



République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Larbi Tébessi - Tébessa  
Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département des Sciences de la Terre et de l'Univers



## MÉMOIRE DE MASTER

Domaine: Sciences de la Terre et de l'Univers  
Filière: **Géologie**  
Option: **Géologie des bassins sédimentaires**

### Thème:

**Distributions granulométriques et processus de transport de la  
plage Sables d'Or du Lac Mellah « El Kala, NE de l'Algérie »:  
Application des méthodes de Visher et Passega**

### Présenté par:

Rachida MOSLEM & Hadil MANSEUR

### Devant le jury:

Djamel BOUBAYA	MCA	ULT- Tébessa	Président
Amor DEGAICHIA	MCB	ULT- Tébessa	Encadrant
Riad HADJAM	MAA	ULT- Tébessa	Examineur

Date de soutenance: .....

Note :..... Mention :.....

## ملخص

هذا العمل هو دراسة تكميلية لتمييز حبيبات الرمال الشاطئية الحالية في شمال الجزائر، والتي بدأت منذ 2013 من طرف د. عمر دقايشية وطلبتة.

باستغلال بيانات التحاليل الحبيبية والمورفولوجية لرسوبيات شاطئ الرمال الذهبية تمكنا من فهم آليات تنقلها و تمييز وسط توضعها.

إن دراسة منحنيات Passega و Visher المطبقة على كل وحدة مورفولوجية من شاطئ الرمال الذهبية الغنية بالحبيبات المتوسطة والصغيرة أثبتت أن ترتيب الرسوبيات جيد واستجابتها متماثلة ومتوافقة بالنسبة لعوامل النقل الجوية والهيدروديناميكية. كما أن هذه الرسوبيات في امتدادها من الشاطئ إلى الكتبان، يتم نقل معظمها إما عن طريق الوثب أو التعلق.

### كلمات مفتاحية:

رمال الذهبية، الجزائر، نقل، توضع، وثب، تعلق، رسوبيات.

## **Résumé**

Ce travail est une étude complémentaire à la caractérisation granulométrique des sables côtiers actuels au nord de l'Algérie qui a été initiée depuis 2013 jusqu'au nos jours par A. Degaichia et ses étudiants.

L'exploitation des données des analyses granulométriques et morphoscopiques des sédiments de la plage Sable d'Or nous a aidé à comprendre les processus de transport et les caractéristiques dynamiques des milieux de dépôt.

Dans chaque unité morphologique de la plage Sable d'Or, l'application des diagrammes de Passega et Visher montre que les sédiments sableux, bien classés, riches en grains moyens et fins de ont une réponse similaire aux agents de transport hydrodynamique et éolien ainsi que ceux de dépôt. Du bas estran vers la dune, la majorité des sédiments a été transporté essentiellement par deux modes qui s'alternent : saltation et suspension.

**Mots clés :** Sédiments, Saltation, Suspension, Sable d'Or, Passega, Visher, Modes de transport, Algérie, El Kala, Plage.

## **Abstract**

This work is a complementary study to the granulometric characterization of the current coastal sands in the north of Algeria which was initiated from 2013 until today by A. Degaichia and his students.

The use of data from granulometric and morphoscopic analyzes of the sable d'Or beach sediments has helped us to understand the transport processes and the dynamic characteristics of the deposit environments.

The application of Passega and Visher diagrams in each morphological unit of the Sable d'Or beach shows that the sandy sediments are well classified, rich in medium and small grains, It have a similar reaction to hydrodynamic and wind transport agents as well as those deposit. From the lower foreshore to the dune, most of sediment was transported mainly by two alternating modes: saltation and suspension.

**Key words:** Sediments, Suspension, Saltation, Passega, Visher, deposit, transport, Algeria, Sable d'Or beach, El Kala.

## **Dédicaces**

Je dédie cet humble travail :

A mes chers parents pour leurs soutiens, leurs affections et leurs encouragements

A mes chères frères : Zakaria et Mohammed

A ma chère sœur : Dhouha

Pour le soutien moral et la motivation qu'elle m'a accordée

A ma meilleure amie Chames qui n'a jamais cessé de me motiver

A toute ma famille

A Hadil, chère amie avant d'être binôme

***MOSLEM Rachida***

## Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

A ma mère, pour son amour, son encouragement et ses sacrifices

A mon père, pour son soutien, son affection et la confiance qu'il m'accorde

A mon frère Chiheb Eddine mon précieux cadeau de dieu

A mon fiancé et ma belle famille pour leurs encouragements.

A toute ma famille et mes amies qui ont la source de motivation

Rachida, une sœur avant d'être binôme pour son soutien morale, sa patience, et sa compréhension tout au long de ce projet.

***MANSEUR Hadil***

## **Remerciements**

Nous remercions en premier temps notre Dieu le tout puissant de nous avoir donnée la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce projet.

Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de Dr. A, DEGAICHIA, on le remercie infiniment pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant notre préparation de ce travail.

On remercie également nos professeurs pour la qualité de l'enseignement qu'ils nous ont prodigué au cours de ces 5 ans passées à l'université de Tébessa.

Nos remerciements s'adressent aussi à nos amies Chames, Nafissa, Khouloud pour leur aide, leur soutien moral et leur encouragement.

Enfin, nous remercions vivement les membres de jury qui nous font honneur de présider et d'examiner ce modeste travail.

# Table des matières

ملخص.....	2
ABSTRACT.....	3
RESUMÉ .....	4
DÉDICACES.....	5
REMERCIEMENTS .....	7
LISTE DES FIGURES.....	10
LISTE DES TABLEAUX.....	11
CHAPITRE I : INTRODUCTION GÉNÉRALE .....	13
I. OBJECTIF D'ÉTUDE.....	13
II. CADRE GÉOGRAPHIQUE .....	13
III. ORO-HYDROGRAPHIE ET CLIMAT.....	15
A. Climat .....	15
B. Hydrographie.....	17
C. Le vent.....	18
1. Vitesse du vent .....	18
2. Rose de vent .....	19
D. Humidité.....	20
CHAPITRE II: GÉOLOGIE RÉGIONALE ET LOCALE.....	22
I. INTRODUCTION .....	22
II. LES FORMATIONS POST-NAPPES .....	22
A. La Plaine d'Annaba/ Boutheldja .....	22
B. Remplissage plio-quaternaire .....	22
1. Pliocène .....	22
2. Fin du Pliocène.....	23
3. Remplissage quaternaire.....	23
III. LA FORMATION DES DUNES .....	23
IV. Les éboulis de pente .....	24
V. LES FORMATIONS ANTÉ-NAPPES: ensemble des unités des alloctones (flyschs et nappes).....	25
A. Nappe numidienne (Argiles sous-numidiennes).....	25
1. Les Grès numidiens .....	25
2. Les Argiles supra-numidiennes .....	25
B. Les Flyschs massyliens.....	25
1. Les Flyschs à Microbrèches .....	26
F. Le Tellien.....	26
VI. FORMATIONS MÉTAMORPHIQUES.....	26
A. Le massif de l'Edough.....	26
1. Une unité inférieure.....	26
2. Une unité supérieure.....	26
CHAPITRE III: LES PLAGES .....	30
I. INTRODUCTION .....	30
II. LES TYPES DES PLAGES .....	30
III. LES CARACTÉRISTIQUES MORPHOLOGIQUES DES PLAGES .....	31
A. Le haut de plage.....	31

B.	Le bas de plage .....	31
C.	L'estran .....	32
D.	L'avant plage .....	32
IV.	L'ORIGINE DES MATÉRIAUX ET LE BUDGET SÉDIMANTAIRE DES PLAGES .....	32
V.	LES DUNES LITTORALES.....	33
A.	Les dunes élémentaires .....	34
B.	Les avant dunes .....	34
2.	Les barkhanes (en croisant) .....	35
3.	Les dunes transversales .....	36
4.	Les dunes paraboliques.....	36
5.	Les dunes longitudinales .....	37
6.	Les cordons de dune .....	37
7.	Les dunes d'étoiles .....	37
VI.	FACTEURS DÉTERMINANT LA MORPHOLOGIE D'UN SYSTÈME DUNAIRE COTIER .....	37
A.	Influence de la granulométrie du sable.....	38
B.	Influence du régime de vents et de l'orientation de la plage .....	38
C.	Influence de la végétation.....	38
D.	Influence de la topographie de la zone terrestre adjacente à la plage.....	38
VII.	LE ROLE DE LA MER DANS LE TRANSPORT DES SÉDIMENT A LA COTE .....	39
	CHAPITRE IV : SÉDIMENTOLOGIE.....	42
I.	INTRODUCTION.....	42
II.	DÉSCRIPTION DES RADIALES ECHANTILLONÉES.....	44
III.	Diagramme de Passega (1957, 1964) .....	45
IV.	Diagramme de Visher (1969) .....	45
V.	APPLICATION DES DIAGRAMMES DE PASSEGA ET VISHER : .....	46
A.	Application du diagramme de Passega : .....	46
1.	La Partie orientale.....	46
2.	La Partie occidentale : .....	48
B.	Application du diagramme de Visher : .....	50
1.	La Partie occidentale .....	50
2.	La Partie orientale.....	52
VI.	COMPARAISON DES RÉSULTATS .....	53
A.	La Partie orientale.....	53
B.	La Partie occidentale : .....	55
	CONCLUSION.....	58

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation géographique de la zone d'étude (Google earth, 2021).....	14
Figure 2 : Localisation des radiales échantillonnées (Google earth, 2021) .....	14
Figure 3 : Classification climatique de Koppen-Geiger (Peel, 2007) .....	16
Figure 4 : Histogramme présente la température et la précipitation moyenne d'El Tarf (meteoblue, climat d'El Tarf) .....	17
Figure 5 : Carte du réseau hydrographique (CENEAP 2010-2012) .....	18
Figure 6 : La moyenne des vitesses des vents moyens horaires (fr.weatherspark.com).....	19
Figure 7 : Rosace des directions des vents de la zone d'étude (meteoblue, climat d'El Tarf ).....	19
Figure 8 : Extrait de la carte structurale et géologique de chaîne tello-rifaine établie par W. Wildi, 1983 et modifiée par S. Bouakkaz et A. Rouigui ,2020.....	24
Figure 9 : Log litho-stratigraphique de la zone d'étude.....	27
Figure 10 : Schéma illustrant la forme d'une plage ouverte (R. Paskoff, 1998), (les flèches indiquant le sens de la dérive littorale). .....	31
Figure 11 : Profil transversale d'une plage (R.Paskoff, 1998) .....	32
Figure 12 : Gain et perte de sédiments par un plage (R. Paskoff, 1998) modifiée. ....	33
Figure 13 : Types de dunes (les flèches bleues indiquent la direction des vents dominants), ( <a href="http://www2.ulg.ac.be/geolsed/sedim/lexique.htm">http://www2.ulg.ac.be/geolsed/sedim/lexique.htm</a> ) .....	35
Figure 15 : Illustration d'une dune parabolique .....	36
Figure 14 : Illustration d'une barkhane .....	36
Figure 16 : Illustration d'un cordon dunaire longitudinal .....	37
Figure 17 : Déplacement des sédiments par la houle et le vent Source : R. Perrot/ONF d'après Deniaud/Cerema (L. Gouget, 2018).....	39
Figure 18 : Les courants de retour (rip-current) Source : R. Perrot/ ONF d'après Deniaud/Cerema (L. Gouget, 2018).....	40
Figure 19: Evolution de l'indice de classement des sédiments de la plage Sable d'Or .....	42
Figure 20 : Morphoscopie des sables de la plage Sable d'Or (A. Houideg et M. Chegrouche, 2020). .	43
Figure 21: Évolution des taux des carbonates de calcium pour les sept radiales de la partie orientale (A. Houideg et M. Chegrouche, 2020).....	44
Figure 22 : Unités morphologiques de la plage Sables d'Or. ....	45
Figure 23 : Le diagramme de Passega des échantillons de la partie orientale de la plage Sable d'Or ...	47
Figure 24 : Diagramme de passega des échantillons pour la partie occidentale de la plage.....	49

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Les coordonnées géographiques des radiales échantillonnés .....	14
Tableau 2 : Données climatique à El Tarf (Climate-Data.org) .....	16
Tableau 3: Principaux cours d'eau du PNEK (Benyacoub et al, 1998) .....	18
Tableau 4: Tableau récapitulatif des échantillons de la partie orientale (A. Houideg et M. Chegrouche, 2020). .....	46
Tableau 5 : Tableau récapitulatif des échantillons de la partie occidentale (S. Bouakkaz et A. Rouigui, 2020) .....	48
Tableau 6 : Modalités de transport des sables de la plage Sable d'Or.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Tableau 7 : Modalités de transport des sables de la plage Sable d'Or.....	52
Tableau 8 : Modalités de transport et dynamique sédimentaire des sables de la plage d'Or de la partie orientale (G.S. Visher, 1969; R. Passega, 1964; A. Degaichia, 2020).....	53
Tableau 9 : Modalités de transport et dynamique sédimentaire des sables de la plage d'Or de la partie occidentale (G.S. Visher, 1969; R. Passega, 1964; A. Degaichia, 2020) .....	55



CHAPITRE I : INTRODUCTION GÉNÉRALE



## CHAPITRE I : INTRODUCTION GÉNÉRALE

### I. OBJECTIF D'ÉTUDE

Ce travail a pour but d'étudier la distribution granulométrique et le processus de transport des dépôts sédimentaires de la plage Sable d'Or du Lac Mellah (EL- Kala, EL-TAREF) par l'application des méthodes de Visher et Passega. Il s'agit d'un travail complémentaire aux travaux réalisés par A. DEGAICHIA et ses étudiants depuis 2013.

Les caractéristiques granulométriques, morphoscopiques, calcimétriques, des sédiments sableux de la zone d'étude sont établis grâce aux analyses effectuées au laboratoire des Sciences de la Terre et l'Univers de l'université Larbi Tébessi- TÉBESSA. (A. Degaichia, 2001, 2014; S. Bouakkaz, A. Rouigi, 2020; A. Houideg, M. Chegrouche, 2020).

Nous avons appliqué le diagramme de Visher (1969) pour déterminer les modes de transport et les milieux de dépôt. L'apport de l'utilisation du diagramme de Passega (1957, 1964) pour évaluer la dynamique de transport et les environnements de dépôt est appréciable.

### II. CADRE GÉOGRAPHIQUE

La plage Sable d'Or s'étalant sur plus de 3km de longueur et de plus de 20m de largeur, est située dans la daïra d'El Kala au Nord-Est de la willaya d'El Tarf à l'extrême Nord-Est de l'Algérie. Elle est limitée au Nord par la Méditerranée, au Sud-Ouest par lac Mellah et Sud-Est par les forêts de la Kroumirie, à l'Est par le bassin côtier d'El Kala et les frontières algéro-tunisiennes, à l'Ouest par la plage de Cap Rosa. Ses coordonnées géographiques sont comprises :

**Latitude** : 36°54'N à 36°55'N.

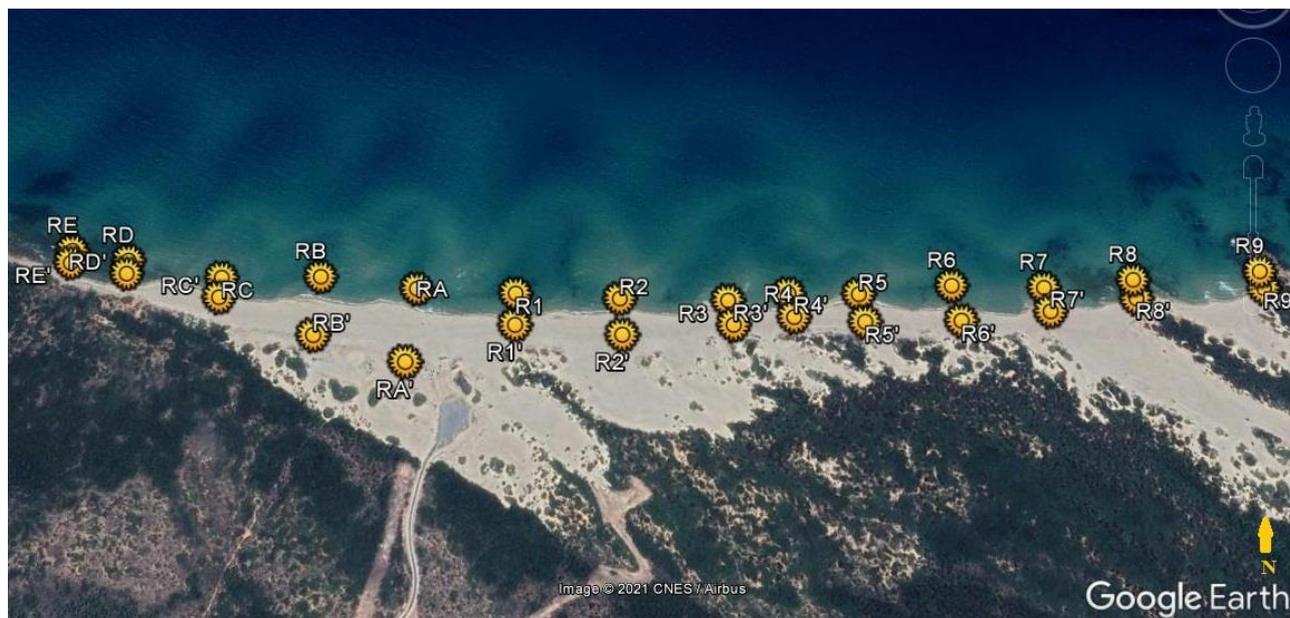
**Longitude** : 8°17'E à 8°18'E.

On a exploité l'échantillonnage qui a été effectué en 2020 (A. Degaichia et ses étudiants) le long de 14 radiales perpendiculaires au rivage. Le tableau ci-dessous montre les coordonnées géographiques (Tableau 1).

Les figures ci-dessous (Fig.1, 2) montrent la situation et les limites géographiques de la zone d'étude.



**Figure 1 : Localisation géographique de la zone d'étude (Google earth, 2021)**



**Figure 2 : Localisation des radiales échantillonnées (Google earth, 2021)**

**Tableau 1: Les coordonnées géographiques des radiales échantillonnées**  
(S. Bouakkaz, A. Rouigi, 2020; A. Houideg, M. Chegrouche, 2020).

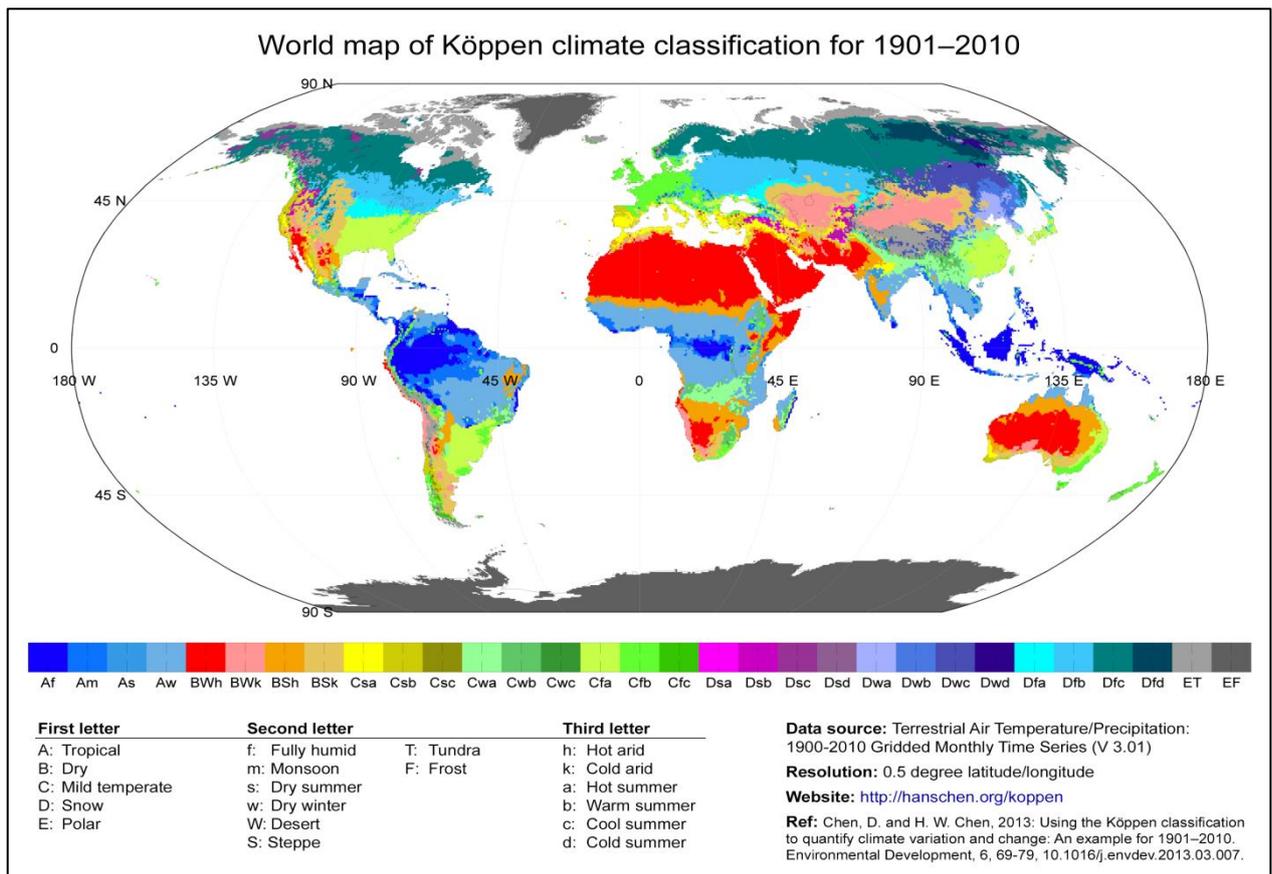
Radiales	Les coordonnées géographiques	
	Latitudes	Longitudes
R3	36°54'54.84"N	8°17'34.13"E
	36°54'53.41"N	8°17'34.59"E
R4	36°54'55.50"N	8°17'38.09"E
	36°54'54.11"N	8°17'38.51"E

R5	36°54'55.81"N	8°17'42.76"E
	36°54'54.18"N	8°17'43.17"E
R6	36°54'56.77"N	8°17'48.95"E
	36°54'54.68"N	8°17'49.47"E
R7	36°54'57.07"N	8°17'55.08"E
	36°54'55.65"N	8°17'55.37"E
R8	36°54'57.93"N	8°18'1.05"E
	36°54'56.79"N	8°18'1.10"E
R9	36°54'58.96"N	8°18'9.52"E
	36°54'57.95"N	8°18'9.60"E
R2	36°54'54.55"N	8°17'26.96"E
	36°54'52.43"N	8°17'27.38"E
R1	36°54'54.36"N	8°17'20.02"E
	36°54'52.48"N	8°17'20.32"E
RA	36°54'54.20"N	8°17'13.41"E
	36°54'49.86"N	8°17'13.68"E
RB	36°54'54.48"N	8°17'6.84"E
	36°54'50.95"N	8°17'7.38"E
RC	36°54'53.97"N	8°17'0.26"E
	36°54'52.77"N	8°17'0.49"E
RD	36°54'54.55"N	8°16'53.71"E
	36°54'53.73"N	8°16'53.90"E
RE	36°54'54.86"N	8°16'49.75"E
	36°54'54.11"N	8°16'49.93"E

### III. ORO-HYDROGRAPHIE ET CLIMAT

#### A. Climat

Le climat est chaud et tempéré en El Tarf. En hiver, il ya beaucoup plus de précipitations qu'en été. Ce climat est considéré comme **Csa** « climat méditerranéen » selon la classification climatique de Köppen-Geiger. La température moyenne annuelle à El Tarf est de 18.3 °C. La moyenne des précipitations annuelles atteints 694 mm (Climate-Data.org).



**Figure 3 : Classification climatique de Koppen-Geiger (Peel, 2007)**

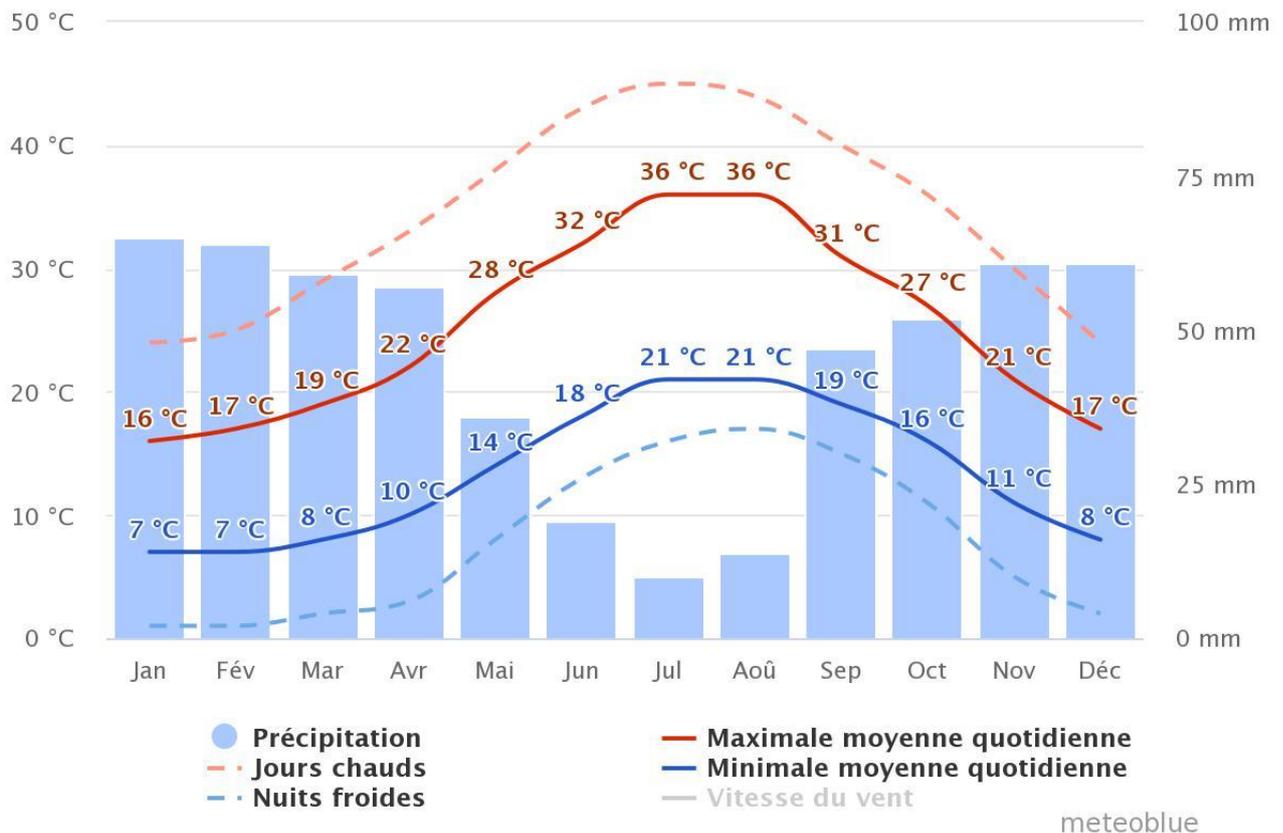
Selon le tableau des données climatiques de la région d'El Tarf, la variation des précipitations entre le mois le plus sec et le mois le plus humide est de 114 mm .Une différence de 15.1 °C existe entre la température la plus basse et la plus élevée sur toute l'année (Climate-Data.org).

**Tableau 2 : Données climatique à El Tarf (Climate-Data.org)**

Les Mois	Température	Température	Température	Précipitations	Humidité (%)
Janvier	14.5	12.2	9.9	176	75
Février	14.5	11.9	9.5	152	75
Mars	16.6	13.7	10.9	101	75
Avril	18.7	15.8	12.8	77	76
Mai	21.6	18.6	15.5	45	76
Juin	25.4	22.4	19	13	72
Juillet	28.5	25.4	21.8	3	69
Aout	29.3	26.1	22.7	13	68
Septembre	26.6	23.8	20.9	58	71
Octobre	24	21.1	18.4	98	73
Novembre	19.1	16.6	14.3	177	73
Décembre	15.1	13.6	11.3	188	74

La "maximale moyenne quotidienne" (ligne rouge continue) montre la température maximale moyenne d'un jour pour chaque mois pour El Tarf. De même, «minimale moyenne quotidienne" (ligne bleu

continue) montre la moyenne de la température minimale. Les jours chauds et les nuits froides (lignes bleues et rouges en pointillé) montrent la moyenne de la plus chaude journée et la plus froide nuit de chaque mois des 30 dernières années. Août est le mois le plus chaud de l'année, mois de Janvier le plus froid de l'année. (meteoblue, climat d'El Tarf).



**Figure 4 : Histogramme présente la température et la précipitation moyenne d'El Tarf (meteoblue, climat d'El Tarf)**

## B. Hydrographie

La

\*région d'El-Kala\_El Tarf est caractérisée par un important réseau hydrographique en raison de l'extension des argiles numidiennes et l'humidité du climat tempéré et sa forte pluviométrie.

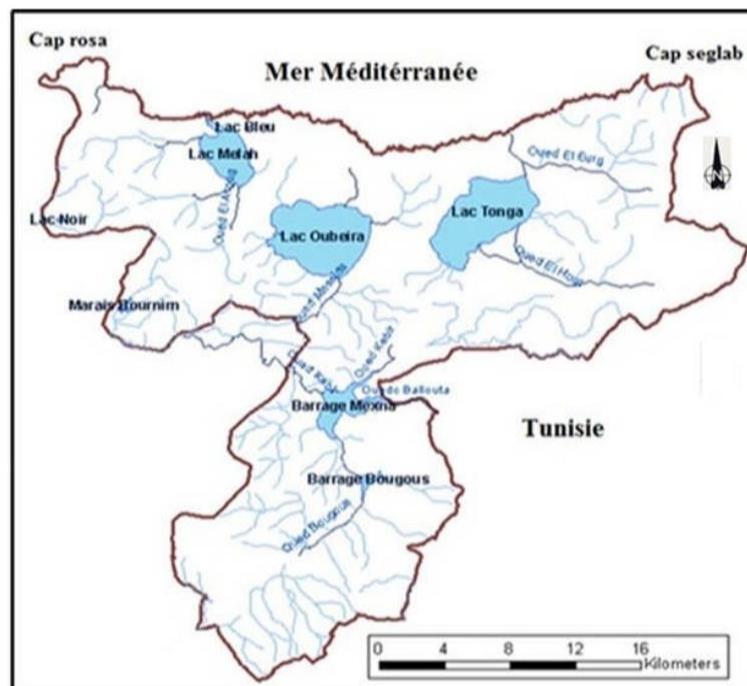
La configuration du terrain de la région d'El Kala détermine trois systèmes d'organisation hydrographiques : La partie Sud-Est est drainée par trois Oueds ;

- La partie orientale est caractérisée par plusieurs oueds en général à faible débit ; ils s'écoulent en majorité dans la plaine d'Oum Teboul ;
- La partie Ouest est également parcourue par de nombreux oueds, qui se déversent pour la plupart dans les lacs Mellah et Oubeira (Bouazouni, 2004) ; Le bassin du Lac Mellah est drainé par trois oueds à écoulement pérenne mais dont les débits baissent à l'été pour ne devenir

souvent que de minces filets d'eau alimentés par les sources qui ne tarissent pas avec la baisse estivale du niveau des nappes (Bouazouni, 2004).

**Tableau 3: Principaux cours d'eau du PNEK (Benyacoub et al, 1998)**

Principaux Oueds	Longueur (km)	Exutoire
Oued Reguibet	8	Mellah
Oued Nhal	3.5	Plage Cap Rosa
Oued Mellah	5	Mellah
Oued El-Aroug	7	Mellah
Demat Rihane	1.5	Oubeira
Boumerchen	2	Oubeira
Dai El-Graa	5	Oubeira
El-Areug	10	Tonga
El-Hout	14	Tonga
Bougous	24	Mexna
Sbaa	4	Oued El-Kebir
Bouredim	5	Bouredim
Messida	10	Oubeira - El Kebir
El-Kebir	35	Mafrgh



**Figure 5 : Carte du réseau hydrographique (CENEAP 2010-2012)**

## C. Le vent

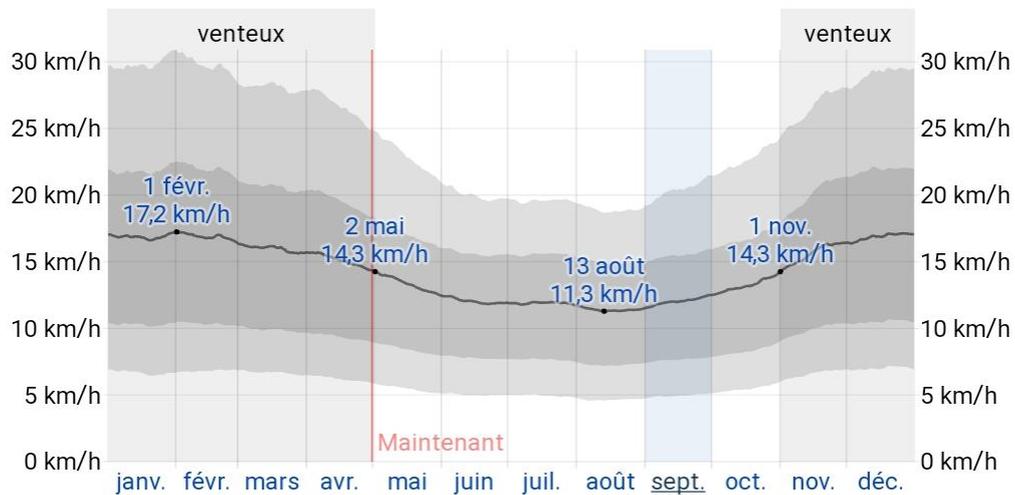
### 1. Vitesse du vent

La vitesse horaire moyenne du vent à El Tarf connaît une variation considérable au cours de l'année.

La période venteuse de l'année dure 6 mois du 1 novembre au 2 Mai, avec des vitesses de vent

moyennes supérieures à 14,3 kilomètres par heures. Le jour le plus venteux de l'année est le 1 février avec une vitesse moyenne du vent de 17,2 kilomètres par heure.

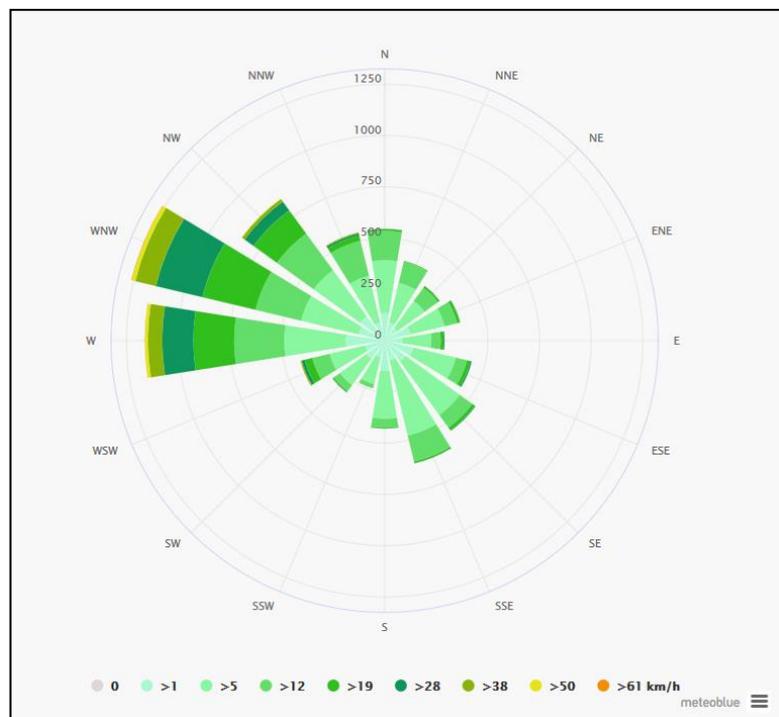
La période la plus calme de l'année dure 6 mois du 2 Mai au 1 Novembre. Le jour le plus calme de l'année est le 13 Août, avec une vitesse moyenne horaire du vent de 11,3 kilomètres par heure. (fr.weatherspark.com)



**Figure 6 : La moyenne des vitesses des vents moyens horaires (fr.weatherspark.com)**

## 2. Rose de vent

La rose de vent pour El Tarf (figure 7) montre la prédominance de deux directions WNW et ESE (meteoblue de la région d'El Tarf).



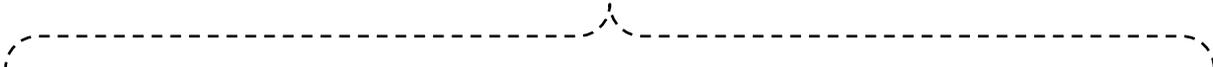
**Figure 7 : Rosace des directions des vents de la zone d'étude (meteoblue, climat d'El Tarf)**

## **D. Humidité**

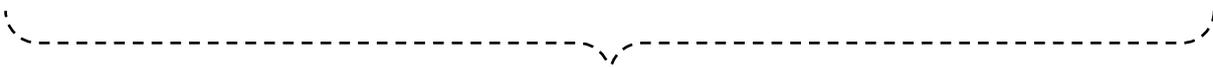
Nous estimons le niveau de confort selon l'humidité sur le point de rosée, car il détermine si la transpiration s'évaporera de la peau, causant ainsi un rafraîchissement de l'organisme. Les points de rosée plus bas sont ressentis comme un environnement plus sec et les points de rosée plus haut comme un environnement plus humide. Contrairement à la température, qui varie généralement considérablement entre le jour et la nuit, les points de rosée varient plus lentement.

La probabilité qu'un jour donné soit lourd à El-Tarf augmente très rapidement en Juillet, augmente de 34% à 54% au cours du mois.

Pour référence, le 13 Août, le jour le plus lourd de l'année, le climat est lourd 61% du temps, tandis que le 30 Novembre, le jour le moins lourd de l'année, le climat est lourd 0% du temps. (fr.weatherspark.com)



CHAPITRE II : GÉOLOGIE RÉGIONALE ET LOCALE



## CHAPITRE II: GÉOLOGIE RÉGIONALE ET LOCALE

### I. INTRODUCTION

Afin de comprendre la géologie de la zone d'étude, il convient de décrire la géologie cette région. Les études antérieures (L. Joleaud, 1936 ; J. M. Vila, 1980 et A. Marre, 1987) ont décrit ces terrains géologiques de la manière qui suit :

- ✓ Des formations antérieures à la mise en place des nappes (le Numidien et le Tellien) et des formations post-nappes (les formations récentes) (A. Marre, 1987), ainsi que des formations métamorphiques.
- ✓ Ces formations sont complètement disloquées et sont d'origines diverses du fait du charriage, parfois sur de très grandes distances. L'âge de ces formations est du Tertiaire au Quaternaire (S. Affoun, 2006; S. Guerfi, 2016)

### II. LES FORMATIONS POST-NAPPES

#### A. La Plaine d'Annaba/ Boutheldja

Depuis la fin du Tertiaire, la plaine d'Annaba correspond à un bassin d'effondrement (Graben) dans lequel subsistent quelques petits Horsts qui forment aujourd'hui les Massifs gréseux du centre de la plaine. La plaine d'Annaba est constituée essentiellement par des formations d'âge Mio-Pliocène et Quaternaire, représentées par les faciès suivants :

- ✓ Faciès marin: plus ancien, caractérisé par des marnes bleues avec des intercalations calcaires.
- ✓ Faciès fluvial : bien développé, formé de galets, de sable, d'argile le long des oueds.
- ✓ Faciès continental: il est lié aux dépôts des fosses d'effondrement.

Ces derniers sont déterminés par la prospection sismique, et sont au nombre de deux (Sonatrach. BEICIP, 1969 et Saaidia. B, Chaab, S. 1992):

- ✓ L'une, orienté N-S ou Fosse de Ben Ahmed ;
- ✓ L'autre, orienté NE-SW ou Fosse de Ben Mhidi.

Ces deux fosses sont séparées par l'élévation de Daghoussa. Cet effondrement s'est produit au cours du Mio-Pliocène.

#### B. Remplissage plio-quaternaire

##### 1. Pliocène

Au Pliocène : débute le retrait de la mer et le soulèvement probable de l'arrière-pays Annabi. Ceci s'est traduit par un abaissement des niveaux de base locaux qui a certainement accentué la torrencialité

des oueds, tributaire de la Méditerranée. (L. Joleaud, 1936)

## **2. Fin du Pliocène**

A la fin du Pliocène, il semble que la morphogenèse est restée très active sur le continent. La plaine voyait s'accumuler des masses de matériaux très importants. Cette sédimentation, beaucoup plus irrégulière, discontinue en épaisseur, donne des variations latérales et verticales de faciès extrêmement rapide. Il est probable que la subsidence accélérée de la plaine a contribué aux changements brutaux des matériaux charriés. En effet, il est vraisemblable que la Seybouse coulait autrefois vers le Nord-Est suivant l'axe de la dépression de Ben Mhidi et participait son remplissage par les conglomérats. La subsidence beaucoup plus accélérée de la fosse de Ben Ahmed d'orientation Nord-Sud a abouti à sa capture.

## **3. Remplissage quaternaire**

La subsidence de la plaine, toujours active, a empêché les oueds de s'encaisser et de dégager des terrasses qui nous permettent de suivre l'évolution morphologique de la plaine pendant le quaternaire. Il est cependant clair que cette plaine a connu une alternance de périodes humides caractérisées essentiellement par la multiplication des lacs où se décantent des sédiments argilo-limoneux de couleur rouge-grisâtre et des périodes sèches caractérisées par une déflation importante qui a comblé ces dépressions asséchées. Il en résulte des lentilles alimentées par le vent et réparties selon la topographie héritée de la période humide. C'est cette alternance des épisodes pluvieux et des inter-pluvieux, qui a déterminé la variation du niveau de la mer, et qui est certainement à l'origine de l'avancée de la mer sous forme de rias et de lagunes, d'où des épaisseurs assez importantes de sable, qui apparaissent dans certains forages et qui renferme la nappe phréatique de la plaine (S. Guerfi, 2016).

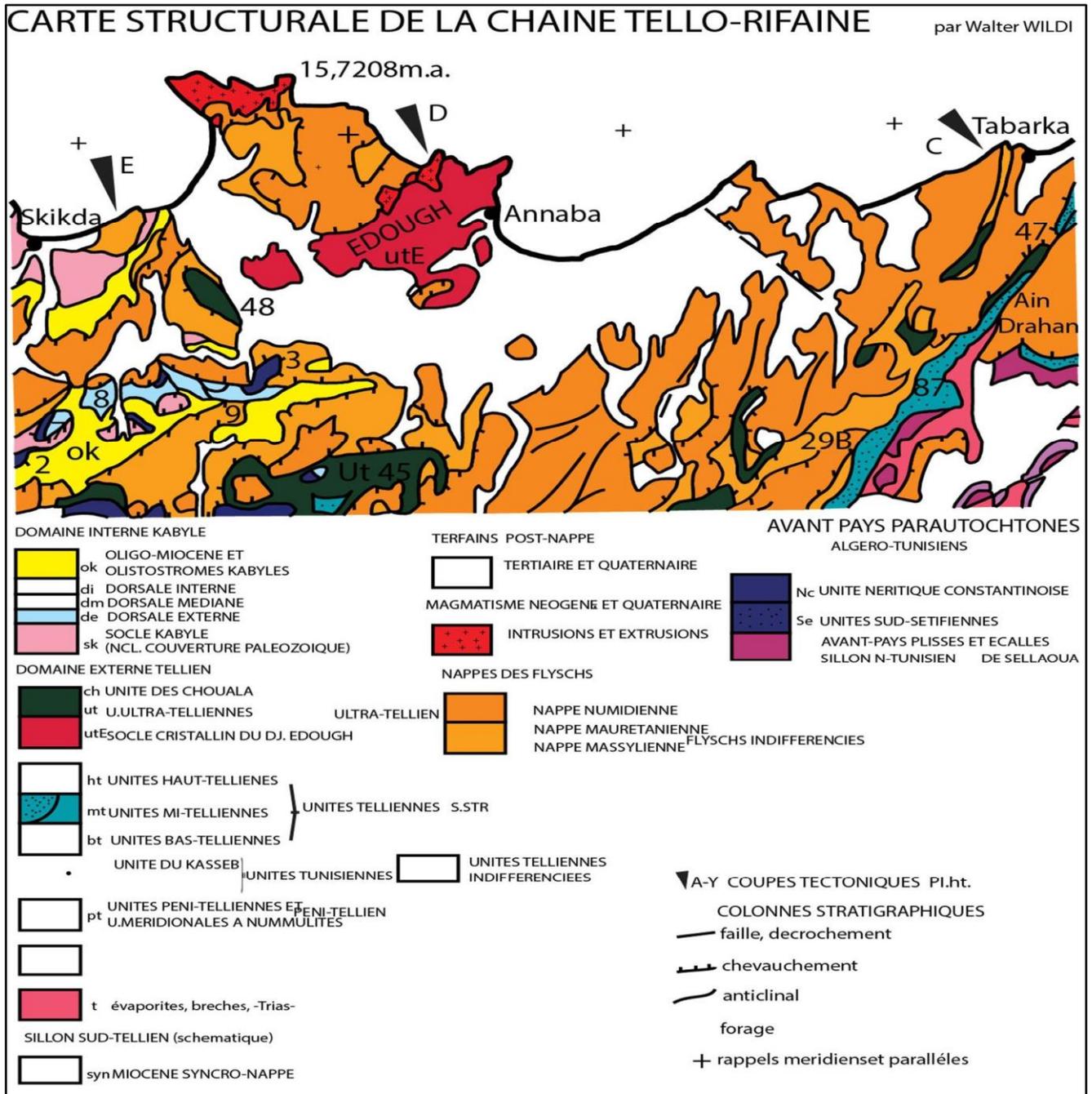
## **III. LA FORMATION DES DUNES**

Cependant, les dépôts du massif dunaire résultent de l'érosion des paléo-reliefs argilo-gréseux et gneissique, qui ont été ravinés par les cours d'eaux, conduisant une grande quantité de matériels détritiques vers la mer. Le sable, roche détritique, provient de la délapidification des grés numidiens. Il est blanc ou jaune clair, fin, meuble, et renfermant une proportion d'argile qui augmente en profondeur.

La formation de ces dunes de sable a été effectuée en deux cycles de régression et transgression marines. (R. Nouacer, 1993).

Le premier cycle (régression), a donné des dunes anciennes qui ont été lithifiées en bordure de la mer. C'est dans cette formation que les paléotalwegs se creusaient en conservant jusqu'aujourd'hui l'allure qu'ils avaient, avant la mise en place des sables.

Le second cycle (transgression), moins remarquable, a abouti à la formation des dunes récentes et actuelles suivi par une phase d'érosion aboutissant aux éboulis récents provenant des massifs numidiens. Par la suite, ces dunes ont été fixées par une végétation jusqu'à ce qu'elles deviennent inactives.



**Figure 8 : Extrait de la carte structurale et géologique de chaîne tello-rifaine établie par W. Wildi, 1983 et modifiée par S. Bouakkaz et A. Rouigui, 2020**

#### IV. Les éboulis de pente

Tous les versants des vallées des Monts de la Cheffia portent des coulées qui sont souvent le résultat d'un important déséquilibre (A. Marre, 1987). La tendance au déséquilibre a existé pendant tout le Quaternaire où les versants furent toujours favorables aux glissements et aux coulées, d'autant plus que les conditions climatiques étaient particulièrement froides et humides. Après l'important creusement que les cours d'eau ont réalisé en sapant la base des versants, la pente s'accélère alors et la force de la pesanteur est plus forte que les forces de cohésion des roches. Des dépôts d'éboulis

tapissent leurs cicatrices de départ permettent de les situer dans le temps au début de la dernière période froide du Quaternaire (A. Marre, 1987). C'est cette humidité qui est responsable des altérations, du colluvionnement, et aussi des coulées des versants.

Les versants dominés par les abrupts sont recouverts d'éboulis de pente et de colluvions : ces derniers proviennent de la dégradation des escarpements gréseux et du remaniement des formations d'argiles sous-numidiennes.

## **V. LES FORMATIONS ANTÉ-NAPPES: ensemble des unités des allochtones (flyschs et nappes)**

Ce sont des unités allochtones (flyschs et Nappes), l'orientation NE –SW est le trait structural dominant des formations anté-nappes. Ce sont des formations géologiques sédimentaires dont on note :

### **A. Nappe numidienne (Argiles sous-numidiennes)**

Le terme numidien est actuellement conservé en tant qu'appellation de faciès. Il désigne la série grés-argileuse principalement Oligocène. Cette formation est largement représentée dans notre région d'étude. Elles affleurent à la base de la majeure partie des Monts de la Cheffia, au Sud-Est de Boutheldja (Djebel Hdjar Siah, Bourdim). Ces formations limitent les alluvions de l'Oued Bougous à l'Est et l'Oued Guergour à l'Ouest. Ces faciès affleurent généralement dans la zone d'Ain Assel. Ils ne sont pas visibles sur le terrain à part quelques petits affleurements, car la végétation les recouvre :

#### **1. Les Grès numidiens**

Ce sont des grès quartzeux plus au moins consolidés de couleur rouge à jaunâtre due à la présence de grains de sables et de fer. Souvent, ces bancs de grès sont lenticulaires passant latéralement aux argiles d'âges Aquitaniens. L'Aquitaniens présente une intense fracturation, ce qui favorise la circulation des eaux souterraines. Cette formation affleure dans toute la région constituant les bordures des plaines et le substratum des formations alluvionnaires sur les deux rives de l'Oued Kébir. On les rencontre également au Sud des Monts de la Cheffia.

#### **2. Les Argiles supra-numidiennes**

Elles représentent la partie supérieure de la série numidienne d'âge Burdigalien qui se trouve souvent en alternance avec les grès sous-jacents. On peut les rencontrer souvent dans les Monts de la Cheffia.

### **B. Les Flyschs massyliens**

Ce terme a été proposé par Raoult (J.F. Raoult, 1974) au Nord du Kef Sidi Driss (Constantine) pour une série allant du Néocomien au Lutétien. Découvert en 1946 dans les Monts de la Cheffia par P. Marie et A. Lambert (Sonatrach, BEICIP, 1969). On les rencontre à plusieurs endroits dans les Monts de la Cheffia en série monotone. Ils sont constitués essentiellement par les marnes feuilletées avec de

minces bancs de calcaires ou en épaisses séries d'argiles grises, comportant des intercalations de plaquettes gréseuses. L'âge du flysch est essentiellement Sénonien, mais le terme plus général de flysch à microbrèches est retenu puisque cette formation pourrait ne pas se limiter au Sénonien. En effet, certains niveaux sont datés du Lutétien et appartiennent à cette formation.

### **1. Les Flyschs à Microbrèches**

Les flysch à microbrèches affleurent de part et d'autre de l'oued Cheffia en série monotone de marnes feuilletées et de minces bancs de calcaires brun-roux. Aussi, dans les études géologiques de l'emplacement du barrage de Cheffia et qui ont été effectuées par Moussu (Moussu. H, 954), ils sont décrits comme une série continue comprenant le Campanien-Maestrichtien, le Paléocène, l'Eocène Inférieur et Supérieur et l'Oligocène.

### **C. Le Tellien**

Définis par Durand-Delga (M. Durand-Delga, 1969), Il se caractérise par une puissante série marneuse s'étendant du Crétacé inférieur au Lutétien inférieur, au milieu de laquelle s'intercale l'unité caractéristique des calcaires noirs fétides datés (Yprésien-Lutétien Inférieur). Ces calcaires noirs fétides ont un faciès classique et sont largement répandus en Algérie du Nord. Il s'agit d'un calcaire en bancs réguliers de 0,5 à 1m, compacts argileux, comportant de minces lits marneux. L'épaisseur de cette unité est difficile à estimer et peut être de l'ordre de 100m. Cette formation est très spectaculaire à Sidi Trad (Sud-Est de Zitouna). On la rencontre aussi à Bouhadjar et Ain Karma.

## **VI. FORMATIONS MÉTAMORPHIQUES**

### **A. Le massif de l'Edough**

Il s'élève brutalement au-dessus de la mer et des plaines environnantes jusqu'à plus de mille huit mètres (1008 m). Il est constitué par un empilement de plusieurs unités qui forment un dôme de foliation allongé selon la direction NE-SW (Hilly, 1962); (Brunel, et al. 1988): (Gleizes, et al. 1988). Les formations métamorphiques se subdivisent en deux unités principales:

#### **1. Une unité inférieure**

Constituée de gneiss ocellés et de migmatites et de quelques horizons subordonnés de micaschistes et marbre. Au sein de gneiss ocellés un petit corps de péridotites (G. Bossière, 1976).

#### **2. Une unité supérieure**

Représentés par un ensemble de micaschistes alumineux, gneiss leucogranitiques et marbre. Des intercalations de quartzite et lydienne dans les micaschistes ont livré une faune d'accritarches d'âge Ordovicien supérieur à Dévonien (Ilavsky, et al, 1987) démontrant que la tectonique tangentielle à vergence NW de l'Edough ne pouvait être qu'Hercynienne alpine. Au Nord du massif les micaschistes

encaissent de péridotite-kinzigites comparable à celle rencontrée en petite kabyle et dans le bético-rifain (Caby, et al, 1992). Ces unités profonde de l'Edough ont été affectées par un métamorphisme de haut degré qui montre une évolution depuis des conditions de hautes températures, haute pression ( $p < 7-8$  Kbar) vers des conditions de basses pressions ( $p$  3-4 Kbar) bien traduites par de relations chronologiques entre les trois polymorphes  $Al_2SiO_5$  (Gleizes, et al., 1988): (Brunel, et al. 1988).

On observe dans les micaschistes que les cisaillements ductiles extensifs à vergence Nord West sont matérialisés par des associations syncinématiques à biotite-sillimanite qui oblitèrent un paragenèse primaire à disthène-grenat-staurotide-rutile-muscovite, alors que l'andalousite apparait dans les stades les plus tardifs de la déformation, en se superposant par fois directement au disthène.

À l'Ouest et au sud du massif, unité supérieure des micaschistes comprend localement à son sommet des formations de type épizonal (Berrhal, Boumaiza) dont l'âge Paléozoïque ou Mésozoïque est discuté (Brunel, et al. 1988). La présence d'assemblages minéraux microscopique à mica blanc, disthène, staurotide, rutile, grenat dans les schistes de Boumaiza (Caby, et al, 1992) montre cependant que l'évolution métamorphique de ces formations indissociables de celles des unités sous-jacentes.

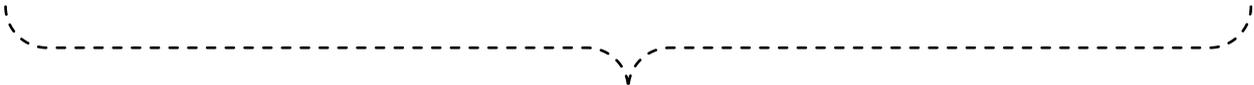
	Lithologie	Description lithologique	étages
Sommital		-Conglomérats -Argile sableuse rougeâtres -Grès	Mio-Pliocène
		-Argiles -Grès dure et fiable	Miocène infér
1000m Medium		-Grès dure et fiable -Argiles calcareuse verdâtre	Oligocène sup
		-Argiles calcareuse verdâtre -Argiles verts on rougeâtres	Oligocène sup
	basal 	-Argiles verts on rougeâtres -Grès	Priabonien
Paléocène sup à Priabonien		-Argiles <b>Q1</b> -Calcaire blanc à silex	Lutétien Yprésien
		-Argiles à blanc -Argiles calcareuse <b>Qa</b> -Argiles et marne gris sal	Sénonien Priabonien
Flysch à Micro brèche (flysch massylien)		-Argiles <b>Q2</b> -Calcaires noire fétides -Marnes	Priabonien
		-Calcaire gris jaunâtre -Marne gris jaunâtres -Marnes	Maastrichtien Campanien Santonien
+100 m		-Calcaire claire	Cénomanién
300- 1000 m		-Argiles -calcaire	Turonien Cénomanién
100 m		-Argiles -calcaire	Turonien Cénomanién
200- 300 m		-calcaire argileux	Albien
200-300m		-Marnes	Hauterivién Barrémién

Q2:chevauchement du sous- Numidien sur le Tellien  
Qa: Contact entre l'adisse et les flysch à Microbrèches  
Q1: Chevauchement du Numidien

Figure 9 : Loglitho-stratigraphique de la zone d'étude  
(modifiée par S. Bouakkaz et A. Rouigui ,2020)



CHAPITRE III : LES PLAGES



## CHAPITRE III : LES PLAGES

### I. INTRODUCTION

Les plages ont commencées à se former à la fin de la transgression postglaciaire, il y a environ 5 ou 6000 ans (Paskoff, 1998), lorsque le niveau de la mer s'est fixée, à peu près dans sa position d'aujourd'hui. L'époque était caractérisée par une grande disponibilité en sédiments sur les littoraux. En effet, lors de sa remontée, concomitante de la déglaciation commencée il y a 15 000 ans, à partir d'un niveau situé à plus de 100 m au-dessous de l'actuel, la mer a balayé et entraîné avec elle des sédiments. Une plage est une zone d'accumulation de sédiments (sables, graviers, galets) se produisant en partie haute de l'estran. C'est un corps sédimentaire relativement instable, à cause de :

- ✓ l'absence de cohésion entre les éléments constitutifs.
- ✓ la variabilité des forces qui s'exercent sur eux au cours du temps.

Lorsque ces forces restent stables, la plage tend à acquérir un profil d'équilibre. Lorsque ces forces changent, la plage évolue vers un autre profil d'équilibre. Le profil instantané correspond à un emboîtement de profils successifs, les profils hérités étant plus ou moins conservés ou dégradés. Le façonnement de la pente d'équilibre dépend des caractéristiques de la houle principalement et du marnage (Guerfi 2016).

Les matériaux des plages sont essentiellement des formations meubles constituées par :

- ✓ Des sables fins à grossiers (0,2 à 2 mm)
- ✓ Des graviers (2 mm à 2 cm)
- ✓ Des galets (2 à 20 cm)
- ✓ Des blocs (plus de 20 cm)

Les sédiments des plages sont caractérisés par leur mobilité perpendiculairement au rivage sous l'action des vagues et parallèlement au rivage sous celle de la dérive littorale engendrée par l'obliquité de la houle par rapport au trait de côte (Paskoff, 1998).

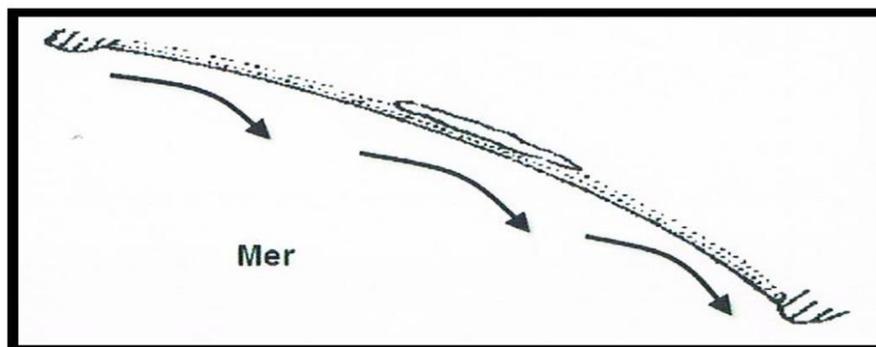
Le mouvement de va et vient des vagues, le jet de rive et la nappe de retrait, donne aux sédiments des plages un façonnement spécifique, grain de sable aux contours de forme sphérique au discoïde (S. Guerfi, 2016).

### II. LES TYPES DES PLAGES

La plage se forme lorsque la quantité de matériaux disponibles sur un rivage surpasse le volume de sédiments que les vagues et les courants littoraux sont capables de déplacer. L'accumulation l'emporte alors sur l'érosion.

La forme des plages varie en fonction de la configuration de la morphologie de la côte (Paskoff, 1998).

Des plages en arc de cercle se forment souvent dans le fond des baies et golfes grâce à l'apport des cours d'eau qui déversent à la mer une charge solide importante, mais aussi parce que la réfraction de la houle s'y traduit par un affaiblissement de l'énergie des vagues. Quand une dérive littorale charrie en abondance des sédiments, il se produit un dépôt partiel de ces sédiments en constituant de longue plage au tracé Concave largement ouvert vers la mer et qui s'appuie sur des épontements rocheux (S. Guerfi, 2016).



**Figure 10 : Schéma illustrant la forme d'une plage ouverte (R. Paskoff, 1998), (les flèches indiquant le sens de la dérive littorale).**

### **III. LES CARACTÉRISTIQUES MORPHOLOGIQUES DES PLAGES**

Généralement, les plages présentent un profil transversal plus au moins concave. La pente varie en fonction du calibre des sédiments qui les constituent et les caractéristiques des vagues qui y déferlent. La pente du calibre des sédiments sont grossiers (Paskoff, 1998). En effet, le jet de rive apporte dans ce cas davantage de l'eau plus importante sur un estran de galets que sur un estran de sable fin. L'équilibre est établi lorsque le profil est suffisamment raide pour que les effets du jet de rive, freiné par la pente, et ceux de la nappe de retrait, renforcée par elle s'annule. Les plages abritées frappées par les vagues courtes et peu cambrées, sont plus pentues que celle exposées à la large et atteintes par des houles longue. Les premières tendent à réfléchir les vagues, tandis que les secondes favorisent la dissipation de leur énergie (Paskoff, 1998) a proposé un profil transversal qui comporte (S. Guerfi, 2016) .

#### **A. Le haut de plage**

Le haut de plage prend la forme d'un bourrelet dû à l'accumulation de matériaux par les mers les plus hautes. La partie la plus élevée de ce bourrelet constitue la crête de plage édifiée par les vagues des tempêtes et présente des gradins traduisant des apports d'importance décroissante (S. Guerfi, 2016).

#### **B. Le bas de plage**

En contrebas du haut de plage, la pente diminue indiquant une diminution du calibre des sédiments et se traduisant par une ligne de flexion qui matérialise le bas de plage submergé à chaque marée (S.

Guerfi, 2016).

### C. L'estran

Étendue de plage qui est couverte à haute mer, et découverte à basse mer (Guerfi, 2016).

### D. L'avant plage

La topographie de l'avant plage est toujours submergée et peut être accidentée par des accumulations désignées sous le nom de barres de crêtes ou de rides pré littorales. Celles -ci se forment quand la pente est douce et les sédiments sont abondants. Elles sont séparées par des sillons. Certaines sont parallèles, d'autres obliquent par rapport au trait de côte. Leur hauteur est d'ordre métrique, leur longueur variable se mesure généralement en centaine de mètre du fait de leur nombre, de leur taille, de leur forme et leur position qui varient considérablement dans le temps (S. Guerfi, 2016).

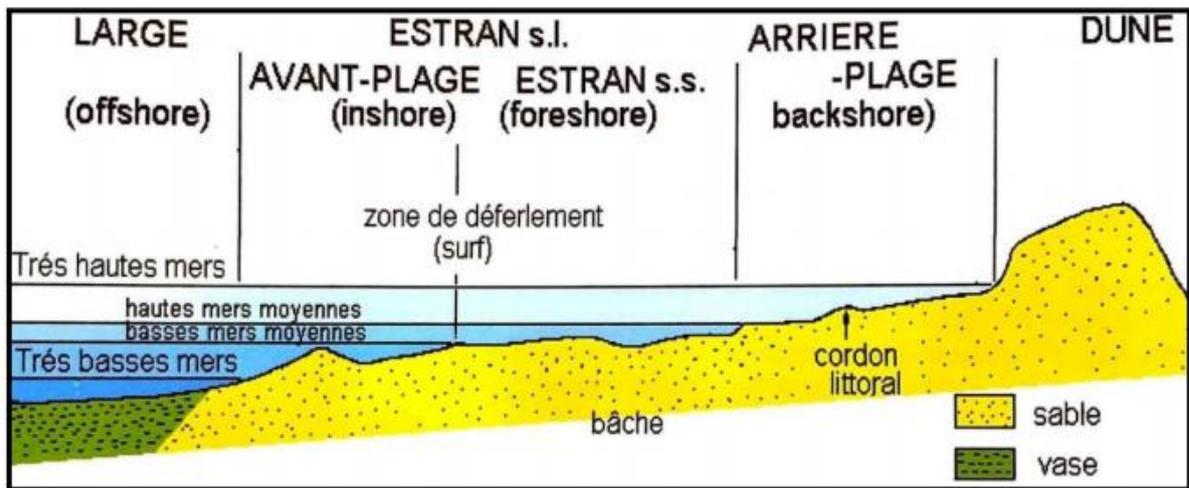


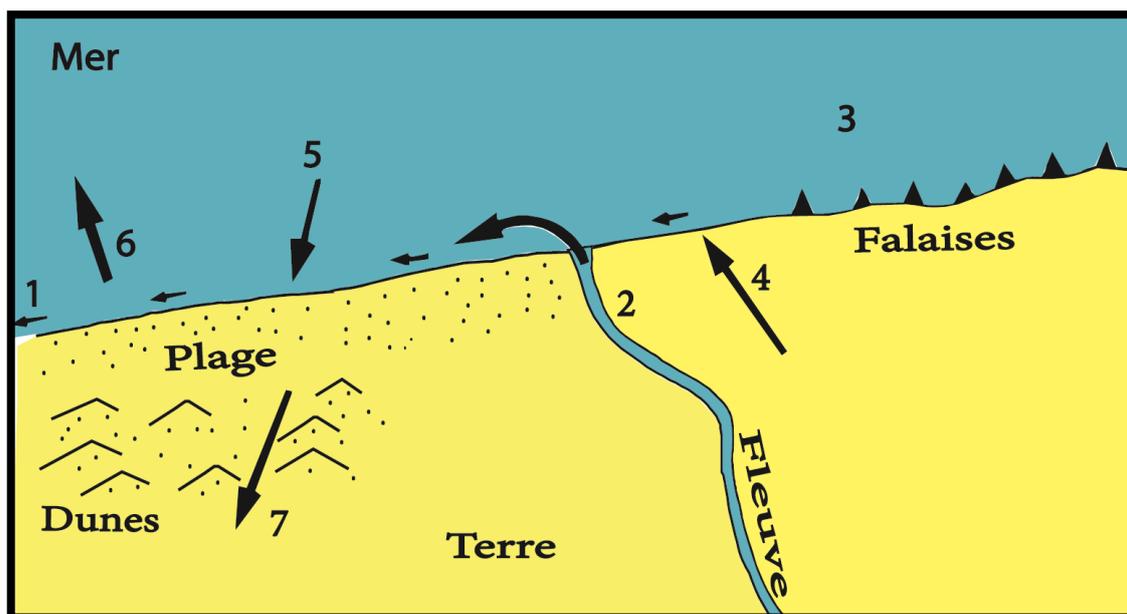
Figure 11 : Profil transversale d'une plage (R. Paskoff, 1998)

## IV. L'ORIGINE DES MATÉRIAUX ET LE BUDGET SÉDIMANTAIRE DES PLAGES

Les plages ont commencées à se former à la fin de la transgression postglaciaire, il y a environ 5 ou 6000 ans (Paskoff, 1998), lorsque le niveau de la mer s'est fixé, à peu près dans sa position d'aujourd'hui. L'époque était caractérisée par une grande disponibilité en sédiments sur les littoraux. En effet, lors de sa remontée, concomitante de la déglaciation commencée il y a 15 000 ans, à partir d'un niveau situé à plus de 100 m au-dessous de l'actuel, la mer a balayé et entraîné avec elle des sédiments détritiques, d'origines diverses, qui s'étaient accumulés sur les plates-formes continentales alors que celles-ci étaient émergées. Quand le niveau marin s'est stabilisé, les sables et les galets se sont entassés sur des rivages. Des plages se sont formées et, éventuellement, des champs de dunes étendus se sont constitués en arrière d'elles. Cette période d'abondance a duré jusqu'à ce que l'accumulation des sédiments soit telle que l'absorption de l'énergie des vagues soit maximale et que le déplacement des

matériaux soit minimal (Paskoff, 1998 ; Guerfi, 2016). Dès lors, l'alimentation des plages en sédiments provient de plusieurs origines (Figure 11 et 12).

- ✓ Les sédiments d'origine marine, mais ce ne sont pas les plus abondants, l'érosion côtière ne fournit en général que peu de débris, sauf où de hautes falaises, taillées dans des roches tendres et qui reculent rapidement. Ces débris sont pris en charge par la dérive littorale (Paskoff, 1998).
- ✓ Les matériaux dominants sur les plages sont d'origine terrigène et proviennent essentiellement des apports des oueds. Les débits solides sont élevés et des volumes importants de sédiments se déversent dans la mer (Paskoff, 1998)
- ✓ La plage n'est pas uniquement un réceptacle des différents types sédiments qui s'y accumulent, mais, elle est aussi le siège de prélèvement et de départs souvent massifs de sédiments. Les vents du large parviennent à mobiliser les sables sur les plages et à les exporter même à l'intérieur des terres, ces sables vont s'accumuler en arrière de la plage et parviennent à édifier une bordière associée à la plage. Il arrive souvent que les sables soient exportés au-delà du littoral pour former des champs de dunes qui envahissent les terres (Paskoff, 1998).



**Figure 12 : Gain et perte de sédiments par une plage (R. Paskoff, 1998) modifiée.**  
 (1) apport par dérive littorale. (2) de sédiments provenant d'un cours d'eau. (3) de l'érosion de falaises par les vagues. (4) d'un vent de terre. (5) de sédiments par les vagues à partir de l'avant côte. (6) perte de sédiments emportés par les courants d'arrachement. (7) par un vent de mer édificateur de champs de dunes.

## V. LES DUNES LITTORALES

Le long des littoraux on trouve parfois des formes d'accumulation d'origine éolienne qui rappellent celles que l'on rencontre dans les régions arides, ce sont des dunes qui dans certains cas, peuvent s'avancer loin vers l'intérieur des terres (Paskoff, 1998 ; Guerfi, 2016). Plusieurs types de dunes

peuvent être distingués :

### **A. Les dunes élémentaires**

Ce sont de petites accumulations de sables qui se forment au cours de la belle saison sur le haut des plages favorisées par des obstacles de toutes sortes mais leur existence est éphémère car elles peuvent être balayées par les vagues lors de la première tempête qui suivra. Elles présentent l'aspect de monticules bas et allongés, de quelques décimètres de haut appelées nebkas et qui ont tendance à se disposer en un alignement plus ou moins continu (Paskoff, 1998 ; Guerfi, 2016).

### **B. Les avant dunes**

Elles prennent naissance à partir de la coalescence de nebkas, ces dunes présentent l'aspect d'un bourrelet parallèle au rivage, leur hauteur est de quelques mètres et la largeur est de l'ordre de la dizaine de mètre. L'avant dune peut être endommagé par les vagues, qui, lors des tempêtes, les taillent en falaises (Guerfi, 2016). Souvent les sables prélevés par le vent sur les plages franchissent les avant dunes ou les dunes bordières et s'avancent vers l'intérieur des terres où ils s'accumulent en dune libre. La faible densité de la couverture végétale favorise la migration du matériel. Parmi les dunes libres on distingue :

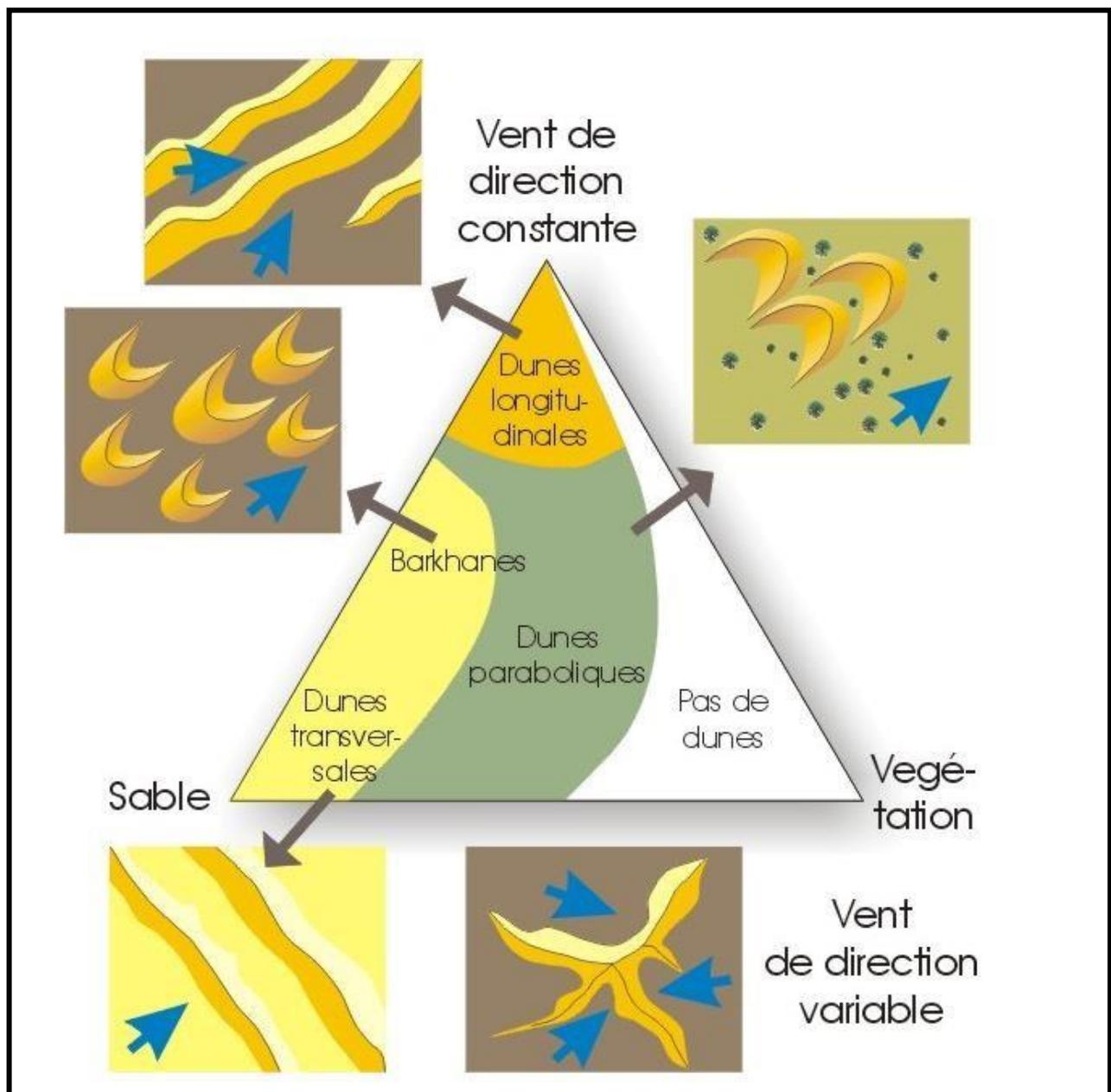
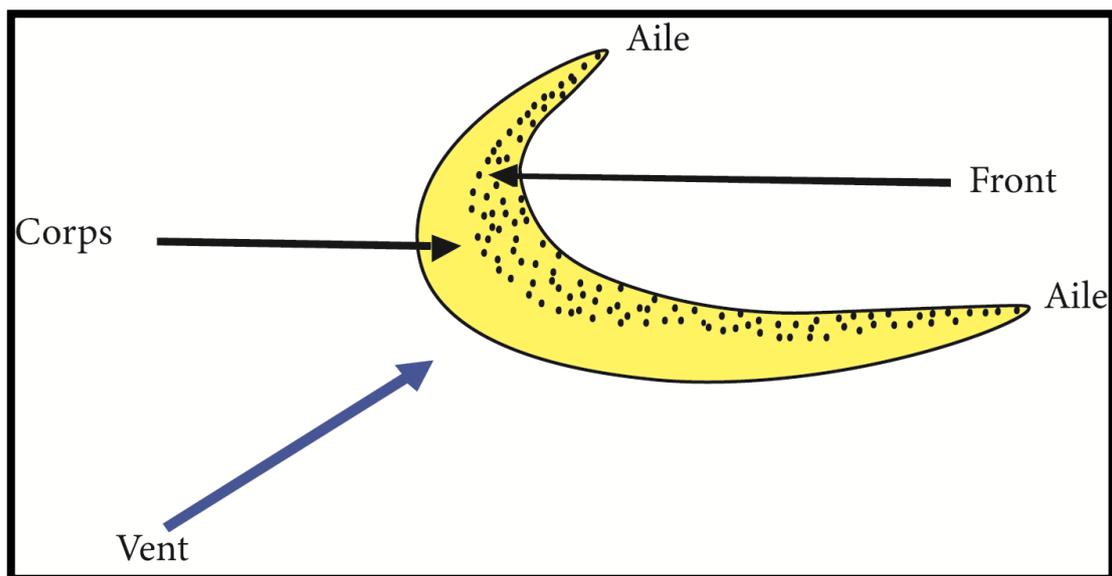


Figure 13 : Types de dunes (les flèches bleues indiquent la direction des vents dominants),  
<http://www2.ulg.ac.be/geolsed/sedim/lexique.htm>

### 1. Les barkhanes (en croissant)

Il s'agit de dunes en croissant à pointe effilées dans le sens du vent, hautes de quelques mètres seulement. Elles se déplacent à la vitesse de quelques dizaines de mètres par an. L'existence d'un unidirectionnel, l'absence de végétation, la présence d'un substratum dur et peu accidenté sont les facteurs favorisant la formation Des Barkhanes (Paskoff, 1998 ; Guerfi, 2016).



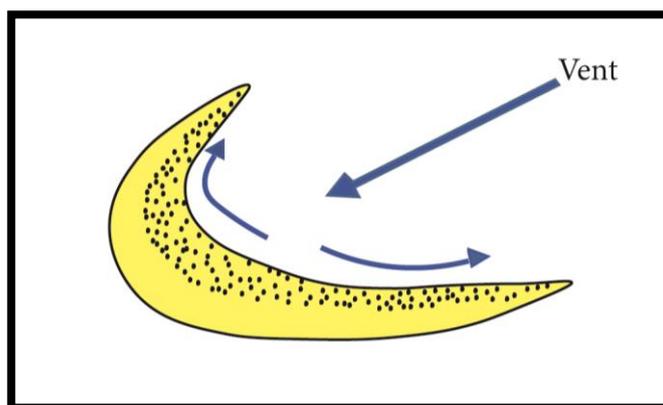
**Figure 14 : Illustration d'une barchane**

## 2. Les dunes transversales

Elles prennent naissance à partir des Barchanes lorsqu'elles s'accroissent les unes aux autres et le sable apporté de la plage est particulièrement abondant. Les crêtes, souvent sinueuses dans le détail, sont grossièrement parallèles entre elles. Elles conservent un profil dissymétrique que les remaniements par les vents secondaires peuvent compliquer (Paskoff, 1998).

## 3. Les dunes paraboliques

Sont des dunes dissymétriques en forme de fer à cheval à concavité au vent souvent plus ou moins fixée par la végétation Sa disposition par rapport à la direction du vent est inverse de celle de la barchane. La dune parabolique est peu mobile et généralement ne migre guère une fois qu'elle est formée (Guerfi, 2016).



**Figure 15 : Illustration d'une dune parabolique**

#### 4. Les dunes longitudinales

Ce sont de larges édifices sableux longitudinaux, séparés par des couloirs de déflation. Leur masse globale est immobile. Ces cordons longitudinaux s'alignent dans la direction des vents dominants (Figure 17).

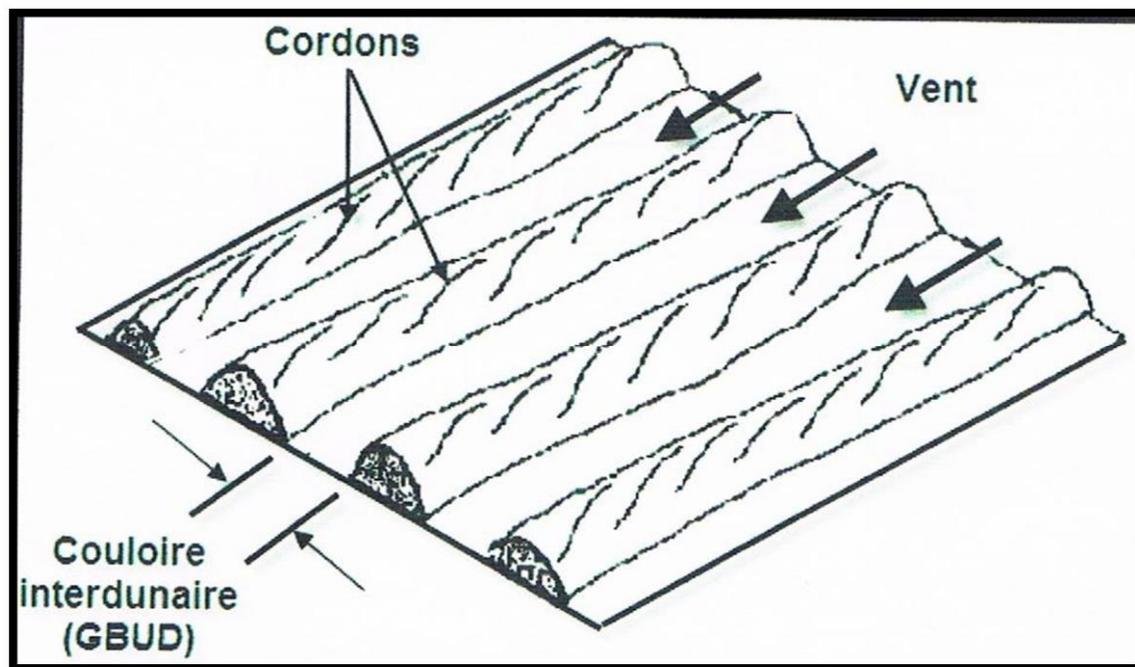


Figure 16 : Illustration d'un cordon dunaire longitudinal

#### 5. Les cordons de dune

Ce sont des bandes de terre composées de matériaux déposés par des courants marins et pouvant prendre différentes formes, lido, île barrière, tombolo, etc. mais ayant en commun leur relief peu marqué et leur nature alluvionnaire (Masri, 2016).

#### 6. Les dunes d'étoiles

Sont des dunes géantes dont les ramifications s'étendent dans de nombreuses directions. À partir de modèles numériques prenant en compte des régimes de vents multidirectionnels (Masri, 2016).

## VI. FACTEURS DÉTERMINANT LA MORPHOLOGIE D'UN SYSTÈME DUNAIRE CÔTIER

Les systèmes dunaires côtiers sont des accumulations sédimentaires sableuses d'origine typiquement éolienne, et proches de zones sources de sédiment. La couleur des sables de dunes oscille entre les jaunâtres qui sont des sables quartzifères résulte de la précipitation d'oxyde de fer, les couleurs blanchâtres qui sont des sables coralliens à base calcaire et les sables gris ou noirs, qu'ils proviennent de roches volcaniques. Les dunes côtières présentent des hauteurs très variables de 1-2 m

jusqu'à 20-30 m, aussi il y a des dunes de plus de 100 m de hauteur avec des pentes au vent très variables. (La Vega, L.C., Favennec, J., Gallego-Fernandez J., et Pascual Vidal, C. eds 2012)

La morphologie des dunes est très diverse, affectées par des facteurs qui déterminent le type, l'organisation, la taille et l'espacement des dunes, sont les suivants :

#### **A. Influence de la granulométrie du sable**

La granulométrie des dunes est souvent semblable à celle de la plage, généralement avec une plus forte proportion des fractions fines du fait que le vent sélectionne les grains plus fins. Cependant, les vents intenses peuvent transporter presque la totalité des classes granulométriques. (La Vega, L.C., Favennec, J., Gallego-Fernandez J., et Pascual Vidal, C. eds 2012)

#### **B. Influence du régime de vents et de l'orientation de la plage**

L'action des vents qui soufflent de la mer vers la terre et leur capacité à transporter le sédiment hors de la zone d'influence (houle et marées) de la mer sont des conditions fondamentales pour la formation d'un système dunaire côtier. Les vents parallèles à la côte favorisent seulement le transport par la dérive littorale et la formation de plages progradantes, mais sans champs dunaires, c'est une orientation de la plage avec une disposition de préférence perpendiculaire ou oblique par rapport aux vents à forte capacité de transport qui permet la formation de champs dunaires plus larges. Les vents dominants exercent une influence marquée sur l'emplacement du sédiment et leur fonction de son intensité et direction forment une typologie géométrique de dune déterminée. (La Vega, L.C., Favennec, J., Gallego-Fernandez J., et Pascual Vidal, C. eds 2012)

#### **C. Influence de la végétation**

La végétation joue un rôle déterminant dans la formation du système dunaire côtier, leur présence réduit le transport sédimentaire du fait que :

- ✓ Elle augmente la rugosité de la surface, ce qui réduit le flux de vent sur celle-ci.
- ✓ Elle intercepte les grains en saltation et agit comme une surface molle qui absorbe une grande quantité d'énergie, favorisant ainsi la sédimentation. La colonisation végétale du champ dunaire disposé en bandes parallèles à la limite plage-dune, influe sur la sédimentation et la formation de typologies spécifiques de dunes telles que les cordons dunaires, les monticules isolés, etc. (La Vega, L.C., Favennec, J., Gallego-Fernandez J., et Pascual Vidal, C. eds 2012)

#### **D. Influence de la topographie de la zone terrestre adjacente à la plage**

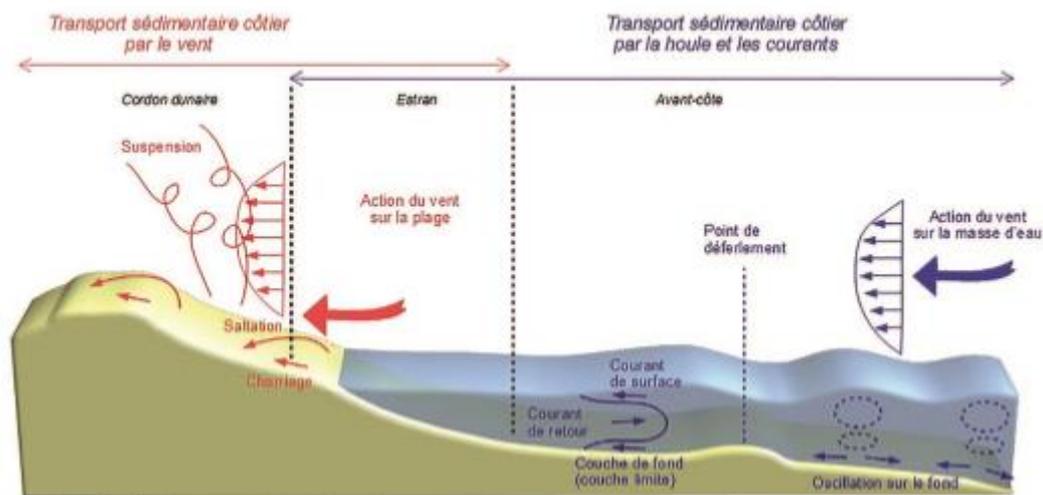
La surface d'arrière-plage soit suffisamment large pour permettre l'existence de dunes. Les champs dunaires côtiers les plus grands occupent des zones qui réunissent cette condition ; ils présentent souvent des zones supra-tidales de plage ayant des bermes larges ou/et des versants à faibles pentes.

Ce type de dunes occupe des zones relativement peu étendues. ( La Vega, L.C., Favennec, J., Gallego-Fernandez J., et Pascual Vidal, C. eds 2012)

## VII. LE ROLE DE LA MER DANS LE TRANSPORT DES SÉDIMENT A LA COTE

Les profils des plages et des petits fonds dépendent de nombreux paramètres, et notamment des caractéristiques des houles, de la granulométrie des sédiments, de la force et de la direction des vents, de la morphologie générale des fonds et de topographie.

Les sédiments apportés par les fleuves ou issus de l'érosion des côtes rocheuses et de la production biologique (fragments coquilliers) sont redistribués le long des rivages sous l'effet des processus hydrodynamiques. Les houles et les courants opèrent un tri granulométrique entre la côte et le large. Les sédiments les plus fins sont entraînés à des profondeurs d'autant plus grandes que leur vitesse de chute dans la colonne d'eau est faible et que les houles et les courants sont forts. (L. Gouget, 2018).



**Figure 17 : Déplacement des sédiments par la houle et le vent Source : R. Perrot/ONF d'après Deniaud/Cerema (L. Gouget, 2018)**

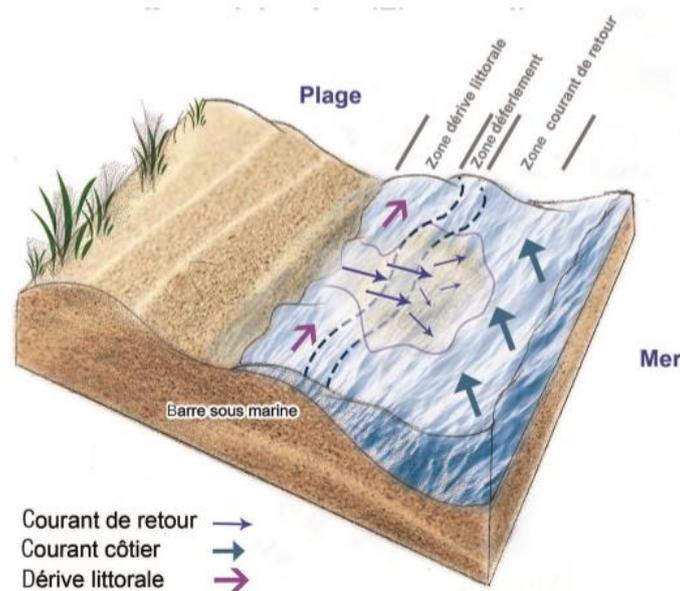
Au large, la houle a peu d'effet sur le transport de sédiments : ceux qui sont mis en mouvement (car n'étant pas situés trop profondément n'arrivent pas à la côte.

Le déplacement des matériaux perpendiculairement au rivage dépend de l'importance et de la répartition des courants dans la colonne d'eau.

Suivant les cas, les sédiments brassés par la houle à proximité du fond peuvent subir un transport net vers la côte par charriage et saltation dans la couche limite de fond, tandis que les particules remises en suspension sont susceptibles d'être évacuées vers le large sous l'effet des courants de compensation ou de retour se développant en milieu de colonne d'eau.

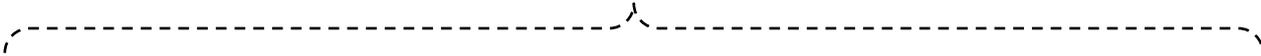
Dans la zone de déferlement et dans les petits fonds, les lames déferlantes génèrent des apports d'eau à la côte contrebalancés par des courants de retour sur le fond ou concentrés en des points particuliers et réguliers du rivage sous la forme de courants très rapides (« rip-current » ayant des vitesses de plusieurs mètres par seconde) (figure 15).

Le point de déferlement constitue un point de convergence sédimentaire entre les phénomènes au large et au niveau de la côte. À son niveau, peuvent se former des barres sous-marines dont l'importance dépendra notamment du type de déferlement, de la pente des fonds et de la hauteur relative de la houle au point de déferlement (L. Gouget, 2018).

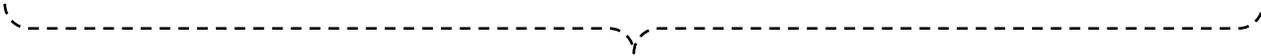


**Figure 18 : Les courants de retour (rip-current) Source : R. Perrot/ ONF d'après Deniaud/Cerema (L. Gouget, 2018)**

Lorsque la houle est oblique au rivage, un courant de dérive littorale : se développe parallèlement au rivage entre le point de déferlement et la côte. Il entraîne les matériaux en suspension ou par charriage, suivant leurs caractéristiques granulométriques (L. Gouget, 2018).



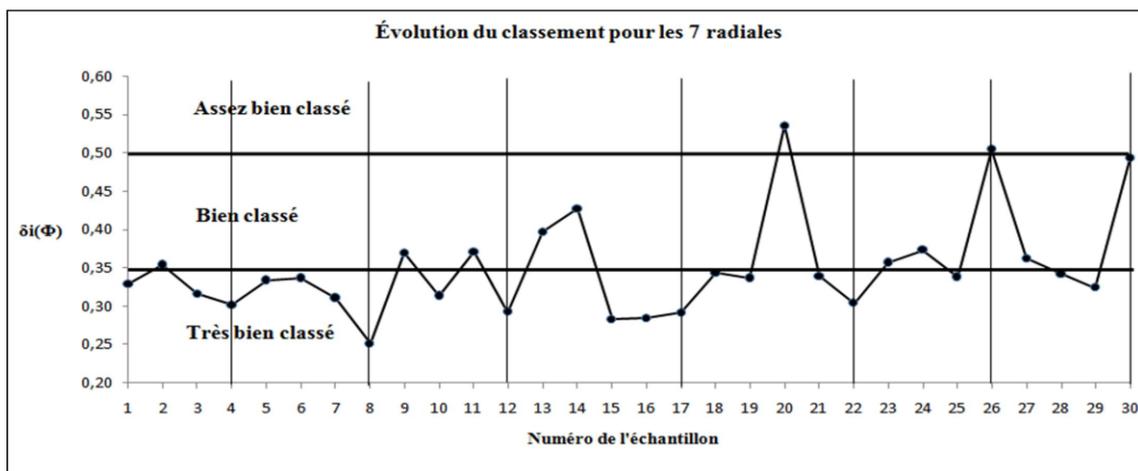
CHAPITRE IV : SÉDIMENTOLOGIE



## I. INTRODUCTION

Les sédiments de la plage sable d'Or montrent un dépôt détritique d'âge Quaternaire de la classe des Arénites. Pour comprendre leur évolution sédimentologique, on a utilisé les données granulométriques, morphoscopiques et calcimétriques des travaux entrepris par A. Degaichia et ses étudiants en 2020 (S. Bouakkaz et A. Rouigui, 2020; A. Houideg et M. Chegrouche, 2020). D'après ces études, nous constatons que :

- ✓ Les sédiments de la plage Sable d'Or ont une granulométrie moyenne avec une fraction fine qui décroît légèrement du bas estran vers la dune. il s'agit de sables très bien classés, bien classés et parfois assez bien classés ;
- ✓ Les sédiments de la plage Sable d'Or sont riches en coquilles de Gastéropodes et Lamellibranches et quelques Foraminifères.



**Figure 19: Evolution de l'indice de classement des sédiments de la plage Sable d'Or (S. Bouakkaz et A. Rouigui, 2020)**

- ✓ L'analyse morphoscopique à la loupe binoculaire a révélé que les sables de la plage Sable d'Or sont essentiellement quartzeux, et constitués de grains subémoussés à émoussés luisants indiquant la prédominance de transport hydrique par les eaux marines ;

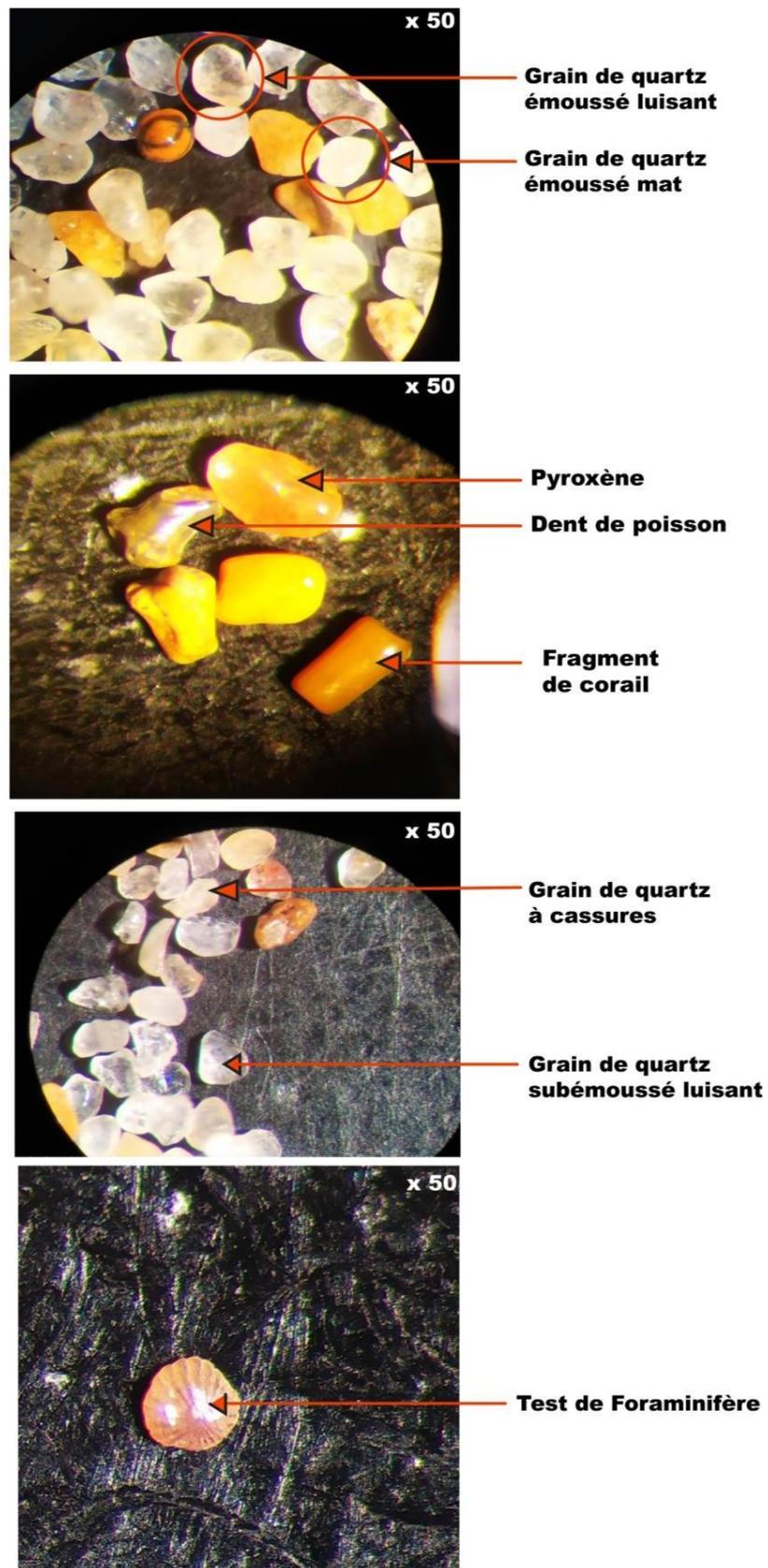
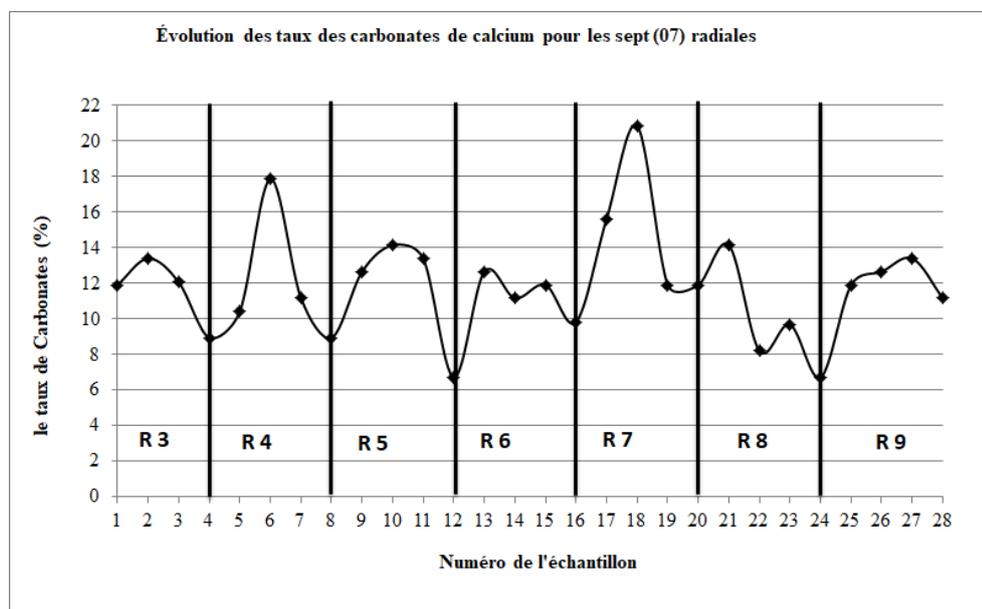


Figure 20 : Morphoscopie des sables de la plage Sable d'Or (A. Houideg et M. Chegrouche, 2020).

- ✓ L'analyse calcimétrique des échantillons a montré des anomalies positives indiquant des niveaux riches en coquilles carbonatées de Mollusque, par contre la diminution de l'intensité de ces pics exprime l'appauvrissement en contenu malacologique



**Figure 21 : Évolution des taux des carbonates de calcium pour les sept radiales de la partie orientale (A. Houideg et M. Chegrouche, 2020).**

Donc, on se basant sur les données granulométriques précédents, les diagrammes de Passega et Visher ont été utilisés pour déterminer la dynamique de transport de ces sables (saltation, suspension et charriage) dans les différentes unités morphologiques de la plage.

## II. DESCRIPTION DES RADIALES ECHANTILLONÉES

Les échantillons utilisés dans ce travail sont 58 échantillons répartis dans 14 radiales perpendiculaires à la ligne de rivage, prélevée en Février 2020. Pour chacune d'elles, quatre et parfois cinq prélèvements ont été effectués respectivement au niveau des 4 unités morphologiques de la plage, depuis la dune jusqu'à la plage sous-marine (bas estran, estran, arrière plage et dune). Ces échantillons sont formés principalement de matériel détritique quaternaire (S. Bouakkaz et A. Rouigui, 2020; A. Houideg et M. Chegrouche, 2020).



**Figure 22 : Unités morphologiques de la plage Sables d'Or.**

### **III. Diagramme de Passega (1957, 1964)**

C'est une méthode d'interprétation des données granulométriques a été proposée par Passega (1957, 1964) afin de différencier les dépôts issus de différents modes de transport en milieu fluvial et marin (suspension uniforme, suspension gradée, roulement). Elle consiste à utiliser deux paramètres :

- ✓ Suivant l'axe des abscisses la valeur logarithmique du premier centile (C) en  $\mu\text{m}$  ;
- ✓ Perpendiculairement au point ainsi défini, en ordonnées la valeur logarithmique de la taille du grain moyen (Mz) en  $\mu\text{m}$  (A. Degaichia, 2001).

Donc comparer la position du point avec un modèle (Image CM) déterminé sur la base d'échantillons prélevés dans des dépôts pour lesquels les conditions de mise en place sont connues. (G. Houbrechts, et al., 2013).

### **IV. Diagramme de Visher (1969)**

Ce diagramme concrétise la répartition granulométrique des sédiments basée sur une loi gaussienne probabiliste. Les points représentant les refus cumulés portés en ordonnées suivant l'échelle de probabilité s'alignent sur une droite. Mais, en fait, les courbes sont souvent constituées par plusieurs segments de droite, représentant la distribution des différents stocks granulométriques. La délimitation de ses segments nous permet d'accéder aux mécanismes de transport (P. Munier et A. Rivière, 1948)

ont fait remarquer l'alignement des points obtenus sur une droite lorsque la répartition granulométrique dépend d'une fonction de probabilité (A. Degaichia, 2001).

## V. APLICATION DES DIAGRAMMES DE PASSEGA ET VISHER :

### A. Application du diagramme de Passega :

L'application du diagramme de Passega par l'utilisation de l'image CM, nous aide à établir une relation étroite entre la granulométrie des échantillons étudiés et leurs différents modes de transport (roulement, suspension graduée, suspension uniforme), puis de dépôt (A. Degaichia, 2001).

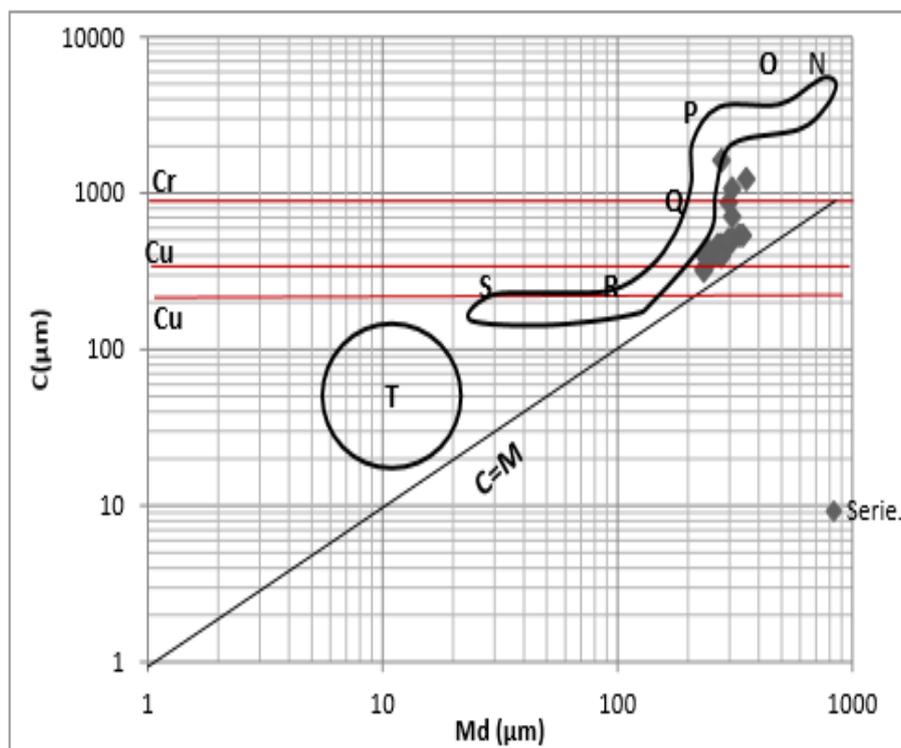
La répartition des échantillons sableux de la plage Sable d'Or dans l'image CM montre :

#### 1. La Partie orientale

**Tableau 4: Tableau récapitulatif des échantillons de la partie orientale (A. Houideg et M. Chegrouche, 2020).**

N°de l'échantillon	Md( $\Phi$ )	C ( $\Phi$ )	Md(mm)	C(mm)	Md( $\mu$ m)	C( $\mu$ m)
1	1,7	-0,1	0,31	1,07	307,79	1071,77
2	1,9	1,1	0,27	0,47	267,94	466,52
3	2,1	1,3	0,23	0,41	233,26	406,13
4	2,1	1,6	0,23	0,33	233,26	329,88
5	1,75	0,2	0,30	0,87	297,30	870,55
6	1,6	0,9	0,33	0,54	329,88	535,89
7	1,9	1,3	0,27	0,41	267,94	406,13
8	2	1,4	0,25	0,38	250,00	378,93
9	1,5	-0,3	0,35	1,23	353,55	1231,14
10	1,9	1,2	0,27	0,44	267,94	435,28
11	1,9	1,25	0,27	0,42	267,94	420,45
12	2,1	1,3	0,23	0,41	233,26	406,13
13	1,7	0,5	0,31	0,71	307,79	707,11
14	1,85	-0,7	0,28	1,62	277,39	1624,50
15	1,85	1,3	0,28	0,41	277,39	406,13
16	2,1	1,65	0,23	0,32	233,26	318,64
17	1,7	1	0,31	0,50	307,79	500,00
18	1,75	1	0,30	0,50	297,30	500,00

19	1,9	1,2	0,27	0,44	267,94	435,28
20	2,05	1,35	0,24	0,39	241,48	392,29
21	1,75	1,1	0,30	0,47	297,30	466,52
22	1,85	1,2	0,28	0,44	277,39	435,28
23	1,85	1,1	0,28	0,47	277,39	466,52
24	2,05	1,4	0,24	0,38	241,48	378,93
25	1,55	0,9	0,34	0,54	341,51	535,89
26	1,75	1	0,30	0,50	297,30	500,00
27	1,85	1,35	0,28	0,39	277,39	392,29
28	2,05	1,2	0,24	0,44	241,48	435,28



**Figure 23 : Le diagramme de Passega des échantillons de la partie orientale de la plage Sable d'Or**

Légende : T : Suspension pélagique, SR : Suspension uniforme, RQ : Suspension graduée sans roulement, PO : Suspension de fond et roulement, PQ : Transition entre transport par suspension graduée et roulement. ON : Roulement, Cu : Taille maximum des grains transportés par suspension homogène. Cr : Taille minimum des grains transportés par roulement. Cs : Taille maximum des grains transportés par suspension graduée

Les 28 échantillons étudiés de la partie orientale de la plage Sable d'Or sont réparties et cernés par des valeurs de Md entre 200 et 400 $\mu$ m et de C entre 300 et 1100 $\mu$ m.

Les échantillons localisés dans le segment QR (figure 23) ont été transportés par suspension graduée sans roulement. Il s'agit de sédiments de taille moyenne à fine mis en place suite au ralentissement des courants turbulents.

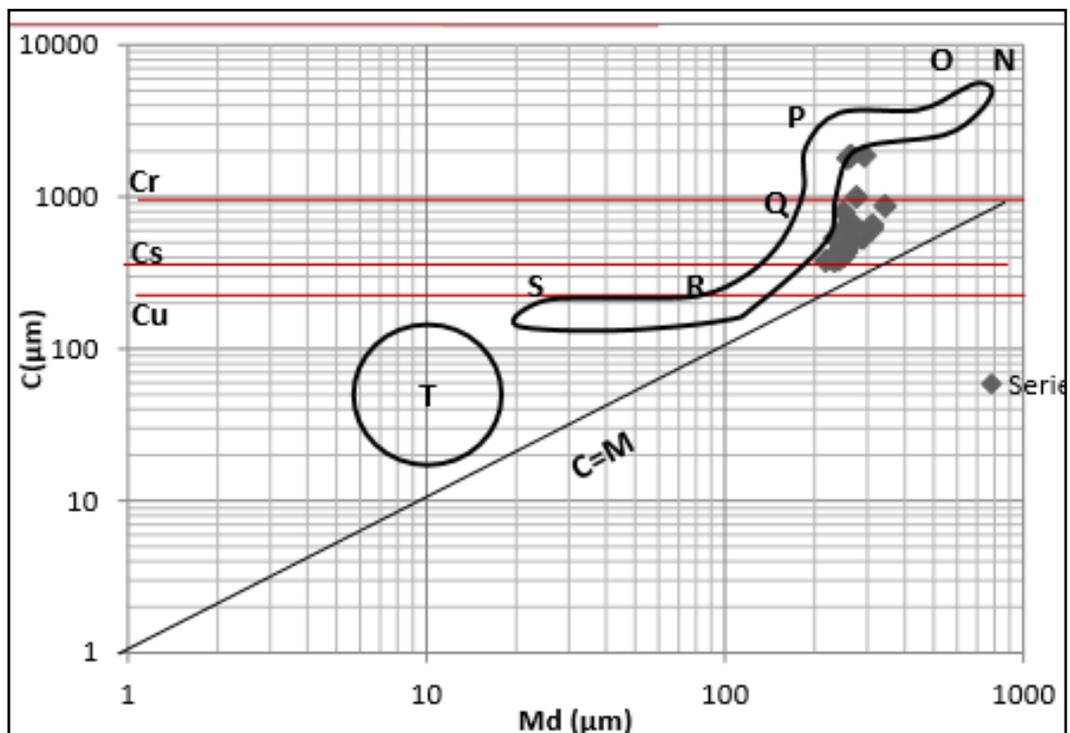
Les échantillons associés au segment PQ ont été transportés par suspension sur le fond avec roulement, ce qui correspond à la transition entre le transport par suspension graduée et le roulement. Il s'agit de sables assez grossiers transportés charriés sur le fond marins par des courants porteurs énergétiques.

## 2. La Partie occidentale :

**Tableau 5 : Tableau récapitulatif des échantillons de la partie occidentale (S. Bouakkaz et A. Rouigui, 2020)**

N° de l'échantillon	Md( $\Phi$ )	C ( $\Phi$ )	Md(mm)	C(mm)	Md( $\mu\text{m}$ )	C( $\mu\text{m}$ )
1	1,7	0,67	0,31	0,63	307,79	628,51
2	1,77	-0,9	0,29	1,87	293,21	1866,07
3	1,95	1,1	0,26	0,47	258,82	466,52
4	2	1,3	0,25	0,41	250,00	406,13
5	1,79	0,9	0,29	0,54	289,17	535,89
6	1,86	0	0,28	1,00	275,48	1000,00
7	1,97	1,2	0,26	0,44	255,25	435,28
8	2,05	1,37	0,24	0,39	241,48	386,89
9	1,54	0,2	0,34	0,87	343,89	870,55
10	1,69	0,71	0,31	0,61	309,93	611,32
11	1,93	1	0,26	0,50	262,43	500,00
12	2,11	1,39	0,23	0,38	231,65	381,56
13	1,68	0,62	0,31	0,65	312,08	650,67
14	1,92	-0,9	0,26	1,87	264,25	1866,07
15	2,05	1,3	0,24	0,41	241,48	406,13
16	2,09	1,38	0,23	0,38	234,88	384,22
17	2,1	1,33	0,23	0,40	233,26	397,77
18	1,79	0,88	0,29	0,54	289,17	543,37
19	2	1,1	0,25	0,47	250,00	466,52
20	1,92	0,55	0,26	0,68	264,25	683,02
21	2,05	1,2	0,24	0,44	241,48	435,28

22	2,2	1,4	0,22	0,38	217,64	378,93
23	2,08	0,9	0,24	0,54	236,51	535,89
24	1,95	-0,85	0,26	1,80	258,82	1802,50
25	2,09	1,25	0,23	0,42	234,88	420,45
26	2	0,32	0,25	0,80	250,00	801,07
27	1,81	0,79	0,29	0,58	285,19	578,34
28	2	0,7	0,25	0,62	250,00	615,57
29	2,12	1,35	0,23	0,39	230,05	392,29
30	2,1	0,9	0,23	0,54	233,26	535,89



**Figure 10 : Diagramme de passegea des échantillons pour la partie occidentale de la plage (R. Passega, 1964)**

Légende : T : Suspension pélagique, SR : Suspension uniforme, RQ : Suspension graduée sans roulement, PQ : Transition entre transport par suspension gradée et roulement. PO : Suspension de fond et roulement, ON : Roulement, Cu : Taille maximum des grains transportés par suspension homogène. Cr : Taille minimum des grains transportés par roulement. Cs : Taille maximum des grains transportés par suspension graduée

Les 30 échantillons étudiés de la partie occidentale de la plage Sable d'Or El Kala sont réparties et cernés dans les champs des valeurs suivants :

- ✓ Md [200 ; 400 µm] ;
- ✓ C [300 ; 1100 µm].

Les échantillons localisés dans le segment QR (figure 24) ont été transportés par suspension graduée sans roulement. Il s'agit de sédiments de taille moyenne à fine mis en place suite au ralentissement des courants turbulents.

Les échantillons associés au segment PQ ont été transportés par suspension sur le fond avec roulement, ce qui correspond à la transition entre le transport par suspension graduée et le roulement. Il s'agit de sables assez grossiers transportés charriés sur le fond marins par des courants porteurs énergétiques.

## B. Application du diagramme de Visher :

L'application de Test de Visher permet de définir les 3 modes de transport : Roulement, Saltation et Suspension des sédiments de chaque unité géomorphologique de la plage Sable d'Or (Estran, Plage et Dune).

Ces sables sont constitués d'un mélange de trois populations qui agissent différemment devant un courant porteur, et se comportent surtout en fonction de leur granularité obéissant à des lois dynamiques conformes (A. Degaichia, 2001, 2014).

### 1. La Partie occidentale

**Tableau 6 : Modalités de transport des sables de la plage sable d'Or**

Légende : 2 : Digue naturelle, 5 : La plage ,6: Zone de plongée, 7 : Zone de brisement, 8 : Zone de transition, 9 : La dune, 10 : Les courants de turbidités (voir Annexe 03)

Numéro d'échantillon	Charriages (%)	Saltations (%)	Suspensions (%)	D'après (G. S. Visher, 1969)	D'après (A. Degaichia, 2020)
E1	1,2	97,1	1,7	5,9	Bas estran
E2	02	7,50	90,50	2,10	Estran
E3	0,09	98,41	1,5	5,9	Arrière plage
E4	00,00	98,70	01,30	5,9	Dune
E5	0,6	59,4	40	8,10	Bas estran
E6	0,90	09,10	90	2,10	Estran
E7	1,2	98,15	0,65	5,9	Arrière plage
E8	00,00	98,70	01,30	5,9	Dune
E9	1,5	19,5	69	10,2	Bas estran
E10	0,60	02,40	97	10,2	Estran
E11	0,3	98,7	01	5,9	Arrière plage
E12	00,00	97,10	02,90	5,9	Dune
E13	0,5	99,5	00	5,9	Bas estran
E14	02,50	11,40	86,10	2,10	Estran
E15	2,1	96,7	1,2	5,9	Arrière plage
E16	00,00	97,90	02,10	5,9	Dune
E17	01	96,9	2,1	5,9	Bas estran
E18	5,5	94,5	00	5,7	Estran
E19	00,29	03,61	96,10	10,2	Arrière plage
E20	1,5	89,5	9	5,8	Dune
E21	2,2	95,6	2,2	9	Bas estran

E22	00,00	98	02,00	5,9	Estran
E23	24	73,5	2,5	5	Arrière plage
E24	2,2	7,3	90,5	2,10	Dune
E25	3,9	96,1	00	5,9	Bas estran
E26	1,3	95,5	03,2	5,9	Estran
E27	1,1	22,9	76	2,10	Arrière plage
E28	00,51	08,49	91	10,2	Dune
E29	02	95	03	5,9	Bas estran
E30	00,00	92	08	5,9	Estran

D'après les courbes tracées (voir Annexe 2) et le tableau 06 de la partie occidentale de la plage sable d'Or on distingue :

-La dominance des sables moyens à fins.

-La dominance de deux modes de transport « saltation (70%) et suspension (30%) ». Le transport par roulement est négligeable avec des pourcentages médiocres.

La caractérisation des modalités de transport dans chaque unité morphologique de la plage étudiée montre :

**Bas Estran :** Il est constitué par les échantillons E1, E5, E9, E13, E17, E21, E29. Le régime saltatif est dominant, tandis que les pourcentages des échantillons mobilisés par roulement et suspension sont généralement négligeables. Les échantillons étudiés sont caractérisés par 2 populations de saltations suite aux mouvements rythmiques des vagues (Swash & Back-wash), sauf pour les échantillons E17, E21, E29 qui présentent une seule population de saltation.

Les sables de taille moyenne sont très bien classés et se mobilisent par un courant saltatif dominant, tandis que la population des sables fins est transportée en suspension.

**Estran :** Il est constitué des échantillons E2, E6, E10, E14, E18, E22, E26 et E30 qui sont caractérisés par le mode de transport en suspension et des pourcentages faibles de saltation dans la majorité des échantillons, ainsi que des pourcentages médiocres de roulement.

**Arrière Plage :** D'après les courbes tracées « Voir annexe 2 », les échantillons E3, E7, E11, E15, E19 E23 et E27 se mobilisent par saltation. Les pourcentages de la suspension et du roulement sont généralement faibles. Les échantillons E3, E11, sont présentés par deux populations de saltation et le reste des échantillons par une seule population. Ces sables sont très bien classés à grains moyens à fins.

**Dune :** Les échantillons E4, E8, E12, E16, E20, E24 et E28 sont caractérisés par une seule population de saltation. Le régime de transport saltatif est dominant avec des phases sporadiques de mobilisation en suspension. Il s'agit de sables bien classés à texture moyenne à fine.

## 2. La Partie orientale

**Tableau 7 : Modalités de transport des sables de la plage sable d'Or**

Légende : 2 : Digue naturelle, 5 : La plage ,6: Zone de plongée, 7 : Zone de brisement, 8 : Zone de transition, 9 : La dune, 10 : Les courants de turbidités (voir Annexe 03)

Numéro d'échantillon	Charriages (%)	Saltations (%)	Suspensions (%)	D'après (G. S. Visher, 1969)	D'après (A. Degaichia, 2020)
E1OR	2.4	49.6	48	8,10	Bas estran
E2OR	0,5	98,9	0,6	5	Estran
E3OR	0.1	98,4	1,5	5,9	Arrière plage
E4OR	02	97	01	5,9	Dune
E5OR	24	76	00	3,5, 6,7	Bas estran
E6OR	5	4	91	2, 10	Estran
E7OR	00	20	80	2, 10	Arrière plage
E8OR	03	97	00	5	Dune
E9OR	03	11	86	2, 10	Bas estran
E10OR	0.3	1.7	98	2, 10	Estran
E11OR	2.5	97,5	00	5	Arrière plage
E12OR	18	78,9	3,1	3,5	Dune
E13OR	8,5	8	83,5	10	Bas estran
E14OR	0.9	3.1	96	2, 10	Estran
E15OR	00	74	26	8	Arrière plage
E16OR	1,8	90,2	8	5	Dune
E17OR	00	46	54	8,10	Bas estran
E18OR	08	92	00	5	Estran
E19OR	00	99	01	5,9	Arrière plage
E20OR	00	85	15	8	Dune
E21OR	0,3	98.6	1.1	5,9	Bas estran
E22OR	0.3	75.7	24	8	Estran
E23OR	0.7	96,3	03	5,9	Arrière plage
E24OR	00	97.5	2,5	5, 9	Dune
E25OR	05	92	03	5	Bas estran
E26OR	0.1	3.4	96.5	2,10	Estran
E27OR	0,6	98,42	0,98	5,9	Arrière plage
E28OR	00	48	52	8,10	Dune

D'après les courbes tracées (voir Annexe 01) et le tableau 07 de Visher pour la partie orientale de la plage Sable d'Or, on distingue :

-La dominance des sables moyens à fins.

-La dominance de deux modes de transport «saltation 67% et suspension 32% ». Le transport par roulement est négligeable avec des pourcentages médiocres.

La caractérisation du mode de transport pour chaque unité morphologique de la plage étudiée montre :

**Bas estran** : Il est constitué par les échantillons E1Or, E5Or, E9Or, E13Or, E17Or, E21Or et E25Or.

Le régime saltatif et la mobilisation par suspension sont dominants, tandis que les pourcentages des

échantillons trainés par roulement sont négligeables. Les échantillons étudiés sont caractérisés par une seule population de saltation, sauf les échantillons E1Or et E9Or qui présentent 2 populations de saltations suite aux mouvements rythmiques des vagues (Swash & Back-wash).

Les sables de taille moyenne sont très bien classés et se mobilisent par un courant saltatif dominant qui alterne avec un régime en suspension qui mobilise la population des sables fins.

**Estran** : Il est constitué par les échantillons E2Or, E6Or, E10Or, E14Or, E18Or, E22Or, E26Or qui sont caractérisés par le mode de transport en suspension et des pourcentages variables de saltation dans la majorité des échantillons, ainsi que des pourcentages médiocres de roulement.

**Arrière plage** : D'après les courbes tracées «voir Annexes 01» les échantillons E3Or, E7Or, E11Or, E15 Or, E19Or, E23Or et E27Or se mobilisent par saltation. Les pourcentages de la suspension et du roulement sont généralement faibles. Les échantillons E3Or et E23Or sont présentés par deux populations de saltation et le reste des échantillons par une seule population de saltation Ces sables à grains moyens à fins sont très bien classés.

**Dune** : Les échantillons E4Or, E8Or, E12Or, E16Or, E20Or, E24Or, E28Or sont caractérisés par une seule population. Le régime saltatif est dominant avec des phases sporadiques de mobilisation en suspension. Il s'agit de sables bien classés à texture moyenne à fine.

## VI. COMPARAISON DES RÉSULTATS

### A. La Partie orientale

**Tableau 8 : Modalités de transport et dynamique sédimentaire des sables de la plage d'Or de la partie orientale (G.S. Visher, 1969; R. Passega, 1964; A. Degaichia, 2020)**

Numéro d'échantillon	Charriage (%)	Saltation (%)	Suspension (%)	D'après (G. S. Visher, 1969)	D'après (A. Passega, 1964)	D'après (A. Degaichia, 2020)
E1OR	2.4	49.6	48	8,10	Courant de roulement	Bas estran
E2OR	0,5	98,9	0,6	5	Courant de roulement	Estran
E3OR	0.1	98,4	1,5	5,9	Courant de suspension graduée	Arrière plage
E4OR	02	97	01	5,9	Courant de suspension graduée	Dune
E5OR	24	76	00	3,5, 6,7	Courant de roulement	Bas estran
E6OR	5	4	91	2, 10	Courant de roulement	Estran
E7OR	00	20	80	2, 10	Courant de roulement	Arrière plage

E8OR	03	97	00	5	Courant de suspension graduée	Dune
E9OR	03	11	86	2, 10	Courant de roulement	Bas estran
E10OR	0.3	1.7	98	2, 10	Courant de roulement	Estran
E11OR	2.5	97,5	00	5	Courant de roulement	Arrière plage
E12OR	18	78,9	3,1	3,5	Courant de roulement	Dune
E13OR	8,5	8	83,5	10	Courant de roulement	Bas estran
E14OR	0.9	3.1	96	2, 10	Courant de roulement	Estran
E15OR	00	74	26	8	Courant de roulement	Arrière plage
E16OR	1,8	90,2	8	5	Courant de suspension graduée	Dune
E17OR	00	46	54	8,10	Courant de roulement	Bas estran
E18OR	08	92	00	5	Courant de roulement	Estran
E19OR	00	99	01	5,9	Courant de roulement	Arrière plage
E20OR	00	85	15	8	Courant de suspension graduée	Dune
E21OR	0,3	98.6	1.1	5,9	Courant de roulement	Bas estran
E22OR	0.3	75.7	24	8	Courant de roulement	Estran
E23OR	0.7	96,3	03	5,9	Courant de roulement	Arrière plage
E24OR	00	97.5	2,5	5, 9	Courant de suspension graduée	Dune
E25OR	05	92	03	5	Courant de roulement	Bas estran
E26OR	0.1	3.4	96.5	2,10	Courant de roulement	Estran
E27OR	0,6	98,42	0,98	5,9	Courant de suspension graduée	Arrière plage
E28OR	00	48	52	8,10	Courant de roulement	Dune

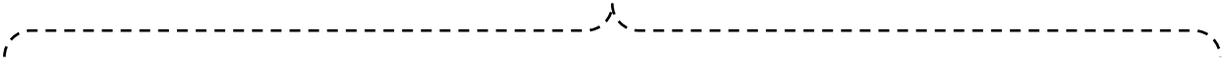
## B. La Partie occidentale :

**Tableau 9 : Modalités de transport et dynamique sédimentaire des sables de la plage d'Or de la partie occidentale (G.S. Visher, 1969; R. Passega, 1964; A. Degaichia, 2020)**

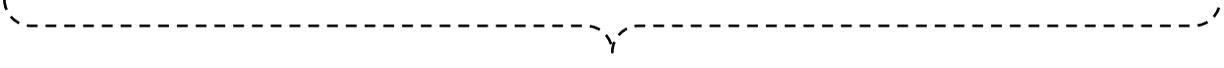
Numéro d'échantillon	Charriages (%)	Saltations (%)	Suspensions (%)	D'après (G. S. Visher, 1969)	D'après (A. Passega, 1964)	D'après (A. Degaichia, 2020)
E1	1,2	97,1	1,7	5,9	Courant de roulement	Bas estran
E2	02	7,50	90,50	2,10	Courant de roulement	Estran
E3	0,09	98,41	1,5	5,9	courant de roulement	Arrière plage
E4	00,00	98,70	01,30	5,9	Courant de roulement	Dune
E5	0,6	59,4	40	8,10	Courant de roulement	Bas estran
E6	0,90	09,10	90	2,10	Courant de roulement	Estran
E7	1,2	98,15	0,65	5,9	Courant de roulement	Arrière plage
E8	00,00	98,70	01,30	5,9	Courant de roulement	Dune
E9	1,5	19,5	69	10,2	Courant de roulement	Bas estran
E10	0,60	02,40	97	10,2	Courant de roulement	Estran
E11	0,3	98,7	01	5,9	Courant de roulement	Arrière plage
E12	00,00	97,10	02,90	5,9	Courant de suspension graduée	Dune
E13	0,5	99,5	00	5,9	Courant de roulement	Bas estran
E14	02,50	11,40	86,10	2,10	Courant de roulement	Estran
E15	2,1	96,7	1,2	5,9	Courant de roulement	Arrière plage
E16	00,00	97,90	02,10	5,9	Courant de suspension graduée	Dune
E17	01	96,9	2,1	5,9	Courant de suspension graduée	Bas estran
E18	5,5	94,5	00	5,7	Courant de roulement	Estran
E19	00,29	03,61	96,10	10,2	Courant de roulement	Arrière plage
E20	1,5	89,5	9	5,8	Courant de roulement	Dune

E21	2,2	95,6	2,2	9	Courant de roulement	Bas estran
E22	00,00	98	02,00	5,9	Courant de suspension graduée	Estran
E23	24	73,5	2,5	5	Courant de roulement	Arrière plage
E24	2,2	7,3	90,5	2,10	Courant de roulement	Dune
E25	3,9	96,1	00	5,9	courant de roulement	Bas estran
E26	1,3	95,5	03,2	5,9	Courant de roulement	Estran
E27	1,1	22,9	76	2,10	Courant de roulement	Arrière plage
E28	00,51	08,49	91	10,2	Courant de roulement	Dune
E29	02	95	03	5,9	courant de suspension graduée	Bas estran
E30	00,00	92	08	5,9	Courant de roulement	Estran

D'après les résultats obtenus des différents diagrammes de Visher et Passega et les observations de terrain (A. Degaichia, 2020), on observe une similarité dans le comportement dynamique des échantillons des deux rives de la plage Sables d'Or dans chaque unité morphologique et des réponses analogues aux modes de transport et de dépôt.



CONCLUSION



## CONCLUSION

L'application des deux diagrammes de Passega et Visher a permis de déterminer la dynamique de transport des sédiments côtiers des différentes unités morphologiques de la plage Sable d'Or.

D'après le diagramme de Passega, on distingue que la dynamique des sables côtiers dans la partie orientale et occidentale agit de la même manière par des processus de transport analogues. De l'estran vers la dune, les sables des unités morphologiques étudiées sont transportés par des courants de roulement qui alternent avec un régime en suspension graduée.

L'application de diagramme de Visher montre une réponse similaire aux agents de transport des sables côtiers de la plage Sable d'Or et nous renseigne de la prédominance de deux modes de transport « saltation et suspension » agissant en fonction de la turbulence et la granulométrie des sédiments.

Les diagrammes de Passega et Visher indique que les courants porteurs mobilisent des sables moyens à fins, très bien classés à bien classés et parfois assez bien classés.

## BIBLIOGRAPHIE

**Affoun, S. (2006).** Ressources en eaux, mobilisation et utilisation dans le bassin versant de la Mafragh,(El Tarf, NE de l'Algérie). Thèse de Magistère. 38 Tab.-51 Fig.-187p.

**Aoun Sebaiti , B. (2010).** Gestion optimisée des ressources en eau d'une nappe côtière: application à la plaine d'Annaba (Nord-est Algérien) (Doctoral dissertation, Lille 1, 211p).

**B.E.I.C.I.P, (1969),** Etude géologique du permis BOU-ABED, SONATRACH, Texte, Ref. 30 054.

**Benyacoub et al .( 1998).** DES FORETS,D.G.(2003).Réserve Intégrale du Lac Tonga,Wilaya d'El Taref.

**Bossière, G. (1976).** Sur un gisement de péridotite découvert dans le massif cristallophyllien de l'Edough (Annaba, Algérie).

**Bouakkaz , S., Rouigi, A .( 2020).** Dynamique et évolution sédimentaire des sables côtiers de la partie occidentale de la plage Sables d'Or du Lac Mellah « El Kala, NE de l'Algérie » ».Mémoire de Master en Environnement Sédimentaire, univ Tébessa,83 p.

**Brunel, M ., Gleizes, G ., Bouloton, J ., Bossière,G,& Collomb,P . (1988).** Données lithologiques et pétro-structurales nouvelle sur le massif cristallophyllien de l'Edough ( Est-Algérien). Comptes rendus de l'Académie des sciences, Serie 2,Mécanique,Physique,Chimie,Sciences de l'univers,Sciences de la terre ,306(14),1001-1008.

**Caby,R.,& Hammor,D .(1992).**Le massif cristallin de l'Edough (Algérie) : un Métamorphic Core Complex d'âge Miocène dans les Maghrébides.Compte rendus de l'Académie Des Sciences de l'univers, Sciences de la Terre , 314(8),829-835.

**De La Vega, L.C.,Favennec, J .,Gallego-Fernandez ,J .,et Pascual Vidal, C.(eds) (2012).** *.Consevation des dunes cotieres. Restauration et gestion durables en Méditerranée occidentale.*

**Degaichia, A. & Salhi, N. (2013).** Introduction à l'étude granulométrique des sables de la plage du golfe de Bône (Annaba).*Conférence : 3ème Colloque International "Les Géosciences au Service du Développement Durable". 10p.*

**Degaichia, A. (2001).** Aspects sédimentologique du dépôt mio-plio-quadernaire de la zone avoisinante au barrage de Foum el khangha (sedrata, NE de l'Algérie). *Thèse de Magistère*, 176p.

**Degaichia, A. (2014).** Sédimentologie et paléoenvironnements des sédiments du Pliocène du fossé

d'effondrement de Tébessa et ses abords (Atlas Saharien oriental, ne de l'Algérien). *Thèse de Doctorat*.

**Durand-Delga, M . (1969)**. Mise au point sur la structure du nord –est de la Berbérie Publ Service Carte géol.Algerie, NS , Bull.Soc.Géol.fr,13(7),328-337.

**Gouget, L .(2018)**.*Guide de gestion des dunes et des plages associées*. Quae .

**Guerfi, S. (2016)**. Sédimentologie et dynamique sédimentaire des sables côtiers de la rive occidentale de l'Oued Mafragh (El Tarf, NE de l'Algérie,80p .

**Hilly, J .(1962)** . Etude géologique du massif de l'Edough et du cap de Fer( Est constantinois).Thèse de Doctorat d'Etat en science de nature ,Nancy, France.408p.

**Houbrechts, G., Hallot, E ., Levecq, Y., Denis , A.C., Van Campenhot , J., Peeters, .A., & Petit, F .(2013)**. Image CM de Passega des rivières ardennaises. *Bulletin de la Société géographique de la Liège* 61:37-68.

**Houideg, A., Chegrouche, M. (2020)**. Dynamique et évolution sédimentaire des sables côtiers de la partie orientale de la plage Sables d'Or du Lac Mellah « El Kala, NE de l'Algérie ».Mémoire de Master en *Environnement Sédimentaire, univ Tébessa,71p*.

**Ilavsky, J., & Snopkova, P. (1987)**. Découverte d'acritarches paléozoïques dans les terrains métamorphiques de l'Edough (Wilaya d'Annaba, Algérie). Comptes rendus de l'Académie des sciences. Série 2, Mécanique, Physique, Chimie, Sciences de l'univers, Sciences de la Terre, 305(10), 881-884.

**Joleaud, L. (1936)**. Étude géologique de la région de Bône et de La Calle... Imp. La Typo-litho & J.Carbonel.

**Marre, A. (1987)**. Etude géomorphologique du tell oriental Algérien de Collo à la frontière Tunisienne (Doctoral dissertation, Université de Provence. Faculté des lettres et sciences humaines).

**Masri ,T. ( 2016)**. Sédimentologie et dynamique sédimentaire des sables côtiers de la rive orientale de l'oued Mafragh (El Tarf, NE de l'Algérie).*Mémoire de Master en Environnement Sédimentaire , univ Tébessa*.

**Moussu, H. (1954)**. Des monts de la CHEFFIA ( EST – CONSTANTINOIS ) Par Bulletin-service de la carte géologique de l'Algérie.

**Nouacer, R. (1993).** Essai de synthèse des caractéristiques hydrogéologiques et hydrochimiques de la nappe du massif dunaire de Bouteldja (Doctoral dissertation, Thèse de Magister de l'Université de Annaba, Algeria).

**Paskoff, R. (1998).** La crise des plages : pénurie de sédiments. *Mappemonde*, 52 (4), 11-15.

**Passega, R. (1964).** Grain size representation by CM patterns as a geologic tool. *Journal of Sedimentary Research*, 34(4), 830-847.

**Peel, M. C., Finlayson, B. L., & McMahon, T. A. (2007).** Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification.

**Raoult, J. F., & JF, R. (1974).** GEOLOGIE DU CENTRE DE LA CHAÎNE NUMIDIQUE (NORD DU CONSTANTINOIS, ALGERIE. Société géologique de France.

**Saaidia, B., Chaab, S. (1992).** Modélisation de la Nappe d'Annaba (Zone des salines). In Séminaires national des Sciences de la Terre.

**Trentième session comité .2018.** Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction, l'exploitation de l'anguille en ALGERIE (CNDRPA-2018).

**Vila, J. M. (1980).** La chaîne alpine d'Algérie orientale et des confins algéro-tunisiens (Doctoral dissertation, Thèse de Doctorat en Science Université de Paris VI, France. 655p).

**Visher, G. S. (1969).** Grain size distributions and depositional processes: Jour. Sed. *Petrology*

**Wildi, W.(1980).**, La chaîne tello-rifaine (Algérie, Maroc, Tunisie): structure, stratigraphie et évolution du Trias au Miocène. *Revue de géographie physique et de géologie dynamique*, 24(3), 201-297.

### **Webographie**

plagesalgérie.jimdofree.com , plage Sable d'Or el-KALA

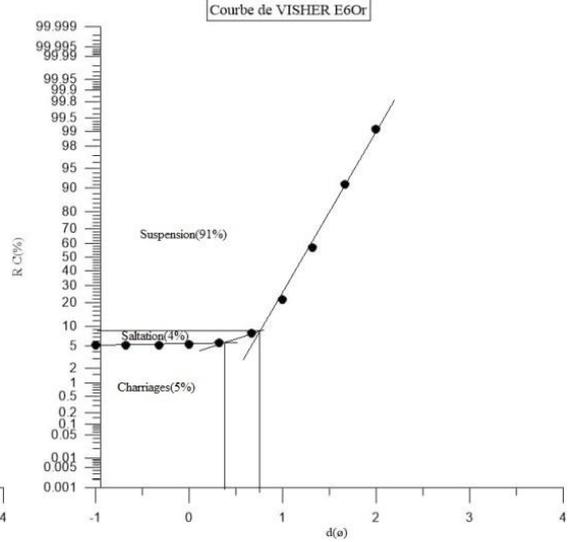
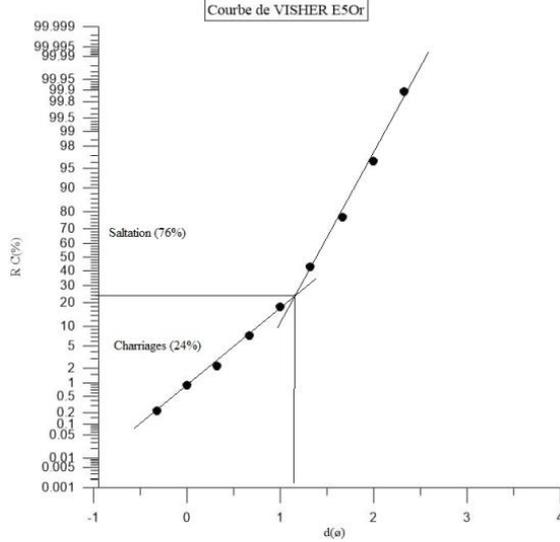
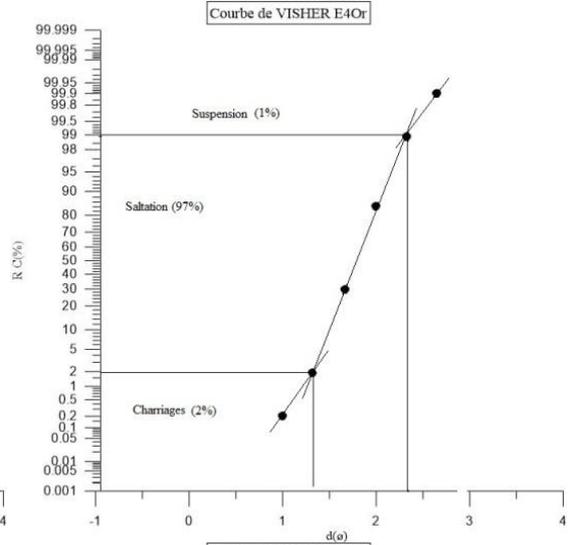
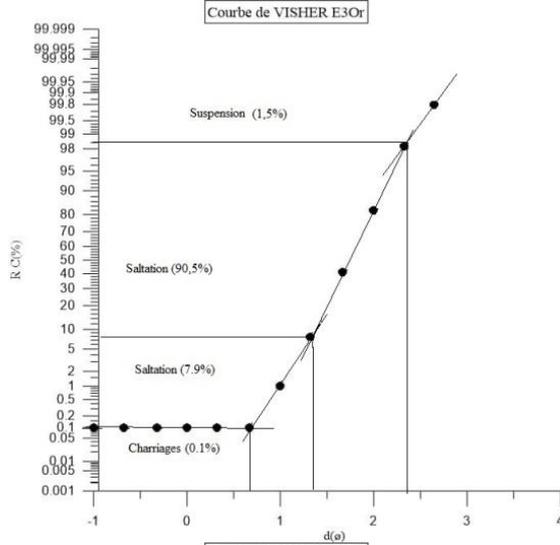
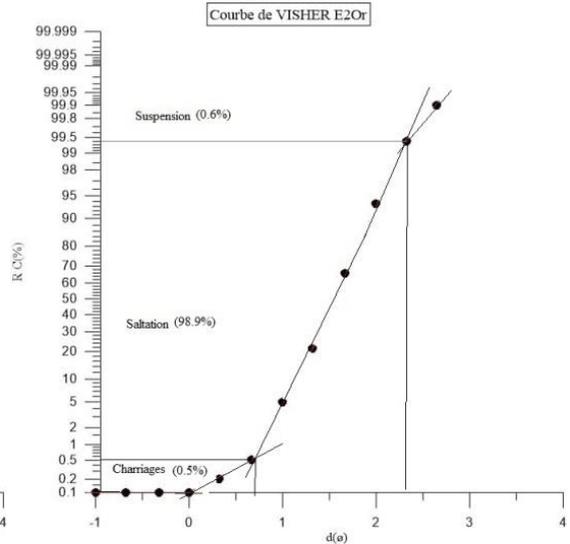
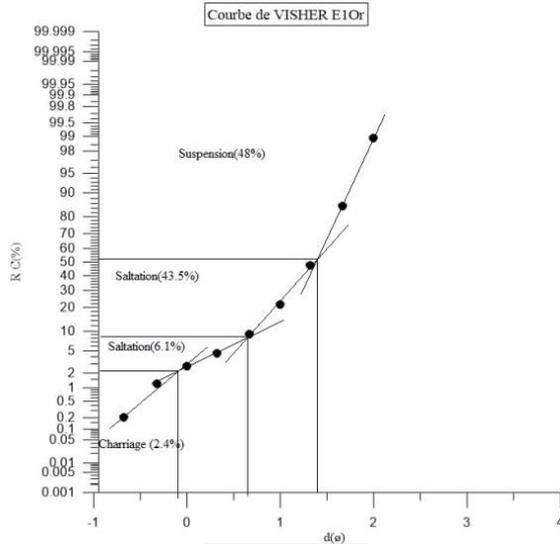
[www.meteoblue.com](http://www.meteoblue.com) , climat d'El Tarf.

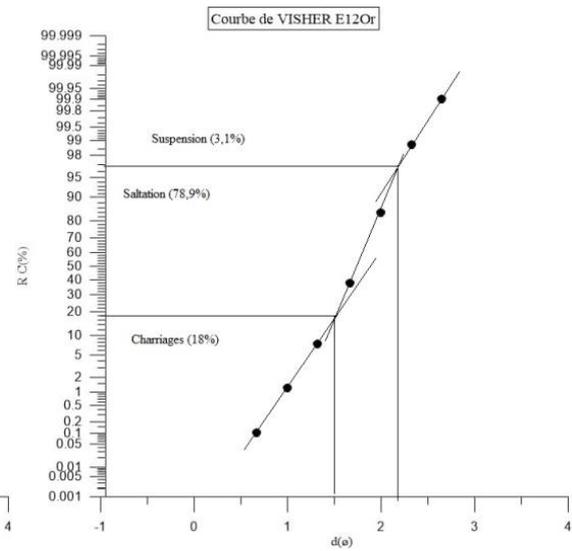
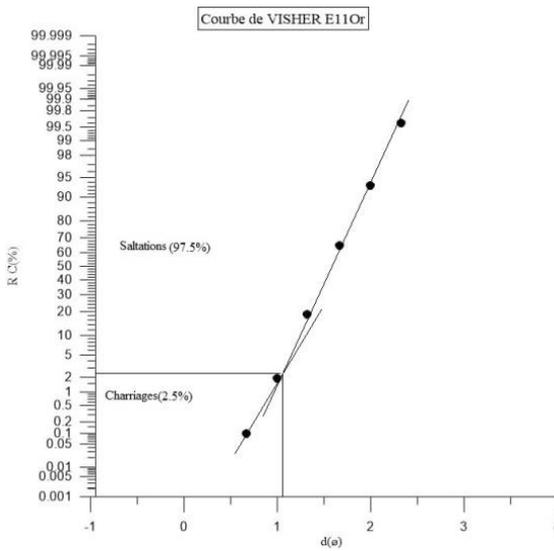
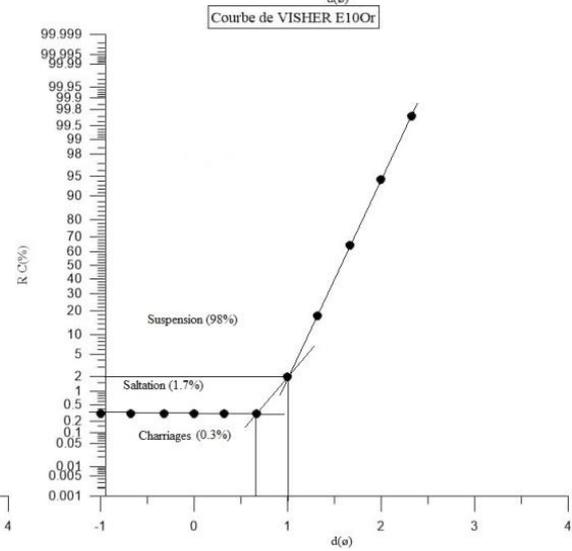
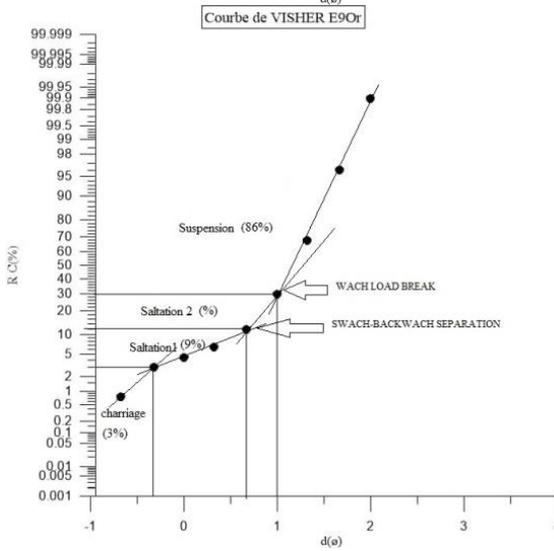
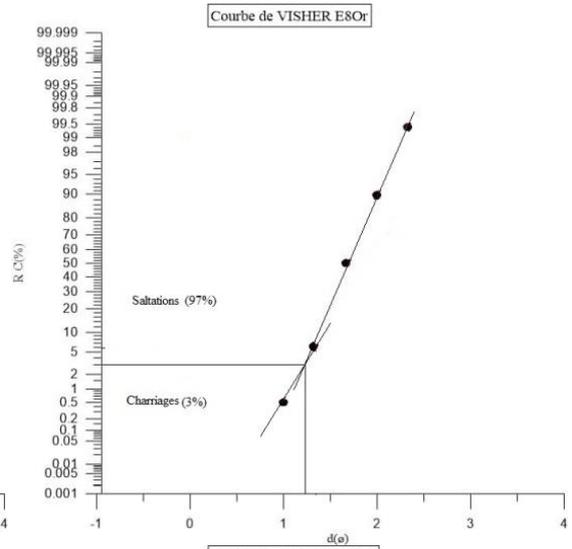
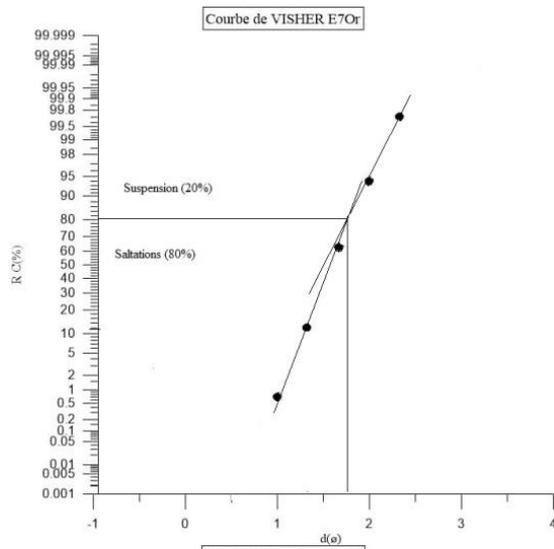
Climate Data . org, Algérie ElTaref .

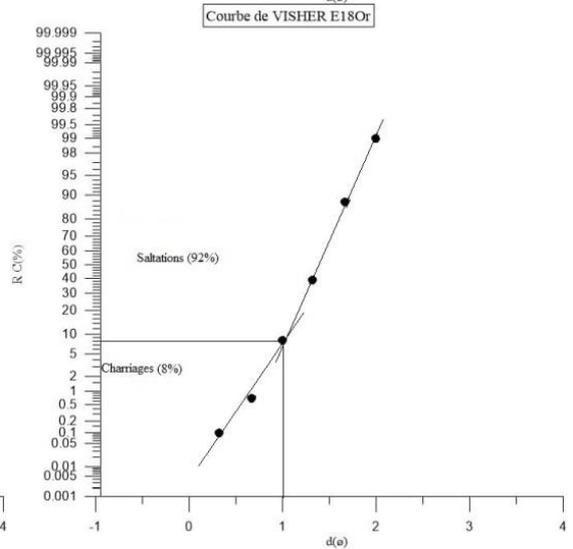
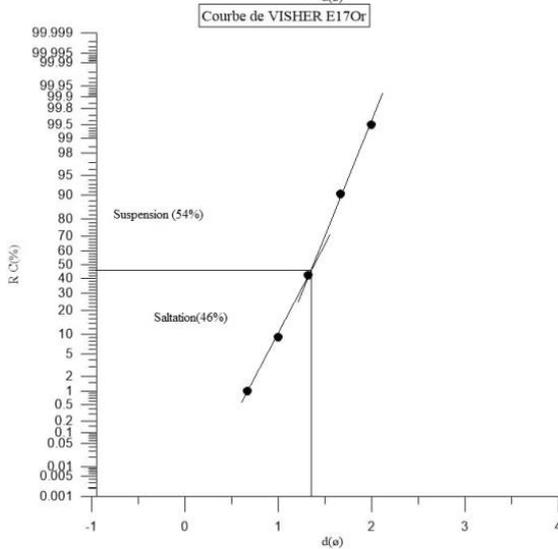
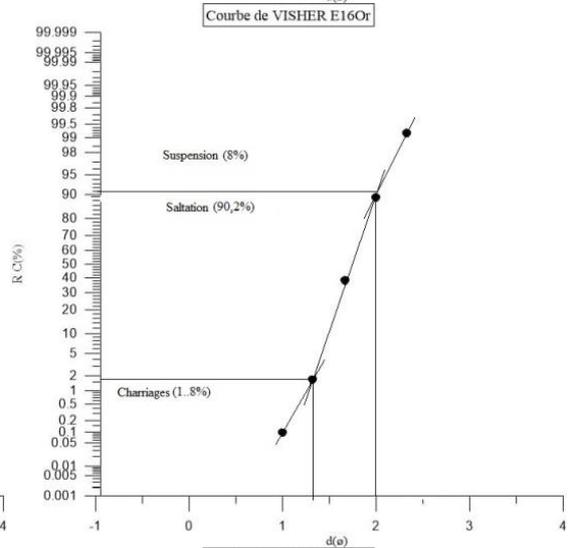
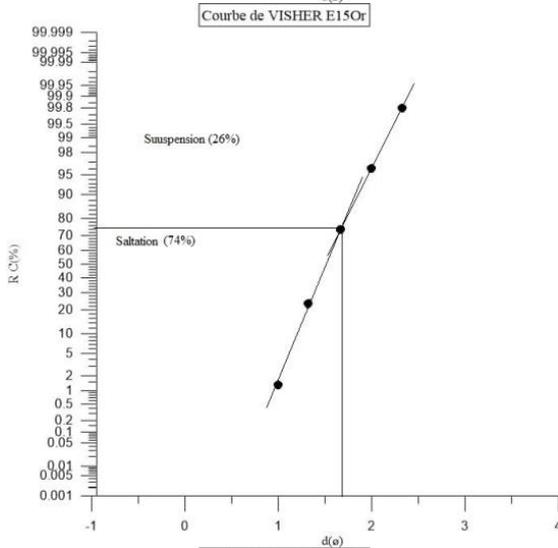
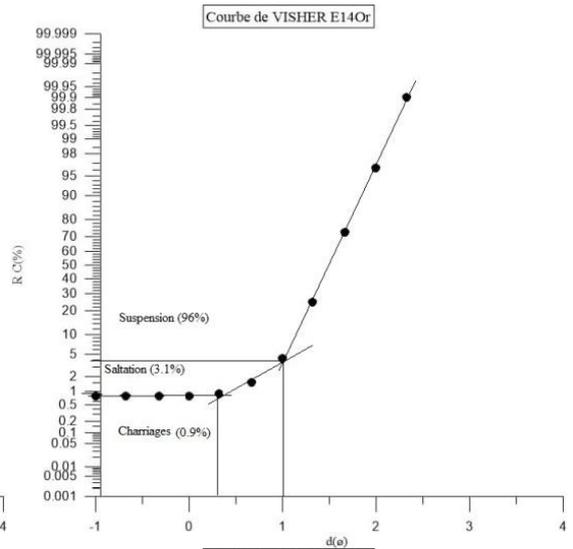
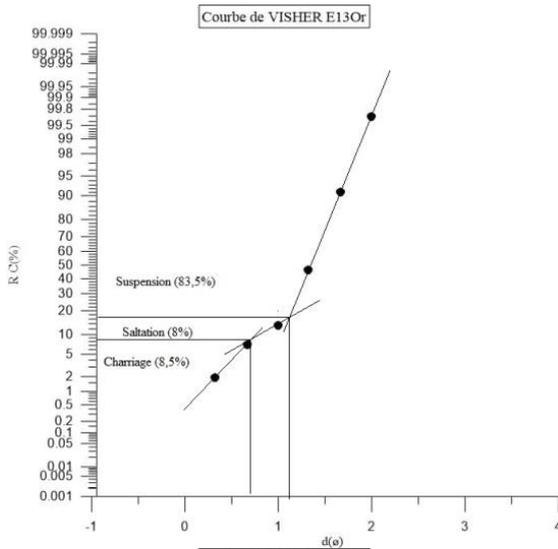
fr .weatherspark.com , climat d'El Tarf.

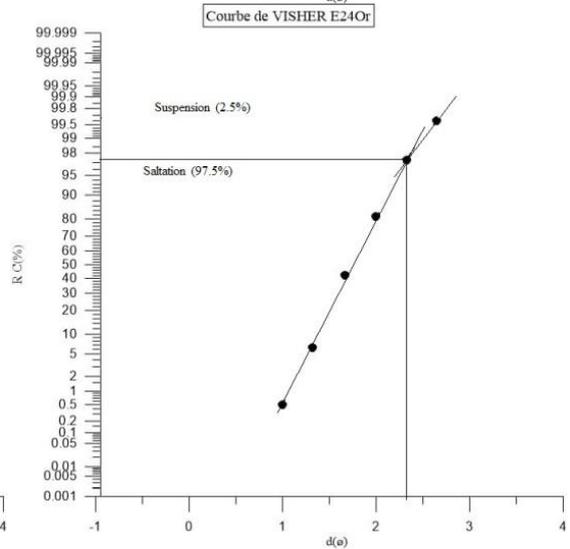
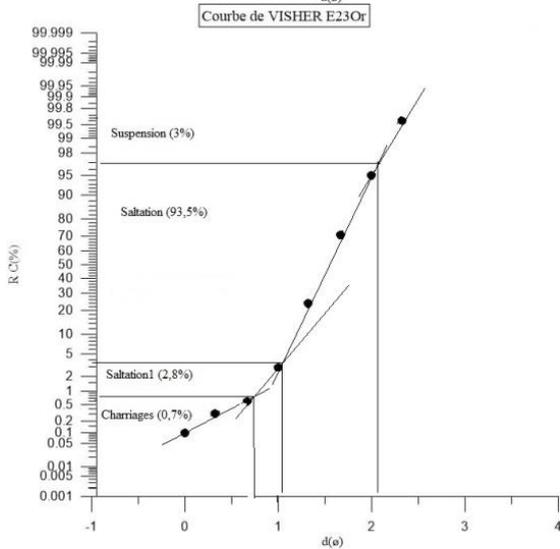
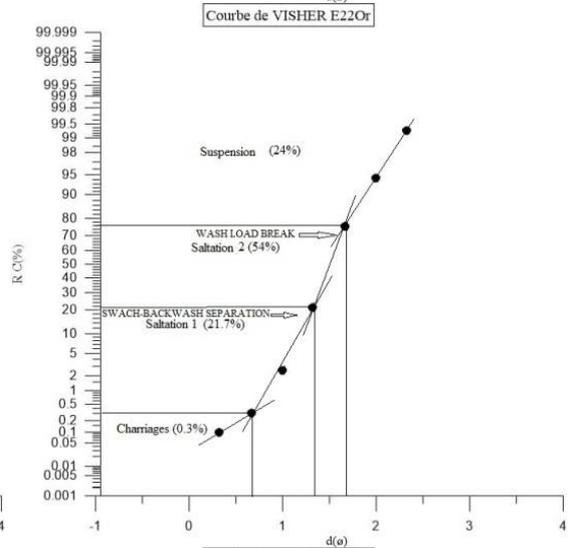
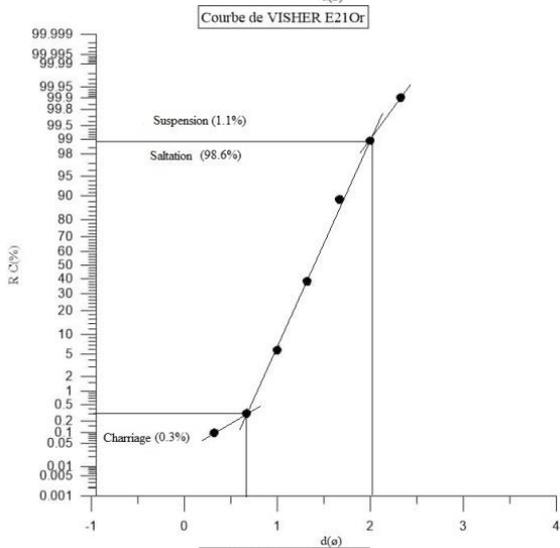
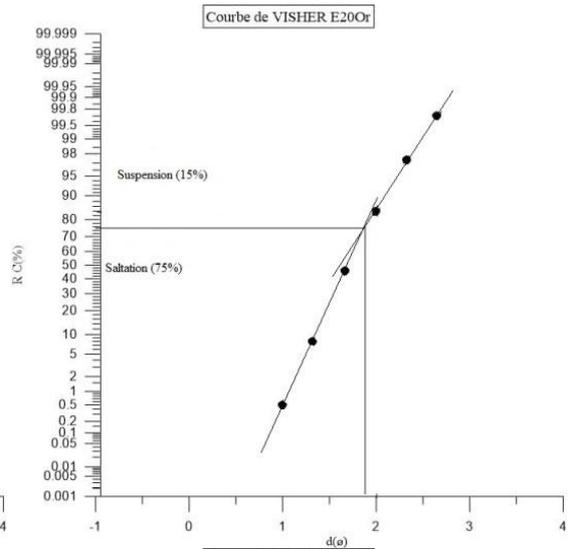
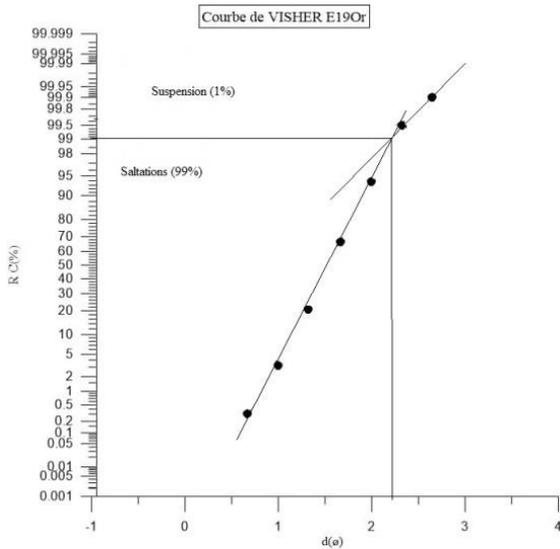
\*<http://wwwg.ac.be/geolsed/sedim/lexique.htm>

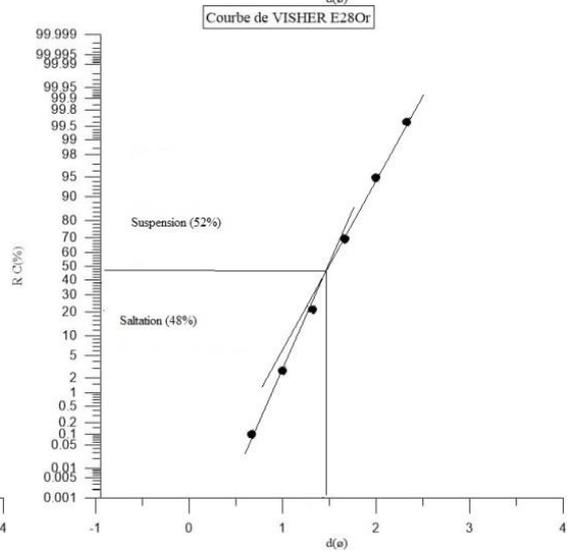
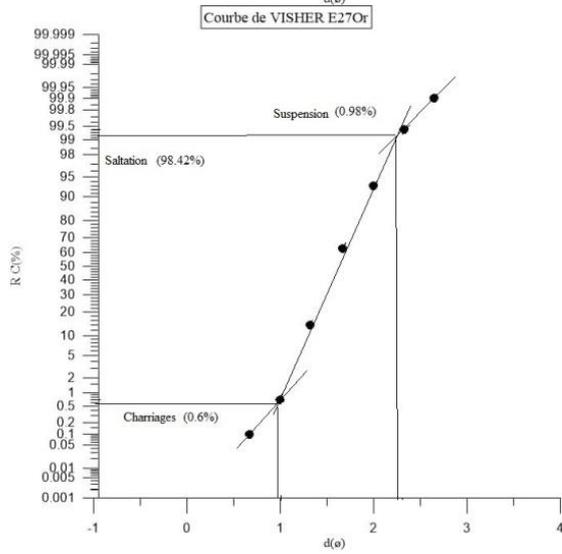
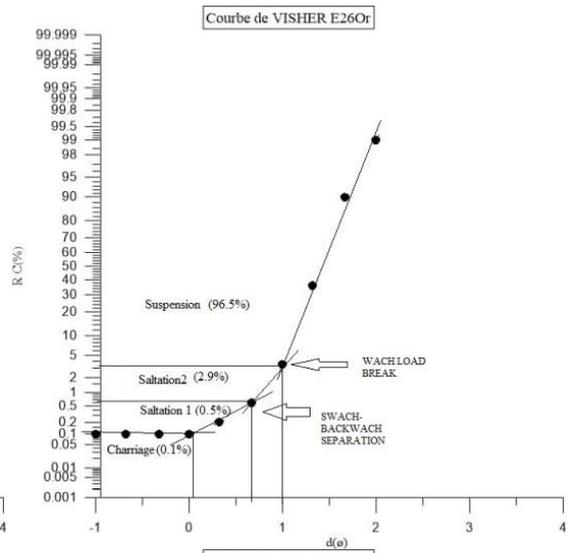
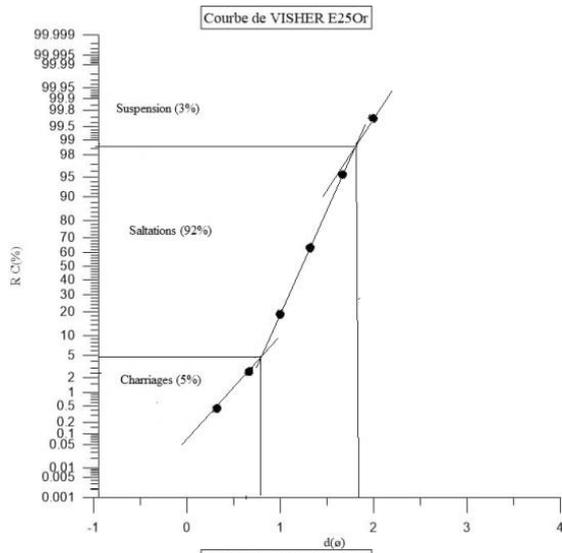
# Annexes 01: Diagrammes de Visser (Partie orientale)



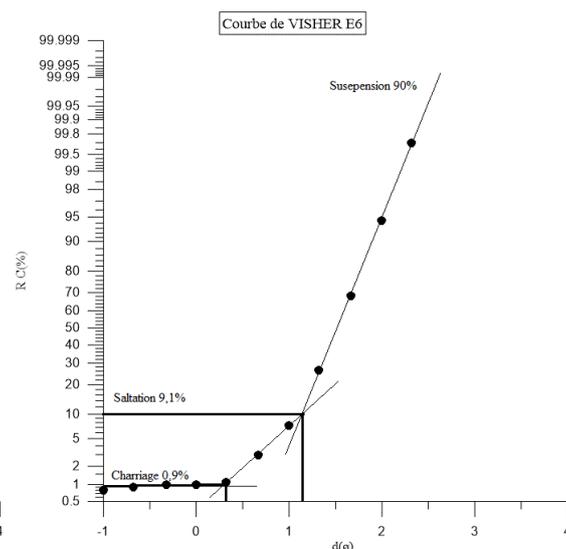
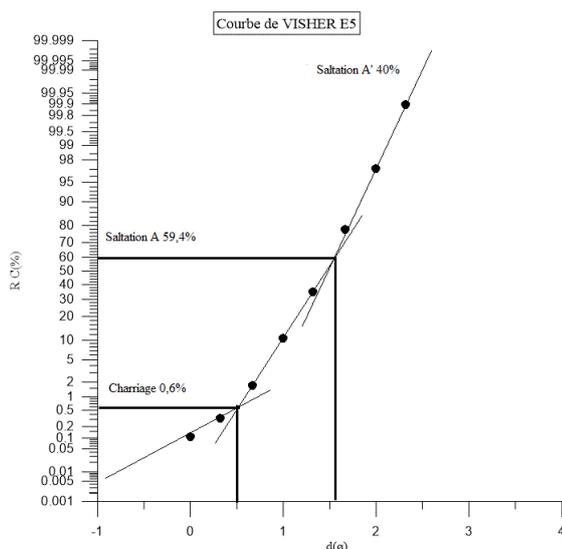
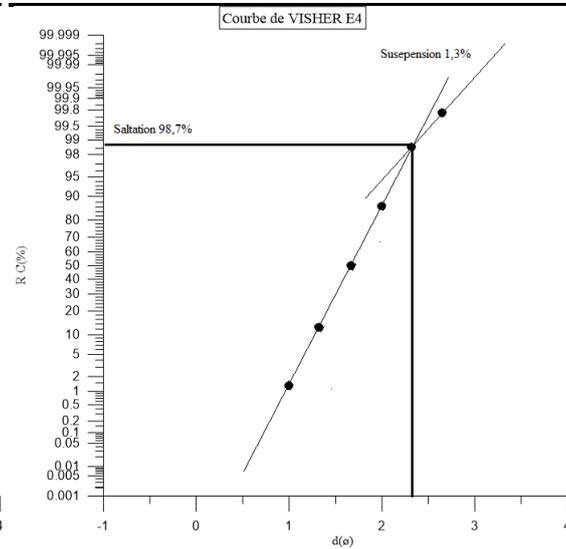
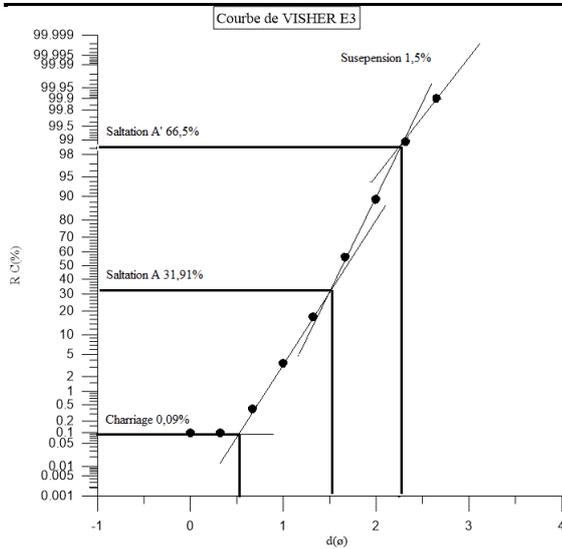
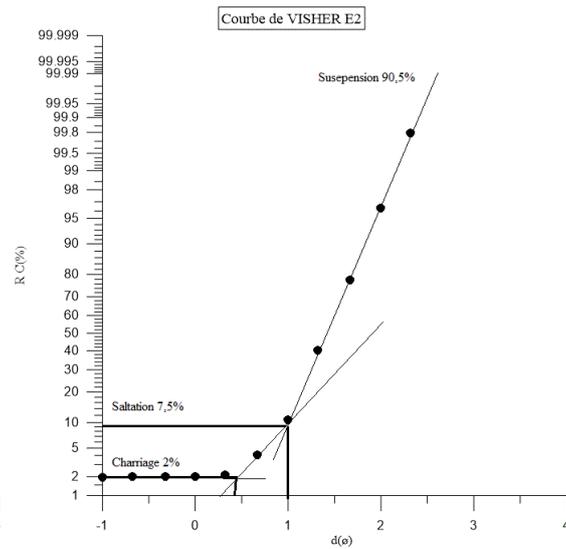
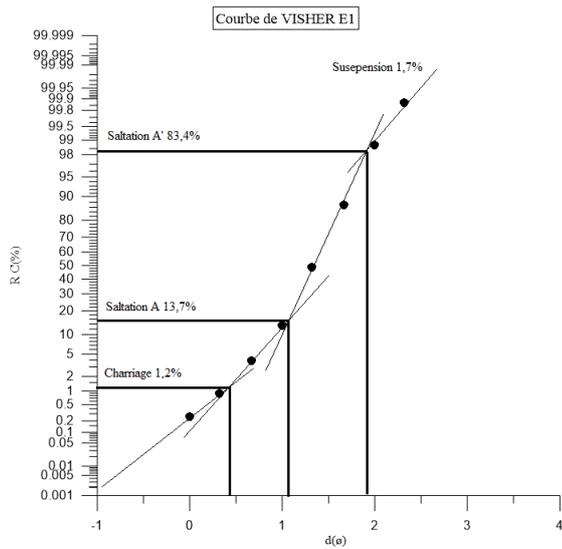


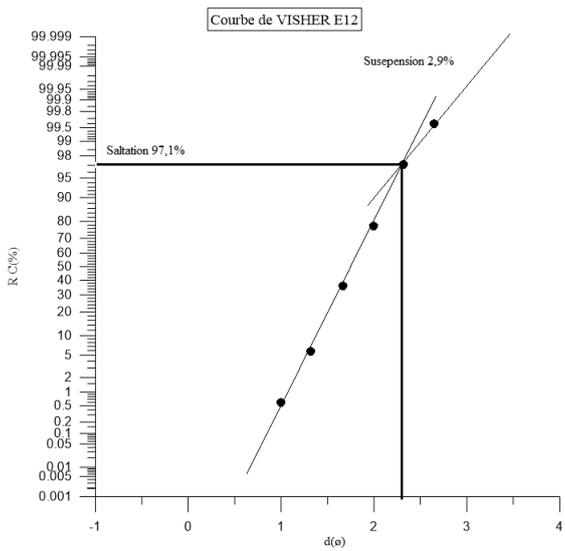
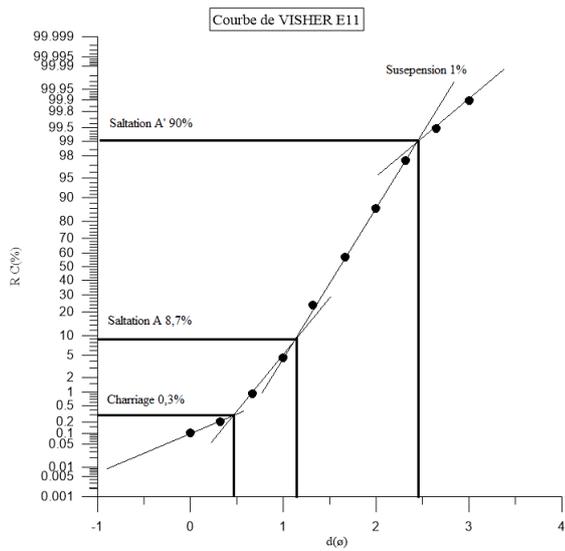
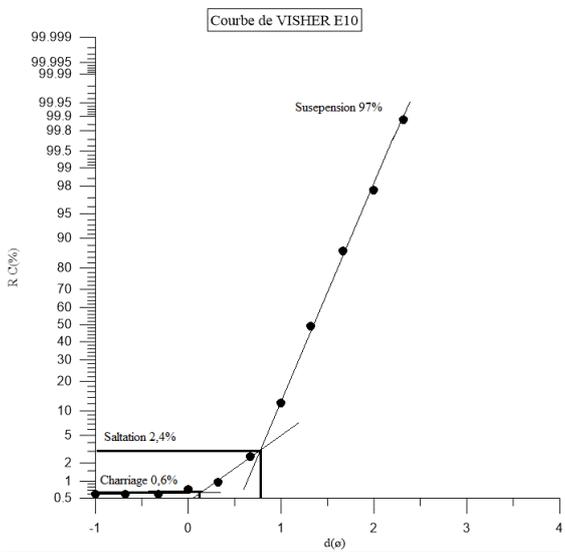
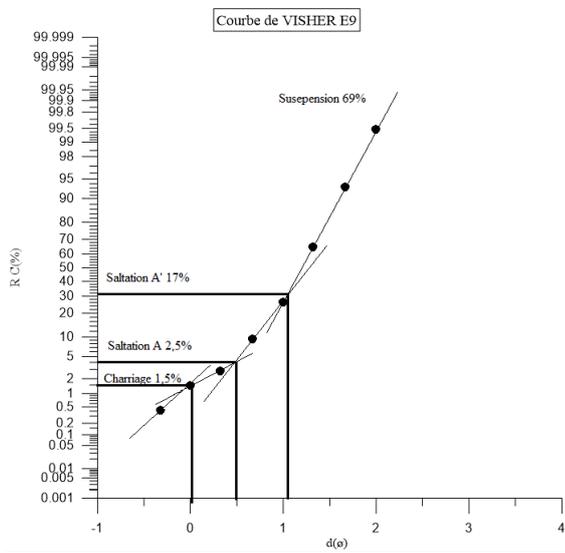
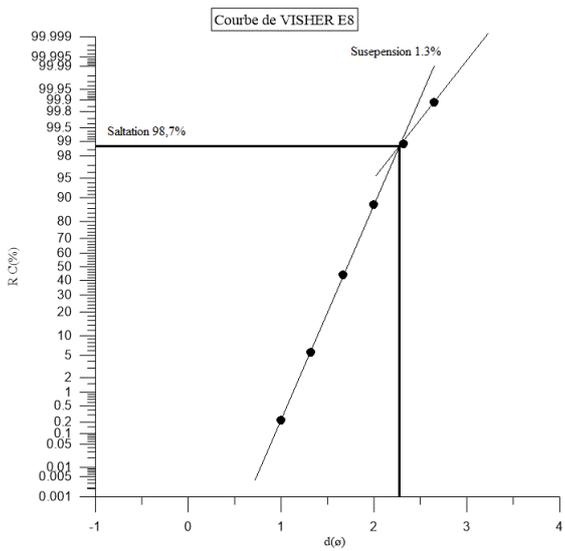
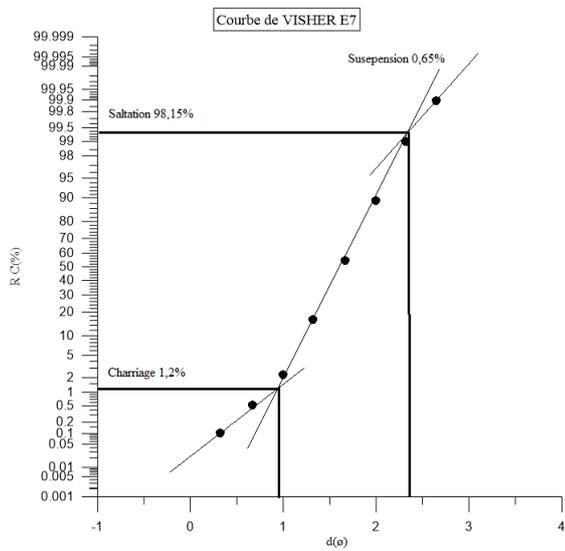


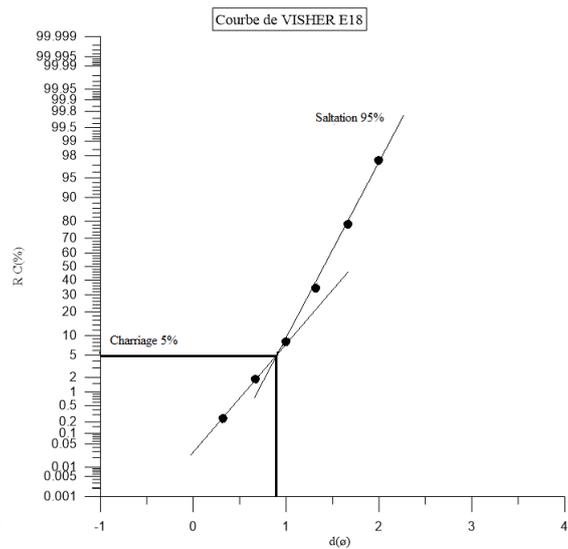
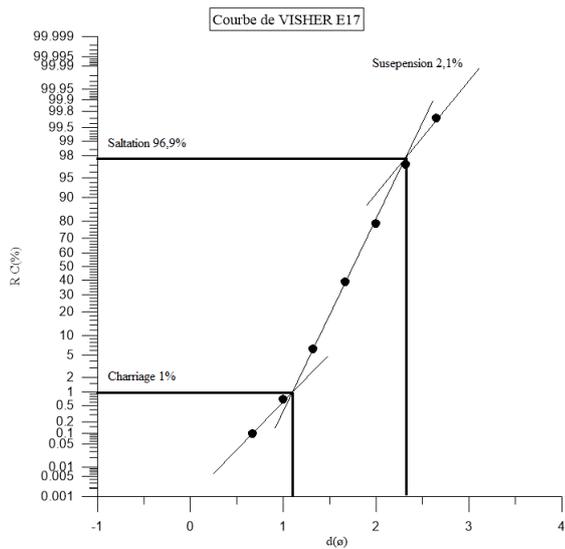
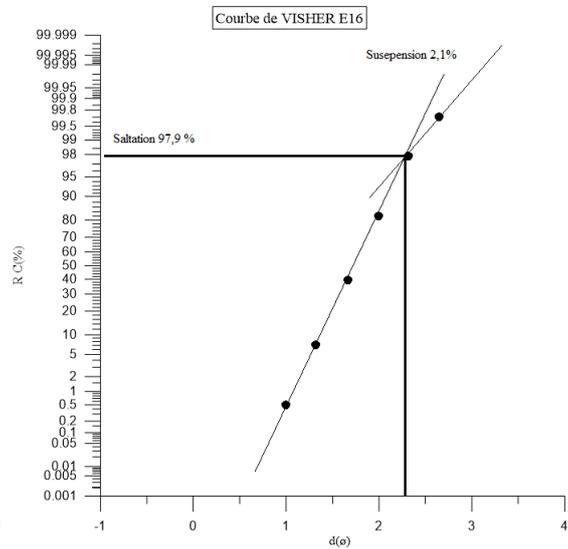
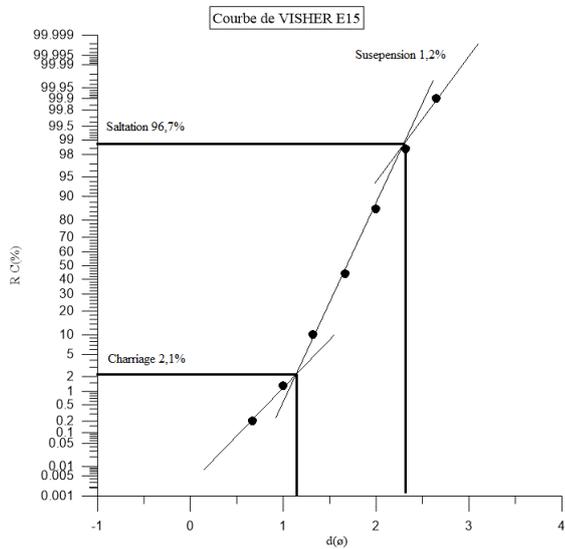
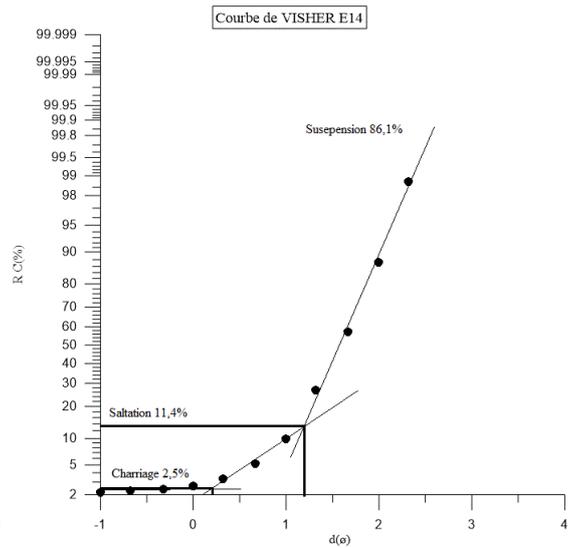
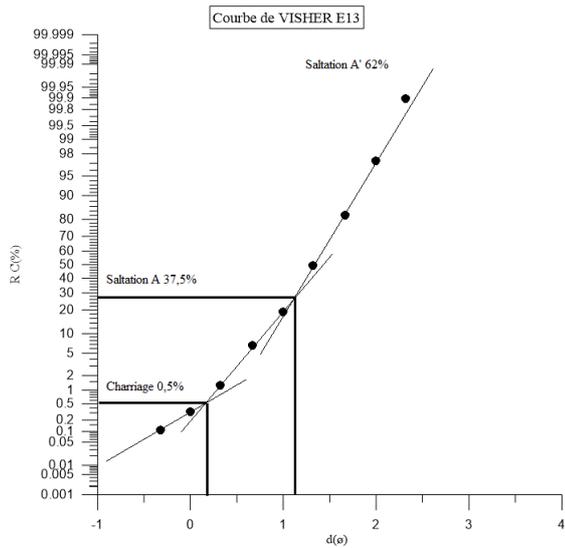


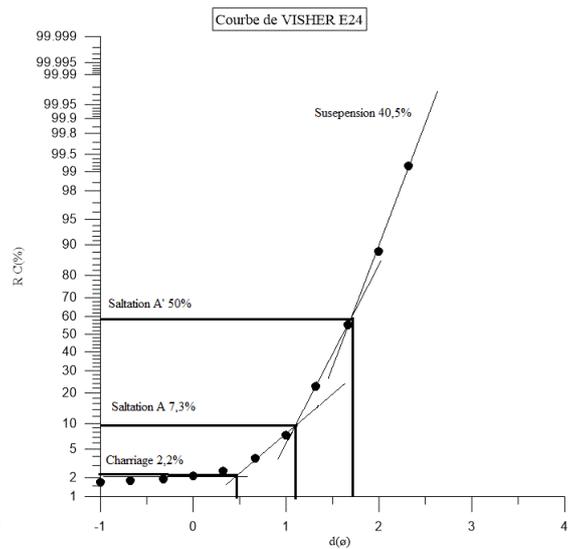
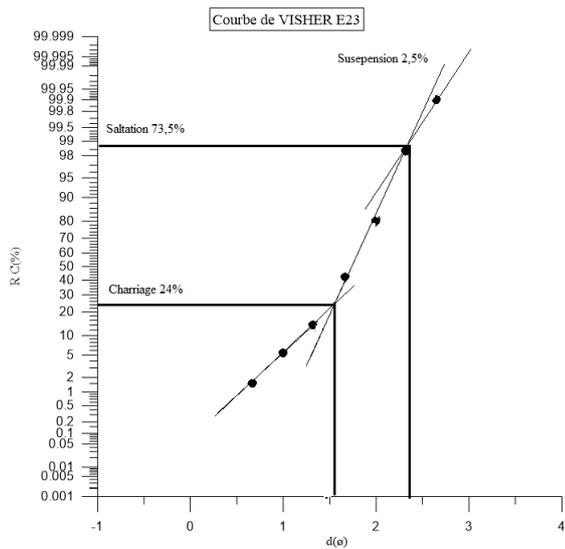
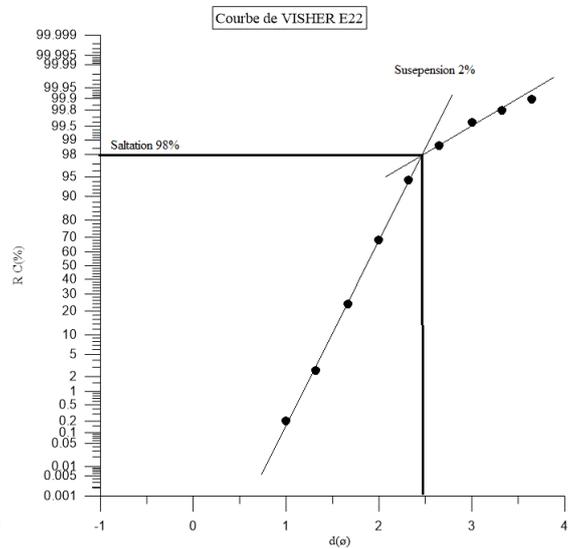
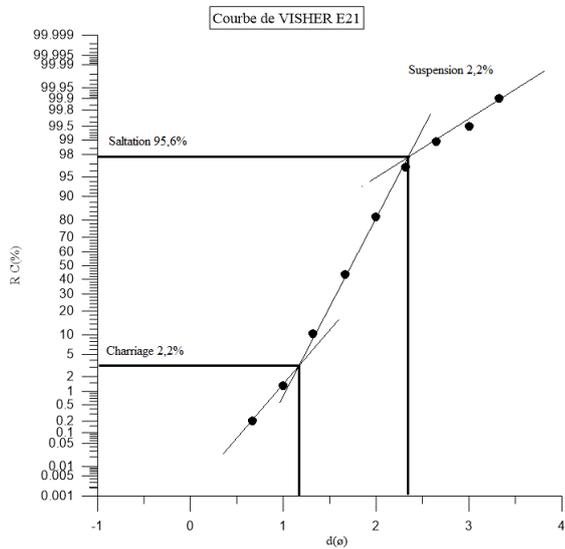
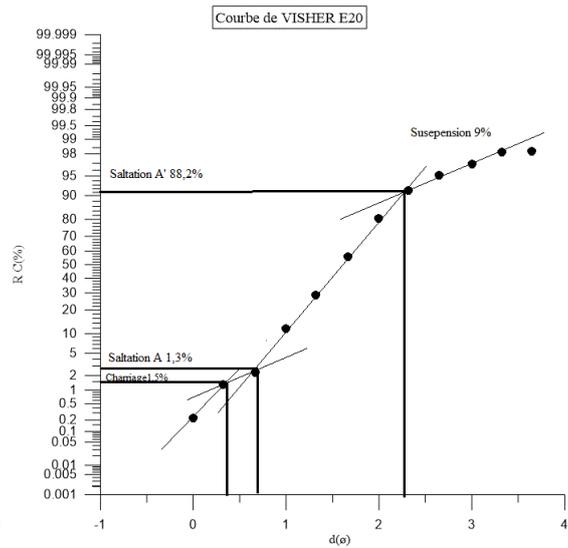
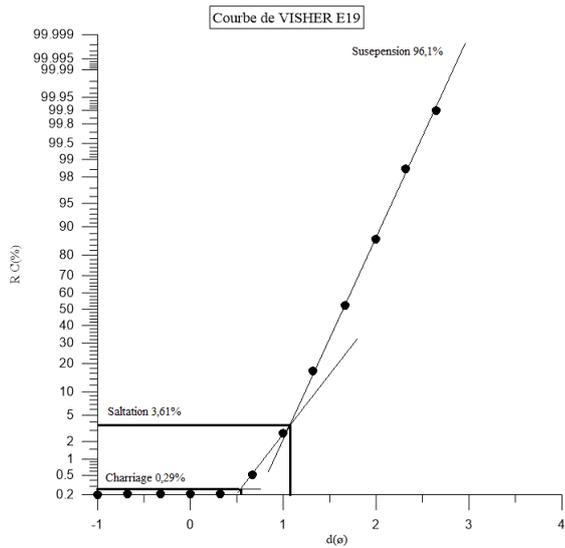


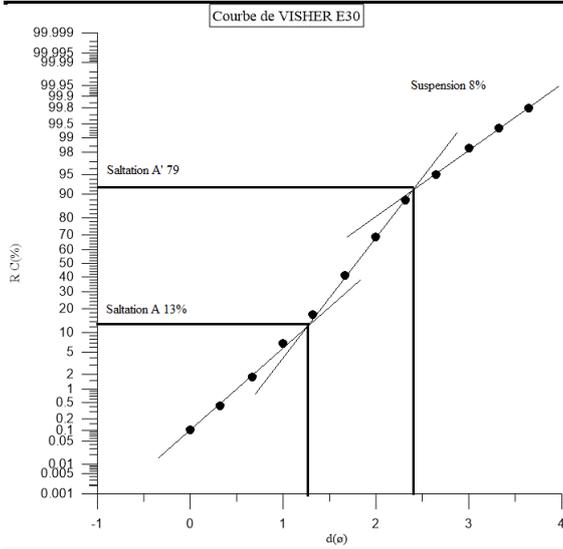
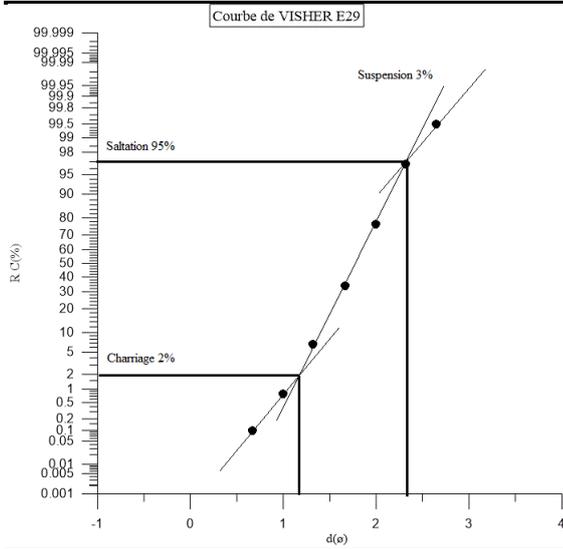
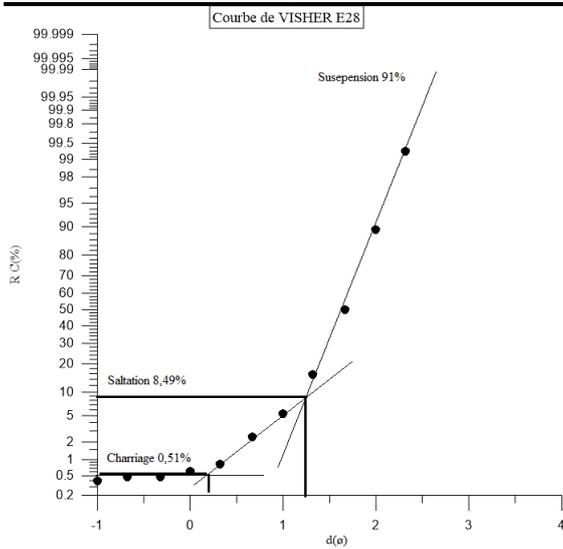
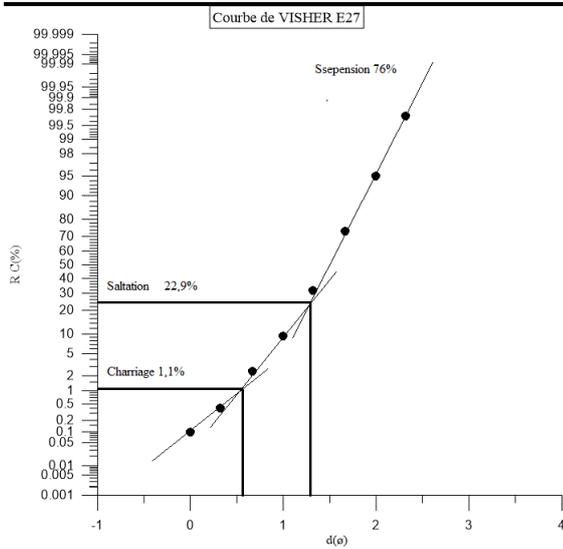
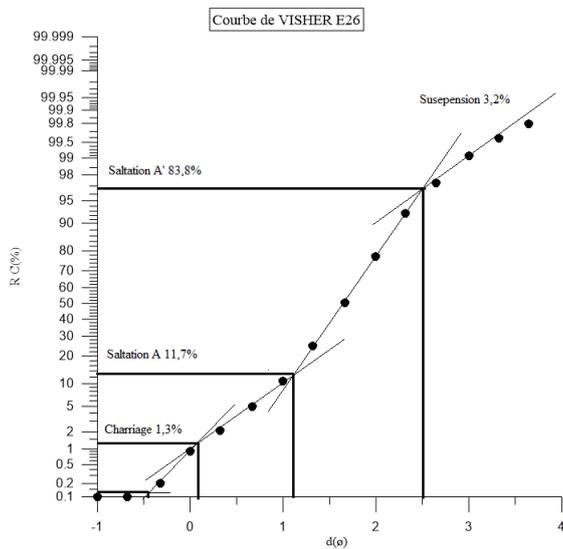
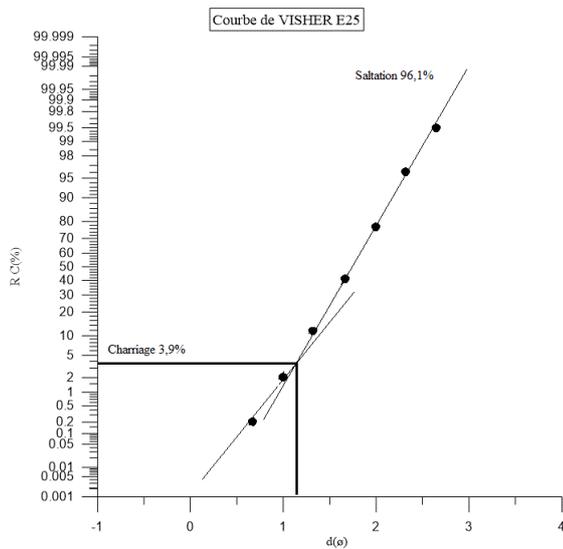
## Annexes 02 : Diagrammes de VISHER (partie occidentale)











### Annexe 03 : Charte de VISHER

		Population De Saltation				Population De Suspension				Population De Roulement			
	Type De Sable	%	Le Tri	T.G. Phi.	T. F. Phi.	%	Le Tri	Mélange A&B	T.F. Phi	%	Le Tri	T.G. Phi	Mélange A&C
1	Le Fluviale	65-98	Moyenne Bien	-1,5 - 1.0	2,75-3.50	2-35	Mal	Peu	>4,5	Varie	Mal	Sans Limite	Peu
2	Digue Naturelle	0-30	Moyenne Bien	2,0-1,0	2,0-3,5	60-100	Mal	Beaucoup	>4,5	0-5-			Rien
3	Le Chenal A Marrée	20-80	Bien	1,5-2,0	1,5-3,5	0-20	Mal Bien	Beaucoup	35 >4,5	0-70-	Moyenne Bien	-0.5-1,5	Moyenne
4	L'entrée De Marée	30-65	Bien	1,25-1,75	2,0-2,5	2-5	Moyenne Bien	Moyenne	3,5-4,0	30-70	Moyenne Bien	-0,5-Sans Limite	Moyenne
5	La Plage	50-99	2. Très Bien Populations	.5 2,0	3,0 4,25	0-10	Moyenne-Bien	Peu	3,5- >4,5	0-50	Moyenne	-1,0-Sans Limite	Moyenne
6	Zone De Plongée	20-90	Bien	1.5-2.5	3.0-4.25	0-2	Bien	Beaucoup	3.0->4.5	10-90	Moyenne-Faible	Sans Limite	Moyenne
7	Zone de brisement de vague	30-95	Bien	2.00>2.75	3.5-4.5	0-2	Moyenne-Faible	Peu	3.5->4.5	5-70	Moyenne-Faible	0.0-0.2	Beaucoup

8	Zone De Transition	35-90	Bien - Excellent	2.00>3.00	3.0-4.5	5-70	Moyenne-Faible	Beaucoup	3.75>4.5	0-10	Faible	0.0-Sans Limite	Peu
9	Dune	97-99	Excellent	1.0-2.0	3.0-4.0	1-3	Moyenne	Moyenne	4.0->4.5	0-2	Faible	1.0-0.0	Peu
10	Les Courants De Turbidités (estran)	0-70	Moyenne-Faible	1.0-2.5	0.0-3.5	30-100	Faible	Beaucoup	>4.5	0-40	Moyenne-Faible	Sans Limite	Beaucoup