

Modalités et chronologie de la déglaciation würmienne dans l'arc alpin occidental et les massifs français : synthèse et réflexions

M. Guy Montjuvent, Gérard Nicoud

Citer ce document / Cite this document :

Montjuvent Guy, Nicoud Gérard. Modalités et chronologie de la déglaciation würmienne dans l'arc alpin occidental et les massifs français : synthèse et réflexions. In: Bulletin de l'Association française pour l'étude du quaternaire, vol. 25, n°2-3, 1988. pp. 147-156;

doi : <https://doi.org/10.3406/quate.1988.1876>

https://www.persee.fr/doc/quate_0004-5500_1988_num_25_2_1876

Fichier pdf généré le 06/11/2020

Abstract

Synthesis of the results given in the papers presented during the colloquium "Conditions and Chronology of the wurmian déglaciation in the Western Alps and the French mountains" (AFEQ - Chambéry 1988) shows a certain number of convergences in the paleogeography and chronology of the wurmian glaciation, despite some local divergences :

- a first and maximal advance of the glaciers before 38 400 BP;
- a first "mesowurmian" interstage overlapping the 38 400-31 350 BP interval;
- a second, complexe advance (Recurrence), within a "neowürmian" interstage overlapping the 35 700-27 400 BP interval;
- a second "neowurmian" interstage overlapping the 27 400-19 350 interval;
- a final advance, during the Recurrence, and later than 22 300 BP with no precise upper limit.

The déglaciation, actually begun with the first interstage, exhibits complex features and is of large duration.

Besides these results, the problems of the datas and of their interpretation, of the nearly non-existent correlations, of the plentiful, ill-defined terminology, and of the outstanding part played by the observation conditions, are emphasized.

Further prospects are not only completion of both local and regional syntheses, but even more important increasing the number of drillings; the increase being governed by available means.

Résumé

La synthèse des résultats exprimés dans les articles du colloque « Modalités et Chronologie de la déglaciation wurmienne dans l'Arc alpin occidental et les massifs français » (AFEQ - Chambéry, 1988) fait apparaître un certain nombre de convergences dans la paléogéographie et la chronologie de la glaciation würmienne, en dépit de quelques divergences locales :

- une première avancée, maximale, des glaciers antérieurement à 38 400 BP;
- un premier interstade « mésowürmien » débordant l'intervalle 38400-31 350 BP;
- une deuxième avancée (Récurrence), complexe, coupée par un interstade (« néowürmien »), excédant l'intervalle 35 700-27 400 BP;
- un second interstade « néowürmien » dépassant l'intervalle 27 400-19 350 BP;
- une dernière avancée, appartenant à la Récurrence, postérieure à 22 300 BP et sans limite supérieure précise.

La déglaciation, effectivement commencée dès le premier interstade, serait ainsi un phénomène complexe dans ses modalités et de longue durée.

Outre ces résultats, on relève les problèmes des données et de leur interprétation, des corrélations encore quasi-inexistantes, de la terminologie foisonnante et peu précise, et des conditions d'observation, primordiales dans cette recherche. Quant aux perspectives d'avancées, elles résident dans l'élaboration de synthèses locales et régionales mais surtout dans la multiplication des forages, fonction des moyens disponibles.

MODALITÉS ET CHRONOLOGIE DE LA DÉGLACIATION WÜRMIENNE DANS L'ARC ALPIN OCCIDENTAL ET LES MASSIFS FRANÇAIS : SYNTHÈSE ET RÉFLEXIONS

par Guy MONJUVENT * et Gérard NICOUUD **

RÉSUMÉ

La synthèse des résultats exprimés dans les articles du colloque « Modalités et Chronologie de la déglaciation würmienne dans l'Arc alpin occidental et les massifs français » (AFEQ - Chambéry, 1988) fait apparaître un certain nombre de convergences dans la paléogéographie et la chronologie de la glaciation würmienne, en dépit de quelques divergences locales :

- une première avancée, maximale, des glaciers antérieurement à 38 400 BP;
- un premier interstade « mésowürmien » débordant l'intervalle 38400-31 350 BP;
- une deuxième avancée (Récurrence), complexe, coupée par un interstade (« néowürmien »), excédant l'intervalle 35 700-27 400 BP;
- un second interstade « néowürmien » dépassant l'intervalle 27 400-19 350 BP;
- une dernière avancée, appartenant à la Récurrence, postérieure à 22 300 BP et sans limite supérieure précise.

La déglaciation, effectivement commencée dès le premier interstade, serait ainsi un phénomène complexe dans ses modalités et de longue durée.

Outre ces résultats, on relève les problèmes des données et de leur interprétation, des corrélations encore quasi-inexistantes, de la terminologie foisonnante et peu précise, et des conditions d'observation, primordiales dans cette recherche. Quant aux perspectives d'avancées, elles résident dans l'élaboration de synthèses locales et régionales mais surtout dans la multiplication des forages, fonction des moyens disponibles.

Mots-clés : Würmien, déglaciation, modalités, chronologie, France, synthèse.

ABSTRACT

CONDITIONS AND CHRONOLOGY OF THE WURMIAN DEGLACIATION IN THE WESTERN ALPS AND THE FRENCH MOUNTAINS : SYNTHESIS AND THOUGHTS.

Synthesis of the results given in the papers presented during the colloquium "Conditions and Chronology of the würmian deglaciation in the Western Alps and the French mountains" (AFEQ - Chambéry 1988) shows a certain number of convergences in the paleogeography and chronology of the würmian glaciation, despite some local divergences :

- a first and maximal advance of the glaciers before 38 400 BP;
- a first "mesowürmian" interstage overlapping the 38 400-31 350 BP interval;
- a second, complexe advance (Recurrence), within a "neowürmian" interstage overlapping the 35 700-27 400 BP interval;
- a second "neowürmian" interstage overlapping the 27 400-19 350 interval;
- a final advance, during the Recurrence, and later than 22 300 BP with no precise upper limit.

The deglaciation, actually begun with the first interstage, exhibits complex features and is of large duration.

Besides these results, the problems of the datas and of their interpretation, of the nearly non-existent correlations, of the plentiful, ill-defined terminology, and of the outstanding part played by the observation conditions, are emphasized.

Further prospects are not only completion of both local and regional syntheses, but even more important increasing the number of drillings; the increase being governed by available means.

Key-words : Würmian, deglaciation, conditions, chronology, France, synthesis;

* UA 69 CNRS, Institut Dolomieu, Université Joseph Fourier, rue Maurice Gignoux, 38031 Grenoble.

** UA 69 CNRS, Département des Sciences de la Terre, Université de Savoie, BP 1104, 73011 Chambéry- Cedex.

Les modalités et la chronologie de la déglaciation würmienne dans les montagnes françaises, à l'exception des Vosges et des Alpes-Maritimes, ont fait l'objet du colloque de l'Association Française pour l'Etude du Quaternaire de Chambéry (11-15 mai 1988). Les communications, rassemblées dans ce numéro spécial du Bulletin de l'AFEQ, sont ici synthétisées. Il nous a paru opportun d'y apporter nos réflexions pour souligner les problèmes rencontrés et favoriser la progression des idées nouvelles émises lors du colloque.

cuvette lémanique, et la cuvette lémanique. Le complexe des « moraines internes » (Mandier) montre cinq épisodes marqués par des fronts morainiques : un épisode du Maximum d'extension, légèrement en aval de l'amphithéâtre des moraines internes proprement dites, dit stade A (Béligneux), et quatre épisodes de retrait dans l'amphithéâtre (B,C,D,E), le dernier correspondant à la fusion sur place de l'extrémité du glacier. Une donnée chronologique récente (Malville) conduit l'auteur à envisager deux hypothèses relativement à la déglaciation :

I. SYNTHÈSE DES RÉSULTATS (tableau I)

1. modalités de la déglaciation

1.1. Dans les Alpes du Nord ont été examinés les glaciers du Rhône et de l'Arve. Les données de l'Isère-Romanche, proche, ont été jointes pour complément. La vaste région rhodanienne a fait l'objet de trois études : le piedmont avec les moraines internes, la Savoie *s.l.* des moraines internes à la

En Savoie (Monjuvent & Nicoud), n'existent les traces que d'un seul épisode glaciaire (moraine unique) suivi par une déglaciation caractérisée par la fusion sur place, en milieu lacustre, du glacier tronçonné en multiples masses indépendantes de tailles très diverses, selon trois étapes majeures de stabilisation dont la dernière est affectée par une réavancée locale de la glace.

Tabl. 1. — Récapitulation des principaux événements glaciaires et non glaciaires dans les montagnes françaises (à l'exception des Vosges et des Alpes Maritimes).

Table 1. — Summary table of glacial and not glacial events in French mountains (Vosges and Alpes Maritimes excepted).

Zones de glaciation		ALPES DU NORD					ALPES DU SUD		JURA	MASSIF CENTRAL	PYRENEES	CORSE
Modalités s.l.		PIEDMONT	SAVOIE	CHABLEAIS	ARVE	ISERE	BLEONE	DURANCE				
10 ³ ans	Climato-stratigraphie											
	Stratigraphie alpine											
	Holocène											
10	Tardiglaciaire											
20	Pléniglaciaire supérieur											
30	Dénékamp Interstade Würmien II-III ? Moershoofd											
40	Würmien moyen (II,III)											
50	Pléniglaciaire inférieur											
60	Würmien inférieur (II)											
70												
80	St Germain II											
90	Würmien précoce											
100	Mélisey II St Germain I											
	Principaux événements glaciaires et non glaciaires	1 phase maximale suivie de 3 stationnements et d'un stade de décrépitude	1 phase glaciaire unique suivie d'une fusion sur place en 3 étapes majeures	1 phase paroxysmale suivie d'un retrait important puis d'un retour limité avec 3 oscillations négatives (interstades)	10 étapes de stationnement entre la confluence du Rhône et les moraines du Petit Age glaciaire alpin	2 épisodes d'avancées séparés par un retrait d'ampleur et de durée inconnues	2 phases d'englacement séparés par l'interstade "néowürmien" de la Bléone	3 phases d'englacement dont la première est antérieure à un "interstade mésowürmien"	1 seule phase glaciaire maximale suivie d'un retrait rapide avec arrêts	1 seule phase maximale suivie d'un retrait important - réavancée dans les vallées principales - retrait et englacement tardif de cirques	1 phase maximale suivie d'un retrait avec étapes de stationnements et de réavancées	1 phase maximale et retrait avec une étape de stationnement (localement réavancée ?)
	Modalités (phénomènes principaux)	-arcs morainiques successifs et fluvio-glaciaire associé. -glacio-lacustre -terrasses à Kettles dans les ombilics	-remplissage glacio-lacustre et lacustre des grands bassins saturés -dépôts justa-glaciaires sur le plateau molassique	superposition de moraines et de dépôts interstadiers -glacio-lacustre, lacustre, palustre - moraines latérales et terrasses à Kettles	arcs morainiques et/ou moraines latérales résiduelles - glacio lacustre	arcs morainiques successifs -glacio-lacustre et lacustre dans les ombilics - dépôts interstadiers	dépôt interstadiers - pas de front morainique - fluvio-glaciaire	1 seul front morainique post-maximum - moraines latérales - fluvio-glaciaire et glacio-lacustre	arcs morainiques successifs et fluvio-glaciaire associé - glacio-lacustre et lacustre	arcs morainiques successifs dans les vallées - manteau unique sur les plateaux - glacio-lacustre dans les vallées	arcs morainiques - glacio-lacustre et lacustre dans les ombilics	rare arcs morainiques - fluvio-glaciaire -relations fluvio-glaciaire et marin
	Superpositions glaciaire/interstadière (G/I) glaciaire/fluvio-glaciaire ou glacio-lacustre (G/F.C. ou G.L.)	non	non	oui G/I	non	oui G/F.C. et G.L.	oui F.C./I	oui G/F.C.	non	oui G/F.C. ou G.L.	oui G/G.L. ou L.	oui G/F.C.

(C. Monjuvent, G. Nicoud avec le concours de B. Etlicher et P. Mandier)

Dans la cuvette lémanique (Blavoux), se distinguent deux avancées principales séparées par un important retrait :

— Une première, paroxysmale, au cours de laquelle le glacier atteint l'altitude de 1 250 m. Ce maximum est suivi de la disparition du glacier qui laisse place à un lac très proche du Léman actuel (premier interstade).

— Une deuxième, mineure, le glacier n'atteignant qu'une altitude de 850 m, au cours de laquelle trois épais niveaux de sédiments lacustres et palustres s'interstratifient dans la moraine, constituant un deuxième complexe interstadiaire.

— Puis la décrue finale est marquée par le dépôt d'une série de moraines latérales accompagnées de terrasses de kame.

La vallée de l'Arve (Dorthe-Monachon) montre dix épisodes de déglaciation antérieurs aux moraines du Petit Age Glaciaire, soulignés par des moraines latérales, frontales ou des dépôts glacio-lacustres. Au cours des trois premiers, le glacier de l'Arve est jointif de celui du Rhône. Le quatrième (Rocailles) est celui de leur séparation, avec une réavancée des seuls glaciers affluents (Giffre, Borne). Les six derniers seraient de simples épisodes de retrait.

La vallée de l'Isère (Monjuvent) montre deux fronts morainiques largement séparés : un front des moraines internes, correspondant au maximum d'extension, un front des moraines récurrentes, recouvrant des dépôts glacio-lacustres de retrait du premier épisode (Romanche) et accompagné de dépôts deltaïques contemporains (Isère).

1.2. Dans les Alpes du Sud (Jorda) les modalités diffèrent selon qu'il s'agit du glacier de la Durance ou des glaciers de la Bléone et du Verdon.

Une première avancée, antérieure au maximum d'extension, n'apparaît qu'en Durance (moraine fossile de Thèze), suivie par un premier dépôt de déglaciation (poudingues de Durance).

Le maximum d'extension, général, est suivi de trois stades de décrue (Durance) dont le premier est matérialisé par les moraines internes du Poët, et du dépôt de formations de climat tempéré (Le Baquin, Bléone).

Une dernière avancée, ou récurrence, s'accompagne de phénomènes d'obturation glacio-lacustre importants seulement en Durance-Ubaye.

La déglaciation finale comprend au moins deux arrêts du glacier en aval de Gap (Durance), et un (Bléone, Verdon) avant les moraines de cirques.

1.3. Dans le Jura (Campy & Richard), il est relevé une avancée glaciaire unique constituée par une extension maximale (moraines internes multiples) suivie d'un retrait comportant cinq épisodes de

stabilisation marqués par des arcs morainiques successifs, dont la série n'est complète que dans le secteur de Champagnole.

1.4. Dans les Pyrénées (Andrieu *et al.*), les moraines würmiennes dites « récentes » sont subdivisées en moraines dites « externes », du maximum d'extension, et en moraines dites « internes » correspondant à la Récurrence, accompagnées de dépôts glacio-lacustres et lacustres. La réavancée glaciaire n'est établie que dans la Garonne. La déglaciation, commencée dès le retrait des moraines « externes », est interrompue par plusieurs stationnements en amont des moraines « internes » (3 ou 4 dans l'Ariège, dont un ou deux récurrents).

1.5. Dans le Massif Central (Elicher & De Gœr de Herve), les moraines internes, du maximum d'extension, correspondent à des glaciers de calotte. La déglaciation, accompagnée de phénomènes glacio-lacustres et fluvio-glaciaires, est interrompue par une réavancée des glaciers de vallées (récurrence), prouvée dans le Forez et l'Aubrac. Enfin une dernière réavancée tardive se limite aux hautes vallées et cirques du Cantal.

1.6. En Corse (Conchon), où la glaciation se manifeste par de courts glaciers de vallée, trois épisodes sont reconnus : le premier correspond aux glaciers les plus longs ; le second, en retrait, pourrait comprendre une réavancée (Restonica) ; le troisième est celui des glaciers de cirques.

2. Corrélations et hypothèses chronologiques (Tableau II)

2.1. Dans la vallée du Rhône, les éléments de chronologie n'existent que tout à l'aval, dans le piedmont, et tout à l'amont dans la région lémanique.

Dans le piedmont, le maximum d'extension des moraines internes, antérieur à 35 000 BP (^{14}C), est attribué à un Würm « ancien ». Les quatre épisodes suivants sont rapportés à un Würm « récent » (20 000 à 14 000 BP) d'après les âges ^{14}C de bois inclus dans des basses terrasses loin en aval du front glaciaire (Péage de Roussillon). Mais la déglaciation aurait pu commencer plus tôt d'après une datation 26 470 BP (Blais, inédit) dans la série lacustre de Malville, en amont du système morainique interne.

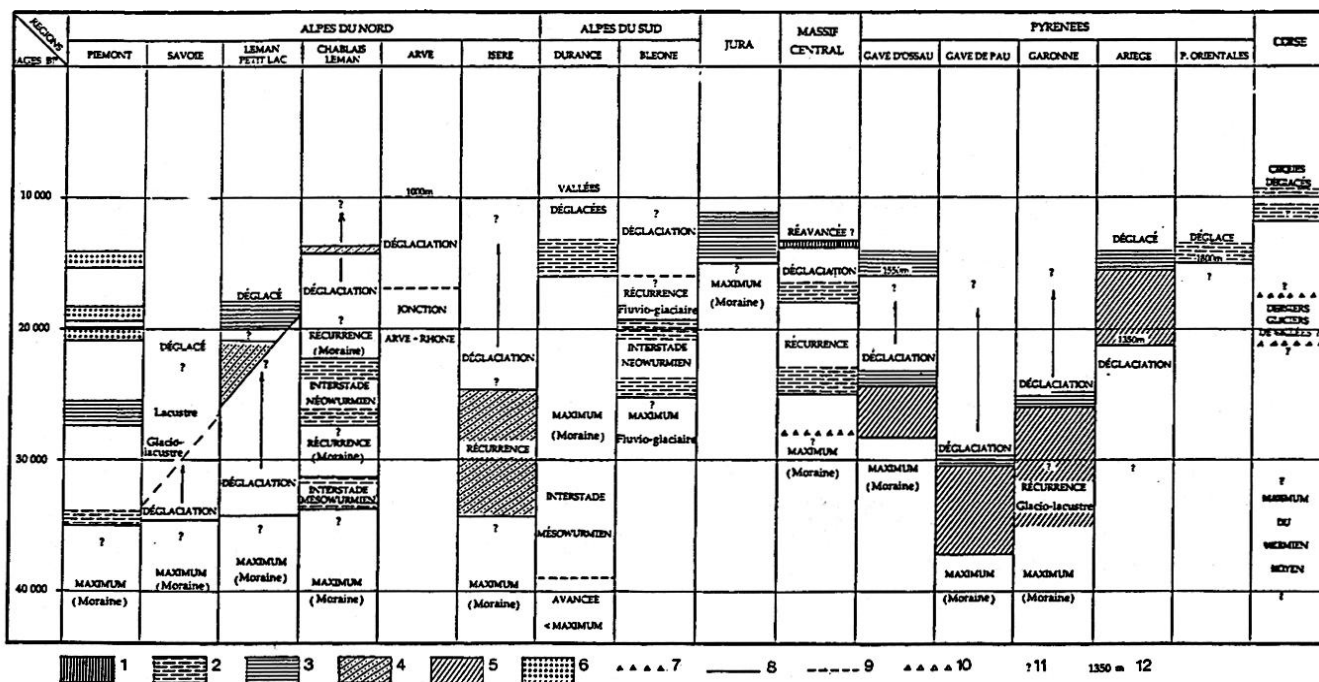
En Savoie aucune datation n'existe. Cependant, d'après des données indirectes (taux de sédimentation du Petit Lac Léman), la déglaciation est estimée antérieure à la fourchette 25 000-19 000 BP, et de longue durée (non précisée) d'après l'épaisseur considérable des dépôts glacio-lacustres et lacustres qui remplissent totalement ou non les divers surcreusements.

Tabl. 2. — Récapitulation des formations contenant du matériel daté, et des événements encadrants.

Formations datées : 1. sol. — 2. palustre. — 3. lacustre. — 4. glacio-lacustre (delta). — 5. glacio-lacustre (fond). — 6. fluvio-glaciaire (?). — 7. cendres volcaniques. — 8. limite de datation « *in situ* » (lacunes non comprises). — 9. Limite de datation hypothétiques (par comparaison). — 10. Episode marin froid. — 11. Indétermination ou inconnue. — 12. altitude de la formation datée.

Table 2. — Recapitulation of formations containing dated materials, and of previous and later events.

Dated formations : 1. soil. — 2. marshy. — 3. lacustrine. — 4. glacio-lacustrine (delta). — 5. glacio-lacustrine (bottom). — 6. glacio-fluvial (?). — 7. volcanic ashes. — 8. limit of datation « *in situ* » (gaps omitted). — 9. Limit of datation (hypothetic). — 10. Oceanic cold episode. — 11. Indetermination or unknown. — 12. altitude of the dated formation.



La cuvette lémanique présente l'intérêt de disposer d'une série de datations en stratigraphie, cohérentes, se rapportant à deux interstades. Le premier en possède deux, 34 500 et 32 000 BP, le second, complexe, quatre entre 26 200 et 23 500 BP.

L'extension maximale, antérieure à 34 500 BP, est attribuée au Würm moyen ou Mésowürm, sinon à une période plus ancienne.

Le premier interstade « mésowürmien » débute avant 34 500 BP et s'achève avant 26 200 BP.

La deuxième extension, « néowürmienne », débute antérieurement à 26 200 BP et s'achève postérieurement à 23 500 BP.

Le deuxième interstade, complexe (Sionnex), est entièrement inclus dans la durée de la deuxième extension, et sa chronologie ^{14}C est la même.

La déglaciation finale, postérieure à 23 500 BP, est jalonnée par une date 14 000 BP dans une terrasse de kame de bas niveau.

Aucune datation n'existant dans la vallée de l'Arve, une chronologie est tentée par comparaison avec les épisodes glaciaires de Suisse orientale, principalement sur la base d'analogies morpho-sédimentologiques et d'altitudes de limites des neiges.

Ainsi le sixième « stade » (Les Houches) correspondrait au « stade rhodanien » de Montosset (Arn, 1984) attribué au début du Tardiglaciaire (Gschnitz), et les trois derniers au complexe de l'Egesen (Dryas supérieur). Il en résulterait que la déglaciation se serait produite dans un laps de temps très court.

Dans la vallée de l'Isère, la basse terrasse deltaïque contemporaine de la Récurrence a été datée de l'intervalle 34 300-24 700 BP (Hanss, 1973). Le maximum d'avancée antérieur a été attribué au Würm II, la Récurrence au Würm III.

2.2. Dans les Alpes du Sud, seul l'interstade néowürmien de la Bléone est daté de 25 000 à 20 000 BP environ. Antérieurement, la première avancée glaciaire durancienne (Thèze) est attribuée au Würm moyen, II (avant 40 000 BP), l'interstade mésowürmien (II-III) estimé de l'intervalle 40 000-30 000 BP, et le maximum d'avancée des glaciers (Néowürmien A) de 30 000 à 25 000 BP environ. Après l'interstade néowürmien de la Bléone, la deuxième progression glaciaire (Néowürmien B) se serait produite entre 20 000 BP et une date inconnue antérieure à 15 000 BP, époque à laquelle la déglaciation des grandes vallées est

complète (d'après la palynologie). Le retrait définitif des glaciers est estimé rapide et tardif.

2.3. Dans le Jura, le maximum d'extension et son retrait, antérieurs au début du Tardiglaciaire ou même à la fin du Pléni-glaciaire supérieur (WIII) sur la base de données palynologiques, sont estimés entre 25 000 et 15 000 BP d'après la morphologie, la pédologie, les dépôts karstiques, l'archéologie et une lacune de dates ^{14}C entre 24 000 et 16 000 BP. La libération des lacs successifs indiquerait une déglaciation très rapide.

2.4. Dans les Pyrénées, d'après des données chronologiques, palynologiques et sédimentologiques de sites lacustres en amont des moraines würmiennes, le maximum d'extension précède la déglaciation qui débute antérieurement à 38 400 BP (gave de Pau, Lourdes) et se poursuit jusqu'à 29 500 BP, le bassin de Lourdes étant alors déglacé. La Récurrence (Garonne) est antérieure à 30 000 BP. La déglaciation définitive des vallées a lieu à partir de 27 000 BP (gave d'Ossau); en haute montagne, elle débute avant 21 300 BP (Vicdessos, 1 350 m) et est déjà achevée vers 15 000 BP, avant le Tardiglaciaire. La déglaciation complète aurait donc nécessité une durée de l'ordre de 12 000 ans à partir des moraines « internes » et de plus de 20 000 ans à partir des « moraines externes ».

2.5. Dans le Massif Central, l'extension glaciaire maximale non datée mais antérieure à 28 000 BP d'après l'âge de projections volcaniques superposées à une moraine, est attribuée au pléni-glaciaire inférieur (WII). La Récurrence, anté-tardiglaciaire d'après les données palynologiques en Forez, voire même antérieure à 18 000 BP, est considérée Pléni-glaciaire supérieur (Würm final), de même que la déglaciation des plateaux et vallées. Dans le Cantal, l'englacement tardif des cirques et hautes vallées serait tardiglaciaire.

2.6. En Corse, enfin, la première extension, antérieure au « maximum mondial », est attribuée au Würmien moyen, la deuxième étant considérée contemporaine de ce maximum, daté de 21 230 BP par les foraminifères et de 17 500 BP par l' ^{18}O dans les carottes méditerranéennes les plus proches. La troisième est attribuée au Dryas I bien que l'Alleröd n'ait pas été formellement reconnu dans les cirques correspondants. La déglaciation totale est estimée achevée voici 12 000 ans.

II. PRINCIPAUX POINTS CLÉS

1. A propos de la glaciation würmienne

1.1. Ses modalités

Parmi les dix régions traitées, certaines ne sont concernées que par un seul glacier majeur (Rhône subdivisé en Piedmont, Savoie s.l., région lémanique), d'autres comprennent plusieurs glaciers de vallée (Alpes du Sud, Pyrénées, Corse), d'autres enfin possèdent essentiellement des glaciers de calottes émettant ou non des langues de vallées périphériques (Jura, Massif Central). En fait, deux types glaciaires essentiels sont représentés : les glaciers de vallée dans les Alpes, les Pyrénées et en Corse et les calottes glaciaires dans le Jura et le Massif Central.

D'une façon générale la glaciation würmienne apparaît complexe, avec une extension maximale (Maximum glaciaire), précédant une extension secondaire (Récurrence), d'étendue plus limitée, le Maximum n'étant pas nécessairement la première avancée (Durance). Seul le Jura n'aurait été le siège que d'une seule extension. En Corse cependant, la Récurrence ne paraît pas formellement établie.

Une incertitude demeure sur l'ampleur du retrait des glaciers entre les deux avancées principales. Un recul significatif ne semble établi que pour le Rhône dans le bassin lémanique. Partout ailleurs il y a indétermination entre stationnement au cours du retrait (avec oscillations mineures possibles marquées par la superposition de moraine à des alluvions fluvio-glaciaires ou glacio-lacustres), ou réavancée après un recul prononcé, du fait de l'absence de dépôts interstadias (au sens climatique) en stratigraphie avec des moraines.

Enfin l'interstratification de couches lacustro-palustres et morainiques sur le plateau d'Evian démontre que la Récurrence du glacier du Rhône n'a pas été un phénomène simple, mais une succession d'avancées limitées, interrompues par des arrêts voire des reculs, le tout pendant une durée assez brève. Le même schéma se rencontre dans la vallée de l'Ariège (Pyrénées), à une échelle plus réduite.

1.2. Sa chronologie

* Une grande indétermination règne sur l'âge du Maximum d'extension des glaciers. Il n'y a aucune datation de la limite inférieure des moraines internes et les âges de la limite supérieure sont toujours des minima. Ainsi les moraines internes du Rhône sont antérieures à 35 000 BP (Béligneux) ou 34 550 BP (Léman), de l'Isère à 34 300 BP, des Pyrénées à 38 400 BP (Gave de Pau). Les auteurs les attribuent à un Würm « ancien », à un Mésowürmien, au

Würm II ou n'expriment pas d'opinion. Le cas de la Durance est particulier car une première extension, d'ampleur moindre et antérieure au Maximum, se situerait lors d'un Würm « moyen » (II) antérieur à 40 000 BP. Pour le Massif Central les moraines internes sont antérieures à 28 000 BP mais attribuées aussi à un Würm II. En Corse elles sont regardées comme Würm moyen par antériorité aux moraines plus récentes parallélisées au maximum glaciaire « au sens mondial ». Dans ces cinq domaines, le maximum d'extension est donc un Würmien relativement ancien, moyen ou inférieur, que l'on a tendance généralement à rapporter à la première grande période froide du Würm des courbes paléoclimatiques.

Ce n'est que dans les Alpes du Sud et le Jura que les moraines internes sont attribuées à un Würmien récent : Néowürmien A antérieur à 24 000 BP pour la Bléone, de l'intervalle 25 000-15 000 BP pour le Jura.

* **L'interstade** qui fait suite, nommé « mésowürmien » dans les Alpes, est bien repéré stratigraphiquement sinon chronologiquement en région lémanique et dans les Pyrénées, beaucoup moins bien en Durance (pédogenèse). Il débiterait et se terminerai respectivement pour le Rhône avant 34 500 BP et avant 26 200 BP, pour les Pyrénées avant 38 400 BP (Lourdes) et avant 30 000 BP (Garonne). En Durance il est supposé se situer approximativement entre 40 000 et 30 000 BP.

* **L'âge de l'épisode glaciaire suivant** (localement Récurrence) est relativement mieux cerné, bien que ses limites inférieure et supérieure soient toujours datées par défaut ou par excès du fait des conditions stratigraphiques et des lacunes, toujours chronologiques sinon stratigraphiques. De 20 000 à 14 000 BP dans la zone des moraines internes du Rhône (à moins que la limite inférieure ne soit antérieure à 24 730 BP), de > 26 200 BP à < 23 500 BP pour le Rhône lémanique, de 34 300 à 24 700 BP pour l'Isère (intervalle chronologique maximum), de > 20 000 à > 15 000 BP dans les Alpes du Sud, de > 30 000 BP (Garonne) à > 21 300 BP (Ariège) pour les Pyrénées, anté-tardiglaciaire voire anté 18 000 BP pour le Massif Central, présumé contemporain du Maximum glaciaire « au sens mondial » de 21 230 BP (foraminifères) ou 17 500 BP (¹⁸O) pour la Corse. Il y a ici une assez remarquable convergence chronologique pour situer ce deuxième (ou troisième dans le cas de la Durance) épisode glaciaire au Würmien supérieur, ou Würmien III, malgré quelques différences mineures, mais significatives cependant pour la Bléone, où il serait plus tardif.

* **Le second interstade** est bien repéré chronologiquement et stratigraphiquement par des dépôts climatiquement interstadias, interstratifiés dans

des moraines pour le Rhône (Léman), dans des alluvions fluvio-glaciaires pour la Bléone. Son âge souffre des mêmes incertitudes chronologiques aux limites que pour la Récurrence. La seule différence, considérable, est qu'il s'insère à l'intérieur de la Récurrence pour le Rhône alors qu'il séparerait le Maximum de cette Récurrence en Bléone. L'intervalle chronologique, très voisin, est de > 26 200 à < 23 500 pour le Rhône et de > 25 000 < 20 000 pour la Bléone. Dans les deux cas il est dénommé « interstade néowürmien ».

* Quant aux **épisodes récents** ils sont attribués au Würmien final et au Tardiglaciaire dans les vallées de l'Arve (Bühl = Rocailles — « stade » 4 —, 17 000 BP à Egesen, Dryas III, pour les stades à partir de Chamonix), au Tardiglaciaire dans le Cantal et au Dryas I en Corse. Les Alpes du Sud, qui possèdent une chronologie très complète, n'ont pas été traitées ici.

2. A propos de la déglaciation

2.1. Ses modalités

La vue qu'ont les auteurs de la déglaciation würmienne dépend en premier lieu du secteur étudié. Jura, Massif Central et Corse sont pris en compte dans leur totalité. Dans les Alpes, seule la vallée de l'Arve a fait l'objet d'une étude jusqu'aux moraines du Petit Age Glaciaire. Ailleurs, sauf partiellement dans les Pyrénées, seules les basses vallées ont été prises en considération. Les conclusions sont donc partielles ou relativement complètes selon le secteur considéré.

D'une manière générale la déglaciation est regardée comme l'ensemble des phénomènes qui suivent le maximum d'avancée des glaciers, quel que soit l'âge qui lui est attribué. Elle comprend donc tous les éléments du retrait des glaciers tels que moraines frontales et latérales, dépôts fluvio-glaciaires, glacio-lacustres, lacustres, palustres situés notamment en amont des arcs morainiques voire interstratifiés avec des dépôts glaciaires.

La déglaciation peut être perçue comme simple ou complexe :

* **Simple** selon le modèle du Jura : retrait général accidenté par cinq stationnements. C'est aussi le schéma de la Corse, bien qu'une récurrence locale soit possible.

* **Complexe** selon tous les autres modèles. Le maximum de complexité est atteint par le Rhône où deux interstades majeurs sont mis en évidence : un premier, mésowürmien, au cours duquel un retrait important du glacier se produit, un second composé d'une série d'interstades mineurs plus limités inclus dans la réavancée « néowürmienne ». Des intersta-

des climatosédimentaires sont aussi reconnus dans les Alpes du Sud, les Pyrénées, le Massif Central, mais en dehors d'un contexte stratigraphique indiscutable (superposition à des moraines). La question d'un recul précédant une réavancée est pendante. Dans l'Isère et l'Ariège une ou deux réavancées sont prouvées stratigraphiquement mais l'ampleur du retrait précédent est inconnue. Dans l'Arve, une réavancée des glaciers affluents accidente le quatrième stade de retrait (Rocailles), sans réavancée du glacier principal.

2.2. Sa chronologie

* Le début de la déglaciation, correspondant au premier interstade, est ancien pour le Rhône (antérieur à 34 550 BP), l'Isère (antérieur à 34 300 BP) et les Pyrénées (antérieur à 38 400 BP), mais récent pour la Bléone (antérieur à 25 000 BP et postérieur à 30 000 BP).

* Après le retrait, d'ampleur inconnue, précédant le deuxième stade (Récurrence), la déglaciation finale commence à partir de 27 000 BP pour les Pyrénées (Gave d'Ossau), postérieurement à 23 500 pour le Rhône amont voire antérieurement à 24 730 BP pour le Rhône aval, postérieurement à 24 700 BP pour l'Isère, à 20 000 BP pour la Durance, à 15 000 BP pour le Jura mais antérieurement à 18 000 BP pour le Massif Central. Une tendance semble donc se manifester pour un retrait final relativement ancien, antérieur à 20 000 BP, le mieux établi étant celui des Pyrénées.

La déglaciation complète des basses vallées n'est pas encore bien connue, sauf dans les Pyrénées où elle interviendrait entre 27 000 et 21 300 BP (Ariège), dans les Alpes du Sud où elle est antérieure à 15 000 BP et dans le Jura où elle est anté-tardiglaciaire.

III. PROBLÈMES SOULEVÉS

Trois problèmes principaux sont apparus au cours du colloque : le problème des données et notamment de leur utilisation (ou interprétation), celui des corrélations et celui de la terminologie.

1. Données

Deux types de données sont à considérer : directes et indirectes, concernant tant les dépôts et leurs significations paléogéographiques que la chronologie.

1.1. Données directes :

Ne doivent être considérées comme directes que les données se rapportant exclusivement à un dépôt traduisant directement le phénomène considéré. Par exemple, un événement glaciaire ne peut être indubitablement représenté que par un dépôt formé directement par le glacier, sans intervention d'agent autre, donc par une moraine. Une nappe fluvio-glaciaire ou des alluvions glacio-lacustres contemporaines sont des données indirectes dont la valeur est étroitement fonction de leurs relations physiques avec la moraine correspondante, et de toutes façons moindre.

En matière de chronologie, un élément de datation n'a de valeur que s'il n'est pas remanié, donc en place, et en stratigraphie c'est-à-dire en contact direct avec une formation bien définie. Par exemple des couches de tourbe non remaniées interstratifiées dans un complexe morainique ont une valeur chronologique indiscutable; des fragments de bois remaniés dans une moraine ont une valeur bien moindre, sinon nulle, car on ne sait d'où ils viennent, quel chemin ils ont parcouru et en combien de temps depuis l'arbre originel ni même s'ils ont été repris d'une autre formation préexistante (*a fortiori*, un bois remanié dans des alluvions fluvio-glaciaires pour dater la moraine et donc l'épisode glaciaire correspondant).

1.2. Données indirectes :

Doivent être considérées comme indirectes toutes données autres.

* Ainsi, en lithostratigraphie, tous les dépôts d'origine glaciaire non morainiques, c'est-à-dire formés non par le glacier lui-même mais par un agent dérivé (eau courante terrestre pour une alluvion fluvio-glaciaire, eau courante aboutissant dans un lac pour les alluvions glacio-lacustres) sont des données indirectes. Leur valeur relativement au phénomène originel (le glacier donc l'épisode glaciaire) ne peut être qu'inférieure à celle du dépôt direct (moraine), et fonction de la relation physique qui existe avec le dépôt morainique considéré.

* Quant à la chronologie, on doit reconnaître que la plupart des datations appartiennent à cette catégorie. Par exemple, un événement glaciaire représenté par un front morainique est estimé, dans le meilleur des cas, à partir de l'âge de formations non glaciaires datables encadrantes soit stratigraphiquement, soit morphologiquement. Dans tous les cas, une double indétermination entache la valeur de la chronologie proposée :

— L'âge de la formation indirectement datée est toujours un âge minimal ou maximal.

— La différence entre l'âge réel de cette formation à dater et celui de la formation datée résulte de l'existence constante de deux lacunes :

- une lacune stratigraphique, située à la limite des deux formations, se présentant sous trois aspects : absence de continuité sédimentaire, érosion intermédiaire, combinaison des deux. Sa durée est toujours inconnue.
- une lacune proprement chronologique, concernant la formation datée elle-même. Le plus souvent, les éléments datés ne se situant pas aux limites lithologiques, l'âge de ces limites n'est pas précisément connu.

Or les incertitudes chronologiques inhérentes à ces lacunes s'additionnent. En conséquence les âges des limites stratigraphiques ne sont obtenus que par excès ou par défaut, la durée séparant l'âge réel de l'âge maximal ou minimal restant inconnue.

2. Corrélations

Ce problème se pose essentiellement pour la datation des formations, donc des événements qu'elles représentent. A cet égard on peut distinguer deux types de corrélations :

— La corrélation **immédiate**, qui est la relation géométrique directe d'une formation à une autre (moraine - alluvions fluvioglaciales dérivées par exemple). Cela suppose la continuité.

— La corrélation à **distance**, qui nécessite la présence d'un élément de corrélation concret : horizon ou couche-repère, élément chronologique sûr...

En dehors de ces cas il n'y a pas corrélation, mais seulement proposition ou hypothèse d'équivalence, soit entre formations soit d'une formation à une chronologie par exemple.

A cet égard, on doit remarquer qu'aucune corrélation chronologique effective n'a été proposée dans les travaux précédents.

3. Terminologie

On pourra constater, à la lecture des différents articles, l'extraordinaire variété des termes utilisés pour désigner une même notion ou un même événement, les nuances étant rendues par une non moins grande variété des adjectifs ou compléments destinés en principe à préciser la pensée de l'auteur. Nous n'en prendrons que trois exemples relatifs aux notions de Maximum (d'extension des glaciers), d'événement au cours d'une glaciation (« stade »), et aux subdivisions de l'étage würmien.

3.1. Le Maximum est pris tour à tour dans un sens :

- **géographique** ou **dynamique** : maximum d'extension, d'englacement, d'avancée, d'englaciation, phase d'extension maximale, stade maximum d'avancée, etc.;
- **climatique** : maximum glaciaire, phase de plénitude glaciaire,...
- **stratigraphique** : maximum würmien,...
- **mixte** : maximum glaciaire würmien, épisode d'extension würmienne maximale.
- **mal ou non défini** : maximum mondial,...

3.2. Un événement intervenant au cours d'une glaciation est généralement désigné sous le nom de stade, phase, épisode, parfois étape. Ce peut être également un événement au sens :

- **géographique** ou **dynamique** : stade (ou phase ou épisode) maximum d'avancée (ou d'expansion maximale), de stagnation (stabilisation), de progression, de retrait, etc.
- **climatique** : phase froide, glaciaire, de plénitude glaciaire, de déglaciation, épisode tardiglaciaire,...
- **stratigraphique** : stade tardif du cycle würmien,...
- **sédimentologique** : épisode de progradation morainique,...
- **mixte** : stade de progression (ou de réavancée, ou de régression) glaciaire, final de retrait,...
- **mal ou non défini** : phase paroxysmale, maximale, interstadaire, stade du maximum, maximum, final,...

Seule l'étape est employée seule ou avec l'adjectif post-apogéique.

3.3. Quant aux subdivisions de l'étage würmien, elles font appel à la fois à des notions de chronologie relative et de climato-stratigraphie, sinon à une terminologie mal définie selon le cas :

Chronologie relative	Climato-stratigraphie	mal défini
Tardiwürmien	Tardiglaciaire	
Würm 4		
Würmien supérieur	Pléniglaciaire supérieur	Pléni-Würm supérieur
Würm récent	Pléniglaciaire récent	
Würm supérieur		
Néowürmien, Néowürm		
Würm III		
Würm moyen	Pléniglaciaire moyen	
Mésowürmien		
Mésowürm		
Würm II		
Würm ancien	Pléniglaciaire inférieur	Pléni-Würm inférieur
Eowürm		
Pré-Würm	Préglaciaire	

Ce foisonnement et cette imbrication terminologique, où les mêmes termes sont appelés à désigner des notions différentes et où une même notion se

retrouve sous des termes distincts, est immanquablement source d'indéterminations, sinon de confusions, et en tout cas d'incompréhensions. Un effort de clarification, de rationalisation et de simplification s'impose à tous les auteurs, en attendant qu'une terminologie cohérente, bien nécessaire, voie le jour.

IV. PERSPECTIVES ET CONCLUSION

Au terme de cette synthèse, quelques conclusions et perspectives se dégagent.

1. Conclusion

1.1. La déglaciation s'accompagne généralement de phénomènes glacio-lacustres puis lacustres de plus ou moins grande ampleur selon les dimensions des glaciers et le relief qu'ils ont occupé. Ce n'est que dans les vallées étroites et profondes (Corse) qu'ils sont absents.

La déglaciation apparaît comme un phénomène complexe. Au minimum, elle est accidentée de simples arrêts dans le retrait des glaciers (Jura). Au maximum elle est interrompue par deux épisodes de retrait (interstades au sens paléogéographique) et deux épisodes de réavancée (Récurrences), comme dans le Rhône lémanique. Il y a une très grande diversité dans ses modalités selon les régions considérées.

Or on doit constater que l'existence d'interstades et de récurrences indubitables, aux sens stratigraphique et paléogéographique, n'a été mise en évidence que dans la région lémanique (Chablais), ceci grâce à des conditions d'observation particulières et tout à fait privilégiées (forages profonds carottés). Malgré de grandes coupes naturelles et en dépit de nombreuses recherches très poussées, la vallée de la Dranse n'a pas fourni de données équivalentes. On n'aurait donc jamais pu aboutir à la connaissance de ces événements si l'on avait été limité aux observations de surface. Les conditions d'observation sont donc un facteur primordial. On peut en tirer l'enseignement que si, partout ailleurs, on n'a pas obtenu de résultats semblables, c'est probablement faute de moyens d'observation plutôt que par l'inexistence de données.

1.2. Pour ce qui est de la chronologie, la diversité des résultats est encore plus grande malgré quelques convergences que nous avons déjà signalées.

Là encore, il apparaît que les données les plus nombreuses et les plus fiables (Chablais, Pyrénées, Jura) ont été obtenues dans des régions où les conditions d'observation ont été les meilleures (sondages palynologiques nombreux et systématiques

dans les Pyrénées, en voie de l'être dans le Massif Central). Ailleurs les recherches ayant été limitées aux observations de surface, l'acquisition de données chronologiques a dépendu plus d'une bonne fortune, toujours aléatoire, que de tout autre facteur. C'est pourquoi les auteurs sont contraints d'utiliser au mieux les données qu'ils ont trouvées ou qu'ils ont pu se procurer (rarement dans les situations stratigraphiques les plus favorables), au pire à tenter des comparaisons au moyen de méthodes indirectes avec d'autres régions, plus ou moins éloignées et prises pour référence (sans préjudice de la qualité de cette référence), ou à paralléliser données de terrain et courbes paléoclimatiques en l'absence d'élément de corrélation. Dans tous les cas, la démarche ne peut aboutir qu'à des hypothèses plus ou moins vraisemblables et toujours invérifiables.

Cependant, des résultats indubitables ont été obtenus, qu'il faut souligner :

- l'interstade au sens paléoclimatique et sédimentologique est une réalité. Il a été prouvé, avec datations à l'appui, pour le Rhône en Chablais et pour la Bléone. C'est l'interstade « néowürmien » dont l'intervalle chronologique est de 27 400 BP à 19 350 BP (limite supérieure probablement par défaut);

- la récurrence des glaciers (réavancée après un recul prononcé) existe aussi. Elle a été prouvé stratigraphiquement pour le Rhône lémanique;

- le maximum d'avancée des glaciers würmiens est antérieur à 38 400 + 2 000 – 1 200 BP (Gave de Pau, Pyrénées). Cette estimation est soutenue par d'autres dates allant dans le même sens, non seulement dans les Pyrénées mais aussi dans le Massif Central et dans les Alpes (Rhône, Isère). L'ancienneté de cette avancée maximale des glaciers rend encore plus plausible l'existence d'un interstade antérieur, ou « mésowürmien », fondée sur des données stratigraphiques, sédimentologiques et chronologiques en Chablais (intervalle 35 700 BP - 31 350 BP), soupçonnée en Durance.

Outre ces certitudes et quasi-certitudes, on constate une convergence assez remarquable des données chronologiques en faveur d'un début de déglaciation finale (post-récurrence là où elle existe) relativement ancienne. Dans les Pyrénées, où elle est le mieux cernée, elle débiterait à 25 000 BP sinon à 30 000 (Garonne). Cela n'est pas contradictoire avec la déglaciation du bassin lémanique, plus tardive (post - 23 500 ± 1 200 BP), si l'on considère que les dates concernent le front des moraines internes pyrénéennes alors qu'elles se situent plus de 150 km en amont de ce front pour le Rhône. Les données de l'Isère vont dans le même sens. Si la déglaciation de la Bléone semble considérablement plus tardive (non datée), il faut remarquer que la récurrence post

— 19 350 BP (par défaut) est fondée sur des données très indirectes.

2. Perspectives de recherche

Au vu de ces résultats, des perspectives se dégagent-elles ?

Les recherches se poursuivent activement dans les Pyrénées et le Massif Central, regroupant morphologie, stratigraphie, sédimentologie, palynologie, radiochronologie, appuyées par des sondages dans les dépressions lacustres et palustres intérieures aux extensions glaciaires würmiennes. Nul doute que des résultats nouveaux viendront préciser la chronostratigraphie existante. En outre des espoirs de datation de la base des moraines würmiennes existent dans le Massif Central grâce à la téphrochronologie.

Beaucoup plus dispersées sont les recherches dans les autres régions, du fait du petit nombre des chercheurs, de leur émiettement et de l'absence de moyens. Les résultats majeurs ayant été acquis grâce

à des forages privés, il faut attendre l'exécution éventuelle de nouveaux ouvrages avec l'espoir qu'ils ne seront pas stériles. Cependant il reste encore deux ou trois directions de recherche ouvertes, qui peuvent permettre de notables avancées :

— l'exploitation des données de forages existantes, et notamment des carottes, dispersées dans de nombreuses entreprises publiques ou privées et même à l'étranger. Cela nécessite un intense effort de documentation, dont les résultats ne sont pas toujours à la hauteur des espérances;

— l'exécution de forages dans les sites lacustres ou palustres intra-würmiens bien choisis. Cela implique des moyens matériels et humains qui n'existent pas à ce jour;

— enfin, la poursuite de la recherche sur le terrain, avec cartographie systématique, dans le but d'effectuer des synthèses locales puis régionales, notamment paléogéographiques et stratigraphiques. La connaissance de la déglaciation en sera accrue et précisée, avec l'espoir de remonter progressivement vers les épisodes antérieurs.