Chronologie des technofaciès Howieson's Poort et Still Bay (Middle Stone Age, Afrique du Sud) : bilan et nouvelles données de la luminescence

Chantal Tribolo, Norbert Mercier, Helene Valladas

▶ **To cite this version:**

Chantal Tribolo, Norbert Mercier, Helene Valladas. Chronologie des technofaciès Howieson's Poort et Still Bay (Middle Stone Age, Afrique du Sud) : bilan et nouvelles données de la luminescence. Bulletin de la Société préhistorique française, 2005, 102 (4), pp.855-866. 10.3406/bspf.2005.13187 . hal-01982979

HAL Id: hal-01982979
https://hal.science/hal-01982979

Submitted on 1 Mar 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

Bulletin de la Société
préhistorique française

Chronologie des technofaciès Howieson's Poort et Still Bay (Middle Stone Age, Afrique du Sud) : bilan et nouvelles données de la luminescence

Chantal Tribolo, Norbert Mercier, Hélène Valladas

Citer ce document / Cite this document :

Tribolo Chantal, Mercier Norbert, Valladas Hélène. Chronologie des technofaciès Howieson's Poort et Still Bay (Middle Stone Age, Afrique du Sud) : bilan et nouvelles données de la luminescence. In: Bulletin de la Société préhistorique française, tome 102, n°4, 2005. pp. 855-866;

doi : https://doi.org/10.3406/bspf.2005.13187

https://www.persee.fr/doc/bspf_0249-7638_2005_num_102_4_13187

Fichier pdf généré le 20/04/2018

creative commons

Résumé

Les chronologies du Still Bay et de l'Howieson's Poort sont débattues depuis maintenant trois décennies, car bien que ces technofaciès appartiennent au Middle Stone Age sud-africain, ils présentent d'une part des affinités avec ceux du Later Stone Age et d'autre part, sont associés à des artefacts qui refléteraient un comportement moderne. L'objectif de cet article est de dresser un bilan des diverses données chronologiques publiées pour ces technofaciès et de les discuter. Le bilan comporte aussi bien les hypothèses dérivées des études paléoenvironnementales que les datations obtenues depuis le début des années quatre-vingt-dix par les méthodes radiométriques et chimiques. Nous présentons également de nouvelles données obtenues récemment par la méthode de la thermoluminescence sur des pierres chauffées provenant des niveaux Howieson 's Poort de Diepkloof Rock Shelter (55-65 ka), Klasies River (56 ± 3 ka) et Still Bay de Blombos Cave (74 ± 5 ka).

Abstract

The chronologies of the Still Bay and the Howieson 's Poort technocomplexes have been hotly debated for the last three decades, because although these technologies belong to the South African Middle Stone Age they show affinities with those of the Later Stone Age and are found associated with artefacts that reflect modern human behaviour. The aim of this article is to sum up and discuss the various published chronological data. The assessment of proposed chronologies comprises hypotheses derived from multidisciplinary palaeoenvironmental studies as well as data obtained by radiometric and biochemical methods since the beginning of the 1990s. We also present recent results obtained by the thermoluminescence method from burnt lithics from the Howieson 's Poort levels of Diepkloof Rock Shelter (55-65 ky), Klasies-River Mouth (56 ± 3 ky) and the Still Bay levels of Blombos Cave (74 ± 5 ky).

BY: $ = creative commons

Chronologie des technofaciès Howieson's Poort et Still Bay (Middle Stone Age, Afrique du Sud) : bilan et nouvelles données de la luminescence

Chantal TRIBOLO,
Norbert MERCIER
et Hélène VALLADAS

Persée creative commons

Résumé

Les chronologies du Still Bay et de l'Howieson's Poort sont débattues depuis maintenant trois décennies, car bien que ces technofaciès appartiennent au Middle Stone Age sud-africain, ils présentent d'une part des affinités avec ceux du Later Stone Age et d'autre part, sont associés à des artefacts qui refléteraient un comportement moderne. L'objectif de cet article est de dresser un bilan des diverses données chronologiques publiées pour ces technofaciès et de les discuter. Le bilan comporte aussi bien les hypothèses dérivées des études paléoenvironnementales que les datations obtenues depuis le début des années quatre-vingt-dix par les méthodes radiométriques et chimiques. Nous présentons également de nouvelles données obtenues récemment par la méthode de la thermoluminescence sur des pierres chauffées provenant des niveaux Howieson's Poort de Diepkloof Rock Shelter (55-65 ka), Klasies River (56 ± 3 ka) et Still Bay de Blombos Cave (74 ± 5 ka).

Abstract

The chronologies of the Still Bay and the Howieson's Poort techno-complexes have been hotly debated for the last three decades, because although these technologies belong to the South African Middle Stone Age they show affinities with those of the Later Stone Age and are found associated with artefacts that reflect modern human behaviour. The aim of this article is to sum up and discuss the various published chronological data. The assessment of proposed chronologies comprises hypotheses derived from multidisciplinary palaeoenvironmental studies as well as data obtained by radiometric and biochemical methods since the beginning of the 1990s. We also present recent results obtained by the thermoluminescence method from burnt lithics from the Howieson's Poort levels of Diepkloof Rock Shelter (55-65 ky), Klasies-River Mouth (56 ± 3 ky) and the Still Bay levels of Blombos Cave (74 ± 5 ky).

INTRODUCTION

Les technofaciès Howieson's Poort et Still Bay d'Afrique du Sud comportent certains traits observés dans le Later Stone Age (LSA) de cette région ou au Paléolithique supérieur d'Europe : ainsi, les outils géométriques à dos de l'Howieson's Poort rappellent ceux du Wilton du LSA et les pointes bifaciales foliacées du Still Bay ont été comparées à celles du

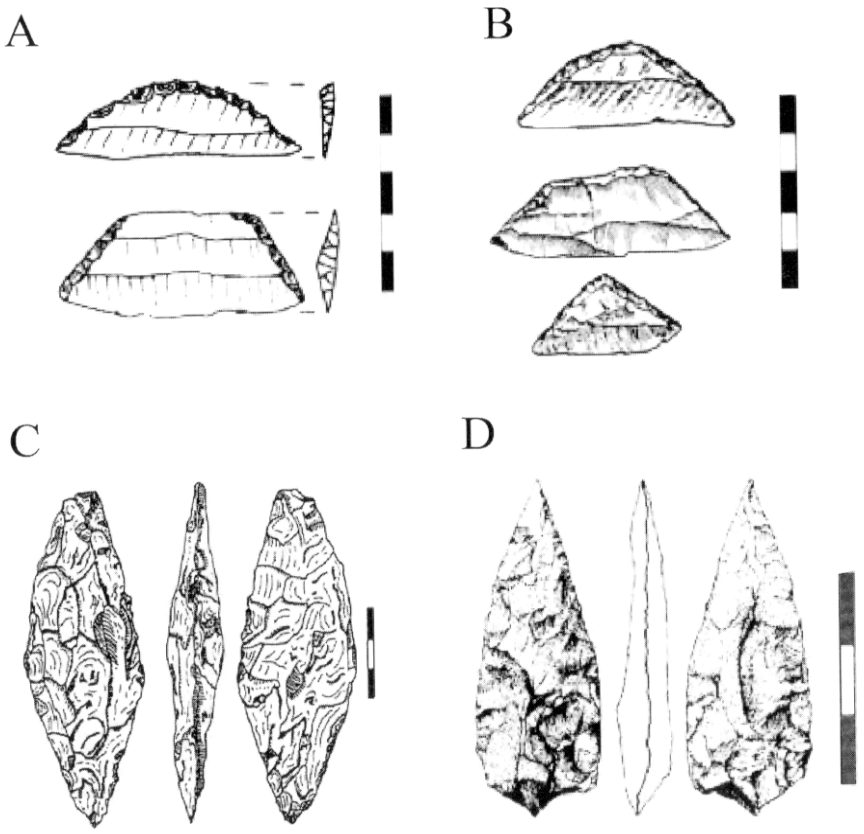

Fig. 1 – Exemples de "fossiles directeurs" de l'Howieson's Poort (A et B) et du Still Bay (C et D). A : trapèze et segment de Border Cave (d'après Beaumont *et al.*, 1978) ; B : triangle, trapèze et segment de Klasies River (d'après Singer et Wymer, 1982) ; C : pointe bifaciale foliacée de Hollow Rock Shelter (d'après Evans, 1994) ; D : pointe bifaciale foliacée de Blombos Cave (d'après Henshilwood *et al.*, 2001).

Solutréen du Paléolithique supérieur (Henshilwood, comm. pers. ; fig. 1). Ces fossiles directeurs sont relativement standardisés et fabriqués dans des matériaux exotiques, alors que les artefacts typiques du Middle Stone Age (MSA), qui présentent une variabilité plus grande, sont réalisés dans des roches locales. Enfin, ces artefacts sont parfois associés à des éléments beaucoup plus rares dans le MSA que dans le LSA. Par exemple, des ocres gravées ont été découvertes dans les niveaux Still Bay à Blombos Cave et des coquilles d'œuf d'autruche incisées, dans l'Howieson's Poort du gisement Diepkloof Rock Shelter.

Pourtant, les observations stratigraphiques ont montré que ces technofaciès sont bien des entités du MSA sud-africain et ne se situent pas à la transition MSA/LSA (Beaumont *et al.*, 1978 ; Singer et Wymer, 1982 ; Thackeray 1992 ; Wadley 1997), ce qui a généré de nombreuses discussions sur les relations possibles entre ces technofaciès et l'apparition précoce du comportement et des capacités cognitives dites "modernes" (Deacon et Wurz, 1996 ; Klein, 1999 ; McBrearty et Brooks, 2000, Henshilwood *et al.*, 2001a et b). Même s'il est difficile de trouver une issue à ce débat, d'autant que la notion de comportement moderne est très controversée, il est indéniable que l'Howieson's Poort et le Still Bay sont des phases marquantes de l'évolution comportementale de l'Homme anatomiquement moderne au cours du MSA. La compréhension de cette évolution nécessite de connaître les lieux où ces technofaciès sont apparus ainsi que leur développement spatial et temporel.

La position chronologique de l'Howieson's Poort, et dans une moindre mesure celle du Still Bay, ont fait l'objet de nombreuses études. Nous proposons ici d'en dresser le bilan et de présenter de nouvelles datations obtenues grâce à la méthode de la thermoluminescence appliquée à des pierres chauffées prélevées dans les niveaux Howieson's Poort de Klasies River et dans les niveaux Still Bay de Blombos Cave. Dans cet article, les aspects méthodologiques liés à ces datations ne sont que brièvement exposés (voir Tribolo, 2003), notre objectif étant d'intégrer ces nouveaux résultats aux données existantes et d'en discuter les implications.

LES DONNÉES CHRONOLOGIQUES POUR L'HOWIESON'S POORT

J.C. Vogel et P.B. Beaumont (1972) ont montré que le MSA se trouvait en majeure partie au-delà des limites d'application de la méthode du radiocarbone. Cependant, pour l'Howieson's Poort entre autres, un

Sites	dates BP	note	référence
Howieson's Poort	3940 ± 60 9380 ± 210 11120 ± 160 9700 ± 90 19070 ± 190 9540 ± 100 18740 ± 320 19600 ± 220		J. Deacon, 1995
Nelson Bay Cave	24120 ± 660 17600 ± 195 22400 ± 340		Fairhall *et al.*, 1976
Diepkloof	29400 ± 675 > 24400 > 45270 40800 ± 1400 42400 ± 1600		Parkington et Poggenpoel, 1987 Parkington, 1990
Umhlatuzana	45200 ± 3200		Kaplan, 1989
Boomplaas	> 40000	post HP	Fairhall *et al.*, 1976
Border Cave	> 48700 36000 ± 1000 > 47500 > 48350 > 42600 42000 + 3000 - 2000 > 48500		Butzer *et al.*, 1978 Beaumont, 1980
Rose Cottage	> 50200 36100 ± 2000 > 39000 > 42500 > 48400 > 50000	post HP post HP post HP post HP post HP post HP	Wadley, 1991

Tabl. 1 – Quelques exemples de dates obtenues par la méthode du ^{14}C pour des échantillons associés à des niveaux Howieson's Poort ou post Howieson's Poort.

certain nombre d'âges "finis" ont été obtenus en plus des âges "infinis" (quelques exemples dans le tableau 1), ce qui a créé une certaine confusion. Par ailleurs, l'Howieson's Poort a longtemps été (et est encore) considéré comme un phénomène synchrone et de courte durée, et des âges apparents aussi différents ne sont pas compatibles avec cette hypothèse. Ceci a donc logiquement conduit des auteurs à envisager que les âges "finis" résultaient de contaminations par du carbone "récent". Malheureusement, cet argument est aujourd'hui impossible à vérifier à partir des données disponibles.

Les autres méthodes de datation, sauf exception, ne sont appliquées en Afrique du Sud que depuis une quinzaine d'années. Auparavant, les chercheurs s'étaient donc tournés vers les données paléoenvironnementales recueillies au cours de l'étude des sites archéologiques (faune, sédiment, etc.) afin d'en déduire les conditions climatiques locales passées et de les placer dans le cadre de l'évolution climatique globale (échelle isotopique marine), qui est relativement bien datée (ex. : Martinson *et al.*, 1987). Les gisements de Border Cave et surtout de Klasies River ont joué un rôle prépondérant dans ces études (fig. 2).

Bilan des recherches

Hypothèses issues des données paléoenvironnementales

L'hypothèse qui a prévalu dans un premier temps, suite aux travaux de K.W. Butzer (1978, 1982 et 1984), R.G. Klein (1974, 1976 et 1977) et D.M. Avery (1982, 1987 et 1992), a été d'associer l'Howieson's Poort au stade isotopique 5. À Klasies River en particulier, ces trois auteurs ont en effet relevé différents indices qui suggèrent la proximité de la côte à cette époque (voir Hendley et Volman, 1986) et excluent une période de régression marine. Ils en ont donc conclu que le stade 4 n'avait probablement pas été enregistré dans la séquence. Cependant, ces auteurs

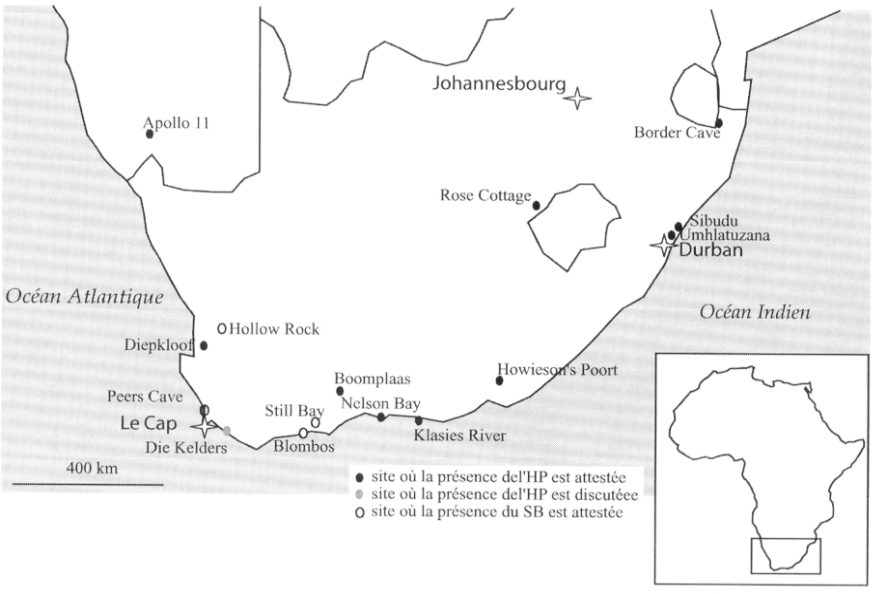

Fig. 2 – Carte situant les gisements cités dans le texte où les technofaciès Howieson's Poort (en noir et en gris lorsque la présence de celui-ci est discutée) ou Still Bay (en blanc) ont été identifiés.

sont restés en désaccord sur les conditions climatiques régnant lors de l'Howieson's Poort. K.W. Butzer (1984), par exemple, a associé ce technofaciès à une période relativement froide (stade 5b), les fragments de voûte présents dans les couches de Border Cave et Diepkloof étant interprétés comme des éboulis secs dus au gel et le sol ferrugineux de Nelson Bay Cave comme un indice de refroidissement climatique. Par contre, D.M. Avery (1982, 1987 et 1992), en se fondant sur la diversité des micromammifères et en réalisant des reconstitutions végétales, a associé l'Howieson's Poort de Border Cave et de Klasies River à une période relativement clémente et a proposé les stades 5c ou 5a.

L'hypothèse de l'association de l'Howieson's Poort au stade 3 a aussi été avancée mais elle est restée plus marginale. N.J. Schackelton (1982), à partir d'analyses isotopiques de coquilles trouvées à Klasies River, a montré que le $\delta^{18}O$ de l'échantillon du niveau Howieson's Poort différait de celui des autres niveaux et correspondait à un environnement sensiblement plus froid. Bien qu'il ait proposé le stade 5b, il n'a pas pour autant exclu que l'Howieson's Poort puisse cependant être associé au stade 3.

En 1992, J.F. Thackeray (voir aussi Thackeray, 1987 et Thackeray et Avery, 1990) a mené une étude statistique multivariée sur la microfaune de Klasies River. Complétant son analyse avec celle de la variation de fréquence des coquillages dans la séquence, il a déduit une courbe de l'évolution de la température qu'il a ajustée à l'échelle isotopique marine globale. L'Howieson's Poort a ainsi été associé aux phases chaudes du début du stade 3 (58-48 ka).

La troisième et dernière hypothèse avancée est celle de la *"Klasies Regression"* : contrairement à ce qu'avaient suggéré les auteurs précités, H.J. Deacon écrit que l'Howieson's Poort à Klasies River est associé à la régression majeure survenue lors du passage du stade 5a au stade 4 (Deacon *et al.*, 1986 et 1988 ; Deacon et Geleijnse, 1988 ; Deacon, 1989 et 1995). Son argumentation est fondée à la fois sur la proportion et la nature des mollusques terrestres et marins présents, sur de nouvelles analyses isotopiques de coquilles, sur l'évolution de la micro et macrofaune et enfin sur la nature des sédiments. Selon cette hypothèse, les assemblages carbonisés des niveaux Howieson's Poort sont interprétés comme des résidus de combustions volontaires de géophytes et donc comme un indice d'économie terrestre et non plus marine.

L'hypothèse de la *Klasies Regression* a pris une importance particulière, dans la mesure où elle a servi de base à plusieurs auteurs pour interpréter l'origine de l'Howieson's Poort. Cependant, même si ces auteurs s'accordent pour dire que la forte péjoration climatique du début du stade 4 est probablement à l'origine de ce technofaciès, leur interprétation sur les mécanismes de cette évolution ainsi que leurs conclusions quant aux capacités cognitives des hommes de l'Howieson's Poort divergent fortement (Deacon 1989, 1993 et 1995 ; Deacon et Wurz, 1996 ; Ambrose et Lorenz, 1990, mais voir Avery, 1987).

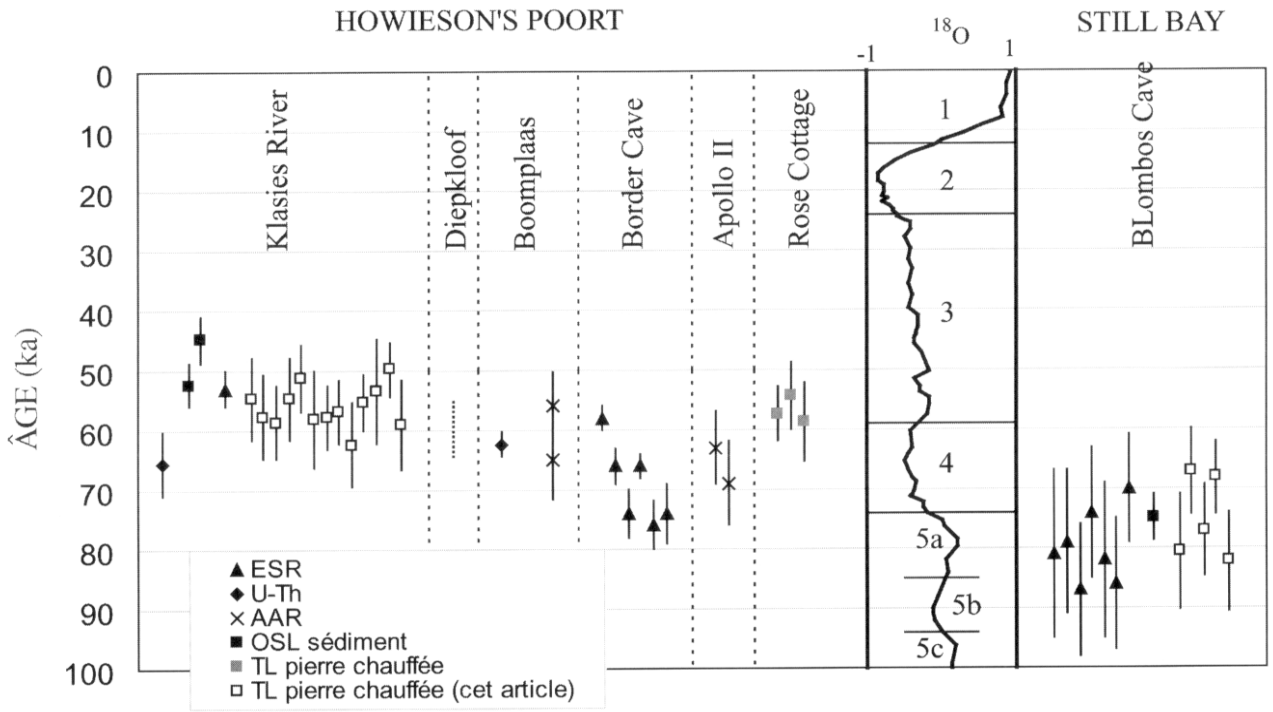

Fig. 3 – Bilan des datations radiométriques pour l'Howieson's Poort et le Still Bay (résultats publiés ou soumis uniquement). U/Th : méthode uranium/thorium ; ESR : résonance paramagnétique électronique ; AAR : racémisation des acides aminés. Chaque point correspond à un échantillon excepté dans le cas de l'AAR où il s'agit d'une moyenne et dans le cas de Diepkloof où il s'agit de l'intervalle supposé le plus probable d'après l'étude en cours effectuée sur cinq échantillons (d'après Miller *et al.*, 1999 ; Vogel, 2000 ; Grün et Beaumont, 2001 ; Feathers, 2002 ; Grün *et al.*, 2003 ; Jacobs, 2004 ; Valladas *et al.*, 2005 et Grün, comm. pers.). La courbe de l'évolution du taux d'oxygène 18 est d'après Martison *et al.*, 1987.

À la fin des années quatre-vingt, plusieurs auteurs ont critiqué l'utilisation des données paléoenvironnementales à des fins chronologiques en soulignant les contradictions existant entre les diverses interprétations paléoclimatiques (Van Andel, 1989 ; Parkington, 1990 ; A.I. Thackeray, 1992). On peut donner l'exemple des "éboulis secs", dont l'association au gel supposée par K.W. Butzer a été contestée par d'autres auteurs (Goede, *in* Deacon *et al.*, 1984 ; Texier, *in* Rigaud *et al.*, 2000). Par ailleurs, la question de la pertinence des corrélations établies entre indices paléoclimatiques et courbe isotopique globale a aussi été soulevée du fait du caractère discontinu des données archéologiques et celui, fortement oscillant, de la courbe isotopique marine.

La discussion a aussi porté sur l'interprétation des datations ^{14}C. Ainsi, J.E. Parkington (1990) souligne que les dates "finies" situées dans le stade 3 mériteraient plus de considération. Il note en effet que le rejet de ces dates repose uniquement sur l'hypothèse d'ancienneté et de synchronisme de l'Howieson's Poort, laquelle n'est pas confirmée de façon indéniable par les données paléoenvironnementales. Enfin, A.I. Thackeray (1992) conclut : "*it is the attempt to explore ways of obtaining absolutes dates that can only contribute to solving the chronological chasm in which studies find themselves at present*"[1]. L'application de méthodes radiométriques de datation, autres que le ^{14}C, a effectivement été développée au cours des années quatre-vingt-dix.

Les données radiométriques et chimiques

Une revue des données disponibles montre que les méthodes radiométriques (autres que le ^{14}C) avaient déjà été utilisées avant les années quatre-vingt-dix pour l'étude du MSA, mais jamais directement sur des échantillons associés à l'Howieson's Poort. Celles publiées actuellement pour ce technofaciès ne concernent encore que quatre gisements, avec un nombre limité d'échantillons pour chacun d'eux (fig. 3).

R. Grün *et al.* (Grün *et al.*, 1990a et b ; Grün et Beaumont, 2001 ; Grün *et al.*, 2003 et en prép.) ont effectué des datations par la méthode de la résonance paramagnétique électronique (ESR) sur des dents provenant des gisements de Border Cave et Klasies River. Ces études ont fait l'objet de plusieurs révisions pour tenir compte de l'ajustement des débits de dose et de certaines avancées technologiques comme le couplage de l'ESR avec la technique de LA-ICP-MS[2], qui permet une étude détaillée de la répartition des radioéléments dans les échantillons. Ces dernières analyses donnent pour l'Howieson's Poort de Border Cave six âges moyens compris entre 58 ± 2 et 76 ± 4 ka, et à Klasies River un âge unique de 53 ± 3 ka encadré par des âges de 53 ± 3 et 64 + 5 – 4 ka pour les niveaux pré et post Howieson's Poort, respectivement.

J.C. Vogel (2000) a appliqué la méthode de l'uranium-thorium (U-Th) à des planchers stalagmitiques associés aux niveaux Howieson's Poort des sites de Klasies River et Boomplaas. Les deux âges obtenus après correction des pollutions initiales en Th-232 sont respectivement de 65,6 ± 5,3 et 62,4 ± 2,0 ka.

Plusieurs chercheurs ont mis en œuvre la méthode de la racémisation des acides aminés (AAR) sur des coquilles d'œufs d'autruche. G.H. Miller *et al.* (1999) ont publié des résultats pour les sites de Boomplaas (56 ou 65 ka selon la calibration) et Apollo 11 (63 ± 6 et 69 ± 7 ka). Des âges plus anciens ont aussi été obtenus pour les gisements de Boomplaas (72 à 80 ka) et Klasies River (65 à 80 ka), mais le détail de ces datations n'a pas encore été publié (McBrearty et Brooks, 2000 ; Brooks *et al.*, 1993).

Enfin, J.K. Feathers (2002) a obtenu pour les niveaux Howieson's Poort de Klasies River des âges de 52,4 ± 4,0 et 46,7 ± 3,3 ka en combinant les résultats des techniques de la thermoluminescence (TL) et de la luminescence stimulée optiquement (OSL et IRSL) appliquées à des grains de quartz et de feldspaths. Cet auteur a cependant envisagé la possibilité que ces résultats soient légèrement sous-estimés du fait d'une augmentation du débit de dose au cours du temps (en raison de la compaction des sédiments résultant de la dissolution des coquilles carbonatées) ; en tenant compte de cette évolution, il a proposé 55-60 ka comme étant l'intervalle le plus probable.

En résumé, les quelques résultats disponibles conduisent à rejeter l'association de l'Howieson's Poort avec le stade 5 mais ils ne permettent pas trancher entre la transition des stades 5a à 4 et le début du stade 3. Malgré cette incertitude, il a été souvent mentionné dans la littérature de la dernière décennie que l'Howieson's Poort était daté de 70 ka ou plus, les données paléoenvironnementales disponibles étant interprétées plutôt dans le sens de la *Klasies Regression* (A.I. Thackeray, 1989 ; Ambrose et Lorenz, 1990 ; G. Avery, 1995 ; Deacon et Wurz, 1996 ; Avery *et al.*, 1997 ; Klein, 1999 ; Carrion *et al.*, 2000 ; Wurz, 2000). Pour progresser dans ce débat et préciser la position chronologique de l'Howieson's Poort, il était donc nécessaire de compléter l'étude des sites déjà mentionnés et de produire de nouvelles datations pour des gisements dont la chronologie n'avait pas encore été établie. Dans un premier temps, il nous a paru intéressant de reprendre celui de Klasies River dont l'étude a grandement influencé les recherches sur le MSA d'Afrique du Sud.

Nouveaux âges TL

Le gisement de Klasies River

Treize quartzites chauffées provenant de l'ensemble des couches Howieson's Poort de Klasies River (carrés E50 et H51) ont été sélectionnées pour être datées par thermoluminescence (TL). Après sciage et broyage du cœur de chaque échantillon, des grains de quartz de granulométrie 100-160 µm ont été prélevés et analysés. Le test du plateau de TL (Aitken, 1985) a permis d'établir que la chauffe initiale avait été suffisante pour remettre totalement à zéro ces géochronomètres. Leur paléodose a donc été déterminée en utilisant la technique des doses ajoutées sur des aliquotes multiples (Aitken, 1985 ; Valladas, 1992 ; Mercier *et al.*, 1992). Nous avons aussi vérifié que le signal de TL de ces roches n'avait pas été affecté significativement par leur

échantillon	carré	couche	paléodose (Gy)	débit de dose (µGy/a) gamma externe	gamma interne	cosmique	bêta	alpha	total	ÂGE (ka)
KRM114	E50	YS4	46,4 ± 3,7	428	10	110	266	6	819 ± 88	**57 ± 8**
KRM115	E50	CP7	48,8 ± 2,4	423	18	110	284	9	845 ± 86	**58 ± 7**
KRM116	E50	CP7	84,1 ± 3,8	423	53	110	811	38	1435 ± 98	**59 ± 6**
KRM112	E50	CP8	40,9 ± 1,5	428	10	110	193	9	749 ± 86	**55 ± 7**
KRM120	E50	CP18	49,6 ± 1,7	419	18	110	407	15	969 ± 89	**51 ± 6**
KRM121	E50	CP18	37,5 ± 2,1	405	12	110	116	3	646 ± 81	**58 ± 8**
KRM81	H51	CP3 D	47,4 ± 2,6	487	18	35	268	13	820 ± 51	**58 ± 5**
KRM76	H51	YS4	33,9 ± 1,2	458	6	35	93	4	595 ± 46	**57 ± 5**
KRM86	H51	CP4C	63,3 ± 4,8	458	19	35	497	6	1014 ± 61	**62 ± 7**
KRM102	H51	CP6	42,3 ± 1,5	458	16	35	247	11	766 ± 49	**55 ± 5**
KRM96	H51	CP7AF2	33,9 ± 4,8	453	8	35	134	4	634 ± 46	**54 ± 9**
KRM97	H51	CP9AF1	32,0 ± 1,1	453	9	35	141	4	642 ± 46	**50 ± 4**
KRM103	H51	CP10	35,8 ± 2,2	420	8	35	139	4	606 ± 61	**59 ± 7**

Tabl. 2 – Bilan des données permettant de calculer l'âge TL pour les échantillons de Klasies River récoltés dans les niveaux Howieson's Poort. Les paléodoses ont été mesurées avec un appareil réalisé au laboratoire (Valladas *et al.*, 1994), les débits de dose internes déduits des teneurs en U, Th, K, les débits de dose gamma déterminés grâce à des dosimètres au sulfate de calcium. Ils tiennent compte de la teneur en eau des niveaux archéologiques ainsi que de l'absorption due à la géométrie et à la masse de chaque échantillon (Valladas, 1985).

exposition prolongée à la lumière après la fouille (Tribolo *et al.*, 2003). Ceci a été fait en comparant les paléodoses déterminées par TL et par OSL (protocole SAR, Murray et Wintle, 2000) puisque ces signaux présentent des sensibilités différentes à la lumière. Les paléodoses obtenues sur les échantillons issus des niveaux Howieson's Poort varient de 32,0 ± 1,1 à 84,0 ± 3,8 Gy (tabl. 2).

Le débit de dose interne a été déduit des teneurs en radioéléments déterminées par activation neutronique (Joron, 1974) en supposant que ces radioéléments étaient répartis de façon uniforme dans la matrice siliceuse entourant les grains de quartz. Ce modèle est réaliste puisque les grains de quartz contiennent des quantités infimes de radioéléments, très inférieures à celles mesurées dans les échantillons étudiés. Cependant, il peut conduire à une légère surestimation du débit de dose et donc à une sous-estimation de l'âge si les radioéléments sont en fait davantage répartis sous forme de petites concentrations dispersées. La taille moyenne des grains, dont dépend le coefficient d'absorption des rayonnements, a été déterminée par l'observation de lames minces (Tribolo, 2003). Tout comme les paléodoses, les débits de dose déduits couvrent un large intervalle, allant de 97 ± 6 à 849 ± 49 µGy/a (tabl. 2).

La contribution des rayonnements gamma au débit de dose externe a par ailleurs été mesurée grâce à des dosimètres au sulfate de calcium implantés dans les coupes archéologiques pendant plusieurs mois. Comme il n'a pas été possible de placer un dosimètre à proximité de chaque échantillon, le débit de dose gamma associé a été calculé à partir du ou des dosimètres les plus proches pour tenir compte des variations latérales de la dose. Enfin, la contribution des rayonnements cosmiques a été estimée à partir des valeurs calculées par J.K. Feathers (2002).

Les treize âges obtenus (de 50 ± 4 à 62 ± 7 ka) ne montrent pas de variations significatives en fonction de la profondeur des niveaux Howieson's Poort. Ils sont statistiquement indiscernables (tabl. 2) et donnent un âge moyen pondéré de 56 ± 3 ka (Tribolo, 2003), lequel est en bon accord avec ceux avancés par R. Grün et J.K. Feathers (voir précédemment). La sous-estimation due au choix du modèle de répartition des radioéléments au sein des roches est estimée inférieure à 6 ka (Tribolo, 2003, p. 144). Naturellement, on peut aussi envisager, comme l'avait fait J.K. Feathers, que ces âges TL soient sous-estimés du fait d'une évolution temporelle du débit de dose externe. Cependant, dans le cas des pierres chauffées que nous avons étudiées, les résultats sont très groupés bien que les débits de dose internes et les paléodoses varient beaucoup d'un échantillon à l'autre. Cette forte cohérence indique donc que, s'il y a eu variation du débit de dose externe, cette dernière n'a eu qu'un impact très faible. En conséquence, même si cette hypothèse est vérifiée, elle ne remet nullement en cause la fiabilité des âges que nous proposons.

Ces résultats placent l'Howieson's Poort de Klasies River au début du stade isotopique 3 et ils vont donc à l'encontre de l'hypothèse de la *Klasies Regression* puisque la limite des stades 5 à 4 est datée de 74 ± 3 ka (Martinson *et al.*, 1987). Notons aussi que l'âge TL moyen (56 ± 3 ka) s'accorde bien avec les hypothèses de N.J. Schackelton (1982) et J.F. Thackeray (1992) fondées sur l'analyse des mollusques et de la microfaune de Klasies River, selon lesquelles ce technocomplexe serait associé au début du stade 3.

Le gisement de Diepkloof Rock Shelter

Sept quartzites et deux silcrètes, DRS1 à DRS9, ont été sélectionnées aux cours des deux campagnes de 2001 pour être datées par les méthodes de la luminescence. Ces échantillons sont répartis sur une trentaine de centimètres d'épaisseur dans la partie supérieure de l'*Orange Black Complex*, ensemble composé de lentilles noires, blanches, grises ou brunes de 1 à 10 cm d'épaisseur et de quelques dizaines de centimètres d'extension, dans lequel a été mis au jour l'Howieson's Poort (Rigaud *et al.*, 2000 et 2001; Parkington *et al.*, 2005).

				débit de dose (µGy/a)						
échantillon	carré	unité	paléodose (Gy)	gamma externe	gamma interne	cosmique	bêta	alpha	total	ÂGE (ka)
DRS2	Q10D/Q11A	sur OB1	OSL-LM 62 ± 4	660	26	5	140	7	839 ± 66	73 ± 8
DRS1	P11B	OB2	TL 65 ± 1	710	57	5	361	22	1155 ± 75	56 ± 5
DRS3	Q11A	OB3	TL 62 ± 6	558	19	5	373	413	1367 ± 75	46 ± 5
DRS3	Q11A	OB3	OSL-LM 55 ± 5	558	19	5	373	275	1229 ± 68	44 ± 5
DRS6	P11C	OB4	OSL-LM 59 ± 2	823	19	5	238	6	1090 ± 83	54 ± 5
DRS7	P11B	OB4	OSL-LM 104 ± 7	786	61	5	470	16	1338 ± 84	78 ± 8

Tabl. 3 – Bilan des données permettant de calculer les âges TL et OSL pour cinq des échantillons de Diepkloof Rock Shelter associés au niveau Howieson's Poort. Les techniques utilisées pour déterminer la paléodose sont soit la thermoluminescence (TL), soit la luminescence stimulée optiquement en modulation linéaire (OSL-LM). Les débits de dose gamma externes sont ceux déduits des dosimètres les plus proches et tiennent compte de la teneur en eau – actuelle, supposée représentative du passé – et de la géométrie et masse de chaque échantillon. Les débits internes sont calculés à partir des teneurs en U, Th, K déterminées par activation neutronique. Les débits de dose alpha tiennent compte du facteur de sensibilité alpha qui peut différer selon la technique utilisée pour le déterminer (DRS3).

Les pièces chauffées ont subi une préparation identique à celles de Klasies River et leurs signaux de luminescence ont été analysés. Toutefois, en raison des difficultés expérimentales rencontrées, la paléodose n'a été déterminée que sur cinq échantillons, soit par TL, soit par OSL (tabl. 3).

Comme à Klasies River, des dosimètres ont été enfouis une année environ à proximité des points de prélèvement des échantillons. Leur lecture a révélé d'importantes variations du débit de dose externe sur de courtes distances (quelques dizaines de centimètres), qui ont été confirmées par l'analyse d'échantillons de sédiment (~100 g) prélevés dans les différents niveaux étudiés. Ces analyses de laboratoire, réalisées par spectrométrie gamma, ont en outre montré que ces variations spatiales sont principalement dues à une répartition fortement hétérogène du potassium dans les sédiments. Du fait de cette situation, l'évaluation des débits de dose externes est délicate; néanmoins, les doses enregistrées par les dosimètres ont été utilisées dans le calcul des âges bien qu'elles puissent ne pas être parfaitement représentatives des doses reçues par les échantillons. Cette potentielle inadéquation pourrait ainsi expliquer la relative dispersion des âges obtenus, qui s'étalent de 46 ± 5 à 78 ± 8 ka (tabl. 3).

Pour contraindre davantage la période de mise en place des dépôts, nous avons tenté de définir l'intervalle de temps le plus probable en considérant des débits de dose extrêmes : ce raisonnement a permis de proposer l'intervalle 55-65 ka comme étant le plus probable pour la mise en place des niveaux renfermant l'Howieson's Poort à Diepkloof Rock Shelter (Tribolo, 2003 ; Tribolo *et al.*, 2005). Ce résultat, qui sera précisé lorsque des datations complémentaires seront disponibles, s'accorde avec la date carbone 14 obtenue pour des fragments végétaux prélevés au-dessus du niveau Howieson's Poort : ≥ 55 ka BP (GifA 102381).

Autres données récentes

Pour compléter cet ensemble de données chronologiques, nous mentionnerons quelques résultats, non encore publiés ou en cours de publication. Ainsi, des analyses TL ont été réalisées sur trois pierres chauffées provenant du sommet de la séquence Howieson's Poort du gisement de Rose Cottage; elles conduisent à un âge moyen de 58 ± 4 ka (Valladas *et al.*, 2005). L'OSL donne des âges préliminaires statistiquement compatibles : 59 ± 4 et 66 ± 4 ka pour le sommet et la base des niveaux Howieson's Poort respectivement, et 57 ± 3 ka pour le post Howieson's Poort (RISO, réf. 7385, 7384 et 7386; Cochrane, 2004). Enfin, pour le gisement de Sibudu, Z. Jacobs (2004) a obtenu pour le post Howieson's Poort des âges OSL compris entre 51,8 ± 2,1 et 58,1 ± 2,5 ka (ainsi qu'un âge de 64,7 ± 2,8 ka qualifié par l'auteur d'"*outsider*"). Ceci place donc l'Howieson's Poort de ce gisement en deçà de 58 ka, sensiblement plus tôt que l'ensemble des résultats que nous avons présentés, mais toujours à la transition des stades isotopiques 4 à 3.

L'ensemble de ces données suggère donc qu'une partie au moins des industries Howieson's Poort est associée au début du stade isotopique 3 et que son apparition pourrait être synchrone des changements environnementaux survenus lors de la transition du stade 4 au 3 et non pas du stade 5a au 4 comme cela avait été envisagé.

LE STILL BAY

Bilan des précédentes recherches

Hypothèses formulées à partir des corrélations stratigraphiques

Il y a beaucoup moins à dire sur le Still Bay que sur l'Howieson's Poort. En effet, ce technofaciès est connu dans un nombre de sites beaucoup plus restreint, uniquement dans la province du Cap. Il avait été identifié lors de fouilles anciennes (site éponyme de Still Bay, Peers Cave, Dale Rose Parlour) et était, jusqu'à la découverte de Blombos Cave, presque tombé dans l'oubli. Les données chronologiques sont donc peu nombreuses. De plus, les séquences stratigraphiques de ces gisements sont faibles (ex : Hollow Rock Shelter; Evans, 1994) ce qui limite les corrélations.

C. Henshilwood et J. Sealy (1997), qui ont fouillé Blombos Cave, avaient d'abord suggéré un âge de 50-60 ka pour les dépôts Still Bay. Cette estimation était fondée sur une argumentation prenant en compte :
- les âges ^{14}C "infinis" obtenus ;
- la présence de nombreux restes de poissons et de coquilles suggérant la proximité de la côte et donc une phase relativement chaude de la dernière glaciation ;
- l'*a priori* que le Still Bay devait se situer à la fin du MSA.

Cependant, quelques années plus tard, C.S. Henshilwood *et al.* (2001a et b) proposaient un âge plus ancien pour ce technofaciès, en notant que les pointes bifaciales (par exemple celles des niveaux Still Bay de Peers Cave) se trouvent toujours sous les niveaux Howieson's Poort et jamais au-dessus. Le Still Bay serait donc, selon cette argumentation, antérieur à l'Howieson's Poort.

Données radiométriques

Une étude préliminaire par OSL effectuée sur le site de Blombos Cave a permis de proposer un âge de 103,0 ± 9,8 ka (Vogel *et al.*, 1999) pour le Still Bay mais des doutes ont été émis sur la fiabilité de ce résultat en raison d'une contamination possible de l'échantillon daté par des grains de quartz provenant de la paroi. En effet, la présence de grains n'ayant pas été exposés à la lumière lors de leur dépôt ("non blanchis") conduirait à une surestimation de la paléodose et donc de l'âge (Woodborne, dans Henshilwood *et al.*, 2001b, p. 426).

Pour préciser la chronologie de ce site, un nouveau programme de datation a été lancé (Henshilwood *et al.*, 2002). La méthode de l'OSL en grain unique a été appliquée par l'équipe de luminescence de l'université d'Aberyswyth (Jacobs *et al.*, 2003a et b ; Jacobs, 2004) afin d'écarter les grains de contamination. Des âges compris entre 65,8 ± 2,8 et 68,8 ± 3,0 ka[3] ont ainsi été obtenus pour la dune stérile recouvrant les niveaux Still Bay et ces derniers ont été datés de 74,9 ± 3,8 ka. Les niveaux sous-jacents ont fourni des âges compris entre 76,8 ± 3,1 et 84,6 ± 5,8 ka.

La technique de l'ESR a été aussi été mise en œuvre (Jones, 2001) : sept dents ont été datées et des âges moyens de 62 ± 6 et 80 ± 6 ka ont été proposés, en considérant deux modèles de capture de l'uranium ("*early uptake*" et "*linear uptake*" respectivement).

Les âges TL

Deux quartzites et trois silcrètes pesant de 5 à 150 g (tabl. 4) provenant des niveaux Still Bay de Blombos Cave ont été sélectionnées pour la datation par la TL. La méthodologie mise en œuvre, similaire à celle développée pour l'étude du site de Klasies River, est détaillée dans Tribolo, 2003 et Tribolo *et al.*, accepté. Les cinq âges obtenus sont compatibles à un sigma et donnent une moyenne pondérée de 74 ± 5 ka. En fait, si l'on considère à nouveau l'incertitude sur le choix du modèle de répartition des radioéléments au sein des roches, l'intervalle le plus probable se trouve entre 74 ± 5 et 78 ± 6. Cette estimation est en accord avec le résultat de l'ESR (modèle "*linear uptake*") et avec l'âge OSL. Cet ensemble de résultats montre donc que les niveaux Still Bay de Blombos Cave peuvent être attribués à la fin du stade isotopique 5a. Ces données radiométriques sont les seules dont nous disposions actuellement pour ce technofaciès. En effet, G.H. Miller *et al.* (1999) avaient proposé un âge de 83 ka à Apollo 11, mais la présence de Still Bay dans ce gisement reste contestée (Henshilwood, comm. pers.).

DISCUSSION ET QUESTIONS OUVERTES

Ancienneté et durée de l'Howieson's Poort

Au cours de la dernière décennie, à la suite des premières datations radiométriques et malgré les discussions divergentes sur les données paléoenvironnementales, l'Howieson's Poort était considéré comme un phénomène synchrone, de courte durée, lié à la péjoration climatique des stades 5a à 4 et donc légèrement antérieur à 70 ka. Les nouvelles datations font entrevoir une situation plus complexe car les âges de ce technofaciès à Border Cave et à Klasies River (fig. 3) sont significativement différents : l'Howieson's Poort serait apparu plus tôt à Border Cave, peut-être dès 80 ka, et il y aurait perduré jusque vers 60 ka. C'est seulement à partir de cette période que ce technofaciès aurait alors été produit à Klasies River et dans d'autres gisements comme Rose Cottage ou Boomplaas. En revanche, dans le site plus septentrional de Sibudu, les

				débit de dose (uGy/a)						
échantillon	carré	couche	Paléodose (Gy)	gamma externe	gamma interne	cosmique	bêta	alpha	total	ÂGE (ka)
BB24	E6b	BZB	83 ± 8	410	16	45	373	187	1031 ± 55	**81 ± 10**
BB23	G5c	CAB	47 ± 3	507	9	45	122	22	705 ± 52	**67 ± 7**
BB20	E7b	CAC	77 ± 6	489	19	45	328	118	999 ± 56	**77 ± 8**
BB15	E6a	CCh1	45 ± 2	400	16	45	192	11	664 ± 42	**68 ± 6**
BB12	E6a	CCh1	77 ± 6	387	38	45	331	129	929 ± 50	**82 ± 8**
BB6	D5b	CF2	150 ± 4	468	57	45	559	295	1424 ± 73	**105 ± 9**
BB1	G6a	CGAC	73 ± 4	395	58	45	378	90	967 ± 46	**76 ± 7**

Tabl. 4 – Bilan des données permettant de calculer les âges TL pour les échantillons de Blombos Cave associés aux niveaux Still Bay. Ces paramètres ont été déterminés de façon analogue pour les échantillons de Blombos Cave et Klasies River.

datations suggèrent que le post Howieson's Poort était déjà en place vers - 60 ka. On peut donc envisager que l'Howieson's Poort ait diffusé à travers le Sud du continent africain et ceci sur plusieurs millénaires. Cependant, cette hypothèse doit encore être considérée avec prudence car on ne peut exclure *a priori* que les différences d'âges observées ne soient pas dues à des problèmes de datation : ainsi, une surestimation des trois âges ESR (> 70 ka) obtenus à Border Cave ne peut être exclue "*de facto*" de même qu'une sous-estimation des âges TL. Seule la multiplication des datations effectuées à l'aide de différentes méthodes sur un nombre significatif de gisements permettra de résoudre cette question. Dans ce débat, il importe aussi de souligner que certains auteurs ont mis en doute l'unité typotechnologique de l'Howieson's Poort (Parkington, 1990), ce qui pourrait expliquer les différences d'âge.

Changements climatiques et interprétations de l'Howieson's Poort

Plusieurs auteurs ont interprété l'Howieson's Poort comme une conséquence, directe ou indirecte, de la péjoration climatique majeure survenue au début du stade 4 (Deacon, 1989, 1993 et 1995 ; Deacon et Wurz, 1996 ; Ambrose et Lorenz, 1990). Il est toutefois intéressant de noter que, d'une part, la distribution actuelle des datations obtenues pour l'Howieson's Poort, à l'exception de celles de Border Cave, permet difficilement de l'associer à la transition des stades 5a à 4, et d'autre part que les sites contenant ce technofaciès sont répartis dans des zones couvrant des biomes et des régimes climatiques différents. Il semble alors difficile de concilier une telle "mosaïque" spatiale et temporelle avec une interprétation unique de l'apparition et de la diffusion de l'Howieson's Poort dans laquelle les paléoenvironnements auraient un rôle clef.

Du Still Bay à l'Howieson's Poort

Bien qu'il soit encore trop tôt pour généraliser, Blombos Cave restant le seul assemblage Still Bay daté, il semble que ce technofaciès soit antérieur à l'Howieson's Poort (Border Cave mis à part), comme l'avaient proposé C.S. Henshilwood *et al.* (2001a et b). Depuis, cette antériorité a été confirmée par la découverte de pointes Still Bay sous les niveaux Howieson's Poort du site de Diepkloof Rock Shelter (Rigaud et Texier, comm. pers.). Se pose alors la question de la succession de ces technofaciès.

Il est intéressant de noter que si, dans la province du Cap, l'on associe le Still Bay à la transition des stades 5a à 4 (73 ± 4 ka, Martinson *et al.*, 1987) et l'Howieson's Poort à celle des stades 4 à 3 (59 ± 6 ka, *ibid.*), le passage d'un technofaciès à l'autre se situe dans le stade 4. C'est d'ailleurs pendant cette période que s'est déposée la dune stérile de Blombos Cave recouvrant les niveaux Still Bay et datée par OSL entre 65,8 ± 2,8 et 68,8 ± 3,0 ka (Jacobs *et al.*, 2003a et b) ; la même position chronologique pourrait aussi convenir à l'ensemble quasi stérile présent à la base de l'Howieson's Poort de Klasies River (Rock Fall member). On pourrait donc envisager que, lors du stade 4, il y ait eu une augmentation de l'aridité dans les régions côtières du Sud de l'Afrique ayant entraîné l'abandon des sites. Cette hypothèse nécessite d'être étayée et seuls des travaux effectués dans d'autres gisements de la côte sud de la province du Cap permettront de la tester et de préciser la dynamique du peuplement de cette région au cours des stades 5 à 3.

CONCLUSION

Malgré la précision limitée des méthodes radiométriques, les résultats obtenus récemment montrent, dans l'ensemble, une bonne cohérence ; ils permettent désormais de mieux cerner les périodes au cours desquelles les technofaciès Howieson's Poort et Still Bay ont été façonnés, mais aussi de poser de nouvelles questions. Ainsi, les données de la luminescence présentées dans cet article positionnent plus précisément le Still Bay par rapport à l'Howieson's Poort alors que son antériorité restait une hypothèse avant la découverte récente des deux faciès en stratigraphie à Diepkloof, mais elles remettent en question les hypothèses du synchronisme de l'Howieson's Poort et de sa contemporanéité avec la transition des stades 5a à 4.

Ensuite, à une échelle plus large, le cadre chronologique dans lequel se placent l'Howieson's Poort et le Still Bay, bien qu'encore peu étoffé, permet déjà de dater des vestiges qui traduisent l'évolution comportementale de l'Homme anatomiquement moderne : ainsi, les ocres gravée s associées aux niveaux Still Bay de Blombos modifient nos connaissances sur l'ancienneté et peut-être aussi sur l'origine du symbolisme (Henshilwood *et al.*, 2002). Quant à la datation de l'Howieson's Poort en Afrique du Sud, elle apporte un nouvel élément à la chronologie de l'apparition des outils à dos que l'on trouve aussi dans les assemblages de Mumba Rock Shelter en Tanzanie (McBrearty et Brooks, 2000) et de Twin Rivers et Kalambo Falls en Zambie (Barham, 2002). Préciser cette chronologie permettra de mieux comprendre comment ce type de comportement a pu apparaître et diffuser. ■

Remerciements : Nous remercions les différents chercheurs qui nous ont permis de réaliser cette étude et qui y ont collaboré : H.J. Deacon, S. Woodborne, C.S. Henshilwood, J.C. Sealy, R. Yates, J.E. Parkington, J.-P. Rigaud, P.-J. Texier et F. D'Errico. Nous remercions également J.-L. Joron, J.-L. Reyss, M. Sélo, J.-P. Texier, A. Lenoble et l'équipe Radiocarbone du LSCE pour les analyses indispensables à cette étude qu'ils ont bien voulu effectuer. Nos plus vifs remerciements également à F. D'Errico et L. Backwell qui nous avaient invités à présenter ces résultats lors d'une table ronde tenue à Johannesbourg en mars 2003.

Ces travaux ont été financés par le CEA au travers d'un contrat de formation par la recherche et par le CNRS au travers du programme OHLL.

NOTES

(1) Seule la recherche de moyens pour obtenir des datations absolues peut permettre de sortir de l'abîme chronologique dans lequel les études se trouvent actuellement.

(2) Laser Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry.
(3) 69,6 ± 3,5 ; 69,2 ± 3,9 et 70,9 ± 2,8 ka pour les mêmes échantillons par la technique du Multiple Aliquot.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AITKEN M.J. (1985) – *Thermoluminescence dating*, Studies in Archaeological Science, Academic Press, London.

AMBROSE S.H., LORENZ K.G. (1990) – Social and ecological models for the Middle Stone Age in southern Africa, *in* P. Mellars dir., *The emergence of modern humans: an archaeological perspective*, Edinburgh University Press, Edinburgh, p. 3-33.

AVERY D.M. (1982) – Micromammals as paleoenvironmental indicators and interpretation of the late Quaternary in the southern Cape Province, South Africa, *Annals of the South African Museum*, t. 85, p. 183-374.

AVERY D.M. (1987) – Late Pleistocene coastal environment of the southern Cape Province of South Africa: micromammals from Klasies River Mouth, *Journal of Archaeological Science*, t. 14, p. 405-421.

AVERY D.M. (1992) – The environment of early modern humans at Border cave, South Africa: micromammalian evidence, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, t. 91, p. 77-87.

AVERY D.M. (1995) – Physical environment and site choice in South Africa, *Journal of Archaeological Science*, t. 22, n° 3, p. 343-353.

AVERY G., CRUZ-URIBE K., GOLDBERG P., GRINE F.E., KLEIN R.G., LENARDI M.J., MAREAN C.W., RINK W.J., SCHWARCZ H.P., THACKERAY A.I., WILSON M.L. (1997) – The 1992-93 excavations at Die Kelders Middle and Later Stone Age cave site, South Africa, *Journal of Field Archaeology*, t. 24, p. 263-291.

BARHAM L. (2002) – Backed tools in Middle Pleistocene central Africa and their evolutionary significance, *Journal of Human Evolution*, t. 43, p. 585-603.

BEAUMONT P.B. (1980) – On the age of Border cave hominids 1-5, *Paleontologia Africana*, t. 23, p. 21-33.

BEAUMONT P.B., DE VILLIER H., VOGEL J.C. (1978) – Modern man in sub-saharan Africa prior to 49000 BP: a review and evaluation with particular reference to Border Cave, *South African Journal of Science*, t. 74, p. 409-419.

BROOKS A.S., HARE P.E., KOKIS J.E. (1993) – Age of anatomically modern human fossils from the cave of Klasies River Mouth, South Africa, *Carnegie Institution of Washington*, year book 92, t. 92, p. 95-96.

BUTZER K.W. (1978) – Sediment stratigraphy of the Middle Stone Age sequence at Klasies River Mouth, Tsitsikama coast, South Africa, *South African Archaeological Bulletin*, t. 33, p. 141-151.

BUTZER K.W. (1982) – Geomorphology and sediment stratigraphy, *in* R. Singer et J. Wymer dir., *The Middle Stone Age at Klasies River Mouth in South Africa*, University of Chicago Press, Chicago, p. 33-42.

BUTZER K.W. (1984) – Archaeology and quaternary environment in the interior of southern Africa, *in* R.G. Klein dir., *Southern African prehistory and paleoenvironment*, Balkema, Rotterdam, p. 1-64.

CARRION J.S., BRINK J.S., SCOTT L., BINNEMAN J.N.F. (2000) – Palynology and palaeoenvironment of Pleistocene hyena coprolites from an open-air site at Oyster Bay, Eastern Cape coast, South Africa, *South African Journal of Science*, t. 96, p. 449-453.

COCHRANE G.W. (2004) – *The role of diversity in the evolution of symbolic behaviour: insights from South African lithic assemblages*, thèse non publiée, université du Witwatersrand.

DEACON H.J. (1989) – Late Pleistocene palaeoecology and archaeology in the southern Cape, South Africa, *in* P. Mellars et S. Stringer dir., *The Human Revolution*, Edinburgh University Press, Edinburgh, p. 547-564.

DEACON H.J. (1993) – Southern Africa and modern human origins, *in* M.J. Aitken, C.B. Stringer et P.A. Mellars dir., *The origin of modern humans and the impact of chronometric dating: a discussion*, Princeton University Press, Princeton, p. 104-117.

DEACON H.J. (1995) – Two late Pleistocene-Holocene archaeological depositories from the southern Cape, South Africa, *South African Archaeological Bulletin*, t. 50, p. 121-131.

DEACON H.J., DEACON J., SCHOLTZ A., THACKERAY J.F., BRINK J.S., VOGEL J.C. (1984) – Correlation of paleoenvironmental data from the late Peistocene and Holocene deposits at Boomplaas Cave, southern Cape, *in* J.C. Vogel dir., *Late cainozoic paleoclimates of the southern hemisphere*, Balkema, Rotterdam, p. 339-351.

DEACON H.J., GELEIJNSE V.B. (1988) – The stratigraphy and sedimentology of the main site sequence, Klasies River, South Africa, *South African Archaeological Bulletin*, t. 43, p. 5-14.

DEACON H.J., GELEIJNSE V.B., THACKERAY A.I., THACKERAY J.F., TUSENIUS M.L., VOGEL J.C. (1986) – Late Pleistocene cave deposits in the southern Cape: current research at Klasies River, *Palaeoecology of Africa*, t. 17, p. 31-37.

DEACON H.J., TALMA A.S., VOGEL J.C. (1988) – Biological and cultural development of Pleistocene people in an Old World southern continent, *in* J.R. Prescott dir., *Early man in the southern hemisphere*, Supplement to Archaeometry, Australian Studies, University of Adelaide, Adelaide, p. S23-S31.

DEACON H.J., WURZ S. (1996) – Klasies River Mouth main site, cave 2: a Howiesons Poort occurrence, *in* G. Pwiti et R. Soper dir., *Aspects of african archaeology, 10th congress of the pan african association for prehistory and related studies*, University of Zimbabwe publications, p. 213-218.

EVANS U. (1994) – Hollow Rock Shelter, a Middle Stone Age site in the Cederberg, *South African Field Archaeology*, t. 3, p. 63-73.

FAIRHALL A.W., YOUNG A.W., ERICKSON L.J. (1976) – University of Washington dates IV, *Radiocarbon*, t. 18, p. 221-239.

FEATHERS J.K. (2002) – Luminescence dating in less than ideal conditions: case studies from Klasies River main site and Duinefontein, South Africa, *Journal of Archaeological Science*, t. 29, p. 177-194.

GRÜN R., BEAUMONT P.B. (2001) – Border Cave revisited: a revised ESR chronology, *Journal of Human Evolution*, t. 40, p. 467-482.

GRÜN R., BEAUMONT P.B., STRINGER C.B. (1990a) – Electron Spin Resonance dating evidence for early modern humans at Border Cave in South Africa, *Nature*, t. 344, n° 6266, p. 537-539.

GRÜN R., SHACKLETON N.J., DEACON H.J. (1990b) – Electron Spin Resonance dating of tooth enamel from Klasies River Mouth cave, *Current Anthropology*, t. 31, n° 4, p. 427-432.

GRÜN R., BEAUMONT P., TOBIAS P.V., EGGINS S. (2003) – On the age of Border Cave 5 human mandible, *Journal of Human Evolution*, t. 45, p. 155-167.

HENDEY Q.B., VOLMAN T.P. (1986) – Last interglacial sea levels and coastal caves in the Cape Province, South Africa, *Quaternary Research*, t. 25, p. 189-198.

HENSHILWOOD C., SEALY J. (1997) – Bone artefacts from the Middle Stone Age at Blombos Cave, Southern Cape, South Africa, *Current Anthropology*, t. 38, n° 5, p. 890-895.

HENSHILWOOD C.S., D'ERRICO F., MAREAN C.W., MILO R.G., YATES R. (2001a) – An early bone tool industry from the Middle Stone Age at Blombos Cave, South Africa: implications for the origins of modern human behaviour, symbolism and language, *Journal of Human Evolution*, t. 41, p. 631-678.

HENSHILWOOD C.S., SEALY J., YATES R., CRUZ-URIBE K., GOLDBERG P., GRINE F.E., KLEIN R.G., POGGENPOEL C.A., VAN NIEKERK K., WATTS I. (2001b) – Blombos Cave, southern Cape, South Africa: preliminary report on the 1992-1999 excavations of the Middle Stone Age levels, *Journal of Archaeological Science*, t. 28, p. 421-448.

HENSHILWOOD C.S., D'ERRICO F., YATES R., JACOBS Z., TRIBOLO C., DULLER G.A.T., MERCIER N., SEALY J.C., VALLADAS H., WATTS I., WINTLE A.G. (2002) – Emergence of Modern Human Behaviour: Middle Stone Age Engravings from South Africa, *Science*, t. 295, p. 1278.

JACOBS Z. (2004) – *Development of luminescence techniques for dating Middle Stone Age sites in South Africa*, thèse non publiée, University of Wales, Aberystwyth.

JACOBS Z., WINTLE A.G., DULLER G.A.T. (2003a) – Optical dating of dune sand from Blombos Cave, South Africa: I-multiple grain data, *Journal of Human Evolution*, t. 44, n° 5, p. 599-612.

JACOBS Z., WINTLE A.G., DULLER G.A.T. (2003b) – Optical dating of dune sand from Blombos Cave, South Africa: II-single grain data, *Journal of Human Evolution*, t. 44, n° 5, p. 613-625.

JONES H.L. (2001) – *Electron spin resonance dating of tooth enamel at three palaeolithic sites*, mémoire de M.Sc. non publié, université McMaster.

JORON J.-L. (1974) – *Contribution à l'analyse des éléments en traces dans les roches et les minéraux par activation neutronique. Application à la caractérisation d'objets archéologiques*, thèse non publiée, université Paris Sud.

KAPLAN J.M. (1989) – 45 000 years of hunter-gatherer history in Natal as seen from Umhlatuzana Rock Shelter, *South African Archaeological Society, Goodwin Series*, t. 6, p. 7-16.

KLEIN R.G. (1974) – Environment and subsistence of prehistoric man in the southern Cape Province, South Africa, *World Archaeology*, t. 5, p. 249-283.

KLEIN R.G. (1976) – The mammalian fauna of the Klasies River Mouth sites, southern Cape Province, South Africa, *South African Archaeological Bulletin*, t. 31, p. 75-98.

KLEIN R.G. (1977) – The mammalian fauna from the Middle and Later Stone Age (Later Pleistocene) levels of Border Cave, Natal Province, South Africa, *South African Archaeological Bulletin*, t. 32, p. 14-27.

KLEIN R.G. (1999) – *The Human career: human biological and cultural origins*, University of Chicago Press, Chicago, 2nd edition.

MARTINSON D.G., PISIAS N.G., HAYS J.D., IMBRIE J., MOORE T.C., SHACKELTON N.J. (1987) – Age dating and the orbital theory of the Ice Ages: development of a high-resolution 0 to 300 000-years chronostratigraphy, *Quaternary Research*, t. 27, p. 1-29.

MCBREARTY S., BROOKS A. (2000) – The revolution that wasn't: a new interpretation of the origin of modern human behaviour, *Journal of Human Evolution*, t. 39, p. 453-563.

MERCIER N., VALLADAS H., VALLADAS G. (1992). Some observations on palaeodose determination in burnt flints, *Ancient TL*, t. 10, n° 3, p. 28-32.

MILLER G.H., BEAUMONT P.B., DEACON H.J., BROOKS A.S., HARE P.E., JULL A.J.T. (1999) – Earliest modern humans in southern Africa dated by isoleucine epimerization in ostrich eggshell, *Quaternary Science Review*, n° 18, p. 1537-1548.

MURRAY A.S., WINTLE A.G. (2000) – Luminescence dating of quartz using an improved single-aliquot regenerative-dose protocol, *Radiation Measurements*, t. 32, p. 57-73.

PARKINGTON J.E. (1990) – A critique on the consensus view on the age of the Howieson's Poort assemblages in South Africa, *in* P. Mellars dir., *The emergence of modern humans: an archaeological perspective*, Edinburgh University Press, Edinburgh, p. 34-55.

PARKINGTON J.E., POGGENPOEL C., RIGAUD J.-P., TEXIER P.-J. (2005) – From tool to symbol: the behavioural context of intentionally marked ostrich eggshell from Diepkloof, western Cape, *in* F. D'Errico et L. Blackwell dir., *From tools to symbols, from Early Hominids to Modern Humans*, Witwatersrand University Press.

RIGAUD J.-P., TEXIER J.-P., TEXIER P.-J. (2000) – *Eland/Elan, rapport scientifique sur les travaux effectués en 1999.*

RIGAUD J.-P., COSTAMAGNO S., LENOBLE A., TEXIER J.-P., TEXIER P.-J., TRIBOLO C., ALLENET G., LEROYER C., LACRAMPE F. (2001) – *Rapport sur les travaux effectués au cours de la campagne 2001 dans l'abri de Diepkloof (province du Cap, Afrique du Sud).*

SHACKELTON N.J. (1982) – Stratigraphy and chronology of the Klasies River Mouth deposits: oxygen isotope evidence, *in* R. Singer et J. Wymer dir., *The Middle Stone Age at Klasies River Mouth in South Africa*, Chicago University Press, Chicago, p. 194-199.

SINGER R., WYMER J. (1982) – T*he Middle Stone Age at Klasies River Mouth in South Africa*, University of Chicago Press, Chicago.

THACKERAY A.I. (1989) – Changing fashions in the Middle Stone Age: the stone artefact sequence from Klasies River main site, South Africa, *African Archaeological Review*, t. 7, p. 33-57.

THACKERAY A.I. (1992) – The Middle Stone Age south of the Limpopo River, *Journal of World Prehistory*, t. 6, n° 4, p. 385-440.

THACKERAY J.F. (1987) – Late quaternary environmental changes inferred from small mammalian fauna, southern Africa, *Climatic Change*, t. 10, p. 285-305.

THACKERAY J.F. (1992) – Chronology of late Pleistocene deposits associated with Homo sapiens at Klasies River Mouth, South Africa, *in* K. Heine dir., *Palaeoecology of Africa and the surrounding islands*, Balkema, Rotterdam.

THACKERAY J.F., AVERY D.M. (1990) – A comparison between temperature indices for late Pleistocene sequences at Klasies River and Border Cave, South Africa, *in* K. Heine dir., *Palaeoecology of Africa and the Surroundings Islands, IXth biennal conference of the Southern African Society for Quaternary Research, University of Durban, 1989*, t. 21, p. 311-315.

TRIBOLO C. (2003) – *Apport des méthodes de la luminescence à la chronologie de technofaciès du Middle Stone Age associés aux premiers Hommes modernes du Sud de l'Afrique*, thèse non publiée, université Bordeaux I (disponible en ligne sur le site de l'université Bordeaux I).

TRIBOLO C., MERCIER N., VALLADAS H. (2003) – Attempt at using the single-aliquot regenerative-dose procedure for the determination of equivalent doses of Upper Palaeolithic burnt stones, *Quaternary Science Review*, t. 22, p. 1251-1256.

TRIBOLO C., MERCIER N., VALLADAS H. (2005) – Chronology of the Howieson's Poort and Still Bay techno-complexes: assessment and new data from luminescence, *in* F. D'Errico et L. Backwell dir., *From Tools to Symbols. From Hominids to Modern Humans, International Round Table, Johannesburg, 16-18 mars 2003*, Witwatersrand University Press, Witwatersrand.

TRIBOLO C., MERCIER N., SELO M., VALLADAS H., JORON J.-L., REYSS J.-L., HENSHILWOOD C., SEALY J., YATES R. (accepté) – *TL dating of burnt lithics from Blombos cave (South Africa): further evidence for the antiquity of modern human behaviour, Archaeometry.*

VALLADAS G., MERCIER N., LETUVE R. (1994) – A simple semi-automatic TL apparatus of new design, *Ancient TL*, t. 12, p. 39-40.

VALLADAS H. (1985) – *Datation par la thermoluminescence de gisements moustériens du Sud de la France*, thèse non publiée, Muséum national d'histoire naturelle et université Paris IV.

VALLADAS H. (1992) – Thermoluminescence dating of flint, *Quaternary Science Reviews*, t. 11, p. 1-5.

VALLADAS H., WADLEY L., MERCIER N., TRIBOLO C., REYSS J.-L., JORON J.-L. (2005) – Contribution of thermoluminescence on lithics to the chronology of MSA layers of Rose Cottage Cave, *South African Journal of Science*, t. 101, p. 169-174.

VAN ANDEL T.H. (1989) – Late Pleistocene sea levels and the human exploitation of the shore and shelf of southern South Africa, *Journal of Field Archaeology*, t. 16, n° 2, p. 133-155.

VOGEL J.C. (2000) – Radiometric dates for the Middle Stone Age in South Africa, *in* P.V.T. Tobias, M.A. Raath, J. Moggi-Cecchi et G.A. Doyle dir., *Humanity-from African Naissance to coming Millenia*, University of Florence, Florence.

VOGEL J.C., BEAUMONT P.B. (1972) – Revised radiocarbon chronology for the Later Stone Age in South Africa, *Nature*, t. 237, p. 50-51.

VOGEL J.C., WINTLE A.G., WOODBORNE S.M. (1999) – Focus: Luminescence dating of coastal sands: overcoming changes in environmental dose rate, *Journal of Archaeological Science*, t. 26, p. 729-733.

WADLEY L. (1991) – Rose Cottage cave: background and preliminary report on the recent excavations, *South African Archaeological Bulletin*, t. 46, p. 125-130.

WADLEY L. (1997) – Rose Cottage Cave: archaeological work 1987 to 1997, *South African Journal of Science*, t. 93, p. 439-444.

WURZ S. (2000) – *The Middle Stone Age sequence at Klasies River, South Africa*, thèse non publiée, université de Stellenbosch.

Chantal TRIBOLO
School of Geography and the Environment,
Mansfield road, OXFORD, OX13TB,
United Kingdom
chantal.tribolo@ouce.ox.ac.uk

Norbert MERCIER et Hélène VALLADAS
Laboratoire des Sciences du Climat
et de l'Environnement, UMR CEA-CNRS,
Avenue de la terrasse, F-91198 GIF-SUR-YVETTE,
norbert.mercier@lsce.cnrs-gif.fr
helene.valladas@lsce.cnrs-gif.fr