

## TABLE DES MATIERES

Sommaire .....	7
Résumé .....	9
Summary .....	11
Zusammenfassung .....	13
ملخص .....	15

## PREMIÈRE PARTIE

<b>Introduction générale</b> .....	17
Historique. Généralités sur les phosphates marocains .....	17
Découverte du rôle fertilisant du phosphate .....	17
Découverte du phosphate au Maroc .....	17
Les principaux gisements de phosphate du Maroc .....	18
L'Office Chérifien des Phosphates .....	20
Evolution de l'exploitation et de la structure de l'Office. — Perspectives d'avenir .....	20
Les Ganntour .....	21
Cadre géographique .....	21
Localisation .....	21
Morphologie du gisement .....	22
Climat .....	22
Situation géologique du gisement .....	23

## DEUXIÈME PARTIE

<b>Les faciès de la série phosphatée et leurs variations</b> .....	25
Les grands ensembles lithologiques .....	25
Les différents faciès de la série phosphatée. — Etude pétrographique et sédimentologique .....	26
Les roches siliceuses détritiques .....	26
Généralités .....	26

Méthodes d'étude .....	26
Description .....	27
Conclusions .....	28
Les roches siliceuses non-détritiques .....	28
Les formations siliceuses continues .....	28
Silex du mur .....	28
Silex du toit .....	29
Silex de la série chertreuse .....	29
Silex phosphatés pseudo-oolithiques .....	29
Les formations siliceuses discontinues .....	31
Les « rognons » de silex des couches phosphatées sableuses ....	31
Les ménilites et les nodules sphériques .....	31
Les épigénies siliceuses dans les calcaires et les géodes ....	31
Conclusion à l'étude des roches siliceuses .....	32
Les phosphates sableux en grains .....	32
Introduction .....	32
Méthodes d'étude .....	32
Examen à la binoculaire .....	33
Analyse granulométrique et sédimentométrie .....	33
Identification des minéraux lourds .....	33
Essai d'étude morphologique .....	34
Différents types de phosphates sableux .....	34
A l'échelle de la série : sédimentation rythmique .....	34
A l'échelle de la couche elle-même .....	34
A l'échelle de l'échantillon .....	35
Phosphate sableux à texture fine et homogène .....	35
Phosphate meuble à texture coprolithique .....	36
Phosphate sableux à texture finement bioclastique .....	37
Phosphate meuble ou faiblement agrégé, à texture bio- clastique grossière ( <i>bone bed</i> ) .....	37
Phosphate sableux fin ou silt meuble à exogangue abondante de silice et de calcite .....	38
Phosphate sableux noir, riche en matière organique, à faible imprégnation hydrocarbonnée .....	39
Etude chimique .....	42
Etude granulométrique .....	43
Variations granulométriques pendant le dépôt d'une couche	43
Répartition granulométrique des principaux éléments constitutifs	44
Variations de la granulométrie à l'échelle du gisement ....	45
Dans le sens vertical .....	46
La médiane .....	46
Le coefficient de triage .....	48
Le coefficient d'asymétrie .....	48
Variations latérales à travers le bassin .....	50
La médiane .....	50

Le coefficient de triage .....	50
Le coefficient d'asymétrie .....	50
Conclusions sur les phosphates sableux .....	50
Les calcaires phosphatés .....	51
Les formations continues .....	51
Calcaires phosphatés de type <i>bone bed</i> .....	51
Calcaires phosphatés à faciès nougat .....	51
Calcaires phosphatés à texture fine, pseudo-oolithique .....	52
Calcaires phosphatés à texture bioclastique grossière .....	52
Les formations discontinues .....	52
Les boulets .....	52
Les lentilles .....	52
Les géodes .....	52
Autres roches phosphatées .....	52
Les roches argilo-marneuses .....	53
A l'échelle de la série .....	53
A l'échelle de la couche .....	53
Etude microscopique .....	53
Marne légèrement phosphatée .....	53
Marne gréseuse très phosphatée .....	53
Marne dolomitique .....	53
Nature et répartition des minéraux argileux .....	54
Les roches carbonatées .....	54
Aperçu sur les variations minéralogiques dans le bassin .....	54
Variations des minéraux non argileux .....	54
Nature des minéraux non-argileux .....	54
Associations minérales .....	54
Coupe de Dekakra .....	54
Coupe de Bout-El-Mezoud .....	56
Coupe de la Gada El-Botma .....	56
Coupe du Jbel Tantana .....	56
Coupe du sondage S-5 bis .....	56
Variations des minéraux argileux .....	56
Conclusions de l'étude des faciès phosphatés .....	57

## TROISIÈME PARTIE

<b>Etude stratigraphique et structurale du gisement des Ganntour</b> .....	59
Les données de la paléontologie .....	59
Historique .....	59
Controverses avant 1935 .....	59
La période de 1935 à 1954 .....	60
Etudes paléontologiques de C. Arambourg et H. Salvan ..	60
Travaux cartographiques de M. Gigout .....	60

La période actuelle .....	60
Méthodes d'étude .....	63
Puits de recherche .....	63
Tranchées de recherche .....	63
Sondages mécaniques carottés .....	63
L'échelle stratigraphique des formations phosphatées marocaines. —	
Caractéristiques générales paléontologiques .....	63
Le Maestrichtien .....	66
L'Eocène .....	68
Les données de la micropaléontologie .....	68
Conclusions sur la paléontologie des phosphates marocains .....	69
Etude stratigraphique régionale .....	69
Le socle ancien .....	69
Les Rehamna .....	69
Les Jebilet .....	71
La couverture transgressive .....	71
Dans les Rehamna .....	71
Dans les Jebilet .....	71

## QUATRIÈME PARTIE

<b>La série phosphatée crétacé-éocène</b> .....	72
Etude de la zone septentrionale .....	72
La série-type de Youssoufia .....	72
Description des principales tranchées .....	73
Coupe de la tranchée de Dekakra .....	73
Situation de la coupe .....	73
Description .....	73
Coupe de la partie supérieure de la série phosphatée de Youssoufia .....	76
Coupe de l'ancienne Recette I .....	77
Situation .....	77
Description .....	77
Variations de la coupe locale de Youssoufia .....	78
Au niveau du Maestrichtien phosphaté .....	78
Au niveau du Montien .....	78
Au niveau du Thanétien et de l'Yprésien .....	81
La série-type d'El-Ouata .....	81
Principales coupes .....	81
Coupe du faisceau phosphaté dans la tranchée du Douar Ould-er-Rami .....	81
Situation de la tranchée .....	81
Description .....	81

Coupe de la partie Est (Draa-El-Berhla) .....	83
Situation de la coupe .....	83
Description sommaire .....	83
Variations latérales dans la série d'El-Ouata .....	85
La série-type de Benguérir .....	85
Principales coupes .....	87
La série-type de Benguérir-Nord : coupe de la tranchée du Bout-El-Mezoud .....	87
Situation de la coupe .....	87
Description .....	87
Coupe de la tranchée du Sillon A (El-Goumara) .....	89
Coupe du faisceau phosphaté dans la fouille pilote du Draa Mouina (tranchée L.T.S.) .....	89
Autres tranchées .....	91
Variations de la coupe de Benguérir .....	91
Evolution générale des faciès entre El-Ouata et Benguérir ..	91
Variations de la coupe locale à l'intérieur du gisement de Benguérir .....	93
Au Maestrichtien .....	93
A l'Eocène .....	93
La série-type de Nzalet-El-Hararcha .....	96
La série-type de Nzalet-El-Hararcha : coupe de la tranchée de la Gada El-Botma .....	96
Situation de la coupe .....	96
Description .....	97
Variations latérales dans la région de Nzalet-El-Hararcha ....	98
La série-type de la Tessaout .....	100
Coupe de la tranchée du Jbel Tantana .....	100
Situation de la coupe .....	100
Description .....	100
Variations latérales dans la région de la Tessaout, et distinction entre faciès Tessaout Ouest et Est .....	104
Evolution générale des faciès et des puissances de la zone septentrio- nale — La « Migration » des faciès phosphatés .....	105
Epaisseurs .....	105
Faciès .....	105
Migration des faciès phosphatés .....	108
Conclusions .....	108
Etude de la zone méridionale .....	109
Coupes résumées des sondages SG-48 et SG-49 .....	109
Coupe détaillée de la partie carottée du sondage S-5 bis ....	109
Coupe résumée des sondages S-1 à S-8 .....	112
Comparaison entre Youssoufia et la zone méridionale ....	114
Comparaison des sondages entre eux .....	114
Les sondages « Bahira-Hydro » du B.R.P.M. ....	114

Etude structurale .....	114
Les observations de terrain .....	114
Flexures, diaclases, failles de la région de Youssoufia .....	114
Entonnoirs et cuvettes de dissolution à Youssoufia .....	115
Le seuil de Douar Rhirat au Sud de Benguéir .....	115
La grande flexure du Bout-El-Mezoud à Benguéir, et ses prolongements vers Nzalet-El-Hararcha .....	115
Les grandes diaclases de la tranchée du Jbel Tantana dans la région de la Tessaout .....	115
Les données de la géophysique .....	115
Gravimétrie .....	116
Magnétométrie .....	116
Sondages électriques au sol .....	116
Structure générale du bassin .....	116
Les renseignements de l'exploitation minière et des travaux de recherche .....	119
Structure de la Recette V — Flexure et failles .....	119
Entonnoirs et cuvettes de la région exploitée à Youssoufia .....	119
La région de Benguéir — Flexure du Bout-El-Mezoud et structure du gisement .....	122
Les Ganntour orientaux .....	123
Les renseignements donnés par les sondages .....	125
Les sondages à la maille de 400 m .....	125
Les sondages profonds de l'O.C.P. et du B.R.P.M. ....	125
Conclusions de l'étude stratigraphique et structurale .....	126
La zone sèche septentrionale .....	126
Epaisseur .....	126
Faciès .....	126
La zone méridionale .....	127

## CINQUIÈME PARTIE

Comparaison avec d'autres séries phosphatées .....	129
Afrique du Nord .....	129
Afrique occidentale .....	132
Bassin méditerranéen .....	137
Continent américain .....	139
La Floride .....	139
Le Tennessee .....	139
Les phosphates des Etats de l'Ouest .....	140

## SIXIÈME PARTIE

Histoire géologique du bassin .....	143
Rappel des faits .....	143

Les faunes et le biotope phosphaté .....	143
Les microfaunes .....	143
Les Invertébrés .....	144
Les Vertébrés .....	144
Les organismes lithophages ou fousseurs .....	144
Flore .....	144
Les enseignements des faciès .....	145
Nature du bassin .....	145
Profondeur du bassin .....	145
Les données de la granulométrie .....	146
Les séquences lithologiques — L'évolution géochimique du bassin	146
Hypothèse d'une transgression .....	146
Evolution géochimique .....	146
Les argiles et les éléments-traces .....	149
Interprétations paléogéographiques .....	150
Introduction .....	150
Evolution paléogéographique du golfe septentrional .....	151
Maestrichtien .....	151
Montien et Thanétien .....	151
Yprésien .....	152
Lutétien .....	157
Conclusions paléogéographiques : Résumé de l'histoire géologique du bassin .....	157
Essai de synthèse générale .....	158

## SEPTIÈME PARTIE

<b>Les traits marquants de la sédimentation phosphatée — Les grands problèmes génétiques .....</b>	<b>161</b>
Source du phosphore .....	161
Géochimie du phosphore dans l'écorce terrestre .....	161
Minéralogie et structure .....	161
Solubilité de l'apatite .....	162
En milieu continental .....	162
En milieu marin .....	162
Conditions d'équilibre de l'apatite dans l'eau de mer .....	162
Equilibre apatite-eau de mer .....	162
Autres réactions d'équilibre .....	163
Arrivée du phosphore dans le bassin .....	164
Les <i>Upwellings</i> .....	164
La théorie de Kazakov .....	164
Critiques .....	164
Les Rivières .....	165

La théorie de Buchinski .....	165
Critiques .....	165
Origine volcano-sédimentaire .....	167
Concentration et précipitation du phosphore .....	167
Concentration par les organismes : théorie biolithique .....	167
Précipitation purement chimique du phosphate .....	168
Théorie biochimique .....	169
Les arguments apportés par les Ganntour à la notion de faciès phosphaté .....	169
Liaison du phosphate avec les grandes transgressions .....	169
Phosphates de plate-forme et phosphates de talus .....	170
Relation entre l'épaisseur et la teneur en $P_2O_5$ .....	171
Milieu de genèse et milieu d'accumulation .....	171
Communication du bassin phosphatier avec la mer ; morphologie du bassin phosphatier .....	171
Influence de la tectonique .....	172
Provinces phosphatées et périodes à phosphate .....	173
Rappels océanographiques .....	174
Différentes provinces phosphatées .....	174
Périodes à phosphates .....	176

## HUITIÈME PARTIE

<b>Conclusion. Contribution des Ganntour à la connaissance de la phosphatogenèse</b> .....	177
Références .....	180
Planches de photographies .....	189
Annexes :	
1. Correspondance des teneurs en phosphate tricalcique, anhydride phosphorique et phosphore .....	205
2. Coupe détaillée des principales tranchées de recherche .....	206
Table des figures .....	216
Liste des tableaux .....	219
Table des matières .....	220