



SIX DÉCENNIES D'ÉVOLUTION DES IDÉES SUR LES MÉTHODES ET CONCEPTS EN CHRONOSTRATIGRAPHIE DU QUATERNAIRE CONTINENTAL MAROCAIN: ENTRE LES DIFFICULTÉS, LES INCERTITUDES ET LE PROGRÈS

Seis decenios de evolución de las ideas sobre los métodos y conceptos en cronoestratigrafía del Cuaternario continental marroquí: entre las dificultades, las incertidumbres y el progreso

A. Nahid

Laboratoire de Sédimentologie, Département de Géologie, Faculté des Sciences Semlalia, Université Cadi-Ayyad, B.P. 2390, Marrakech (Maroc), e-mail: nahid@ucam.ac.ma

Résumé: Ce regard de soixante ans sur l'évolution des idées sur les méthodes et concepts en chronostratigraphie du Quaternaire continental marocain reflète l'état des lieux sous forme d'un bilan des connaissances et des incertitudes. L'histoire chronostratigraphique est marquée par l'élaboration successive de deux concepts traditionnels antagonistes: le cadre classique et le cadre des «hypothèses nouvelles», et la proposition récente d'un nouveau cadre chronologique raisonné, actuellement remis en cause. Ces différents concepts chrono-stratigraphiques sont présentés, ainsi qu'avan- cés leurs fondements, leurs applications, les faits de leur cohérence, et leurs imprécisions et limites. A l'heure actue- lle, le bilan des travaux devrait être considéré certes satisfaisant, même si cette chronostratigraphie demeure parado- xalement dérogatoire et l'utilisation d'un cadre chronologique non validé n'est plus admissible. La nécessité de repen- ser la stratigraphie du Quaternaire marocain, en faisant recours toutefois à la multidisciplinarité et en adoptant le choix d'une révision intégrée au sein d'une stratigraphie globale méditerranéenne, est avancée.

Mots clés: Maroc, Quaternaire continental, chronostratigraphie, datations, bilan, perspectives.

Resumen: Este examen de los últimos sesenta años de la evolución de las ideas sobre los métodos y conceptos en cronoestratigrafía del Cuaternario continental marroquí refleja el estado del balance de conocimientos e incertidum- bres. La historia cronoestratigráfica está marcada por la elaboración sucesiva de dos conceptos tradicionales antagó- nicos: el marco clásico y el marco de las «hipótesis nuevas», y la proposición reciente de un nuevo marco cronoló- gico racional, actualmente cuestionado. De estos distintos conceptos cronoestratigráficos se presentan y exponen sus fundamentos, sus aplicaciones, su coherencia, y sus imprecisiones y límites. Actualmente, el balance de los trabajos debería ser considerado desde luego satisfactorio, aunque esta cronoestratigrafía sigue siendo paradójicamente dero- gatoria y la utilización de un marco cronológico no validado ya no es admisible. La necesidad de repensar la estrati- grafía del cuaternario marroquí, valiéndose de la multidisciplinaridad y adoptando la alternativa de una revisión inte- grada en el seno de una estratigrafía global mediterránea, se discute en este trabajo.

Palabras clave: Marruecos, Cuaternario continental, cronoestratigrafía, dataciones, balance, perspectivas.



Nahid, A. (2001). Six décennies d'évolution des idées sur les méthodes et concepts en chronostratigraphie du Quaternaire continental marocain: entre les difficultés, les incertitudes et le progrès. *Rev. C. & G.*, 15 (1-2), 135-160 © SEG. AEQUA. GEOFORMA Ediciones

1. Introduction

Le Maroc constitue un champ privilégié parmi les pays de l'Afrique du Nord dans l'étude du Quaternaire, vu d'une part sa position géographique méditerranéenne, et d'autre part par ses richesses géologiques et surtout géomorphologiques caractérisées par des reliefs jeunes, et par ses climats et paléoclimats contrastés (Figure 1).

Bien que plusieurs éléments soient favorables à l'observation: la netteté des niveaux, la qualité de conservation des sédiments hérités, le contraste des couleurs et la faible densité du couvert végétal, comme l'avait avancé Beaudet et *al.* (1967), et permettent de qualifier ce pays de véritable musée géomorphologique, de nombreux auteurs ayant travaillé dans différentes régions du Maroc suggèrent que la stratigraphie du Quaternaire marocain demeure sujette à discussions. De plus, ces mêmes régions continuent d'être le champ d'investigation d'études qui apparaissent importantes pour la compréhension du Quaternaire continental marocain voire même méditerranéen.

Nous nous proposons ainsi une réflexion sur l'évolution des connaissances concernant les méthodes et concepts en chrono-stratigraphie du Quaternaire continental marocain. Le but est une approche critique à propos de la fiabilité des cadres chrono-logiques proposés. Cette approche est fondée sur l'établissement d'un calendrier des grands événements scientifiques l'ayant marqué et la mise en évidence des divergences d'opinion existant entre les différents auteurs sur la morphogenèse continentale post-tertiaire.

2. Les grands acquis scientifiques ayant marqué l'histoire de la stratigraphie du Quaternaire continental marocain

Nombreuses sont les investigations scientifiques effectuées dans différents domaines morphostructuraux du Maroc (Figure 1), et ceci depuis six décennies. Ces recherches ont abouti à d'importantes synthèses régionales. Le tableau 1 présente les différents acquis scientifiques dans l'histoire de la stratigraphie du Quaternaire continental marocain.

2.1 L'objectif principal du travail

Le premier objectif de ce travail n'est pas ici, de retracer l'histoire intégrale, aussi confuse et complexe soit-elle de la notion même de la morpho-lithogénèse continentale, mais à partir du moment où cette notion a eu droit de cité, de tenter ainsi comment l'interprétation du phénomène s'est peu à peu modifiée jusqu'à maintenant par le biais d'un bilan des connaissances et des incertitudes. Pour cela un essai de réflexion épistémologique a été engagée. Il s'agit pour un certain nombre de problèmes majeurs du Quaternaire continental marocain, de retracer l'histoire des idées; de préciser la place, le rang et l'importance de chaque acquis scientifique; de montrer les liens spatio-temporelles entretenus entre les différents acquis; et d'essayer de replacer les interprétations successives dans le contexte scientifique de l'époque. Cette démarche permettrait de comprendre comment et sur la base de quelles données alors en vigueur, certaines théories se sont élaborées et mises en place, parfois défendues ou transmises et étendues ailleurs, et tantôt controversées voire même ignorées ou rejetées.

2.2 Limites des considérations

Les différents acquis scientifiques ainsi répertoriés dans le tableau I font référence à une base de données sur des travaux relatifs au Quaternaire continental marocain et concernant plus précisément d'une part les conceptions morpho-lithogénétiques et d'autre part les tentatives d'établissements des chronologies synthétiques. Ces deux types considérations menées conjointement sur deux facettes clés du Quaternaire continental s'imposent du fait de leurs liens génétiques. Néanmoins, un tel inventaire risquerait de ne pas être exhaustif, mais certes cohérent et suffisant pour mener à bien cette approche.

Cependant, il faut souligner que nous considérerons spécialement les travaux faits au Maroc sans les relier à ceux du Quaternaire européen tout en sachant, en tout état de cause, qu'ils subissent évidemment l'influence des idées développées sur ce dernier dont il faudrait tenir compte, et sans aborder l'évolution des idées sur le Quaternaire marin qui a largement guidé celle du Quaternaire conti-

Tableau 1. Acquis scientifiques ayant marqué l'histoire de la stratigraphie du Quaternaire continental marocain.
 Tabla 1. Logros científicos que han marcado la historia de la estratigrafía del Cuaternario continental marroquí.

ANNEE	AUTEUR(S)	APPORTS SCIENTIFIQUES
1941	Dresch	Introduction de la notion de terrasses climatiques.
1956	Choubert et al.	Proposition du cadre chronologique classique du Quaternaire continental marocain.
1959	Choubert	Ajout de l'étage Régréguien au cadre chronologique classique.
1967	Beaudet et al.	Remise en cause du cadre classique et émergence du cadre des hypothèses nouvelles.
1969	Dresch	Proposition de l'abandon du cadre classique et de sa simplification.
1971	Beaudet	Proposition d'une nouvelle nomenclature du Quaternaire continental marocain dans le cadre des hypothèses nouvelles.
	Biberson	Redéfinition des cycles climatiques en réconciliant les deux théories.
1978	Couvreur	Confirmation du cadre classique dans le Haut-Atlas central.
1981	Martin	Confirmation du cadre des hypothèses nouvelles dans le Moyen Atlas central.
1983	Weisrock	Remise en cause de la notion du Pluvial et de la correspondance Pluvial-glaciaire.
1984*/1985**	Lefèvre et al.*,** Texier et al.*	Remise en cause de la validité des deux anciens étages de la nomenclature classique: le Moulouyen et le Salétien.
1985	Lefèvre et al. Texier et al. Texier et al.	Remise en cause du synchronisme entre les couples (pluvial-interpluvial) et (glaciaire-interglaciaire). Proposition d'un cadre chronologique raisonné du Quaternaire marocain
1993/1994	Texier et al.	Remise en cause du cadre chronologique raisonné du Quaternaire marocain pour le dernier Million d'années.

mental. Néanmoins, vu leurs relations spatio-temporelles, certaines idées se rapportant soit au Quaternaire européen soit au Quaternaire marin seront inévitablement évoquées pour expliciter la discussion et affiner la réflexion.

2.3 Résultats

Il nous semble qu'on peut considérer dans cette évolution des idées, trois étapes majeures marquées par des acquis scientifiques éminents, dont la principale semble être le fruit des travaux des recherches des années 50.

Cependant, bien que ces étapes se succèdent, elles ne peuvent définir des tranches chronologiques nettement individualisées et articulées entre elles. Tout au contraire, elles se chevauchent largement. L'émergence d'un nouveau concept n'efface pas automatiquement son précurseur, conséquence d'un duel entre partisans de différentes écoles.

En effet, même si la notion de terrasses climatiques ne fut introduite qu'en 1941 par Dresch, de nombreux travaux ont permis l'élaboration de deux grandes hypothèses qui divergent à propos de la morphogénèse continentale post-tertiaire:

- L'hypothèse classique (Choubert et al., 1956).
- Le cadre des hypothèses nouvelles (Beaudet et al., 1967), et un nouveau cadre chronologique raisonné récent (Texier et al., 1985), actuellement remis en cause (Texier et al., 1993 et 1994).

Aussi est-il légitime de faire le point sur la fiabilité des cadres chronologiques proposés et de demander quels outils chronostratigraphiques doivent-on utiliser en adoptant sans réserve leurs implications morphogénétiques.

Avant d'entamer cette approche critique par étapes successives, il s'avère nécessaire de mettre en relief le débat scientifique qui régnait depuis 1941 à

propos de l'origine des formes et dépôts superficiels (surtout en ce qui concerne l'origine des terrasses), en relation avec les conditions morpho-climatiques et/ou morphotectoniques requises, et qui a servi en réalité de plateforme facilitant l'émergence et la maturation des différents concepts proposés.

3. L'origine des formes et les considérations morphodynamiques: De l'émergence de la notion de terrasses climatiques à la tendance vers la conception de terrasses tectoniques

L'origine des terrasses a fait l'objet d'interprétations diverses, même si elles s'avèrent contradictoires, leur évidente complémentarité spatio-temporelle est acquise. Les controverses ont concernées surtout l'argumentation des interprétations.

En six décennies d'études, amorcées d'abord sous une vision globale, puis de plus en plus pointue, sur les formations superficielles, les chercheurs sont passés d'une vue essentiellement statique dans l'appréhension de la morphogenèse, à une conception plutôt dynamique.

3.1 Les considérations morphoclimatiques

La première formulation du concept des terrasses climatiques apparaît chez Dresch (1941). En effet, les étagements des niveaux quaternaires le long des vallées du Haut-Atlas Central et ses bordures furent attribués aux variations climatiques. Il reconnaît ainsi deux types de paysages hérités. Il décrit un modelé glaciaire dans la haute montagne. Par ailleurs, il utilisa le terme de glacis pour désigner des formes particulières emboîtées et semi-arides sur les piémonts avoisinants.

D'autres travaux ont montré par ailleurs l'action des phénomènes glaciaires dans les hautes montagnes du Moyen-Atlas. Dans le Moyen-Atlas Central, des indices de modelé glaciaire ont été avancés par Couvreur (1956) puis Couvreur et Raynal (1957). De plus, dans le Moyen-Atlas oriental, Dresch et Raynal (1953) ont aussi mis en évidence un étagement remarquable de formes et de dépôts anciens liés au froid. En dehors de ces travaux anciens, des études plus récentes ont montré que les conditions périglaciaires ayant régné au cours de cette époque en haute montagne se sont

étendues jusqu'à la bordure septentrionale du Moyen-Atlas (Gourari, 1999).

Dans le Sud-Est marocain, Joly (1965) a décrit, dans le Jbel Ayachi, en plus des formes de nivations fossiles et actuelles, de véritables formes glaciaires anciennes (névés, cirques à clochetons, roches mou-tonnées, auges dans la roche en place, coulées de pierres).

Quant aux domaines rifain et anti-atlasique, ceux-ci n'ont pas fait d'exception de description à ce propos. En effet, la partie sommitale de la chaîne rifaine fut marquée par des processus cryoniques en raison de sa position septentrionale et de l'abondance des précipitations (Beaudet, 1971). Les travaux de Maurer (1968), ayant décrit des formes et des dépôts caractéristiques, en témoignent aussi. Dans le Jbel Sarhro, Riser (1971) a décrit également des vallons ayant l'aspect d'anciennes niches de névés.

L'ampleur et la variété des phénomènes morphologiques dus au froid et à la neige ne sauraient surprendre dans un pays tel que le Maroc (Dresch et Raynal, 1953). Mais, si c'est dans le massif ancien du Haut-Atlas de Marrakech qu'apparaissent les traces du modelé glaciaire les plus nettes et les plus étendues (Dresch, 1941), de tels indices sont nuancés.

Toutefois, il est acquis selon Arambourg (1969) que le phénomène glaciaire, dont les conséquences ont été surtout marquées dans les régions moyennes de l'hémisphère nord, n'a eu que peu de répercussions en Afrique du Nord. Certes le phénomène glaciaire n'est pas généralisé. Mais, quelques glaciers locaux se sont formés dans certaines parties du Haut-Atlas marocain (Choubert et Faure-Muret, 1963). Leur développement est resté très embryonnaire, sans commune mesure avec l'avancée des glaciers dans le centre du continent européen (Galland, 1988). Dans le Haut-Atlas, Dresch a souligné que s'il y a une intensité croissante de froid qui culmine au Tensiftien et au Soltanien, c'est parce que les traces des glaciers anciens ont été effacées (in Weisrock, 1983). En tous cas, les indices ne sont pas toujours très clairs, soit parce que les formations glaciaires étaient imparfaites à l'origine, soit parce qu'elles ont été estompées par l'érosion, soit enfin parce qu'elles ont été recouvertes par des dépôts colluviaux et alluviaux plus récents (El Gharbaoui, 1987). Il est vrai qu'en domaine continental les

témoignages de la rigueur du froid sont tirés indirectement à travers les dépôts cryonivaux ou de type glaciaires et périglaciaires (Weisrock, 1983).

Au Quaternaire, l'influence des glaciations s'est sans doute marquée dans le climat général. Les périodes pluviales ont certainement favorisé la conservation de zones humides (Galland, 1988). Par contre, en ce qui concerne certaines formes glaciaires tels les glaciers rocheux, leur présence a été attribuée aux conditions morphoclimatiques actuelles (Chardon et Riser, 1981). En tout état de cause, la correspondance entre les couples (Glaciaire-Interglaciaire) et (Pluvial-Interpluvial), leurs significations et leurs expressions morphologiques sont controversées (Weisrock, 1983).

Ainsi, tous les auteurs ayant étudié les hautes montagnes du Maroc s'accordent pour y décrire l'empreinte des glaces et des neiges quaternaires et plaident en faveur d'une succession de formes et de dépôts marqués par le froid. Toutes les formes ainsi inventoriées concernent les massifs montagneux où le facteur altitudinal, qui est sous le contrôle du soulèvement plio-quaternaire, complique le lien génétique entre le pluvial et l'accentuation du froid (Weisrock, 1983) et ceci aussi bien dans le temps que dans l'espace. Néanmoins, les périodes froides les plus anciennes furent aussi les mieux marquées (Beudet, 1971). Certes, c'est en fonction des limites altitudinales imprécises que cette échelle de rigueur du froid a été élaborée, mais les caractéristiques climatiques précises des périodes pluviales nécessitent une définition rigoureuse (Weisrock, 1983).

La présence, dans les hautes montagnes marocaines, de dépôts et de modelés hérités de type froid (glaciaire ou périglaciaire), qui paraissent synchrones de certains niveaux alluviaux, a constitué un argument en faveur de la morphogenèse pluviale et interpluviale (Choubert et al., 1956). Mais, le raccord entre ces deux types de dépôts reste encore un problème délicat (Beudet et al., 1967; Saaidi, 1979 a, 1987). Les preuves évidentes d'une relation géométrique entre les formes glaciaires ou nivales et les terrasses fluviales sont rares (Rognon, 1984).

3.2 Les considérations morphotectoniques

Il semble parfois que l'intérêt porté aux variations climatiques quaternaires ait été trop exclusif, si bien que le rôle des facteurs tectoniques dans l'é-

laboration des modelés quaternaires fut minimisé ou voire même ignoré (Beudet, 1971). Néanmoins, jusqu'à une période récente, la néotectonique a vraisemblablement contrôlé la sédimentation et la morphogenèse continentale dans certaines régions. Donc, elle a joué ainsi un rôle non négligeable vis-à-vis de la différenciation stratigraphique (Raynal, 1961; Choubert, 1965; Choubert et Faure-Muret, 1965, Raynal, 1965; Beudet, 1971; Favède, 1973; Huvelin, 1973; Weisrock et Rognon, 1977; Weisrock, 1980; Dutour et Ferrandini, 1985; Lefèvre, 1985; Nahid, 1987; Dutour et Lefèvre, 1989; Nahid, 1990). L'importance et la continuité de tels mouvements au Quaternaire, voire même à l'Holocène avec un style de déformation aussi bien souple que cassant, furent démontrées à maintes reprises et ceci dans différentes régions appartenant à différents domaines morphostructuraux.

Mais, même si dans certaines régions, certains auteurs considèrent que «*la néotectonique est le moteur initial de la morphogenèse* », comme dans l'Atlas atlantique (Weisrock, 1980 ; Weisrock et al., 1999), dans la bordure nord du Haut-Atlas de Marrakech (Nahid, 1990) et dans le bassin de Ouarzazate (Stablein, 1988), dans l'état actuel des connaissances, il n'est pas possible de faire la part de ce qui revient à l'un ou à l'autre de ces mécanismes. Néanmoins, l'instabilité tectonique a pu s'ajouter à celle du climat pour rythmer l'évolution quaternaire (Coque et Jauzein, 1965) et le fait de relativiser le rôle des oscillations climatiques, qui viennent se surimposer sur un «bruit de fond» sismique et tectonique, s'avère nécessaire (Dutour et Ferrandini, 1990). La notion de calme tectonique est donc à nuancer, voire même à abandonner (Freynet, 1990).

Il s'en suit que *la tectonique quaternaire guide la morphogenèse*. Son rôle est ainsi primordial. En tous cas, tous les auteurs s'accordent aujourd'hui pour reconnaître son existence et son importance dans les enregistrements morphosédimentaires voire même les plus récents.

Dans l'étude des archives morphosédimentaires, si la place et l'intérêt des indicateurs paléoclimatiques prévalaient, les marqueurs d'activité néotectonique enregistrés par ces dernières ne manquent pas et sont surtout évoqués en cette dernière décennie surtout pour le Pléistocène supérieur et l'Holocène. Les conséquences de cette activité

aussi bien sur la morphogénèse que sur la sédimentation ne sont plus à écarter. Les chercheurs ont été amenés progressivement à reconsidérer l'étude des dépôts superficiels sous une vision plutôt dynamique en liaison avec tous les facteurs, aussi bien globaux que locaux, qui le contrôlent.

Les variations climatiques ont rythmé l'évolution quaternaire en imposant le «style» morphogénétique. Néanmoins, la tectonique guidait cette morphogénèse.

Par ailleurs, toutes les théories morphogénétiques et les cadres chronologiques qui en découlent, s'enchaînent en s'inscrivant ainsi dans un contexte de débat scientifique évolutif depuis l'émergence de la notion de terrasses climatiques à la tendance vers la formulation du concept des terrasses tectoniques, conséquences normales du changement progressif d'une vision statique à une considération des problématiques sous une vision de plus en plus dynamique. En effet, la dynamique de mise en place des sédiments superficiels tend actuellement à trouver sa juste valeur au sein des travaux présentés par la communauté scientifique contemporaine, fait général qui mérite d'être souligné.

4. Le concept de la chronologie classique (1956): Une chronostratigraphie d'apparence commode, mais trop «mécaniste» et anormale

Nombreux sont les travaux de recherches ayant concerné le Quaternaire continental marocain intéressant presque la majeure partie du pays dans les années cinquante. Le résultat est une proposition de cadre chronologique classique émanant d'un groupe de géologues et de géographes. Ces auteurs ayant ainsi estimé que la connaissance du Quaternaire continental avait atteint un degré suffisamment crucial pour qu'une telle proposition de classification soit ainsi formulée.

4.1 Les fondements du concept classique

Selon cette hypothèse classique (Choubert et al., 1956) ainsi émise, l'Afrique du Nord a connu depuis la fin du Tertiaire une alternance de phases humides et de phases sèches dans un contexte climatique de type méditerranéen. La stratigraphie du Quaternaire marocain a été ainsi fondée sur l'alter-

nance de ces phases appelées «Pluviaux» et «Interpluviaux», homologues des «Glaciaires» et des «Interglaciaires» d'Europe, les Pluviaux étant caractérisés par la morphogénèse et la sédimentation, les Interpluviaux par les encroûtements calcaires et les creusements (incision linéaire).

Ces auteurs ont proposé une classification du Quaternaire continental marocain (Tableau 2) en définissant 5 cycles climatiques (Moulouyen, Salétien, Amirien, Tensiftien et Soltanien) et un demi-cycle récent (le Rharbien). Le Régéguvien fut ensuite ajouté entre le Moulouyen et le Salétien ultérieurement (Choubert, 1959).

Ces six cycles climatiques définis dans des régions variées du Maroc ont été corrélés respectivement avec les glaciations d'Europe: Günz, Mindel, Riss et Würm; le Rharbien étant l'équivalent du post-Würm.

Conformément au schéma glacio-eustatique, chaque transgression est encadrée de régressions au cours desquelles se mettent en place les niveaux continentaux (Biberson, 1961). Chacun d'eux se caractérise à la fois par sa place dans le paysage géomorphologique et les traits spécifiques des dépôts associés aux formes correspondantes (Coque et Jauzein, 1965). De plus, chaque stratotype de cette nomenclature classique désignait non seulement un ensemble de formes et de dépôts, mais encore un épisode pluvial (Beaudet, 1971).

4.2 Arguments en faveur de la morphogénèse pluviale et interpluviale

Cette stratigraphie classique s'est appuyée sur deux constatations majeures (Beaudet et al., 1967):

- (1) la présence fréquente dans la plupart des grandes vallées des cinq niveaux de terrasses et de glacis.
- (2) la présence dans les hautes montagnes marocaines de dépôts de type froid (glaciaire ou périglaciaire) qui paraissent synchrones de certains niveaux alluviaux.

4.3 Les faits de la cohérence du concept classique

La cohérence du concept classique est attestée par de nombreux travaux menés dans les bassins arides de la Moulouya situés dans le Maroc orien-

Tableau 2. Cadre chronologique classique de Choubert et al., (1956).
 Tabla 2. Marco cronológico clásico de Choubert y al., (1956).

		LOCALITE TYPE EPONYME	PLUVIAUX MAROCAINS	GLACIAIRES ALPINS	CARACTERISTIQUES DES DEPOTS (faciès et climats)
1/2 CYCLE RECENT	Niveau 1	Plaine du Gharb	RHARBIEN	Post-Würm	<ul style="list-style-type: none"> • limons gris en partie «tirsifiés» . • climat légèrement plus humide que l'actuel.
5 CYCLES COMPLETS	Niveau 2	<i>Dar Essoltan</i>	SOLTANIEN	WÜRM	<ul style="list-style-type: none"> • limons rouges sur cailloutis de base, taches calcaires. • pluvial assez peu marqué.
	Niveau 3	<i>Oued Tensift</i>	TENSIFTIEN	RISS	<ul style="list-style-type: none"> • cailloutis abondants, croûte calcaire bien développée. • pluvial marqué, froid en montagne et humide en plaine.
	Niveau 4	<i>Plaine de Béni-Amir</i>	AMIRIEN	MINDEL	<ul style="list-style-type: none"> • limons argileux rouges à petits cailloutis, taches calcaires sur tout le profil. - pluvial doux et humide.
	Niveau 5	<i>Plateau de Salé</i>	SALETIEN	GÜNZ	<ul style="list-style-type: none"> • blocaille grossière, croûte calcaire. • pluvial le mieux marqué, rigoureux et très humide.
	Niveau 6	<i>Bassin de la Moulouya</i>	MOULOUYEN	?	<ul style="list-style-type: none"> • climat moins rude que celui du salétien et plus froid qu'à l'Amirien et au Soltanien.

tal (Raynal, 1961), le bassin aride du Ziz situé dans le Sud-Est marocain (Joly, 1962), le Gharb méridional (Le Coz, 1964), et le Haut-Atlas Central calcaire (Couvreur, 1978) qui confirment ainsi cette nomenclature.

D'autres travaux sont encore venus la compléter ou l'étayer. En effet, sur la côte atlantique, Biberson (1963) appuyait cette conception en affinant cette chronologie, toutefois en ajoutant ainsi un pluvial: le Pré-Soltanien, entre le Tensiftien et le Soltanien.

L'introduction de la notion du Pluvial, due essentiellement à Raynal, a permis de bâtir une synthèse cohérente d'explication des paysages morphologiques (Weisrock, 1983). De plus, cette théorie semblait être si commode qu'elle a été rapidement acceptée et étendue ainsi à l'ensemble des domaines géomorphologiques du Maroc et même

appliquée dans d'autres pays méditerranéens (Beaudet, 1971 ; Martin, 1981). En fin, comme l'avait affirmé Weisrock (1983), l'émergence de cette théorie morpho-génétique fondée sur le notion du «pluvial» a joué le rôle de précurseur au développement de la recherche sur le Quaternaire du Maghreb à partir de la décennie soixante.

4.4. Les points faibles du concept classique

Même si la mise au point de cette stratigraphie quaternaire régionale a été généralement utilisée par tous les spécialistes des Sciences de la Terre, elle est confrontée à des anomalies qui constituent des points faibles altérant sa cohérence. Ces points faibles, témoignant en général de la diversité régionale de l'évolution quaternaire, sont multiples.

4.4.1 Les points faibles de portée restreinte

- (1) *Le problème des critères de définition des stratotypes*: Tous les stratotypes du cadre classique, à l'exception du Tensiftien, ont été définis par rapport à des niveaux de terrasses; le Tensiftien étant défini par rapport au niveau d'une génération de glaci: «G3» (Weisrock, 1980; Moreau, 1981).
- (2) *Le problème de la relation stratotype et représentativité des fluctuations paléoclimatiques*: Les stratotypes définis dans diverses régions ne sont pas représentatifs des fluctuations paléo-climatiques d'ordre général. C'est le cas de l'Amirien qui a été défini dans des sols fini-pliocènes de plateau (Lefèvre, 1985). Mais, la controverse du choix de cet éponyme a été déjà formulée par Beudet (1971) qui le considère comme le résultat d'une profonde altération fini-pliocène, donc ayant pu être remanié et avoir subi une pédogenèse à différentes reprises.
- (3) *Le problème de l'attribution des stratotypes*: L'attribution de certains stratotypes est controversée, telle celle du Salétien par Biberson (1961) et Beudet (1971). Le premier auteur le rangeait dans le Villafranchien supérieur ou terminal du fait qu'il contenait une industrie de type Pebble-Culture évoluée, alors que Beudet (1971) en faisait plutôt le Régréguien (niveau plus ancien que le Salétien). Un tel problème de datation du Salétien a été aussi évoqué par Michard (1976).
- (4) *Le problème des limites entre cycles climatiques*: Les limites entre les cycles climatiques sont aussi controversées. L'exemple typique est la limite entre le Pluvial «Tensiftien» et le Pluvial «Soltanien». C'est à cette limite que les opinions divergent le plus à propos des corrélations (Coque et Jauzein, 1965). Les travaux de Biberson (1963) ont permis d'apporter des précisions en y intercalant un épisode climatique nommé le Pré-Soltanien. Selon cet auteur, ceci constitue un problème qui persiste pour étendre les corrélations à d'autres chronologies établies ailleurs en Méditerranée. La constance dans l'espace

de l'expression lithologique (faciès limoneux rouges) du niveau soltanien est à l'origine de sa désignation générale par la terrasse limoneuse. Malgré cette caractéristique, le dépôt limoneux rubéfié présente des problèmes liés à son début, ses fluctuations et sa signification (Weisrock, 1983). Ce dernier a le mérite de discuter ce problème dans cette éminente synthèse à laquelle nous renvoyons le lecteur pour plus de détail.

4.4.2 Les critiques de portée plus générale

Elles sont aussi très nombreuses.

- (1) *La notion du Pluvial*: Cette notion est nuancée. Sa définition au sens strict, ses bases, ses caractéristiques climatiques, sa signification et ses limites spatio-temporelles, ainsi que ses expressions morphoclimatiques sont mal cernés.
 - i) *Les caractéristiques climatiques*: Les caractéristiques climatiques des périodes pluviales sont mal définies (Weisrock, 1983 ; Lefèvre et al., 1985 ; Texier et al., 1985).
 - ii) *La correspondance Pluvial-Glaciaire*: Malgré une révision notable par Beudet (1971), sa corrélation avec le glaciaire européen jugée d'«être trop systématique», a été remise en cause par Weisrock en 1983, en se basant surtout sur des travaux relatifs au dernier Pluvial «le Soltanien».
 - iii) *La signification du Pluvial*: L'utilisation du terme «Pluvial» par les palynologues reflète plutôt une définition climatique, épargnant ainsi la notion de durée destinée à l'emploi du terme Pluvial (Weisrock, 1983). Mais, cette notion de temps évoquée par ce dernier n'est qu'apparente, car l'utilisation de l'un des termes des pluviaux de la nomenclature classique refléchet plutôt une signification morphogéométrique (position morpho-spatiale de l'unité considérée) et ne répond davantage à la définition temporelle requise qu'en arrière plan. Dans beaucoup de travaux, la signification

tion temporelle des pluviaux est discrète, ce qui rend leur utilisation non objective. Dans ce sens, comme l'avait souligné Dresch (in Weisrock, 1983), «les concepts des pluviaux sont tellement imprécis et légèrement utilisés hors de l'espace et du temps, ce qui rend leur utilisation dérisoire».

- (2) *Le problème des relations entre dépôts marins et dépôts continentaux*: Ces derniers doivent logiquement se raccorder aux niveaux régressifs de l'océan, ce qui n'était observé que pour la terrasse soltanienne (Weisrock, 1980 ; Martin, 1981).
- (3) *Le choix des sites éponymes*: Les sites éponymes de la chronostratigraphie marocaine ont été choisis dans diverses régions rendant difficiles les corrélations (Lefèvre, 1985).
- (4) *L'absence ou le dédoublement des niveaux*:
 - i) *Cas d'absence des niveaux*: Certains stratotypes paraissent être absents, tel le niveau amirien qui fait souvent défaut, suite soit à l'érosion, soit à la discrétion du Pluvial amirien (Beaudet et al., 1967; Saaidi, 1987).
 - ii) *Cas de dédoublement des niveaux*: D'autres stratotypes paraissent être dédoublés. De nombreux cas ont été décrits et concernent:
 - *cas du Rharbien*: En plus de son dédoublement signalé dans le Haut-Atlas central calcaire par Couvreur (1974) an haute altitude, dans les montagnes atlasiques et leurs bordures, les dépôts «rharbiens» correspondant aux derniers remblaiements des fonds d'oueds sont représentés par des séries épaisses qui s'emboîtent en de multiples terrasses en escalier engendrées par diverses phases morphosédimentaires (Weisrock et al., 1991). Une telle multiplicité des niveaux a été reliée aux secteurs en cours de surrection.
 - *cas du Soltanien*: Ce niveau (n°2, Würm), identifié généralement par la dominance de faciès sommitaux limoneux, est dédoublé dans la

région des Ait Kermouss et Boulemane dans le Moyen Atlas central (Martin, 1981). Ce dédoublement, généralisé au-dessus de 1700m, s'exprime aussi bien par deux types de dépôts que par deux formes distinctes témoignant ainsi des variations du milieu morphoclimatique au cours du Soltanien et n'impliquant en aucun cas l'intervention des conditions locales. Ce phénomène de dédoublement a été aussi observé dans différentes régions par plusieurs auteurs (Gigout, 1957; Raynal, 1961; Joly, 1965; Maurer, 1968; Ruellan, 1971; Dutour, 1983). La multiplicité des niveaux soltaniens et la complexité de ses dépôts soulignée par Delibrias et al. (1976) puis Martin (1981) se trouvent confirmée ultérieurement par les travaux de Weisrock (1983). Mais, il est à souligner que ce niveau (2) soltanien de la chronologie classique est rapporté dans beaucoup de travaux récents à l'Holocène suite à des datations chronologiques au C¹⁴, tel est le cas dans la région de Marrakech (Weisrock et al., 1985; Weisrock et Miskovsky, 1988; Miskovsky, 1989; Dutour et Miskovsky, 1991).

- *cas du Tensifitien*: Le Pluvial n° 3 du cadre classique se trouve aussi dédoublé dans la plaine de Zébra où Ruellan (1962) en décrit ainsi deux.
- *cas du Régréguien*: Ce Pluvial a été introduit par Choubert en 1959. Depuis lors, il a été reconnu et décrit dans diverses régions du Maroc par Le Coz (1964) dans la plaine du Gharb, Maurer (1962) dans le Rif et par Ruellan (1962) dans la basse Moulouya. Par contre, il est considéré par d'autres auteurs comme le résultat d'un soulèvement tectonique ayant localement dédoublé le Moulouyen (Raynal et Tricart, 1963 ; Saaidi, 1979 b).

- (5) *La variation de l'identité sédimentologique des niveaux*: Les dépôts de certains niveaux n'offrent pas les mêmes caractéristiques sédimentologiques que ceux mentionnés par la nomenclature classique. L'exemple type est celui des niveaux amiriens qui sont caillouteux et non constitués de sédiments rouges et fins (Beaudet, 1971). Selon cet auteur, ce type d'anomalie pourrait constituer une source de confusion, donc un handicap dans l'utilisation de cette nomenclature.
- (6) *La méthode d'étude et de dénombrement des niveaux*: Dans beaucoup de travaux, la chrono-stratigraphie est obtenue par simple repérage de surfaces et de comptages consécutifs des niveaux étagés. Par ailleurs, de nombreux travaux ont souligné l'importance des déformations aussi bien souples que cassantes affectant les formations superficielles continentales anciennes et récentes, ce qui nuance la fiabilité de cette stratigraphie fondée uniquement sur des critères altitudinaux. Même avant l'émergence de cette proposition classique, des travaux en témoignent. Dans ce sens, et à titre d'exemple, Raynal (1955) a mis en cause la tectonique quaternaire qui oblitère l'ordonnement altimétrique des formes vers l'aval dans le bassin de la Moulouya. De tels critères ne sauraient généralement être retenus, ni pour les niveaux continentaux ni pour les niveaux marins, toujours susceptibles d'être perturbés par la néotectonique et faussés par l'existence de pentes originales (Coque et Jauzein, 1965). Par conséquent, l'interprétation de la succession des phénomènes du Pléistocène se complique du fait de l'existence de tels mouvements (Choubert, 1965). En tous cas, tous les auteurs s'accordent aujourd'hui pour reconnaître l'existence et l'importance de la tectonique quaternaire. De plus, la complexité de la morphologie continentale rend toute corrélation géométrique similaire à une simplification purement «*caricaturale*» (Weisrock, 1980).

Après cette revue des points faibles, il apparaît que la diversité régionale de l'évolution quaternaire

est un fait incontestable du fait que toutes les vallées n'ont pas enregistré les différents niveaux classiquement définis. L'une des conséquences de tels décalages morphologiques est de remettre en cause une «*chronologie trop mécaniste*» (Weisrock, 1980). De plus, la genèse des formes n'intervient pas obligatoirement au cours du Pluvial. Une telle chronologie présentait ainsi bien des défauts, tant dans ses fondements que dans ses contenus (Texier et al., 1985 et 1985-1986).

Malgré ces inconvénients, cette nomenclature chronostratigraphique classique paraissait cohérente et d'une application aisée, surtout pour un chercheur dont le souci primordial était de retracer l'évolution du relief d'une région donnée. Par conséquent, cette stratigraphie a fait référence en Afrique du Nord, voire même dans la péninsule ibérique (Texier et al., 1985 et 1985-1986 ; Aberkan, 1992). De plus, certains auteurs (Raynal et Tricart, 1963) pensaient même que cette succession morphoclimatique établie au Maroc constituait un bon départ pour la compréhension du Quaternaire du Midi méditerranéen français. Mais, elle ne représentait en réalité qu'un outil permettant de différencier et de nommer commodément les niveaux, les dépôts et les sols quaternaires du Maroc (Beaudet et al., 1967). Son extension au pourtour méditerranéen a été entamée peut-être trop rapidement comme l'avait souligné Weisrock (1983).

Si les travaux de Couvreur (1978) sur le Haut-Atlas Central confirment alors ce schéma classique, d'autres, dans d'autres régions du Maroc, l'ont controversé. De telles réserves ont été avancées par (Beaudet et al., 1967; Beaudet, 1971); même si ce dernier l'avait assimilé à «*la plus cohérente et la plus séduisante des constructions qui aient jamais été proposées pour rendre compte de l'évolution quaternaire d'une région*».

5. Le concept des «hypothèses nouvelles» (1971): Un concept ingénieux purement antagoniste conçu par des pédologues et conséquent à la faiblesse du concept classique

Il s'agit d'un ensemble d'observations et de considérations nouvelles dont l'émergence est venue élargir le champ des connaissances, en s'op-

posant en certains points d'importance à la conception dite classique (Moreau, 1981). Il constituait en réalité le point de départ de la vague de controverses du concept classique en se basant sur les différences morphologiques régionales induites par la différenciation spatio-temporelle des processus morpho-pédogénétiques.

5.1 Les fondements du concept des «hypothèses nouvelles»

Les auteurs qui ont remis en cause la façon de voir classique suggèrent que les pluviaux (dans le Maroc Atlantique) seraient une période de pédogenèse et non de morphogenèse (Beaudet et al., 1967). Cette série d'hypothèses nouvelles, concernant la nature de la pédogenèse et ses rapports avec les variations climatiques, visait à différencier des régions morphogénétiques quaternaires (Beaudet, 1971). Dans ces domaines morphoclimatiques divers, l'enchaînement des processus n'est pas le même et les niveaux dateraient d'époques variées. En effet, ce schéma tenait compte des conditions précises de l'érosion dans les différents secteurs d'altitude et du rôle de la couverture végétale (Beaudet et al., 1967).

Néanmoins, cette proposition de séparer dans le temps les phases de sédimentation continentale et celles de pédogenèse, de «régionaliser» la morphogenèse post-tertiaire et d'admettre que des formes comparables ont pu s'édifier sous des conditions bioclimatiques différentes, a été approuvée par Dresch, (1972) et Tricart et al., (1972). «Les phénomènes de pédogenèse semblent avoir été beaucoup plus complexes que ne saurait l'exprimer la conception rigide des cycles classiques pluvial-interpluvial» (Weisrock et Rognon, 1977). Quant aux phénomènes de creusement et d'alluvionnement, leur complexité réside dans le fait qu'ils peuvent intervenir aussi bien en période humide qu'en période sèche ou même simultanément en différents points d'un même oued» (Weisrock, 1980). Des décalages sont donc possibles dans la correspondance exacte entre les couples morphogénétiques et climatiques. Une telle éventualité a été déjà avancée en dehors du Maroc pour une région avoisinante: le Sahara nord-occidental par Alimen (1976).

5.2 La classification proposée dans le cadre des hypothèses nouvelles

L'objectif de ces nouvelles observations, comme l'avait précisé Beaudet (1971), est de «substituer une nouvelle nomenclature stratigraphique du Quaternaire continental marocain, plus vague et compréhensive, à celle qui est en usage, précise sans doute, mais risquant d'introduire des confusions». Pour concrétiser un tel objectif, le découpage simplifié du Quaternaire continental marocain proposé par Dresch en 1969 (Tableau 3) a servi de précurseur à l'élaboration de cette classification.

En effet, cette nouvelle nomenclature qui est illustrée par le tableau 4 subdivise ainsi le Quaternaire en deux périodes: Le Quaternaire

Tableau 3. Essai de subdivision simple de la nomenclature classique proposée par Dresch en 1969.

Tabla 3. Tentativa de subdivisión sencilla de la nomenclatura clásica propuesta por Dresch en 1969.

QUATÉRNAIRE	PLEISTOCÈNE	<p><i>Pléistocène récent et Holocène</i></p> <p><i>Pléistocène moyen</i></p> <p><i>Pléistocène ancien</i></p>
	VILLAFRANCHIEN Supérieur	

Tableau 4. Proposition d'une nouvelle nomenclature du Quaternaire continental marocain dans le cadre des «hypothèses nouvelles» (Beaudet, 1971).

Tabla 4. Proposición de una nueva nomenclatura del Cuaternario continental marroquí en el marco de las «hipótesis nuevas» (Beaudet, 1971).

ENSEMBLE DU QUATÉRNAIRE	QUATÉRNAIRE MOYEN ET RÉCENT = PLEISTOCÈNE	<p><i>Pléistocène récent</i> (Pluvial Soltanien et épisode interpluvial suivant)</p> <p><i>Pléistocène moyen</i> (pluviaux Amirien et Tensiftien et épisodes interpluviaux suivants)</p> <p><i>Pléistocène ancien</i> (Pluviaux Régréguien et Salétien et épisodes interpluviaux suivants)</p>
	<p>QUATÉRNAIRE ANCIEN = VILLAFRANCHIEN</p>	

ancien (Villafranchien) et le Quaternaire moyen et récent (Pléistocène). Les termes classiques utilisés ne désignent plus forcément ni un épisode quaternaire précis, ni un faciès sédimentaire caractéristique. De plus, comme tenait à le préciser Beaudet (1971), ces termes ne devront être utilisés que lorsqu'ils désignent sûrement des niveaux et des dépôts dont l'élaboration est survenue au cours des Pluviaux. Par ailleurs, le terme du Rharbien pouvait être partout conservé, du fait de «*son identité faciologique constante*».

5.3 Les applications de cette nomenclature

Les travaux de Martin (1981) dans le Moyen Atlas Central s'intègrent dans le cadre des hypothèses nouvelles. Il a été également amené à régionaliser par étagement la morphogenèse quaternaire, en distinguant la haute montagne et le domaine des basses et moyennes altitudes. C'est dans ce dernier domaine que le décalage entre le dépôt de la terrasse (Pluvial) et le façonnement des glaciers d'ablation en roches tendres (Interpluvial) a été démontré. La couverture détritique des glaciers ne s'interstratifie pas avec les matériaux de terrasse mais les recouvre (Martin, 1974, 1981). Une telle relation se trouve aussi vérifiée dans l'Atlas atlantique par Weisrock (1974, 1980).

Quant à Maurer qui mena ses travaux de recherches dans les montagnes du Rif Central en 1968, il s'est rallié à ce dernier pour remettre en cause la conception classique. Néanmoins, il a conservé ses termes pour désigner les formes et dépôts élaborés au cours des Interpluviaux.

5.4 L'apport du concept des «hypothèses nouvelles» et ses limites entre l'objectivité et la faiblesse

Cette théorie qui tenait compte des différences morphologiques régionales, toute ingénieuse qu'elle soit, faisant appel à des observations nouvelles avec des faits de terrain plus ou moins nuancés, n'entendait pas pallier les points de faiblesse de la théorie classique, bien qu'elle ait été la conséquence de cette faiblesse. Mais, elle s'y oppose avec un antagonisme grandiose. En effet, de telles études qui prennent en compte les phénomènes pédogénétiques (Beaudet et al., 1967; Maurer, 1968;

Beaudet, 1969,1971; Ruellan, 1969,1971) n'apportent cependant pas d'éléments fondamentalement nouveaux, susceptibles de trancher le débat de façon définitive, en particulier au sujet de la question principale des corrélations entre dépôts continentaux et dépôts marins. Par conséquent, c'est un «*schéma plus nuancé*» (Michard, 1976). De plus, cette théorie n'a pas été mise en rapport direct et dans sa totalité avec le principe de Biostasie-Rhexistasie émis déjà par Erhart en 1956. Néanmoins, dans un tel cadre, la notion de couvert végétal en relation avec la morphogenèse et la pédogenèse a été du moins intégrée. Elles viennent toutefois remettre en cause quelques «*pans de l'édifice*» comme l'avait cité Beaudet (1971) et renforcer ainsi l'idée que la grande diversité du milieu marocain ne peut guère s'accommoder d'une théorie globale, aisément extensive à une échelle plus grande (Moreau, 1981).

Malgré leurs applications restreintes, ces nouvelles considérations ont joué le rôle de précurseur principal à la controverse du système de référence classique.

Avec ces nouvelles considérations, les auteurs ont essayé de conférer à la stratigraphie marocaine un caractère globalisant.

Cet objectif a été illusoire car il s'est avéré en réalité que ces nouvelles hypothèses ne pouvaient aussi donner entièrement satisfaction à cause des nuances qu'elles laissent persister.

6. Phase de coexistence de deux séries d'hypothèses antagonistes, malgré l'appel à une plateforme d'entente

En deux décennies, les travaux sur le Quaternaire continental marocain se concrétisent par l'élaboration de deux séries d'hypothèses qui s'affrontent sur la relation entre la genèse des formes et le cycle Pluvial-Interpluvial et les relations stratigraphiques Océan-Continent.

6.1 Les conséquences de la coexistence des deux concepts traditionnels

Suite à l'avènement des ces deux séries d'hypothèses antagonistes, un duel a surgi et persisté au sein de la communauté scientifique entre les

tenants du cadre classique et ceux du cadre des hypothèses nouvelles, malgré les tendances de simplification de la nomenclature classique (Dresch, 1969) et de réconciliation entre les deux théories (Biberson, 1971). Les travaux de Couvreur (1978) et de Martin (1981) en témoignent. En effet, si d'une part Couvreur (1978) confirma le schéma classique dans le Haut-Atlas Central, les travaux de Martin (1981) et Maurer (1968) s'intègrent d'autre part dans le cadre des hypothèses nouvelles.

Cependant, il faut noter que dans le domaine atlasique, d'une part Favède (1973) puis Couvreur (1978) ont conservé respectivement pour le Haouz de Marrakech et le Haut-Atlas central la nomenclature classique sans toutefois intégrer le Régréguien, et d'autre part Martin (1981) a opté pour une terminologie où seuls les niveaux 1, 2 et 3 conservent leur nomination traditionnelle. Un découpage similaire de ce dernier a été aussi utilisé ultérieurement par Dutour (1983) pour la partie occidentale de la haute Moulouya. Par contre, dans des travaux plus récents, Dutour (1985) et Dutour et Ferrandini (1985) ont appliqué intégralement la chronologie classique et sans réserve. En dehors du domaine atlasique, les travaux de Maurer (1968) dans le Rif central ont récusé la conception classique en conservant toutefois ses termes pour désigner les formes et les dépôts des Interpluviaux.

Des confusions ont été rendues ainsi possibles, vu que le même terme peut désigner à la fois un Pluvial et un Interpluvial qui l'a suivi (Beaudet, 1971). Le problème est devenu donc compromettant quant au choix d'un cadre chronologique pour la présentation de nouveaux résultats. Certains auteurs se sont donc ralliés aux fondateurs de la nomenclature classique, et ils l'ont appliquée intégralement et sans réserve. Par contre, d'autres auteurs l'ont appliquée partiellement.

6.2 Les propositions de révision stratigraphique des nomenclatures traditionnelles

L'abandon de la nomenclature classique a été déjà proposé par Dresch (1969). Ce dernier propose de la remplacer par des termes beaucoup plus généraux aboutissant à une subdivision simple du Quaternaire marocain en Villafranchien supérieur, Pléistocène ancien, Pléistocène moyen et Pléistocène récent-Holocène (Tableau 3). Bien que

cette proposition soit exploitée par Beaudet (1971), ce dernier, en affinant le découpage, a introduit des confusions.

En vue de faciliter les corrélations, une nouvelle définition des termes chronologiques fondée sur l'étude des sites du littoral atlantique a été proposée par Biberson (1971). Une telle redéfinition des cycles climatiques permet de conserver la nomenclature classique en intégrant l'ensemble des observations nouvelles (Tableau 5). Selon cet auteur, chaque étage continental serait encadré par deux transgressions marines. Les niveaux marins fixeraient, de ce fait, les limites des principales périodes de la chronologie continentale.

Vers 1972, deux séries d'hypothèses s'affrontent sur leurs fondements conceptuels. Elles persistent malgré l'initiative de proposition en vue de leurs révisions compromettantes.

L'objectif de cet appel de révision des stratigraphies traditionnelles par le biais de simplification ou de réconciliation visait certainement un compromis qui envisagerait l'élaboration d'un outil de travail adéquat pour mettre fin à des discussions certainement laborieuses mais douteuses à une époque où les recherches scientifiques quantitatives sont encore à leur phase d'ébauche voire même inexistantes. Cet appel à une plateforme d'entente doit être perçu en réalité comme un acte de sagesse.

Tableau 5. Redéfinition des cycles climatiques du cadre classique par Biberson (1971).

Tabla 5. Redefinición de los ciclos climáticos del marco clásico por Biberson (1971).

QUATÉNAIRE	HOLOCÈNE		Rharbien
	PLÉISTOCÈNE	Pléistocène Supérieur	
Pléistocène moyen		Amirien et Tensiftien	
Pléistocène inférieur		Moulouyen et Salétien	

7. Le nouveau concept du «nouveau cadre chronologique raisonné du quaternaire marocain» (1985): Un marqueur apparent et éphémère de la fin des concepts traditionnels

Des travaux récents, effectués dans la région de la Moulouya (Lefèvre, 1984; 1985) et sur le plateau de

Salé, localité éponyme du stratotype Salétien, (Texier et al., 1984) ont abouti à remettre en cause la validité des deux plus anciens étages de la chronologie classique marocaine (le Moulouyen et le Salétien).

De plus, la notion du Pluvial a été nuancée (Weisrock, 1983) et le synchronisme entre les phases pluviales-interpluviales et glaciaires-interglaciaires, a été également remis en cause (Weisrock, 1983 ; Texier et al., 1985, 1985-1986; Lefèvre et al., 1985).

Suite à ces constatations argumentées par des faits de terrain qui constituent ainsi un apport scientifique indéniable et ceci sur plusieurs plans, les auteurs de l'école bordelaise ont proposé un nouveau cadre chronologique raisonné récent du Quaternaire marocain.

7.1 Le nouvel apport scientifique de l'école bordelaise

Les travaux de recherches menés au cours de la décennie 80 par l'école de Bordeaux, dont les investigations continuent en collaboration avec l'INSAP, ont permis d'apporter des éléments de réponse sur différents plans.

7.1.1 Sur le plan climatique

La correspondance entre les couples (Pluvial, Interpluvial) et (sédimentation, érosion) dans les concepts classiques fait recours à des paramètres climatiques (température, précipitations, répartition...) mal définis. Des précisions ont été ainsi apportées (Texier et al., 1985). Les pédogenèses synchrones des Interpluviaux se sont déroulées sous des paléoclimats humides à très humides, à précipitations régulières et dans une ambiance thermique d'abord assez chaude, puis plus fraîche (El Hajraoui, 1985).

7.1.2 Sur le plan chronostratigraphique

De nombreux travaux confirment que tous les étages continentaux marocains font référence à des stratotypes inadéquats (Lefèvre, 1984 et 1985; Texier et al., 1984, 1985 et 1985-1986; Raynal et Texier, 1984; Raynal et al., 1982).

7.1.3. Sur le plan de la dynamique sédimentaire

Les transferts à l'état solide sont prédominants en contexte aride (Lefèvre, 1985) et, la correspon-

dance aride/glaciaire fut alors démontrée par ce dernier dans le bassin de la moyenne Moulouya.

De tels résultats ne sont que la conséquence des défauts que présentent les concepts classiques aussi bien dans leurs fondements que dans leurs contenus (Texier et al., 1985). De plus, ils illustrent bien l'inadéquation des stratotypes du Quaternaire marocain et la nécessité de leur mise en question en tant que fondement d'une chronologie (Texier et al., 1985-1986).

Dans cette optique, un nouveau cadre chronologique raisonné du Quaternaire marocain fut proposé par Texier et al. en 1985. Il est en réalité le fruit de ces travaux de recherche des années de la décennie 80.

7.2 Le nouveau cadre chronologique raisonné proposé (NCCR)

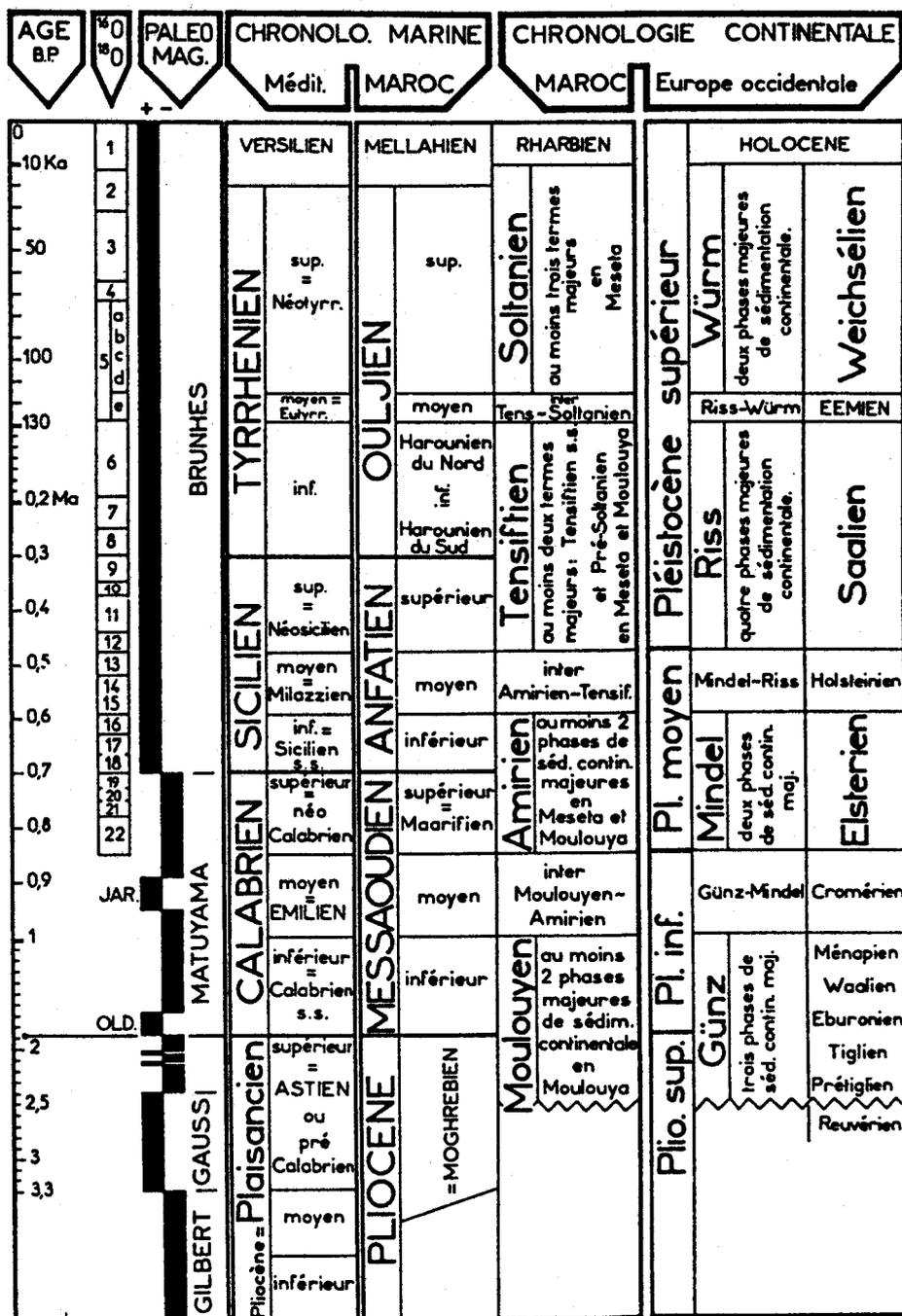
Il s'agit d'une synthèse chronologique intégrant les étages marins et continentaux marocains, corrélés avec les étages alpins et méditerranéens (Tableau 6).

Cette nouvelle proposition dont les bases sont: l'extension de la théorie de bio-rhexistasie émise par Erhart en 1956, l'abandon de la référence à un stratotype et le principe de corrélation océan-continent qui s'appuie sur la notion d'unité climato-sédimentaire de Bonifay (1964), permet de subdiviser le Pléistocène en quatre périodes rhexistasiques majeures (Moulouyen, Amirien, Tensiftien et Soltanien). Chaque période rhexistasique se corrèle avec un glaciaire européen: le Soltanien avec le Würm, le Tensiftien avec le Riss, l'Amirien avec le Mindel et le Moulouyen avec Günz. Ces termes, n'ayant pas la signature classique, représentent uniquement *un intervalle de temps* et sont susceptibles de subdivisions selon l'existence de cycles rhexistasiques secondaires. En ce qui concerne le terme de Rharbien, il a été conservé pour désigner l'Holocène continental au Maroc. Quant au problème de la limite Pliocène-Pléistocène, il reste toujours posé.

En ce qui concerne les notions d'étage et du cycle continental, des précisions ont été apportées ultérieurement. Le binôme «Rhexistasie-Biostasie» représente un cycle continental (= étage continental constitué de deux sous étages continentaux) (Raynal et al., 1986). On en distingue 4 principaux:

Tableau 6. Proposition du nouveau cadre chronologique raisonné récent du Quaternaire marocain. Corrélations avec les chronologies européennes (Texier et al., 1985).

Tabla 6. Proposición del nuevo marco cronológico racional reciente del Cuaternario marroquí. Correlaciones con las cronologías europeas (Texier y al., 1985).



- (1) le Moulouyen et l'inter Moulouyen-Amirien,
- (2) l'Amirien et l'inter Amirien-Tensiftien,
- (3) le Tensiftien et l'inter Tensiftien-Soltanien,
- (4) et en fin le Soltanien et le Rharbien.

Au cours des périodes rhexistasiques (morphogénèse active), qui correspondent aux parties régressives et à l'amorce des transgressions de chaque cycle, les transferts à l'état solide prédominent et en particulier s'élaborent les terrasses fluviales et les glacis (Raynal *et al.*, 1986).

7.3 Objectivité, cohérence et faiblesse de la proposition

La proposition du NCCR qui fait suite à des acquis scientifiques certainement irréfutables, met à la disposition des chercheurs un cadre d'apparence bien justifié. Mais, les périodes ainsi définies à tendance générale rhexistasiatique recouvrent une réalité plus complexe et comprennent des oscillations climatiques de sens opposé (Texier *et al.*, 1985-1986). Certes ces intervalles n'ayant pas l'éthique classique, la nomination empruntée de la terminologie classique d'une façon partielle fragilise la consistance du dit cadre chronologique et risque d'introduire des confusions. Si cette proposition apparaît logique, la validation du cadre chronologique devrait être étayée par de nombreuses datations isotopiques absolues et appuyée sur un cadre paléo-magnétique adéquat (Texier *et al.*, 1985). De plus, comment garantir ces conditions qui «*ne sont que rarement remplies pour le Maghreb* (Weisrock, 1983)»?

La proposition d'un tel cadre chronologique par Texier *et al.* en 1985 est en réalité un événement scientifique éminent. L'émergence de cette proposition a tracé tout d'abord une fin aux nomenclatures traditionnelles. De plus, elle a permis de fournir à la communauté scientifique un outil de travail objectif, malgré les restrictions qu'il suppose telle la recherche d'éléments objectifs de datations et une application limitée à l'élaboration des chrono-lithostratigraphies locales. Même si ce nouveau cadre chronologique intègre les phénomènes arythmiques de nature tectonique qui peuvent localement modifier la perception des cycles fondamentaux (Raynal *et al.*, 1986), il faut rappeler, à l'analyse des faits, que des complications apportées

par les déformations dues à la néotectonique récente et les difficultés d'interprétation des datations isotopiques, rendent aléatoire toute investigation chrono-lithostratigraphique.

De plus, la consistance immature d'un tel cadre chronologique émane encore partiellement du fait que d'une part certains résultats ne peuvent encore s'intégrer harmonieusement dans une vision globalisée (Raynal *et al.*, 1986), et que d'autre part la région de la Moulouya ne pouvait être considérée comme un site de référence de tous les domaines géomorphologiques du Maroc.

L'émergence du NCCR, amorcée et facilitée par l'application de nouvelles techniques de datations, marque certainement la fin des nomenclatures traditionnelles.

Sa cohérence, apparente soit-elle, se trouve justifiée par le fait qu'il est fondée sur des principes solides et par l'apport scientifique considérable aussi bien sur le plan quantitatif que qualitatif de la décennie 80, remettant ainsi définitivement en cause le système de référence traditionnel. Néanmoins, sa consistance se trouve fragilisée par de multiples facteurs limitants. Le risque d'aboutissement à des chrono-lithostratigraphies non adéquates serait donc certainement rendu possible. Par conséquent, un tel outil de travail était condamné sans doute à être ignoré voire même à un éventuel rejet par la communauté scientifique. Néanmoins, c'est un cas précis certainement et qui a sa juste valeur d'ordre local.

8. La remise en cause du nouveau cadre chronologique raisonné: La fiabilité des datations radiochronologiques, cause primordiale de son abolition

Les formations superficielles sont des «*dépôts en transit*» (Campy et Macaire, 1989). L'une des grandes difficultés, dans l'appréhension des phénomènes relatifs à ses types de dépôts quaternaires, réside dans leur discontinuité et leur caractère local; et vu leur aspect éphémère et la proximité des phénomènes actuels, on est amené à travailler avec plus de finesse que dans les périodes anciennes (Chaline, 1985).

En effet, l'échec de la chronologie méditerranéenne basée sur les unités lithostratigraphiques en

terrasses a été tout à fait évident. Mais l'apport de la chronologie absolue lui a donné le dernier appui qui lui manquait (Bellair, 1966). Cependant, cet appui n'était qu'illusoire et éphémère avec l'émergence de nouvelles idées. Comme l'avait prévu Mars (1967), la fiabilité des datations chronologiques serait mise en cause en fonction du progrès scientifique sur le Quaternaire.

8.1 Problèmes de fiabilité, de validation et de validité des datations absolues

Les mesures de radioactivité demandent une analyse critique qui fut trop souvent négligée et qui s'avère nécessaire avant toute utilisation (Coque et Jauzein, 1965). Les problèmes de fiabilité de telles méthodes sont délicats (Saaidi, 1987). Même si la méthode du Radiocarbone est, à peu près sans partage, le fondement de la chronologie absolue des derniers temps quaternaires (Evin, 1988), elle est sujette à caution en raison de sa limite intrinsèque d'une part, et de la grande probabilité de contamination d'autre part (Chkir et al., 1995). Et, même si on peut constater que les datations respectent toujours la logique stratigraphique, la dualité du matériel sédimentologique se retrouve dans la composition de la faune (Weisrock, 1980) dont le matériel ne pouvait, donc, constituer un élément objectif de datation. Ces mélanges constatés tant sur le plan sédimentologique que sur le plan faunistique ne correspondent-ils pas à des épisodes chronologiques différents? comme l'avait cité ce dernier. En effet, de tels mélanges constatés seraient à l'origine d'imprécisions chronologiques. Des travaux plus récents ont permis d'identifier clairement les différentes séquences et leurs faunes (Weisrock et al., 1999). Cependant, des incertitudes demeurent concernant les âges.

De plus, malgré leur cohérence apparente, les dates sont dotées d'une marge d'incertitude large à cause des phénomènes de vieillissement et de rajeunissement (Weisrock et al., 1994 ; Weisrock et Barrada, 1998). Néanmoins, elles constituent les seuls éléments de chronologie disponibles, ce qui incite à leur utilisation. Par conséquent, une révision des données acquises reste toujours nécessaire (Evin, 1988).

Les datations isotopiques constituent une donnée capitale pour caractériser l'évolution des paléo-

environnements et des paléoclimats. Elles permettent de situer au mieux dans le temps les différents termes du Plio-Pléistocène, bien que ces données doivent toujours être interprétées avec beaucoup de prudence (Bonifay, 1975). La valeur des corrélations dépendra en réalité des possibilités de datations et de leur fiabilité. Mais, dans le domaine particulier des datations numériques, le recours systématique à différentes méthodes est souvent recherché. De tels croisements méthodologiques permettent à la fois de confronter et d'affiner les âges obtenus (Daugas et al., 1989 et 1992). Du moins, l'emploi simultané de différentes méthodes de datation sur le même site permet-il de limiter les marges d'erreur (Weisrock, 1980). Les reconstitutions paléoclimatiques et paléo-environnementales ne peuvent être fondées que sur un cadre chronologique ainsi validé (Chkir et al., 1995). L'élaboration d'un étalonnage chronologique des archives morposédimentaires par des datations nombreuses est une condition primordiale pour leur validation, ce qui constitue un handicap dans les investigations quantitatives, puisque cette condition n'est que rarement satisfaite pour la Maghreb (Weisrock, 1983). En plus de la rareté des datations absolues, certaines ne sont pas des dates finies, d'autres sujettes à cause car trop proche des limites de la méthode du Radiocarbone (Texier et al., 1988). Par ailleurs, certains auteurs ont utilisé l'ordonnement séquentiel des âges comme argument essentiel de la validité des datations effectuées (Dutour et Miskovsky, 1991), malgré que ceci est en désaccord avec les recommandations de Weisrock (1983) pour les datations. Néanmoins, malgré les réserves formulées, les méthodes radiochronologiques paraissent permettre une meilleure approche des problèmes des terrasses et les changements climatiques, d'autant mieux que la base de données radiochronologiques s'enrichit, celles-ci seront révisées systématiquement (Alimen, 1976).

8.2 Conséquences sur la chronostratigraphie récente du Quaternaire continental marocain

Des investigations d'ordre aminochronologique ont permis de vérifier rapidement l'identité chronologique des assemblages archéologiques et de choisir les échantillons propices aux datations isotopiques par le radiocarbone, au niveau du dernier

cycle climatique du Maroc atlantique (Occhietti et *al.*, 1992 et 1993).

Ces auteurs ont montré que les gastéropodes continentaux ne dataient pas nécessairement l'engraissement sédimentaire qui les contient du fait que de tels gastéropodes peuvent coloniser un dépôt sédimentaire après sa mise en place et ceci après un intervalle de temps notable sur le plan géologique. Par conséquent, de telles investigations remettent partiellement en cause l'objectivité des datations isotopiques par le Radiocarbone et donc la fiabilité du nouveau cadre chronologique de Texier et *al.*, (1985).

Néanmoins, tout récemment et sur la base de nouvelles observations dans la région de Casablanca, cette chronologie fut abandonnée et une lithostratigraphie régionale pour le dernier million d'années a été ainsi proposée par Texier et *al.* (1993 et 1994).

En réalité, l'utilisation des datations chronologiques avait provoqué l'anéantissement du cadre classique et de son antagoniste, puis l'émergence du nouveau cadre chronologique raisonné. Mais, leur fiabilité a donné en même temps un coup mortel au «dogme» de ce dernier cadre, dont l'effritement était de simple logique et s'est fait malheureusement par ses fondateurs eux mêmes. Comme en témoignait Debenath (1998) dans le domaine de la géochronologie, l'étude des lignes de rivages a permis d'établir un cadre, qui, s'il nécessite d'être affiné, n'en sert pas moins de référence. Dans ce sens, Texier et *al.* (1994), l'ont jugé trop théorique et être une source de confusion avec l'ancienne nomenclature, ceci neuf ans après sa proposition. Pour ces raisons, ces auteurs l'ont abandonné au bénéfice d'une future lithostratigraphie en cours d'élaboration.

Il apparaît donc que la proposition du nouveau cadre chronologique raisonné n'ait pas été en réalité retenue par la communauté scientifique, car aucune application d'ordre régional n'avait pu voir le jour. Avec son abolition tardive face à une consistance immature, seule restera l'idée, avec sa juste valeur au sein de l'histoire des idées de l'évolution des concepts en géologie du Quaternaire continental marocain.

9. Synthèse générale

Au terme de ce travail de synthèse et d'approche critique à propos de la fiabilité des cadres chrono-

nologiques en stratigraphie du Quaternaire continental marocain et de leurs concepts précurseurs, nécessairement trop court pour traiter un sujet aussi bien abondant que pertinent, synthèse de faits et interprétations plus ou moins discordants et même partiellement contradictoires, nous pouvons mettre l'accent sur un certain nombre de faits évidents.

9.1 Imprécisions et limites des méthodes et concepts: témoins d'une chronostratigraphie dérogatoire

Cet aperçu sur l'évolution des méthodes et concepts en stratigraphie du Quaternaire continental marocain fait apparaître un certain nombre d'imprécisions et des limites concernant la fiabilité des cadres chronologiques proposés.

Cette évolution des idées, considérée sur un intervalle de temps limité à six décennies et restreinte dans l'espace au Maroc, montre que les méthodes et concepts ont subi de véritables changements, aussi bien dans leurs fondements que dans leurs contenus, tantôt approuvés ou controversés, tantôt ignorés voire même rejetés. C'est surtout à propos de l'interprétation paléogénétique que la controverse entre auteurs s'est faite la plus vive. Les rapports entre les variations climatiques et les phénomènes morphogénétiques et pédogénétiques ne sont pas nettement explicités et les théories proposées ainsi pour l'explication des faits divergent selon les travaux considérés (Moreau, 1981). Les chercheurs se sont acharnés à élaborer des modèles de base à caractère spatio-temporel globalisant sous une vision épistémologique dominée par la controverse sans donner à la dynamique sédimentaire l'importance adéquate. Les travaux de recherches qui permettent une approche du temps et de l'environnement par une compréhension dynamique objective des sédiments, et de leur distribution, fondée sur une analyse lithologique et géomorphologique la plus affinée possible (Macaire, 1988), restent de loin à leur phase d'ébauche au Maroc. Dans ce sens, on doit constater avec regret que les observations essentiellement qualitatives formulées n'ont été jusqu'à présent appuyées et justifiées que par peu de données précises. De plus, de telles données demeurent trop fragmentaires et surtout insuffisantes pour servir de base référentielle pour bâtir et étayer dans le détail une histoire plio-pléistocène globale et complexe.

A bien des égards, la stratigraphie du Quaternaire continental marocain demeure dérogatoire. Néanmoins, l'anomalie émane de l'interférence entre les couples (Glaciaire/Interglaciaire), (Pluvial/Inter-pluvial), (Humide, Aride), (réchauffement, refroidissement), (morphogenèse /sédimentogenèse) et (pédogenèse/érosion) dont les termes sont assez vagues et qui est assez spécifique à cette période géologique plio-pléistocène. Cette interférence, à ce jour encore mal expliquée, est à l'origine du caractère confus ou contradictoire des interprétations, remettant en cause la fiabilité des cadres radiochronolithostratigraphiques proposés. De plus, le rôle de la Néotectonique et à priori sa part dans cette interférence restent encore à reconsidérer.

En effet, pour expliquer la morpho-lithogenèse continentale post-tertiaire, de nombreuses théories ont été avancées: le cadre classique, le cadre des hypothèses nouvelles et le nouveau cadre chronologique raisonné. Ces théories, œuvres de différents chercheurs dont le profil est très varié (géographes, géologues et pédologues), n'ont pas réussi à fournir aux chercheurs un cadre chronostratigraphique valable, malgré leur succès qui n'est d'ailleurs qu'illusoire et éphémère. L'utilisation de la nomenclature traditionnelle comme système de référence a été promptement critiquée. L'objectif de la globalisation de la stratigraphie marocaine par le biais des hypothèses nouvelles n'a pas été atteint. De même pour le nouveau cadre chronologique raisonné, il n'a pas été retenu, en réalité, par la communauté scientifique. Dans ce sens, tout récemment, Texier et *al.* (1998) insistent sur son abandon du fait que les résultats de leurs travaux de recherches montrent qu'un tel cadre habituellement utilisé au Maghreb, repose sur des bases qui ne sont pas fiables (corrélations et attributions chronologiques incorrects, formations non identifiées, dépôts faisant partie d'une même formation et attribués à des étages différents...). De plus, ces concepts dont les paramètres climatiques sont difficilement appréhendés, restent imprécis.

Même si aujourd'hui, il ne reste plus de cadre chronologique fiable pour le Quaternaire continental marocain, le recours à l'un des concepts n'est plus admissible, tout en étant conscient que des travaux continueront certainement à infirmer, ou à compléter et à étayer l'un des concepts avancés, voire même à les confronter.

L'échec de la chronologie marocaine est une évidence inévitablement apparente du fait que toutes les tentatives de classifications avaient ciblé de couvrir toute la période quaternaire et tout le Maroc. Un tel objectif s'avère aujourd'hui tout à fait aléatoire face aux progrès des méthodes et des connaissances.

9.2 Progrès des connaissances et facteurs limitants

Les acquis scientifiques répertoriés dans ce travail témoignent d'un progrès scientifique indéniable qui est à la hauteur des efforts consentis par les chercheurs de l'époque. Mais, Il est à retenir que toutes les théories avancées sont en contradiction avec plusieurs faits attestés. De plus, elles ne représentent aucune aptitude globalisante.

Par ailleurs le chercheur dans le domaine de la géologie du Quaternaire a besoin d'un outil de travail efficace et crédible, qui devrait émaner d'une théorie ayant un pouvoir explicatif fort et effectif attestant de son aptitude globalisante. De plus, tout outil ne doit pas engendrer des difficultés pratiques sur le terrain.

Nous pensons que toutes les théories citées ont apporté leurs fruits, bien qu'aucune hypothèse ne donne entièrement satisfaction à cause des incertitudes qu'elle laisse persister. Certes, certaines ont joué toutefois le rôle d'outil de travail commode et été à l'origine d'un développement scientifique considérable. Néanmoins, un effort de synthèse et de synergie entre elles pourrait aboutir à des résultats probants. De plus, la stratigraphie du Quaternaire a fait de réels progrès au Maroc et dans les régions avoisinantes. Il est donc évident que le progrès de nos connaissances passerait désormais par une approche plutôt intégrée des problèmes. Par conséquent, un tel cadre fiable et valable devrait être ainsi remodelé en fonction de tels progrès.

La recherche en géologie du Quaternaire a connu certes un développement grandiose et parallèle à celui de la recherche en Europe, bien qu'un décalage flagrant puisse être enregistré surtout au cours de ces deux dernières décennies, faute de programmes de recherches internationaux et nationaux multidisciplinaires et objectifs. Un tel décalage se répercute même sur les discussions des idées et la validité de leur identité spatio-temporelle. Par conséquent, les discussions auxquelles on a abouties partiellement

dans ce travail ressemblent à tort à celles des années de la fin de la décennie 70 au niveau de l'Europe. Les applications des courbes isotopiques internationales, par exemple, risquent de ce fait de trouver leur juste intérêt au Maroc que d'ici encore une autre décennie ou deux, alors qu'ailleurs des modèles en font référence. De plus, beaucoup de données acquises par différents chercheurs au cours des deux dernières décennies sont condamnées à rester longtemps encore fort fragmentaires, locales et non revalorisées, en attendant un essor certain au cours des décennies à venir. Nous citerons à titre d'exemple les travaux de Michel (1992) parmi beaucoup d'autres concernant l'inventaire des sites paléontologiques du Quaternaire continental marocain, rendant compte de sa richesse sur ce plan et qui mériteraient une exploitation et une révision systématique.

Un autre facteur limitant mérite d'être souligné, la communauté scientifique nationale ne s'y est pas impliquée de façon effective au débat et ne se trouve qu'en arrière plan de ce progrès, malgré les multitudes et nombreuses contributions et travaux présentés par ces derniers et qui restent méconnus et non revalorisés, dans l'attente de l'instauration d'infrastructures de recherches adéquates, de la mise en route d'une réforme concrète et d'une coopération objective pour une relève certaine.

9.3 Bilan d'étude du Quaternaire continental marocain: Un bilan positif ou négatif?

Si la connaissance du Quaternaire continental marocain a connu apparemment une progression grandiose au cours de ces dernières décennies, de nombreux problèmes délicats persistent encore (Saaidi, 1979 a et 1987; Dutour et Lefèvre 1989; Nahid, 1990,1996), tels que la limite pliocène-pléistocène, l'impact de la néotectonique sur la sédimentation et la morphogenèse, les processus de sédimentation continentale; et les corrélations géométriques et dynamiques entre les apports latéraux issus de versants (Glacis, Glacis-cônes, cônes...) et les apports longitudinaux (dépôts en terrasses alluviales) liés à l'axe principal de la vallée.

Ces questions qui ont été débattues partiellement à diverses reprises constituent en même temps des facteurs limitants quant à la fiabilité du cadre chronologique adopté. Néanmoins, le bilan d'étude du Quaternaire continental marocain est toutefois

considéré comme satisfaisant (Saaidi, 1979 a; 1987). Un tel bilan des acquisitions met en évidence une réelle originalité du Quaternaire continental marocain et souligne ainsi l'importance, la netteté et la complexité de ses héritages, confirmant donc cette remarquable diversité régionale, conséquence normale des spécificités géologiques du pays.

9.4 Place et rang du Quaternaire marocain dans la stratigraphie méditerranéenne: Un devenir incontournable

La répétition des grands cycles morphosédimentaires constitue une identité similaire pour les deux rives de la Méditerranée. Cette caractéristique est confirmée dans de nombreux travaux (Weisrock, 1983). Elle a été à l'origine de l'extension de la chronologie marocaine au pourtour méditerranéen et de corrélations multiples. Même si, l'échec de la chronologie marocaine et celle des unités lithostratigraphiques en terrasses méditerranéennes sont un fait évident qui trace désormais un sort commun, un effort de synthèse et de révision à l'échelle du bassin méditerranéen s'avère de plus en plus prometteur et objectif. De ce fait, l'une des solutions clés de l'étude du Quaternaire continental marocain est à rechercher au sein d'une stratigraphie intégrée à dimension méditerranéenne.

En attendant et face à cette lacune, la stratigraphie méditerranéenne proposée par Bonifay (1975), fondée sur des critères stratigraphiques et paléontologiques, pourrait constituer un outil de substitution (Tableau 7). Il s'agit d'une stratigraphie plus commode et plus complète qui donne une importance à une terminologie utilisant les cycles majeurs.

Cette terminologie stratigraphique a été déjà utilisée par Lefèvre (1985) qui l'a jugée de «découpage du Quaternaire le plus clair et le plus synthétique». De plus, l'appel au recours à cette terminologie a été aussi lancé par Suc (1988) lors du colloque sur les méthodes et concepts en stratigraphie du Quaternaire européen à Dijon en 1988.

9.5 Perspectives: Comment repenser de façon intégrée la stratigraphie du Quaternaire continental marocain sous une dimension méditerranéenne?

Le problème devient délicat quand il s'agit d'adopter un cadre chronologique pour pouvoir pré-

Tableau 7. Terminologie stratigraphique de Bonifay (1975).
 Tabla 7. Terminología estratigráfica de Bonifay (1975).

SYSTEME	SOUS SYSTEME	ETAGES & SOUS ETAGES	GLACIATIONS ALPINES	TERMINOLOGIE CONTINENTALE	CHRONOLOGIE (en Ma B.P.)			
PLIOCENE S.L	PLEISTOCENE	Versilien	Moyen	Post-würm	<i>Pléistocène récent</i>	0.00		
			Inférieur	WÜRM		0.01		
		Tyrrénien	Supérieur			Riss-Würm	0.025	
			Moyen	RISS			0.09	
			Inférieur				Mindel-Riss	0.17
			Supérieur	MINDEL				0.35
		Sicilien	Moyen			Günz-Mindel	<i>Pléistocène moyen</i>	0.9
			Inférieur					
		PLIOCENE S.S.	Plaisancien	Supérieur		Glaciations pré Günziennes (DONAU/BIBER)	<i>Pléistocène ancien</i> = («Villafranchien sup et moyen »)	1.8
				Moyen				
	Inférieur			«Villafranchien inférieur»				
	Supérieur				3.0 ?			
	Moyen							
	Inférieur	8.0 ?						

senter des résultats nouveaux. Cet handicap se répercute même sur le cadre général requis pour l'expression et la formulation de la succession des différents dépôts superficiels inscrits dans les paysages morphologiques. De plus, le géologie du Quaternaire continental marocain souffre de la rareté des travaux quantitatifs touchant à plusieurs domaines tels la cartographie géomorphologique, l'analyse sédimentologique multi-élémentaire, la radiochronologie, la géochimie isotopique, la paléontologie, la palynologie, l'archéologie, la malacologie, la pédologie, la néo-tectonique, etc.

Cependant, pour une meilleure revalorisation des connaissances scientifiques, il est recommandé d'avoir recours à des travaux en équipe multidisciplinaire et de procéder à l'établissement des chrono-

lithostratigraphies locales, sans régionaliser. Néanmoins, toute révision intégrée et toutefois compromettante conduisant à une conception moderne et novatrice devrait avoir l'aval de toute la communauté scientifique.

Dans ce sens, la communauté scientifique internationale et nationale devrait repenser les méthodes et concepts d'études du Quaternaire marocain pour une éventuelle réactualisation à la lumière de la tendance de la communauté scientifique européenne au rejet du terme quaternaire à l'échelle de l'Europe (proposition de Suc, au Col. Int. à Dijon, 1988), et pour une revalorisation des connaissances en tenant compte de l'analyse des structures des corps sédimentaires suivant les concepts de la stratigraphie séquentielle (Vail et al., 1987 et Van-

wagoner et *al.*, 1988), toute fois en intégrant les nouveaux concepts de la stratigraphie événementielle (Barnes et *al.*, 1996), fondée sur l'analyse des événements perceptibles dans les archives sédimentaires et en faisant aussi recours aux enseignements de la pédostratigraphie (Macaire, 1988) et de la biosédimentologie (Adolphe et *al.*, 1989).

L'objectif de cette multidisciplinarité dont l'appel a été lancée antérieurement soit pour la Quaternaire européen (Chaline, 1972, 1985), soit pour la Quaternaire continental marocain (Weisrock, 1983), subordonnée à des programmes de datations absolues et à des analyses isotopiques, est l'aboutissement à des radiochronolitho-stratigraphies adéquates, donc, d'instaurer une bonne plateforme pour les synthèses chronologiques isotopiques à confronter avec les courbes isotopiques internationales exploitant ainsi au mieux le concept des stades isotopiques telles celle de Shalckleton et Opdyke (1973).

Dans ses perspectives prometteuses, les archives morphosédimentaires deviendront une base de données incontournable dans toute investigation à intérêt paléohydrologique et pléoclimatologique aussi bien à l'échelle locale que régionale .

Repenser la stratigraphie du Quaternaire marocain en faisant recours toutefois à la multidisciplinarité, démarche objective permettant l'appréhension des problèmes clés du Quaternaire continental marocain sous ses différentes facettes et en adoptant le choix d'une révision intégrée au sein et pour une stratigraphie globale méditerranéenne, trace désormais la voie vers un progrès scientifique prospère. Cependant, la prise de conscience des chercheurs quant aux difficultés rencontrées lors de l'étude des dépôts superficiels et leur prudence requise au sein d'un raisonnement scientifique logique ne peuvent être en définitive, comme l'avait suggéré Mars (1967), qu'un facteur décisif de progrès.

*Ce travail a été effectué avec le concours du PARS SDU 68.

Références bibliographiques

Aberkan, M. (1992). Les formations géologiques du littoral atlantique du Maroc septentrional. Contribution à l'étude des paléoenvironnements des hominidés au cours du Quaternaire récent. *Rés. Com. Coll. Intern. : l'homme préhistorique de Témara et ses contemporains du bassin méditerranéen depuis 100.000 ans*, INSAP, Rabat (Maroc).

Adolphe, J.P., Hourimeche, A., Loubiere, J.F., Paradas J. & Soleilhavoup, F. (1989). Les formations carbonatées d'origine bactérienne, Formations continentales d'Afrique du Nord. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 1, 55-62.

Alimen, H. (1976). Alternances «Pluvial-Aride» et «Erosion-Sédimentation» au Sahara nord occidental. *Rev. Géogr. phys. et Géol. dyn.*, 2, 301-312.

Arambourg, C. (1969). Les corrélations Paléontologiques et chronologiques entre le Pléistocène inférieur de l'Europe et celui de l'Afrique. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 7, 106-115.

Barnes, C., Hallam, A., Kaljo, D., Kauffman, E. G. & Walliser, Otto H. (1996). Global Event Stratigraphy, in: *Global Event Stratigraphy in the Phanerozoic*, (Otto H. Walliser editor), Springer.

Beaudet, G. (1969). *Le plateau central marocain et ses bordures. Etude géomorphologique*. Inframar, Rabat, 480 pp.

Beaudet, G. (1971). Le Quaternaire marocain: état des études. *Rev. Géogr. Maroc*, 20, 3-56.

Beaudet, G., Maurer, G. & Ruellan, A. (1967). Le Quaternaire marocain: observations et hypothèses nouvelles. *Rev. Géogr. phys. et Géol. dyn.*, 2, 269-309.

Bellair, P. (1966). Réflexions sur les glaciations. *Rev. Géogr. phys. et Géol. dyn.*, 2, 335-341.

Biberson, P. (1961). Le cadre paléogéographique de la Préhistoire du Maroc atlantique. *Pub. Serv. Antiq. Maroc*, 16, 235 pp.

Biberson, P. (1963). Quelques précisions sur les classifications du Quaternaire marocain. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 7, 607-616.

Biberson, P. (1971). Essai de redéfinition des cycles climatiques du Quaternaire continental du Maroc. *Bull. Ass. Fr. Et. Quat.*, 8, 3-13.

Bonifay, E. (1964). Pliocène et Pléistocène méditerranéens: vue d'ensemble et essai de corrélation avec la chronologie glaciaire. *Annales de Paléontologie*, 2, 197-226.

Bonifay, E. (1975). L'Ere quaternaire: définition, limites et subdivisions sur la base de la chronologie méditerranéenne. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 3, 380-394.

Campy, M. & Macaire, J.-J. (1989). *Géologie des formations superficielles*. Masson, Paris, 433 pp.

Chaline, J. (1972). *Le Quaternaire, l'histoire humaine dans son environnement*. 1^{ère} édition, Doin, 432 pp.

Chaline, J. (1985). *Histoire de l'homme et des climats au Quaternaire*. Doin, 366 pp.

Chardon, M. & Riser, J. (1981). Formes et processus géomorphologiques dans le Haut-Atlas marocain. *Rev. géogr. Alpine*, 4, 561-582.

Chkir, N., Zouari, K., Ben Ouzdou, H. & Causse, C. (1995). Phases humides du Quaternaire dans le Sud tunisien: le Site de Tozeur. *Rés. Com. III Cong. Sci. de la Terre*, Tunis, p. 66.

Choubert, G. (1959). Compléments à la note intitulée «essai de corrélations des formations continentales et marines du Pléistocène au Maroc». *Biuletyn Pery-glajalny*, 10, 9-29.

- Choubert, G. (1965). Evolution de la connaissance du Quaternaire au Maroc. Note à l'occasion de la publication de communications présentées au 5^{ème} congrès INQUA (Madrid-Barcelone). *Notes Serv. géol. Maroc*, 185, 9-27.
- Choubert, G. & Faure-Muret, A. (1963). Evolution du domaine atlasique marocain depuis le temps paléozoïque. Mémoire hors série, *Sciences Géologiques* (livre mémoire P. FALLOT), 1, 447-527.
- Choubert, G. & Faure-Muret, A. (1965). Manifestations tectoniques au cours du Quaternaire dans le sillon préafricain (Maroc). *Notes Serv. géol. Maroc*, 185, 57-62.
- Choubert, G., Joly, F., Gigout, M., Marçais, J. Margat, J. & Raynal, R. (1956). Essai de classification du Quaternaire continental du Maroc. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 243, 504-506.
- Coque, R. & Jauzein, A. (1965). Le Quaternaire moyen de l'Afrique du Nord. *Bull. Ass. Fr. Et. Quat.*, 2, 117-132.
- Couvreur, G. (1956). Essai sur l'évolution morphologique du piémont du Moyen Atlas aux environs d'El Hajeb. *Notes Marocaines*, 7, 14-20.
- Couvreur, G. (1974). Les pelouses du Haut-Atlas central calcaire. *Trav. RCP 249 CNRS*, t.2, 13-19.
- Couvreur, G. (1978). Essai sur l'évolution morphologique du Haut-Atlas Central calcaire (Maroc). Thèse doctorat ès-lettres, géographie. *Notes et Mém. Serv. géol. Maroc*, 318, 389 pp.
- Couvreur, G. et Raynal, R. (1957). Une reconnaissance morphologique dans le haut bassin de l'Oued Zad et le Jbel Hayane (Moyen-Atlas Central). *Notes et Mém. Maroc*, 8, 11-14.
- Daugas, J.P., Ousmoi, M., Raynal, J.-P., Ballouche, A., Sbihi Alaoui, F.Z., Fain, J., Maillier, D., Montret, M. & Sanzelle, S. (1992). Le Néolithique du Maroc nord atlantique: sériations chronologiques et typologiques. *Rés. Com. Coll. Intern.: «l'homme préhistorique de Témara et ses contemporains du bassin méditerranéen depuis 100.000 ans»*, INSAP, Rabat (Maroc).
- Daugas, J.P., Raynal, J.P., Ballouche, A., Oocchietti, S., Pichet, P., Evin, J., Texier, J.-P. & Debenath, A. (1989). Le Néolithique nord-atlantique du Maroc: premier essai de chronologie par le Radiocarbène. *C. r. Acad. Sci. Paris*, 308, 681-687.
- Debenath, A. (1998). La recherche archéologique au Maroc: le Paléolithique. *Pré-actes I^{ères} Jour. Nat. d'Archéologie*, Rabat (Maroc), p.19.
- Delibrias, G., Rognon, P. & Weisrock, A. 1976. Datations de plusieurs épisodes à limons roses dans le Quaternaire récent de l'Atlas atlantique marocain. *C. R. Acad. Sci. Paris*, D, 593-596.
- Dresch, J. (1941). *Recherches sur l'évolution du relief dans le massif Central du Grand Atlas, le Haouz et le Sous*. Imprimerie Arrault-Tours, 708 pp.
- Dresch, J. (1969). Sur les étages conti-nentaux quaternaires du Maroc. In: 8^{ème} congrès de l'INQUA, Paris.
- Dresch, J. 1972. Quelques réflexions sur les «glacis» confusions et précisions. In: *la pensée géographique française contemporaine*, 299-304.
- Dresch, J. & Raynal, R. (1953). Notes sur les formes glaciaires et périglaciaires dans le Moyen-Atlas, le bassin de la Moulouya et le Haut-Atlas oriental, et leurs limites d'altitudes. *Notes Serv. géol. Maroc*, 117, 111-121.
- Dutour, A. (1983). *Etude géomorphologique de la partie occidentale de la haute Moulouya (Maroc)*. Thèse 3^{ème} cycle géographie, Université de Poitiers, Poitiers (France), 361 pp.
- Dutour, A. (1985). Formations alluviales et terrasses du Quaternaire moyen dans le Haouz de Marrakech, (Maroc). *Physio-géo.*, Meudon, 14/15, 103-116.
- Dutour, A. & Ferrandini, J. (1985). Nouvelles observations néotectoniques dans le Haut-Atlas de Marrakech et le Haouz Central (Maroc). Apports sur l'évolution récente d'un segment du bâti atlasique. *Rev. Géol. Dyn.. et Géogr. phys.*, 5, 285-297.
- Dutour, A. & Ferrandini, J. (1990). Evolution plio-pléistocène du piémont nord du Haut-Atlas de Marrakech au niveau du méridien de l'Oued N'fis (Maroc). *Méditerranée*, n° hors série, in: 3^{ème} forum de Géomorphologie, «genèse et évolution des piémonts», Aix-en-Provence (France), pp. 32-33.
- Dutour, A. & Lefèvre, D. (1989). Approches nouvelles de l'étude des piémonts quaternaires du Haut-Atlas marocain. *Rés. Com. Coll. Géol. franco-marocain*, Strasbourg (France), p. 84.
- Dutour, A. & Miskovsky, J.C. (1991). Radiochronologie et signification paléo-climatique des dépôts du Pléistocène supérieur du Piémont nord du Haut-Atlas de Marrakech (Maroc). *C. r. Acad. Sci. Paris*, 313, 1327-1333.
- El Gharbaoui, A. (1987). Les formes glaciaires, périglaciaires et nivales au Maroc. In: *La grande encyclopédie du Maroc*, 3, *Géogr. physique*, 122-125.
- El Hajraoui, M.A. (1985). *Les industries préhistoriques de la région de la Mâa-mora dans leur contexte géologique et paléopédologique*. Thèse 3^{ème} cycle, Université de Bordeaux I, Bordeaux (France), 185 pp.
- Erhart, H. (1956). *La genèse des sols en tant que phénomène géologique*. Masson, Paris, 177 pp.
- Evin, J. (1988). Les limites d'utilisation de la méthode du Radiocarbène dans les divers types de sédiments quaternaires. *Rés. Com. Coll. MCQS*, Dijon (France), p. 67.
- Favède, F. (1973). *Recherches sur le géomorphologie du Haouz occidental*. Thèse 3^{ème} cycle géographie, Université Paul Valéry, Montpellier (France), 76 pp.
- Freytet, P. (1990). Quelques remarques géologiques à propos de la répartition des piémonts. *Méditerranée*, n° hors série, in: 3^{ème} forum de Géomorphologie, «genèse et évolution des piémonts», Aix-en-Provence (France), p. 36
- Froitzheim, N., Stets, J. & Wurster, P. (1988). Aspects of Western High Atlas Tectonics. In: *The Atlas system of Morocco*. (Volker H. Jacobshagen), Springer-Verlag, Berlin (Allemagne), 219-244.
- Galland, N. (1988). Recherches sur l'origine orophile du Maroc. Etude caryologique et cytogéographique. *Trav. Inst. Scient. Rabat, Série botanique*, 35, 132 pp.
- Gigout, M. 1957. L'Ouljien dans le cadre du Tyrrhénien. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 7, 385-400.

- Gourari, L. (1999). Mise en évidence d'une formation de Grèze dans la vallée de l'Oued Aggai (Causse de Sefrou, Moyen-Atlas, Maroc). *Rés. Com. 15^{ème} Coll. BSM*, Oujda (Maroc), p.170.
- Huvelin P. (1973). Mouvements pré-atlasiques, atlasiques et récents dans les Jebilet et sur leur pourtour. *Notes Serv. Géol. Maroc*, 249, 83-123.
- Joly, F. (1962). Etudes sur le relief du Sud Est marocain. *Serv. Géol. Géogr. Phys. Maroc*, 10, 578 pp.
- Joly, F. (1965). Remarques sur l'emboîtement des formes quaternaires continentales dans le Sud-Est marocain. *Notes Serv. Géol. Maroc*, 185, 71-77.
- Le Coz, J. (1964). *Le Gharb: Fellahs et colons, Etude de Géographie régionale*. Les cadres de la nature et de l'histoire (tome 1). Rabat, 482 pp.
- Lefèvre, D. (1984). Nouvelles données sur l'évolution plio-pléistocène du bassin de Ksabi (moyenne Moulouya, Maroc). *C. r. Acad. Sci. Paris*, 20, 1411-1414.
- Lefèvre, D. (1985). *Les formations plio-pléistocènes du bassin de Ksabi (moyenne Moulouya, Maroc)*. Thèse 3^{ème} cycle, Université de Bordeaux I, Bordeaux (France), 243 pp.
- Lefèvre, D., Raynal, J.-P. & Texier J.-P. (1985). De la fin du Villafranchien au début du Soltanien: Exemples d'évolution de paléoenvironnements du Maroc occi-dental et oriental. *Actes Coll. A.G.F. «héritages géomorphologiques et paléo-environnements du Quaternaire moyen méditerranéen»*, Paris, 20 pp.
- Macaire, J.-J. (1988). L'enregistrement du temps dans les dépôts fluviatiles superficiels: de la géodynamique à la chronostratigraphie. *Rés. Com. Coll. MCQS*, Dijon (France), 27-29.
- Martin, J. (1974). Trois exemples de glaciés d'ablation en haute, moyenne et basse altitudes: Région de J. Tichoukt Moyen Atlas central. *Actes Coll. Géomorphologie des glaciés*, Tours (France), 63-69.
- Martin, J. (1981). Le Moyen Atlas central. Etude géomorphologique. *Notes et Mém. Serv. Géol. Maroc*, 258, 445 pp.
- Mars, P. (1967). Réflexions sur l'étude du Quaternaire méditerranéen: Difficultés, incertitudes et progrès. *Rev. Géogr. phys. et Géol. dyn.*, 2, 385-390.
- Maurer, G. (1962). Les hauts niveaux continentaux du bassin de Targuist et des plateaux de la basse vallée de l'Oued Rhiss (Rif oriental). *C. R. Acad. Sci. Paris*, 7, 1220-1222.
- Maurer, G. (1968). *Les montagnes du Rif central. Etude Géomorphologique*. Edition Maroc et Inter., Tanger, 502 pp.
- Michard, A. (1976). Eléments de géologie marocaine. *Notes et Mém. Serv. Géol. Maroc*, 252, 369 pp.
- Michel, P. (1992). Pour une meilleure connaissance du Quaternaire continental marocain: les vertébrés fossiles du Maroc atlantique, central et oriental. *L'Anthropologie*, 4, 643-656.
- Miskovsky, J. C. (1989). Une coupure climatique nette à l'Holocène moyen dans les domaines atlasiques d'Afrique du Nord: Etude du Stratotype de Makhfamane (Haut-Atlas Occidental, Maroc). *C. R. Acad. Sci. Paris*, 309, 103-108.
- Moreau, R. (1981). Matériaux Superficiels et paléogénèse dans la région de Marrakech (Maroc). *Trav. et doc. OROSTOM*, Paris, 258 pp.
- Nahid, A. (1987). Autres indices de néo-tectonique dans la bordure nord du Haut-Atlas de Marrakech (basin d'Imarera). *Rés. Com. Coll. Intern. BSM*, Tetouan (Maroc), p. 25.
- Nahid, A. (1990). *Les remplissages sédimentaires superficiels des bassins sédimentaires intramontagneux inscrits dans le Permo-Trias de la bordure nord du Haut-Atlas de Marrakech (Région d'Asni, Maroc)*. Thèse 3^{ème} cycle, Université Cadi-Ayyad, Marrakech (Maroc), 413 pp.
- Nahid, A. (1996). Nouvelles précisions sur le problème de raccordement entre les dépôts de versants et les terrasses alluviales: cas des formations superficielles plio-pléistocènes du versant nord du Haut-Atlas de Marrakech (Région d'Asni-Ourika, Maroc). *Rés. Com. 13^{ème} Coll. Nat. BSM*, Marrakech (Maroc), 154-155
- Occhiotti, S., Pichet, P., Raynal, J.P., Debenath, A., Daugas, J.P. & El Hajraoui, M.A. (1992). Eléments de chronologie depuis 125.000 ans (acides aminés et C14) au Maroc atlantique (Région de Rabat, Skhirat). *Rés. Com. Coll. Intern.: «l'homme préhistorique de Témara et ses contemporains du bassin méditerranéen depuis 100.000 ans»*. INSAP, Rabat (Maroc).
- Occhiotti, S., Raynal, J.-P., Pichet, P. & Texier, J.-P. (1993). Aminostratigraphie du dernier cycle climatique au Maroc atlantique, de Casablanca à Tanger. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 317, 1625-1632.
- Raynal, R. (1955). Oscillations climatiques et évolution du relief au cours du Quaternaire. *Notes et doc. Sci. Maroc*, 5, 10-14.
- Raynal, R. (1961). *Plaines et piémonts du bassin de la Moulouya (Maroc oriental), Etude géomorphologique*. Thèse, Paris, 617 pp.
- Raynal, R. (1965). Morphologie des piémonts et tectonique quaternaire au Maroc oriental. *Notes Serv. Géol. Maroc*, 185, 87-90.
- Raynal, J.-P., Debenath, A. & Texier, J.-P. (1982). Les limons rouges de la Méseta côtière marocaine: limites et chronologies, données récentes. *Rés. Com. 9^{ème} R.A.S.T.*, S.G.F. éd., Paris, p. 585
- Raynal, J.-P. & Texier, J.-P. (1984). Les «limons rouges» du Maroc atlantique: production, transport, transformation, chronologie. *Rés. Com. 10^{ème} R.A.S.T.*, S.G.F. éd., Bordeaux, p. 472
- Raynal, J.-P., Texier, J.-P. & Lefèvre, D. (1986). Essai de corrélation de l'Océan au continent pour le Quaternaire du Maroc. *Rev. Géol. dyn. et Géogr. phys.*, 2, 141-157.
- Raynal, R. & Tricart, J. (1963). Comparaison des grandes étapes morpho-génétiques du Quaternaire dans le Midi-Méditerranéen français et au Maroc. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 4, 587-596.
- Riser, J. (1971). Le Jbel Sarhro et sa retombée saharienne: présentation géomorphologique. *Rev. Géogr. Maroc*, 19, 97-110.
- Rognon, P. (1984). Signification dynamique et climatique des formations et terrasses fluviatiles en Afrique du Nord et au proche orient. *Bull. Ass. Fr. Et. Quat.*, 1/2/3, 161-169.

- Ruellan, A. (1962). Utilisation de la géomorphologie pour l'étude au 1/20000 de la plaine de Zébra. *Rev. Géogr. Maroc*, 1-2, 23-30.
- Ruellan, A. (1969). Quelques réflexions sur le rôle des sols dans l'interprétation des variations bioclimatiques du Pléistocène marocain. *Rev. Géogr. Maroc*, 15, 129-140.
- Ruellan, A. (1971). Contribution à la connaissance des sols des régions méditerranéennes: les sols à profil calcaire différencié des plaines de la basse Moulouya (Maroc oriental). *Trav. et Doc. OROSTOM Paris*, 54, 302 pp..
- Saaidi, E. (1979 a). *Etude géologique du Quaternaire de la Méseta côtière maro-caïne: terrasses fluviales et autres types d'épandages*. Thèse doctorat d'état (2 tomes), Université Mohammed V, Rabat (Maroc), 279 pp..
- Saaidi, E. (1979 b). Contribution à l'étude sédimentologique des limons soltaniens (würmiens) des Abda-Doukkala (Méseta côtière marocaine). *Mines, Géol. & Energie, Rabat*, 46, 148-154.
- Saaidi, E. (1987). *Géologie du Quaternaire marocain*. Smer, Rabat, 439 pp.
- Shackleton, J.J. & Opdyke, N.D. (1973). Oxygen isotop and paleomagnetic stratigraphy of equatorial pacific core V28-238: Oxygen isotope temperatures and ice volumes on a 10000 and 100 000 year time scale. *Quaternary Research*, 3, 39-55.
- Suc, J.-P. (1988). Néogène ou Quaternaire: le point de vue du palynologue. *Rés. Com. Coll. Intern. MCQS*, Dijon (France), 153-154.
- Stablein, G. (1988). Géomorphological aspects of the Quaternary evolution of the Ouarzazate basin, Southern Morocco. In: *The Atlas system of Morocco*. (Volker H. Jacobshagen), Spring Verlag, Berlin (Allemagne), 433-444..
- Texier, J.-P., Huxtable, J., Rhodes, E., Mialler, D. & Ousmoi, M. (1988). Nouvelles données sur la situation chronologique de l'Atérien du Maroc et leurs implications. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 307, 827-832.
- Texier, J.-P., Raynal, J.-P., Lefèvre, D. & Federoff, N. (1984). De la validité des deux plus anciens étages continentaux du Quaternaire marocain: Moulouyen et Salétien. *Rés. Com. 10^{ème} R.A.S.T.*, S.G.F. éd., Bordeaux, p.523.
- Texier, J.-P., Raynal, J.-P. & Lefèvre, D. (1985). Nouvelles propositions pour un cadre chronologique raisonné du Quaternaire marocain. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 3, 183-188.
- Texier, J.-P., Raynal, J.-P. & Lefèvre, D. (1985-1986). Essai de chronologie du Quaternaire marocain. *Bull. Archéol. Marocaine*, Rabat, XVI, 11-26.
- Texier, J.-P., Lefèvre, D. & Raynal, J.-P. (1993). The long sequence of Casablanca (Morocco): New lithostratigraphic data Colloque «Coastal evolution in the Quaternary». *Abstract IGCPProject 274*, Oostduinkerke, 128-131.
- Texier, J.-P., Lefèvre, D. & Raynal, J.-P. (1994). Contributions pour un nouveau cadre stratigraphique des formations de la région de Casablanca (Maroc). *C. R. Acad. Sci. Paris*, 318, 1247-1253.
- Texier, J.-P., Lefèvre, D., Raynal, J.-P. & El Graoui, M. (1998). Lithostratigraphie du dernier million d'années sur le littoral de Casablanca (Maroc). *Pré-actes des 1^{ères} Jour. Nat. d'Archéologie*, Rabat (Maroc), p.35
- Tricart, J., Raynal, R. & Besançon, J. (1972). Cônes rocheux, pédiments, glacis. *Annales de Géographie*, 443, 1-24.
- Vail, P. R., Colin, J.-P., Jan Du Chene, R., Kuchly, J., Madiavilla, F. & Trifilff, V. (1987). La Stratigraphie séquentielle et son application aux corrélations chrono-stratigraphiques dans le Jurassique du bassin de Paris. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 7, 1301-1321.
- Van-wagoner, J.-C., Posamentier, H.W., Mitchum, R. M., Vail, P. R., Sarg, J. F., Loutit, T. S. & Hardenbol, J. (1988). An overview of the fundamentals of sequence stratigraphy and key definitions. Sea-level Changes-An integrated approach. *Soc. of economic paleontologists and mineralogists, SEPM special Publication*, 2.
- Weisrock, A. (1974). Les glacis étagés en rochers tendres des bordures de l'Atlas atlantique marocain et leurs enseignements. *Actes Coll. géomorphologie des glacis*, Tours (France), 85-101.
- Weisrock, A. (1980). *Géomorphologie et paléoenvironnements de l'Atlas atlantique (Maroc)*. Thèse ès-lettres, Université de Paris I, Paris (France), 931 pp.
- Weisrock, A. (1983). Sur la notion du Pluvial au Maghreb et péninsule ibérique. *Actes coll. AGSO, Bull. inst. Géol. du bas-sin d'Aquitaine*, Bordeaux, 34, 137-149.
- Weisrock, A. & Barrada, M. (1998). Morphogenèse éolienne littorale au Pléistocène supérieur (Soltanien) et à l'Holocène dans les Chtouka-ouest, Maroc atlantique. *Quaternaire*, 9, 117-131.
- Weisrock, A. & Miskovsky, J.C. (1988). Nouvelles précisions sur le stratotype holocène de Makhafamane (Haut-Atlas occidental, Maroc). *Bull. Ass. Fr. Et. Quat.*, 4, 205-214.
- Weisrock, A. & Rognon, P. (1977). Evolution morphologique des basses vallées de l'Atlas atlantique marocain. *Géologie Méditerranéenne*, 4, 313-334.
- Weisrock, A., Fontugne, M. & Ouammou, A. (1994). Le Soltanien supérieur de l'Oued Tamdroust (Province de Tiznit, Maroc atlantique). *Rev. géogr. Maroc*, 1&2, Rabat, n° spécial en hommage à G. Beaudet, 351-372
- Weisrock, A., Ouammou, A. & Ait Hssaine, A. (1991). Erosion et sédimentation dans les oueds du Sud-Ouest marocain à l'Holocène. *Physio-Géo.*, 22/23, 95-100.
- Weisrock, A., Delibrias, G., Rognon, P. & Coude-Gaussens, G. (1985). Variations climatiques et morphogenèse au Maroc atlantique (30-33°N) à la limite Pléistocène-Holocène. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 8, 565-569.
- Weisrock, A., Occhietti, S., Hoang, C.-T., Lauriat-Rage, A., Brebion, Ph. & Pichet, P. (1999). Les séquences littorales pléistocènes de l'Atlas atlantique entre Cap Rhir et Agadir, Maroc. *Quaternaire*, 10, 227-244.