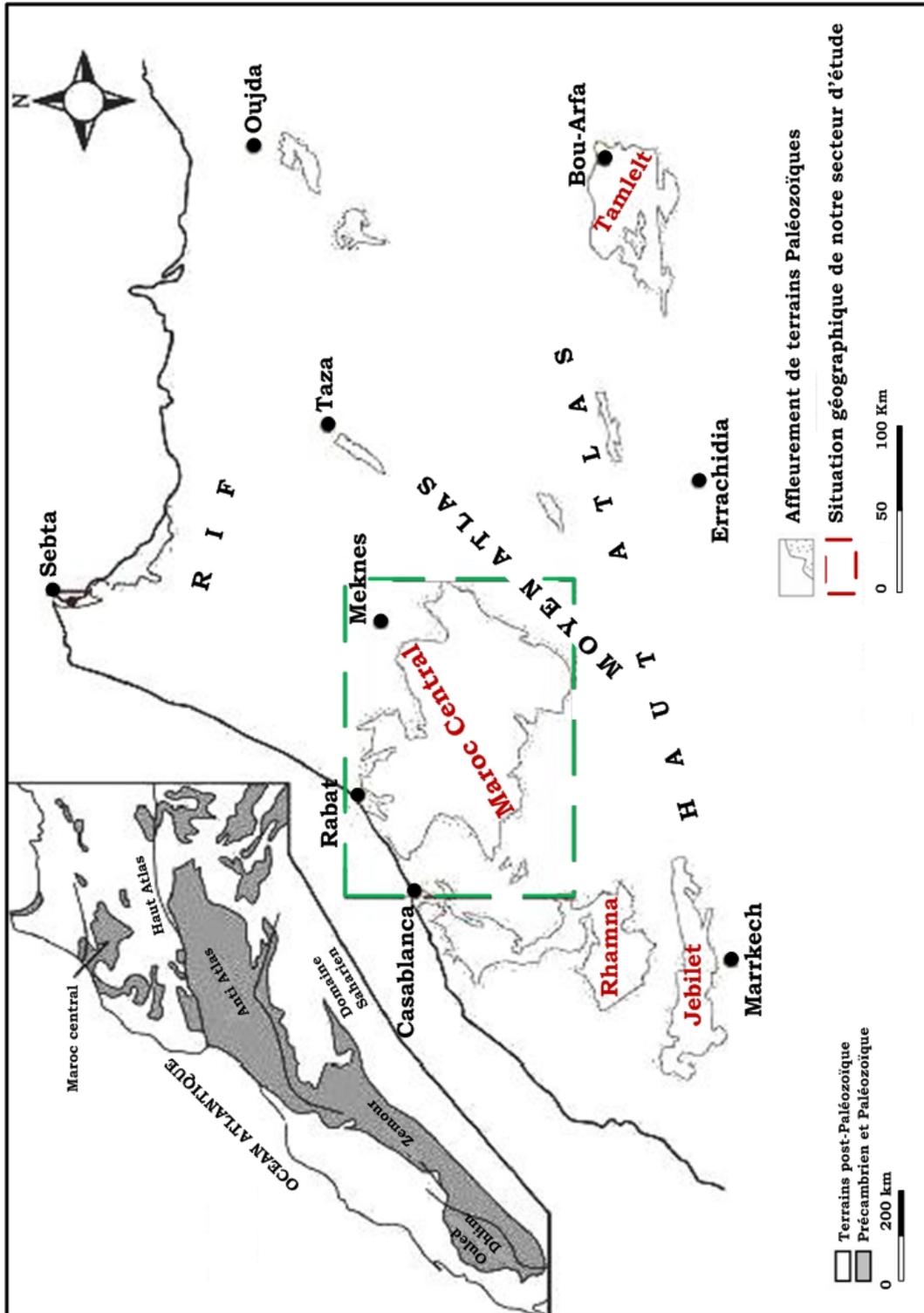


FIGURE 3.3: Carte de situation géographique du Massif central

### 3.4.2 Cadre géologique

Le Massif central marocain constitue un vaste affleurement de terrains paléozoïques présentant la particularité de ne pas avoir été perturbé par les plissements alpins puisque les terrains du Trias et le Jurassique reposent en discordance sur le Paléozoïque. Il occupe la zone septentrionale de la Meseta marocaine où les terrains s'étagent depuis le Précambrien jusqu'aux faciès conglomératiques rouges du Permien.

De ce fait, le Maroc Central représente une mégafenêtre de terrains Paléozoïques recouverts en discordance majeure par des terrains d'âge plus récent allant des formations triasico-liasiques, tertiaires, jusqu'aux terrains quaternaires. Les séries antécarbonifères (schistes et quartzites, calcaires) sont recouvertes en discordance par des terrains carbonifères (schistes et calcaires du Viséen et flysch du Namurien probable) à l'Est d'Aguelmous. Ces séries affleurent à la faveur de bombements anticlinaux et synclinaux, et se trouvent souvent en contact par des failles avec des terrains carbonifères largement développés dans les zones synclinales. Les affleurements du Précambrien n'apparaissent que de façon locale, au niveau de quelques boutonnières (région de Goaïda et Bouacila) ou dans les horsts tels que celui de Jbel Lahdid. Ces rares affleurements témoignent du plongement vers le NW du carton africain (Agard, 1966). La couverture de ce socle hercynien est formée soit de calcaires d'âge mésozoïque du Moyen Atlas, soit de formations mésozoïque et cénozoïque du plateau où se situent les grands gisements de phosphates.

Par ailleurs, Ce fragment de chaîne s'est édifié au cours de plusieurs épisodes tectoniques superposés au sein d'un niveau métamorphique anchi-épizonal.

Ainsi, le premier découpage structural du massif du Maroc Central est dû à Termier (1936 et 1939). Cet auteur distingua trois zones anticlinales séparées par deux zones synclinales. Par la suite, Van Leckwijck et al. (1995) et Morin (1955 et 1959) redéfinissaient ce découpage et il était devenu classique de distinguer dans le Maroc Central les unités structurales suivantes qui sont de l'Ouest vers l'Est (Fig :

3.4) :

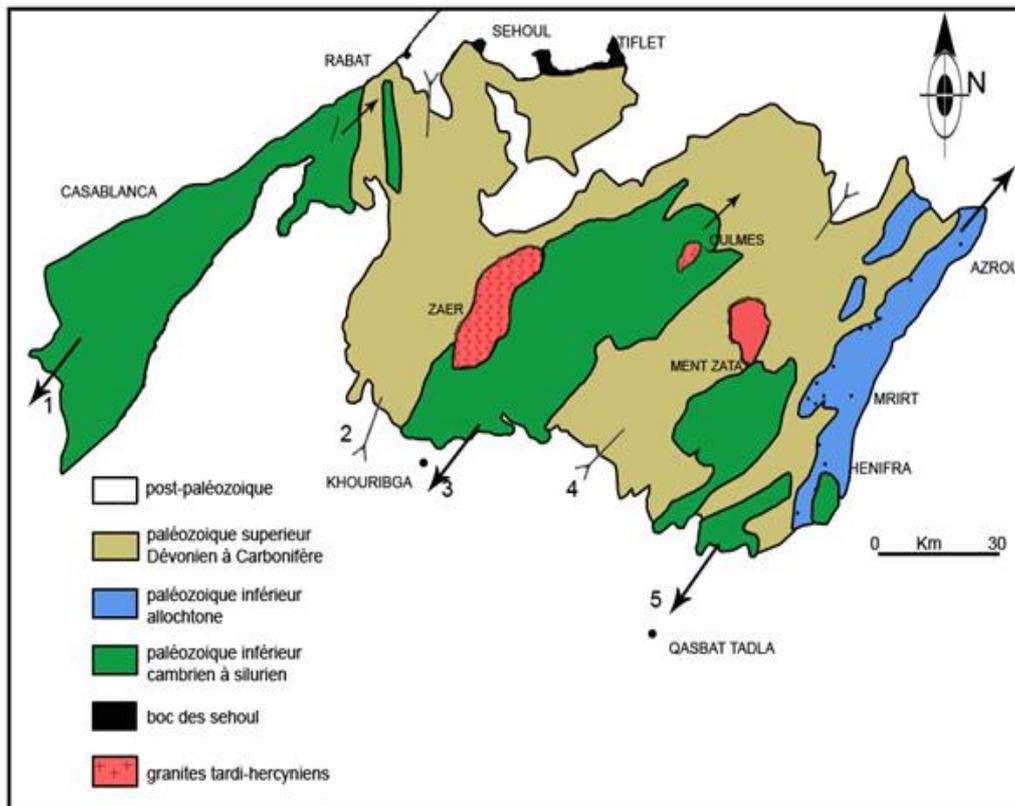


FIGURE 3.4: Les unités structurales du massif hercynien central : 1, anticlinorium de Casablanca; 2, synclinorium occidental; 3, anticlinorium de Khouribga- Oulmès; 4, synclinorium de Fourhal-Tiflet; 5, anticlinorium de Casba-Tadla- Azrou.(in Ntarmouchant 1991).

- L'anticlinorium de Casablanca ;
- Le synclinorium occidental ;
- L'anticlinorium de khouribgua-Oulmès ;
- Le synclinorium de Fourhal-Telt ;
- L'anticlinorium de Kasbat-Tadla-Azrou.

Dans toute la littérature géologique du Maroc, le massif hercynien du Maroc Central au sens strict se limite aux trois dernières unités. Ces unités sont orientées NE-SW et sont séparées par des zones de failles très complexes.

### **3.4.2.1 L'anticlinorium de Casablanca**

L'anticlinorium de Casablanca est situé à l'ouest de la province, elle présente des faciès diversifiés appartenant essentiellement au Cambrien et à l'Ordovicien. Ce sont surtout des roches schisteuses telles que les schistes de Bouznika.

### **3.4.2.2 Le synclinorium occidental**

Ce synclinorium est formé par de vastes affleurements dévono-carbonifères (Piqué, 1979; Fadli, 1990; Tahiri, 1991; Zahraoui, 1991). Il est limité à l'Ouest par les assises secondaires et quaternaires de la basse Chaouia, à l'Est par les crêtes quartzitiques de l'ordovicien du pays du Skhour, et au Nord, il est limité par les affleurements du Paléozoïque inférieure de l'anticlinorium Rabat-Tiflet. Au Sud (à la latitude de Rommani) le synclinorium s'épanouit car son flanc oriental prend une direction WSW-ENE, jusqu'au dessus d'Ouljet Es-Soltane où il constitue la couverture périclinale de l'anticlinorium Khouribga-Oulmès.

### **3.4.2.3 L'anticlinorium de Khouribga-Oulmès**

Cette grande structure anticlinale a une forme elliptique avec un cœur constitué par des terrains ordoviciens. Elle est percée par deux intrusions granitiques importantes : le granite des Zaër à l'Ouest d'âge  $284 \pm 15$  Ma (Choubert et al., 1965) et le granite d'Oulmès à l'Est dont l'âge varie entre 300 et 260 Ma (Choubert et al., 1965; Mrini, 1985 et Diot et al., 1987) et dont l'origine serait liée à une fusion crustale au niveau d'une zone de cisaillement (Piqué, 1976 et Tahiri, 1991). Dans l'anticlinorium de Khouribga-Oulmès, les phases tectoniques sont actuellement bien connues (Cailleux, 1974 et 1978; Tahiri, 1991). Ces phases, essentiellement post-viseennes, sont à l'origine d'une structure dont le détail montre une organisation où alternent des anticlinaux et des synclinaux d'orientation NE-SW (Van Leckwijck et al., 1995).

#### **3.4.2.4 Le synclinorium de Fourhal-Telt**

Il est limité par l'anticlinorium de Khouribga-Oulmès à l'ouest et par l'anticlinorium de Kasbat-Tadla-Azrou à l'Est. Les terrains qui affleurent dans ce synclinorium sont datés du namuro-westphalien et ils sont percés par le granite de Ment dont l'âge est compris entre 280 et 250 Ma (Tisserant, 1977 in Diot et al., 1987).

#### **3.4.2.5 L'anticlinorium de Kasbat-Tadla-Azrou (ou zone d'Azrou-Khénifra)**

Limité à l'Est par le Causse Moyen-Atlasique. Sur le plan structural, cet anticlinorium est marqué par une complexité liée à la fois à une tectonique précoce et au caractère polyphasé de l'orogénèse hercynien (Huvelin, 1969-70-71 ; Allary et al., 1976 ; Bouabdelli, 1989). Cette zone est caractérisée par l'existence de nappes synsédimentaires, d'origine orientale et d'âge ordovicien à Viséen. Ces nappes ont été mises en place dans un bassin turbiditique qui était installé dans cette zone au Viséen supérieur (Bouabdelli, 1989).

### **3.4.3 Séries stratigraphiques du Maroc central**

Sur le plan stratigraphique, le Massif Hercynien Central est constitué, de terrains dont la nature lithologique est très variée. Ces terrains sont composés de plusieurs formations dont l'âge s'étend du paléozoïque au Quaternaire. Les formations paléozoïques sont les plus représentées ; leur âge s'échelonne du Cambrien au Permien. Les formations mésozoïques, cénozoïques et quaternaires reposent en discordance angulaire sur les dépôts paléozoïques (Termier, 1936 ; Chakiri, 1991 ; El Hassani, 1991 ; Tahiri, 1991). Ces terrains sont percés par des roches magmatiques qui sont de nature pétrographique, d'origine et d'âge variables.

Dans le Massif central, les Hercynidites marocains reposent sur un soubassement Précambrien (Précambrien supérieur : Cadomien) représenté par les rhyolites et les andésites de Bouacila et le granite de Goaïda).



### 3.4.3.1 Le socle hercynien

#### ☛ Le Cambrien

Le cambrien moyen et inférieur est représenté par des schistes gris légèrement métamorphisés, de passées pyroclastiques, de microconglomérats et de lits de dolérites, avec une épaisseur de plus de 2000 m. Ainsi vers leur sommet, ces couches comportent un banc de calcaire conglomératique.

Tandis que le Cambrien supérieur, est constitué par des séries schisteuses renfermant une série grés-quartzitique avec deux grandes barres de quartzites massives et claires d'environ 100 m d'épaisseur pour chacune, séparées par des passées grés-schisteuses minces.

#### ☛ L'Ordovicien

D'environ 1500m d'épaisseur, cette puissante série est constituée par des schistes homogènes noirs et durs, mais très cassants. L'Ordovicien inférieur affleure au niveau de la plaine d'Asfar à l'amont du bassin de Grou et de la plaine de Smaala dans la partie médiane.

Alors que l'Ordovicien supérieur qui est constitué de quartzites interstratifiés avec des lits de grés, de calcaires silicifiés et de schistes, est affleure au Nord et au Sud du plateau d'Ezzhiliga.

#### ☛ Le Silurien

Cette série épaisse d'environ 150 m d'épaisseur, est essentiellement constitué par des formations schisto-argileuses très altérées. Elle affleure au Nord de la plaine de Smaala et au Nord du plateau d'Ezzhiliga. A la base de la série, on trouve des schistes gris-sombre avec des bancs calcaires. Alors que les couches supérieures qui sont toujours fragile deviennent de plus en plus claires et montrent un faciès de flysch sur une épaisseur de 50 m en alternance avec des passées grés-quartzitiques décimétriques et des bancs plus épais de schistes.

#### ☛ Le Dévonien

Le Dévonien supérieur et moyen (le Givétien) est représenté par des schistes à

bancs calcaro-gréseux, d'origine marine d'environ 100 m d'épaisseur. Ainsi le sommet de la série est constitué par des calcaires noduleux à ciment ferrugineux et schisteux.

### ☛ Le Carbonifère

Le Carbonifère inférieur commence avec le Tournaisien qui est constitué par une série épaisse d'environ 250 m d'épaisseur, constituée essentiellement par une alternance de schistes et de petits lits calcaires ou gréseux.

Alors que le Carbonifère moyen est caractérisé par les séries suivantes :

☛ La série du Viséen moyen et inférieur est représenté par des schistes relativement friables séparés par des altérations rougeâtres de filons de dolérites et de minces lits gréseux.

☛ La série du viséen supérieur est caractérisée par la présence d'un conglomérats de base surmonté par des schistes d'épaisseur variable, puis par une couche puissante d'environ 80 m de calcaire bleu massif. un second conglomérat transgressif s'installe au dessus.

Alors que, le Carbonifère supérieur comprend deux étages :

☛ Le Namurien : les formations d'âge Namurien ont généralement une lithologie peu variable. Il s'agit d'alternance de quartzites et de pélites qui s'organisent en séquences turbiditiques d'épaisseur décimétrique à métrique (Termier, 1936 ; Cailleux, 1974 ; Bensaïd et al., 1980 ; Bouabdelli, 1989 ; Tahiri 1991 ; Ghfir, 1993 et Ben Abou, 2001). L'ensemble, présente une résistance particulière, puisque les bancs gréseux se multiples alors que les intercalations schisteuses sont peu épaisses. Cette série affleure au niveau de Koudiat el Louz et de Fourhal. L'épaisseur de ces formations peut atteindre 500 m dans la région de Fourhal.

☛ Le Westphalien : les terrains Westphaliens ont une extension limitée. ils ont été décrits par Termier (1936) sous le nom de " faciès de Sidi Kassem " puis plusieurs auteurs les ont décrits : Bensaïd et al (1980), El Wartiti (1981) et Ben Abou (2001). L'épaisseur de la série westphalienne est estimée à 1000 m environ. elle est discordante sur les couches du Silurien et de l'ordovicien, et comporte des schistes à lits charbonneux et surtout des conglomérats à éléments peu roulés et assez mal

cimentés sous forme d'une molasse continentale rouge lie-de-vin qui constituent le Plateau d'Ezzhiliga.

### ☛ Le Permien

Les terrains permien exclusivement continentaux sont représentés en plusieurs régions du massif Central marocain. On les trouve dans le bassin versant du Bouregreg et dans le bassin de Chougrane. Dans l'ensemble de ces régions, les séries permiennes présentent de grandes similitudes entre elles, dont l'énumération est faite par El Wartiti (1981, 1990).

Le permien est représenté par des terrains sédimentaires continentaux rouges, constitués par des argiles gréseuses rouges avec des intercalations de grès friable et surtout des conglomérats à galets. De ce fait les séquences élémentaires sont du type : conglomérat-grès-argiles, avec un matériel détritique exclusivement issu des reliefs hercyniens proches. Les dépôts permien sont continentaux et souvent détritiques. Aussi, la puissance de la série permienne est d'environ 400 m. Ces formations continentales sont toujours associées à des manifestations volcaniques qui datent de cette époque (rhyolites + andésites + ignimbrites + cinérites + tufs), dont les points de sortie sont greffés sur des accidents profonds.

#### 3.4.3.2 Couverture sédimentaire

### ☛ Trias

Les formations triasiques débutent d'abord par un affleurement grés-quartzeux fin à ciment argileux ne dépassant pas 2m d'épaisseur. Ensuite par une série argileuse inférieure discordante sur le socle paléozoïque est composée de conglomérat, d'argilites gréseuses et d'argilites fines, dans laquelle s'interstratifient par endroit des bancs évaporitiques ; l'ensemble de ces formations est surmonté par des coulées basaltique formées de l'empilement de plusieurs coulées doléritiques abritant parfois des lentilles carbonatées, salifères ou anhydritiques. A la fin le trias se termine par une série argileuse supérieure qui est limitée à sa base par le toit du sel et à son sommet, quand elle n'affleure pas, soit par les dépôts miocènes discordants, soit par

les premiers bancs de dolomie «infraliasique» qui semblent concordants.

### ☛ Le Cénomanién

Débutant par une mince couche marneuse d'une couleur sombre (bleu-noir) que surmontent des bancs de calcaires marneux. Cette série épaisse d'environ 900 m apparaît dans l'extrémité nord du Plateau des Phosphates, fossilisant en discordance angulaire la partie méridionale du Massif central.

### ☛ Le Mio-Pliocène

Les formations mio-pliocènes ne sont pas puissantes, elles ne dépassent pas 10 à 15 m. elles sont constituées essentiellement par des dépôts gréso-marneux avec des bancs sablo-gréseux d'une couleur gris ou jaunâtre. Ces sédiments reposent en discordance sur le Trias et le Carbonifère dans la partie aval du bassin Grou. Les terrains miocènes ont subi les effets d'une tectonique cassante accompagnée d'un gauchissement notable des couches.

### ☛ Le Quaternaire

Il est relativement peu important. Il affleure le long des principaux cours d'eau et localement dans les petites dépressions morphologiques, perchées dans les hauts reliefs.

Au dessus des formations miocènes, on peut distinguer quatre types de faciès quaternaires (El Wartiti, 1981) :

❖ **Des dépôts fluviolacustres** : il s'agit de formations indurées, composées d'éléments plus au moins consolidés, dont l'épaisseur peut atteindre 3 m. montrant une stratification, soulignée par des bancs conglomératiques à matrice calcaire, de 30 à 40 cm ;

❖ **Des épandages continentaux** : Ils apparaissent surtout sur les versants des reliefs modérés sous deux formes (Beaudet, 1969) :

✗ Des surfaces constituant des replats bien développés. Elles sont représentées par des galets patinés de quartzites, de gravillons, quelques fragments de calcaires miocènes et de débris de basaltes triasiques. Ces éléments sont mêlés dans une matrice argilo-sableuse ;

✕ Des placages d'éboulis actuels en amas de blocs arrondis ou anguleux enrobés dans une matrice rouge sablo-argileuse reposant sur des croupes arrondies dominant les reliefs avoisinants.

❖ **Des terrasses alluviales** : Elles sont épaisses et de grande étendue dans la couverture tendre triasico-miocène et de moindre importance dans le paysage primaire à cause de l'encaissement des vallées. Trois niveaux de terrasses sont distingués :

✕ Terrasse tensiftienne : constituée essentiellement de sables argileux grossiers, de graviers et de blocs anguleux ou arrondis ;

✕ Terrasse soltanienne : constituée principalement d'éléments sablo-limoneux, avec quelques granules et rares graviers ;

✕ Terrasse rharbienne : représentée par des éléments sableux de couleur beige à grisâtre.

❖ **Les sols tirsifiés** : Ces sols sont associés aux épandages et aux différentes terrasses décrites précédemment. Se sont des terres noires très fertiles riches en matières organiques qui proviennent de décomposition et remaniement sur place des marnes miocènes ou du complexe basaltique triasique.

#### 3.4.4 Aperçu structural

L'ensemble nord-mesétien, défini précédemment est composé de cinq grandes zones structurales (Michard, 1976). Elles sont caractérisées par un ensemble de plis de très grandes ampleurs et de mégafailles ayant joué en limite de bassin au Carbonifère et en cisaillement lors des compressions tardi-hercyniennes. La structure du Maroc Central est dominée par l'existence d'une importante unité anticlinoriale complexe orientée NE (Termier, 1936 ; Morin, 1959). Elle est marquée par l'anticlinorium de Khouribga – Oulmès intrudé par le batholite granitique d'Oulmès, flanquée de deux vastes synclinoriums d'âge Carbonifère : le synclinorium Rommani-Oullada, orienté ENE, et le synclinorium de Fourhal-TeIt, d'extension NE intrudé par le granite du Ment (Fig : 3.6). A l'extrémité orientale du Massif central, plusieurs massifs

anciens constituent une deuxième grande unité anticlinoriale nommée l'anticlinorium de Kasba Tadla-Azrou, localisé dans la zone du pays des Zayane avec ses minuscules stocks granitiques intrusifs de Jbel Aouam.

Le Maroc Central constitue une portion de la chaîne hercynienne présentant la particularité de ne pas avoir été perturbé par les mouvements plicatifs alpins.

De grands accidents longent les flancs des principales zones anticlinoriales ; tel est le cas de l'importante fracture Smaala-Oulmès, de direction générale NE, située sur le flanc Est de l'anticlinorium Khouribga-Oulmès (Fig : 3.6), ou de celles ayant relevé en horst tous les terrains antécarbonifères dans la moitié Sud de l'anticlinorium de Kasba Tadla-Azrou (Morin, 1959 a ; Huvelin, 1969 ; Esterle, 1971). En outre, le flanc septentrional du synclinorium de Rommani Oulada s'appuie contre un accident EW qui a relevé au Nord de Tiflet les séries anticarbonifères et qui est presque entièrement caché sous la couverture post Carbonifère (Kosakevitch, 1973).

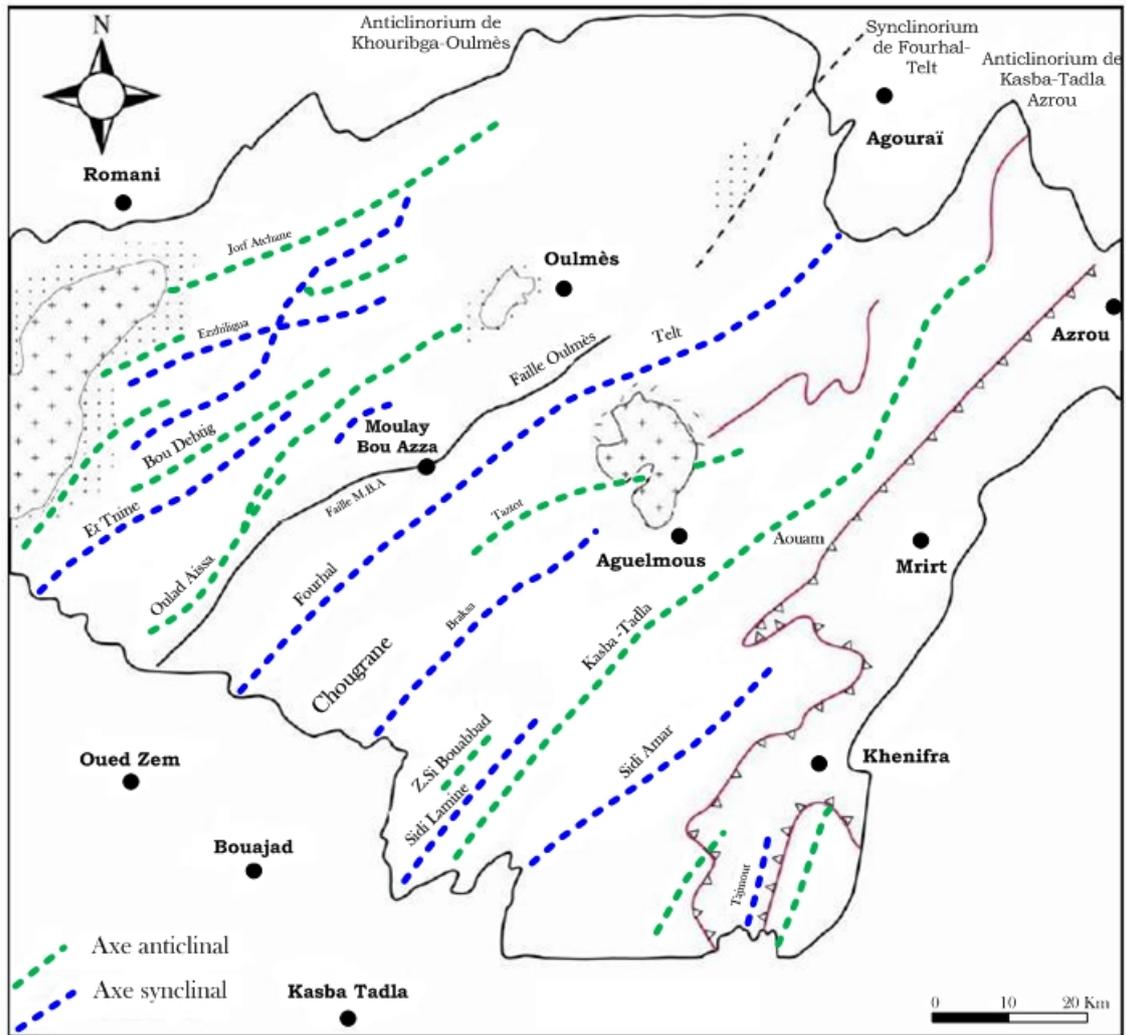


FIGURE 3.6: Carte des structures majeures hercyniennes du Maroc Central (Verset, 1983).

### 3.4.5 Le magmatisme du Maroc Central

#### 3.4.5.1 Les plutons granitiques

Le massif central marocain principale unité hercynienne de la Meseta occidentale constitue l'encaissant de roches magmatiques, aussi bien plutoniques que subvolcaniques. De ce fait il montre plusieurs affleurements granitiques dont l'importance cartographique est variable selon le degré d'érosion et la profondeur de mise en place des plutons (Boushaba et al., 1989). On connaît trois principaux massifs in-

trusifs d'âge Stéphano-Permien dans les terrains primaires du Maroc Central, ils sont d'âge :

- ☛ Le granite de Zaër daté de  $303 \pm 13$  Ma (Mrini, 1992) ;
- ☛ Le granite de Ment daté de  $279 \pm 6$  Ma (Mrini 1985, 1992) ;
- ☛ Le granite d'Oulmès daté de  $298 \pm 4$  Ma (Mrini, 1985).

Egalement dans ce massif, d'autres granites de moindre superficie sont connus, tels que ceux de Moulay Bouazza, Zrahina et de Jbel Aouam. En outre des études gravimétriques (Van Den Bocsch, 1971) ont mis en évidence l'existence d'un massif granitique enfoui à Jbel Achemèche (El Hammam).

Une comparaison des granites du Maroc Central à été établie par Sonnet (1981) et Jebrak (1985), ces massifs ont fait l'objet d'autres études réalisées par un ensemble d'auteurs, qui ont montré que les granitoïdes du Maroc Central sont des granites crustaux avec une légère tendance granodioritique calco-alcaline.

La mise en place des granites est à l'origine de développement d'auréoles de métamorphisme de contact dont l'importance est tributaire de la dimension et du niveau de mise en place du massif granitique. On estime que la profondeur de mise en place est relativement faible pour le granite d'Oulmès et les pointements d'El Hammam et Moulay Bouazza, par rapport aux autres massifs granitiques.

Ces intrusions magmatiques sont réputés associées à des minéralisations diverses qui ont fait et qui font l'objet d'exploitation.

#### **3.4.5.2 Les filons**

Le Massif Central Marocain est percée par plusieurs filons de roches magmatiques de nature variable. Ces roches magmatiques filoniennes sont très fréquentes, généralement orientés NE – SW. Elles sont formées de roches basiques en faibles proportions, plus souvent de roches acides, de textures et de compositions variables. Toutes ces roches sont rangées et désignées sous deux ensembles : roches doléritiques et roches microgranitiques (Morin, 1951). Ces roches filoniennes, mafiques doléritiques fréquentes dans les terrains carbonifères, sont antérieures en occurrence

aux batholites granitiques du massif central qui les métamorphisent parfois (Termier, 1936). La mise en place des roches microgranitiques, postérieurs à ceux doléritiques précéderait celle des granites (Morin, 1951 ; Agard et al., 1955, 1958). Les roches filoniennes ne produisent qu'exceptionnellement une transformation des terrains encaissants qui d'ailleurs, reste très limitée (Agard et al., 1958).

### 3.4.5.3 Les roches volcaniques

Le Maroc Central est caractérisée par plusieurs types de roches volcaniques qui se sont mises en place depuis le Paléozoïque jusqu'au Quaternaire. Ainsi on distingue :

#### ☛ *Episode tardihercynien*

Il s'agit d'un volcanisme acide postérieur à la mise en place des granites dans le Massif hercynien marocain. Il est représenté par les andésites et les rhyolites à faciès variés, affleurant en massifs, coulées ou filons-couches. On les rencontre le plus souvent à la périphérie du massif hercynien, et intimement associés aux bassins Permien.

#### ☛ *Episode triasique*

Il ne comprend qu'un complexe basaltique peu ou pas différencié qui se trouve toujours interstratifié dans les argilo-pélimitiques rouges du Trias supérieur. Il s'agit d'une activité volcanique de grande étendue. Elle est représentée par un empilement de plusieurs coulées sur une centaine de mètres d'épaisseur.

#### ☛ *Episode plio-quaternaire*

Elle se présente en une suite d'affleurements de roches exclusivement effusives alignées suivant une direction NW-SE reliant Tiddas à Khénifra, et indépendante des grandes structures du massif hercynien. Il s'agit d'un magmatisme alcalin sous-saturé ; les roches issues de ce volcanisme sont surtout des basaltes, des basanites et néphélinites à olivine.

### 3.4.6 Cadre géomorphologique

Le but de cette section est de présenter les processus qui ont façonné la physiographie actuelle du territoire et de faire le point sur les formes géomorphologiques que l'on peut s'attendre à trouver dans le périmètre de notre zone d'étude.

#### 3.4.6.1 Aspect géomorphologique

Du point de vue géomorphologique, le Maroc Central est un domaine qui est marqué par des altitudes variant de 200 à 1600 m. Il est formé par une alternance de plans monotones et de bassins ou dépressions localement cloisonnés par des crêtes aiguës. L'ensemble est traversé par un certain nombre de rivières ayant creusées de profondes gorges tout en essayant d'atteindre leur niveau de base qui est l'océan Atlantique. De ce fait la morphologie de ce domaine est marquée par un caractère général de moyenne montagne, de plans d'érosion, de gorges épigénique et de versants nuancés ainsi que de cuvettes et de crêtes appalachiennes.

#### 3.4.6.2 Les unités géomorphologiques

Selon Beaudet (1969), le plateau central marocain est subdivisé en quatre unités géomorphologiques majeures à savoir : la dépression orientale, les plateaux et les crêtes du haut pays et du palier intermédiaire et les bas plateaux du palier inférieur.

##### ☛ La dépression orientale

Elle s'étend entre le haut pays à l'Ouest et le Moyen Atlas occidental à l'Est. L'ensemble de la dépression s'incline du Nord-Est au Sud-Ouest ; les pentes sont moyennes ou faibles. La quasi-absence de couvert végétal oppose le couloir oriental à ses bordures surélevées : les affleurements sont le siège d'une érosion qui stérilise des étendues notables (Beaudet, 1969).

##### ☛ Le haut pays

Le haut pays constitue un complexe géomorphologique particulier par son altitude accusée et l'encaissement vigoureux de ces vallées. Il connaît des variations

de topographie et de substrat et par conséquence, les pentes fortes dominant mais les zones de replat à pentes moyennes dans un relief ondulé interviennent pour une large part dans la caractérisation de cette unité. Il est Marqué par la coexistence de massifs de crêtes culminantes et de plateaux découpés par l'entaille de plusieurs cours d'eaux ;

- ❖ Les crêtes culminantes en constituent la partie Sud-Est. Elles sont allongées du Nord-Est au Sud-Ouest. Généralement boisées, elles laissent cependant entrevoir les taches gris claires des dalles à quartzites dont elles sont le plus souvent armées. Les altitudes des crêtes culminantes dépassent 1500 m.
- ❖ Les hauts plateaux se tiennent à l'Ouest et au Nord des crêtes culminantes entre 1050 m et 1400 m d'altitude. Cette unité comprend, entre autres, les plateaux d'Oulmès et du Ment qui sont modelés dans les affleurements de batholites granitiques. Ils sont caractérisés par une dominance des formations primaires de nature schisteuses et quartzitiques et ils sont drainés par les principaux affluents de l'Oued Bouregreg.

### ☛ Le palier intermédiaire

Les plateaux intermédiaires constituent un palier entre les reliefs culminants du haut pays et les étendues monotones de la basse meseta. Les crêtes du haut pays s'inclinent depuis les plateaux d'Oulmès (1050 m - 1100 m) jusqu'aux dépressions bordant au Sud les plateaux de la basse meseta (250 m - 300 m). Entre l'Oued Bouregreg et son affluent l'Oued Tabahart, les cuvettes de Tiddas s'étagent entre 450 et 600 m d'altitude. La dépression de Rommani-Khémisset forme un ensemble de collines qui présentent des pentes longues et concaves et des sommets arrondis parsemés d'importantes zones de bad-lands. La cuvette de Maâziz représente un ensemble de collines moins prononcé que ses bordures et une plaine alluviale (Maâziz).

### ☛ Le palier inférieur

Il regroupe tous les bas plateaux littoraux qui se tiennent au pied du plateau central. L'encaissement des Oueds qui tronçonnent l'unité du palier inférieur est vigoureux, mais diminue aux approches du littoral où les plateaux sont moins élevés. Au Sud- Ouest de Tiflet, L'Oued Bouregreg s'élargit autour de Souk Larbaâ des Shoul et au douar Sidi Mohamed Ben Abdallah. Ces élargissements forment des plaines ondulées. A l'approche de la côte, les plateaux de la basse meseta font place aux cordons dunaires gréso-calcaires parallèles et aux dépressions allongées qui sont faibles, les pentes sont généralement inférieure à 3,5 %.

### 3.4.7 Contexte climatique du secteur d'étude

Le climat du Maroc, en général, et du Massif central marocain, en particulier, est de type méditerranéen «semi-aride». En effet, le climat des régions méditerranéennes, avait connu depuis la période villafranchienne des fluctuations portant sur l'alternance de périodes pluvieuses et de périodes sèches ou inter-pluviaux qui correspond aux périodes glaciaires et interglaciaires en Europe.

Plusieurs spécialistes des sciences de la Terre admettent que le cadre climatique marocain serait resté résolument du type méditerranéen pendant toute la période post- villafranchienne. Le climat aurait été selon Beudet (1969) de type tropicale sec pendant la période villafranchien inférieur, suivi d'une période sèche villafranchien supérieur.

Le régime méditerranéen se caractérise par une sécheresse estivale accentuée et par un minimum pluviométrique concentré en janvier et en décembre.

Les variations micro-climatiques locales résultant de l'influence de l'océan Atlantique ou de l'altitude, n'affectent pas les grands traits du climat méditerranéen des régions appartenant au massif central marocain. Elles se traduisent néanmoins par un adoucissement des températures estivales, par une pluviosité et par un degré hygrométrique relatif plus élevés tout au long du littoral Atlantique.

Le climat du Maroc Central est soumis aux hautes pressions des Açores, dont les mouvements saisonniers en latitude définissent deux grandes saisons : la saison sèche et la saison pluvieuse.

### 3.4.7.1 Régime pluviométrique

La pluviométrie marocaine est caractérisée par une grande variabilité dans le temps avec la succession des périodes pluvieuses et des périodes de sécheresses prolongées notamment au cours des trois dernières décennies. Cependant le climat de notre secteur d'étude est caractérisé par des précipitations abondantes en hiver et des températures élevées en été. Le régime pluviométrique reste de type méditerranéen caractérisé par un été sec et par un hiver tempéré et pluvieux (Fig : 3.7). Les maxima de pluie tombent pendant les mois de décembre, janvier et février. De ce fait, les quantités de pluie décroissent régulièrement jusqu'à la fin du printemps. Elles sont presque nulles aux mois de juillet-août sauf quelques rares averses estivales de faible intensité, et donc une forte sécheresse, les pluies hivernales ne compensent que partiellement le déficit pluviométrique estival.

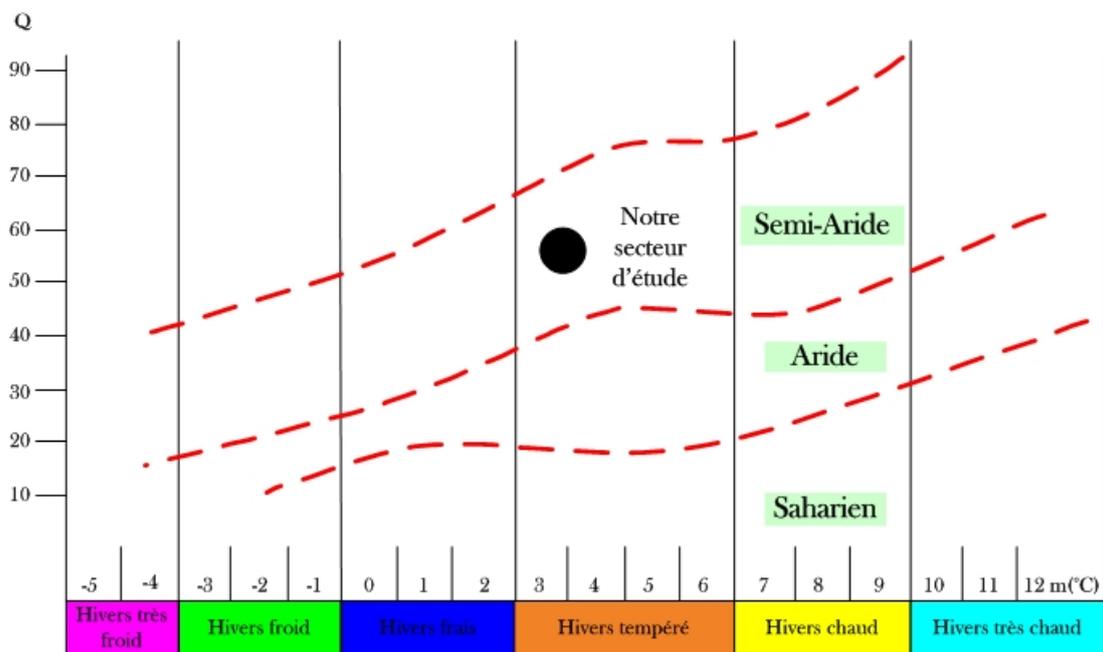


FIGURE 3.7: Situation de la région d'étude dans le climagramme d'Emberger.

### 3.4.7.2 Le régime thermique

Le régime thermique est caractérisé par des températures très fortes qui atteignent leur maximum en août, et leur minimum en janvier. Cependant, en hiver, les températures moyennes connaissent une douceur remarquable due à la température de la Méditerranée. Quand en été, la température est très variable. L'hiver est doux et les températures moyennes du mois le plus froid sont généralement supérieures à 9 °C. La variabilité thermique est importante en hiver et aux intersaisons, quand les dépressions des latitudes moyennes avancent vers l'équateur, et faible en été, car un anticyclone stationne et garantit un temps sec et stable.

### 3.4.8 Réseau hydrographique

La grande hétérogénéité de la lithologie et de la tectonique des terrains constituant le plateau Central se traduit par une extrême diversité dans ses ressources en eau.

De point de vue hydrographique, le Maroc Central hercynien est traversé par un réseau très important dont l'écoulement se fait perpendiculairement à la direction des structures géologiques, constitué essentiellement par les Oueds suivantes (Fig : 3.8) :

- Oued Beht ;
- Oued Bouregreg et ses affluents : Grou, korifla et Akrech ;
- Oued Cherrat et Oued Ykem ;
- Oued Nfifikh et Oued Malleh.

Tous ces cours d'eau se présentent conformément à la direction du basculement de la Meseta central avec une direction d'écoulement principalement NW-SE vers la plaine atlantique.

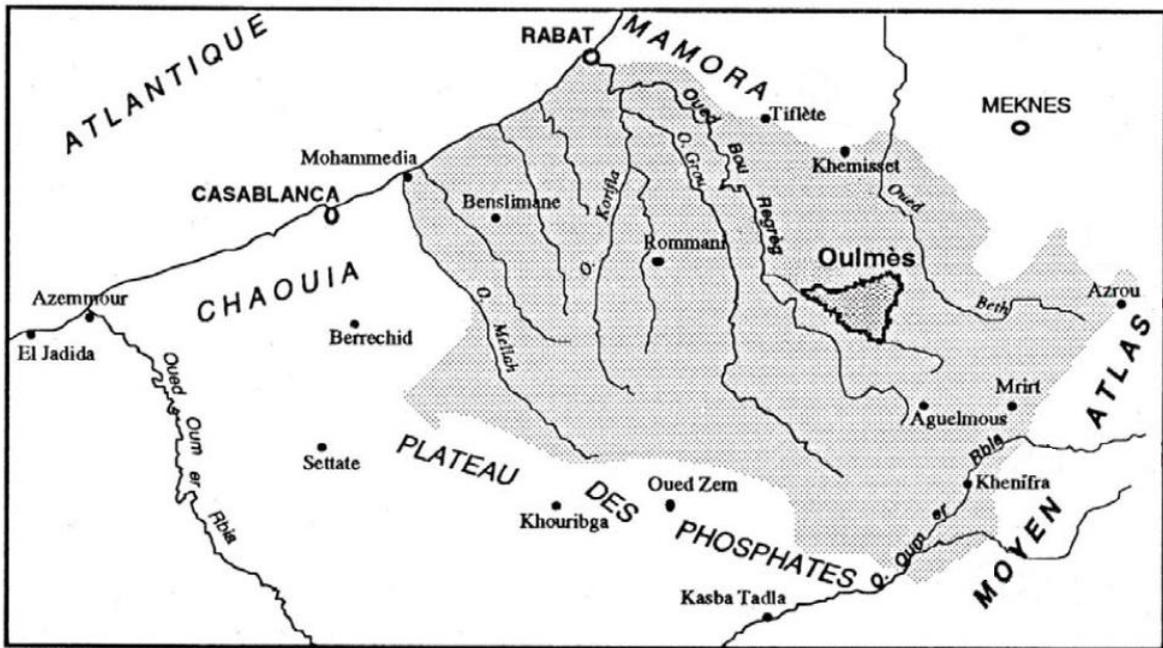


FIGURE 3.8: Carte des principaux cours d'eau du Maroc Central Hercynien (Termier, 1936).

### 3.4.9 Couvert végétal

Le couvert végétal a un rôle protecteur très important contre l'érosion. Il joue également un rôle important dans la distribution du réseau hydrographique. Ainsi, les végétations retrouvées dans le plateau central sont déduites de la carte des formations végétales du plateau central de (Beaudet, 1969) et des travaux de (Ghanem, 1981). Ainsi au niveau du Massif Central, on peut subdiviser le couvert végétal en trois formations :

#### *La forêt*

Il existe trois grandes masses forestières dans le plateau central. La masse boisée, la plus importante, se tient dans le haut pays et, en continuité, dans la partie septentrionale du palier intermédiaire, entre la vallée du Grou et la cuvette de Souk el Arba du Beht. Il s'agit d'une forêt sur versants ; en effet, toutes les parties planes de cette région sont dénudées.

Dans le haut pays où les dénivellations sont considérables, de l'ordre d'un millier

de mètres entre les crêtes d'Aguelmous et le fond des grandes vallées, l'étagement des associations végétales est remarquable. Dans le massif des crêtes culminantes, sur les lambeaux de plateaux qui entourent Oulmès et sur les rebords des plateaux de Telt et de Zguit, le chêne-liège domine, associé à un sous-bois parfois très dense de cytises et de cistes. Dans les vallons les plus humides, particulièrement autour de Telt et d'Oulmès, le chêne vert apparaît remarquable en hiver alors qu'il est dépouillé de son feuillage.

Plus bas, au-dessous de 1000 m environ et jusqu'à 500 m d'altitude sur la bordure nord du plateau central, le chêne-liège et le chêne vert s'interpénètrent.

La dernière masse forestière couvre en partie la Meseta littorale. Sur ces bas plateaux, le chêne-liège domine, alors que le chêne vert est inconnu. Au Nord, la forêt de la Maâmora est la plus étendue du Maroc.

### ☛ *Le matorral*

Il s'agit d'une formation issue de la dégradation de la forêt et se compose des végétaux ligneux dont la hauteur ne dépasse pas 7 m. En effet, le matorral dense est rencontré en mélange avec les forêts entre Tiddas et Maâziz au Nord-Est. Par contre le matorral clair, constitué essentiellement d'oléastres, Tizra, jujubier lentisque et le doum qui est considéré comme le plus dominant du fait qu'il vient remplacer le chêne, s'observe sur les bas versants des vallées (l'Oued Aguenour, Grou et Kourifla ) où une semi aridité est bien claire. Enfin, cette catégorie de couvert végétal apparaît lâche et constituée d'arbustes isolés et dispersés dans la dépression orientale.

### ☛ *L'érme*

C'est une formation végétale inférieure constituée de végétaux herbacés couvrant le sol de façon saisonnière. En dehors des surfaces cultivées, il existe dans les régions de forêt et de matorral denses des vides importants couverts d'une végétation basse (érme). Les plateaux asylvatiques du haut pays et les croupes dénudées des granites des Zaër supportent une végétation basse d'hémicryptophytes et de thérophytes dont le rythme saisonnier est bien marqué : en hiver et au printemps, sa densité et sa verdure évoquent une pelouse, en été au contraire, les herbes grillées feutrent le sol

où persistent seulement les collets des plantes vivaces. Dans les régions de relief plus accusé, la chênaie cède par endroits la place à une formation dense mais basse de lavandes ; c'est le cas des croupes situées à l'Est d'Oulmès.

En résumé, la forêt de chêne-liège s'étend dans la zone littorale, sur les formations sableuses des Shouls et sur les glacis villafranchiens sablo-limoneux tronquant les terrains primaires schisteux et quartzitiques.

Les forêts sont conservées sur les versants des vallées taillées dans les terrains primaires. Dans les hauts plateaux contrastent les étendues de parcours dénudées avec des masses forestières de chêne liège associé au chêne vert. Il y a une inégale répartition des forêts sur les versants en fonction de leur exposition. Elle se traduit par des peuplements assez denses sur les versants exposés au Nord ou à l'Ouest et par des surfaces plus au moins dénudées sur les versants exposés au Sud et à l'Est (Ghanem, 1981). La transition vers les zones cultivées est rapide sur les bas plateaux où la déforestation est très poussée. Les terres denses les plus typiques s'observent sur les versants exposés au Nord des vallées des bas plateaux. Le long des cours d'eau se développe une végétation ripisilve à laurier rose. Les falaises ouljiennes ainsi que les cordons dunaires partiellement fixés sont colonisés par des espèces halophytes (Ghanem, 1981). La dépression orientale dépourvue de couverture forestière est couverte par un matorral lâche, constitué d'arbustes isolés et chétifs.

**Deuxième partie**  
**: Méthodes et résultats**

# Chapitre 4

## Méthodes d'inventaire et classification

### 4.1 Introduction

L'inventaire des géosites et des géomorphosites est un outil important pour présenter les caractéristiques géomorphologiques du patrimoine géologique d'une région ou d'un pays (Brilha, 2015). Au cours des deux dernières décennies, plusieurs méthodes ont été proposées, l'une d'elles par l'Université de Lausanne. La méthodologie proposée, contient les principales améliorations, qui se base sur une clarification du processus de sélection des géosites et géomorphosites potentiels avant leur évaluation. En fait, les méthodes proposées jusqu'à présent ne répondent pas à cette question ; il est donc impossible de savoir comment les géosites et les géomorphosites ont été sélectionnés et il semble que dans la plupart des cas, ils sont simplement choisis en fonction de l'expérience de l'évaluateur, qui est tout à fait subjective, ou sur d'autres facteurs externes, tels que le temps (maximum nombre de sites présélectionnés), qui constitue clairement un biais ((Reynard et al, 2007 ; Reynard et al, 2015).

Il existe différentes manières de réaliser des inventaires de géo(morpho)sites. Dans

ce chapitre nous essayons de proposer une nouvelle fiche d'inventaire type pour effectuer le recensement et l'évaluation des géomorphosites. La conception de la fiche est basée sur les travaux de Grandgirard (1999), Coratza et Giusti (2005), Serrano et Gonzalez-Trueba (2005), Reynard et Pralong (2004, 2005). Cette conception propose l'utilisation de deux séries de valeurs : une première qui quantifie la valeur scientifique des sites et une série additionnelle qui prend en considération les valeurs culturelles, économiques, esthétiques et écologiques. De ce fait cette conception de fiche fait donc intervenir premièrement la définition restrictive de géo(morpho)sites, pour sélectionner les sites géomorphologiques et géologiques qui ont une importance particulière pour la compréhension de l'histoire géologique de notre planète. Deuxièmement, nous associerons aux géosites et géomorphosites présentant cette valeur scientifique la définition large qui étendra le champ d'analyse afin de pouvoir prendre en compte les liens possibles avec d'autres domaines des sciences et de la culture, notamment dans un contexte de géotourisme ou de gestion des paysages culturels intégrés.

Les fiches doivent être aisément compréhensibles et explicites, de façon à représenter une source d'information pour un public large (Kozlik, 2006 : 42), avec un langage simple et compréhensible par le plus grand nombre. Elles doivent être accessibles à des acteurs d'horizons variés et servir à des objectifs de travail multiples.

## **4.2 La fiche d'inventaire type en six parties**

L'évaluation des géosites et des géomorphosites se base sur l'utilisation d'une fiche d'inventaire divisée en six parties (Reynard 2006) (Fig : 4.1). Ces six parties constitutives y seront décrites, à savoir : les données générales, la description et la morphogenèse, la valeur scientifique, les valeurs additionnelles, la synthèse et les références.

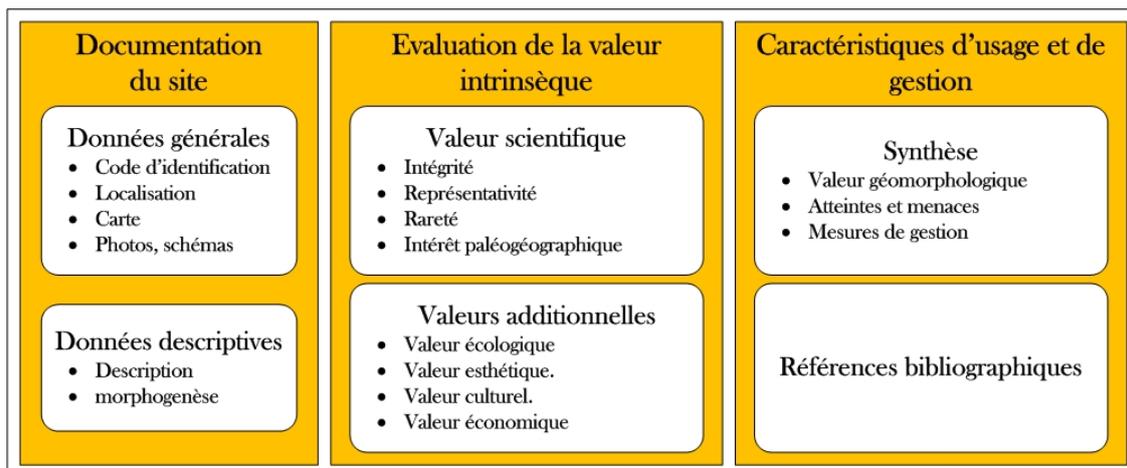


FIGURE 4.1: Parties et critères de la fiche d'inventaire.

Dans cette partie nous proposons une fiche relativement exhaustive qui pourra être utilisée partiellement ou complètement selon les objectifs de l'évaluation. Les rubriques et critères utilisés sont basés sur les travaux de V. Grandgirard, P. Coratza et E. Reynard et J.-P. Pralong.

Cette fiche sert de base pour la description et la caractérisation des différents géosites et géomorphosites de l'inventaire.

#### 4.2.1 Première partie : Identification

Les données générales servent à caractériser, localiser et dévoiler les géomorphosites. Les informations suivantes doivent y figurer :

##### ① Code d'identification

Le code d'identification est le numéro de référence unique du site. Il sert particulièrement à la localisation de celui-ci sur une carte de synthèse. Sur la base des travaux de V. Grandgirard, le code d'identification est un code en trois parties :

☛ La première partie intègre un code littéral majuscule, représentant la région d'étude ex :

Région d'étude	Code littéral (en majuscules)
Tidass	TID

TABLE 4.1: Code représentant un exemple des régions étudiées.

☛ La deuxième partie doit donner une information, toujours au travers d'un code littéral, minuscule, se rapportant au processus principal, responsable de la genèse de la forme géomorphologique. Par exemple :

Nature de la forme répertoriée	Code littéral (en minuscules)
Fluvatile	flu
Structural	str
Lacustre	lac

TABLE 4.2: Codes indiquant la nature des formes répertoriées.

Cette liste des formes répertoriée n'est pas complète, mais, permet de se faire une idée suffisante de la marche à suivre.

Remarque : «les formes mixtes (ex. fluvio-glaciaires, glaciokarstiques, fluviokarstiques, etc.) seront classées selon le processus dominant (ex. fluvio-glaciaire : GLA – car c'est la présence d'un glacier qui est déterminante; glaciokarstique ou fluvio-karstique : KAR – car c'est la présence d'une roche soluble qui est déterminante)» (Reynard, 2006).

☛ La dernière partie du code est numérique. Les sites sont ainsi numérotés.

### Exemple d'identification du géomorphosite de Ait Hajji

Le code identifiant entier du géomorphosite de Ait Hajji est le suivant :

**TIDLac001** : Exprimant que le géomorphosite se situe dans la région de Tiddas, issu de processus dominant lacustre et qu'il porte le numéro 001.

### ② Le nom du géomorphosite

Il s'agit d'un nom de forme ou d'une description très simplifiée du géomorphosite, qui permet de se faire rapidement une idée de l'objet en question. Le nom doit être simple et clair.

### **③ Toponyme**

Il s'agit du lieu où se trouve le géo(morpho)site. Du particulier au général, il informe sur le lieu, la commune et la province.

### **④ Les coordonnées**

On se basant sur les Coordonnées Métriques Centrales.

### **⑤ Le type de géomorphosite**

Il s'agit d'un affleurement naturel, carrière, etc.

### **⑥ La carte de localisation**

L'extrait de la carte est utilisé pour deux objectifs :

- ☛ D'une part pour indiquer clairement la localisation ou le périmètre du site. Pour cela on se basant sur des cartes topographiques 1/25 000 ou 1/10 000 voir 1/50 000. Ainsi l'extrait de carte doit mettre en évidence l'échelle graphique.

- ☛ D'autre part pour identifier et situer les géo(morpho)sites sur une carte réalisée à l'aide du logiciel ArcGIS. En fonction des types de géomorphosite, ces derniers seront identifiés sous forme de points, de traits ou de polygones. Cette carte est un outil essentiel à la compréhension de l'importance qu'occupent les différents géomorphosites sur le territoire.

### **⑦ Une photo**

La photo, doit être de bonne qualité, et être tout-à-fait exemplaire. Elle enrichit la description du géomorphosite.

### **⑧ Un schéma**

Ce peut être un bloc diagramme, une carte simplifiée, un extrait de carte géologique et / ou géomorphologique, etc. Il doit apporter des informations pertinentes sur le site.

## ⑨ Des informations générales

Concernant l'accessibilité, Visibilité de loin du géomorphosite, point panoramique, les saisons conseillées pour la visite. Ces informations seront inscrite dans la fiche descriptive, comme dans le tableau suivant (Tab : 4.3) :

Accessibilité	Visibilité de loin	Point panoramique	Saison (s) conseillée (s) pour la visite
Facile	Oui	Oui	Printemps
Difficile	Non	Non	Hivers
Très difficile			Automne
			Eté

TABLE 4.3: Des informations générales

## 4.2.2 Deuxième partie : description et classification morphogénétique

### ① Description

Le géomorphosite et son contexte, doivent être décrits de manière littéraire. Pour cela, on utilise : les observations faites par le géologue ou le géomorphologue durant le travail de terrain, les informations apportées par l'analyse de divers documents (cartes, photos aériennes, imagerie spatiale etc.), Ainsi que les informations bibliographiques (études précédentes). La description doit donner un bon aperçu des qualités du géomorphosite et si possible de son contexte.

### ② Morphogénèse

L'analyse morphogénique est focalisée sur les processus responsables qui ont engendré le géosite ou le géomorphosite en question. Un accent particulier sera mis sur les informations concernant les activités actuelles des processus génétiques.

## 4.2.3 Troisième partie : la valeur scientifique

Le but de cette partie est d'estimer la valeur scientifique du géomorphosite, une estimation basée sur la définition restrictive de géo(morpho)site proposée par

Grandgirard (1995, 1997, 1999). La valeur scientifique est évaluée selon les quatre critères proposés par Grandgirard (1999).

### ❶ L'intégrité

Elle indique l'état de conservation du géosite ou géomorphosite. Une mauvaise conservation peut-être due à des facteurs naturels (ex. érosion) ou à des facteurs humains (exploitations diverses d'un site). L'évaluation d'un tel critère se fait sur la base du tableau suivant (Tab : 4.4).

	Détruit	Pratiquement détruit	Détruit partiellement	Faiblement endommagé	Intact
L'intégrité					

TABLE 4.4: Le critère d'intégrité

### ❷ La représentativité

Elle exprime l'exemplarité du site par rapport à un espace de référence (région d'étude) . Selon ce critère, les géomorphosites retenus doivent illustrer les caractéristiques de la géomorphologie de la région d'étude (Tab : 4.5).

	Nulle	Faible	Modéré	Elevé	Très élevé
La représentativité					

TABLE 4.5: Le critère de la représentativité

### ❸ La rareté

Ce critère évalue au contraire la rareté de l'objet par rapport à l'espace de référence, et elle met en évidence les formes exceptionnelles et peu représentées dans la région d'étude (Tab : 4.6).

	Rare	Très rare	Unique
La rareté			

TABLE 4.6: Le critère de la rareté

#### ④ La valeur paléogéographique

Ce critère détermine l'importance de l'objet pour la reconstitution de l'histoire de la Terre et du climat (Tab : 4.7).

	Faible	Modéré	Elevé	Très élevé
La valeur paléogéographique				

TABLE 4.7: Le critère paléogéographique

L'ensemble de ces critères permet de déterminer la valeur scientifique d'un tel géomorphosite.

#### 4.2.4 Quatrième partie : les valeurs additionnelles

Comme nous l'avons déjà vu dans la première partie de ce travail, la valeur scientifique des géomorphosites est centrale. C'est sur elle que se basera une éventuelle protection du site. Cependant, en fonction des objectifs de l'inventaire, des critères d'évaluation supplémentaires sont introduits. Ces critères permettent d'évaluer les valeurs additionnelles (Reynard 2004, 2005).

De ce fait, cette partie est consacrée aux valeurs additionnelles qui peuvent être de type écologique, esthétique, culturel, didactique et économique. ces valeurs sont des paramètres secondaires qui fournissent des informations servant à orienter la sélection des sites dans une optique de valorisation géotouristique. En principe, en tant que géologues, nous ne pouvons pas prétendre évaluer des composantes techniques couvrant un large éventail de disciplines (biologie, histoire, environnement, économie...etc). Cette partie de l'évaluation se fait, donc, sur la base de données bibliographiques existant et de critères d'évaluation simples. Le but n'est pas de donner une analyse exhaustive du site en matière d'économie, d'écologie...etc. Il s'agit plutôt de montrer les liens possibles entre la géomorphologie et d'autres aspects de la nature.

### ❶ La valeur écologique

Ce critère d'évaluation a pour but de déterminer la valeur du géomorphosite en termes écologiques, c'est-à-dire, il permet d'évaluer l'importance du géomorphosite sur le développement d'un écosystème particulier, la présence d'une faune ou d'une flore particulière, ou encore la présence d'une diversité écologique particulièrement importante. On se base sur la littérature existante (Reynard E., 2006).

### ❷ La valeur esthétique

Ce critère permet d'évaluer les possibilités d'observation d'un géomorphosite. Par exemple : un objet caché en forêt n'a pas la même valeur esthétique qu'un objet bien dégagé, visible de plusieurs points de vue.

Cependant, la beauté d'un site est relative et dépend beaucoup de la subjectivité de l'observateur. La valeur esthétique est de ce fait très difficile à juger et à évaluer de manière objective. Sur la base des travaux de Grandgirard (1997) et de Pralong (2006), nous proposons deux principaux critères permettant de la situer le plus objectivement possible : premièrement la présence et le nombre de points de vue qui permettent d'évaluer les possibilités d'observation, ensuite le contraste dû à des différences lithologiques, le développement vertical (ex : sommets) et la structuration de l'espace du site (ex. moraine frontale occupant le fond d'une vallée); en effet, des études montrent que les paysages contrastés au niveau des couleurs, qui ont un fort développement vertical et où l'on trouve des éléments individualisés sont généralement jugés «esthétiques».

### ❸ La valeur culturelle

La valeur culturelle est considérée au sens large, selon les études de Panizza et Piacente (1993, 2003). Il regroupe l'ensemble des biens religieux, historiques, archéologiques, artistiques et immatériel. L'importance du site pour l'histoire des sciences est aussi considérée. Les géomorphosites ont généralement une ou deux de ces valeurs culturelles.

#### **④ La valeur économique**

Il s'agit de la valeur économique intrinsèque du site. L'évaluation est réalisée de manière qualitative, c'est-à-dire on n'évalue pas le potentiel économique (par ex. géotouristique), mais la valeur économique du site au moment de l'évaluation.

Si les informations chiffrées existent (ex. nombre de visiteurs, bénéfiques, etc.) on les prend en compte et on évalue le site quantitativement. Si aucune information chiffrée n'est disponible, on évalue cette valeur économique de manière qualitative).

### **4.2.5 Cinquième partie : Synthèse**

Cette partie résume les caractéristiques essentielles du géomorphosite ou géosite étudié. Il s'agit finalement de synthétiser de façon littérale les qualités du géo(morpho)site. Tout en déterminant la valeur globale ainsi que la valeur éducative du géo(morpho)site. Ensuite, une attention particulière sera portée aux atteintes humaines ou naturelles et aux mesures de gestion pour la protection et la mise en valeur des géomorphosites. L'ensemble de l'évaluation sera synthétisé dans le tableau suivant :

#### **① La valeur géomorphologique globale**

C'est la synthèse générale de la valeur scientifique et des valeurs additionnelles.

#### **② Les menaces**

Cette rubrique permet de marquer les différentes atteintes à la qualité du site, qu'elles soient d'origine humaine (constructions, dégâts occasionnées par les visiteurs, etc.) ou naturelles (processus d'érosion, météorisation, mousses et végétation, etc.).

#### **③ Les mesures de gestion (mesures de protection et de valorisation)**

Sur la base de l'évaluation globale et de l'identification des menaces, nous proposons des mesures de gestion concernant la protection et la valorisation du géosites ou

géomorphosites. Ces mesures peuvent être soit actives (ex. Construction d’infrastructures de protection, clôtures) soit passives (mesures d’aménagement du territoire et mesures institutionnelles comme des politiques publiques). Cependant, Les mesures de promotion sont, par contre, tournées vers le développement du tourisme ou des biens et services éducatifs (géotourisme, géodidactique).

#### 4.2.6 Sixième partie : Références

Il est dès lors nécessaire de citer les références à la fin des fiches d’inventaires, d’une part pour indiquer les sources de ces données et d’autres part pour permettre aux lecteurs intéressés par tel ou tel géosite ou géomorphosite de prolonger cette recherche, car la fiche ne représente qu’une vision synthétique et dirigée de la réalité (Tab : 4.8).

Références bibliographiques	Il s’agit de noter les références à des travaux scientifiques, publiés ou non, relatifs au site.
Sites Web	La référence à des sites web contenant des informations sur le géomorphosite doit être indiquée, dans la mesure du possible.
Auteur	Dans cette rubrique nous devons indiquer le nom de l’auteur et la date de l’évaluation, ainsi que les mises à jour éventuelles.

TABLE 4.8: Description des rubriques de références.

### 4.3 Modèle type d’une fiche d’inventaire

Fiche d'identification du géo(morpho)site		Code		
Identification	Photo	Nom du géomorphosite		
		Toponyme		
		Le type de géomorphosite		
		Coordonnées Métriques Centrales		
		Références cartographiques (1/50 000)		
		Brève description		
	Photo	Accessibilité	Visibilité de loin	Point panoramique
		Facile	Oui	Oui
		Difficile	Non	Non
		Très difficile		
Saison (s) conseillée (s) pour la visite				
Printemps				
Hivers				
Automne				
Eté				
	Localisation itinéraire sur une carte routière du Maroc	Extrait de la carte topographique		
Description				

<b>Morphogenèse</b>		Extrait de la carte géomorphologique
---------------------	--	--------------------------------------

<b>Evaluation globale</b>	<b>Valeurs scientifiques</b>	<b>Critères</b>	<b>Evaluation qualitative</b>	<b>Scores</b>
		Intégrité		
		Représentativité		
		Rareté		
		Valeur paléogéographique		
		<b>Synthèse</b>		
	<b>Valeurs additionnelles</b>	<b>Critères</b>	<b>Evaluation qualitative</b>	<b>Scores</b>
		Valeur écologique		
		Valeur esthétique		
		Valeur culturelle		
Valeur économique				
<b>Synthèse</b>				

<b>Synthèse</b>	<b>La Valeur géomorphologique globale</b>	
	Informations sur les atteintes et les menaces	Atteintes humaines existantes <input type="checkbox"/> Atteintes naturelles existantes <input checked="" type="checkbox"/>
		Menaces humaines potentielles <input type="checkbox"/> Menaces naturelles potentielles <input checked="" type="checkbox"/>
Les mesures de gestion (mesure de protection et de valorisation)	Mesures de protection existantes <input type="checkbox"/> Mesures de protection proposées <input checked="" type="checkbox"/>	
	Mesures de valorisation existantes <input type="checkbox"/> Mesures de valorisation proposées <input checked="" type="checkbox"/>	

<b>Références bibliographiques</b>	
------------------------------------	--

# Chapitre 5

## Quelques résultats de l'inventaire et de l'évaluation

### 5.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous voulons synthétiser l'information acquise grâce à l'inventaire des géomorphosites et géosites du Maroc Central en guise de proposition de circuits géotouristiques. Pour mieux expliquer l'importance de la démarche suivie et pour présenter des résultats selon plusieurs points de vue, le présent travail sera structuré en quatre parties : dans la première partie nous nous intéressons à analyser les résultats de l'inventaire des géosites et des géomorphosites ainsi que leurs évaluations selon la méthode de l'IGUL, alors que dans la deuxième partie, nous présenterons d'abord les traits généraux des particularités géomorphologiques de la zone d'étude que cet inventaire nous permettra de dresser. Par la suite nous présenterons les résultats obtenus via la méthode d'évaluation par rapport aux processus responsables de la genèse de ces géomorphosites. L'analyse de la valeur scientifique de cette région nous permettra d'apprécier son importance du point de vue des sciences de la Terre, alors que l'étude de ses valeurs additionnelles nous permettra de mettre en évidence les liens existant entre la géomorphologie et d'autres types

de patrimoine. Nous allons ensuite analyser ces valeurs à une autre échelle spatiale, celle des géosites et des géomorphosites, pour enfin tenter une synthèse concernant la valeur patrimoniale globale de notre zone d'étude. Une critique constructive de la méthode est proposée, pour d'éventuelles améliorations ou simplement pour montrer les limites de ce type d'approche. Pour des soucis de lisibilité, les fiches d'inventaire remplies seront mises dans un chapitre annexe (Chapitre 6).

## 5.2 L'identification et la sélection des géosites et des géomorphosites

L'identification des géosites et géomorphosites permet une meilleure compréhension de ce qui peut être considéré comme patrimoine géologique et de ce qui doit être conservé pour les générations futures. Il ne s'agit pas ici de mettre uniquement en valeur l'histoire géologique de notre zone d'étude, dont l'essentiel est déjà réalisé, mais bien de montrer des sites géologiques rares et généralement spectaculaires.

En effet, le relief du Maroc Central est fortement chargé de sens en raison de notre expérience personnelle. C'est donc aussi pour cette raison que les formes géomorphologiques de notre région ont été identifiées à l'aide de plusieurs outils géographiques neutres. Parmi ces outils on cite :

- ☛ Les cartes topographiques : elles sont utilisées pour déterminer les principales macroformes (ex : Vallées suspendues, systèmes torrentiels, plaines alluviales...).

- ☛ Les photos aériennes : qui ont permis la mise en évidence de l'aspect tridimensionnel des formes (ex : les dépressions, les dépôts gravitaires...).

- ☛ La carte géologique : qui a eu une grande importance pour l'identification des différentes formes géologiques grâce à sa notice explicative qui nous a fourni d'importantes informations concernant la géologie de la région.

Cette étude a porté à l'identification d'un certain nombre de formes géomorphologiques et géologiques d'une certaine importance. Sur la base des critères scien-

tifiques et de l'évaluation des géosites et géomorphosites, nous avons ensuite sélectionné celles qui représentent des géo(morpho)sites. Autrement dit, parmi toutes les formes nous avons choisi les mieux conservées, les plus représentatives, les plus rares et celles ayant une valeur paléogéographique.

## **5.3 Présentation de la région géographique**

La réalisation de l'inventaire selon la méthode de Grandgirard (1999), Coratza et Giusti (2005), Serrano et Gonzalez-Trueba (2005), Reynard et Pralong (2004, 2005), a permis d'inventorier 14 exemples de géosites et géomorphosites répartis dans presque tout le périmètre du Maroc Central accessible par le réseau routier, appartenant à 7 catégories de paysages. Les sites retenus l'ont été en fonction de plusieurs critères. Il faut que l'endroit retenu montre un phénomène géologique particulier. Le site doit également posséder un intérêt esthétique, c'est-à-dire que le phénomène géologique présent doit être très bien exposé. Il faut noter que l'architecture actuelle du Maroc Central hercynien, est déduite d'une genèse géomorphologique intimement dépendante d'une géologie très diversifiée via une érosion météorique et hydrographique active.

### **5.3.1 Paysage plio-quadernaire de l'Oued Boulahmayil**

Au Maroc, plus précisément au Maroc Central, on compte de nombreux paysages d'une grande importance qui méritent une attention particulière notamment celui de la série fluvio-lacustre plio-quadernaire de l'oued Boulahmayil (Nahraoui et al., 2010) appelée aussi la série fluvio-lacustre des Ait Hajji (Fig : 5.1). Ces formations pléistocènes des Ait Hajji situées au Sud-Est de Tiddas font partie des formations quadernaires du Plateau Central Marocain. Ces affleurements représentent un géomorphosite de grande importance pour l'étude du patrimoine géologique, ainsi que pour la valorisation des paysages éco-touristiques marocains (Nahraoui et al., 2010).

En effet, le géomorphosite en question abrite une flore fluorescente et une faune

très diversifiée, installées au cœur des grandes barres quartzitiques ordoviciennes et calcaires dévoniens sous forme de crêtes érigées. Il est caractérisé par une formation géologique mémoire d'un épisode pleistocène, débutant d'abord par une dynamique fluviale synchrone d'une activité volcanique locale (Phonolite néphélinique) remplacée par une sédimentation lacustre liée à la formation d'un barrage naturel, créé à quelques centaines de mètres à l'aval de Boulahmayil (Nahraoui et al., 2010).



FIGURE 5.1: Vue panoramique des formations fluvio-lacustres des Ait Hajji

### 5.3.2 Paysage du plateau de Meknès

Etant une des villes marocaine monumentale à reconnaissance universelle (UNESCO, décembre 1996), la fameuse Meknès saïssienne construite sur un plateau d'une altitude de 600m environ, abrite des monuments grandioses et des sites exceptionnels témoignant de son passé glorieux. Cette richesse qui fait de la ville un musée ouvert attractif sur les plans architectural, artistique, monumental et civilisationnel incite

les visiteurs tant nationaux qu'étrangers à venir très nombreux.

A tous ces attrait s'ajoute la richesse naturelle qui attribut à la région son exception, autrement dit un don du ciel que les environs de Meknès offrent aux visiteurs. En effet, au niveau du bassin versant de ce dernier on compte de nombreuses sources thermales précieuses d'une grande importance et qui sont considérées comme des atouts de la valorisation du patrimoine naturel géologique, ainsi que pour la sensibilisation du grand public en matière environnementale, pour rehausser la valeur des paysages éco-touristiques et pour servir comme outils de démonstration d'un développement durable (Nahraoui et al.,2010). Il s'agit de la source thermale précieuse d'Aïn Salama (Fig : 5.2), située dans le bassin versant d'Oued El Kell. Géologiquement, le géosite est situé dans le plateau de Meknès qui constitue une zone plate et haute par rapport à la plaine du Saïss. L'âge des séries sédimentaires varie du paléozoïque jusqu'à plio-quadernaire.

Le géosite d'Aïn Salama est un site qui offre une formidable palette de paysages fantastiques et intéressants qui a conservé son caractère naturel, il fait partie de la frange septentrionale du Maroc Central. Toutefois, vers les années quatre-vingt-dix, cette source thermale était délaissé et connaissait l'influence des habitants avoisinants. Aujourd'hui, ce géosite a donné naissance à un véritable complexe touristique. Grâce à sa potentialité géo-écotouristique, ce site constitue un pôle d'attraction pour les visiteurs notamment les étrangers pour profiter de la beauté des reliefs et leur sauvagerie, ainsi que les bienfaits thérapeutiques des eaux thermales.



FIGURE 5.2: Vue panoramique de la source thermale d'Aïn Salama

### 5.3.3 Paysage Permien du Maroc Central

Au Maroc, le Permien est une période charnière entre le cycle hercynien, essentiellement marqué par des phases compressives, et le cycle alpin, caractérisé par de grandes distensions.

L'étude détaillée du bassin de Tiddas et celui de Bou Achouch (Fig : 5.3) qui font partie des cinq bassins Permien continentaux importants du Maroc Central, nous a permis de déduire que ces deux bassins intramontagneux constituent un territoire géologique remarquable de par la qualité de ses paysages, de ses milieux naturels et de son patrimoine géologique. Ils renferment une grande variété de roches et de fossiles qui sont parmi les plus exceptionnels et importants à l'échelle régionale.

En effet, le contexte géologique de ces deux sites est extrêmement varié, résultat de centaines de millions d'années de lente évolution.

De par ses richesses, au niveau paléontologique, ces deux sites ont une grande

valeur patrimoniale. Ils participent à la reconstitution des milieux de végétation, et à la dynamique paléogéographiques de ce secteur pendant le Permien inférieur grâce à des études paléobotaniques et palynologiques de ces localités. Aussi ces deux géosites sont caractérisés par une diversité de paysages exceptionnels et des milieux naturels d'exception.



FIGURE 5.3: Vues panoramiques du bassin de Tiddas (A) et celui de Bou Achouch (B).

#### 5.3.4 Paysage du Plateau Central

A quelques kilomètres de la ville d'Azrou en prenant la route vers la ville d'El Hajeb, vous découvrirez l'un des plus beaux paysages du Maroc Central. C'est celui du Balcon d'Ito devenu très populaire par sa configuration géologique : socle paléozoïque, surmonté d'une couverture triasico-liasique (Fig : 5.4), c'est un vrai petit coin de paradis, entre forêts de cèdres odorants et colonies de singes sauvages. A perte de vue, le paysage vous offrira une palette de couleurs rarement observée sur

ces terres peuplées par des berbères Zemmour et à leurs chèvres. Ce beau paysage d'Ito offre une très belle vue, sur la pénéplaine hercynienne bosselée, il est inscrit dans les calcaires dolomitiques du Lias moyen, avec une semelle argilo-basaltique du Trias supérieur.



FIGURE 5.4: Vue panoramique d'Ito

### 5.3.5 Paysage du plateau d'Oulmés

Constitué essentiellement de massifs montagneux et de grandes étendues de forêts riches en faune et flore, le Plateau Central d'Oulmés (Fig : 5.5), offre de véritables opportunités en terme de géo-écotourisme.

En effet, ce plateau est caractérisé par l'abondance des sites géologiques (géosites ou géomorphosites) d'ordre important de point de vue géotouristique. Il s'agit d'une zone montagneuse qui abrite une diversité biologique importante matérialisé par la présence d'espèces endémique rares et menacées de disparition. Aussi elle renferme

un complexe de falaises constituées par les quartzites ordoviciens qui offre un lieu idéal pour la nidification des grands rapaces les plus menacé de disparition . . .

Cependant, le plateau d'Oulmés offre une géologie très diversifiée en matière de la nature lithologique des terrains, des structures de déformations, des corps magmatiques (granites et Volcans) actuellement en affleurement, l'abondance de gisements miniers et de substances utiles tels que les matériaux de construction, etc. . . Tout cela, traduit une géomorphologie paysagère très belle, un atout attractif pour les loisirs, le sport, la chasse, etc. . .



FIGURE 5.5: Richesse naturelle de la région d'Oulmés

### **5.3.6 Paysage de pénéplanation du massif granitique de Ment**

Parmi tous les paysages granitiques qui contribuent largement à asseoir l'image touristique du Maroc Central, ceux du granite de Ment (Fig : 5.6) sont certainement les plus connus et les plus réputés.

Niché dans la partie orientale du plateau central marocain, à une quarantaine de kilomètres au Nord de la ville de Khénifra, le massif granitique de Ment, s'il constitue l'un des plus beaux sites naturels de plateau central est aussi l'un des ensembles géologiques nationaux des plus remarquables.

Modeste dans ses dimensions et donc dans la surface qu'il occupe par rapport à bien d'autres granites, il est par contre accessible dans toute les directions.

Sur le plan géologique, il concentre et expose de façon remarquable une variété de faciès lithologiques à la palette de couleurs exceptionnelle, de nombreuses structures magmatiques, qu'elles soient internes au massif ou liées à son encaissant et de spectaculaires figures et reliefs. Donc le plateau de Ment et ses roches encaissantes offre à ses visiteurs un beau paysage façonné par une altération en boules et en blocs émoussés envoyés dans une arène granitique aux teintes ocres qui fait l'objet d'exploitation.

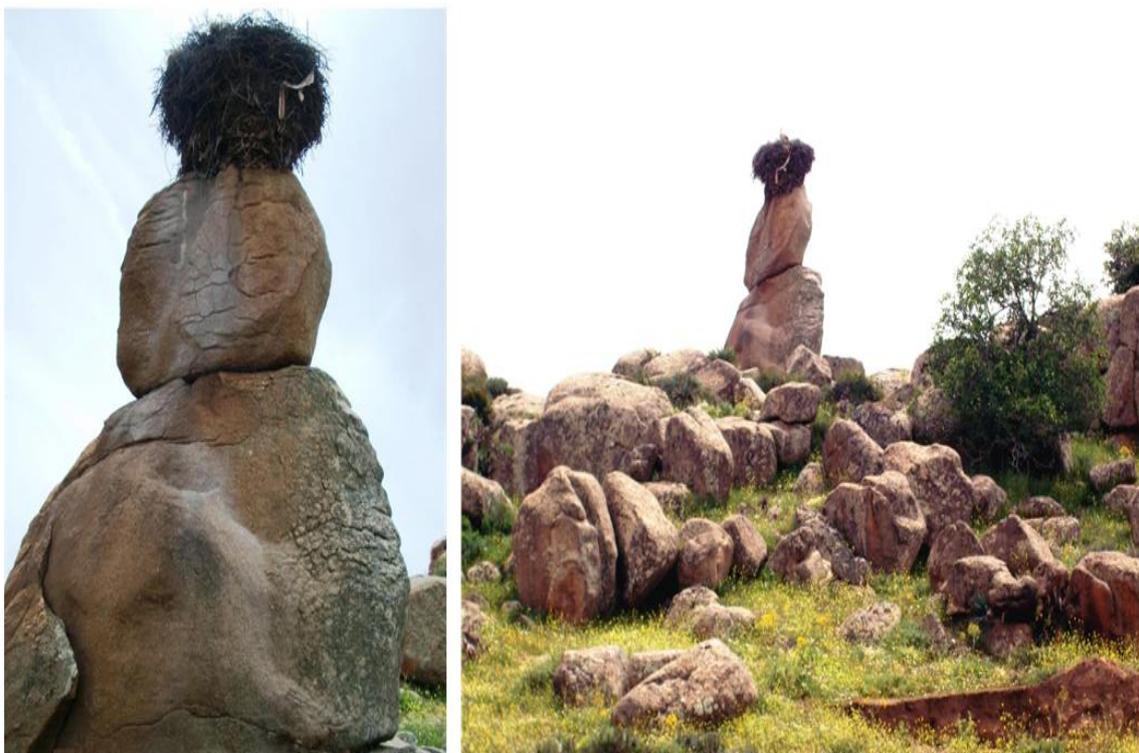


FIGURE 5.6: Vue Panoramique du granite de Ment

### 5.3.7 Paysage volcanique dans le Plateau Central

Le volcanisme, dans ses diverses manifestations, est l'un des phénomènes naturels les plus spectaculaires qu'il soit donné d'observer sur notre planète. En effet, le volcanisme du Maroc Central constitue un beau exemple de magmatisme alcalin engendré par les anciennes cicatrices tectoniques profondes qui avaient découpé le massif central en mégablocs à géométries diverses et qui ont été réactivées, et ont provoqué des rééquilibrages accompagnés d'un soulèvement régional de ce noyau paléozoïque allant parfois jusqu'à 500 m. Pendant cette phase, des mouvements de coulissements se conjugaient aux mouvements verticaux plus importants. Cette déstabilisation tectonique était à l'origine d'une activité volcanique importante dans le Plateau central (basaltes, basanites, phonolites, ankaratrites). Cette épisode magmatique a procuré au Maroc Central des paysages volcaniques d'une beauté surprenant et spectaculaire , notamment avec des couleurs changeantes des champs de lave et les volcans omniprésents dans le paysage. . .Des paysages lunaires dus à la présence de nombreux cratères poussiéreux et érodés, pics escarpés, dykes dressés et coulées de lave pétrifiées.

Parmi ces paysages spectaculaires on cite : les cônes volcaniques d'Amehrouq, les coulées d'oued Aguenour, les basaltes en prismes polygonaux de la région d'Aguelmous et les laves cordées Fameno-Tournaisien du Bir En-Nasr (Fig : 5.7).

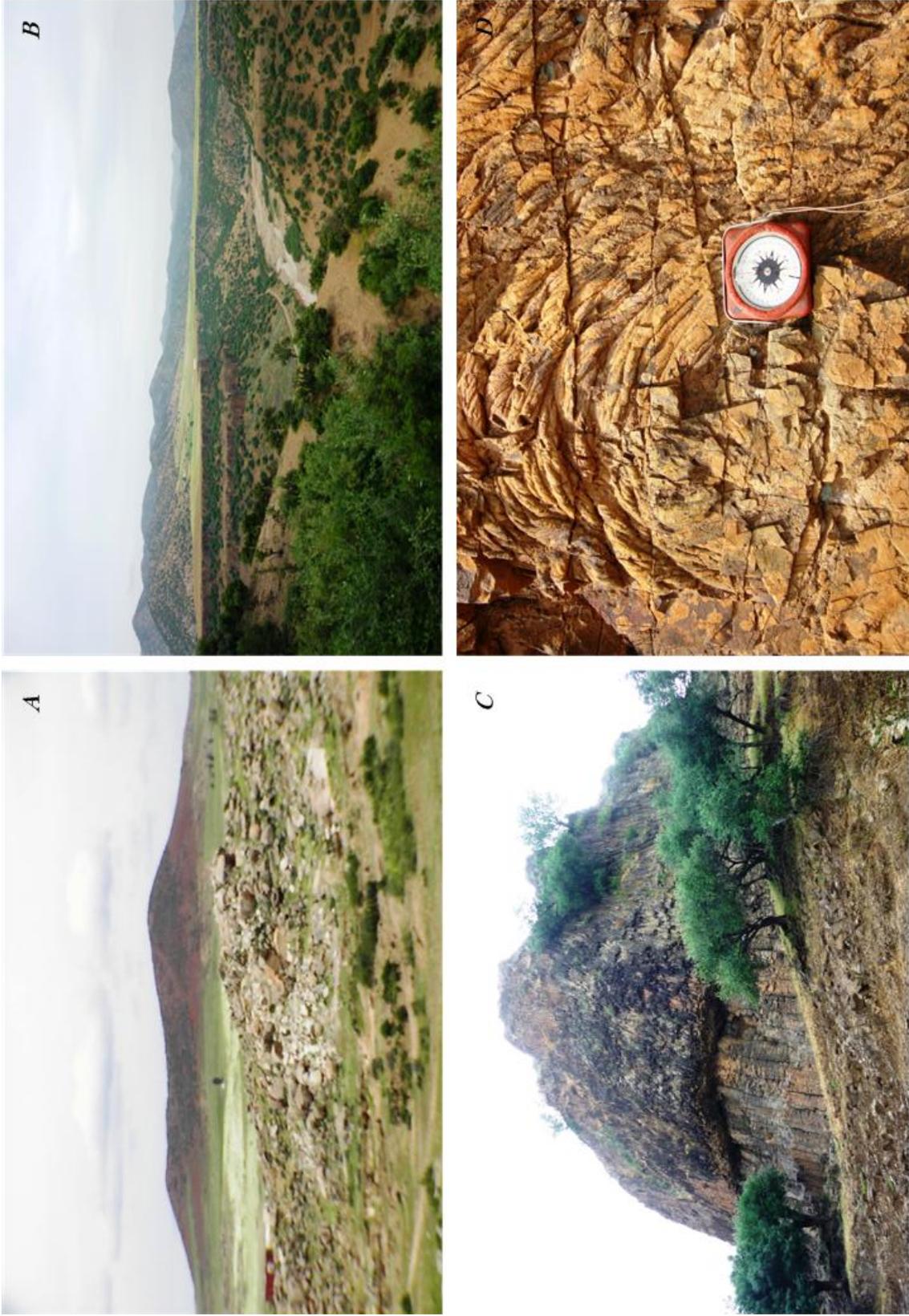


FIGURE 5.7: Vues panoramiques des cônes volcaniques d'Amehrouq (A), les coulées d'oued Aguenmour (B), les basaltes en prismes polygonaux d'Aguelmous (C) et les laves cordées de Bir En-Nasr (D).

## 5.4 Liste des géosites et des géomorphosites inventoriés

### 5.4.1 Types de formes

#### 5.4.1.1 Processus géomorphologiques et formes associées

L'ensemble de la région a fortement été marqué par :

##### ❶ Les formes structurales

D'après (Baechler 1991 :9) les formes structurales «sont liées principalement aux différences lithologiques et tectoniques». Du point de vue géomorphologique, la région en est riche. Nous avons sélectionné les exemplaires les plus intéressants.

##### ❷ L'hydrothermalisme

Il se caractérise par des formes comme les sources hydrothermales et les cours d'eau souterraines qui sont les formes les plus représentatives.

##### ❸ Les processus fluviatiles

Les formes fluviatiles de notre région ont été façonnées par des processus d'érosion et de dépôt et elles peuvent être encore actives ou héritées à travers les temps géologiques.

##### ❹ Les formes lacustres

Elles ne sont pas très courants dans la zone d'étude, seules les formations plio-quadernaires des Ait Hajji qui présentent une forme lacustre, mais des géosites similaires pourraient exister à l'intérieur du Massif Central, faute d'accès, on se limite à ce cas.

##### ❺ Autres formes

D'autres types de formes marquent également le territoire. Des processus volcaniques et magmatiques se sont développées dans quelques régions occupant un rôle marginal

dans la formation des reliefs de la zone d'étude. Ainsi certaines formes paléontologiques intéressantes marquent ce territoire, comme c'est le cas des deux bassins Permien de Tiddas et de Bou achouch, qui représentent un chapitre mémoire de la Terre d'il y à -280 M.a.

#### 5.4.1.2 Formes géomorphologiques dominantes

Suite à l'étape de sélection des sites géologiques, nous avons retenu 14 exemples de géosites et géomorphosites. Ceux-ci sont regroupés en sept processus morphogénétiques (Fig : 5.8).

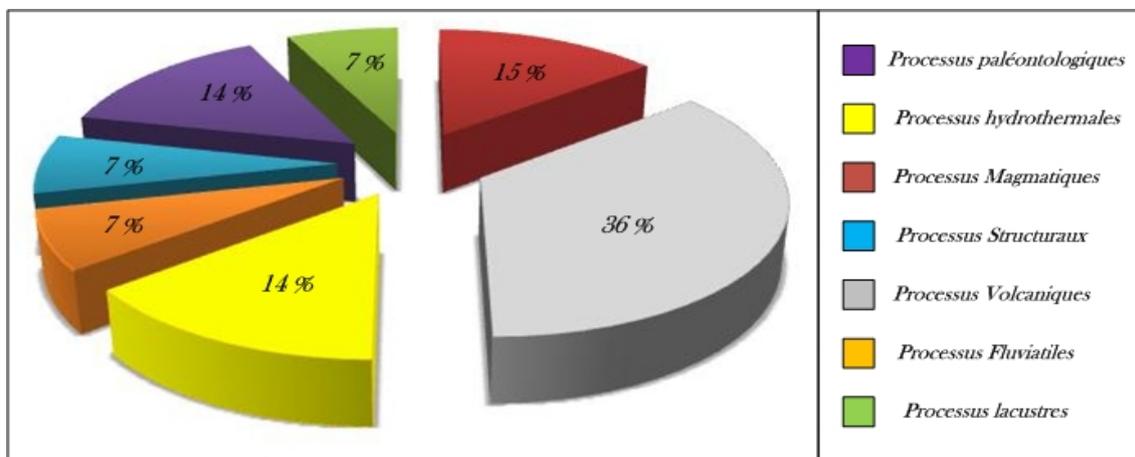


FIGURE 5.8: Processus morphogénétiques des géosites et des géomorphosites en secteurs proportionnels; Les couleurs choisies pour indiquer les processus morphogénétiques seront utilisées dans la plupart des graphiques suivants.

De nombreux processus ont façonné le relief du Maroc Central pour engendrer des formes géomorphologiques attrayantes, les plus marquants ayant été ceux de type volcaniques, et magmatiques qui, au total, ont contribué à la formation de 51 % des formes sélectionnées (Fig : 5.8). Les formes issues de ce type de processus sont donc les mieux représentées, à côté des formes paléontologiques, hydrothermales, structurales, fluviatiles et lacustres, qui occupent également une place néanmoins importante dans la morphologie actuelle.

Précisons que le processus géomorphologique attribué à chaque site est le pro-

cessus dominant responsable de sa formation. Une partie des sites a toutefois une origine mixte issue de la combinaison de plusieurs processus. c'est le cas par exemple, des formations plio-quaternaires des Ait Hajji qui sont issues d'un processus fluvio-lacustre. Dans ce cas, on considère que le processus dominant est lacustre. Des édifices volcaniques plio-quaternaires faisaient obstruction aux écoulements fluviaux dans un cadre géomorphologique à vallées étroites, et induisent des retenues hydriques naturelles.

## 5.4.2 Liste des géosites et des géomorphosites

Le tableau suivant (Tab : 5.1) montre la répartition des formes inventoriées dans les sept catégories de processus. les couleurs indiquent la nature du processus responsable des formes et le code chiffré permet l'identification des sites.

Classification	Type	Nom	Code	lieu	Etat
Le paysage de pénéplation du massif granitique de Ment	Géosite	Le granite de Ment	KHE Mag 001	A proximité de khénifra	Passif
Le Paysage volcanique dans le Plateau Central	Géomorphosites	Les cônes volcaniques d'Amehrouq	AGU Vol 002	Dans la région d'Aguelmous	Passif
		Les coulées d'Oued Aguenmour	AGU Vol 003		Passif
		Les basaltes en prismes polygonaux	AGU Vol 004		Passif
	Géosite	Les laves cordées de Bir En-Nasr	BEN Vol 005	A côté de Benslimane	Passif
Paysage des granites d'Oulmès	Géosite	La source thermale de Lalla Haya	OUL Hyd 006	Dans la région d'Oulmès	Actif
	Géomorphosites	La vallée de l'Oued Bou Regreg	OUL Flu 007		Actif
		Le plateau d'Oulmès	OUL Mag 008		Passif / Actif
		Les phonolites d'El Harcha	OUL Vol 009		Passif
Paysage panoramique du plateau Central	Géomorphosite	Balçon d'Ito	HAJ Str 0010	A proximité d'El Hajeb	Actif
Paysage Permien du Maroc central	Géosites	Le bassin de Bou Achouch	OUL Pal 0011	A proximité d'Oulmès	Passif
		Le bassin de Tiddas	TID Pal 0012	Tiddas	Passif
Paysage du plateau de Meknès	Géosite	La source thermale de Aïn Salama	MEC Hyd 0013	A proximité de Mecknès	Actif
Paysage plio-quaternaire de l'Oued Boulahmayil	Géomorphosite	Les formations fluvio-lacustres des Ait Hajji	TID Lac 0014	A Tiddas	Passif

TABLE 5.1: Liste des géomorphosites et géosites retenus, classés par ordre numérique et leur localisation .Les couleurs correspondent aux couleurs par lesquelles les processus sont symbolisés

## 5.5 Localisation et répartition spatiale des géosites et des géomorphosites

Les géosites et les géomorphosites sont répartis sur l'ensemble du territoire du Maroc Central, ils occupent tous les types d'environnement, du fond des petites vallées à la haute montagne, en passant par les versants (Fig : 5.9).

La répartition des différents types de géosites et de géomorphosites entre les divers communes et provinces de notre zone d'étude est peu assez hétérogène avec un a proximité de la ville de khénifra, trois dans la région d'Aguelmous, un à Benslimane, cinq dans la région d'Oulmés, un à quelque kilomètres de la ville d'El Hajeb, deux autres dans la région de Tiddas, et enfin un dernier a Meknès.

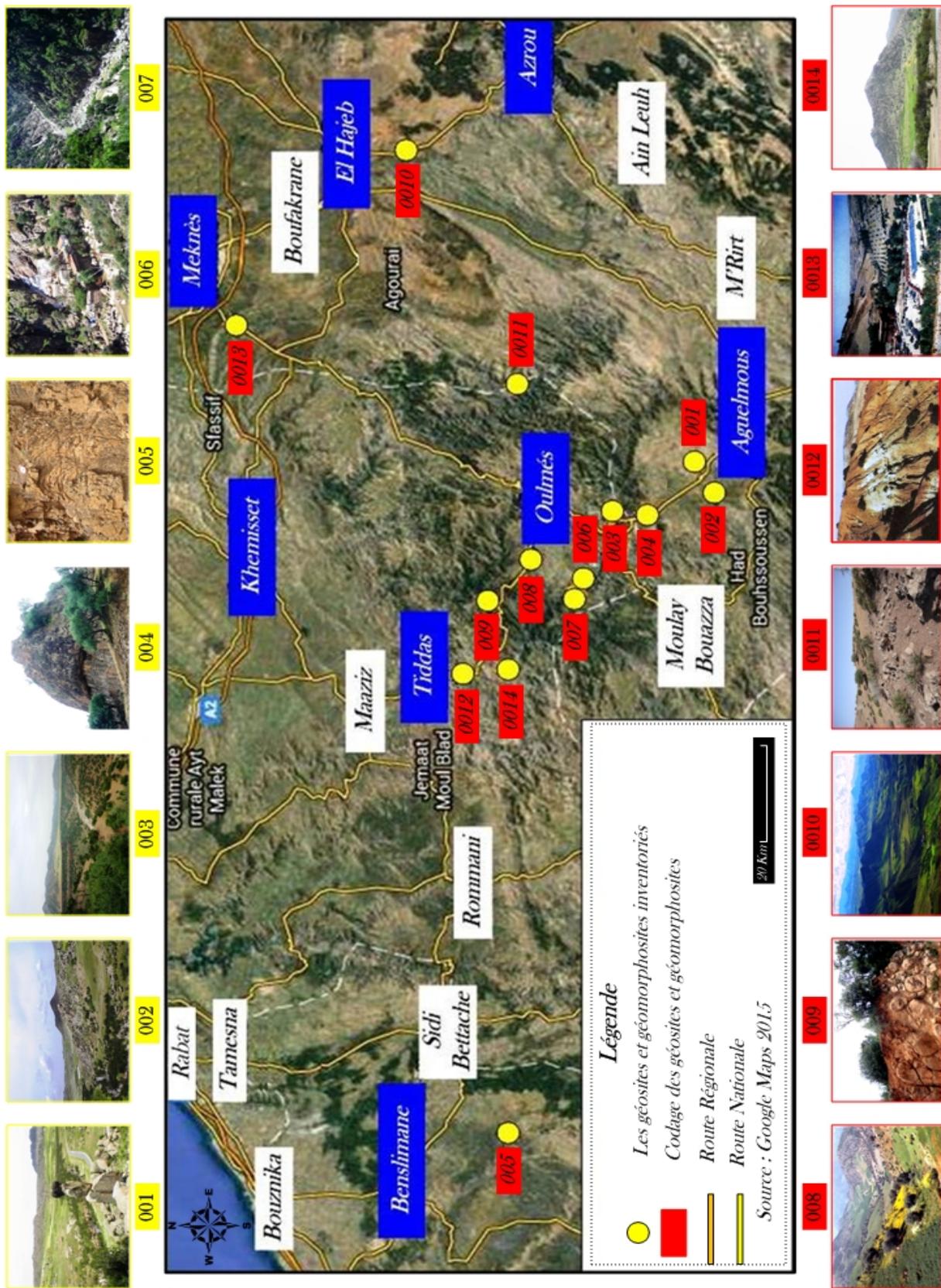


FIGURE 5.9: Localisation des géosites et géomorphosites du Maroc Central ; les numéros correspondent aux codes indiqués dans le tableau 5.1.

## 5.6 Résultat de l'inventaire

Les géomorphosites et les géosites ont été évalués selon la méthode présentée au chapitre précédent. Nous en exposons ici les résultats généraux, avec quelques statistiques sur les scores obtenus. Les fiches d'évaluation complètes de chaque objet seront exposés dans un autre chapitre a part. Les résultats sont présentés de façon visuelle, à l'aide de tableaux et graphiques qui permettent une meilleure lisibilité; quelques cartes synthétiques facilitent la représentation spatiale des résultats.

En effet, Dans la limite du possible, nous discutons dans ce chapitre les résultats globaux de l'inventaire. Nous passons en revue les valeurs et les critères qui composent les géomorphosites et les géosites et nous ferons ressortir les tendances principales de la région.

## 5.7 Evaluation du Patrimoine Géologique

### 5.7.1 Valeur scientifique des sites retenue

Après une description brève des processus et des formes de notre secteur d'étude. Nous allons donner une appréciation de la valeur scientifique de cette région. Cette valeur est évaluée selon les quatre critères proposés par Grandgirard (1999). L'intégrité renseigne sur l'état de conservation du site; la représentativité exprime l'exemplarité du site en référence au périmètre d'étude; la rareté est également évaluée en fonction de l'espace de référence, et elle met les formes exceptionnelles en évidence; Alors que la valeur paléogéographique détermine l'importance de l'objet pour la reconstitution de l'histoire de la Terre et du paléo-climat. Pour l'évaluation quantitative, les scores s'étendent de 0 (valeur nulle) à 1 (valeur maximale), avec des paliers de 0,25. La valeur scientifique correspond à la moyenne des quatre critères. L'ensemble des critères est synthétisé dans la fiche d'évaluation ci-dessous (Tab : 5.2). Ceci permet d'évaluer précisément la «valeur scientifique».

Critères / Résultats	0	0,25	0,50	0,75	1
Intégrité	Détruit	Pratiquement détruit	Détruit partiellement	Faiblement endommagé	Intact
Représentativité	Nulle	Faible	Modéré	Elevé	Très élevé
Rareté	-	Commun	Rare	Très rare	Unique
Valeur paléogéographique	Nulle	Faible	Modéré	Elevé	Très élevé
Valeur scientifique total	-	-	-	-	-

TABLE 5.2: Tableau synthétisant la valeur scientifique globale d'un géosite ou géomorphosite

### 5.7.1.1 L'intégrité

Les formes du relief du Maroc Central sont globalement assez bien conservées. L'influence humaine y est faible. Quant à l'érosion, elle est très active ; en ce sens, elle contribue de manière importante à la dégradation de certaines formes.

D'après les scores du critère de l'intégrité (Tab : 5.3) nous constatons que, la quasi-totalité des géomorphosites et géosites sont faiblement endommagés voir naturellement intacts, car ils sont moins accessibles, comme ils sont éloignés des activités anthropiques. D'une manière générale, l'intégrité des géomorphosites et géosites inventoriés est bonne (0,82), malgré qu'on relève des scores moyennement faibles (0.50), notamment les géosites paléontologiques.

Valeur scientifique : critère d'intégrité		
N°	Code du géosite / géomorphosite	Intégrité
1	KHE Mag 001	0,75
2	AGU Vol 002	1
3	AGU Vol 003	1
4	AGU Vol 004	1
5	BEN Vol 005	1
6	OUL Hyd 006	0,75
7	OUL Flu 007	0,75
8	OUL Mag 008	0,75
9	OUL Vol 009	0,75
10	HAI Str 0010	1
11	OUL Pal 0011	0,50
12	TID Pal 0012	0,50
13	MEC Hyd 0013	0,75
14	TID Lac 0014	1
<b>V. Moyenne</b>		<b>0,82</b>

TABLE 5.3: Détails du critère d'intégrité des géomorphosites et des géosites inventoriés.

### 5.7.1.2 Critère de la représentativité à l'échelle géographique

La représentativité est beaucoup plus difficile à préciser (Tab : 5.4), car notre zone d'étude est caractérisée par la diversité et l'ampleur des formes du relief et certains types de formes sont mieux représentés que d'autres.

En effet, la représentativité des géomorphosites et des géosites inventoriés est très bonne, elle est de l'ordre de 0,95.

D'après les scores du critère de la représentativité (Tab : 5.4) nous constatons que seulement 21% des géo(morpho)sites sont touchés négativement par des impacts naturels ou anthropiques (KHE Mag 001, OUL Vol 009 et TID Lac 0014) . La région est donc globalement sauvegardée par les impacts sur le paysage et par conséquent, leurs caractéristiques ne sont généralement que peu touchées.

Les géo(morpho)sites possédants un score de 1 sont les géo(morpho)sites les plus représentatifs et répandus de la région d'étude.

Valeur scientifique : critère de la représentativité		
N°	Code du géosite / géomorphosite	Représentativité
1	KHE Mag 001	0,75
2	AGU Vol 002	1
3	AGU Vol 003	1
4	AGU Vol 004	1
5	BEN Vol 005	1
6	OUL Hyd 006	1
7	OUL Flu 007	1
8	OUL Mag 008	1
9	OUL Vol 009	0,75
10	AZR Str 0010	1
11	OUL Pal 0011	1
12	TID Pal 0012	1
13	MEC Hyd 0013	1
14	TID Lac 0014	0,75
<b>V. Moyenne</b>		<b>0,95</b>

TABLE 5.4: Détails du critère de la représentativité des géomorphosites et des géosites inventoriés.

### 5.7.1.3 Critère de la rareté

La rareté des géo(morpho)sites inventoriés se diffèrent selon le périmètre d'étude. Dans cet inventaire, 60 % des géosites et géomorphosites évalués sont des formes rares, (Tabl : 5.5). Le critère de la rareté signifie deux choses distinctes. Non seulement un géo(morpho)site peut être unique, mais il peut être rare de par ses caractéristiques. L'ensemble des éléments géomorphologiques qui le composent, sa taille, sa lithologie ou sa composition minéralogique, etc... peuvent influencer son score.

En effet, les géo(morpho)sites retenus présentent souvent des caractéristiques

uniques à l'échelle du territoire d'étude, les géo(morpho)sites AGU Vol 004, BEN Vol 005, HAJ Str 0010, OUL Pal 0011, TID Pal 0012 et TID Lac 0014 sont créditées d'un score maximal devant les autres géosites et géomorphosites, alors que les géo(morpho)sites OUL Hyd 006, OUL Flu 007 et MEC Hyd 0013 sont à nouveau les moins bien jugées.

Valeur scientifique : critère de la rareté		
N°	Code du géosite / géomorphosite	Rareté
1	KHE Mag 001	0,50
2	AGU Vol 002	0,50
3	AGU Vol 003	0,75
4	AGU Vol 004	1
5	BEN Vol 005	1
6	OUL Hyd 006	0,25
7	OUL Flu 007	0,25
8	OUL Mag 008	0,50
9	OUL Vol 009	0,50
10	HAJ Str 0010	1
11	OUL Pal 0011	1
12	TID Pal 0012	1
13	MEC Hyd 0013	0,25
14	TID Lac 0014	1
<b>V. Moyenne</b>		<b>0,68</b>

TABLE 5.5: Détails du critère de la rareté des géomorphosites et des géosites inventoriés.

#### 5.7.1.4 Critère de la valeur paléogéographique

La valeur paléogéographique est plus faible (0.46) que les trois autres critères et limite la valeur scientifique. Les géomorphosites et les géosites qui renseignent sur l'histoire de la Terre et du paléo-climat sont mis en valeur par ce critère. Seuls les objets qui définissent clairement une situation paléogéographique obtiennent un

score élevé. Bien que la valeur paléogéographique soit centrale dans la définition du concept de géo(morpho)site, il ressort de notre évaluation que certaines catégories de géosites et géomorphosites sont prétéritées par ce critère. En effet, le tableau ci-dessous (Tab : 5.6) montre que le secteur d'étude ne présente pas une valeur paléogéographique importante, seuls quelques géo(morpho)sites qui permettent de reconstituer et de dater tout un contexte régional dans le domaine de l'histoire de la Terre et du paléo-climat. Alors que le géosite MEC Hyd 0013 ne possède nullement une valeur paléogéographique, de par leur nature.

Valeur scientifique : critère de la valeur paléogéographique		
N°	Code du géosite / géomorphosite	Valeur paléogéographique
1	KHE Mag 001	0,50
2	AGU Vol 002	0,50
3	AGU Vol 003	0,50
4	AGU Vol 004	0,50
5	BEN Vol 005	0,50
6	OUL Hyd 006	0,25
7	OUL Flu 007	0,25
8	OUL Mag 008	0,50
9	OUL Vol 009	0,50
10	HAI Str 0010	0,75
11	OUL Pal 0011	0,50
12	TID Pal 0012	0,50
13	MEC Hyd 0013	0
14	TID Lac 0014	0,75
<b>V. Moyenne</b>		<b>0,46</b>

TABLE 5.6: Détails du critère de la valeur paléogéographique des géomorphosites et des géosites inventoriés.

### 5.7.1.5 Synthèse de la valeur scientifique

Notant tout d'abord que tous les géosites et les géomorphosites étudiés possèdent une importance d'un point de vue scientifique, ce qui est très bien pour notre évaluation. Le tableau ci-dessous ( Tab : 5.7) comprend les principales données à retenir ; elle synthétise les résultats de la valeur scientifique que nous avons commentés plus haut avec une bonne vision d'ensemble.

La valeur scientifique des géosites et géomorphosites inventoriés					
Code	Intégrité	Représentativité	Rareté	Valeur paléogéographique	Valeur scientifique totale
KHE Mag 001	0,75	0,75	0,50	0,50	0,62
AGU Vol 002	1	1	0,50	0,50	0,75
AGU Vol 003	1	1	0,75	0,50	0,81
AGU Vol 004	1	1	1	0,50	0,87
BEN Vol 005	1	1	1	0,50	0,87
OUL Hyd 006	0,75	1	0,25	0,25	0,56
OUL Flu 007	0,75	1	0,25	0,25	0,56
OUL Mag 008	0,75	1	0,50	0,50	0,68
OUL Vol 009	0,75	0,75	0,50	0,50	0,62
HAI Str 0010	1	1	1	0,75	0,93
OUL Pal 0011	0,50	1	1	0,50	0,75
TID Pal 0012	0,50	1	1	0,50	0,75
MEC Hyd 0013	0,75	1	0,25	0	0,50
TID Lac 0014	1	0,75	1	0,75	0,87
<b>Valeur moyenne</b>	<b>0,82</b>	<b>0,95</b>	<b>0,68</b>	<b>0,46</b>	<b>0,72</b>

TABLE 5.7: Tableau récapitulatif des scores obtenus pour la valeur centrale.

La valeur scientifique moyenne de l'ensemble des géosites et géomorphosites est de l'ordre de 0.72 ; ce score fait également office de médiane dans la distribution puisque huit objets se situent au-dessus et six au-dessous de la moyenne. Plusieurs géomorphosites se démarquent dans le tableau avec des scores élevés ( Tab : 5.7 et Fig : 5.10) : le balcon d'Ito à proximité d'El Hajeb (HAI Str 0010) obtient le score maximal et les laves cordées de Bir En-Nasr (BEN Vol 005), les basaltes en prismes polygonaux (AGU Vol 004) et les formations fluvio-lacustre des Aït Hajji (TID Lac 0014) affichent également des scores supérieurs à 0,80. Certains géo(morpho)sites présentent au contraire une valeur scientifique plutôt faible avec des scores variant

entre 0,50 et 0,60 : c'est la cas des sources hydrothermales de Aïn Salama (MEC Hyd 0013) et de Lalla Haya (OUL Hyd 006) et la vallée de l'oued Bou Regreg .

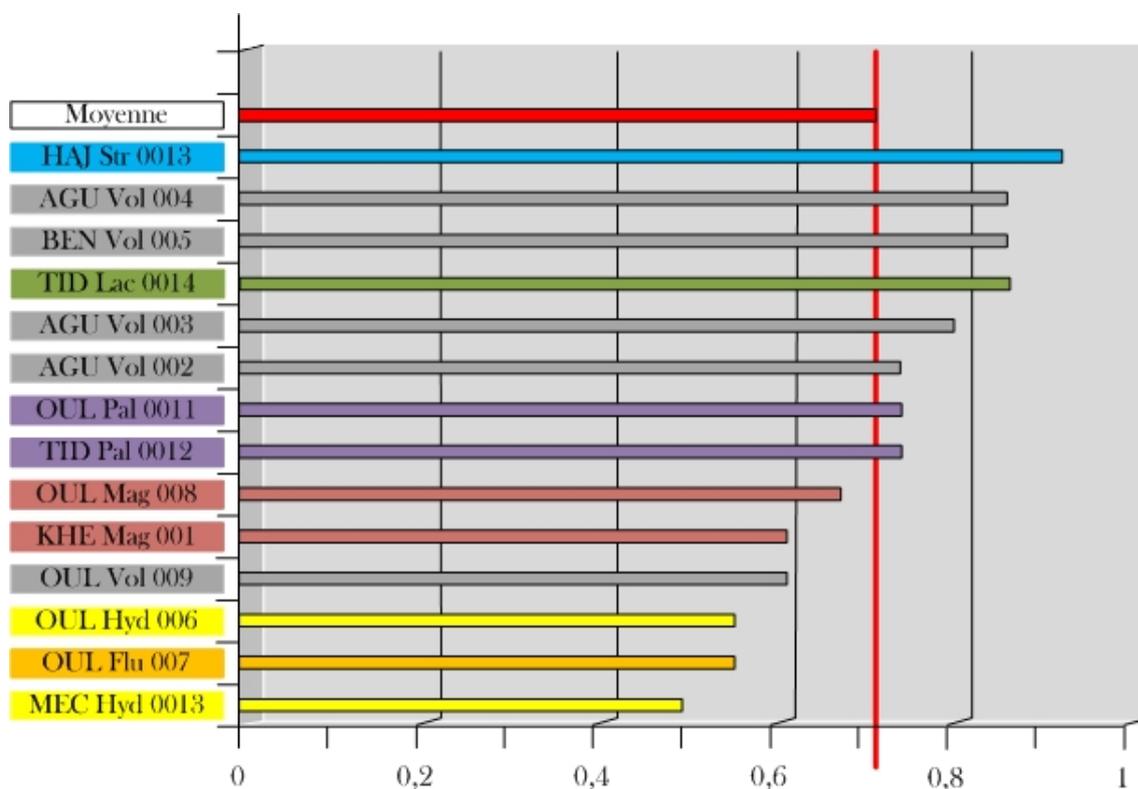


FIGURE 5.10: La valeur scientifique des géosites et géomorphosites, classés par score décroissant. La moyenne est de 0.72 (trait rouge). La couleur des barres correspond au processus géomorphologique.

Il y a de manière générale une grande homogénéité dans les scores. Nous relevons que la valeur scientifique des géomorphosites ne semble pas liée à leur localisation (Fig : 5.11) : des scores faibles ou élevés se retrouvent dans chaque partie du territoire.

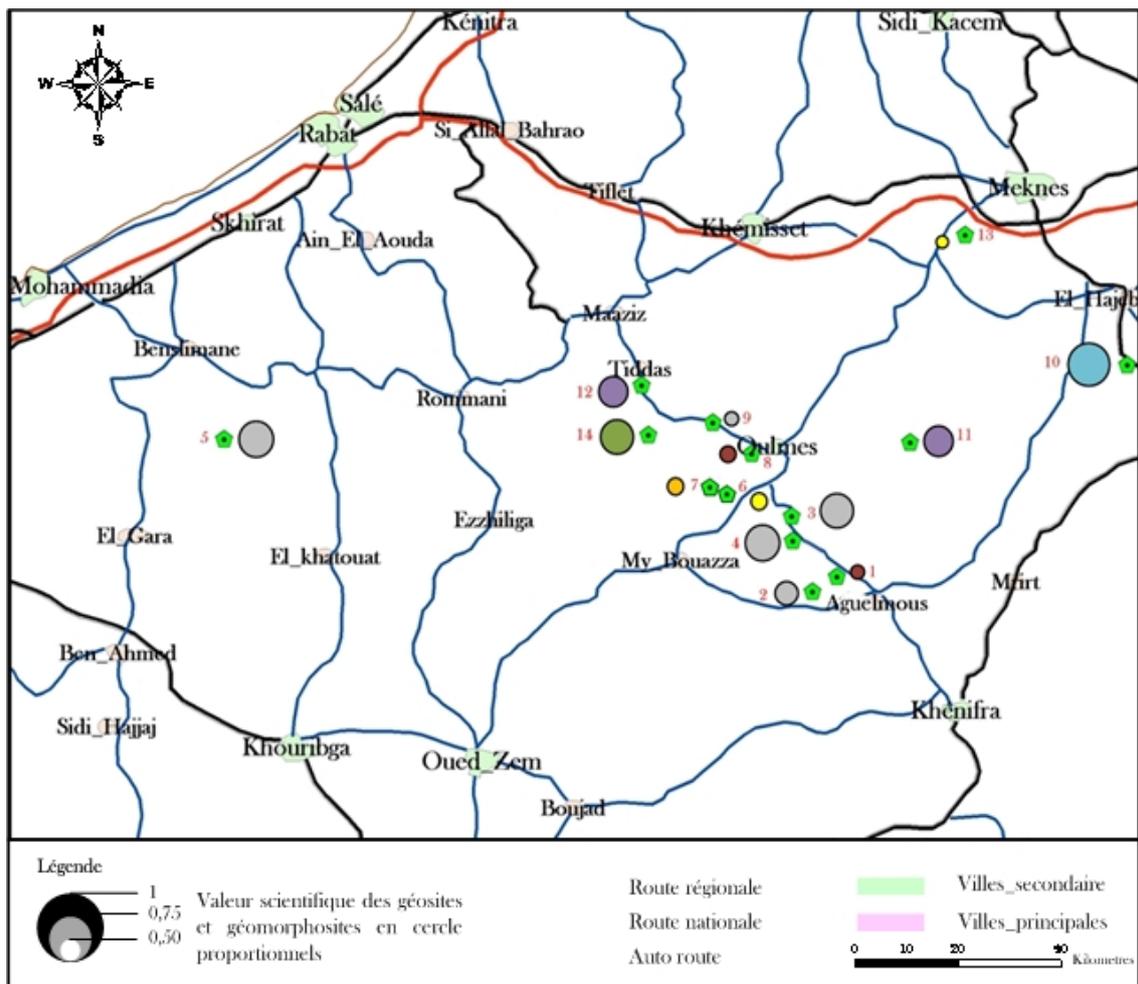


FIGURE 5.11: La valeur scientifique des géosites et géomorphosites en cercle proportionnels. Les couleurs représentent le processus morphogénétique dominant.

### 5.7.2 Valeurs additionnelles des sites retenus

Les critères et valeurs additionnelles montrent les liens entre les géo(morpho)sites et des aspects naturels et culturels. Le but de ce type d'évaluation est de fournir une deuxième clé d'interprétation du paysage géomorphologique. Les géosites et géomorphosites ont bien sûr un intérêt scientifique central, mais ses composantes additionnelles sont tout aussi importantes.

en effet, nous avons vu que le Maroc Central présente une morphologie variée et que de nombreux types de processus ont contribué au façonnement du relief

actuel. Nous allons maintenant donner une appréciation des valeurs additionnelles de cette région en utilisant les critères que nous avons déjà présentés précédemment. Donc, cette partie sera consacrée à l'analyse des valeurs additionnelles du paysage géomorphologique du Maroc Central. Nous allons étudier séparément ces différentes valeurs afin de donner un aperçu de la valeur esthétique, écologique, culturelle, didactique et économique des formes du relief de notre région d'étude.

En outre, les valeurs additionnelles correspondent à la moyenne des quatre critères. L'ensemble des critères est synthétisé dans la fiche d'évaluation ci-dessous (Tab : 5.8).

Critères / Résultats		0	0,25	0,50	0,75	1
Valeur écologique = (1+2) / 2	(1) Influence écologique	Nulle	Faible	Modéré	Elevé	Très élevé
	(2) Propriété des sites	Terrain privé	-	Terrain publique	-	Terre protégé
Valeur esthétique = (1+2)/2	(1) Niveau de visibilité	Nulle	Faible	Modéré	Elevé	Très élevé
	(2) Niveau de contraste dans le paysage	Couleurs identiques	Couleurs peu différentes	Couleurs différentes	Couleurs très différentes	Couleurs opposés
La valeur culturelle	-	Nulle	Faible	Modéré	Elevé	Très élevé
La valeur économique	-	Nulle	Faible	Modéré	Elevé	Très élevé
Valeurs additionnelles						

TABLE 5.8: Synthétisant les valeurs additionnelles globales des sites retenus

### 5.7.2.1 La valeur écologique

La valeur écologique d'un géosite ou géomorphosite est la moyenne entre son influence écologique et son degré de protection. Cette valeur est près de 0.43 dans notre zone d'étude (Tab : 5.9), ce qui est intéressant mais non pas exceptionnel. Il s'agit certainement de la valeur additionnelle la plus difficile à évaluer ; il se peut donc que, faute de connaissances, l'importance écologique de l'un ou l'autre site nous ait échappé.

Valeurs additionnelles : valeur écologique				
N°	Code du géosite / géomorphosite	Influence écologique	Propriété des sites	Valeur écologique
1	KHE Mag 001	0,75	0	0,37
2	AGU Vol 002	0,25	0,50	0,37
3	AGU Vol 003	0,25	0,50	0,37
4	AGU Vol 004	0,25	0,75	0,50
5	BEN Vol 005	0,25	0,50	0,37
6	OUL Hyd 006	0,50	0	0,25
7	OUL Flu 007	0,50	0,50	0,50
8	OUL Mag 008	0,25	0,50	0,37
9	OUL Vol 009	1	0,50	0,75
10	HAI Str 0010	0,50	0,50	0,50
11	OUL Pal 0011	0,50	0,50	0,50
12	TID Pal 0012	0,50	0,50	0,50
13	MEC Hyd 0013	0,25	0	0,12
14	TID Lac 0014	0,50	0,50	0,50
<b>V. Moyenne</b>		<b>0,45</b>	<b>0,41</b>	<b>0,43</b>

TABLE 5.9: Critères composant la valeur écologique de chaque géosite et géomorphosite inventorié.

### 5.7.2.2 La valeur esthétique

Dans une région de haute montagne telle que la notre, la spectacularité des formes du relief est l'élément le plus important dans l'esthétique du paysage. La végétation étant très limitée, elle ne joue qu'un rôle marginal dans le contraste de couleur. Le développement vertical et la structuration de l'espace dépendent donc essentiellement des formes du relief. Bien qu'une appréciation globale de la valeur esthétique d'une région étendue demeure difficile, nous pouvons affirmer que le Maroc Central à travers ses géosites et géomorphosites présente globalement un bon développement vertical, un bon contraste au niveau des couleurs et de nombreux éléments qui contribuent à en structurer l'espace à plusieurs échelles (Tab : 5.10).

Valeurs additionnelles : valeur esthétique				
N°	Code du géosite / géomorphosite	Niveau de visibilité	Niveau de contraste dans le paysage	Valeur esthétique
1	KHE Mag 001	0,75	1	0,87
2	AGU Vol 002	0,75	0,75	0,75
3	AGU Vol 003	0,75	0,75	0,75
4	AGU Vol 004	0,75	1	0,87
5	BEN Vol 005	0,75	0,50	0,62
6	OUL Hyd 006	0,75	0,75	0,75
7	OUL Flu 007	0,75	0,75	0,75
8	OUL Mag 008	0,50	0,75	0,62
9	OUL Vol 009	0,50	0,75	0,62
10	HAI Str 0010	1	1	1
11	OUL Pal 0011	0,50	0,50	0,50
12	TID Pal 0012	0,50	0,50	0,50
13	MEC Hyd 0013	0,50	0,50	0,50
14	TID Lac 0014	0,75	0,75	0,75
<b>V. Moyenne</b>		<b>0,68</b>	<b>0,73</b>	<b>0,70</b>

TABLE 5.10: Critères composant la valeur esthétique de chaque géosite et géomorphosite inventorié.

### 5.7.2.3 La valeur culturelle

La valeur culturelle des géo(morpho)sites est surtout marquée par l'importance historique. Ce critère culturel rend compte de la relation Homme-nature. Sa valeur moyenne (0.62) indique donc, que les sites ont généralement une importance locale (Tab : 5.11). En effet le paysage géomorphologique du Maroc Central présente une valeur culturelle intéressante. C'est l'ensemble des formes du relief qui est porteur de cette valeur.

Certes, d'après cet inventaire on peut déduire que les différents géosites et géomorphosites de notre zone d'étude ont un rayonnement culturel illimité.

Valeurs additionnelles : valeur culturelle		
N°	Code du géosite / géomorphosite	Influence culturelle
1	KHE Mag 001	0,75
2	AGU Vol 002	0,50
3	AGU Vol 003	0,50
4	AGU Vol 004	0,50
5	BEN Vol 005	0,50
6	OUL Hyd 006	0,75
7	OUL Flu 007	0,75
8	OUL Mag 008	0,75
9	OUL Vol 009	0,75
10	HAJ Str 0010	0,75
11	OUL Pal 0011	0,75
12	TID Pal 0012	0,50
13	MEC Hyd 0013	0,50
14	TID Lac 0014	0,50
<b>V. Moyenne</b>		<b>0,62</b>

TABLE 5.11: Critères composant la valeur culturelle de chaque géosite et géomorphosite inventorié.

#### 5.7.2.4 La valeur économique pour le géotourisme

Le paysage géomorphologique du Maroc Central présente une valeur économique assez faible. Ce fait témoigne de la faiblesse des approches de valorisation du paysage géomorphologique. Des perspectives de gestion durable du patrimoine géo(morpho)logique sont absentes. Une gestion adéquate de certains géosites et géomorphosites permettrait de produire des revenus destinés à améliorer l'offre pour un tourisme doux émergent.

Les trois sites ayant le score le plus élevé sont : KHE Mag 001, OUL Hyd 006 et MEC Hyd 0013, alors que les autres sites ont une valeur plus faible voire nulle (Tab : 5.12).

Valeurs additionnelles : valeur économique		
N°	Code du géosite / géomorphosite	Valeur économique
1	KHE Mag 001	1
2	AGU Vol 002	0
3	AGU Vol 003	0
4	AGU Vol 004	0
5	BEN Vol 005	0
6	OUL Hyd 006	1
7	OUL Flu 007	0,25
8	OUL Mag 008	0
9	OUL Vol 009	0
10	HAI Str 0010	0
11	OUL Pal 0011	0
12	TID Pal 0012	0
13	MEC Hyd 0013	1
14	TID Lac 0014	0
<b>V. Moyenne</b>		<b>0,23</b>

TABLE 5.12: Critères composant la valeur économique de chaque géosite et géomorphosite inventorié.

### 5.7.2.5 Synthèse des valeurs additionnelles

Les valeurs additionnelles sont au nombre de quatre, elles sont secondaires par rapport à la valeur scientifique qui est centrale. Le tableau suivant (Tab : 5.13) illustre les caractérisations des valeurs additionnelles de différents géosites et géomorphosites de notre zone d'étude.

Les valeurs additionnelles des géosites et géomorphosites inventoriés					
Code	Valeur écologique	Valeur esthétique	Valeur culturelle	Valeur économique	Valeurs additionnelles totales
KHE Mag 001	0,37	0,87	0,75	1	0,75
AGU Vol 002	0,37	0,75	0,50	0	0,40
AGU Vol 003	0,37	0,75	0,50	0	0,40
AGU Vol 004	0,50	0,87	0,50	0	0,47
BEN Vol 005	0,37	0,62	0,50	0	0,38
OUL Hyd 006	0,25	0,75	0,75	1	0,69
OUL Flu 007	0,50	0,75	0,75	0,25	0,56
OUL Mag 008	0,37	0,62	0,75	0	0,43
OUL Vol 009	0,75	0,62	0,75	0	0,53
HAI Str 0010	0,50	1	0,75	0	0,56
OUL Pal 0011	0,50	0,50	0,75	0	0,43
TID Pal 0012	0,50	0,50	0,50	0	0,37
MEC Hyd 0013	0,12	0,50	0,50	1	0,53
TID Lac 0014	0,50	0,75	0,50	0	0,44
<b>Valeur moyenne</b>	<b>0,43</b>	<b>0,70</b>	<b>0,62</b>	<b>0,23</b>	<b>0,49</b>

TABLE 5.13: Tableau récapitulatif des scores obtenus pour les valeurs additionnelles.

Dans un premier temps, nous relevons que tous les géomorphosites et géosites du Maroc Central possèdent des valeurs additionnelles assez importantes ce qui est très bien pour notre évaluation. Ces dernières présentent une valeur qui est de l'ordre de 0,49 avec huit géo(morpho)sites qui se situent en dessous de la moyenne et six qui ont une valeur supérieure à la médiane (Fig : 5.12).

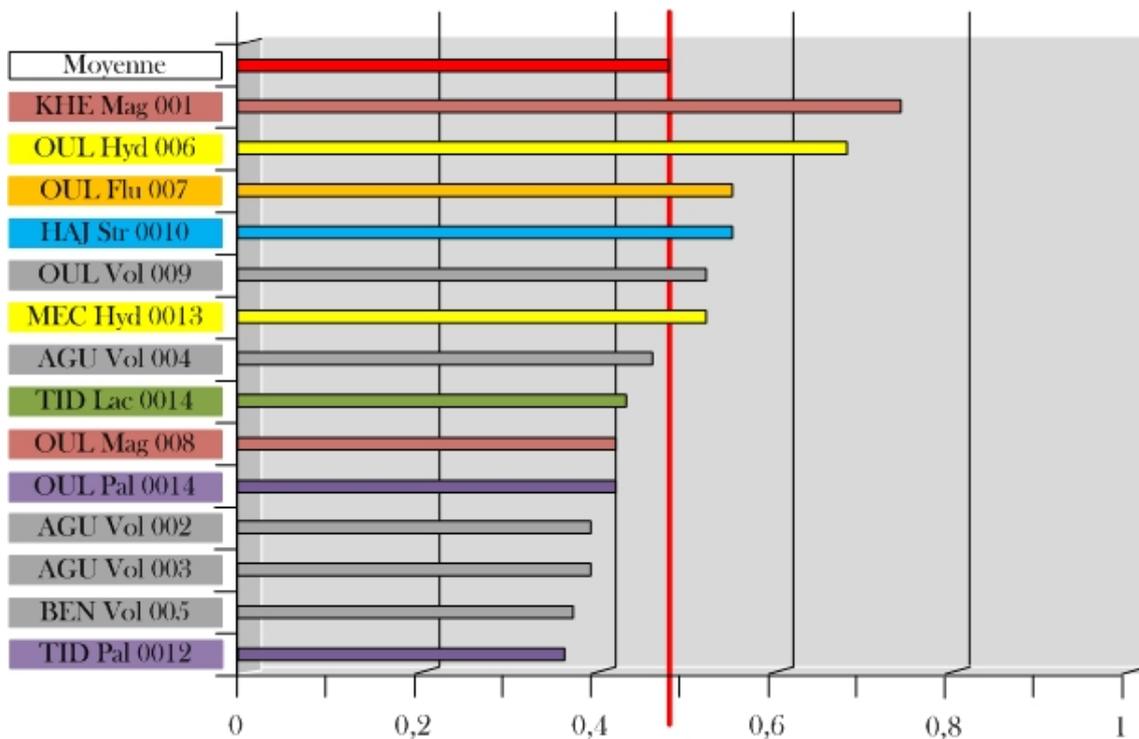


FIGURE 5.12: Les valeurs additionnelles des géosites et géomorphosites, classés par score décroissant. La moyenne est de 0.49 (trait rouge). La couleur des barres correspond au processus géomorphologique.

### 5.7.3 Evaluation géomorphologique globale

La valeur géomorphologique globale représente l'addition de la valeur scientifique et de la valeur additionnelle. Elle permet de mettre en évidence l'importance globale du site évalué, du point de vue géomorphologique.

#### 5.7.3.1 Classement des sites selon la valeur scientifique

Le tableau ci-dessous (Tab : 5.14) présente la distribution décroissante par importance scientifique des quatorze sites recensés.

Classement des géosites et géomorphosites par rapport à leur valeur scientifique			
N°	Code identifiant	Nom	Valeur Scientifique
10	HAI Str 0010	Le Balcon d'Ito	0,93
4	AGU Vol 004	Les basaltes en prismes polygonaux	0,87
5	BEN Vol 005	Les laves cordées de Bir-En-Nasr	0,87
14	TID Lac 0014	Les formations fluvio-lacustres des Aït Hajji	0,87
3	AGU Vol 003	Les coulées d'Oued Aguenour	0,81
2	AGU Vol 002	Les cônes volcaniques d'Amehrouq	0,75
11	OUL Pal 0011	Le bassin de Bou Achouch	0,75
12	TID Pal 0012	Le bassin de Tiddas	0,75
8	OUL Mag 008	Le plateau d'Oulmés	0,68
1	KHE Mag 001	Granite de Ment	0,62
9	OUL Vol 009	Le plateau d'El Harcha	0,62
6	OUL Hyd 006	La source thermale de Lalla Haya	0,56
7	OUL Flu 007	La vallée de l'Oued Bou Regreg	0,56
13	MEC Hyd 0013	La source thermale de Aïn Salama	0,50
V. Moyenne			0,72

TABLE 5.14: Résultats des valeurs scientifiques des quatorze sites, classées par ordre décroissant.

Grâce au classement des notes scientifiques, on se rend rapidement compte des différentes valeurs des géosites et géomorphosites inventoriés.

Il résulte de cette évaluation que le site n°10 qui correspond au Balcon d'Ito (Fig : 5.13), détient la plus grande valeur scientifique. Leur globale intégrité et leur rareté par rapport à l'espace de référence, les portent à l'avant du classement.



FIGURE 5.13: Vue panoramique du Balcon d'Ito. En contrebas, les terrains paléozoïques plissés et érodés, à l'arrière plan, vers la droite, le plateau du Causse d'Agoourai (Trias-Lias).

Alors que de nombreux sites perdent leur valeur scientifique en raison de leur mauvaise préservation, souvent en raison du contexte dans lequel ils s'inscrivent ou tout simplement car ils ne sont guère rares dans l'espace de référence et c'est le cas de la source thermale de Aïn Salama (Fig : 5.14) qui adopte une valeur scientifique moyenne.



FIGURE 5.14: Vue panoramique du géosite d'Aïn Salama

### 5.7.3.2 Classement des sites selon les valeurs additionnelles

Le tableau suivant (Tab : 5.15) présente la distribution décroissante des géosites et géomorphosites par rapport à leurs valeurs additionnelles

Classement des géosites et géomorphosites par rapport à leurs Valeurs additionnelles			
N°	Code identifiant	Nom	Valeurs additionnelles
1	KHE Mag 001	Granite de Ment	0,75
6	OUL Hyd 006	La source thermale de Lalla Haya	0,69
7	OUL Flu 007	La vallée de l'Oued Bou Regreg	0,56
10	HAJ Str 0010	Le Balcon d'Ito	0,56
9	OUL Vol 009	Le plateau d'El Harcha	0,53
13	MEC Hyd 0013	La source thermale de Aïn Salama	0,53
4	AGU Vol 004	Les basaltes en prismes polygonaux	0,47
14	TID Lac 0014	Les formations fluvio-lacustres des Ait Hajji	0,44
8	OUL Mag 008	Le plateau d'Oulmés	0,43
11	OUL Pal 0011	Le bassin de Bou Achouch	0,43
2	AGU Vol 002	Les cônes volcaniques d'Amehrouq	0,40
3	AGU Vol 003	Les coulées d'Oued Aguenour	0,40
5	BEN Vol 005	Les laves cordées de Bir-En-Nasr	0,38
12	TID Pal 0012	Le bassin de Tiddas	0,37
V. Moyenne			0,49

TABLE 5.15: Résultats des valeurs additionnelles des quatorze sites, classées par ordre décroissant

L'importance géomorphologique d'un site dépend avant tout du cumul de ses valeurs additionnelles. Plus un site regroupe des particularités, plus sa valeur va augmenter.

En effet, les géosites et les géomorphosites de plus grandes valeurs additionnelles, après évaluation, sont le granite de Ment et la source thermale de Lalla Haya (Fig : 5.15). Ces deux géosites, cumulent plusieurs valeurs additionnelles. Pour les détails, nous vous renvoyons à l'inventaire, en chapitre 6.



FIGURE 5.15: Les deux géosites ayant les plus grandes valeurs additionnelles. (A) : le granite de Ment, (B) : la source thermique de Lalla Haya.

### 5.7.3.3 Classement des sites selon la valeur géomorphologique

#### 5.7.3.3.1. Résultats

Le tableau (Tab : 5.16) présente le résultat géomorphologique final. Nous pouvons y observer le classement décroissant des sites, obtenu en faisant la moyenne respective de leurs valeurs scientifique et additionnelle.

Classement des géosites et géomorphosites par rapport à leur valeur géomorphologique					
N <sup>o</sup>	Code identifiant	Nom	Valeur Scientifique	Valeurs additionnelles	Valeur géomorphologique
1	KHE Mag 001	Granite de Ment	0,93	0,75	0,84
6	OUL Hyd 006	La source thermique de Lalla Haya	0,87	0,69	0,78
7	OUL Flu 007	La vallée de l'Oued Bou Regreg	0,87	0,56	0,71
10	HAI Str 0010	Le Balcon d'Ito	0,87	0,56	0,71
9	OUL Vol 009	Le plateau d'El Harcha	0,81	0,53	0,67
13	MEC Hyd 0013	La source thermique de Aïn Salama	0,75	0,53	0,61
4	AGU Vol 004	Les basaltes en prismes polygonaux	0,75	0,47	0,61
14	TID Lac 0014	Les formations fluvio-lacustres des Aït Hajji	0,75	0,44	0,60
8	OUL Mag 008	Le plateau d'Oulmés	0,68	0,43	0,55
11	OUL Pal 0011	Le bassin de Bou Achouch	0,62	0,43	0,52
2	AGU Vol 002	Les cônes volcaniques d'Amehrouq	0,62	0,40	0,51
3	AGU Vol 003	Les coulées d'Oued Aguenour	0,56	0,40	0,48
5	BEN Vol 005	Les laves cordées de Bir-En-Nasr	0,56	0,38	0,47
12	TID Pal 0012	Le bassin de Tiddas	0,50	0,37	0,43
<b>V. Moyenne</b>			<b>0,72</b>	<b>0,49</b>	<b>0,60</b>

TABLE 5.16: Résultats des valeurs géomorphologiques des quatorze sites, classées par ordre décroissant.

### 5.7.3.3.2. Graphe et carte de synthèse des résultats de l'évaluation

La valeur géomorphologique globale d'un géosite ou géomorphosite combine sa valeur scientifique et sa valeur additionnelle, comme illustrera la figure suivante (Fig : 5.16).

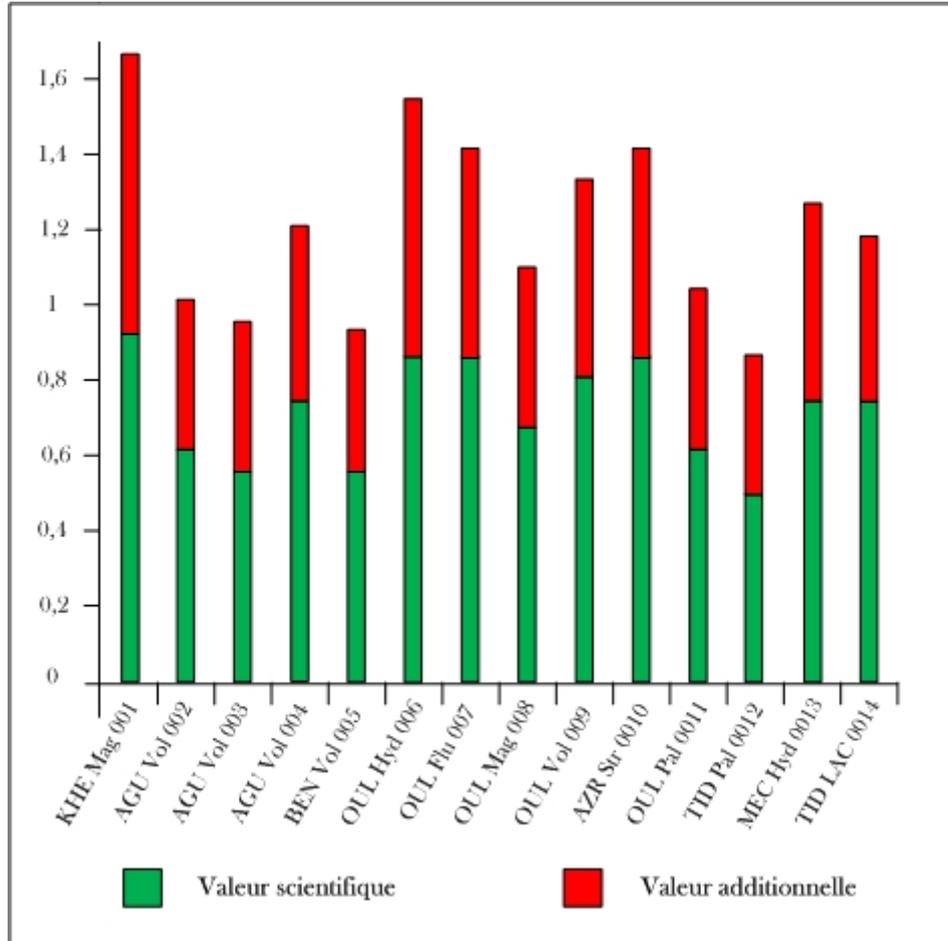


FIGURE 5.16: Graphe synthétique des valeurs générales des géosites et des géomorphosites

Sur la base de ces données, nous proposons ci-joint la figure (Fig : 5.17) qui est une carte de synthèse, présentant les résultats de l'évaluation des quatorze géosites et géomorphosites du Maroc Central. Elle permet d'exposer les résultats de manière visuelle et directe. Aussi, elle nous renseigne notamment sur les possibilités de mise en valeur des différents sites.

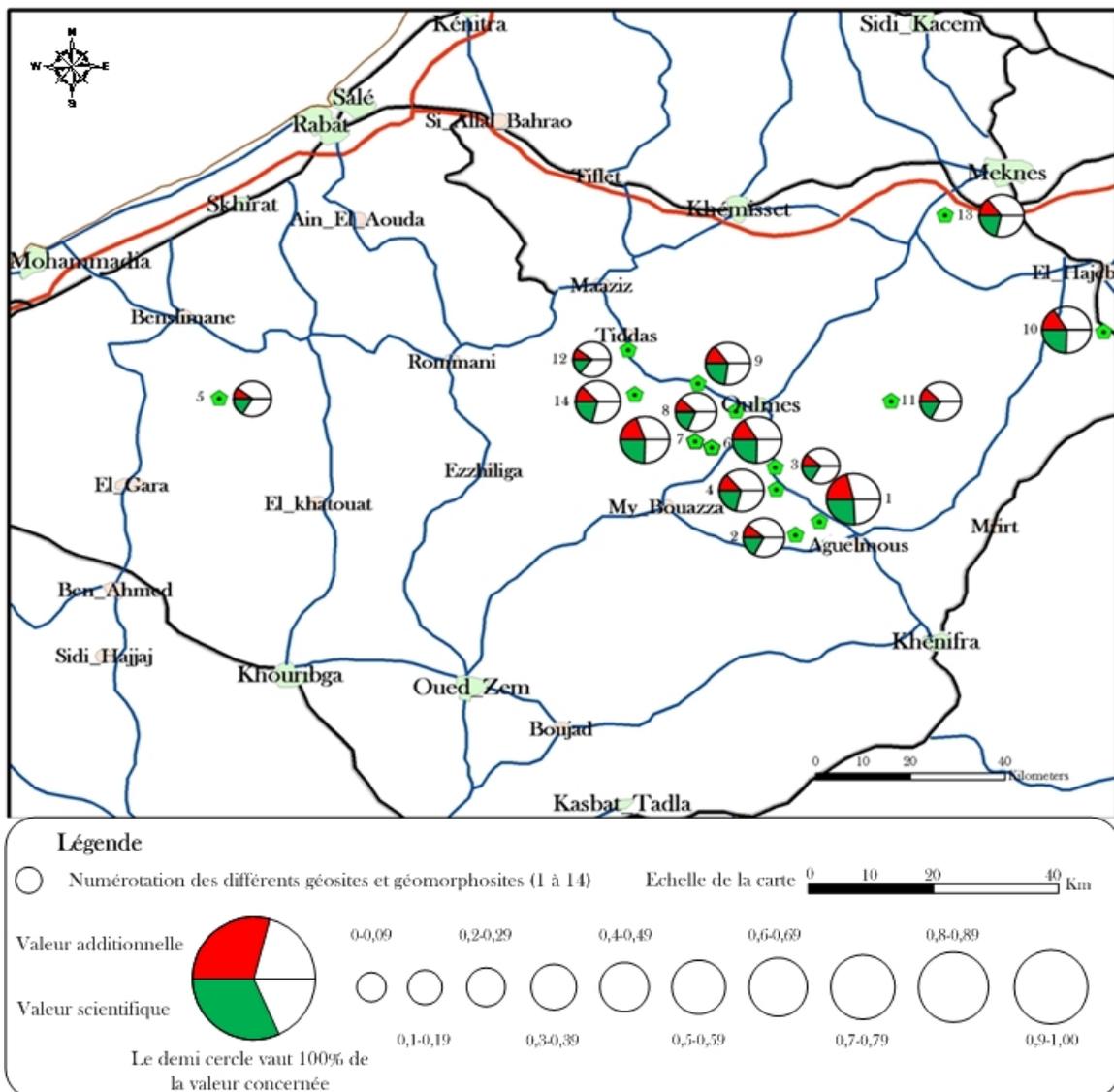


FIGURE 5.17: Carte synthétique de l'évaluation des géosites et géomorphosites du Maroc Central.

### 5.7.3.3.2. Commentaires des résultats de la partie géomorphologique

L'addition de ces deux valeurs change les classements établis auparavant. La valeur géomorphologique globale a comme finalité de mettre en exergue les sites les plus intéressants d'un point de vue scientifique. Cette valeur s'étale entre 0.43 et 0.84. Avec une moyenne située à 0.60 points. En observant le classement, nous retrouvons le granite de Ment, suivis de près par la source thermique de Lalla Haya,

la vallée de l'Oued Bou Regreg et le balcon d'Ito dans les valeurs géomorphologiques les plus élevées.

Les sites, de moindre importance, sont représentés par les coulées volcaniques de l'oued Aguenour, les laves cordées de Bir En-Nasr et le bassin de Tiddas. Ces résultats, à première vue décevants pour les sites en question, répondent à certains faits importants et qu'il est nécessaire de connaître.

Par exemple, concernant les laves cordées de Bir En-Nasr : celles-ci n'ont été découvertes que récemment et n'ont pas encore fait l'objet de divulgations littéraires importantes. Les coulées volcaniques de l'Oued Aguenour et le bassin de Tiddas se sont des objets scientifiques importants, mais de point de vue valeurs additionnelles, ils sont moins intéressants, et donc du point de vue de l'évaluation géomorphologique globale il est difficile d'accorder des scores conséquents.

#### **5.7.3.3.3. Critiques de la méthode**

La méthode d'évaluation de l'IGUL (Reynard et al. 2007) est d'utilisation simple. Elle permet la production d'un grand nombre de données qui reflètent tous les aspects scientifiques et additionnelles du relief. La combinaison de ces derniers est également un atout pour des perspectives de valorisation du paysage géomorphologique. L'évaluation des géosites et géomorphosites se base non seulement sur des critères scientifiques, mais aussi, sur des aspects de culture générale liés au site concernant la biologie, la culture, la didactique et l'économie. La vulgarisation de la géomorphologie auprès du public peut sûrement être moins difficile grâce aux compléments additionnels.

La qualité la plus importante est que cette méthode nous a permis de mettre sur le même plan 14 formes du relief de nature très différente. Le fait le plus remarquable est que les formes ayant une valeur scientifique moyenne peuvent aisément être prises en compte grâce à la combinaison des valeurs.

Les résultats obtenus avec la méthode sont donc excellents. Nous avons toutefois noté quelques faiblesses que nous discutons ci-après. Les critiques de la partie scien-

tifique portent sur l'échelle d'appréciation des scores des critères. Celles des valeurs additionnelles surgissent des caractéristiques géographiques de la région d'étude.

#### ☛ Valeur scientifique

Si l'intégrité a posé peu de problèmes d'évaluation, nous avons en revanche connu plus d'hésitations au moment de juger la représentativité. Dans certains cas, nous avons attribué un score élevé si le processus géomorphologique concerné était bien représenté dans la zone d'étude, et pour d'autres sites, seulement lorsque la forme géomorphologique concernée était représentative.

Pour l'évaluation de la rareté, il est plus facile à juger. Mais il ne faut pas céder à la tentation d'opposer la rareté et la représentativité, selon l'idée qu'une forme représentative ne peut pas être rare.

Alors que, l'évaluation de la valeur paléogéographique par cette méthode est centrale pour caractériser le rôle de l'histoire des formes géomorphologiques dans la compréhension de l'histoire et du paléo-climat de la Terre. Toutefois, les résultats nous ont indiqué que ce critère prêterite parfois certaines catégories, qui peuvent difficilement présenter un bon score de ce point de vue.

#### ☛ Valeurs additionnelles

Les valeurs additionnelles ont posé plus de problèmes puisque leurs évaluation exige une bonne connaissance de plusieurs sciences dans des domaines variés pour éviter l'influence de la subjectivité de chercheur, notamment lorsqu'on parle de la valeur esthétique et celle écologique.

Comme nous avons déjà remarqué, la valeur esthétique dépend essentiellement d'une appréciation personnelle ; l'évaluation des critères correspond dans la plupart des cas à notre intuition, malgré que dans certains cas ceux-ci n'étaient pas satisfaisants.

La valeur écologique est difficile à évaluer : elle a certainement été sous-estimée des fois, par méconnaissance, négligence ou par ignorance ou lorsqu'il y a des lacunes dans la recherche des informations. Par contre, elle a été plusieurs fois surestimée lorsqu'un géosite ou géomorphosite est inclus dans un inventaire strictement sans

lien avec la géomorphologie ni même la végétation.

Pour ce qui est de la valeur culturelle, les quatre critères qui la constituent, empêchent d'évaluer cette valeur séparément, car ils nécessitent des recherches littéraires approfondies, dans les différents domaines scientifiques (biologie, histoire, anthropologie, sociologie, économie..), Reynard.E et al. (2007) afin de juger qu'un tel géosite ou géomorphosite a une valeur culturelle importante ou pas.

Finalement la valeur économique est parfois difficile à déterminer, car elle a un seul critère qui nous permet de juger.

Et comme ceci, les résultats de notre évaluation semblent toutefois assez cohérents, de manière générale. Pour comparaison, la valeur scientifique moyenne de notre inventaire (0,72) se situe dans la même fourchette que celle des travaux similaires entrepris à l'IGUL : A. Perret (2008) a obtenu une valeur scientifique de 0,75 pour les géosites et les géomorphosites du Parc Jurassien Vaudois, V. Duhem (2008) de 0,69 pour le projet de Parc Naturel régional de la Gruyère. L. Pagano (2008) a obtenu une valeur scientifique de 0,65 et une valeur additionnelle globale de 0,36 dans les val Bavona et Rovana, alors que M. Genoud (2008) a obtenu une valeur scientifique très proche (0,67) et une valeur additionnelle globale légèrement supérieure de 0,42 pour la vallée voisine de Bagnes.

Pour conclure , il est bien admis que l'élaboration de ces directives universelles est très difficile en raison de la diversité des environnements géomorphologiques, les différentes fins de l'évaluation et, surtout, la subjectivité inhérente à toutes les procédures d'évaluation. Néanmoins, les spécificités de cette méthode ont été considérées comme importantes lignes directrices pour l'évaluation des géomorphosites (Reynard, 2009), à savoir : la reconnaissance de l'évaluation des géomorphosites comme une procédure large qui inclut l'étude géomorphologique de la zone, la sélection des géomorphosites et des géosites sur la base des résultats de cette étude géomorphologique, l'évaluation numérique et les propositions pour la protection ou la promotion de géomorphosites ; l'organisation des critères par sujet, concernant les valeurs intrinsèques (scientifiques et autres) et les valeurs de gestion (potentiel

d'utilisation, de menaces et de besoin de protection) ; la représentation et l'analyse des résultats pour chacun de ces indicateurs, afin de soutenir les décisions de gestion précises (Pereira et Pereira, 2010).

### **5.7.3.3.Synthèse de l'inventaire des géosites et géomorphosites**

Premièrement, en réalisant l'inventaire des géomorphosites de cette région puis en les évaluant, nous avons atteint tous les objectifs que nous nous étions fixés au début.

Deuxièmement, on peut dire que l'étude d'inventaire et d'évaluation des géosites et géomorphosites réalisé ici nous donne une image globale de la géodiversité du Maroc Central, de son importance scientifique, écologique, esthétique, culturelle et socio-économique.

Du point de vue évaluation, on peut dire que la valeur scientifique de notre zone d'étude est élevée. Souvent combinée à des intérêts additionnels non négligeables, mais, mal connus et peu, voire pas, exploités, l'inventaire réalisé ici permet d'affirmer que le Maroc Central, possède une richesse naturelle et culturelle importante matérialisée par une valeur géomorphologique assez importante. Cette richesse est en interaction avec le patrimoine culturel de cette zone montagneuse et forme avec celui-ci, un "paysage culturel intégré" remarquable (Panizza.M, 2003).

De manière générale, les résultats de l'évaluation sont intéressants et justifient l'attention que nous avons portée au patrimoine géomorphologique du Maroc Central. L'intérêt majeur de cette étude est de transmettre une meilleure connaissance de la géomorphologie de la région d'étude ; elle peut sensibiliser certaines personnes sur les richesses naturelles d'un territoire dans lequel elles vivent, ou qu'elles fréquentent en tant que touristes. Son point fort est peut-être de donner un large aperçu de la géodiversité de ce territoire réputé par sa population berberophone « Amazigh » autochtone, tellement attachée à ses terres qu'elle serait disposée à participer au développement durable et à veiller sur la protection de son patrimoine géologique splendide. Une telle approche d'études est jugée transposable ailleurs, par exemple

dans l'Anti-Atlas où le Géoparc du Jbel Bani vient d'être lancé.

## Chapitre 6

# Fiches descriptives des géosites et géomorphosites inventoriés

Finalement, des fiches descriptives des différents géosites et géomorphosites inventoriés, comprenant des photos du site, sa localisation à grande échelle, ainsi que des informations importantes sur sa morphologie ont été confectionnées. Les informations fournies, bien que rigoureuses, sont formulées de façon à ce qu'un visiteur ne possédant pas de connaissances géologiques particulières puisse bien comprendre le processus menant à la formation des phénomènes géologiques.

de ce fait, les géosites et les géomorphosites du Maroc Central seront présentés selon le tableau suivant (Tab : 6.1) :

N°	Nom du géosite / géomorphosite	Code	Page
1	Le granite de Ment	KHE Mag 001	158-161
2	Les cônes volcaniques d'Amehrouq	AGU Vol 002	162-164
3	Les coulées d'Oued Aguenour	AGU Vol 003	165-167
4	Les basaltes en prismes polygonaux	AGU Vol 004	168-170
5	Les laves cordées de Bir En-Nasr	BEN Vol 005	171-173
6	La source thermale de Lalla Haya	OUL Hyd 006	174-176
7	La vallée de l'Oued Bou Regreg	OUL Flu 007	177-179
8	Le plateau d'Oulmés	OUL Mag 008	180-183
9	Les phonolites d'El Harcha	OUL Vol 009	184-186
10	Balcon d'Ito	HAI Str 0010	187-189
11	Le bassin de Bou Achouch	OUL Pal 0011	190-192
12	Le bassin de Tiddas	TID Pal 0012	193-195
13	La source thermale de Aïn Salama	MEC Hyd 0013	196-199
14	Les formations fluvi-lacustres des Ait Hajji	TID Lac 0014	200-203

TABLE 6.1: Liste des fiches d'inventaire

Dans les fiches d'évaluation, les photographies, les schémas et les extraits de cartes ont été réduits car la place disponible était limitée; leur qualité n'est par conséquent pas toujours bonne. Il est toutefois possible d'afficher en taille réelle ces illustrations. Ces fiches ont été directement extraites de la base de données Microsoft Visio, dont les possibilités de mise en page sont parfois limitées. Le texte n'est ainsi pas justifié et les photographies ne sont pas alignées lorsqu'elles ont un format différent.































































































## Troisième partie

# Propositions de mesures, de tutelle et de valorisation

## Chapitre 7

# Itinéraires géotouristiques à la découverte de la géodiversité du patrimoine géologique de la région de Rabat-Salé-Zemmour-Zaër

Dans cette partie nous proposons finalement des pistes de valorisation du patrimoine géomorphologique à travers la proposition d'un itinéraire géotouristique qui montre la richesse de notre pays . Diverses options sont détaillées, mais sans application concrète. Même si elles ne sont pas destinées à s'intégrer dans une structure déjà existante, ni même envisagée (réserve naturelle, parc naturel régional ou géoparc), des propositions de qualité pourraient être concrétisées dans une étape ultérieure.

### 7.1 Introduction

Environ cent sites géotouristiques ont été recensés à travers l'ensemble du Maroc. Ils mettent en valeur différents patrimoines géologiques in situ et ex situ abordant de nombreuses étapes de l'histoire géologique marocain. Chacun de ces géosites éclaire

un aspect de l'histoire hercynienne du Maroc, ou bien illustre un événement géologique, géomorphologique, paléontologique, magmatique, métamorphique, et métallogénique... de portée plus locale ou plus globale. Ils relèvent de l'offre touristique d'une commune, d'une vallée ou d'une région et ont été créés dans le but de promouvoir ces territoires. Parfois ils fonctionnent en réseau, mais les critères qui ont prévalu à leur association relèvent davantage de logiques géographiques permettant d'assurer une cohérence de l'offre touristique ou de démarches de projets comme dans les réseaux géoparcs. Pourtant, au-delà de cette fonction d'outil de développement touristique local, chacun de ces sites peut être considéré comme le maillon d'une histoire géologique originale du Maroc.

Le Maroc Central, est particulièrement la région de Rabat-Salé-Zemmours-Zaër qui fait partie de l'extrémité nord occidentale de la Meseta Marocaine (Michard, 1976 ; Piqué, 1979 ; Michard et al., 2008 ) se distingue par la beauté de ses sites naturels et la richesse de ses formations géologiques vierges matérialisées par des événements très variés (sédimentaires, magmatiques, métamorphiques, Métallogéniques etc). Ces éléments sont caractérisés par une rareté et une beauté très exceptionnelles, rassemblant des géosites qui collaborent à la constitution du patrimoine géologique marocain en particulier, et celui international, digne d'être préservé à travers d'éventuelles chartes qui doivent être mises en évidence. Ainsi, l'objectif de cette initiative est de pouvoir identifier cet héritage géologique paléozoïque de ce territoire, est d'assurer la protection et la conservation de la diversité géologique du Maroc en mettant en valeur son patrimoine géologique.

Cependant, le choix de la région de Rabat-Salé-Zemmour-Zaër n'a pas été fortuit. Il a été motivé par la présence d'un grand nombre de sites géologiques tous prodigieux et d'une valeur historique incontestable et dont certains sont uniques au Maroc. Ces géosites et géomorphosites sont bien exposés, accessibles et d'une grande valeur scientifique et pédagogique qui offre la possibilité d'étudier de près plusieurs phénomènes géologiques d'ordres magmatique, métamorphique, métallogénique, tectonique et sédimentaire. En effet, Cette géodiversité naturelle est l'une des

ressources non-renouvelables à l'échelle géologique qu'il faut exploiter d'une manière rationnelle au service du développement durable, en prenant en considération la nécessité d'assurer une protection durable et d'aviser les moyens pour une meilleure sauvegarde de ces sites géologiques, qui pourrait constituer le socle d'un développement touristique dans une optique de réhabilitation environnementale.

## **7.2 Les caractères principaux du territoire**

La région de Rabat-Salé-Zemmour-Zaër possède une géologie très diversifiée et un système routier assez bien développé permettant d'avoir accès facilement à de nombreux sites géologiques exceptionnels étudiés. Le parcours de Rabat-Rommani à été sélectionné pour sa richesse en témoins d'évènements sédimentologiques et tectono-magmatiques, qui peuvent être pris comme un exemple pour valoriser le patrimoine géologique de cette région, aussi bien que pour le grand rôle qu'elle joue dans les corrélations géologiques nationales et internationales sans oublier ses valeurs naturelles, culturelles et environnementales. Il s'agit d'un vrai guide didactique très pédagogique pour l'enseignement secondaire et universitaire.

Nous avons donc fait un inventaire non-exhaustif des sites géologiques que nous pensons pouvoir éveiller la curiosité de la population en général pour le domaine géologique, souvent négligé dans les offres touristiques.

Il ne s'agit pas ici d'uniquement mettre en valeur l'histoire géologique de la région mais bien de montrer des sites géologiques rares et généralement spectaculaires.

Les sites retenus l'ont été en fonction de plusieurs critères. Il faut que l'endroit retenu montre un phénomène géologique particulier. Le site doit également posséder un intérêt esthétique, c'est-à-dire que le phénomène géologique présent doit être très bien exposé. Finalement, il faut que l'accès soit facile.

## **7.3 L'itinéraire proposé : Itinéraire géotouristique à la découverte de l'histoire géologique de la région de Rabat- Salé-Zaër Zemmour**

Les géosites et les géomorphosites de la région de Rabat Salé Zemmours Zaër sont des vestiges d'événements géologiques qui permettent d'en savoir plus sur l'évolution des paysages de la région. Pour découvrir cette richesse, nous proposons le circuit géotouristique spécialisé de vulgarisation et d'illustrations pédagogiques dans d'excellentes conditions d'affleurements et d'accès dans une perspective qui vise la promotion d'un géo-éco-tourisme intégré avec le minimum d'effort physique.

La réalisation d'un tel parcours devrait mener au développement d'un nouveau produit touristique, classique ou solidaire, dans la région de Rabat-Salé-Zemmour-Zaër dans laquelle il serait proposé au touriste national et international, désirant découvrir le patrimoine géologique naturel, un circuit sous forme d'un séjour d'un à deux jours itinérant entre les différents affleurements de la région, tout en respectant les conditions d'un tourisme doux, familial et didactique permettant de compléter la lecture du paysage et l'étude du milieu naturel.

### **7.3.1 Arrêt 1 : Aïn Aouda –Korifla**

Dans la région de Rabat, il arrive qu'on puisse découvrir des affleurements géologiques et pédagogiques qui permettent de montrer et d'illustrer les traces de la déformation hercynienne. Parmi c'est affleurement on cite celui du paysage carbonifère de l'Oued Korifla (Fig : 7.1).



FIGURE 7.1: Paysage carbonifère de l'Oued Korifla

En effet, à environ 10 km au Sud de la ville d'Aïn Aouda, la route entaille des terrains paléozoïques qui offrent des beaux exemples de structures plicatives engendrées dans le niveau structural moyen (Fig : 7.2). Ces meilleurs exemples se localisent précisément au niveau de l'axe de Aïn Aouda-Korifla où on passe à une étroite bande de terrains affectés par des plis qui se manifestent d'une manière spectaculaire sous deux formes : Soit des bandes plurimétriques dont les plis sont relativement ouverts et peu plongeant en genou, soit en couloirs où les plis sont cisailés dans leur plan axiales. Cette disposition témoigne de l'existence, au stade

du plissement, de déformations régies par un raccourcissement subméridien et dont l'intensité croît du Nord vers le Sud.



FIGURE 7.2: Chaîne hercynienne déformé dans le niveau structural moyen (A) : Style de plissement simple en dehors du front de schistosité, (B) : Pli-faille métrique, cisailé dans son flanc inverse.

En fait, ces plis fabuleux qui datent du Viséen inférieur sont constitués essentiellement d'une alternance de pélites et de grès en proportion très variable d'un affleurement à un autre. Ce sont généralement des plis décamétriques à hectométriques dans les bancs incompetentes (grès) et centimétriques à métriques dans les bancs compétents (pélites et silto-pélites) ou à faible épaisseur. Ces plis sont généralement isopaques déversés vers le Sud ou vers le SSE. La schistosité fait défaut dans ces affleurements.

### 7.3.2 Arrêt 2 : Plateau Sebt Marchouch

A l'ouest de Rommani, en particulier dans le plateau de Sebt Merchouch, la discordance angulaire entre le Miocène et le Carbonifère (Viséen moyen et supérieur) est un bon exemple splendide de la discordance angulaire majeure entre les dépôts marno-calcareux et conglomératique du Miocène supérieur et les différents terrains du Paléozoïque plissés et schistosés (flysch du Viséen) (Fig : 7.3). Cet exemple typique illustre très bien la notion de socle-couverture et permet de montrer les phases

progressives de la transgression néogène sur cette partie de la chaîne hercynienne marocaine qui correspond à la retombée Nord occidentale du Maroc Central qui s'ennoie sous la plaine atlantique. Ce prototype de discordance parfaite est unique dans l'ensemble du territoire national.



FIGURE 7.3: Les marno-calcaires du Miocène reposent en discordance angulaire majeure parfaite sur le flysch Viséen.



FIGURE 7.4: (A) La discordance angulaire du Miocène sur le Viséen (Ouest sept Marchouch), (B) Le détail de la Discordance angulaire, (C) Le flysch Viséen plissé, schistose et faillé.

### 7.3.3 Arrêt 3 : La boutonnière Paléozoïque de Rommani

Compte tenu de la beauté de ses formations géologiques naturelles et remarquables, la boutonnière Paléozoïque de Rommani est située à environ 80 km au Sud de Rabat et à 4 Km à l'Ouest de Rommani. Elle est composée de formations grésopélitiques organisées en flysch à caractères turbiditiques attribuées au Viséen supérieur (Termier, 1936 ; Piqué, 1979), surmonté en partie par des séries transgressives du Trias et du Miocène. Cette boutonnière est allongée suivant la direction hercynienne NE-SW sur une distance de 5,4 Km (Fig : 7.6).



FIGURE 7.5: Nord de la boutonnière de Rommani : Couverture triasique et miocène en discordance angulaire sur le socle viséen plissé, schistosé et faillé

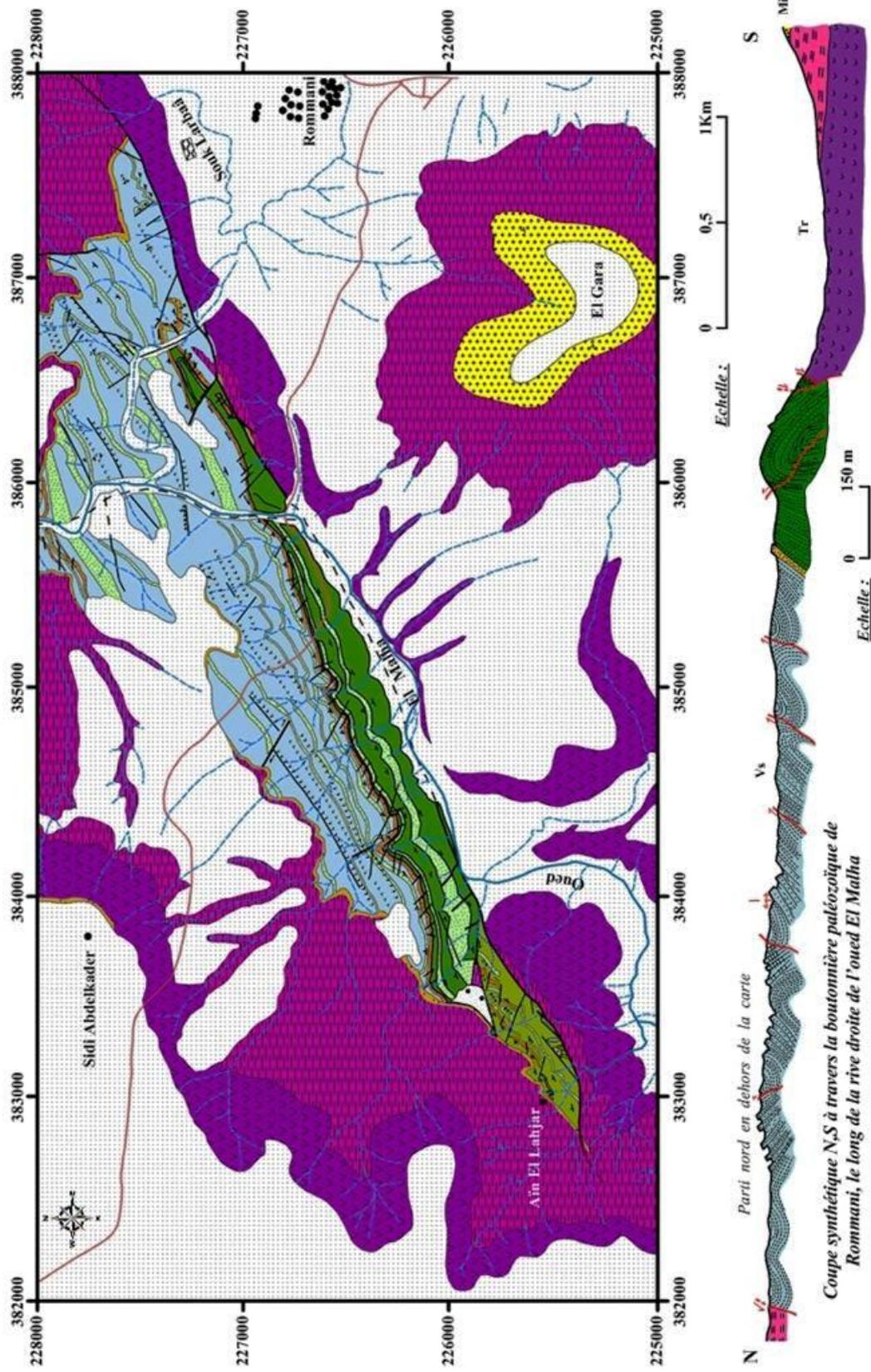


FIGURE 7.6: Carte géologique de la boutonnière Paléozoïque de Rommani et sa couverture (El Wartiti Mohamed, Zahraoui Mohamed, édition 1985). Coupe géologique le long de l'Oued El Malha

## légende

	<b>Quaternaire</b> : Constitue de Tirs (Terres très fertiles noires ou brunes développées sur les replats des paysages miocène et triasique), Terrasses alluviales bien développées en dehors de la boutonnière paléozoïque		Route qui mène de Marchouch à Rommani
	<b>Miocène</b> : Ravine les argiles supérieurs et les basaltes triasiques; composé d'un conglomérats de base, surmonté de grès calcaires lités, de niveaux tendres jaunes à coquilles de lamellibranches, des huitres et des dents de requins, la série se termine par des marnes calcaires jaunes riches en microfaune (Foraminifères) caractéristique du Miocène supérieur (Messinien : M6b); épaisseur : 20m.		Réseaux hydrographique
	<b>Trias</b> : Il débute par un conglomérats de base remaniant les éléments du socle. Deux séries d'argilo-siltites rouge séparées par un complexe basalitique. Les argilites inférieures d'une soixantaines de mètres d'épaisseur se rencontrent dans la partie nord de la boutonnière encadrée par les basaltes et le miocène, elle fait environ 50m de puissance		Limites des couches
	<b>Viséen</b> : la boutonnière est constituée de formations détritiques organisées en flysch : il s'agit d'une alternance binaire de grès et de pélites ordonnés en mésoséquences positives turbiditiques, on rencontre des intervalles granoclassés en turbidites décrites par la séquence type de A. Bouma. Une barre gréseuse sépare le flysch en deux, séries grésopélitiques inférieure et supérieure. Par analogie ces formations, sont rangées dans le Viséen supérieur. Epaisseur : 300 m environ.		Pendages
			Contactes anormaux
			Failles cachées par les dépôts récentes
	<b>Basalte (Trias)</b> : On le rencontre de part et d'autre de la boutonnière; on le trouve sous forme de boules altérées en pelures d'oignon, en blocs massifs et en terre verdâtre très altérée. Ce basalte à olivine et à pyroxène est très riche en géodes de quartz, de calcédoine, d'améthyste, et d'agate. Niveau à pillow-lavas au Sud de la faille de Lalla Aïcha dans le bloc occidental. Epaisseur 60m environ.		Synclinaux
			Anticlinaux
			Axes de plis
			Charnières des plis

Par ailleurs, l'ensemble des formations géologiques de la boutonnière de Rommani montre des déformations dues à des mouvements tectoniques de raccourcissement post-viséen (Piqué, 1979 ; Zahraoui, 1991). En effet, deux principaux mouvements compressifs ont été enregistrés, engendrant deux types de structures souples, synschisteuses qui évoluent respectivement par la suite à des cisaillements et décrochements subparallèles à la schistosité S1. Les rejeux hercyniens tardifs de ces décrochements ont abouti localement à des torsions décamétriques à hectométriques, des renversements et de rares chevauchements des structures précédentes.

### **7.3.3.1 Les plis P1-S1 – Cisaillements N 70**

La boutonnière Paléozoïque de Rommani, constituée de formations grésopélitiques à turbidites d'âge viséen supérieur (Termier, 1936 ; Piquet, 1979 ; Zahraoui, 1991), a enregistré des mouvements hercyniens polyphasés post-viséens représentés ici par des plis synchisteux ( Fig : 7.7(A)), droit ou légèrement déjetés d'amplitudes décamétrique à hectométrique et des terminaisons périnclinales composées (Fig : 7.7(B)). Leur direction axiale varie de N30 à N80 en allant de l'ouest vers l'est et à axes plongeant de 10 à 30° vers le NE. La schistosité associée est de type fracture pénétrative (Fig : 7.7(C)), donne un débit en «crayons» dans les niveaux pélitiques et se réfracte dans les bancs gréseux en les découpant en «meneaux».



FIGURE 7.7: les structures souples de la boutonnière de Rommani. (A) : Anticlinal hectométrique de la série supérieure (Rommani). (B) : Terminaisons périclinale composée au NE de la boutonnière de Rommani. (C) : Schistosité pénétrative montrant des phénomènes de réfraction.

### 7.3.3.2 Des plis P2 décimétriques à métriques de plans axiaux subméridiens.

Ceux-ci sont associés à des décrochements senestres sub-parallèles avec la présence d'un clivage de crénulation S2 très discrète.



FIGURE 7.8: Plis cisailés : Viséen supérieur

En effet, La série décrite précédemment est reprise par certains nombre de failles décrochantes post-viséennes et des failles d'effondrements post-triasiques dont les plus importantes sont :

☛ Les décrochements N 140 à N 160

Ils sont visibles sur toute la boutonnière Paléozoïque de Rommani, et ils sont responsables du découpage de la boutonnière en trois blocs principaux (oriental, central et occidental) 7.9).

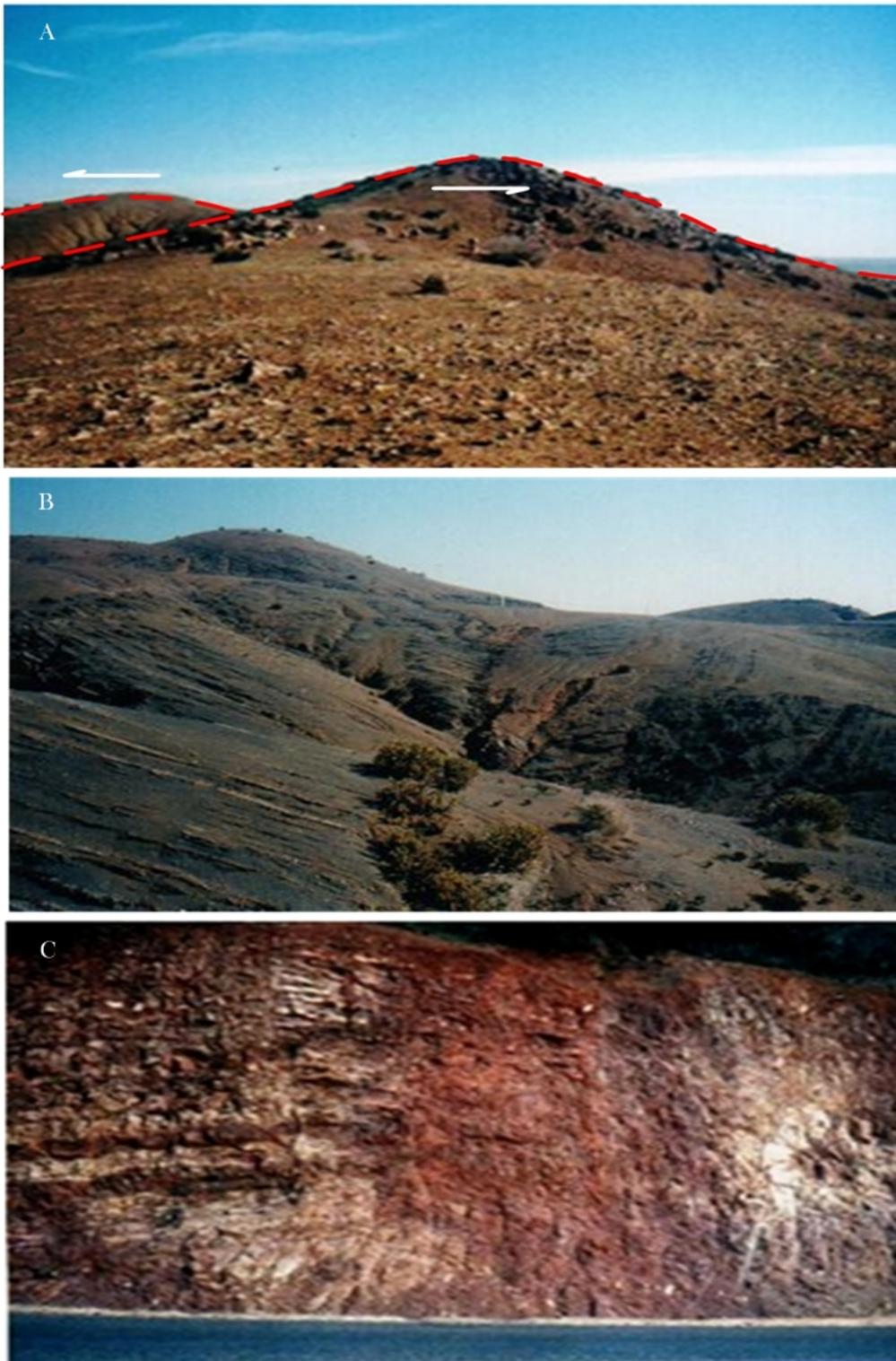


FIGURE 7.9: Les différents décrochements responsables du découpage de la boutonnière paléozoïque de Rommani. (A) : Décrochement décamétrique dextre affectant la barre gréseuse. (B) : Synclinal faillé de la série supérieure. (C) : Faille tardi hercynienne affectant le flysch.

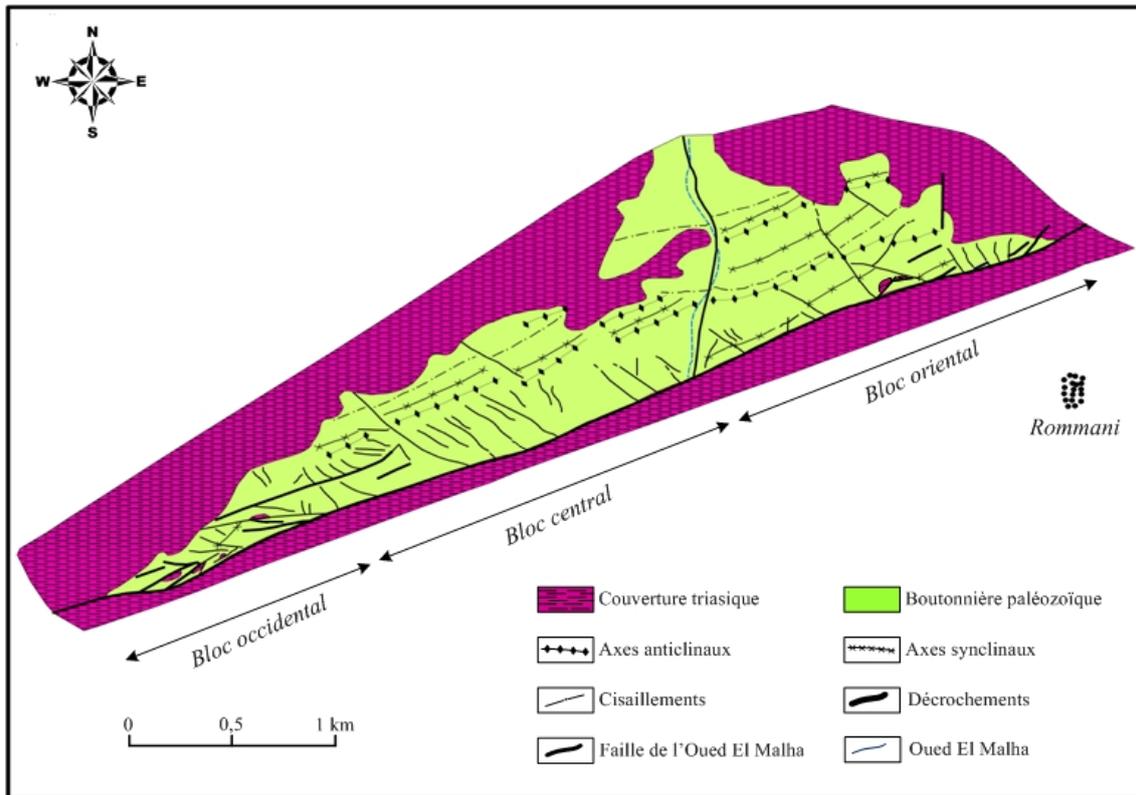


FIGURE 7.10: Schéma structural de la boutonnière Paléozoïque de Rommani.

– **Bloc occidental : la coupe d'Aïn Lahjar** ( Fig : 7.14(figure a))

Cette coupe d'âge Viséen est constituée de deux ensembles lithologiques différents : une série pélitique à minces bancs gréseux (Fig : 7.11), d'environ 50 m d'épaisseur surmontée d'une barre gréseuse de 5 m de puissance (Fig : 7.12). Ces séries constituent les termes les plus inférieures visibles à l'affleurement de la boutonnière Paléozoïque.



FIGURE 7.11: Série grésopélique inférieure sub-v verticale avec de la schistosité de fracture très marquée

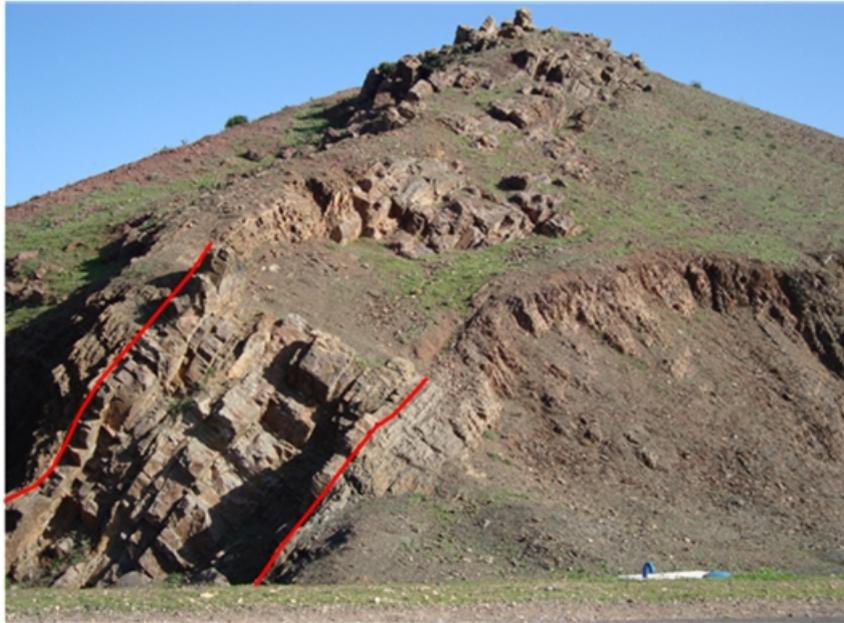


FIGURE 7.12: Barre gréseuse du Viséen supérieur

– **Bloc central : la coupe centrale** (Fig : 7.14(figure b))

Elle est constituée de trois séries d'environ 185 m d'épaisseur. De bas en haut on distingue : La série grésopélique inférieure avec prédominance du matériel gréseux, suivi d'une barre gréseuse et enfin une série grésopélique supérieure.



FIGURE 7.13: Barre grés-quartzitique séparant les deux séries grés-pélimitiques de la boutonnière.

– **Bloc oriental : la coupe de l'Oued El Malha** (Fig : 7.14(figure c))

Elle est constituée de quatre niveaux stratigraphiques empilés sur 250 m environ (El Wartiti et al, 1986). Elle débute par : une série inférieure formée par une alternance de grés et de pélites organisés sous forme des séquences positives de type Bouma. Elle montre un stratoclassement décroissant composé de grés grossier, d'un grés fin, des siltites à lamines horizontales, des siltites à convolutes et des siltites fines. Ces séquences présentent aussi des miches qui sont dispersés sous forme des lentilles dans des bancs de grés calcaire gris jaunâtre, suivi d'une barre gréseuse orientée ENE, constituée de bancs gréseux et de grés microconglomératiques. Cette barre gréseuse est surmontée par une série intermédiaire rappelant la série du terme inférieure avec les mêmes faciès turbiditiques et enfin un niveau supérieur grés-pélimitique muni de barres gréseuses.

la figure ci-dessous résume les trois colonnes lithostratigraphiques de la boutonnière paléozoïque de Rommani.

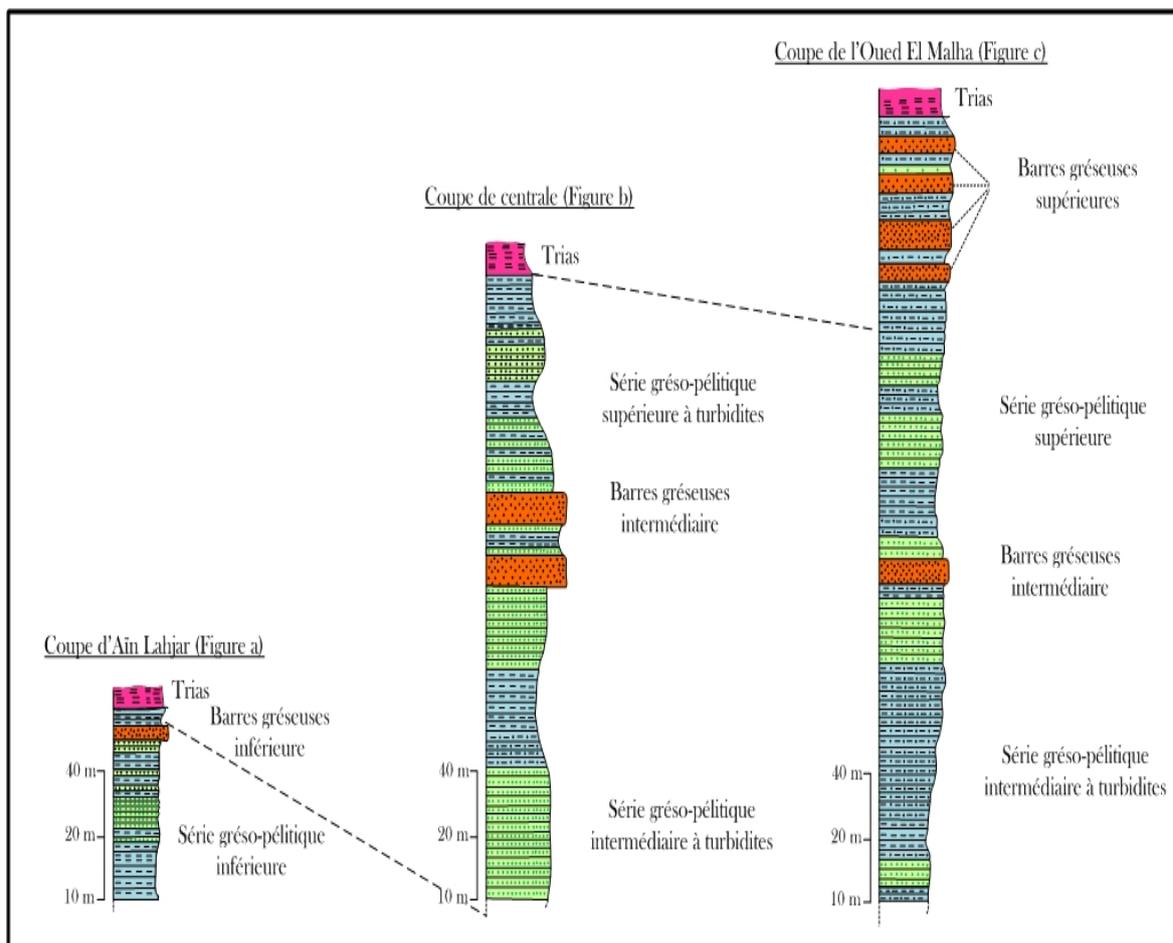


FIGURE 7.14: les colonnes lithostratigraphiques de la boutonnière paléozoïque de Rommani

### 👁 La faille de l'Oued El Malha

Cette faille qui correspond à un faisceau de failles associées de direction N 70 à N 110 bien visibles surtout dans la partie Ouest (Aïn Lahjar) (Fig : 7.10), était à l'origine de la mise en contact des séries grésopélitiques du Viséen supérieur et les argiles du Trias vers le Sud de la boutonnière.



FIGURE 7.15: Le compartiment effondré au sud de l'Oued El Malha

En effet, les formations triasiques qui s'intègrent dans la partie occidentale de la grande zone synclinoriale reliant Rommani-Khémisset, reposent en discordance angulaire majeure sur le Viséen supérieur (Fig : 7.16)

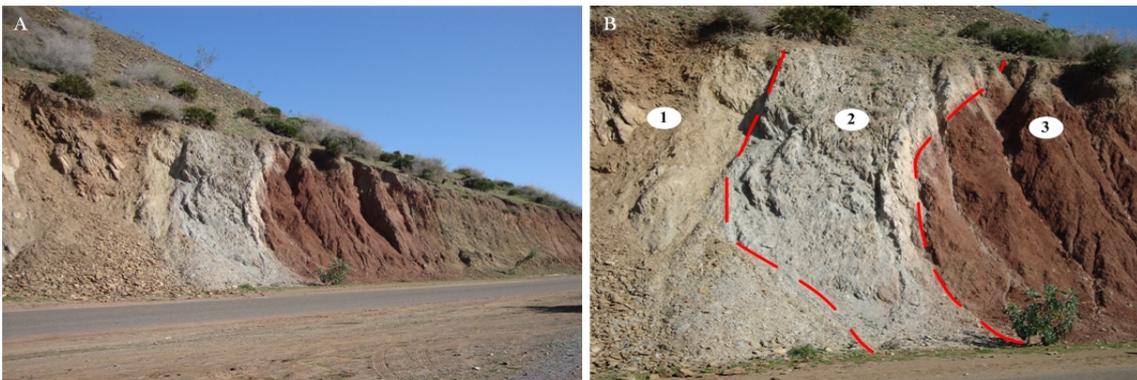


FIGURE 7.16: La faille (niveau clair) qui sépare le Viséen supérieur à gauche, des argilites du Trias à droite. (A) : Photo montrant la discordance angulaire entre le Viséen supérieur et le Trias. (B) : Vue du détail de la discordance angulaire, (1) les formations du Viséen supérieur, (2) zone cuite presque blanchâtre, (3) les dépôts triasiques.

A la base, elles sont constituées d'une brèche sédimentaire peu évoluée (1 à 1,5m), surmontée d'une série silto-argileuse inférieure (70m), d'un complexe basaltique qui a provoqué à son mur un pyrométamorphisme à chlorite et talk (50m) et d'une série silto-argileuse supérieure (50m). Par ailleurs, on y trouve également à proximité de la faille de l'oued El Malha dans le bloc occidental des niveaux à pillow-lavas (Fig : 7.17). Ces éléments sont liés par une matrice argilo-gréseuse riche en oxydes de fer.



FIGURE 7.17: Les pillow lavas dans le bloc occidental de la faille de l'Oued Malah. (A) : Affleurement de coulées basaltiques (basalte très altéré sous forme de boules), (B) : Vue de détail du pillow-lava, (C) : Des pillow-lavas à peine conservés, (D) : Un Pillow-Lavas très fracturé avec des veines de silice.

Les pillow-lavas montrent magnifiquement leurs 'doubles' structures : une partie superficielle du coussin (enveloppe ou «croûte» : le cortex variolitique) à structure hyaline se détachant à la manière d'écailles et caractéristique d'un refroidissement très rapide, et une partie interne du pillow-lava beaucoup plus cristalline et avec une structure dite rayonnante.

Ces pillow lavas constituent pour le Maroc, les seules roches magmatiques en coussins bien conservés de cette période triasique, d'où leur intérêt en tant que patrimoine géologique.

#### 7.3.4 Arrêt 4 : Koudiat Ech-Cherif

En allant vers Koudiat Ech-Cherif, le site montre une déformation polyphasée et concentrée sur un couloir large de 1 km environ (Zahraoui, 1991), avec des terrains carbonatés du Givétien et les grès et schistes du Famennien (Fig : 7.18).



FIGURE 7.18: Vue de Koudiat Ech-Cherif au Nord du granite des Zaër.

Ces terrains qui datent du Dévonien supérieur et moyen montrent (Fig : 7.19) :

- ☛ Des plis P1 aplatis et serrés avec une direction de N 70° à N 60°, le tout est affecté par un microplissement et une schistosité S1 ;
- ☛ Et des plis P2 d'ampleur centimétriques à métriques, de direction moyenne oscillant entre N 175° et N 50° .



FIGURE 7.19: Les terrains déformés de Koudiat Ech-Cherif. (A) : Schistosité de flux déformé par un métamorphisme régional avec un réchauffement thermique à proximité du granite des Zaër, (B) : La schistosité de flux reprise par une deuxième phase de plissement.

Ce sont des chevrons ou des plis isoclinaux. Ils sont asymétriques et ont des axes dispersés dans leur plan axial. Ils sont associés à une schistosité de crénulation S2 zonale soulignée dans les calcschistes par un débit découpant des microlithons et marquée par des opaques (Fig : 7.20). La S2 est plus marquée dans les lits argileux microplissés, alors que les lits carbonatés montrent seulement des cristaux de calcite engrenés (Fig : 7.21).



FIGURE 7.20: Les plis P2 accompagnés d'une schistosité de fracture S2, qui déforment en plis métriques la schistosité de flux



FIGURE 7.21: Les calcaires foliés (S1 de flux) repris par les plis P2 (Koudiat Ech-Cherif).

Plusieurs travaux ont montré qu'il existe une liaison étroite entre le métamorphisme et les déformations observées avec la mise en place du granite des Zaër. Selon Piqué, le métamorphisme de contact est additionné au métamorphisme régional (Fig : 7.22).



FIGURE 7.22: Les skarns de déformés par le métamorphisme de contact.

### 7.3.5 Arrêt 5 : Contact granite de Zaër - micaschistes à andalousite et cordiérite

Le contact entre l'encaissant et le massif de granitique de Zaër constitue un lieu privilégié pour l'observation du granite et de son auréole métamorphique. En effet, au bord de la route, dans les derniers virages, la mise en place du granite provoque un thermo-métamorphisme dans les roches de l'encaissant. Ces effets sont sensibles à plus de 1 km du contact. Du fait de la proximité du granite, nous constatons la formation d'une auréole métamorphique qui débute par des schistes et des micaschistes à andalousites (Fig : 7.23 et Fig : 7.24), pour arriver à une roche dure et cassante qu'on nomme une cornéenne au contact du granite (Fig : 7.25). Ainsi, dans les niveaux sombres riches en fer, et magnésium, des cristaux noirs arrondis de cordiérite abondant ( $\text{Al}_3 (\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_2 [\text{Si}_5\text{AlO}_{18}]$ ) sont visibles à l'oeil nu. Par contre les niveaux au chimisme initial alumineux montrent des taches qui correspondent à

l'andalousite ( $Al_2SiO_5$ ) qui se présente sous forme de baguettes rectangulaires ou losangiques. La fréquence ainsi que la taille des cristaux augmente vers les zones proches du granite. Or, dans les niveaux clairs quartzo-feldspathiques, pauvres en fer, aluminium et magnésium, la cordiérite et andalousite ne se développent pas.



FIGURE 7.23: Les micaschistes à andalousites



FIGURE 7.24: Les baguettes blanches d'andalousites dans des micaschistes.



FIGURE 7.25: Les baguettes blanches d'andalousites dans les cornéennes.

Par ailleurs, la coupe tranchée de la route de Rommani-Ezzhiligua permet de suivre aisément le gradient croissant de la déformation et du métamorphisme vers le granite de Zaër (Fig : 7.26).

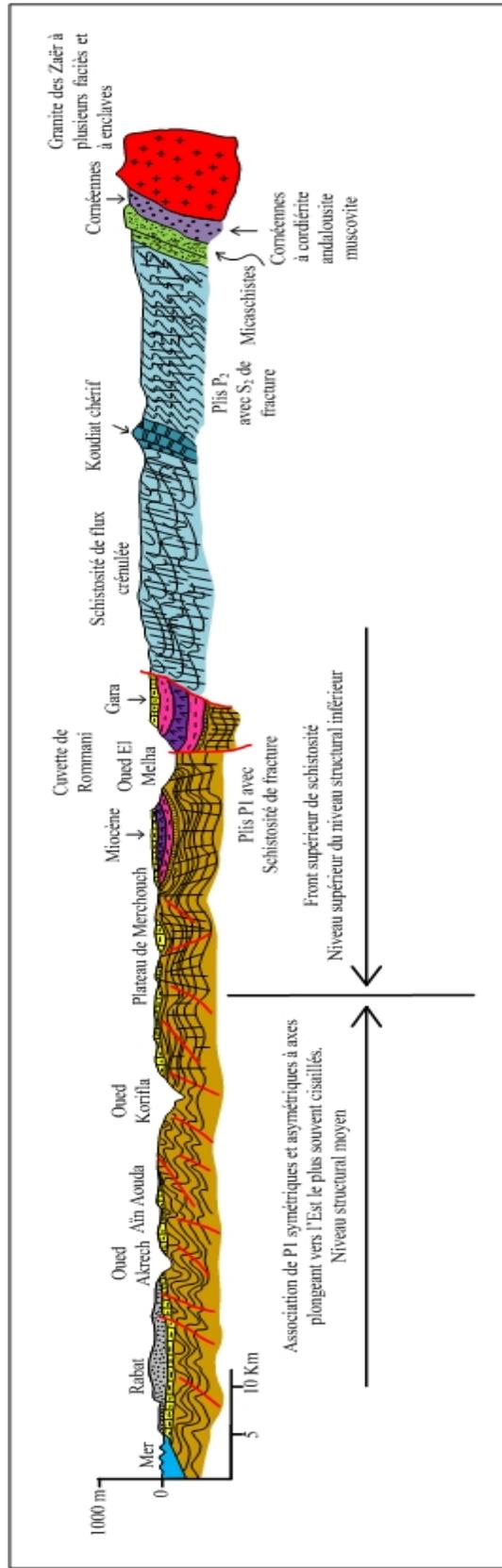


FIGURE 7.26: Coupe composite selon l'axe Rabat-Rommani montrant la croissance de la déformation du NW vers le SE (El Wartiti, 1982, encadrement des étudiants de la FSR)

### 7.3.6 Arrêt 6 : Granite des Zaër

Il s'agit là d'un bel exemple d'un granite à trois protrusions avec son auréole de métamorphisme bien développée. En effet, le paysage de Zaër offre de beaux affleurements de granite en place, fortement découpé par de grandes diaclases horizontales et obliques qui permettent de comprendre le mode de formation des blocs qui, dégagés par l'érosion et peu à peu modelés en formes pittoresques.

Le pluton granitique de Zaër (Fig : 7.27) qui affleure dans la partie nord occidentale du Maroc Central, et qui représente le plus grand massif granitique de la chaîne hercynienne Marocaine, est situé à une dizaine de kilomètres au sud de la boutonnière de Rommani et date du Stéphanien.



FIGURE 7.27: Le pluton granitique de Zaër.

L'érosion a sculpté le granite en de beaux paysages et panorama exploités dans des aires de repos publiques (Fig : 7.28).



FIGURE 7.28: Granite altéré en boules

L'unité granitique externe de Zaër renferme un cortège d'enclaves (Fig : 7.29) qu'on peut considérer comme étant le plus riche et le plus varié de tous les granitoïdes du Maroc Central. Certaines de ces enclaves de roches métamorphiques et basiques, particulièrement spectaculaires, permettent de voir comment le magma granitique s'est mis en force dans l'encaissant, en s'injectant entre les lits sédimentaires, les écartant jusqu'à les dissocier.



FIGURE 7.29: Des enclaves basiques reprises dans le magma granitique

## 7.4 Le problème d'environnement

Le circuit géotouristique de Rabat-Rommani est un circuit varié avec des reliefs, des plateaux, et des paysages splendides façonnés par l'érosion. Il est aussi caractérisé par une multiplicité de roches, de couleurs et de formes diverses donnant au paysage une morphologie attrayante et unique. Toutefois la zone de Rabat-Rommani est sélectionnée pour sa richesse en valeurs naturelles et culturelles, et également pour la fragilité de ses patrimoines. Il dispose d'immenses potentialités en géo-éco-tourisme, préservées par l'enclavement malgré la gravité des dégradations des ressources naturelles, didactiques et culturelles. En effet, durant ces dernières années la situation environnementale de ce territoire se dégrade progressivement avec l'augmentation de la fréquentation du massif (Fig : 7.30). En raison d'une très forte fréquentation touristique, ces paysages présentent des signes de dégradations inquiétants, par méconnaissance ou sans conscience.



FIGURE 7.30: Les dégradations environnementales dans la région de Rabat-Rommani

En effet les géosites et les géomorphosites de la région de Rabat-Rommani peuvent être modifiés, endommagés, voir détruits par l'activité anthropique, et cela dû au fait que leur valeur est généralement peu connue du grand public. Par conséquent, il est nécessaire d'améliorer la connaissance des géo(morpho)sites pour les mieux protéger, grâce à l'analyse de leur valeur scientifique et additionnelles dans un cadre de signalisation par messages sous forme de grands panneaux.

## Chapitre 8

# Propositions de valorisation du patrimoine géologique du Maroc Central

Dans le présent chapitre, nous allons appliquer l'ensemble des résultats de notre analyse du patrimoine géologique à proposer des mises en valeur de la géomorphologie de cette région. On, commencera ce chapitre par une introduction concernant les buts et la conception générale de cette valorisation, pour passer par la suite à la promotion de la géomorphologie auprès des promoteurs de notre région d'étude, des excursionnistes et de la population locale. Pour finir par la proposition de quelques réflexions de synthèse

### 8.1 Buts et conception générale de la valorisation

#### 8.1.1 Buts de la valorisation

Dans les chapitres précédents, nous avons pu précédents que la géomorphologie du Maroc Central, n'avait pas été étudiée ni valorisée jusqu'à maintenant malgré son intérêt sur tous les plans scientifique, écologique et culturel. Le but de l'ensemble de

nos propositions de valorisation est en premier lieu de promouvoir la connaissance de la géomorphologie de cette région auprès des promoteurs, des excursionnistes et de la population locale, vu qu'une meilleure connaissance de la valeur du patrimoine géomorphologique du Maroc Central parmi ces acteurs contribuera à une meilleure sauvegarde du patrimoine géologique de celui-ci, et à une prise de conscience de la valeur patrimoniale de l'environnement naturel auprès de la population locale, ce qui constituera un apport pour le développement d'un tourisme touristique doux plus conscient.

### **8.1.2 Conception générale de la valorisation**

Nous allons proposer une mise en valeur de la géomorphologie tirée essentiellement des principes du développement durable et guidée par une approche systémique et didactique. Cette valorisation sera basée sur les principes du développement durable, ce qui nous permettra d'assurer un développement économique des communautés locales (durabilité économique et sociale) tout en ménageant l'environnement naturel (durabilité écologique). Dans le volet économique et social, il s'agira de mettre en place un système de participation de la population locale aux activités de valorisation. Leur intégration dans une conception globale de valorisation touristique de notre secteur d'étude constituera un aspect important dans le développement de ces régions connaissant de nombreux problèmes associés au manque d'activités économiques et par conséquent à l'abandon des villages. D'un point de vue valorisation écologique, on propose une valorisation spatiale. Dans ce cas, nous allons proposer une valorisation guidée par une approche systémique, qui devrait mettre en évidence de quelle manière les différents patrimoines naturels et culturels d'une région sont liés entre eux. Donc, il sera important de montrer la liaison étroite entre la végétation et la géomorphologie, et que cette dernière, a joué également un rôle important dans l'histoire culturelle. Une valorisation basée sur une approche didactique, devrait avoir comme but la transmission d'un certain nombre

de connaissances au public non-initiés. Ce qui fait référence à l'importance de la prise de conscience de la valeur de l'environnement naturel et de sa sauvegarde.

## **8.2 Promotion de la connaissance de la géomorphologie auprès des promoteurs de notre secteur d'étude**

### **8.2.1 Situation actuelle**

Les promoteurs de notre secteur d'étude semblent être très conscients de l'importance de la géomorphologie dans la qualité paysagère de la région et de l'obligation de protéger les géosites et géomorphosites de notre secteur d'étude. Certains géosites et géomorphosites méritent d'être protégés, mais que leur vision de la géomorphologie est statique, dans le sens qu'elle ne mérite pas d'être considérée comme un sujet d'études scientifiques. Il existe donc une contradiction de fond, puisqu'ils donnent une grande importance à la protection des géo(morpho)sites, sans se soucier d'avoir une meilleure connaissance de la géomorphologie ou la réalisation d'un inventaire des géosites et des géomorphosites officiel. Un autre aspect qui n'est pas pris en considération est l'importance des rapports existant entre le monde abiotique et le monde biotique.

### **8.2.2 Propositions pour une amélioration de la prise en compte du Patrimoine géologique et géomorphologique**

Le Maroc Central présente un des pôles d'intérêt géotouristique majeur ; il est donc primordial de partager les résultats de notre étude concernant la valeur de son patrimoine géomorphologique avec les promoteurs de notre secteur d'étude. Ce qui permettra d'une part, de mettre à disposition des informations géomorphologique de la région, et d'autre part, de mettre en valeur tous les caractéristiques qui font

de cette région, une zone géo-écotouristique prometteuse. Concrètement, nous pensons envoyer ce travail aux dirigeants et promoteurs de la région ce qui pourrait permettre, la protection et la valorisation du patrimoine géologique de cette région dans le futur.

## **8.3 Promotion de la connaissance de la géomorphologie auprès des excursionnistes**

### **8.3.1 Situation actuelle**

Nous avons mis en évidence précédemment qu'il n'existe pas une stratégie visant une valorisation de la géomorphologie de notre zone d'étude auprès des excursionnistes. Peu d'ouvrages sont destinés exclusivement au patrimoine géologique et géomorphologique du Maroc Central.

### **8.3.2 Propositions pour une amélioration de la connaissance de la géomorphologie**

Dans le but de promouvoir la connaissance du patrimoine géologique et géomorphologique auprès des excursionnistes, nous proposons la mise en place de quelques produits géotouristiques ; dans l'immédiat, nous nous limiterons à la conception générale selon laquelle ces produits pourraient être réalisés. Toute réalisation géotouristique se base sur une réflexion préalable aux publics-cible et leurs attentes, donc nous allons mener une réflexion concernant les publics-cible et leurs exigences, et par la suite proposer des propositions plus tangibles de produits géotouristiques.

#### **8.3.2.1 Les publics-cible et leurs exigences**

Pendant notre travail de terrain au Maroc Central, nous avons pu observer que la région semble fréquentée surtout par les groupes de personnes suivants :

- des excursionnistes d'un âge compris entre 35 et 65 ans environ ;
- des familles avec des enfants en âge scolaire ;
- des sportifs.

Nous allons tenir en compte ces classes de groupes afin d'adapter la classification des publics-cible proposée par Kramar & Pralong (2005) à notre région d'étude :

- les géologues sont en principe bien disposés à élargir leurs connaissances en géomorphologie ; pour ce public, et de proposer une valorisation portant sur les différentes échelles temporelles d'un paysage. Par exemple, des minéralogistes ou paléontologistes pourront articuler l'histoire géologique qu'ils connaissent vraisemblablement assez bien avec l'histoire géomorphologique «plus récente». ;
- les personnes intéressées par des thématiques naturelles et culturelles pourraient s'intéresser à la géomorphologie en expliquant des relations entre géomorphologie, paysage, végétation et culture au sens large ;
- Quant aux enfants, ils pourraient être sensibilisés à la valeur du monde abiotique, on leur expliquant quelques curiosités au niveau morphologique (formes particulières), écologique (adaptations particulières des organismes vivants aux conditions climatiques et géomorphologiques de montagne) et culturel (contes et légendes mythique).

Les deux dernières catégories proposées diffèrent ainsi quelque peu de celles proposées par Kramar & Pralong (2005). En effet les excursionnistes qui visitent une région de montagne telle que le Maroc Central le font pour ses caractéristiques naturalistes ; en ce sens, la valeur culturelle vient en deuxième lieu, qui pourrait intéresser ce groupe de personnes après les explications concernant les composantes naturelles du paysage. Les enfants aussi sont identifiés en tant que troisième public-cible.

### **8.3.2.2 Propositions de produits géotouristiques**

Chacun des publics-cible nécessiterait une mise en valeur particulière. Il n'est pas possible de proposer des produits géotouristiques pour toutes les catégories des publics-cible à cause des coûts importants. Dans ce cas, nous pensons de satisfaire

un maximum de personnes à travers deux stratégies principales : la proposition de produits adressés d'une part aux spécialistes des sciences de la Terre et aux personnes intéressées par l'ensemble des thématiques naturalistes et culturelles et, d'autre part, des produits destinés aux enfants.

**Produits géotouristiques adressés aux spécialistes d'un domaine des sciences de la Terre et aux personnes intéressées par l'ensemble des thématiques naturelles et culturelles :**

Dans le but de satisfaire ce groupe assez hétérogène, nous proposons de réaliser des produits permettant différents niveaux de lecture. Comme produit géotouristique, nous proposons :

- un chapitre principal, expliquant les grands traits de la formation de la chaîne hercynienne et la genèse du relief du Maroc Central ;
- un chapitre concernant la valeur écologique dans le but d'effectuer une liaison entre le monde abiotique et le monde biotique, et faire ressortir sa valeur culturelle, mettant en évidence de quelle manière les formes du relief ont influencé la culture humaine au sens large ;
- proposition d'excursions permettant de mieux saisir les aspects traités, grâce à des fiches d'identification de certains sites.

Nous proposons deux excursions, l'une destinée aux géologues Terre (Itinéraire N° 1), l'autre aux personnes intéressées par l'ensemble des thématiques naturelles et culturelles (Itinéraire N° 2). Les deux itinéraires seront sous forme de traversées ; les lieux de départ et d'arrivée sont atteignables par des sentiers depuis les arrêts du Bus. Ils nécessitent plusieurs heures de marche. Vu la nécessité de passer une nuitée dans des centres d'hébergements, gîtes ou des hôtels de la région.

**Produits géotouristiques adressés aux enfants :**

La proposition de ces produits géotouristiques nécessiterait l'avis d'experts pédagogique. Pour cette raison nous nous limiterons à quelques propositions générales. Notre idée est de proposer un produit que les enseignants ou les parents pourraient utiliser lors d'excursions dans la région. Par exemple un petit livre comprenant des

explications générales de la morphogenèse de la région, tout en mettant l'accent sur quelques aspects pouvant attirer l'attention des enfants :

- On peut attirer l'attention sur des formes particulières telles que les formes en boules et en relief tips des granites (paysage ruiniforme) ;
- D'un point de vue écologique, on peut démontrer de quelle manière certaines espèces attractifs sont influencées par les conditions climatiques, lithologiques et géomorphologiques. ;
- Mettre l'accent sur le rôle que cette région a joué dans l'histoire et comment certaines formes ont su inspirer des croyances et histoires populaires.

Il serait intéressant donc, de proposer également des instruments permettant aux enfants de participer activement à la découverte de la région, tels que des questionnaires guidant l'observation des particularités géomorphologiques et écologiques (Fassoulas, 2007).

## **8.4 Promotion de la connaissance du rôle du Patrimoine géologique auprès de la population locale**

### **8.4.1 Situation actuelle**

Il n'existe pas de moyens permettant à la population locale de connaître les caractéristiques attrayantes de leur territoire, sauf quelques livres de divulgation dont nous avons déjà parlé à plusieurs reprises. Ces livres étant le plus souvent en langues étrangères, cela cause des difficultés supplémentaires pour leur compréhension. Cette situation empêche une réelle prise de conscience des habitants envers la valeur patrimoniale de leur territoire habitable et donc leur contribution dans sa valorisation.

## 8.4.2 Propositions pour une amélioration de la connaissance de la géomorphologie en vue d'un développement sociale

Plusieurs démarches peuvent être effectués afin d'améliorer la connaissance de la valeur du patrimoine géologique et géomorphologique du Maroc Central auprès de sa population locale. La réalisation et la diffusion des produits géotouristiques dont nous avons discuté précédemment constitue l'une de ces possibilités, ou l'organisation des meetings avec la population locale dans le but de présenter les résultats de notre étude.

## 8.5 Synthèse

Dans ce chapitre, nous avons évoqué les différents enjeux qui se posent aujourd'hui au niveau de la valorisation du patrimoine géologique et géomorphologique du Maroc Central, qu'on peut résumer en trois grands points :

1. Au niveau des promoteurs de la région, il sera important d'encourager la prise en considération de la géomorphologie, en tant que cadre dans lequel se déroule la vie écologique et culturelle, et aussi en tant qu'objet de recherche scientifique ayant une valeur intrinsèque ; attirer l'attention au problème de l'inventaire et de la protection des géosites et des géomorphosites de notre secteur d'étude. La mise au point de ces objectifs n'est pas facile et elle étroitement liée à la disponibilité des promoteurs de la région et leur ouverture au dialogue ; le fait de partager avec eux les résultats des recherches effectuées dans le domaine du Maroc Central nous semble un premier pas très encourageant ;
2. Au niveau de la population locale, il serait primordial d'encourager une prise de conscience de la valeur patrimoniale de son territoire, ce qui aboutira à une meilleure acceptation de la création d'un parc protégé dans la région, ainsi qu'un engagement plus important de la population dans la protection et la

valorisation de cette région ;

3. au niveau des excursionnistes, il est d'une grande importance de mettre au point des produits géotouristiques adaptés aux exigences des différents publics-cible. Pour commencer nous proposons dans un premier lieu une étude préliminaire qui pourrait être utilisée par la suite pour une valorisation touristique de la région.

Un autre axe qui semble être très important de relever, est la nécessité de coopération entre les différentes communautés de notre secteur d'étude. Toute valorisation nécessite une coordination entre tous les intervenants dans la région afin de favoriser la réalisation des projets qui la concernent.

## Chapitre 9

# Conclusions et perspectives

Territoire au charme insolite, le Maroc Central séduit par sa richesse en biodiversité faunique et floristique. Sur ses pentes s'étalent à perte de vue d'immenses forêts, entrecoupées de vallées verdoyantes, de lacs aux eaux tranquilles. Pour les amoureux de la nature, les montagnes du Maroc Central avec leurs forêts, lacs et plateaux offrent un terrain très vaste avec de magnifiques paysages.

Pendant l'été, les montagnes du Maroc Central offrent aux estivants une oasis de calme et de paix, un lieu de communion avec la nature. Plusieurs touristes, notamment les nationaux, s'y rendent chaque année souvent en famille, attirés par la beauté majestueuse des montagnes, des paysages et des forêts alternant avec des plateaux volcaniques dénudés. Cette région offre en somme de magnifiques paysages forts appréciés par les randonneurs amoureux de la montagne et de magnifiques sources thermales : tels que Lalla Haya et Aïn Salama.

La province dispose aussi des atouts exceptionnels caractérisés par la diversité végétale, animale et paysagère auxquelles s'ajoutent la richesse du patrimoine culturel de la région berberophone (folklore, habillement, Zaouiat,) qui attirent aussi bien les touristes nationaux qu'étrangers.

En somme, notre zone d'étude recèle un patrimoine naturel et culturel très riche. Ceci se fait au travers d'une offre touristique importante dans le domaine du tourisme intégré, doux en proposant à travers des sentiers la mise en exergue de ce patrimoine.

Malheureusement, l'importance naturelle est essentiellement mise en avant au travers de la flore et de la faune. Dans le présent travail, nous avons voulu par le biais de l'étude effectuée montrer qu'en plus de la flore et de la faune, la richesse naturelle d'une région découle également de son histoire géologique et géomorphologique, ce qui détermine souvent les activités culturelles d'un territoire plus ou moins vaste, malgré la médiocrité de l'infrastructure du réseau routier.

Pour cela nous proposons de revenir sur les principaux apports de ce travail tant au niveau théorique et méthodologique que des résultats obtenus sur le terrain.

En effet, les sites sélectionnés ont été décrits grâce à la fiche réalisée par l'Institut de Géographie de Lausanne (Reynard, 2005a). Elle est complète et répond bien aux exigences générales de l'inventaire. Certes ils répondent aux objectifs de départ, à savoir allier la composante géomorphologique et culturelle. Elle a l'avantage de donner des informations détaillées sur les sites inventoriés, sur leurs caractéristiques géomorphologiques ainsi que sur des valeurs additionnelles qui leur sont liées. De plus, elle permet de renseigner sur les caractéristiques d'usage et de gestion des sites.

A l'issue de ce travail présenté sous forme d'un lexique patrimonial, et c'est une première, l'inventaire nous paraît être une source d'information incontournable dans le domaine des sciences de la Terre. En tant que base de données, il doit être produit de manière la plus objective possible, et mis à jour dans le cas où des changements surviennent sur les sites répertoriés. Cependant, la flexibilité de cette méthode nous a permis, dans ce travail, de documenter le degré de protection des sites ainsi que des éléments qui pourraient favoriser une valorisation du patrimoine géomorphologique.

De manière générale, la méthode qui a été utilisée dont le but est de déterminer la valeur géomorphologique globale des sites afin de les valoriser a été convaincante, à la fois en pratique lors de la réalisation de l'inventaire et par la suite, lors de l'analyse des résultats obtenus.

Ainsi, la représentation cartographique des résultats permet de résumer les principales informations de l'inventaire de manière explicite et très compréhensible, à la

fois par des cartes géomorphologiques simplifiées réalisées pour chaque site et par des cartes thématiques couvrant toute la région d'étude et permettant de résumer la valeur géomorphologique globale, les enjeux de protection et les possibilités de valorisation.

Par le biais de ce travail, nous avons pu assembler quatorze géosites et géomorphosites de nature fluviales, lacustres, magmatiques, volcaniques, paléontologique... qui ont été évalués et documentés dans l'inventaire. Le processus de sélection a permis de donner une liste des sites les plus intéressants et les plus représentatifs de la région, tout en faisant une place à des sites plus rares. La valeur scientifique importante des sites inventoriés montrent leur grand intérêt d'un point de vue géomorphologique. Alors que Les résultats pour les valeurs additionnelles permettent de voir rapidement ce qui pourrait constituer un plus dans la valorisation.

Nous sommes conscients que les fiches peuvent contenir des erreurs. Ceci malgré nos efforts. L'évaluation est quelques fois subjective, ainsi la tâche du géomorphologue devient ardue. Parfois, l'attribution d'un score peut être accompagnée d'un certain degré d'incertitude. Alors, c'est la subjectivité qui intervient. Le choix n'est jamais facile bien sûr. Mais, en pondérant certaines caractéristiques et aussi les sentiments personnels que suscite le géo(morpho)site, le score d'un critère peut varier de l'ordre d'un quart de point.

Ceci ne nous empêche pas d'affirmer que le patrimoine géomorphologique du Maroc Central est très riche, avec des géosites et géomorphosites globalement intacts.

Certes, la région est localisée en marge des zones urbanisées, mais, l'Homme Amazigh y réside depuis longtemps et il ne lui a généralement pas porté atteinte à cause de son attachement à ses terres racinaires. Au contraire, lorsqu'il a utilisé la géomorphologie à ses propres fins, le relief a acquis encore plus d'importance et donc de valeur.

Cependant, il faut être conscients que le paysage géomorphologique est vulnérable et que ce ne sont pas seulement les grands aménagements humains qui peuvent

créer des impacts. Quelques géosites et géomorphosites nécessitent une attention toute particulière avant de penser à leur mise en valeur.

Concernant la partie valorisation, notre but était de montrer le rôle joué par le contexte naturel, représenté par la géomorphologie, dans le développement culturel de notre zone d'étude. Les propositions de réalisation des parcours géoculturels, ainsi que la sensibilisation directe à la géomorphologie de la région sont des exemples concrets de valorisation.

Cette partie nous a permis de mettre en valeur les liens non seulement culturels, mais également naturels - géomorphologiques - existant au sein de ce périmètre étudié. L'identification de ce potentiel patrimonial reste carencée, car, il y a beaucoup à faire en terme d'exploration de la nature dans ce territoire.

Cet inventaire selon nous, ne devrait pas en rester là, il n'est pas destiné à la conservation du paysage, mais à sa valorisation. L'existence et la richesse de ces lieux ainsi que leur mise en valeur, permettent d'alimenter une importante attractivité (nous pouvons déjà le constater sur le territoire étudié). Communes, populations locales et touristes, tous profitent non seulement économiquement, ce qui est cependant primordial pour les régions de montagnes, mais aussi personnellement de cette interactivité (Batzing, Rougier, 2005).

Le grand challenge à venir est de : «garantir la préservation de ce patrimoine, tout en répondant pourtant aux besoins de la société moderne» (Coratza, 2004 : 222).

Que cette initiative d'études se poursuive à la perspective d'élaborer dans le future une banque de données scientifiques, didactiques, culturelles, socio-économiques et environnementales, pour proposer la création d'un Géoparc du Maroc Central à l'image de celui de M'Goun et Jbel Bani.

# Références bibliographiques

- Agard J.** (1966) – Données nouvelles sur le district fluorifère d'El Hammam – Berkamène (Maroc Central). Rapport S. E. G. M, n°843, 25 p, Rabat inéd.
- Agard J., Balcon J. et Morin Ph.** (1958) – Etude géologique et métallogénique de la région minéralisée de Jbel Aouam (Maroc Central). Notes et Mém. Serv. Géol. Maroc, n°132, 127p.
- Agard J., Morin P., et Termier G.** (1955) - Esquisse d'une histoire géologique de la région de Mrirt (Maroc central). Notes et Mém. Serv. Géol. du Maroc, t. 12, N° 125, pp. 15-18.
- Allary A.** (1972) – Etude tectonique et microtectonique d'un ségment de la chaîne hercynienne dans la partie sud-orientale du Maroc Central (Région située entre Khénifra et Zaouiat Aït Ishak). Notes et Mém. Serv. Géol. Maroc., n°261, pp : 113-169.
- Allary A., Lavenu A. et Ribeyrolles M.** (1976) - Etude tectonique et microtectonique d'un ségment de chaîne hercynienne dans la partie sud-orientale du Maroc Central. Notes et Mém. Serv. Géol. Maroc, 261, 169 p.
- Amraoui F.** (2005) - Contribution à la connaissance des aquifères karstiques : cas du lias de la plaine du sais et du causse moyen atlasique tabulaire (Maroc).Th.Doct, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier, France.
- Badra L.** (1983) – Contribution à l'étude géologique et métallogénique de la région du Jbel Khetem (Maroc Central). Thèse Doct. Es-sciences, Univ. De Franche-

Comté, 189p.

- Baechler** A. (1991) - Géomorphologie Générale, Document de Base – Tome I, IGUL, Lausanne.
- Bahaj** T. (2002) - Hydrogéochimie et qualité des eaux des nappes phréatiques : du causse moyen atlasique, du bassin de saïss, de la plaine de Gharb, de la Maâmora et de la région Zemmour. Thèse de doctorat, faculté des sciences de Rabat. 182p.
- Bahaj** T., El Wartiti M., Zahraoui M., Caboi R. et Essahlaoui A. (2004) - Aspects of Groundwater geochemistry from Middle Atlas and Saïss Basin (Northern Morocco). Water-Rock Interaction, Wanty & Seal II (eds), 2004 Taylor & Francis Group, London, pp. 343-346.
- Batzing** W., Rougier H. (2005) - Les Alpes, un foyer de civilisation au coeur de l'Europe, Editions L.E.P Loisirs et Pédagogie S.A, Le Mont-sur-Lausanne.
- Baudin** F., Petit I., Weissenhorn W. and Ruigrok R.W.H. (2001) - In vitro dissection of the membrane binding and RNP binding activities of influenza virus M1 protein. *Virology*, 281, 102–108.
- Baudin** T., Chevremont P., Razin Ph., Thieblemont D., Rachdi H., Roger J., Benhaourch R. et Winckel A. (2001) - carte géologique du maroc au 1/50 000. Feuille d'Oulmés. Notes et Mém .Serv. Géol. Maroc, n° 410 bis.
- Beudet** G. (1969) - Le plateau central marocain et ses bordures, étude géomorphologique, Thèse de Doctorat, Paris I, 478 p.
- Ben** Aabidat L. (1994) - Contribution à l'étude hydrogéothermique du Maroc Nord occidental (Gharb, Rides et Saïss), Thèse 3ème cycle, Sfax, Tunisie.
- Ben** Abou M. (2001) - Dynamique des bassins d'avant-pays carbonifères : signature tectonique, sédimentaires et magmatique de l'évolution de la chaîne hercynienne du Maroc Central septentrional. Thèse es-Sciences, Univ.Cadi Ayyad, Fac. des Sciences, Marrakech, Maroc.

- Bensaid M.** (1979) – L’ordovicien supérieur, le Silurien et le Dévonien dans l’Est du Maroc Central. Mines, Géologie et Energie, Rabat, n° 46, pp : 83-86.
- Bensaid M. et al.,** (1980) - Présence du westphalien inférieur dans la série de Fouchal (Maroc central). C. R. Acad. Sci. Paris, v. 290, pp. 1329-1332.
- Bétard F.,** Peulvast J-P., Oliveira Magalhes A. (2011) – Biodiversité, géodiversité et enjeux de leur conservation dans les montagnes humides du Nordeste brésilien. BAGF-Géographies, 88(1), pp. 17-26. Boo E. (1990) : Ecotourism : the Potentials and Pitfalls. Washington, D.C : World Wildlife Fund, 72 p.
- Boley B., & Uysal M.** (2013) - Competitive synergy through practicing triple bottom line sustainability : Evidence from three hospitality case studies. Tourism and Hospitality Research, 13(4), 226–238.
- Bouabdelli M.** (1982) – Stratigraphie et évolution structurale du Paléozoïque d’Azrou (NE du Maroc Central). Thèse 3ème cycle, Univ. L. Pasteur, Strasbourg, 164p.
- Bouabdelli, M.** (1989) - Tectonique et sédimentation dans un bassin orogénique : le sillon d’Azrou-Khénifra (Est du massif Hercynien central du Maroc). Thèse ès Sciences, Université Louis Pasteur, Strasbourg, 262 pp.
- Boushaba A.** (1990) : Evolution géochimique et contexte de mise en place du complexe granitique du Ment (Massif central marocain), Bull. Inst. Sci. Rabat, 14, 1-17.
- Boushaba A.** (1996) : La massif granitique du Ment (Maroc central hercynien).
- Boushaba A.,** Cailleux Y. et El Wartiti M. (1989) - Note brève sur le problème posé par les galets de tourmalinite du bassin autunien de Khénifra. Colloque de géologie Franco-Marocaine. Strasbourg. P. 51.
- Boyle D., & Nickerson N.** (2010a) - Statewide vacationers to Montana : Are they geotravelers? (Research Report No. 2010-2). Missoula, MT : Institute for Tourism and Recreation Research, University of Montana.

- Brilha J.**(2015) - Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites : a Review, The European Association for Conservation of the Geological Heritage 2015.
- Broutin J.**, Aassoumi H., El Wartiti M., Freytet P., Kerp H., Quesada C. & Toutin-Morin, N. (1998) - The Permian Basins of Tiddas, Bou Achouch and Khenifra (central Morocco). Biostratigraphic und palaeophytogeographic implications. In : Crasquin-Soleau, S. & Barrier, E. (eds) Peri-Tethys Memoir 4 : Epicratonic Basins of Peri- Tethyan platforms. Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 179, 257-278.
- Broutin, J.**, El Wartiti, M. Freytet, P., Heyler, D., Laghrib, M. et Morel, J.L. (1987) - Nouvelles découvertes paléontologiques dans le bassin détritique carbonate permien de Tiddas (Maroc Central). C. R. Acad. Sc. Paris, t.305, II, pp. 143-148.
- Cailleux Y.** (1974) - Géologie de la région des Smaâla (Massif Central Marocaine). Thèse 3ème cycle. Strasbourg, 97p.
- Cailleux Y.** (1978) - Géologie de la région des Smaâla (Massif Central Marocaine). Stratigraphie du Paléozoïque. Tectonique hercynienne. Notes. Serv. Géol. Maroc., 40, 2ème pp : 7-106.
- Cailleux Y.** (1985) – Les écailles anté-viséennes d'Ezzehiliga. Leur importance dans l'interprétation structurale du Maroc Central. C. R. Acad. Sc. Paris, t. 301, série II, n°7, pp : 497-502.
- Chakiri S.** (1991) - Le Paléozoïque de la région de Tsili-Tiddas (Maroc central occidental), Stratigraphie, Sédimentologie et évolution structurale hercynienne. Thèse de 3ème Cycle, Univ. Rabat, 227p.
- Chakiri S.** (2002) – La sédimentologie et géodynamique du Maroc central hercynien pendant le dévonien. Thèse de doctorat d'état, Univ. Ibn Tofail, Kénitra, 313p.
- Chamayou J.**, Combe M., Genetier B. et Leclerc C. (1975) - Le bassin de Meknès-Fès, Ressource en eau du Maroc, Notes et Mém. Serv. géol., Maroc, 231, 41-71.

- Choubert** et al., (1965) - Mesures géochronologiques par la méthode A40/K40 au Maroc. Notes. Serv. Géol. Maroc. 24, pp : 53-62.
- Coratza** P. (2004) - Géomorphologie et culture. Exemples de valorisation en Emilie Romagne (Italie), In : Reynard E., Pralong J.-P. (Eds.). Paysages géomorphologique, Compte-rendu du séminaire de 3ème cycle CUSO 2003, Lausanne, Institut de Géographie, Travaux et Recherches N°27, 209-223.
- Coratza** P. (2004). Géomorphologie et culture Exemples de valorisation en Emilie Romagne (Italie) in : Reynard E., Pralong J.-P. (Eds.). Paysages géomorphologiques, Compte-rendu du séminaire du 3ème cycle CUSO 2003, Lausanne, Institut de géographie, Travaux et Recherches N° 27, 115-127.
- Coratza** P., Giusti C. (2005) - Methodological proposal for the assessment of the scientific quality of geomorphosites, In : Il Quaternario, Italian Journal of Quaternary Sciences, 18(1), 2005 – Volume Speciale, 307-313.
- Dadi** S. (1998) - Contribution à l'étude hydrologique et hydrochimique du plateau d'Oulmès (Maroc Central, Maroc), Thèse Université CADI AYYAD, 182p.
- Dadi** S., Razack M., Laziri F., Boutaleb M. et El Boukhari A.M. (1998) - Synthèse hydrogéologique et caractérisation hydrogéochimique des eaux souterraines du massif cristallophyllien d'Oulmès (Maroc). Hydrogéologie, 1, 41-51.
- Dahamani** M., Sawyer E. W. (2001) - Variabilité géochimique dans l'auréole métamorphique d'Oulmès (Maroc central). Bulletin de l'Institut scientifique, section Sciences de la Terre, 23, 7-20.
- Débarbieux** B. (1995) - Tourisme et montagne, Paris, Economica.
- Di** Gregorio F., El Wartiti M., Aldighieri B., Zahraoui M., Fadli D., Nahraoui F. Z. et Luger F. R. (2012) - Paysages, géosites et patrimoine géologique à travers le Causse du Moyen Atlas (El Hajeb, Ifrane, Azrou, Ain Leuh, Khenifra) et le Massif Central du Maroc (Aguelmous-Ment, Oulmès, Tarmilate, El-Harcha) - Identification et valorisation géo-éco-touristique. 3ème édition du workshop international WIDGET 3, Proceeding Volume 3, pp. 5-23.

- Diot** H., Bouchez J.L., Boutales M. et Macaudiere J. (1987) - Le granite d'Oulmès (Maroc Central) : structure de l'état magmatique à l'état solide et modèle de mise en place. Bull. Soc. Géol. France, t III, 1, pp : 157-168.
- Dixon** G. (1996) - Geoconservation : An international review and strategy for Tasmania. Parks & Wildlife Service. Occasional paper N.35, Tasmania, 126 pp.
- Drumm** A., Moore A. (2003) - Développement de l'écotourisme — Un manuel pour les professionnels de la conservation. The Nature Conservancy, Arlington, Virginie, Etats-Unis, 1, 1-102.
- Duhem** V. (2008) - Inventaire et propositions de mesures de valorisation des géomorphosites du PNR Gruyères-Pays d'Enhaut. Mémoire de master, Institut de Géographie, Université de Lausanne.
- El Attari** A. (1990) – Lithostratigraphie et évolution tectono-métamorphisme hercynienne du paléozoïque à la bordure NW du granite des Zaër, entre Fouizir et Kat Cherif (Maroc Central). 3ème cycle, Univ. Mohamed V, Rabat, 156p.
- El Azzouzi** M. (2002) - Volcanisme calco-alcalin et alcalin en contexte post-collision continentale : exemple du Maroc. Thèse de Doctorat d'Etat Es Sciences, Université Mohammed V – Agdal, Faculté des Sciences, Rabat, 289 p.
- El Hassani** A. (1991) - La zone de Rabat-Tiflet : bordure nord de la chaîne calédonohercynienne du Maroc. Bull. Inst. Sci. Rabat, n°15, 134p.
- El Mahmoudi** N. (2004) - Les ressources en eau souterraine de la plaine de Gharb : hydrogéochimie et vulnérabilité. Thèse de doctorat national. Université Mohammed V-Rabat Maroc, n°2197, 205p.
- El Wartiti** M. & Zahraoui M. (2010) - Les eaux multiformes dans leur milieu naturel : des Sites à promouvoir et à protéger. Cas de la source thermale de Lalla Haya (Oulmès) et des aquifères karstiques (Aguelmam Azegza, sources Oum Rbiâ). 2ème workshop international WIGET 2, Proceeding Volume, pp. 109-115.

- El Wartiti M.** (1981) - Les terrains permo-carbonifères et leur couverture dans la zone de Tiddas-Souk-es-Sebt. Bordure N-W du Maroc Central. Thèse 3ème cycle, Univ. Mohammed V, Rabat, 193p.
- El Wartiti M.** (1990) - Le Permien du Maroc mésétien : étude géologique et implications paléogéographiques. Thèse doc.ès-Sciences, Univ. Mohammed V, Rabat, 501 p.
- El Wartiti M.** (1990) - Le Permien du Maroc mésétien. Etude géologique et implications paléogéographiques. Thèse d'Etat, Univ. Mohammed V., Rabat, 486p.
- El Wartiti M., Broutin J., Freytet P., Larhrib M. et Toutinmorin N.** (1990) - Continental deposits in Permian Basins of the Mesetian Morocco - Geodynamic history. *Journal of African Earth Science*, 10 (1/2) : 361-368.
- El Wartiti M., Broutin J., Freytet P.** (1986) - Première découverte paléontologiques dans les séries rouges carbonatées permienues du bassin de Tiddas (Maroc central). *C. R. Acad. Sci. Paris*, 303, II, p. 263-268.
- El Wartiti M., Broutin J., Freytet P., Larhrib M. et Toutinmorin N.** (1990) - Continental deposits in Permian Basins of the Mesetian Morocco - Geodynamic history. *Journal of African Earth Science*, 10 (1/2) : 361-368.
- El Wartiti M. et Zahraoui M.** (2010) - Un circuit pour la promotion d'un géo-écotourisme intégré dans le Plateau Central et le Moyen Atlas. 2ème workshop international WIGET 2, Proceeding Volume, pp 126-165.
- Essahlaoui A., Sahbi H., Bahi L. & El-Yamine N.** (2001) - Reconnaissance de la structure géologique du bassin de Saïa occidental, Maroc, par sondages électriques. *African Earth. Sci. J.* 32(4), 777-789.
- Esterle M.** (1971) - Aperçu géologique de la région de Sidi M'Bark (Bled Zaïan, Maroc central). *Notes et mém. service géol. Maroc*, t. 31, n°237, pp. 11-16.
- Fadli D.** (1983) - Géologie structurale de la partie Nord du Massif du Khatouat : un segment hercynien de la meseta nord occidentale. Thèse 3ème cycle, Rabat. 139 p.

- Fadli D.** (1990) - Evolution sédimentaire et structurale des massifs des Mdakra et du Khatouat ; deux ségments hercyniens de la meseta marocaine nord-occidentale. Thèse ès-Sciences, Rabat, 316 p.
- Fadli, D.** (1990) - Evolution sédimentaire et structurale des massifs des Mdakra et du Khatouat ; deux segments hercyniens de la Meseta marocaine nord-occidentale. Thèse es Sciences, Rabat, 272 p.
- Faik F.** (1988) - Le Paléozoïque de la région de M'rirt (Est du Maroc Central). Evolution stratigraphique et structurale. Thèse 3ème cycle. Université Paul Sabatier. Toulouse. 233 p.
- Fassoulas C.** (2007). Introducing the invisible water routes of karstic systems to pupils : an educational project of Psiloritis Geopark, Crete, Greece, Heraklion, Natural History Museum (rapport non publié).
- Filleron J.C.** (1998) - Le paysage, cela existe, même lorsque je ne le regarde pas” ou quelques réflexions sur les pratiques paysagères des géographes. Pôle universitaire européen de montpellier. Journée scientifique “le paysage entre culture et nature”, 1-12.
- Fisher G.** (1983) – Géologie, stratigraphie und tektonischer banstil in du ostlichen marokkanischen meseta New ‘Azrou. Diplomarbeit, Dermstadt 1983, D17.
- Fontana, G., Pieracci, K., Fuchs, C., Bissig, G. et Reynard, E.** (2007) - Thematic Bibliography on Geomorphosites. Lausanne, Institut de Géographie.
- Frattini N.** (2003) - Le Parc naturel du Doubs : étude géomorphologique et proposition d’un inventaire de géotopes géomorphologiques, Institut de Géographie, Université de Lausanne, mémoire de licence, Lausanne.
- Gendrot C.** (1973) – Environnement du Dévonien récifal au Maroc. Notes et Mém. Serv. Géol. Maroc, t. 34, n°254, pp. 55-86.
- Genoud M.** (2008) - Inventaire, évaluation et projets de valorisation des géomorphosites du val de Bagnes. Mémoire de master, Institut de Géographie, Université de Lausanne.

- Gentelle P.** (2002) - Chine un autre monde. Vevey, Editions Mondo, 108 p.
- Gentizon C.** (2004) - La géomorphologie et les paysages dans les réserves naturelles : études de cas, In : Reynard E., Pralong J.-P. (Eds.), Paysages géomorphologiques, Compte-rendu du séminaire de 3ème cycle CUSO 2003, Institut de Géographie, Lausanne, Travaux et Recherches N°27, 95-109.
- Gerber J.-D.** (2005) - Structures de gestion des rivalités d'usage du paysage, ID-HEAP.
- Ghanem H.** (1981) - Contribution a la connaissance des sols du Maroc. Notice explicative des cartes pédologiques. Institut National de la recherche Agronomique de Rabat. Les cahiers de la recherche agronomique, Tome 1, pp. 481.
- Ghfir Y.** (1993) - Le paléozoïque de la région d'Aguelmous (Maroc central). Stratigraphie, sédimentologie, évolution structurale et métamorphiques hercyniennes. Thèse 3ème cycle, Univ. Mohammed V, Rabat, 130p.
- Grandgirard V.** (1995) - Méthode pour la réalisation d'un inventaire de géotopes géomorphologiques, in : ukpik, Cahiers de l'Institut de Géographie, Université de Fribourg, 10, pp. 121-137.
- Grandgirard V.** (1997) - Géomorphologie, protection de la nature et gestion du paysage. Thèse de doctorat n°1163. Institut de Géographie, Université de Fribourg.
- Grandgirard V.** (1999) - L'évaluation des géotopes, in : *Geologica Insubrica*, n°4/1, pp.59-66.
- Grandgirard V., Spicher M.** (1997) - Les géotopes karstiques du canton de Fribourg (Suisse), *Proceedings of the 12th International Congress of Speleology, Symposium 8 : Karst Geomorphology, Switzerland*, vol. 1, 331-336.
- Gray M.** (2004) - *Geodiversity. Valuing and conserving abiotic nature*, Chichester, Wiley. Strasser et al. (1995 : 4).
- Habibi M.** (1989) - Le Paléozoïque de la région d'Aïn Leuh – Souq al Had (N.E

du Maroc Central). Recherches stratigraphiques et structurales. Thèse 3ème cycle, Université Paul Sabatier Toulouse, 186 p.

**Hoepffner** C. (1987) - La tectonique hercynienne dans l'Est du Maroc. Thèse ès Science, Université Louis Pasteur, Strasbourg, 276 pp.

**Hooke** J. M. (1994) - Strategies for conserving and sustaining dynamic geomorphological sites, in : O'Halloran D. et al. (eds). Geological and Landscape Conservation, London, Geological Society, 191-195.

**Hose** T.A. (1996) - Geotourism, or can tourists become casual rock hounds, In Bennett M.R. & al. (eds.)/Geology on Your Doorstep, Geological Society, London, 207-228.

**Huvelin** P. (1969) - Mouvements hercyniens précoces et structure du Jbel Hadid près de Khénifra (Maroc). C. R. Acad., Paris t.269, n°22 à 25, pp : 2305-2308.

**Huvelin** P. (1970) – Chevauchements et écaillages précoces hercyniens de terrains anté-viséens dans le domaine atlasique (Maroc). C. R. Acad. Sci. Fran., 270, n°22-26, pp : 2760-2763. 8 juin 1970.

**Huvelin** P. (1970) – Mouvement hercyniens précoces dans la région de M'riert (Maroc). C. R. Acad. Sci., Paris, 271, D, pp : 935-955.

**Huvelin** P. (1971) – Les déformations hercyniennes précoces dans la région comprise entre Azrou-Aguelmous et Khénifra (Maroc. Hercy. Central) C. R. d'activité, SEGM. Rabat (inéd).

**Izart**, A. (1988) - Stratigraphie, Sédimentologie et Micropaléontologie des sédiments du bassin du Sidi Bettache et ses bordures (Meseta marocaine nord-occidentale) du Famennien au Viséen supérieur. Notes et Mém. Serv. Géol. Maroc, 334, pp.7-41.

**Jebrak** M. (1985) - Contribution à l'histoire naturelle des filons F-Ba du domaine varisque. Essai de caractérisation structurale et géochimique des filons en extension et en décrochements. Massifs centraux français et marocains. Thèse d'Etat. Univ. Orléans, 470 p.

- Jimenez Espinosa, R., Nieto, L.M., Alfaro Garcia, P., Jimenez Millan, J., Ruiz-Ortiz P.A.** (2002) - La Cerrada de Utrero-Lanchar de Linarejos : punto de interes geomorfologico en el Parque Natural de Cazorla, Segura y Las Villas (Provincia de Jaen), in : Estudios recientes (2000-2002) en Geomorfologia. Patrimonio, montana y dinamica territorial, Valladolid, Dpto. Geografia-UVA, 415-422.
- Jorgenson J. & Nickerson N.** (2015) - Geotourism and Sustainability as a Business Mindset, *Journal of Hospitality Marketing & Management*, DOI : 10.1080/19368623.2015.101070
- Joyce, B.** (2001) - Volcanic heritage of southeastern Australia, and its value in increasing awareness of volcanic risk, *VICMIN2001 : The Third Conference on Development in Victorian Geology and Mineralisation*, *AIG Bulletin*, 34, 81.
- Kacimi I.** (2004) - Modélisation hydrodynamique et hydrochimique de la nappe côtière Gahrb – Maamora ( Maroc ), Thèse d’Etat, Rabat, 213p.
- Komoo I.** (2003) - Consevation Geology, Protecting Hidden Treasures of Malaysia. LESTARI UKM Publication, Bangi, 49p.
- Komoo I. et al.** (2001) - Geological Heritage of Maysia, *Geoheritage Mapping and Geosite Characterization*, LESTARI UKM Publication, Bangi, 3-15.
- Komoo I. et al.** (2002) - Geological Heritage of Maysia, *Research and Development of the Geoheritage*, LESTARI UKM Publication, Bangi, 62- 71.
- Kosakevitch A.** (1973) - Étude minéralogique des minerais d’antimoine du Maroc. Thèse. Université Paul Sabatier Toulouse.
- Kozlik L.** (2006) - Les géomorphosites culturels des vallées du Trient, de l’Eau Noire et de la Salanfe. Inventaire, évaluation et valorisation, Mémoire de licence, Institut de Géographie, Université de Lausanne.
- Kramar N. & Pralong J.-P.** (2005) - La didactique des sciences : une chance pour les sciences de la Terre, in : Dambo L., Reynard E. (eds), *Vivre dans les milieux fragiles : Alpes et Sahel. Hommage au Professeur Jorg Winistorfer*, Institut de Géographie, Lausanne, *Travaux et Recherches*, n° 31, 44-56.

- Lavenu A.** (1972) – Etude tectonique et microtectonique d'un ségment de chaîne hercynienne dans la partie sud-orientale du Maroc Central (Région située entre Khénifra et Kef-En-Nsour). Notes et Mém. Serv. Géol. Maroc., n°261, pp : 57-112.
- Lick, W.** and J. McNeil (2001) - Effects of sediment bulk properties on erosion rates. *Science of the Total Environment*, 266, pp. 41-48.
- Malaki A.** (2006) - Géosites : Intérêt scientifique, patrimoine culturel et visées socio-économiques, au niveau d'Ifrane, Azrou, Aïn leuh et El Hajeb (causeuse moyen atlasique). Thèse de Doctorat, Faculté des Sciences de Rabat, Maroc, 1-280.
- Martin J.** (1981) - Le Moyen Atlas central, étude géomorphologique. Notes et Mém. Serv. Géol. Maroc, n° 258 et 258 bis.
- Martini G.** (1994) - Bilan général de la protection du patrimoine géologique en France, Mém. Soc. géol. France, vol. 165, 111-117.
- Michard A.** (1976) - Éléments de géologie marocaine. Notes et mém. Serv. Géol. Maroc, n°252, 408p.
- Michard, A.** (1976) - Eléments de géologie Marocaine. Notes et mémoires du service géologique du Maroc, Rabat, 252.
- Michard A.** et Piqué A. (1979) - The Variscan belt in Morocco : Structure and development model. In Wones D. ed., *The Caledonides In the USA : Virg. Poly. Inst. and State Univ., Dep 1. of Geo/. Sei. Memoire*, 2, p. 317-322.
- Michard A., Saddiqi O., Chalouan A., Frizon de Lamotte D.** (2008) - Continental Evolution : The Geology of Morocco. Structure, Stratigraphy, and Tectonics of the Africa-Atlantic-Mediterranean Triple Junction. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 116 : 404 p.
- Morin P.** (1951) - Quelques problèmes relatifs aux roches granitiques et microgranitiques et à leur minéralisation dans le Maroc central. Notes et Mém. Serv. Géol. du Maroc, t. 4, n°83, pp. 163-182.

- Morin Ph.** (1951) – Quelques problèmes relatifs aux roches granitiques et microgranitiques et à leur minéralisation dans le Maroc Central. Notes et Mém. Serv. Géol. Maroc, n°83, pp : 163-182.
- Morin Ph.** (1955) - Sur la prolongation vers le sud-ouest de l'anticlinorium de Ziar-Azrou (Maroc Central). Notes et Mém. Serv. Géol. n° 125, t12, pp : 29-35.
- Morin Ph.** (1958) – Sur les caractères de la grande transgression du Viséen supérieur dans la partie orientale du Maroc Central C. R. Somm. Soc. Géol. Fran., 12, pp : 270-272.
- Morin Ph.** (1959) - Le Maroc Central : aperçu structural et orogénique. Notes. Maroc. (Soc. Géogra. Maroc). Rabat, n°11-12, pp : 16-25.
- Morin Ph.** (1960) – Les marbres d'origines métamorphiques du Maroc Central (géologie et problèmes d'exploitation). Mines et Géol. Rabat, n°11, pp : 31-39., 6 fig.
- Mrini Z.** (1985) - Age et origine des granitoïdes hercyniens du Maroc : apport de la géochronologie et de la géochimie isotopique (Sr, Nd, Pb). Thèse Univ. Clermont-Ferrand, 156 p.
- Mrini Z. et al.** (1992) - Chronologie Rb-Sr des granitoïdes hercyniens du Maroc : Conséquences. Bul. Soc. Géo. Fr., t. 163, n°3, pp. 281-291.
- Nahraoui F. Z., Fadli D., El Wartiti M., Zahraoui M., Kharbouch F., El Mahi B. et Dabi S.** (2012) - Géodynamique du bassin Fameno-Tournaisien Mesetien et le volcanisme associé : Cas de Bir En-Nasr. Notes et Mémoires du Service Géologique du Maroc, N°575 (ISSN 034-9789), pp : 185-187.
- Nahraoui F.Z., El Wartiti M., Zahraoui M. et Dabi S.** (2010) - Geomorphosite valorization a view to sustainable development : Case of Ait Hajji, Oued Bou-lahmayil valley, central Morocco. Present Environment and Sustainable Development, 4, 129-136.
- Origet du Cluzeau C.** (1998) - Le tourisme culturel, Paris, PUF.

- Pagano, L.** (2008) - Inventaire des géotopes géomorphologiques du Val Bavona et du Val Rovana. Sélection, évaluation et perspectives. Mémoire de master, Institut de Géographie, Université de Lausanne.
- Panizza M. & Piacente S.** (2004) - Pour une géomorphologie culturelle, in : Reynard E., Pralong J.-P. (Eds.). Paysages géomorphologiques, Compte-rendu du séminaire du 3ème cycle CUSO 2003, Lausanne, Institut de géographie, Travaux et Recherches, N° 27, 194-204.
- Panizza M.** (2001) – Geomorphosites : concepts, methods and example of geomorphological survey. Chinese Science Bulletin, 46, Suppl. Bd, 4-6.
- Panizza M.** (2003) - Géomorphologie et tourisme dans un paysage culturel intégré, In : Reynard E., Holzmann C., Guex D., Summermatter N. (Eds.), Géomorphologie et tourisme, Actes de la Réunion annuelle de la Société Suisse de Géomorphologie (SSGm), Finhaut, 21-23 septembre 2001, Institut de Géographie, Lausanne, Travaux et Recherches n°24, 2003, 11-18.
- Panizza M., Fabbri A.G., Marchetti M., Patrono A.** (eds.) (1995) - Geomorphologic analysis and evaluation in environmental impact assessment, Enschede, ITC Publication, 32.
- Panizza M., Piacente S.** (1993) - Geomorphological assets evaluation, Zeitschr. Für Geomorphologie N.F., Suppl. Bd., vol. 87, 13-18.
- Panizza M., Piacente S.** (2003) - Geomorfologia culturale, Bologna, Pitagora Ed., 350 p.
- Panizza, M.** (2003) - Géomorphologie et tourisme dans un paysage culturel intégré. In Reynard, E., Holzmann, C., Guex, D., Summermatter, N. (Eds.). Géomorphologie et Tourisme, Actes de la réunion annuelle de la SSGm 2001. Lausanne, Institut de Géographie, Travaux et recherches n° 24, 11-18.
- Pelfini M., Bollati I.** (2014) - Landforms and geomorphosites ongoing changes : Concepts and implications for geoheritage promotion. Quaestiones Geographicae 33(1), Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań, pp. 131–143, 3 figs, 1

table. DOI 10.2478/quageo-2014-0009, ISSN 0137-477X.

- Perret, A.** (2008) - Inventaire de géomorphosites du Parc jurassien vaudois. Essai d'intégration des géotopes spéléologiques et valorisation géomorphologique des réserves naturelles. Mémoire de master, Institut de Géographie, Université de Lausanne.
- Pereira P., Pereira D.I.** (2010) - « Methodological guidelines for geomorphosite assessment », *Géomorphologie : relief, processus, environnement* <http://geomorphologie.revues.org/7942>; DOI : 10.4000/geomorphologie.7942.
- Piacente S.** (2000) - I Tempi della Terra, In : *Tempi della Storia – Tempi della Natura*, Bologna, Apèiron, pp. 147-157.
- Piacente S.** (2005) - Geosites and geodiversity for a cultural approach to geology, In : *Il Quaternario, Italian Journal of Quaternary Sciences*, 18(1), 2005 – Volume Speciale, 11-14.
- Piqué A. & Bouabdelli M.** (2000) - Histoire géologique du Maroc. Découverte et Itinéraires. Notes et Mémoires du service géologique n°409, 104 pages.
- Piqué A.** (1976) - Front thermique syntectonique et mise en place du granite à Oulmès (Maroc Central). *Bull. Soc. Géol. France*, t. 18, n°5, pp : 1233-1238.
- Piqué A.** (1979) - Evolution structurale d'un segment de la chaîne hercynienne : la meseta marocaine nord-occidentale. *Sciences géologiques, Mém.*, Strasbourg, v. 56, 243p.
- Piqué A.** (1979) - Evolution structurale d'un segment de la chaîne hercynienne : la meseta marocaine nord occidentale. Thèse d'Etat Sciences, Strasbourg, 253 p.
- Piqué A.** (1983) – Structural domains of the hercynian belt in Morocco. In : "Regional trends in the Geology of the Appalachian – Caledonian-Hercynian-Mauritanide orogen", P.E. Schenk (Ed), NATO/ASR Séries, 116, pp : 339-345.
- Piqué, A. & Michard, A.** (1981) - Les zones structurales du Maroc hercynien. *Sciences Géologiques. Bulletin*, 34 : 135-146.

- Piqué, A. & Michard, A. (1989)** - Moroccan Hercynides : a synopsis. The paleozoic sedimentary and tectonic evolution at the Northern margin of West Africa. *American Journal of Science*, 289 : 286-330.
- Pralong J.-P. & Reynard E. (2005)** - A proposal for a classification of geomorphological sites depending on their tourist value, In : *Il Quaternario, Italian Journal of Quaternary Sciences*, 18(1), 2005 – Volume Speciale, 315-321.
- Pralong J.-P. (2004b)** - Le géotourisme dans les régions de Crans-Montana-Sierre (Valais, CH) et de Chamonix-Mont-Blanc (Haute-Savoie, F), In : Reynard E., Pralong J.-P. (Eds.), *Paysages géomorphologiques, Compte-rendu du séminaire de 3ème cycle CUSO 2003*, Institut de Géographie, Lausanne, Travaux et Recherches N°27, 225-253.
- Pralong J.-P. (2006)** - Géotourisme et utilisation des sites naturels d'intérêt pour les sciences de la Terre : les régions de Crans-Montana-Sierre (Valais, Alpes suisses) et Chamonix-Mont-Blanc (Haute-Savoie, Alpes françaises). Thèse de doctorat, Lausanne, Institut de géographie, Travaux et recherches n° 32.
- Prichonnet G. (2001)** - La notion de Géosites et Géoparcs et son application dans la Stratégie québécoise sur les Aires protégées, Rapport établi par l'Association professionnelle des géologues et géophysiciens du Québec (APGGQ), Mai 2001, 13p.
- Quaranta G. (1993)** - Geomorphological assets : conceptual aspect and application in the area of Croda da Lago (Cortina d'Ampezzo, Dolomites), In : Panizza M., Soldati M., Barani D. (Eds.). *European Intensive Course on Applied Geomorphology - Proceedings*, Università degli Studi di Modena, Istituto di Geologia, 49-60.
- Rachdi H.E.N. (1983)** - Etude pétrologique du volcanisme récent du plateau central du Maroc. Thèse de 3ème cycle. Univ. Paris sud. 141p.
- Reichler C. (2002)** - La découverte des Alpes et la question du paysage, Genève. *Georg.* 256 p.

- Reynard E. & Pralong J.-P. (2004)** - Paysages géomorphologiques. Institut de Géographie, Lausanne, pp. 258.
- Reynard E. (2004)** - Géotopes, géomorphosites et paysages géomorphologiques, In : Reynard E., Pralong J.P (EDS.). Paysages géomorphologiques, compte-rendu du séminaire de 3ème cycle CUSO 2003, Lausanne, Institut de Géographie, travaux et recherches N°27,2004, 123-136.
- Reynard E. (2004)** - L'évaluation des géotopes géomorphologiques en Suisse, in : Reynard E., Pralong J.P. (eds.) Paysages géomorphologiques, Compte-rendu du séminaire de 3ème cycle CUSO 2003, Lausanne, Institut de Géographie, Travaux et Recherches n° 27, 137-149.
- Reynard E. (2004a)** - La géomorphologie et la création des paysages, in : Reynard E., Pralong J.-P. (Eds.). Paysages géomorphologiques, Compte-rendu du séminaire du 3ème cycle CUSO 2003, Lausanne, Institut de géographie, Travaux et Recherches, N° 27, 137-149.
- Reynard E. (2004b)** - L'évaluation des géotopes géomorphologiques en Suisse, in : Reynard E., Pralong J.-P. (Eds.). Paysages géomorphologiques, Compte-rendu du séminaire du 3ème cycle CUSO 2003, Lausanne, Institut de géographie, Travaux et Recherches, N° 27, 123-136.
- Reynard E. (2004c)** - Géotopes, géo(morpho)sites et paysages géomorphologiques, in : Reynard E., Pralong J.-P. (Eds.). Paysages géomorphologiques, Compte-rendu du séminaire du 3ème cycle CUSO 2003, Lausanne, Institut de géographie, Travaux et Recherches, N° 27, 137-149.
- Reynard E. (2004d)** - Geosite, in : Goudie A. (ed), Encyclopedia of Geomorphology, London, Routledge.
- Reynard E. (2005)** - Géomorphosites et paysage, Géomorphologie. Relief, processus, environnement, 3/2005, 181-188.
- Reynard E. (2005)** - Paysage et géomorphologie : quelques réflexions sur leurs relations réciproques, in : Droz Y., Miéville-Ott V. (eds.). La polyphonie du

- paysage, Lausanne, Presses polytechniques et universitaires romandes, 101-124.
- Reynard E.** (2005a) - Géomorphosites et paysage, *Géomorphologie : Relief, processus, environnement*, n° 3, 181-188. 146.
- Reynard E.** (2005b) - Paysage et géomorphologie : quelques réflexions sur leurs relations réciproques, in : Droz Y., Miéville-Ott V. (eds), *La polyphonie du paysage*, Lausanne, Presses polytechniques et universitaires romandes, 101-124.
- Reynard E.** (2005c) - Fiche d'inventaire des géomorphosites, *Inventaire et évaluation de géomorphosites*, Université de Lausanne, Institut de Géographie, Lausanne.
- Reynard E.** (2006) - Fiche d'inventaire des géomorphosites, Université de Lausanne, Institut de géographie, rapport non publié, 8 pages.
- Reynard E.** (2009a) - Geomorphosites : definitions and characteristics. In Reynard E., Coratza P., Regolini-Bissig G. (Eds.) : *Geomorphosites*. Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München, 9-20.
- Reynard E., Berrebi Y.** (2008) - Percorsi geodidattici e aspettative del pubblico. In : *Geologia e turismo : beni geologici e geodiversità*, Atti del 3° congresso nazionale Geologia e Turismo, Bologna 1-3 marzo 2007, 15-21.
- Reynard E., Fontana G., Kozlic L., Scapozza C.** (2007) - A method for assessing « scientific » and « additional values » of geomorphosites, In : *Geographica Helvetica*, 62, 3 : 148-158.
- Reynard E., Panizza M.** (2005) - Géomorphosites : définition, évaluation et cartographie. Une introduction, *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, 3, p. 177-180.
- Reynard E., Perret A., Bussard J., Grangier L. et Martin S.** (2015) - Integrated Approach for the Inventory and Management of Geomorphological Heritage

at the Regional Scale, The European Association for Conservation of the Geological Heritage 2015.

- Ribeyrolles M.** (1972) – Etude Etude tectonique et microtectonique d'un ségment de chaîne hercynienne dans la partie sud-orientale du Maroc Central (Région située entre Aguelmous et M'rir). Notes et Mém. Serv. Géol. Maroc., n°261, pp : 9-56.
- Russo P.** et Tussau R. (1916) – Itinéraires géologiques à travers le Maroc Central. C. R. Acad. Sci. T. 162, pp : 75-78.
- Saddiki N.** (2002) - Hydrogéochimie et qualité des eaux superficielles du bassin du Sebou (Maroc Nord).Thèse de doctorat, Faculté des sciences de Rabat, 204p.
- Serrano E.** & Gonzalez-Trueba (2005) - Assessment of geomorphosites in natural protected areas : the Picos de Europa National Park (Spain), In : Géomorphologie. Formes, processus, environnement, 3, 197-208.
- Serrano E., Ruiz-Flaño P., Arroyo P.** (2009) Geodiversity assessment in a rural landscape : Tiermes-Caracena area (Soria, Spain). Memorie Descrittive Della Carta Geologica d'Italia 87 :173–180
- Sgard A.** (1994) - Paysage : de la représentation à l'identité. Les discours sur la montagne et le développement territorial : l'exemple du Vercors, Thèse de doctorat en géographie, Grenoble, Université Joseph-Fourier, Institut de Géographie Alpine, 2 volumes. (Reichler 2002 : 17).
- Sharples C.** (1993) - A methodology for the identification of significant landforms and geological sites for geoconservation purposes. Report to Forest commission, Tasmania.
- Sonnet P.** (1981) - Les skarns à tungstène, étain et bore de la région d'El Hammam (Maroc central). Thèse Doctorat Sci. Appliquées, Univ. Louvain-La Neuve Belgique, 336p.
- Strasser A., Heitzmann P., Jordan P., Stapfer A., Stürm B., Vogel A., Weidmann M.** (1995) - Géotopes et la protection des objets géomorphologiques en Suisse :

un rapport stratégique. Fribourg : Groupe de travail suisse pour la protection des géotopes, 27 p.

**Tahiri A.** (1991) - Le Maroc central septentrional : Stratigraphie, Sédimentologie et Tectonique du Paléozoïque ; Un exemple de passage des zones internes aux zones externes de la chaîne hercynienne du Maroc. Thèse de Doctorat ès-Sciences, Univ de Bretagne Occidentale, Brest, France, 300p.

**Termier H.** (1931) – Les discordances dans la série paléozoïque du Maroc Central. C. R. Acad. Sci., t. 192, pp : 570-572.

**Termier H.** (1932) – Carte géologique provisoire du Maroc central au 1/200 000. Notes et Mém. Serv. Géol. Maroc, n°22.

**Termier H.** (1936) - Etude géologique sur le Maroc central et le Moyen Atlas septentrional. Notes et Mém. Serv. Géol. Maroc, 33, 1566 p.

**Termier H.** (1938) - Nouveaux affleurements de Famennien dans le Maroc Central. C.R. somm. S. G. Fr., 7,3, pp.40-42.

**Termier H.** (1939) - Notice explicative de la carte géologique du Maroc Central au 1/200.000. Notes et Mém. Serv. Mines et Cartes géologiques. Maroc, n° 24, 66p.

**Termier H.** (1947) – Les principaux niveaux paléozoïques de l'Ordovicien marocain. C. R. Somm. Soc. Géol. Fran., 13, pp : 254-256.

**Termier H. et G.** (1950) – La flore eifélienne de Dechra Aït Abdellah (Maroc Central). Bull. Soc. Géol. Fran., 5° série, t. 20 (xx), pp : 197-224.

**Tisserant D.** (1977) – Les isotopes du strontium et l'histoire hercynienne du Maroc. Etude de quelques massifs atlasiques et mésétiens. Thèse de 3ème cycle, Univ. Strasbourg I, 103p.

**Van Leckwijck W.** (1951) – Sur l'âge et la nature des minerais de fer de la région de la région comprise entre Christian et le plateau des phosphates (Maroc Central). C. R. Acad. Sci. Fran., 232, pp : 2241-2243.

- Van Leckwijck** W., Suter G. et Termier H. et G. (1995) - Contribution à la stratigraphie des terrains ordoviciens et gothlandiens de l'Anticlinorium de Khouribga-Oulmés (Maroc Central). Notes et Mém. Serv. Géol. Maroc, t. 11, n°123, pp : 9-44.
- Verset** Y. (1988) – Carte géologique du Maroc au 1/100.000. Feuille Qasbat-Tadla. Mémoire explicatif. Notes et Mém du Serv. Géol. Maroc, n°340 bis.
- Zahraoui** M. (1991) - La plate-forme carbonatée dévonienne du Maroc occidental et sa dislocation hercynienne. Thèse ès Sciences, Brest, 261 p.
- Zahraoui**, M., Aberkan, M., El Wartiti, M. (1986) - Les formations fluvio-lacustre des Ait Hajji (region de Tiddas-Maroc Central Mesetien-. Bulletin science de la Terre, 2,1-9.
- Zouine** E. M. (1986) – Evolution structurale tardi-hercynienne de la bordure septentrionale du Maroc central entre Tiddas et Jbel Trioua. Thèse 3ème cycle, E.N.S, Rabat, 131 p.

# Webographie

**UNESCO** (1972), Convention concernant la protection du patrimoine mondial culturel et naturel, Paris, <http://whc.unesco.org/fr/conventiontexte/>, consulté le 11.11.08.

**UNESCO** (1997) : Convention concernant la protection du patrimoine mondial, culturel et naturel établie par la 29ème session de la Conférence générale de l'UNESCO (Paris 21 octobre - 12 novembre 1997).

**U.N.E.S.CO** (décembre 1996) [http://www.consulfrance-ma.org/article.php3?id\\_article=824](http://www.consulfrance-ma.org/article.php3?id_article=824).

**UNESCO**. (1999) : UNESCO Network of Geoparks. Division of Earth Sciences, UNESCO Paris.

**UNESCO** (2004) - [edytem.univ-savoie.fr/membres/cayla/geosite/i](http://edytem.univ-savoie.fr/membres/cayla/geosite/i).

<http://www.unil.ch/igul/page17893.html>.

[http://www.unil.ch/webdav/site/igul/shared/recherche/Bibliography\\_Geomorphosites.pdf](http://www.unil.ch/webdav/site/igul/shared/recherche/Bibliography_Geomorphosites.pdf).

[http://www.unil.ch/webdav/site/igul/shared/recherche/Bibliography\\_Geomorphosites.pdf](http://www.unil.ch/webdav/site/igul/shared/recherche/Bibliography_Geomorphosites.pdf).

# Table des figures

1.1	Photos montrant la richesse du Maroc Central. (A) : La source thermique de Lalla Haya, (B) : Le Balcon d'Ito, (C) : Les formations fluvio-lacustres des Aït Hajji, (D) : Le plateau d'Oulmés, (E) : Le granite de Ment, (F) : Les coulées de l'Oued Aguenour. . . . .	14
1.2	Valeur scientifique et valeurs additionnelles d'un géo(morpho)sites (Pralong et Reynard 2004, modifié) . . . . .	18
2.1	Le paysage à l'interface des pôles environnementaux, économiques et culturels (adapté de Mansvelt, 1997 et Chételat, 2005). . . . .	22
2.2	Modèle conceptuel des relations entre processus, formes géomorphologiques et relief (Reynard 2005b). . . . .	24
2.3	Les disciplines des sciences de la Terre (de la géologie au sens large). . . . .	42
2.4	Relations entre géomorphologie et tourisme (Pralong & Reynard 2005). . . . .	64
3.1	Les domaines structuraux du Maroc (LGARNPGE, D.Fadli et al. (2001). . . . .	70

3.2	Les zones structurales de la chaîne hercynienne du Maroc (d'après Piqué et Michard, 1981-1983; Hoepffner, 1987). 1 : bloc de sehoul, fragment de la chaîne calédonienne accolé à la Meseta lors d'événements acadiens; 2 : zone orientale (Meseta occidentale) ou zone interne de la chaîne à phase éovarisque, bretonne; 3 : zone de transition; 3a : zone à phase de plissement sudète probable (Tazzekez, pays Zaïan); 3b : zones de nappes syn à tardi-sédimentaires mises en place au Viséen supérieur; 4 : zones externes à phase de plissement namuro-westphalienne sans phase précoce; 4a : zone de Meseta centrale intensément plissée (Tamlelt); 4b et 4c : régions peu déformées du Môle côtier Mesetien et de l'Anti-Atlas. . . . .	73
3.3	Carte de situation géographique du Massif central . . . . .	76
3.4	Les unités structurales du massif hercynien central : 1, anticlinorium de Casablanca; 2, synclinorium occidental; 3, anticlinorium de Khouribga- Oulmès; 4, synclinorium de Fourhal-Tiflet; 5, anticlinorium de Casba-Tadla- Azrou.(in Ntarmouchant 1991). . . . .	78
3.5	Carte géologique du Massif hercynien central du Maroc au 1/200 000 (Fadli et al. 2007). . . . .	81
3.6	Carte des structures majeures hercyniennes du Maroc Central (Ver-set, 1983). . . . .	88
3.7	Situation de la région d'étude dans le climagramme d'Emberger. . . .	94
3.8	Carte des principaux cours d'eau du Maroc Central Hercynien (Termier, 1936). . . . .	96
4.1	Parties et critères de la fiche d'inventaire. . . . .	102
5.1	Vue panoramique des formations fluviolacustres des Ait Hajji . . . .	116
5.2	Vue panoramique de la source thermale d'Aïn Salama . . . . .	118
5.3	Vues panoramiques du bassin de Tiddas (A) et celui de Bou Achouch (B). . . . .	119

5.4	Vue panoramique d'Ito . . . . .	120
5.5	Richesse naturelle de la région d'Oulmés . . . . .	121
5.6	Vue Panoramique du granite de Ment . . . . .	122
5.7	Vues panoramiques des cônes volcaniques d'Amehrouq (A), les coulées d'oued Aguenhour (B), les basaltes en prismes polygonaux d'Aguelmous (C) et les laves cordées de Bir En-Nasr (D). . . . .	124
5.8	Processus morphogénétiques des géosites et des géomorphosites en secteurs proportionnels ; Les couleurs choisies pour indiquer les processus morphogénétiques seront utilisées dans la plupart des graphiques suivants. . . . .	126
5.9	Localisation des géosites et géomorphosites du Maroc Central ; les numéros correspondent aux codes indiqués dans le tableau 5.1. . . . .	129
5.10	La valeur scientifique des géosites et géomorphosites, classés par score décroissant. La moyenne est de 0.72 (trait rouge). La couleur des barres correspond au processus géomorphologique. . . . .	137
5.11	La valeur scientifique des géosites et géomorphosites en cercle proportionnels. Les couleur représentent le processus morphogénétique dominant. . . . .	138
5.12	Les valeurs additionnelles des géosites et géomorphosites, classés par score décroissant. La moyenne est de 0.49 (trait rouge). La couleur des barres correspond au processus géomorphologique. . . . .	145
5.13	Vue panoramique du Balcon d'Ito. En contrebas, les terrains paléozoïques plissés et érodés, à l'arrière plan, vers la droite, le plateau du Causse d' Agoourai (Trias-Lias). . . . .	147
5.14	Vue panoramique du géosite d'Aïn Salama . . . . .	147
5.15	Les deux géosites ayant les plus grandes valeurs additionnelles. (A) : le granite de Ment, (B) : la source thermale de Lalla Haya. . . . .	149
5.16	Graphe synthétique des valeurs générales des géosites et des géomorphosites . . . . .	150

5.17	Carte synthétique de l'évaluation des géosites et géomorphosites du Maroc Central. . . . .	151
7.1	Paysage carbonifère de l'Oued Korifla . . . . .	211
7.2	Chaîne hercynienne déformé dans le niveau structural moyen (A) : Style de plissement simple en dehors du front de schistosité, (B) : Pli-faille métrique, cisailé dans son flanc inverse. . . . .	212
7.3	Les marno-calcaires du Miocène reposent en discordance angulaire majeure parfaite sur le flysch Viséen. . . . .	213
7.4	(A) La discordance angulaire du Miocène sur le Viséen (Ouest sebt Marchouch), (B) Le détail de la Discordance angulaire, (C) Le flysch Viséen plissé, schistosé et faillé. . . . .	213
7.5	Nord de la boutonnière de Rommani : Couverture triasique et miocène en discordance angulaire sur le socle viséen plissé, schistosé et faillé .	214
7.6	Carte géologique de la boutonnière Paléozoïque de Rommani et sa couverture (El Wartiti Mohamed, Zahraoui Mohamed, édition 1985). Coupe géologique le long de l'Oued El Malha . . . . .	215
7.7	les structures souples de la boutonnière de Rommani. (A) : Anticlinal hectométrique de la série supérieure (Rommani). (B) : Terminaisons périclinale composée au NE de la boutonnière de Rommani. (C) : Schistosité pénétrative montrant des phénomènes de réfraction. . . . .	218
7.8	Plis cisailés : Viséen supérieur . . . . .	219
7.9	Les différents décrochements responsables du découpage de la boutonnière paléozoïque de Rommani. (A) : Décrochement décamétrique dextre affectant la barre gréseuse. (B) : Synclinal faillé de la série supérieure. (C) : Faille tardi hercynienne affectant le flysch. . . . .	220
7.10	Schéma structural de la boutonnière Paléozoïque de Rommani. . . . .	221
7.11	Série grésopélimitique inférieure sub-verticale avec de la schistosité de fracture très marquée . . . . .	222

7.12	Barre gréseuse du Viséen supérieur . . . . .	222
7.13	Barre grésO-quartzitique séparant les deux séries grésO-pélitiques de la boutonnière. . . . .	223
7.14	les colonnes lithostratigraphiques de la boutonnière paléozoïque de Rommani . . . . .	224
7.15	Le compartiment effondré au sud de l'Oued El Malha . . . . .	225
7.16	La faille (niveau clair) qui sépare le Viséen supérieur à gauche, des argilites du Trias à droite. (A) : Photo montrant la discordance angulaire entre le Viséen supérieur et le Trias. (B) : Vue du détail de la discordance angulaire, (1) les formations du Viséen supérieur, (2) zone cuite presque blanchâtre, (3) les dépôts triasiques. . . . .	225
7.17	Les pillow lavas dans le bloc occidental de la faille de l'Oued Malah. (A) : Affleurement de coulées basaltiques (basalte très altéré sous forme de boules), (B) : Vue de détail du pillow-lava, (C) : Des pillow-lavas à peine conservés, (D) : Un Pillow-Lavas très fracturé avec des veines de silice. . . . .	226
7.18	Vue de Koudiat Ech-Cherif au Nord du granite des Zaër. . . . .	227
7.19	Les terrains déformés de Koudiat Ech-Cherif. (A) : Schistosité de flux déformé par un métamorphisme régional avec un réchauffement thermique à proximité du granite des Zaër, (B) : La schistosité de flux reprise par une deuxième phase de plissement. . . . .	228
7.20	Les plis P2 accompagnés d'une schistosité de fracture S2, qui déforment en plis métriques la schistosité de flux . . . . .	228
7.21	Les calcaires foliés (S1 de flux) repris par les plis P2 (Koudiat Ech-Cherif). . . . .	229
7.22	Les skarns de déformés par le métamorphisme de contact. . . . .	230
7.23	Les micaschistes à andalousites . . . . .	231
7.24	Les baguettes blanches d'andalousites dans des micaschistes. . . . .	231
7.25	Les baguettes blanches d'andalousites dans les cornéennes. . . . .	232

7.26 Coupe composite selon l'axe Rabat-Rommani montrant la croissance de la déformation du NW vers le SE (El Wartiti, 1982, encadrement des étudiants de la FSR) . . . . .	233
7.27 Le pluton granitique de Zaër. . . . .	234
7.28 Granite altéré en boules . . . . .	235
7.29 Des enclaves basiques reprises dans le magma granitique . . . . .	235
7.30 Les dégradations environnementales dans la région de Rabat-Rommani	236

# Liste des tableaux

2.1	Les différents critères du paysage . . . . .	25
2.2	Typologie des géosites (repris de Reynard 2004a : 127). . . . .	44
4.1	Code représentant un exemple des régions étudiées. . . . .	103
4.2	Codes indiquant la nature des formes répertoriées. . . . .	103
4.3	Des informations générales . . . . .	105
4.4	Le critère d'intégrité . . . . .	106
4.5	Le critère de la représentativité . . . . .	106
4.6	Le critère de la rareté . . . . .	106
4.7	Le critère paléogéographique . . . . .	107
4.8	Description des rubriques de références. . . . .	110
5.1	Liste des géomorphosites et géosites retenus, classés par ordre numérique et leur localisation .Les couleurs correspondent aux couleurs par lesquelles les processus sont symbolisés . . . . .	127
5.2	Tableau synthétisant la valeur scientifique globale d'un géosite ou géomorphosite . . . . .	131
5.3	Détails du critère d'intégrité des géomorphosites et des géosites inventoriés. . . . .	132
5.4	Détails du critère de la représentativité des géomorphosites et des géosites inventoriés. . . . .	133

5.5	Détails du critère de la rareté des géomorphosites et des géosites inventoriés. . . . .	134
5.6	Détails du critère de la valeur paléogéographique des géomorphosites et des géosites inventoriés. . . . .	135
5.7	Tableau récapitulatif des scores obtenus pour la valeur centrale. . . . .	136
5.8	Synthétisant les valeurs additionnelles globales des sites retenus . . . . .	139
5.9	Critères composant la valeur écologique de chaque géosite et géomorphosite inventorié. . . . .	140
5.10	Critères composant la valeur esthétique de chaque géosite et géomorphosite inventorié. . . . .	141
5.11	Critères composant la valeur culturelle de chaque géosite et géomorphosite inventorié. . . . .	142
5.12	Critères composant la valeur économique de chaque géosite et géomorphosite inventorié. . . . .	143
5.13	Tableau récapitulatif des scores obtenus pour les valeurs additionnelles. . . . .	144
5.14	Résultats des valeurs scientifiques des quatorze sites, classées par ordre décroissant. . . . .	146
5.15	Résultats des valeurs additionnelles des quatorze sites, classées par ordre décroissant . . . . .	148
5.16	Résultats des valeurs géomorphologiques des quatorze sites, classées par ordre décroissant. . . . .	149
6.1	Liste des fiches d'inventaire . . . . .	158