

## VOLCANISME GLOBAL ET VARIATIONS CLIMATIQUES DE COURTE DURÉE DANS L'HISTOIRE ROMAINE (I<sup>ER</sup> S. AV. J.-C. - IV<sup>ÈME</sup> S. AP. J.-C.): LEÇONS D'UNE ARCHIVE GLACIAIRE (GISP2)

Généralités: perturbation climatique d'origine volcanique, mécanismes et conséquences ..... 396  Démarche et valeur de la source GISP2 ..... 400  De la sécheresse de -54 aux Ides de Mars (-44), César »au-dessous des volcans ...« ..... 404 Une éruption aux conséquences importantes vers 53 avant notre ère ..... 404 Les derniers épisodes de la Guerre des Gaules: les indications météorologiques de César ..... 405 L'attestation dendrochronologique d'une importante perturbation climatique (55-35) ..... 407 Le Nil perturbé ..... 409 Les derniers épisodes de la Guerre des Gaules: le rôle possible d'une crise frumentaire ..... 409 L'éruption de 44 avant notre ère ..... 412 200 ans de calme volcanique? ..... 413	La fin de l'époque antonine ..... 414 Des éruptions volcaniques d'ampleur importante ..... 414 Les famines des années 150 et 160 ..... 415 Une perturbation climatique de grande ampleur entre 164 et 166 ..... 418 Le contexte et l'impact de la peste antonine ..... 420 De l'incertitude des hypothèses: l'éruption du Lac Taupo (Nouvelle-Zélande) n'a pas eu lieu sous Commode? ..... 421  La »crise du troisième siècle« et son contexte climatique ... 424 Un volcanisme plus actif? ..... 424 Des derniers Antonins à la Tétrarchie: »une parenthèse fraîche« après l'optimum romain? ..... 425 Deux perturbations climatiques proches vers 262-268 ... 427  Conclusion ..... 430 Bases de données informatiques ..... 431 Bibliographie ..... 433 Zusammenfassung/Summary/Résumé ..... 437
---	--

Faute de données suffisamment riches et précises, l'étude des relations entre les sociétés passées et le climat s'est rarement aventurée au-delà de la période médiévale. La question du climat dans l'histoire de l'antiquité connaît toutefois un développement notable depuis quelques années. Cet intérêt croissant n'est pas seulement attribuable à l'actualité des questions climatiques, il s'explique aussi par le développement plus large des études d'histoire environnementale<sup>1</sup>, mais aussi par l'existence de sources plus nombreuses issues de la recherche archéologique et des sciences de l'environnement: pour qui s'intéresse au climat de l'antiquité, les proxys se multiplient, même s'il est souvent difficile de les recouper et de les faire converger. Les études sédimentaires – fluviales ou lacustres et même dans les concrétions d'un aqueduc<sup>2</sup> –, dendrochronologiques, glaciologiques sont toujours plus nombreuses et plus précises. Des synthèses commencent à être disponibles pour certaines régions et certaines périodes<sup>3</sup>. En général toutefois la bibliographie est encore dispersée – c'est la rançon de l'interdisciplinarité – et la communauté des historiens n'a pas toujours pris conscience des données qui sont aujourd'hui disponibles et des questions qu'elles soulèvent. Un certain nombre de sources n'ont donc pas encore bénéficié de l'intérêt qu'elles méritent. C'est le cas à notre avis d'une importante archive glaciaire, la carotte GISP2. Si certaines de ses données ont déjà fait l'objet de l'intérêt d'historiens de l'antiquité<sup>4</sup>, elle n'a pas, à notre connaissance, fait l'objet d'une recherche systématique. La confrontation des enseignements de GISP2 à un important ensemble de données dendrochronologiques en cours de publication nous a convaincu de l'intérêt d'une telle recherche. Nous avons conduit

<sup>1</sup> Hermon 2004.

<sup>2</sup> Dubar 2006.

<sup>3</sup> Haas 2006.

<sup>4</sup> Ramsay/Licht 1997 notamment 103-105.

la recherche sur une période qui va de 60 avant notre ère au début du quatrième siècle. Plusieurs raisons ont guidé ce choix: les données de GISP2 sur cette période ont été interprétées en détail dans une importante étude du climatologue Gregory Zielinski<sup>5</sup>, et par ailleurs les sources historiques permettant des recoupements sont nombreuses et diverses. Nous présenterons tout d'abord le principal mécanisme climatique enregistré par la carotte et son impact sur les sociétés passées, puis nous examinerons la fiabilité de notre source avant de confronter ses enseignements aux autres données disponibles tant dans le domaine historique que dans le domaine de la paléoclimatologie<sup>6</sup>.

## GÉNÉRALITÉS: PERTURBATION CLIMATIQUE D'ORIGINE VOLCANIQUE, MÉCANISMES ET CONSÉQUENCES

La fin du siècle dernier a connu le développement d'importantes recherches dans le domaine de la paléoclimatologie. La réalisation puis l'exploitation, durant les années 1990, d'importants carottages au Groenland<sup>7</sup>, en particulier ceux nommés GISP2 et GRIP, ont procuré d'importantes données glaciologiques<sup>8</sup>. Plus difficiles, les carottages en Antarctique se sont aussi développés récemment permettant des comparaisons entre les deux hémisphères<sup>9</sup>. Les glaces accumulées dans les régions polaires du globe sont susceptibles d'offrir plusieurs types de données climatologiques. En premier lieu, l'étude de la concentration des isotopes de l'oxygène permet de retracer les variations de températures de l'atmosphère<sup>10</sup>, mais les carottes de glace sont aussi susceptibles de fournir des données permettant de retracer des variations climatiques très ponctuelles<sup>11</sup>. L'influence à court terme des grandes éruptions volcaniques sur le climat mondial est désormais bien avérée. Les éruptions les plus importantes peuvent perturber le climat sur quelques années<sup>12</sup>, par la quantité et la nature des matières éjectées dans l'atmosphère. Celle-ci voit son opacité augmenter en altitude, qui fait barrage à la lumière solaire et peut entraîner une baisse de la température terrestre moyenne. Cet effet dépend bien sûr de la quantité de particules volcaniques en suspension dans la haute atmosphère, de la durée de leur séjour, mais aussi de la composition de ces particules: les aérosols sulfurés restent en suspension bien plus longtemps que les silicates (*tephra*) et ont en conséquence un effet plus important<sup>13</sup>. Outre l'influence sur le climat, de telles éruptions peuvent modifier l'apparence du ciel sur des distances considérables entraînant une baisse de la luminosité<sup>14</sup>, un phénomène de «brouillard sec» (*dry fog*), ou des couchers de soleil particulièrement rougeoyants<sup>15</sup>. Il est possible de s'arrêter brièvement sur ce dernier aspect

<sup>5</sup> Zielinski 1995.

<sup>6</sup> Nous voudrions remercier ici MM. Michel Christol, Michel Reddé et Georges Lambert pour l'intérêt qu'ils ont témoigné à nos travaux et leurs encouragements; M. Wolfgang Vetter et Mme Martine de Angelis pour avoir bien voulu répondre à nos questions. Nous gardons cependant l'entière responsabilité de nos interprétations et de nos éventuelles erreurs.

<sup>7</sup> Voir Gao et al. 2006, fig. 2 pour une carte situant 12 carottes.

<sup>8</sup> On peut ainsi comparer l'état actuel des données à celui de Stothers/Rampino 1983a qui n'avaient aucune donnée sur les cinq premiers siècles de notre ère.

<sup>9</sup> Voir Hammer/Clausen/Langway Jr. 1997 à propos de la carotte Byrd Station prélevée en 1968 et Gao et al. 2006, fig. 1 pour la situation de 20 carottes de l'hémisphère sud. Le programme EPICA a considérablement enrichi les données.

<sup>10</sup> C'est la pratique de cette méthode d'analyse sur la carotte prélevée en 1966 à Camp Century (Groenland) qui permit les grands travaux des années 1970 sur l'histoire du climat, voir Leroy-Ladurie 1974. Voir infra p. 425.

<sup>11</sup> Une grande partie de la présentation qui suit est tirée de Zielinski 1995 et 2000 articles qui sont directement à l'origine de notre travail.

<sup>12</sup> Le refroidissement global conséquent à une éruption majeure peut être de 0,2-0,3°C et l'impact peut durer quatre ans – plus généralement seulement deux ou trois –, le refroidissement diminuant au fil du temps, voir Zielinski 2000, 419. Des perturbations de plus longues durées – d'échelle décennale – ne semblent pas impossibles au moins régionalement, voir Krakauer/Randerson 2003, [29]. Sadler/Grattan 1999, [4] insistent sur la faible durée de l'impact. Présentation historique de l'évolution de la recherche scientifique sur la question de l'impact climatique des volcans: Atwell 2001, 30-41.

<sup>13</sup> Zielinski 2000, 418.

<sup>14</sup> Mesurée scientifiquement pour la première fois à l'occasion de l'éruption du Krakatoa, voir Zielinski 2000, 426.

<sup>15</sup> Voir, par exemple, pour le cas du Tambora, Stothers 1984, 1194-1195 et plus généralement Rampino/Self/Stothers 1988, 74.

pour noter l'intérêt qu'il revêt dans le cadre historique de notre étude. Compte tenu de l'intérêt des Romains pour les présages de toutes sortes il est légitime de penser que certains de ces phénomènes atmosphériques ont pu être notés par nos sources littéraires et historiques. Ils le furent incontestablement pour certains épisodes volcaniques de notre période, de la période antique antérieure et du haut-moyen-âge<sup>16</sup>.

Une fois retombés et emprisonnés par les chutes de neige, les aérosols volcaniques constituent des indicateurs de l'activité volcanique mondiale, dont la chronologie peut être reconstituée au fil des strates des carottes glaciaires. La succession de ces strates permet en effet de déduire une chronologie avec une marge d'erreur assez faible pour les périodes les plus récentes, d'autant plus que certaines éruptions permettent de calibrer la série de strates<sup>17</sup>. Pour la période romaine, les dates données par la carotte GISP2 semblent le plus souvent exactes à plus ou moins deux ans. Si dans quelques cas c'est la présence visible de poussières volcaniques qui témoigne d'une éruption, leur trace est en général invisible à l'oeil nu. En revanche les aérosols sulfurés volcaniques modifient l'acidité de la couche de neige, et par conséquent sa conductivité électrique. La mesure continue de cette conductivité électrique révèle donc des pics acides que l'on peut lier aux éruptions volcaniques. Concernant les carottes les plus récentes, une analyse chromatographique peut fournir des données plus précises encore<sup>18</sup>. Les trois derniers siècles permettent de confronter à la fois les traces glaciologiques d'éruptions importantes avec des données historiques et météorologiques considérables. Un certain nombre de ces éruptions et de leurs conséquences sur le climat sont particulièrement fameuses: l'éruption du Laki en Islande en 1783<sup>19</sup>, celles du Tambora (1815)<sup>20</sup> et du Krakatoa (1883) en Indonésie, celles plus récentes d'El Chichon (1982)<sup>21</sup> et du Pinatubo (1991)<sup>22</sup> dont les conséquences météorologiques purent être particulièrement bien observées. D'autres, plus anciennes, sont de mieux en mieux connues grâce aux recherches: celle du Kuwae au Vanuatu en 1452 ou 1453<sup>23</sup>, celle de l'Huaynputina au Pérou en 1600<sup>24</sup>.

Les liens entre une éruption puissante, ses conséquences sur le climat et les traces laissées dans les glaces polaires dépendent de nombreux facteurs qui ne sont encore qu'incomplètement connus<sup>25</sup>. La puissance de l'explosion, mesurée par l'indice d'explosivité (VEI<sup>26</sup>) constitue un facteur important, les éruptions les plus explosives dispersant les matériaux volcaniques plus haut dans l'atmosphère, leur garantissant une dispersion sur un plus large espace. L'explosion particulièrement puissante du Tambora en constitue, encore une fois, un excellent exemple. Cependant la composition des éjectats joue aussi un rôle important: les matières sulfurées perturbent plus fortement le climat<sup>27</sup>, et contribuent à des pics d'acidité très marqués. Elles se maintiennent aussi plus longtemps dans l'atmosphère, deux à trois ans le plus souvent<sup>28</sup>. L'éruption du Laki, qui ne fut pas particulièrement puissante, marqua cependant fortement le climat de l'hémisphère nord et en particulier de l'Europe: elle fut longue et délivra des quantités extrêmement importantes de gaz dans l'atmosphère, affectant très directement l'Europe<sup>29</sup>. Les zones affectées par la variation climatique peuvent en effet être de taille variable, et la nature du changement météorologique soumise à des variations régionales<sup>30</sup> et chronologiques fortes.

16 Stothers 2002.

17 Krakauer/Randerson 2003, [10-11].

18 Zielinski 1995, 20938. 20940: la méthode permet une estimation plus directe et plus précise des émissions volcaniques, une fois que les mesures ont été rapportées aux taux d'accumulation de neige de la période considérée. Voir encore Traufetter et al. 2004.

19 Rampino/Self/Stothers 1988, 85-87; Stothers 1996; Le Roy Ladurie 2006, 111-122. 562.

20 Stothers 1984, et ses remarques dans 1999 plus spécialement p. 714. Voir aussi Rampino/Self/Stothers 1988, 83-85; Le Roy Ladurie 2006, 277-310. 568-572.

21 Rampino/Self/Stothers 1988, 81-82.

22 Voir Krakauer/Randerson 2003, [2-5] avec bibliographie.

23 Zielinski 2000, 431; Gao et al. 2006.

24 De Silva/Zielinski 1998; Zielinski 2000, 430; voir aussi Briffa et al. 1998, 452-453 ainsi que les remarques de Stothers 2000, 369.

25 Krakauer/Randerson 2003, [9]. Bilan rapide des connaissances actuelles: Fischer 2006. Appel à la prudence et à la modération dans les interprétations: Sadler/Grattan 1999.

26 Voir Rampino/Self/Stothers 1988, 75.

27 Ibidem 75-79.

28 Miles/Grainger/Highwood 2003, 2.

29 Voir les références cités plus haut et Grattan 2005.

30 Stothers 1999, 713; Zielinski 2000, 434.

La situation géographique du volcan joue à cet égard un rôle majeur. Une importante éruption tropicale n'entraîne pas immédiatement un hiver froid dans l'hémisphère nord: il y est au contraire plus doux<sup>31</sup>. En revanche une éruption dans les hautes latitudes nord y entraîne un hiver très froid<sup>32</sup>. Les éruptions des hautes latitudes nord ont été moins étudiées que les éruptions tropicales. Cependant des travaux récents ont révélé leur impact sur la zone sahélienne et sur la mousson: une réduction des précipitations avec un effet très net sur les fleuves qui dépendent de ces régions, en particulier sur la crue du Nil<sup>33</sup>: ainsi celle qui suivit l'éruption du Laki fut particulièrement faible. En revanche, il faut attribuer la chaleur de l'été 1783 en Europe – alors que le reste de l'hémisphère nord semble avoir été très refroidi – à un effet très local et très particulier de l'éruption du Laki et de ses émissions d'aérosols, qui furent dans ces régions directement meurtrières<sup>34</sup>. Il importe donc de bien différencier les effets troposphériques – sur une échelle régionale et suivant immédiatement l'éruption – des effets stratosphériques où l'impact est plus global et plus long. Par ailleurs, la proximité avec l'équateur favorise la dispersion mondiale des aérosols<sup>35</sup>. Ainsi le Tambora a-t-il laissé un pic acide nettement identifiable dans les calottes des deux pôles<sup>36</sup>. En revanche une éruption sous des latitudes élevées aura peu de chance d'affecter fortement l'hémisphère opposé<sup>37</sup>. Les carottes prélevées au Groenland montrent donc une surreprésentation du volcanisme de l'hémisphère nord, et en particulier de l'Islande<sup>38</sup>. La trace d'un volcan situé dans les hautes latitudes peut alors avoir été provoquée par un transport troposphérique de ses gaz<sup>39</sup>: ne pas prendre en compte cette possibilité peut conduire à surestimer gravement ses conséquences climatiques. Si la surreprésentation des phénomènes affectant l'hémisphère nord n'est pas gênante pour nous, notre intérêt portant sur l'histoire de Rome, la question des biais introduits dans les archives glaciaires par un transport troposphérique est plus gênante dans la reconstruction des éruptions passées, ce biais peut cependant être limité et corrigé dans une certaine mesure<sup>40</sup>. La récente mise en évidence d'une anomalie de présence de l'isotope 33 du soufre dans les retombées volcaniques après un transport stratosphérique<sup>41</sup> laisse augurer une précision bien plus grande des études à venir qui pourront confirmer ou infirmer facilement les hypothèses actuelles.

Il est aussi important de noter qu'il n'existe donc pas d'archive glaciologique parfaite du point de vue du volcanisme global, et que la reconstitution précise de l'histoire du volcanisme, ou même de l'impact précis d'une éruption doit s'appuyer sur la comparaison du plus grand nombre possible de carottes<sup>42</sup>. En conséquence, il n'y a pas nécessairement une corrélation importante entre le pic acide entraîné par une éruption dans une carotte et l'impact climatique de cette éruption. Si désormais l'on découvre mieux les conséquences climatiques et historiques de l'importante éruption d'un volcan inconnu vers 1258<sup>43</sup> ou 1259, elles ne semblent pas proportionnées à l'importance du signal retrouvé dans l'analyse des carottes glaciaires, en particulier dans GISP2. Se pose alors la question de l'état du système climatique mondial au moment de

<sup>31</sup> Fischer 2006, 8.

<sup>32</sup> Stothers 1999, 716-717; 719; Fischer 2006, 8: ce fut le cas pour le Laki en 1783 et le Katmai-Novarupta en 1912.

<sup>33</sup> Oman et al. 2005; 2006.

<sup>34</sup> Ibidem se montrent sceptiques sur le lien entre l'été chaud et le Laki, mais voir Le Roy Ladurie 2006, 118-119 avec références p. 462. En Europe occidentale les dégâts du Laki furent donc bien plus chimiques que climatiques, et les récoltes françaises furent peu affectées. En ce sens le Laki montre bien la complexité et la spécificité historique de chacun de ces épisodes volcano-climatiques.

<sup>35</sup> Zielinski 2000, 434.

<sup>36</sup> Voir ainsi la comparaison reprise par Zielinski 2000, 423 fig. 2. Sur l'importance de ce signal dans l'hémisphère nord, voir déjà Stothers 1984, 1195.

<sup>37</sup> Ainsi le Mont Saint Helens, malgré sa puissante explosion 1980 n'eut qu'un effet très local sur le climat: Miles/Grainger/Higwood 2003, 10.

<sup>38</sup> Stothers/Rampino 1983a, 411; Rampino/Self/Stothers 1988, 80.

<sup>39</sup> Des marqueurs chimiques permettent de distinguer les deux types de transport: voir De Angelis, Legrand 1994, en particulier p. 1170 sur l'importance de ces transports troposphériques pour l'Islande. Nous devons à Madame De Angelis d'avoir bien voulu attirer notre attention sur ce problème.

<sup>40</sup> Zielinski 1995, 20940-20941; 20944.

<sup>41</sup> Baroni et al. 2007.

<sup>42</sup> Voir Gao et al. 2006 en particulier [4]. Sur le nombre restreint de carottes disponibles voir infra.

<sup>43</sup> Stothers a consacré plusieurs articles à ces questions, voir ainsi 2000.

l'éruption, notamment quant à l'action d'El Niño. S'il a été avancé qu'un phénomène El Niño puissant semble pouvoir diminuer le refroidissement volcanique global<sup>44</sup>, l'hypothèse contraire a aussi été avancée pour certaines régions du globe<sup>45</sup>. Notons aussi que l'on a pu envisager dans certains cas un effet climatique de l'éruption en apparence plus important que ce que laissait augurer la trace glaciologique<sup>46</sup>. Il faut enfin remarquer que les conséquences climatiques d'une éruption semblent plus importantes lorsqu'elles n'arrivent pas dans un ciel serein, mais ont été précédées, à l'échelle de quelques années, par une ou plusieurs autres éruptions<sup>47</sup>. Les conséquences graves de l'éruption du Tambora, la fameuse «année sans été» de 1816, s'expliquent aussi sans doute en partie par l'existence d'une importante éruption vers 1809, éruption clairement lisible dans les glaces polaires par son pic d'acidité, mais dont le volcan responsable reste inconnu<sup>48</sup>.

Si, comme nous l'avons vu, les récits d'observations du ciel peuvent apporter la confirmation d'une perturbation atmosphérique d'origine volcanique – et l'éruption du Krakatoa laissa, semble-t-il, des couchers de soleil mémorables sur toute la planète –, d'autres archives naturelles peuvent appuyer les données glaciologiques. À proximité du volcan, les traces de ses éjectas peuvent être retrouvées dans les sédiments, et parfois permettre des datations au carbone 14, notamment grâce aux végétaux pris dans les cendres. Par ailleurs les effets d'un phénomène climatique dû à une origine volcanique peuvent être recherchés dans les séries dendrochronologiques<sup>49</sup>, les arbres représentant, par leurs caractéristiques intrinsèques, des bio-indicateurs précieux. Enfin, et du point de vue de l'historien c'est une interrogation majeure, la fragilité agraire des sociétés pré-modernes implique pour toute perturbation climatique de grande ampleur des conséquences sanitaires et sociales particulièrement graves<sup>50</sup>: les étés froids et pluvieux avec leurs mauvaises moissons<sup>51</sup> entraînent la disette et la famine, épidémies<sup>52</sup>, émotions populaires ou troubles sociaux et politiques de plus grande ampleur peuvent alors suivre. Ici encore le cas le plus cité, et le plus parlant, est sans doute l'éruption du Tambora.

Après ce qui reste la plus puissante éruption volcanique directement connue de l'histoire, en avril 1815, le climat mondial fut fortement affecté, avec des écarts négatifs importants que l'on peut retrouver de l'Inde aux États-unis<sup>53</sup>. En conséquence, une grave crise frumentaire toucha en 1816-1817 une grande partie de l'Europe, de l'Irlande jusqu'à l'Allemagne et à la Suisse. En France, la présence d'armées étrangères aggrava la pénurie et le mécontentement. Les plus pauvres moururent de faim<sup>54</sup> et des émeutes importantes éclatèrent dans plusieurs régions dès le printemps 1816, se développant fortement durant l'hiver 1816-1817 puis en mai-juin 1817, devenant de «véritables jacqueries»<sup>55</sup>. Certes le cas du Tambora est l'un des plus importants, mais on voit facilement à travers lui les conséquences graves qu'une perturbation climatique d'origine volcanique peut occasionner ponctuellement, il est donc tentant de chercher à mettre en rapport

44 Zielinski 2000, 425; Stothers 2000, 368-369. Sur les nombreux paramètres jouant et qu'un modèle climatique devrait prendre en compte voir Gao et al. 2006, [15] et [18].

45 Atwell 2001, 39-41.

46 Briffa et al. 1998, 453, mais voir depuis De Silva/Zielinski 1998 et Zielinski 2000, 430-431.

47 Ibidem 434. Voir aussi Salzer/Hughes 2007, 66. Noter le scepticisme sur cette question de Sadler/Grattan 1999 avec une argumentation qui va en partie contre leur conclusion: ainsi lorsqu'ils notent que les perturbations contemporaines du Tambora «appear to be the end of a series of poor years that started in the early 1810s», ils mettent en valeur involontairement l'impact de l'éruption de 1809, qu'ils ignoraient dans cet article.

48 À moins qu'il n'y ait eu deux éruptions quasi contemporaines, une dans chaque hémisphère, voir Traufetter et al. 2004, 145.

49 Baillie 1995, 73-121; Krakauer/Randerson 2003; Salzer/Hughes 2007 (voir infra).

50 Conséquences des perturbations volcaniques: Stothers 2000 et surtout le travail fondamental de Atwell 2001, avec notamment ses remarques p. 45. On trouvera une bibliographie sur les crises de subsistance dans Kirbihler 2006. Sur les rapports climat-société nous renvoyons à l'œuvre d'Emmanuel Leroy-Ladurie (en particulier pour notre sujet 2006).

51 Stothers 1999, 719.

52 Stothers 1999. L'origine de ces épidémies est à chercher dans la situation de disette: voir infra.

53 Le Roy Ladurie 2006, 277-310.

54 Cependant la France et l'Angleterre eurent une mortalité de crise plus faible que bien d'autres pays européens pour des raisons liées à leur modernité économique et administrative: Le Roy Ladurie 2006, 303.

55 Jardin/Tudesq 1973, 53.

les données chronologiques issues de certains des plus importants carottages avec nos sources historiques concernant l'antiquité romaine.

Signalons pour conclure que, d'un point de vue général, la période ici considérée, l'antiquité romaine de la fin de la République au début du Bas-Empire, est une période où le volcanisme semble peu actif, en particulier si on la compare aux trois derniers siècles de notre ère. Si on tient en général les carottes pour des indicateurs fiables, la question est cependant posée de savoir si cette faiblesse correspond réellement à une baisse momentanée du volcanisme global ou à une absence de ses traces, pour des raisons inconnues, dans les glaces polaires<sup>56</sup>. La période romaine est aussi, et surtout jusqu'au deuxième siècle, une période assez chaude, parfois nommée «optimum romain»<sup>57</sup>, contrastant ainsi avec d'autres périodes et notamment avec la fameuse période médiévale et moderne surnommée «petit âge glaciaire».

## DÉMARCHE ET VALEUR DE LA SOURCE GISP2

L'exploitation optimale et précise des données glaciologiques, notamment quant à la reconstitution du volcanisme ancien et de ses conséquences climatiques, nécessite un travail d'équipe pluridisciplinaire<sup>58</sup> et la comparaison de nombreuses données: comparaison des différentes carottes disponibles, comparaison avec d'autres données (sédiments lacustres et océaniques, séries dendrochronologiques, données géologiques du volcan lorsqu'il est connu). Nous ne prétendons donc pas ici accomplir un tel travail mais attirer l'attention des chercheurs des différentes disciplines – et en premier lieu des historiens de l'antiquité mais aussi des glaciologues, climatologues, dendrochronologues et volcanologues ... –, sur un certain nombre de rencontres entre des données historiques connues de longue date et les résultats, publiés depuis une dizaine d'années, de certaines carottes, en particulier de GISP2. C'est dire que les hypothèses ci-dessous proposées doivent être comprises au sens strict du mot hypothèse, à savoir qu'elles sont conçues comme appelant un débat afin d'être affinées, confirmées ou infirmées sur la base d'autres données ou d'autres approches. Précisons notre démarche. Il ne s'agit pas tant ici de considérer les variations climatiques durables ou sur le long terme, mais au contraire les variations de courtes durées<sup>59</sup> provoquées par les éruptions volcaniques de grande ampleur, à l'image de l'été désastreux provoqué en 1816 par le Tambora, sans nécessairement atteindre l'importance de ce dernier cas.

Nous voulons donc confronter la chronologie de ces éruptions, telle que retracée par l'étude des carottes, avec nos sources littéraires et archéologiques dans l'espoir d'y retrouver leurs effets: mauvaises récoltes ponctuelles, disettes, tensions sociales, phénomènes météorologiques extraordinaires. En ce sens notre démarche est plus large que celle récemment accomplie par Richard Stothers (2002) sur la même période, mais qui considère avant tout les observations atmosphériques directes, puisque nous élargissons la recherche jusqu'aux effets indirects: famine, épidémie, troubles. Certes la fiabilité de ces indicateurs est moindre, car de tels événements peuvent avoir bien des causes, mais ils ont en revanche plus de chances de figurer dans nos sources. Par ailleurs, malgré leur ampleur, les dépouillements actuels ne sont peut-être pas exhaustifs<sup>60</sup>. Comme nous le dirons, nous voulons aussi nous montrer plus confiants que Richard Stothers dans

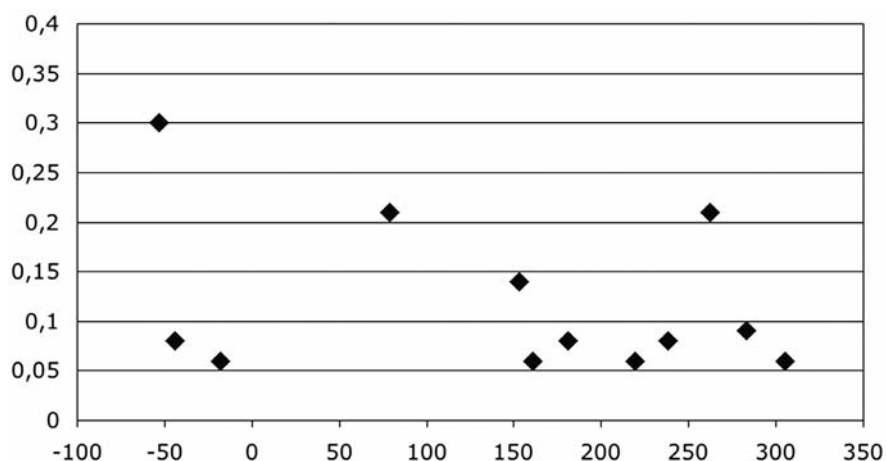
<sup>56</sup> Miles/Grainger/Highwood 2003, 3.

<sup>57</sup> Cette appellation s'est imposée à la suite de l'étude des «délaiésés» des glaciers alpins (voir Provost 1984, 71). Sur la question du retrait des glaciers alpins à l'époque romaine voir un exemple remarquable dans Suter 2006 et plus généralement: Holzhauser/Magny/Zumbühl 2005.

<sup>58</sup> Voir les remarques de Zielinski 2000, 421.

<sup>59</sup> Atwell 2001, 30 n 1.

<sup>60</sup> Ainsi Stothers 2002 ne signale pas le témoignage de l'Histoire Auguste – certes douteux – concernant le règne de Gallien. C'est peut-être un effet de son dépouillement qui semble ici basé avant tout sur les cas d'éclipses catalogués dans D. J. Schove, *Chronology of Eclipses and Comets, AD 1-1000* (Woodbridge, Wolfeboro 1984) (non vidi).



**Fig. 1** Estimation de l'opacité atmosphérique occasionnée par les éruptions volcaniques à l'époque romaine d'après GISP2. – (D'après Zielinski 2000, fig. 3).

les données tirées de GISP2. Notre démarche est donc exactement parallèle à celle de William S. Atwell<sup>61</sup> menée pour l'Asie orientale aux époques médiévales et modernes, avec, il est vrai, une documentation bien plus riche pour la majeure partie de ses recherches.

Enfin nous sommes cependant bien conscients des difficultés méthodologiques qui se posent dans le cadre d'une telle confrontation<sup>62</sup>, nous espérons cependant les avoir évitées. Précisons qu'à aucun moment, il n'est pour nous question d'identifier ici un cataclysme global qui serait à lui seul un tournant historique majeur, ou de brandir un mécanisme explicatif unique et systématique<sup>63</sup>, mais seulement d'identifier des dégradations climatiques portant sur des régions géographiques vastes et une temporalité courte – quelques années – susceptibles d'avoir entraîné des crises de subsistances importantes. Précisons encore qu'il ne s'agit en aucun cas pour nous de trouver ici une explication unique des événements postérieurs à ces éruptions – antériorité n'est pas causalité –, mais d'éclairer leur contexte, de préciser l'une de leurs causes, ou d'éclairer les modalités d'action des acteurs historiques dans des périodes courtes de tensions fortes. Il nous semble alors qu'à plusieurs reprises l'enseignement des carottes glaciaires se révèle fructueux pour l'historien de Rome<sup>64</sup>.

Le point de départ de nos réflexions se trouve dans un graphique initialement élaboré et publié par Gregory Zielinski en 1995 et repris sous une forme légèrement modifiée en 2000<sup>65</sup>. Il s'agit d'une estimation de l'opacité atmosphérique provoquée par les différentes éruptions qui ont laissé des traces dans la carotte GISP2 (voir notre schéma en **figure 1** qui en redonne les grandes lignes pour notre période et la **figure 2** pour une comparaison avec quelques éruptions modernes et contemporaines). Ce document extrêmement parlant doit cependant être pris avec un certain recul par l'historien: il ne s'agit en effet que d'une estimation calculée à partir des données d'une seule carotte: les résultats indiqués sont donc susceptibles d'être

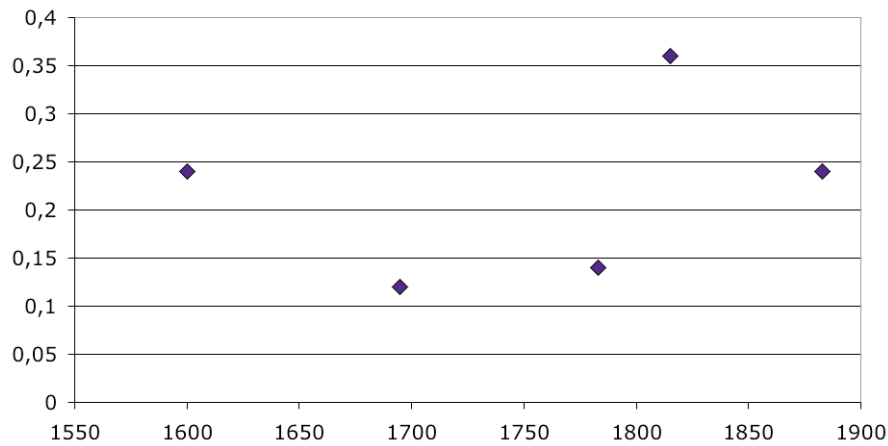
<sup>61</sup> Atwell 2001.

<sup>62</sup> On pourra trouver un certain nombre d'entre elles exposées dans Buckland/Dugmore/Edwards 1997. Voir aussi les rappels à la prudence de Sadler/Grattan 1999 et de Grattan 2006, ce dernier insiste à juste titre sur la complexité des situations, la nécessité de prendre en compte le contexte des sociétés qui sont victimes de la catastrophe et de ne pas sous-estimer leur capacité de redressement.

<sup>63</sup> Nous souscrivons totalement aux remarques de Atwell 2001, 71.

<sup>64</sup> Notre but n'étant pas ici de détailler chacun de ces éléments mais de proposer une mise en rapport d'événements historiques souvent bien connus avec un contexte paléoclimatique supposé, nous n'avons pas cherché à étendre notre appareil critique historique, et privilégions des ouvrages généraux récents susceptibles de renvoyer à une bibliographie plus détaillée.

<sup>65</sup> Zielinski 1995 pour le détail des résultats et la méthodologie et 2000, 424 fig. 3 (bas) pour la reprise de la figure.



**Fig. 2** Estimation de l'opacité atmosphérique occasionnée par quelques éruptions majeures des époques modernes et contemporaines. – De gauche à droite: Huaynaputina; Inconnu 1695; Laki; Tambora; Krakatoa. Il faut noter que localement l'opacité engendrée par ces éruptions put être bien plus élevée, ainsi que ce fut le cas pour le Laki au-dessus de l'Europe. – (D'après Zielinski 2000, fig. 3).

modifiés à la suite de nouveaux calculs et surtout à la lumière des enseignements d'autres carottes. Malheureusement, il faut noter que le nombre de carottes utilisables de notre point de vue et remontant jusqu'à la période antique et au-delà est finalement très restreint. Pour le Groenland, nous en comptons quatre: GISP2, GRIP, Dye 3 et North-GRIP. Or elles ne s'accordent pas toujours<sup>66</sup>, et des doutes existent quant à leur fiabilité. Les carottages pratiqués en Antarctique ne peuvent pas réellement compenser ces manques car d'une part les mêmes critiques peuvent parfois leur être adressées, et d'autre part ils ne peuvent apporter de confirmation que pour les éruptions tropicales, laissant nombre d'événements importants de l'hémisphère nord dans l'ombre. Les doutes nous concernant, qui ont été exprimés en particulier par Richard Stothers, sont de deux ordres. Ils portent d'une part sur la fiabilité des dates précises passé le dixième siècle<sup>67</sup>, et d'autre part sur la fiabilité des faibles signaux acides<sup>68</sup> censés dénoncer les éruptions volcaniques. Dès lors le choix a pu être fait de ne se consacrer qu'aux événements volcaniques les plus puissants, d'une ampleur incontestable. La perte d'information par rapport aux données tirées de GISP2 est alors, nous le verrons, considérable. Il nous semble pourtant que l'exploitation des données tirées de GISP2 doit être tentée.

Examinons d'abord la question de la précision des dates tirées de GISP2. Les erreurs peuvent venir essentiellement d'un double comptage des strates, ou au contraire d'un oubli, perturbant la chronologie de la stratigraphie<sup>69</sup>. Pour la période romaine, cette chronologie n'est pas nécessairement mauvaise. Sa précision générale est d'environ deux ans, peut-être parfois un peu plus car les données sont rassemblées sur un rythme bisannuel<sup>70</sup>, elle a été confirmée grâce à l'éruption pompéienne du Vésuve. Comme nous le verrons, le signal acide du Vésuve est assez isolé, il ne peut donc pas être confondu avec un autre et permet de calibrer la période<sup>71</sup>. Le signal de -44 nous semble un autre point solide. R. B. Stothers a avancé l'idée que sur GISP2 l'éruption de -44 correspondrait peut-être en fait au signal attribué à l'année -53<sup>72</sup> en rai-

<sup>66</sup> Stothers 2002, [73].

<sup>67</sup> Idem 1999, 718. Il est vrai que cela fut longtemps le cas, voir Stothers/Rampino 1983a, 412 table 1. Pour un exemple récent de l'augmentation de l'incertitude des datations sur une carotte, voir Traufetter et al. 2004: la marge d'erreur atteint  $\pm 24$  ans vers les strates qui correspondent à 165 de notre ère.

<sup>68</sup> Stothers 2002, [73] et [74].

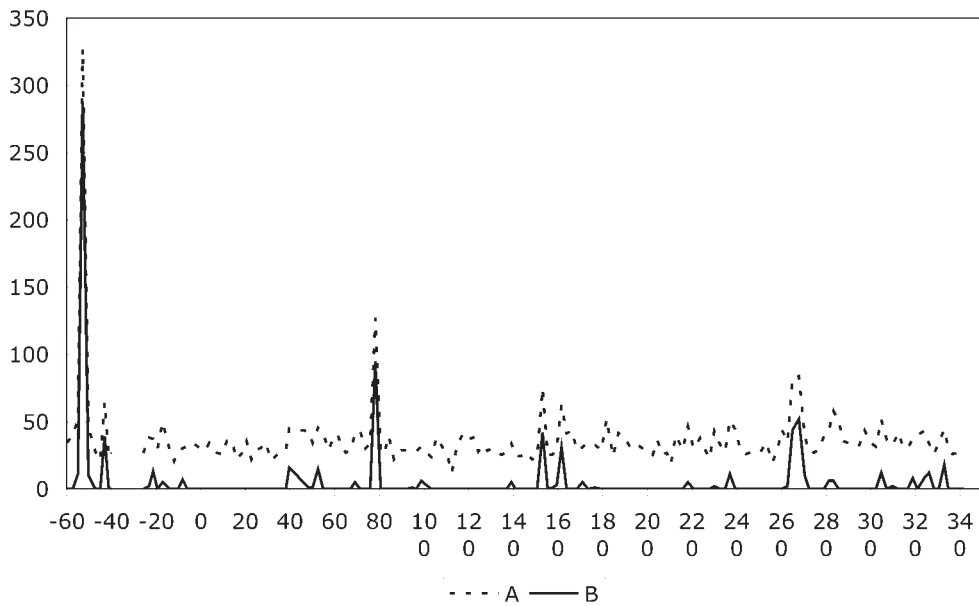
<sup>69</sup> Voir Vinther et al. 2006, § 4.

<sup>70</sup> La réalisation de mesures très fines permet d'arriver à une précision bien supérieure, ainsi voir Zielinski 1995, 20948 fig. 4.

<sup>71</sup> Sur le rôle du signal du Vésuve voir en dernier lieu Vinther et al. 2006 en particulier § 5 et table 5.

<sup>72</sup> Stothers 1999, 718.





**Fig. 3** Dépôts de sulfate dans GISP2 (60 av. J.-C. - 340 ap. J.-C.) d'après GISP2 Volcanic markers: **A** concentration totale (en ppb). – **B** Estimation des marqueurs volcaniques calculée à partir de A. – La courbe doit être précisée avec les données de G. Zielinski 1995: le pic de 182 n'y est pas visible. De même 262 marque le tout début d'un pic qui culmine en 265, suivi de peu par un second pic en 268, les deux semblant former ici un seul pic large.

son d'un mauvais comptage. Il nous semble que cette dernière hypothèse doit être écartée et que les données récemment apportées par la dendrochronologie confirment la date de GISP2 et l'existence d'un événement important en -53, suivi d'un autre en -44<sup>73</sup>. Nous pouvons donc avoir, pour notre période, une assez grande confiance dans les dates tirées de GISP2<sup>74</sup>.

Vient ensuite la question de la fiabilité des pics acides relevés pour cette période sur GISP2. Ce doute est déduit de la comparaison entre d'une part les données de GISP2 et d'autre part les données des carottes Dye 3, GRIP et Crête (pour la période postérieure à 553 de notre ère). Là où GISP2 révèle 29 pics acides entre - 100 et 1000, la comparaison détaillée des autres carottes n'en présente que 9 significatifs<sup>75</sup>. Comment expliquer cette différence? Signalons tout d'abord que même avec 29 signaux acides la période n'est pas densément occupée par les éruptions volcaniques, et se montre bien moins active que la période récente. La question se pose alors surtout pour les signaux acides les moins puissants dont un certain nombre pourrait être interprété comme des parasites, du bruit<sup>76</sup>. Richard Stothers, en émettant ces doutes, reconnaît quand même la fiabilité de GISP2 pour les signaux les plus puissants dont celui du Vésuve. Il nous semble possible d'être moins sceptique. Puisque nous donnons ici de solides raisons de différencier le signal de 53 et celui de 44, et que ce dernier correspond indubitablement à une éruption volcanique aux conséquences climatiques très bien attestées par les sources historiques, il nous paraît raisonnable de considérer qu'un signal équivalent ou supérieur à celui de -44 doit être considéré comme l'indice fiable d'un événement volcanique effectif. Cela nous conduit à retenir une éruption au milieu des années 150, une autre aussi au début des années 160, au signal légèrement inférieur à celui de -44 et un long signal dans les années 260. Nous retrouvons ici les grands traits de la figure sur l'opacité estimée donnée par

<sup>73</sup> Distinction du signal de ca. -53 de celui de -44: Zielinski 1995, 20948, voir Ramsey/Licht 1997, 103-105. Sur les données qui confirment cette date voir plus bas.

<sup>74</sup> Voir en dernier lieu Vinther et al. 2006 en particulier § 6.

<sup>75</sup> Stothers 2002, [73].

<sup>76</sup> Ibidem [74].

G. Zielinski dont l'élaboration nous semble avoir été très scrupuleuse<sup>77</sup>. Signalons encore que GRIP et GISP2 s'accordent sur le signal de ca. 160, et coïncident complètement sur un signal pourtant faible en 101<sup>78</sup>. Plus généralement, la courbe de la conductivité électrique de GRIP, qui permet d'identifier finement l'acidité de la carotte et ses variations, présente un profil proche des informations tirées de GISP2 (voir **fig. 4**). Il semble donc que si la précision de GISP2 a été critiquée, le tableau du volcanisme global qui en est tiré n'est pas infirmé par l'histoire romaine, au contraire, car les rencontres sont parfois frappantes et le tableau général n'est jamais invraisemblable. Il nous semble donc pertinent de refuser une position hypercritique a priori, d'autant plus qu'un certain nombre des événements présents sur le graphique tiré de GISP2 sont confirmés par d'autres données paléoclimatiques, glaciologiques ou non.

## **DE LA SÉCHERESSE DE -54 AUX IDES DE MARS (-44), CÉSAR »AU-DESSOUS DES VOLCANS ...«**

### **Une éruption aux conséquences importantes vers 53 avant notre ère**

Un des enseignements les plus nets de la carotte GISP2, confirmé par d'autres carottes, concerne le milieu du premier siècle avant notre ère. Aux environs de 53<sup>79</sup> avant notre ère, les recherches glaciologiques ont identifié l'un des plus larges signaux acides des 5000 dernières années<sup>80</sup>: le signal est perceptible sur trois ans, de l'été 54 à l'été 51<sup>81</sup>. Une éruption importante – peut-être en Islande – et vraisemblablement longue, ou peut-être associée à une autre éruption située dans des latitudes hautes, perturba fortement l'atmosphère terrestre au moins dans l'hémisphère nord<sup>82</sup>. Il est donc possible de supposer légitimement une dégradation du climat européen entre 54 et 51 au moins, une baisse notable de la production agricole dans des régions assez étendues et en conséquences des tensions sociales fortes. Tout historien de l'antiquité sait d'une part que cette période est extrêmement bien documentée et d'autre part qu'elle est riche en événements décisifs et violents: en Gaule les épisodes les plus critiques de la Guerre des Gaules, culminant à Alésia, et à Rome des tensions sociales et politiques gravissimes: agitation et émeutes se succèdent notamment autour de la personne de Clodius et de son meurtrier Milon. Dès lors l'hypothèse d'une dégradation

<sup>77</sup> Zielinski 1995 en particulier pp. 20943-20947 où il passe en revue les biais possibles et les incertitudes à corriger.

<sup>78</sup> Voir infra p. 414.

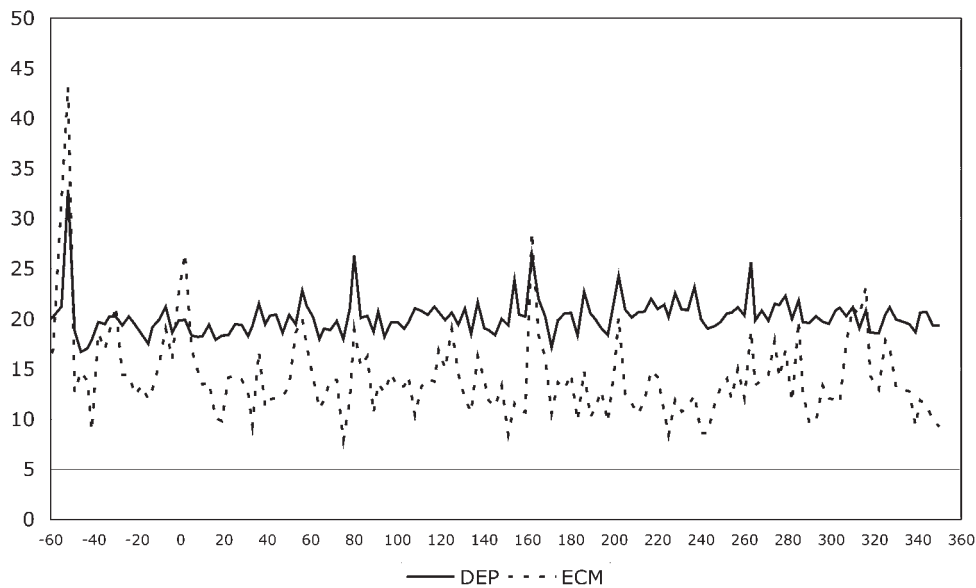
<sup>79</sup> La datation peut cependant être assez précise, même si le compte sur la carotte se fait deux ans par deux ans: la présence de dates calibrées sur GISP2 en aval rend les erreurs de datation moins probables: l'une des deux dates est totalement certaine puisqu'il s'agit du Vésuve en 79 et l'autre, beaucoup plus proche de -53, est aussi datée de manière très probable puisqu'il s'agit de l'éruption de 44 ou 43 qui suivit la mort de César (voir infra). Les données disponibles en 1983 indiquaient déjà la date de -50, mais avec une marge d'erreur de 30 ans: Stothers/Rampino 1983a, 412 table 1. Stothers 1999, 717 signale qu'une carotte indique un pic acide vers 50 ± 4 avant notre ère. GRIP indique un pic d'acidité assez long en -52 puis un autre deux fois plus long et bien plus marqué en -49: GRIP acidity. Voir Stothers 1999, 717 et noter cependant ses doutes p. 718 sur la datation de -53. Voir aussi Stothers/Rampino 1983a, 412 en notant que GISP2 semble avoir convenablement enregistré

les éruptions de l'Etna qui servaient de test à Stothers/Rampino pour identifier le signal de -50 à l'éruption de 44. Si l'on fait abstraction de l'éruption de 50-49 qui n'est plus considérée comme historique par Stothers, d'une courte lacune dans nos données vers 2072-2081 BP (de 122 à 131 av. J.-C.), et si l'on compte un délai d'un an entre l'émission des aérosols et leur dépôt et la marge d'erreur de deux ans, GISP2 enregistre 5 éruptions sur 7 (GISP2 Volcanic markers).

<sup>80</sup> Zielinski 2000, 424.

<sup>81</sup> Idem 1995, 20948 fig. 4: l'éruption est perceptible dès le début de l'été 54. Le signal augmente fortement début -53 et culmine vers l'hiver -53/-52, disparaissant après l'été -51. Les remarques de Gao et al. 2006, [9] sur l'éventuel allongement des signaux acides dans GISP2 ne portent guère ici puisque des mesures subannuelles ont été réalisées.

<sup>82</sup> Zielinski 1995, 20948; »the 3 years of high loading would undoubtedly have had an impact on northern hemisphere climate, possibly to a greater degree than the Laki eruption«. Voir aussi Stothers 2002, [32].



**Fig. 4** Mesure de conductivité électrique sur GRIP (de 65 av. J.-C. à 350 ap. J.-C.) d'après GRIP DEP-ECM. – DEP: mesure diélectrique en microsiemens/m; ECM: conductivité électrique (uM) valeurs multipliées par 10 pour faciliter la comparaison des courbes. – Les dates ont été recalibrées à partir de l'éruption du Vésuve et sont en accords avec GRIP acidity.

météorologique aux conséquences importantes nous permet de porter un regard neuf sur ces événements et de mieux comprendre leur contexte en fournissant un cadre de compréhension globale à des indices jusqu'alors dispersés et donc relativement négligés. Nous formulons donc l'hypothèse suivante: le caractère critique des événements des années 54-51, en Gaule comme peut-être aussi en Italie, s'expliquerait en partie par les conséquences climatiques de l'éruption dont le signal culmine en -53 dans la carotte glaciaire GISP2: les tensions sociales, politiques et militaires constatées dans ces régions à cette période furent fortement aggravées par les difficultés agraires qui résultèrent de la perturbation climatique. Nous proposons le scénario suivant: la perturbation pourrait s'être fait sentir au plus tard à la fin de l'été 53 causant de mauvaises récoltes, alors même que l'année 54 avait été mauvaise, peut-être déjà en raison du volcan. L'hiver 53-52 met alors à rude épreuve des populations paysannes de plus en plus inquiètes. Tensions sociales et agitations s'aggravent, tandis que le prélèvement opéré par les armées romaines paraît de plus en plus insupportable. Exploitant cette vague de mécontentement, la partie de l'aristocratie gauloise hostile aux Romains et au système politique oligarchique alors dominant prend la tête de la révolte dans plusieurs cités gauloises, dont bien sûr celle des Arvernes. Durant le conflit, les questions de ravitaillement sont cruciales et accentuées par la politique de terre brûlée menée par Vercingétorix et peut-être d'autant plus facile à mener que les récoltes étaient maigres. La victoire romaine à Alésia décapite le mouvement, mais ne peut mettre un terme au mécontentement lié aux difficultés agraires: le calme ne revient donc pas et César doit consacrer l'année 51 à faire taire les derniers soulèvements.

### Les derniers épisodes de la Guerre des Gaules: les indications météorologiques de César

Les dernières années de la Guerre des Gaules sont marquées par une extension des combats et surtout par une révolte d'ampleur jusqu'alors inégalée qui voit les principaux peuples de la Gaule centrale s'unir contre César, épisodes entraînant des combats, acharnés et violents, épuisants et destructeurs pour les forces

en présence. Ces épisodes nous sont bien sûr connus par le récit de César lui-même<sup>83</sup>. Malgré sa partialité et ses biais – l'intérêt porté avant tout aux opérations militaires – il s'agit d'une source particulièrement riche de notre point de vue: d'une part les notations météorologiques n'y manquent pas, comme nous le verrons, d'autre part les contraintes logistiques de l'armée romaine font qu'à de nombreuses reprises la question des productions agricoles gauloises apparaît à travers la question du ravitaillement des troupes; enfin César donne des renseignements détaillés sur la vie politique de plusieurs grandes cités gauloises durant ces années, révélant les tensions politiques et sociales qui les parcourent. Les trois domaines privilégiés de notre recherche s'y retrouvent donc.

Constatons tout d'abord que les notations météorologiques de César ne s'opposent jamais à notre hypothèse, mais apportent des éléments notables qui pourraient la renforcer. La compréhension totale du déroulement des événements oblige à remonter un peu avant 53 avant notre ère, plus exactement jusqu'au début de l'hiver 54-53. Auparavant, le texte de la Guerre des Gaules contient régulièrement des notations météorologiques, mais de signification assez ponctuelle: un temps agité lors de la campagne contre les Vénètes (III, 12), de fortes pluies chez les Ménapes et les Morins durant l'automne 56 (III, 29) ou encore les tempêtes rencontrées par sa flotte sur la Manche en 55 et 54 (IV, 28 et V, 10). Au moment de décrire le schéma d'hivernage de ses troupes pour l'hiver 54-53, César donne une indication de bien plus grande valeur car bien plus générale: cette année-là la récolte de blé fut maigre en Gaule en raison de la sécheresse (V, 24)<sup>84</sup>. César justifie ainsi la grande dispersion de ses troupes, dispersion malvenue car augmentant dangereusement leur vulnérabilité et causant la perte des troupes de Sabinus et Cotta. On a pu s'interroger sur la raison logistique alléguée par César pour justifier la dispersion de ses armées et avancer que, par cet étalement, il cherchait peut-être avant tout à faire face à une situation politique très mauvaise<sup>85</sup>. Si tel est le cas, cela ne doit pas pour autant nous amener à douter du caractère mauvais des récoltes de 54. Au printemps 53 la situation est donc la suivante: César sait qu'il ne peut plus disperser ses troupes et ne peut plus guère non plus évoquer la maigreur des récoltes en Gaule pour justifier ses actions ou les agissements des Gaulois. Pour un grand nombre de ces derniers, l'attente devait s'annoncer longue jusqu'à la fin de la soude, et les récoltes à venir attendues avec impatience.

On ne saurait totalement préciser la date de l'éruption volcanique dont gardent témoignage les carottes du Groenland. Le texte de César se montre avare en indications. La chaleur et la sécheresse de l'année -54 paraissent a priori éloignées des effets volcaniques sur le climat, les éruptions occasionnant plutôt des «années sans été». Mais la longueur du signal, et la localisation possible du volcan en Islande peuvent faire penser à un type d'éruption très particulier: une fissure éruptive semblable à celle du Laki au XVIII<sup>ème</sup> siècle ou de l'Eldgja au X<sup>ème</sup><sup>86</sup>. Le pénible été de -54 anticipait-il sur celui que le Laki causa en 1783<sup>87</sup>? La question est à notre avis ouverte. Quoi qu'il en soit, il nous semble possible de supposer que la perturbation climatique plus classique – c'est-à-dire refroidissement lié aux aérosols stratosphériques – arriva assez tôt pour endommager les récoltes de 53, une mauvaise année succédait donc à une autre: ainsi s'expliqueraient les tensions fortes agitant la Gaule au début 52. Le livre VI se termine sur le ravage du pays des Éburons: la région semble promise à la disette après le passage de l'armée romaine – hommes et bêtes – d'autant plus que les blés étaient couchés au moment du départ des Romains, en raison de la saison et des pluies (VI,

<sup>83</sup> Sauf mention contraire nous citerons le texte de César dans l'édition et la traduction de Constans 1995.

<sup>84</sup> Des chaleurs exceptionnelles ainsi qu'une très grande sécheresse (*maxima siccitate*) sont attestées aussi en Italie en août 54: Cicéron, *Ad Q. fr.* III, 1 (Constans 1940, t. III, lettre CXLV). Cet été torride suivait un hiver particulièrement froid: *Ad Q. fr.* II, 10 (CXXXII), mais précéda un automne suffisam-

ment pluvieux pour occasionner une inondation catastrophique du Tibre en octobre: *Ad Q. fr.* III, 5, 8 (CLIII) et Dion Cassius XXXIX, 61, 1-2 (édition E. Cary, t. III, 397): l'année 54 semble donc avoir été marquée par des extrêmes en Italie au moins.

<sup>85</sup> Reddé 2003, 40.

<sup>86</sup> Zielinski 1995, 20948.

<sup>87</sup> Sur ce dernier Le Roy Ladurie 2006, plus particulièrement 119.

43: *anni tempore atque imbribus procubuerant*). On comprend en général que les opérations militaires avaient empêché les Éburons de moissonner à temps, faut-il penser cependant que la mention des pluies renvoie à un mauvais mois d'août? On ne saurait le dire, et la seule mention météorologique précise pour la fin 53 est malheureusement très ponctuelle. Quoi qu'il en soit cet hiver-là César ne dispersa pas ses troupes.

L'hiver qui suivit semble en tout cas avoir été marqué, si du moins l'on se base sur le récit de la traversée des Cévennes par les armées de César (VII, 8), mais le proconsul a pu exagérer les difficultés de cette partie de son périple. La fin de l'hiver fut froide et humide: lors du siège de Bourges les Romains se heurtent à un froid opiniâtre et des pluies continuelles (VII, 24) et abondantes (VII, 27). D'autres notations peuvent renvoyer à des précipitations importantes et régulières: au retour de Gergovie les troupes romaines trouvent la Loire en crue (VII, 55). Les troupes de Labienus profitent d'un orage pour passer inaperçues (VII, 61). Le livre VII n'offre plus ensuite de précisions météorologiques. Durant l'hiver 52-51 César mena plusieurs opérations importantes notamment contre les Bituriges et les Carnutes: de grands froids sont notés et les difficultés de l'hiver mises en avant, mais il peut ne s'agir que d'exagérations rhétoriques (VIII, 4-5). Il faut cependant noter que la mention d'hivers très marqués, en particulier celui de 53-52, correspondrait au schéma climatique typique des éruptions ayant eu lieu à des latitudes assez élevées de l'hémisphère nord, ce qui peut être confirmée par l'apparente absence de signal acide fort pour cette période dans les carottes prélevées en Antarctique. Le texte de César ne fournit donc pas, bien sûr, de confirmation explicite de l'hypothèse, cependant il ne l'infirme jamais non plus et peut lui convenir.

### L'attestation dendrochronologique d'une importante perturbation climatique (55-35)<sup>88</sup>

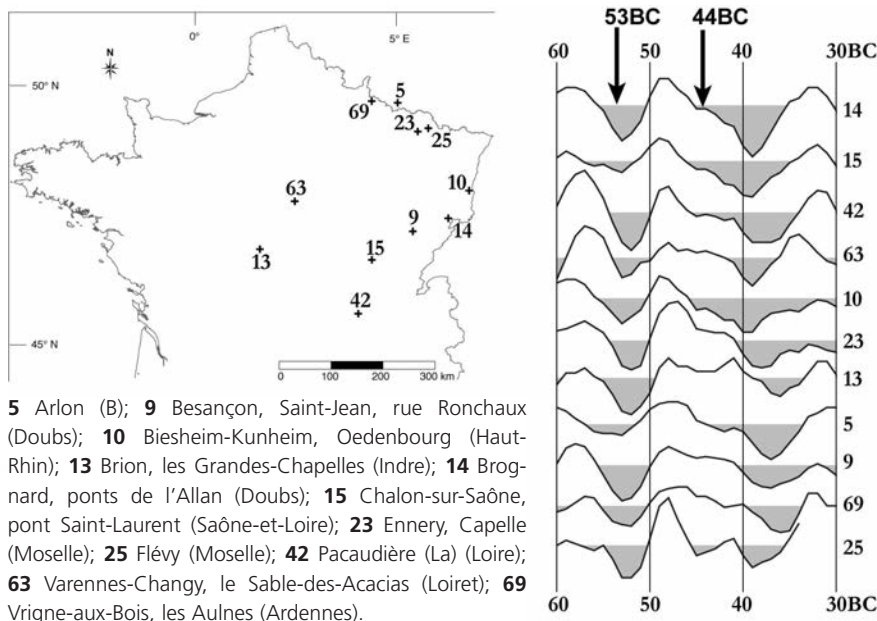
En revanche, la comparaison avec des données dendrochronologiques semble plus en accord avec notre hypothèse. Pour le 1er s. av. J.-C., l'analyse de la dynamique de la croissance de plus de 1000 chênes extraits de gisements archéologiques qui se répartissent sur la moitié nord de la France et couvrent un espace de plus de 200000 kilomètres carrés met en évidence un caractère singulier de la croissance du chêne, pour la période 55-35 avant notre ère, indépendamment des milieux dans lesquels les arbres ont vécu<sup>89</sup>. Cette étude<sup>90</sup> réalisée sur une vaste zone géographique rend en effet compte d'une succession remarquable d'années néfastes à la croissance durant cette période. À ce degré de visibilité – les deux tiers de la France – seules des causes climatiques peuvent expliquer ce comportement (fig. 5). Les données glaciaires et dendrochronologiques peuvent donc bien s'accorder: environ huit ans après l'éruption de ca. 53, en 44 avant notre ère, une autre éruption a perturbé le climat, nous le verrons. La succession des conséquences des deux éruptions, et sans doute aussi l'existence de mauvaises années indépendantes de ces phénomènes, peut très bien expliquer cette récurrence de stress qu'ont subi les arbres. Il faut cependant remarquer que, dans cette période, les années 53-51 ne semblent pas particulièrement caractéristiques. Il est vrai que certaines des conséquences climatiques des éruptions ne sont pas nécessairement gênantes pour les arbres. Ces derniers semblent plus souffrir de la sécheresse que d'une importante pluviosité.

La question reste donc en partie ouverte des liens entre les conséquences climatiques des éruptions volcaniques et leurs effets sur le signal dendrochronologique. Ces derniers ont d'ores et déjà suscité un certain nombre de travaux. Ainsi on a pu avancer que les perturbations climatiques occasionnées par les aérosols volcaniques, en particulier la baisse des températures, ne semblent qu'imparfaitement restituées par les

<sup>88</sup> Nous envisageons de revenir ailleurs de manière plus approfondie sur la perturbation climatique de l'époque césarienne.

<sup>89</sup> Durost 2005; Lambert/Durost/Cuaz 2005, 254 fig. 7.

<sup>90</sup> Durost et al. 2008.



**Fig. 5** Signal de moyenne fréquence de la croissance du chêne entre 60 et 30 av. J.-C. – Indices de croissance (ajustés par la méthode du corridor) lissés par un polynôme cubique courant dans une fenêtre mobile de 10 ans. Les zones grisées correspondent à une croissance inférieure à la production moyenne de chaque site. Les quelques sites pris en exemple ici se répartissant sur un grand quart nord-est de la France montrent une forte réduction de la croissance radiale du chêne aux alentours de l'année 53 av. J.-C. La contemporanéité du phénomène touchant des arbres issus de biotopes variés indique un jeu de stimuli d'origine climatique d'une ampleur certaine. À partir de 44 av. J.-C., une nouvelle réduction de la croissance du chêne se manifeste avec des situations locales plus contrastées alors même que le signal dendrochronologique de haute fréquence (variations inter annuelles) montre une forte homogénéité imputable à la variabilité annuelle du climat.

données dendrochronologiques: la présence d'aérosols dans la stratosphère a aussi un rôle positif sur la photosynthèse, qui contrebalance en partie les effets climatiques négatifs<sup>91</sup>. Une autre étude récente, menée à partir de données du dernier millénaire, montrerait, pour les latitudes nord supérieures à 45, un décalage curieux entre le témoignage des séries dendrochronologiques et les perturbations climatiques d'origines volcaniques<sup>92</sup>. Alors que l'on considère que les conséquences climatiques – refroidissement – des éruptions importantes s'étendent en général sur deux-trois ans, jusqu'à cinq pour certaines<sup>93</sup>, la perturbation enregistrée sur les cernes des arbres s'étend sur environ huit ans avec un pic vers 4 à 6 ans. Même en supposant que certaines perturbations climatiques aient une durée régionale plus longue<sup>94</sup> la différence entre les données dendrochronologiques et les données climatiques a semblé surprenante, et encore largement inexplicée, aux chercheurs. Ils ont supposé que pour un arbre la croissance d'une année *t* pouvait s'expliquer en partie par les conditions des années précédentes, ce qui expliquerait le décalage<sup>95</sup>. Cette affirmation nous semble cependant fortement contestable dans le cas qui nous intéresse. Il faut noter enfin que parmi les essences testées dans cette étude, le chêne est l'arbre qui présente la réponse la plus faible aux perturbations climatiques d'origine volcanique, et un décalage moins évident que les autres essences<sup>96</sup>.

<sup>91</sup> Robock 2005.

<sup>92</sup> Krakauer/Randerson 2003. Le phénomène était observé de manière moins précise auparavant, voir ainsi les remarques de D'Arrigo et al. 2001 en particulier 241.

<sup>93</sup> Stothers 1999, 720.

<sup>94</sup> Krakauer/Randerson 2003, [29].

<sup>95</sup> Ibidem [30].

<sup>96</sup> Ibidem [16] et fig. 4d: selon eux le chêne (*Quercus*) ne présente pas de réponse significative, mais si sa courbe est loin d'être aussi nette que celle des autres arbres, il faut noter que son profil est très différent avant et après l'année d'éruption. Il est important aussi de noter que la réaction du chêne ne semble pas apparaître immédiatement, mais avec un délai.

Quoi qu'il en soit, et même s'il est encore difficile d'établir de manière fine les liens entre les deux domaines, une large perturbation climatique est attestée en Gaule dans les années qui suivent l'éruption enregistrée par GISP2: la fin des années 50 et les années 40 avant notre ère furent climatiquement difficiles.

### **Le Nil perturbé**

Ainsi que nous l'avons indiqué plus haut, nous savons désormais qu'une importante éruption en latitude nord entraîne un fort effet dynamique sur la météorologie de l'hémisphère nord, affaiblissant considérablement les précipitations de la zone sahélienne et la mousson indienne. Le phénomène, bien attesté pour les éruptions de l'Eldgja en Islande en 939, du Laki et de la double éruption des volcans Katmai et Novarupta en Alaska en 1912, a pu être reproduit dans une modélisation climatique<sup>97</sup>. L'éruption de ca. 53 est située dans les latitudes nord, elle doit donc avoir entraîné une baisse sensible des crues du Nil. Nos sources le confirment de manière remarquable. La fin du règne de Ptolémée XII Aulète est difficile, ainsi que le début de celui de ses successeurs, Cléopâtre et Ptolémée XIII, marqué par «une extraordinaire sécheresse» entre 50 et 48, la crue étant cette année là inférieure de près de deux tiers à la normale<sup>98</sup>. Celle de 50 avait été aussi très mauvaise, celle de 52 est malheureusement très mal connue, mais des indices existent d'une situation anormale<sup>99</sup>. Famine, mécontentement et troubles perturbèrent alors fortement la vie politique du royaume lagide, déjà fortement agitée. Quelques années plus tard, le cours du Nil fut à nouveau perturbé par l'éruption de 44<sup>100</sup>: une famine est en effet bien attestée en 42 et explicitement attribuée par nos sources à une crue trop faible l'année précédente<sup>101</sup>.

### **Les derniers épisodes de la Guerre des Gaules: le rôle possible d'une crise frumentaire**

Reste alors à reprendre le texte de César en cherchant les indices de tensions sociales et politiques liées à un contexte de crise frumentaire. Il faut brièvement rappeler le contexte politique de la Gaule chevelue, et en particulier des grandes *civitates* centrales, à la veille de 52: une division politique marquée dans l'aristocratie, déjà ancienne, que l'on a pu décrire comme l'opposition des partisans d'un régime traditionnel à ceux d'un régime de magistrats et d'assemblée<sup>102</sup> et que César interpréta en partie avec les catégories de la politique romaine d'alors<sup>103</sup>. Si les interprétations données à cette division, et les nuances quant à son ampleur, peuvent être variées, il est clair que l'un ou l'autre des partis, au sein de chaque cité, cherchait des appuis capables de lui assurer la prééminence: alliances aristocratiques, y compris avec les puissants d'autres *civitates*, popularité et bien sûr, depuis 59, appui de César. Un contexte social troublé et un mécontentement populaire pouvaient clairement constituer un tel élément, et il pouvait être tentant pour une partie de l'aristocratie de l'exploiter contre ses rivaux et leurs appuis, plutôt que de le subir. Des liens forts semblent avoir existé entre ce que César nomme le peuple et les membres du «parti» opposé aux magistrats et assemblées, dépeints à l'image des *populares* romains, dont Dumnorix est le prototype (I, 17). Il semble logique de supposer qu'ils aient pu mieux profiter d'un mécontentement populaire, et être plus à même de l'orienter en fonction de leurs buts politiques. Il nous semble que c'est un des mérites de notre hypothèse que d'attirer l'attention sur la place du «peuple» des cités gauloises dans les événements de la fin de la guerre des Gau-

<sup>97</sup> Oman et al. 2005; 2006.

<sup>98</sup> Bonneau 1971, 146; 148-149; 231; sur le contexte politique général: Will 2003, 530-531.

<sup>99</sup> Bonneau 1971, 146 à propos de SB, 7611.

<sup>100</sup> Voir infra p. 412-413.

<sup>101</sup> Bonneau 1971, 149; 231; Will 2003, 538-539.

<sup>102</sup> Voir Lewuillon 1999 notamment 81-108; 119-155.

<sup>103</sup> Voir Goudineau 2000 notamment 343.

les. Les conduites du peuple, de la plèbe, sont en effet présentées par les aristocrates désireux de conclure la paix avec César, comme leur ayant échappé, ne reflétant pas les positions officielles de leur cité (VII, 42-43), même s'il est vrai que César peut ne pas se montrer convaincu par une telle excuse, comme en 51 avec les Atrébates, épisode le plus révélateur d'une telle situation (VIII, 21-22).

Nous pouvons alors revenir sur l'enchaînement des faits au début de l'année 52, non pas certes pour invoquer une cause unique, tout moment historique de si grande ampleur possède nécessairement des causalités multiples jouant dans des contextes variés, mais pour en éclairer une nouvelle facette. César, c'est bien connu, place l'origine du soulèvement dans une conjuration secrète, «au milieu des bois». Il est permis à l'historien de s'interroger sur cette description, sur son caractère à la fois très allusif – sans aucun nom propre – et en même temps très précis quant aux détails du cérémonial des conjurés, étrangement proche cependant de celui de Catilina<sup>104</sup>. Sans compter que l'on peut se demander comment César put finalement avoir connaissance de cela. La révolte commence donc explicitement à *Cenabum*, par un massacre (VII, 3). Dans la description de ce massacre et de ses victimes, l'historiographie privilégie généralement la figure des commerçants romains<sup>105</sup>, qui certes furent sans doute nombreux à périr: il nous faut cependant mettre l'accent sur le personnage explicitement nommé par César: «Caius Fufius Cita, honorable chevalier romain, que César avait chargé de l'intendance des vivres (*rei frumentariae*)» (VII, 3). Comment ne pas penser qu'après deux années mauvaises, au cœur de l'hiver, alors qu'une soudure difficile s'annonçait, c'était un personnage qui pouvait cristalliser les haines et la violence, désigné pour incarner l'accapareur et l'affameur? Que l'émeute – dont «l'impulsivité et l'impréparation»<sup>106</sup> ont été notées – ait été spontanée, récupérée ou dirigée par Cotuatos et Conconnétodumnos (VII, 3)<sup>107</sup> nous importe peu ici – et comment le savoir? Il nous semble désormais que sa violence et son apparente soudaineté s'expliquent mieux. Le massacre commis, la fuite en avant s'imposait, et le salut a pu sembler résider dans la coalition des mécontentements.

L'épisode suivant présente une situation similaire: «... on le [Vercingétorix] chasse de la ville forte de Gergovie. Pourtant il ne renonce point, et il enrôle dans la campagne des miséreux et des gens sans aveu (*in agris habet dilectum egentium ac perditorum*). Après avoir réuni cette troupe, il convertit à sa cause tous ceux de ses compatriotes qu'il rencontre ... et chasse ses adversaires» (VII, 4). Si l'on insiste sur la figure – pourtant si peu connue – de Vercingétorix ou sur les lendemains de sa prise de pouvoir, les circonstances mêmes de son coup d'état ne sont souvent que rapidement évoquées. Et pourtant ces troupes que lève Vercingétorix dans la campagne auvergnate interrogent l'historien. Il faut certes penser que le texte de César reflète à la fois l'importance de la «clientèle» de Vercingétorix, jeune homme de haut lignage, et la volonté de César de le présenter négativement en insistant sur le caractère peu recommandable de ses premiers soutiens<sup>108</sup>. À nouveau le texte césarien, dans la perspective d'une crise frumentaire prend un intérêt nouveau, d'autant plus qu'il puisait sans doute à bonne source: au lendemain de 52, en effet, il ne manquait pas d'aristocrates arvernes fidèles à César pour lui faire le récit de cette prise de pouvoir, avec en premier lieu Epasnactos (VIII, 44). Nous pouvons donc voir dans les miséreux et les gens sans aveu les plus pauvres des Arvernes, les plus vulnérables à la disette annoncée pour le printemps. Il est même possible d'aller plus loin et de replacer ici la conjoncture – perturbation climatique postérieure à 53 – dans un contexte structurel plus large. Les prospections archéologiques récentes en Limagne jettent en effet un vif éclairage sur la situation agraire de notre période: au I<sup>er</sup> siècle avant notre ère, l'habitat dispersé disparaît, mais

<sup>104</sup> Goudineau 1998, 171.

<sup>105</sup> Ainsi Roman/Roman 1997, 443; Goudineau 1998, 171 mais voir 2000, 211 «et jusqu'à un chevalier responsable de l'intendance aux armées de César»; Lewuillon 1999, 26; 28; 142; Reddé 2003, 40.

<sup>106</sup> Lewuillon 1999, 142 attribuant ces caractères aux «irréducti-

bles défauts» des Gaulois et dérogeant ainsi ponctuellement à son travail de mise à distance des clichés.

<sup>107</sup> Sans entrer non plus ici dans le cas difficile et controversé de Gutuater (VIII, 38).

<sup>108</sup> Goudineau 1998, 172.



sans abandon des cultures. Il s'agirait »d'une période de restructuration des campagnes qui commencerait avant la conquête romaine, dès le début du I<sup>er</sup> siècle av. J.-C., au profit des plus gros possédants, et se traduirait par la constitution de vastes domaines regroupant l'essentiel de la main-d'œuvre agricole«<sup>109</sup>. La crise ponctuelle pouvait donc s'inscrire dans un contexte social où les inégalités semblent s'être fortement creusées, et cela fournissait une situation propice au développement de graves mécontentements susceptibles d'appuyer un »aventurisme« politique. Nous avons montré par ailleurs<sup>110</sup> comment les cartes du stress climatique que l'on peut reconstituer à partir des données dendrochronologiques recourent très largement les zones de tension signalées par le texte césarien, les Arvernes toutefois font exception: s'ils avaient été – relativement? – épargnés par les difficultés climatiques, ils pouvaient paraître un recours. Ce qui se passe à Gergovie n'est donc pas l'exact pendant de ce qui s'est passé à Orléans: les événements de -52 répondaient aussi au jeu des dynamiques politiques et ne sont pas réductibles à un déterminisme climatique, mais on ne saurait désormais, selon nous, refuser au climat un rôle que nous tenons pour certain. C'est donc à une relecture des livres VII et VIII de la Guerre des Gaules que nous invitons, où les épisodes susceptibles d'être considérés en fonction de notre hypothèse ne manquent pas, à commencer par la facilité avec laquelle la politique de la terre brûlée est acceptée par les alliés de Vercingétorix: il y avait sans doute peu à brûler et à perdre (VII, 14)<sup>111</sup>. Le caractère vital du ravitaillement pour l'armée césarienne en ressort aussi d'autant mieux: il ne s'agissait pas seulement de résoudre un problème classique de logistique militaire, mais bien de nourrir une immense armée sur un pays aux ressources momentanément exsangues. Le manque de zèle des Éduens à fournir du blé à César (VII, 17) se comprend mieux, car il trouve une raison très concrète et ne repose plus seulement sur une mauvaise volonté politique. On peut aussi mieux comprendre pourquoi – et deviner à qui – Litavicos, lors de sa trahison, livre au pillage le blé qu'il convoyait (VII, 38), comprendre aussi la »cupidité« et le pillage qui suivent dans le pays Éduen avec le pillage des bagages de Marcus Aristius dont la sécurité devait pourtant être garantie (VII, 42), »l'aveuglement et la légèreté de la populace« (VII, 43) et l'apparente surprise des dirigeants éduens à qui la situation devait totalement échapper.

Qu'un grave mécontentement issu de problèmes climatiques et frumentaires fut en partie à l'origine des troubles de 52, qu'il contribua à leur réussite initiale et en conditionna le déroulement nous semble aussi découler de la postérité d'Alésia. Car il est bien clair que si la grande victoire du Mont Auxois permit à César de redresser la situation, elle ne lui fit pas gagner la guerre, et ne parvint même pas à pacifier une grande partie des peuples révoltés, ni à empêcher les révoltes de réapparaître<sup>112</sup>. Il n'est désormais même plus sûr que César lui-même ait voulu présenter Alésia comme la victoire essentielle en terminant à dessein ses commentaires en 52 puisque Luciano Canfora a récemment soutenu l'idée d'une rédaction césarienne du début du livre VIII<sup>113</sup>. Quoi qu'il en soit, si le déroulement des soulèvements n'avait relevé que d'une logique militaire ou politique, Alésia aurait pu mettre un terme aux troubles. Leur continuité ne révèle donc peut-être pas tant une volonté farouche de résistance d'irréductibles Gaulois que le travail, en arrière fond, d'une autre logique. Car évidemment l'année 52 n'avait pas pu rattraper les années 54 et 53, non seulement en raison des dévastations de la guerre mais aussi parce que la perturbation climatique agissait sans doute

<sup>109</sup> Trément/Dousteysier 2003, 666.

<sup>110</sup> Durost et al. 2008.

<sup>111</sup> Noter la contradiction du texte césarien où Vercingétorix affirme – dans le discours que César lui fait prononcer – que les Gaulois »ont tout en abondance« (VII, 14) alors que le manque de ravitaillement l'oblige peu de temps après à déplacer dangereusement son campement (VII, 20).

<sup>112</sup> Voir Roman/Roman 1997, 453; Lewuillon 1999, 151-160; Reddé 2000, 63; Goudineau 2000, 222.

<sup>113</sup> Jusqu'au chapitre 48, voir Canfora 2001, 383 n. 79; 337-345 et Canfora 1993. Si la critique de la lettre-préface du livre VIII semble pertinente et peut donc laisser penser que le plan de l'ouvrage était prévu initialement jusqu'en VIII, 48, 10, des éléments nous laissent penser que le rédacteur final de la plus grande partie du livre VIII n'est pas le même que celui des livres précédents (ainsi comparer d'une part VIII, 15, 1 et VIII, 38, 3 à d'autre part V, 3, 1 et V, 6, 1 et VI, 2, 1).

encore fortement. Les dégâts des combats et leurs effets, que l'on songe à l'errance des Carnutes (VIII, 5), constituaient aussi sans doute autant d'éléments de perturbations politiques et sociaux. Le caractère dispersé mais récurrent des soulèvements de 51, contraignant César à mener campagne durant un rude hiver, ne doit donc pas seulement être expliqué par une dispersion politique des Gaulois hostiles à Rome, mais peut-être d'abord par l'irruption recommencée, en plusieurs lieux, et dans plusieurs contextes régionaux, de «jacqueries», d'émeutes de la faim, plus ou moins soutenues par des aristocrates gaulois en rupture de ban depuis la défaite d'Alésia. C'est donc très significativement, nous semble-t-il, que le conflit s'achève finalement en «brigandage» de «bandes criminelles» errantes, avant (VIII, 30) et après (VIII, 47) Uxellodunum. C'est très significativement aussi qu'en ce dernier lieu, César constatant l'impuissance de toute solution politique ou purement militaire, s'en remet à la répression la plus féroce et à la terreur (VIII, 44): il ne s'agissait pas cette fois-ci de remettre dans le droit chemin une aristocratie à la fidélité hésitante, mais de marquer une population rurale et dispersée: l'exemple récent de la guerre civile en Sierra Leone nous permettant aisément de saisir l'horreur et la portée de la solution retenue, l'amputation en masse. Reste alors à comprendre le silence de César sur ces circonstances, et en particulier sur la crise frumentaire<sup>114</sup>. Il nous semble cependant assez compréhensible. Très généralement ses préoccupations étaient assez éloignées de la question, à la fois parce que son intérêt primordial, soutenu par bien des préjugés politiques antiques et romains, était tourné vers les aristocraties, la plèbe seule ne pouvant être que sans autorité. Ensuite parce qu'il était plus valorisant pour lui de mettre en avant exclusivement les composantes politiques des événements de 52 et 51, en insistant sur leur caractère de soulèvement opposé aux Romains et en passant sous silence les autres facettes du phénomène. Enfin, parce qu'après les difficultés de 54, nous l'avons vu, César ne désirait probablement pas mettre en avant à nouveau une telle raison: il lui était d'une part désormais impossible de disperser ses troupes pour soulager la pression frumentaire qu'elles apportaient, et d'autre part on aurait pu l'accuser d'avoir mené au soulèvement par des exigences peut-être trop dures<sup>115</sup>. Pour en terminer avec l'éruption de 54-51, il faut brièvement évoquer le versant italien des événements, l'exacerbation des luttes politiques, leur basculement dans la violence autour d'hommes politiques déterminés et entourés de nombreux hommes de main prêts à faire le coup de poing. Nul doute que des difficultés frumentaires, déjà attestées en 54<sup>116</sup> comme en Gaule, pouvaient exacerber les tensions sociales et politiques et fournir aux protagonistes des soutiens nombreux et prêts à l'action. La question est posée, mais le contexte italien est différent du contexte gaulois, il n'est pas sûr que les perturbations climatiques aient touché de la même manière la péninsule – même si cela serait probable pour l'Italie du nord –, et surtout Rome, à la différence des peuples gaulois, pouvait s'appuyer sur les ressources de son empire pour surmonter des difficultés de ravitaillement.

### L'éruption de 44 avant notre ère

Les hasards de la géologie et de l'histoire voulurent que le destin de César fut marqué une seconde fois, mais à titre posthume, par les conséquences atmosphériques d'une éruption volcanique<sup>117</sup>. Le cas est mieux attesté que celui de 53 avant notre ère car il bénéficie notamment du témoignage explicite de Plutarque lorsqu'il

<sup>114</sup> Le silence de César sur les phénomènes atmosphériques s'explique facilement par leur caractère de mauvais présages, comparer avec Plutarque, Crassus, XIX, 4 et Dion Cassius, XL, 18, 4-5 et XL, 47, 2 et Appien, Guerres civiles, II, V, 36 et Pline, Histoire naturelle, II, 147. Sur l'attitude de César face aux prodiges météorologiques voir Lucain, V, 577-584.

<sup>115</sup> Il devait se prémunir des accusations possibles, comme celle

que Cassius avait failli éprouver pour son action en Syrie: Cicéron, Fam., VIII, 10 (édition L. A. Constans/J. Bayet [Paris 1967] lettre CCXXVI, 75).

<sup>116</sup> Virilouvet 1985, 16.

<sup>117</sup> Rampino/Self/Stothers 1988, 88-89; Stothers 1983; 1999, 717-718 et 2002, [6] et [20]. L'exposé le plus complet semble être Ramsey/Licht 1997, 99-107.

précise dans sa vie de César les circonstances suivant sa mort: »Il y eut aussi l'obscurcissement de la lumière du soleil: toute cette année-là, en effet, son disque resta pâle; il n'avait aucun rayonnement à son lever et ne produisait qu'une chaleur faible et languissante, l'air demeurait ténébreux et lourd parce que la chaleur qui le traversait était trop faible, et les fruits, à demi mûrs, se gâtaient et pourrissaient avant d'être parvenus à terme, à cause de la fraîcheur de l'atmosphère«<sup>118</sup>. Les conséquences de l'éruption sont aussi attestées dans les sources chinoises contemporaines, en particulier pour la Chine du Nord<sup>119</sup>. Les données glaciologiques du Groenland montrent la présence d'un pic acide à la période correspondante, alors qu'il semble absent des carottes antarctiques<sup>120</sup>: l'éruption eut donc lieu dans l'hémisphère nord et l'on peut penser qu'il s'agit en fait de l'Etna<sup>121</sup>. Comme en témoigne Plutarque, les récoltes furent affectées<sup>122</sup>, et l'année 43 témoigne d'épidémies<sup>123</sup>, nous en avons vu aussi les effets sur le Nil. Le contexte particulier de l'histoire de l'Occident méditerranéen – la succession de César – fait qu'il serait risqué d'attribuer les tensions sociales et politiques constatées à la perturbation tant les enjeux existants par ailleurs étaient forts. Bien que mieux attestée historiquement que la perturbation de ca. 53, et même si ses conséquences climatiques furent peut-être plus étendues encore<sup>124</sup>, l'éruption de -44 n'eut sans doute pas des conséquences historiques aussi lourdes, elle est pour nous d'un grand intérêt cependant car – étant bien attestée – elle confirme la validité du rapprochement des différentes sources: littéraires, dendrochronologiques et glaciologiques.

### 200 ans de calme volcanique?

Comme nous l'avons dit plus haut c'est aussi l'éruption de -44 qui nous permet d'aborder avec confiance le témoignage des pics d'acidités de moins grande ampleur. Après -44 cependant un calme volcanique relatif semble avoir régné. Il est remarquable que ce calme volcanique semble coïncider avec une période climatique généralement favorable. Jusqu'au milieu des années 150 les dépôts sulfurés dans GISP2 sont assez rares et souvent faibles à une exception près, très marquée, qui correspond à l'éruption pompéienne de l'automne 79. Nous ne nous attarderons pas sur la célèbre éruption, si ce n'est pour signaler le lien qui fut fait à l'époque entre l'éruption et l'épidémie pestilentielle qui suivit<sup>125</sup>. Le possible impact climatique général de la célèbre éruption reste à notre avis à caractériser et à apprécier. Bien que de bien moindre ampleur, trois petits pics nous semblent remarquables car ils coïncident avec des données historiques intéressantes. Les pics assez modestes de ca. 39 et ca. 52 et celui de ca. 69, bien plus faible encore<sup>126</sup>, correspondent de manière frappante à des périodes où des chertés, des difficultés de ravitaillement et des menaces de disette sont attestées à Rome. Les difficultés de ravitaillement de 39-41<sup>127</sup> sont bien connues, et furent attribuées

<sup>118</sup> Plutarque, César, LXIX, 4-5, tr. fr. A.-M. Ozanam (Paris 2001) 1352; voir aussi Virgile, Géorgiques, I, 466-488; Ovide, Métamorphose, XV, 785-790; Horace, Odes, I, 2; Tibulle, II, V, 75-78; Pline, Histoire naturelle, II, 95; Dion Cassius, XLV, 17, 5. Un halo solaire marqua l'arrivée d'Octave à Rome, signalé par de nombreuses sources – Velleius Paterculus, II, 59; Sénèque, Questions naturelles, I, II, 1; Pline, Histoire naturelle, II, 98; Suétone, Vie d'Auguste, 95 ... – il pourrait correspondre au phénomène typique des anneaux de Bishop, on peut aussi noter l'attestation de parhélies en -44 et -42 (Pline, Histoire naturelle, II, 99; Ramsey/Licht 1997, 101 n. 20).

<sup>119</sup> Bibliographie dans Stothers 2002, [6] et [20]; voir Ramsey/Licht 1997, 102 et 106 notamment.

<sup>120</sup> Stothers 1999, 717.

<sup>121</sup> Servius commentant Virgile, Géorgiques, I, 471-473 et résumant Tite Live; voir Stothers 2002, [20] et Ramsey/Licht 1997, 99 n. 14.

<sup>122</sup> Voir aussi Virlouvét 1985, 16-17, mais bien d'autres causes pouvaient jouer aussi, bilan complet et nuancé par Ramsey/Licht 1997, 101-102, voir aussi Haas 2006, 31-32.

<sup>123</sup> Dion Cassius XLV, 17, 8; cf. Stothers 1999, 719.

<sup>124</sup> Salzer/Hughes 2007, 62 et 65 attestent de difficultés climatiques à la fin des années 40 dans des séries dendrochronologiques américaines, finlandaises et sibériennes. L'absence de la perturbation de 54 à 51 de ces données n'est pas significative: le Laki manque lui aussi, et même le Tambora.

<sup>125</sup> Suétone, Divus Titus, VIII cite les deux calamités, c'est Dion Cassius, LXVI, 23-24 qui fait le lien.

<sup>126</sup> GISP2 Volcanic markers les deux pics de 40 et 50 encadrent une période où l'activité volcanique semble toujours présente, quoiqu'à très faible dose. Ces trois pics sont absents de Zielinski 2000, fig. 3 bas. Voir fig. 3.

<sup>127</sup> Virlouvét 1985, 18. Il faut noter que le Nil connu une faible crue en 39: Bonneau 1971, 161; 234.

en partie au pont de bateaux de Caligula sur la mer. Il est raisonnable désormais de penser que la cherté avait pour une part semble-t-il des causes climatiques. En revanche les sources antiques attribuent bien la disette de 51<sup>128</sup> à une série de mauvaises récoltes<sup>129</sup>, mais précisent aussi que l'hiver 51 fut doux<sup>130</sup>. Il est donc difficile de conclure. Enfin faut-il penser que le petit pic de ca. 69 corresponde à la cherté de 68<sup>131</sup>? Des causes politiques peuvent cependant l'expliquer en partie. Il faut noter aussi qu'en 69 Dion Cassius<sup>132</sup> mentionne un phénomène astronomique qui peut correspondre à une perturbation atmosphérique<sup>133</sup>. On ne peut exclure pour ces trois cas, la possibilité de simples coïncidences, il est aussi possible de songer, compte tenu du caractère peu important des pics, à des phénomènes ayant eu des conséquences seulement locales<sup>134</sup>.

## LA FIN DE L'ÉPOQUE ANTONINE

### Des éruptions volcaniques d'ampleur importante

Après l'éruption pompéienne, si l'on excepte le faible pic acide de 101 enregistré par GRIP et GISP2<sup>135</sup>, un regain notable d'activités volcaniques n'apparaît qu'avec la seconde partie de l'époque antonine. Il nous semble pour cette période aussi qu'un rapprochement de nos données plaide pour une éventuelle action volcanique sur le climat de l'hémisphère nord. La période connaît en effet des perturbations qui correspondent à celles que nous avons notées dans ce cas: perturbations climatiques indiquant un refroidissement, famines importantes sur des régions géographiques très étendues, épidémies et troubles sociaux et politiques. Il est donc frappant de constater que c'est sur cette même période, et avec une adéquation chronologique remarquable, que GISP2 enregistre le renouveau d'une activité volcanique importante en 153 avec un pic de dépôts sulfurés marqué puis vers 162 avec un pic légèrement moins important et enfin vers 182 avec un pic lui aussi moins marqué<sup>136</sup>. C'est au tout début des années 1980, nous le verrons, que l'idée d'un lien entre certains faits du règne de Commode et une éruption volcanique de grande ampleur – celle du Lac Taupo – fut avancée pour la première fois<sup>137</sup>, avant même, il faut le noter l'existence de données glaciaires pour confirmer l'hypothèse. À partir du milieu des années 1990 Wolfgang Vetter et Heinrich Zeblicky proposèrent de retrouver les conséquences possibles de cette éruption dans un certain nombre de faits archéologiques et historiques. Enfin en 2000, Kevin D. Pang élargi le champ de la recherche: les désordres climatiques apparaissent dès les années 160 au moins, plusieurs éruptions sont à envisager: une

<sup>128</sup> Virrouvet 1985, 18.

<sup>129</sup> Suétone, *Divus Claudius*, XVIII.

<sup>130</sup> Tacite, *Annales*, XII, 43, 1-2. Faudrait-il alors songer à une éruption dans la zone équatoriale? Il faut à cet égard noter que les crues du Nil semblent avoir été normales entre 49 et 51: Bonneau 1971, 235. Pline (*Histoire naturelle* II, 99) signale l'observation d'une parhélie à Rome en 51, le phénomène, relativement courant n'est pas lié aux éruptions, mais les perturbations volcaniques peuvent en causer de plus nombreuses: Stothers 1996, 83. Il faut noter aussi que selon Dion Cassius le ciel paraissait en feu au moment de l'adoption de Néron (LXI=LX, 33, 2(2)).

<sup>131</sup> Virrouvet 1985, 18-19.

<sup>132</sup> LXIV, 11.

<sup>133</sup> Stothers 2002, [50], qui se montre sceptique sur la réalité de cette observation.

<sup>134</sup> Sur ce type de perturbation, voir Grattan/Pyatt 1999.

<sup>135</sup> GISP2 Volcanic markers; GRIP acidity. GISP2 seule enregistre quelques autres pics de déposition de sulfures volcaniques, mais ils sont eux aussi de très faible importance. La coïncidence des deux carottes pour l'événement de 101 rend difficile l'idée qu'il s'agisse d'une erreur attribuable à du bruit.

<sup>136</sup> Zielinski 1995, 20939 table 1 et p. 20948 fig. 3 pour les dates de 153 et 162. GISP2 Volcanic markers avec aussi de légères traces de dépôts sulfurés volcaniques vers 158 et 160. Pour le pic situé vers 182 voir Zielinski 1995, 20941 table 2 et voir infra pour une discussion plus détaillée.

<sup>137</sup> Wilson et al. 1980.

<sup>138</sup> Pang 2000. L'importante et récente étude de J. Haas 2006 s'appuie sur les travaux de W. Vetter et H. Zeblicky et ignore les données de GISP2.

vers 160, une seconde au début des années 180 et une dernière vers 190<sup>138</sup>. La dernière de ces éruptions n'a apparemment pas laissé de trace sur les relevés glaciaires, son existence nous semble très hypothétique: nous ne l'aborderons donc pas ici. En revanche, nous l'avons vu, GISP2 oblige à distinguer nettement deux éruptions vers 153 et vers 162, par ailleurs, l'éruption du début des années 180 soulève un certain nombre de question, aussi allons-nous d'abord seulement considérer les deux premières de ces trois éruptions. Si l'évaluation de l'opacité occasionnée par ces événements à partir de GISP 2 montre clairement un niveau plus haut pour l'éruption des années 150, la succession rapide d'une autre éruption importante en 162 peut laisser penser qu'elle eut des conséquences plus fortes. Il faut constater de plus que la carotte GRIP présente un fort pic d'acidité qui a été placé en 159 de notre ère<sup>139</sup>, pic bien plus élevé que celui laissé dans cette carotte en 79 par le Vésuve et plus élevé aussi, par exemple que le pic laissé vers 1600 par le Huaynaputina<sup>140</sup>. Au regard de la courbe de conductivité électrique de GRIP (fig. 4), il nous semble possible de faire correspondre ce signal avec celui de 162 plutôt qu'avec celui de 153 sur GISP2. Enfin, l'absence de signal correspondant dans la carotte Byrd Station Antarctica 1968 peut laisser penser que ces éruptions eurent lieu dans l'hémisphère nord<sup>141</sup>. L'éruption de 153 a été attribuée au Kaimon dans la région volcanique d'Ibusuki au Japon<sup>142</sup>. Celle de 162 au Ksudach au Kamtchatka, éruption qui semble aujourd'hui plus tardive<sup>143</sup>. La datation des éruptions des ces deux volcans est cependant très approximative, on doit donc se montrer prudent. Tenter d'identifier géographiquement les volcans pouvant être responsables du pic acide dans les glaces est cependant nécessaire car leur position géographique détermine l'estimation de l'opacité atmosphérique occasionnée. Nous laissons cependant aux spécialistes de volcanologie et de glaciologie la détermination plus précise des caractéristiques de ces deux éruptions. De notre point de vue d'historien nous retenons qu'une activité volcanique d'ampleur suffisante pour agir sur le climat de l'hémisphère nord est attestée vers 161, au début du règne de Marc Aurèle à Rome. Dès lors nous pouvons nous tourner vers les conséquences possibles de ces événements.

### Les famines des années 150 et 160

La vulnérabilité agraire des sociétés pré-modernes faisait que les disettes étaient courantes, mais il s'agissait généralement de phénomènes locaux. L'attestation ponctuelle d'une disette ne doit donc pas conduire nécessairement à la recherche d'une cause climatique exceptionnelle. Il est nécessaire au contraire, dans ce cadre, de ne retenir que des événements de plus grande ampleur, des famines concernant de très grandes ré-

<sup>139</sup> Le signal se trouve à une profondeur de 413,25 m selon GRIP acidity, dans GRIP DEP-ECM la mesure est située à 413,05, en calibrant la série sur le Vésuve (dépôt en 80) et sur le signal de 52, cette mesure est située en 162: la cohérence avec GISP2 semble parfaite. Dye 3 présente aussi un signal en 156-159: Pang 2000.

<sup>140</sup> GRIP acidity, le pic correspond à l'année 1791 BP, la magnitude estimée du signal (pour une éruption en haute latitude nord) correspond à 66 mégatonnes d'acide sulfuré (38 pour le Vésuve, 52 pour l'Huaynaputina, 101 pour le Laki).

<sup>141</sup> Hammer/Clausen/Langway Jr. 1997, table I. Les carottages récents d'Amundsenisen s'arrêtent en 165±24, leur témoignage est donc trop incertain pour être pris en compte, voir Traufetter et al. 2004. EPICA Dome C et Vostok semblent avoir enregistré un signal volcanique vers 165 (données sur [www.pangea.de/Projects/EPICA/edc1data.html](http://www.pangea.de/Projects/EPICA/edc1data.html)). Mais il peut s'agir d'un éruption contemporaine dans l'hémisphère sud.

<sup>142</sup> Zielinski 1995; voir Simkin/Siebert 1994, 86. 185 pour un VEI estimé à 4.

<sup>143</sup> Zielinski 1995; Pang 2000; voir Simkin/Siebert 1994, 104 et 185 (Ksudach V Caldera) pour un VEI estimé à 6 et une datation de 155±100. La datation semble désormais centrée sur 240: Braitseva et al. 1996. Le Ksudach pourrait alors correspondre à l'un des signaux du III<sup>ème</sup> siècle (voir infra). Le catalogue de Simkin/Siebert 1994 présente d'autres volcans avec des éruptions au VEI élevé et susceptibles de convenir à la date de 162 – comme le Mont Churchill (en fait les tephra les plus anciens de la White River) avec un VEI 6 en 65±200 (p. 118) ou le Glacier Peak avec un VEI 4 en 200±50 (p. 121). On peut aussi penser au Pago (WK-3) en 140±75. On le voit les dates des éruptions – souvent tirées du carbone 14 – sont trop approximatives pour assurer une identification, aussi ne développerons nous pas l'hypothèse de Pang concernant l'éruption possible vers 190 du Khodutka au Kamchatka.

gions géographiques<sup>144</sup>, de préférence liées à des perturbations climatiques avérées. L'empire romain de l'époque antonine était à son apogée, au moins du point de vue géographique, et s'étendait en conséquence sur des régions climatiques bien différentes, de l'Écosse à l'Atlas et de la Galice à la Mésopotamie. Une perturbation d'origine volcanique laisse des traces sur un espace aussi large, et souvent bien plus. Les perturbations connues pour les derniers siècles de notre ère peuvent être mises plus facilement en rapport avec des données météorologiques directes ou indirectes abondantes. Une étude menée il y a quelques années portait sur les cas les plus importants des 6 derniers siècles<sup>145</sup>. À plusieurs reprises les perturbations ont occasionné un refroidissement notable attesté pour des régions qui correspondent aux provinces occidentales de l'empire, et même au-delà jusqu'en Asie mineure<sup>146</sup>. Les famines de la décennie 160 semblent précisément s'étendre sur plusieurs régions bien distinctes du bassin méditerranéen. En fait, comme le montre l'examen de sources chinoises, elles ont sans doute concerné une grande partie du continent eurasiatique. Des sources nombreuses et diverses attestent de famines dans l'empire romain vers 160 et peuvent parfois être bien datées. L'Histoire Auguste, fiable pour la période, nous permet d'en suivre la succession. Il faut remarquer tout d'abord que les troubles peuvent peut-être être distingués dès le règne d'Antonin le Pieux. Une famine assez grave y est mentionnée et Antonin acheta des vivres sur son propre trésor pour les distribuer au peuple<sup>147</sup>. La date exacte nous échappe malheureusement<sup>148</sup>. Mais cette mention isolée et jusqu'alors assez négligée par l'historiographie peut prendre un sens nouveau en regard de l'éruption du milieu de la décennie 150. Que penser par ailleurs de la mention de troubles en Achaïe<sup>149</sup>, province pacifiée s'il en est en théorie. Qu'ils aient été en rapport ou non avec une perturbation climatique, ces troubles peuvent sans doute s'expliquer en partie par un problème frumentaire. Il est possible, mais non certain, qu'ils correspondent à l'agitation menée par Peregrinus vers 157<sup>150</sup>. Reste enfin – troisième élément du tableau – l'énigmatique mention d'une peste en Arabie<sup>151</sup>, en général ignorée de l'historiographie et qui trouve pourtant un répondant notable dans une série d'inscriptions sud-arabiques – et donc hors de l'empire – attestant dans cette région une épidémie pestilentielle vers 155<sup>152</sup>. La coïncidence chronologique est frappante et vaut la peine d'être notée. Ce ne sont là cependant que des incidents mineurs et ponctuels dans un règne globalement heureux, et si la date de l'un au moins correspond à l'événement volcanique, la datation des deux autres est trop incertaine pour prolonger les hypothèses.

Le règne de Marc Aurèle nous fait entrer dans une chronologie bien mieux établie. La famine frappe une première fois dès le tout début du règne, au plus tôt au printemps 161. Selon l'Histoire Auguste elle fut la conséquence d'une très forte crue du Tibre, la plus forte du règne<sup>153</sup>. On ne tiendra pas la crue dévastatrice pour un événement exceptionnel, ni comme significative à elle seule d'une perturbation particulière: la récurrence de telles crues à Rome dans l'antiquité est attestée plusieurs fois par siècle<sup>154</sup>. Si la destruction d'entrepôts de la ville de Rome par la crue put poser des problèmes d'approvisionnement momentanés, le terme de »famine très grave« laisse entendre un contexte plus large que celui de la simple vallée du Tibre. L'action des empereurs en limita cependant les conséquences. La famine réapparaît dans le texte<sup>155</sup> entre quatre à cinq ans plus tard, peu avant le retour du co-empereur Lucius Vérus, qui était parti en guerre contre les Parthes en Orient, au plus tard dans l'été 166. Les autres sources dont nous disposons

144 Stothers 2000, 365.

145 Briffa et al. 1998.

146 Voir Briffa et al. 1998, 452 fig. 2 on notera, malheureusement, le manque de données pour l'Afrique du nord.

147 Histoire Auguste, Vita Pii, VIII, 11 et IX, 1. Indications confirmées par le Pseudo-Aurelius Victor, XV, 9. Voir Rémy 2005, 205-206. 351 nn. 10-11

148 Il est possible cependant de noter en 154 une crue du Nil à la productivité médiocre, et deux crues faibles en 156 et 157, l'année 155 fut bonne: Bonneau 1971, 183-187. 247.

149 Histoire Auguste, Vita Pii, V, 5.

150 Rémy 2005, 249-250; contra Veyne 2005, 193 n. 102.

151 Histoire Auguste, Vita Pii, IX, 4.

152 Robin 1992; Discussion dans Rossignol 2004, 1257 n. 5 (et voir tableau p. 167).

153 Histoire Auguste, Vita Marci, VIII, 4-5.

154 Champeaux 2003 notamment 27. 42 tableau des 30 crues catastrophiques attestées de 415 av. J.-C. à 398 ap. J.-C).

155 Histoire Auguste, Vita Marci, XII, 14.

confirment pleinement le témoignage de l'Histoire Auguste, tant pour la gravité que pour la chronologie et l'extension. Les sources juridiques témoignent des mesures prises par les empereurs pour réguler les transactions concernant les céréales<sup>156</sup>. Une inscription fameuse témoigne précisément de leur action, en 165, par l'intermédiaire du juridique Arrius Antoninus, pour aider la cité de Concordia<sup>157</sup>, en Italie du Nord, qui était gravement menacée par la faim. D'autres inscriptions peuvent être rapprochées de ce dernier témoignage. Plus parlant encore est le fameux texte de Galien décrivant les ravages que ces famines causèrent sur la santé des plus pauvres et des plus fragiles<sup>158</sup>. Selon Galien les famines frappèrent plusieurs régions de l'empire. Le médecin grec est à cet égard un témoin fiable puisqu'il a voyagé entre 161 et 169 en Italie, autour de Rome et dans le Nord, et en Asie Mineure. Dans cette dernière région, François Kirbihler a récemment souligné l'apport des sources numismatiques pour comprendre cette crise frumentaire, en particulier autour de la grande cité d'Éphèse. Il a aussi attiré à nouveau l'attention sur les témoignages que les inscriptions des oracles de Claros peuvent fournir quant à la météorologie<sup>159</sup>. Cependant ces oracles sont mal datés, et si certains peuvent se rapporter à notre période, cela n'est pas nécessairement le cas pour tous<sup>160</sup>. Des témoignages plus précisément datés se rapportent cependant à des troubles sociaux qui peuvent correspondre aux conséquences politiques du mécontentement provoqué par les disettes<sup>161</sup>. C'est Galien tout d'abord qui nous informe que sa cité natale, Pergame, connut une *stasis*, qui se termina vers 166<sup>162</sup>. Quelques mois plus tard semble-t-il, Aelius Aristide, dans une longue parénèse de son Panégyrique à Cyzique en l'honneur du temple<sup>163</sup>, en passant certes sous silence les aspects déplaisants des dernières années – c'est la loi du genre – admoneste ses auditeurs, les exhorte à la concorde, à l'harmonie, leur rappelle les règles du convenable, c'est-à-dire du respect de l'ordre social établi, ajoutant qu'une telle attitude est »tout particulièrement adaptée aux circonstances actuelles«<sup>164</sup>. Signe vraisemblable que les divisions menaçaient les cités, sans doute aussi que les rivalités traditionnelles opposant ces microcosmes s'étaient exacerbées. Bien des raisons pouvaient expliquer un regain de tensions entre les cités<sup>165</sup>, les problèmes frumentaires s'y ajoutèrent probablement avec un poids parfois dramatique. Le rappel au thème de la Concorde, enrichi des échos récents que lui apportait le règne conjoint de deux Augustes, paraissait alors pertinent, pour ne pas dire urgent aux yeux d'Aelius Aristide: les tensions étaient élevées. Contexte général qui rend d'autant plus compréhensible l'exaltation du thème, à la même époque, dans les séries monétaires commentées par F. Kirbihler<sup>166</sup>.

Entre 161 et 166 dans l'empire romain la question frumentaire est donc critique à plusieurs reprises et sur une vaste étendue géographique, avec des conséquences politiques et sociales importantes. Une partie au moins de ces difficultés peut s'expliquer par des raisons climatiques, mais d'autres facteurs purent les aggraver: ainsi la guerre occasionna ponctuellement des prélèvements importants. Mais il faut remarquer que des indices littéraires de difficultés climatiques existent, en l'absence de données dendrochronologiques riches<sup>167</sup>, il faut nous tourner vers eux.

<sup>156</sup> Histoire Auguste, Vita Marci, XI, 2-3 semble confirmé par Digeste, XLVIII, 12, 3-3,1 et L, I, 8.

<sup>157</sup> CIL V, 1874 (ILS, 1118); sur ce cas et son contexte voir Rossignol 2004, 82; 95-101; 1300-1305.

<sup>158</sup> Galien, De alimentibus siccis, Kühn, VI, 749-752; voir en dernier lieu Kirbihler 2006.

<sup>159</sup> Kirbihler 2006 en particulier 623-624. Nous nous montrons cependant plus nuancé quant au bilan de la peste de 166, et il nous semble que les famines la précèdent assez généralement. Par ailleurs, notre analyse s'arrête vers 167, il n'est pas sûr que les difficultés réelles de 170 mentionnées par Kirbihler 2006 soit directement liées à la perturbation que nous avons identifiée.

<sup>160</sup> Rossignol 2004, 1264-1271; en dernier lieu voir Jones 2005; 2006.

<sup>161</sup> On ne saurait bien sûr lier tous les troubles qui touchent l'empire vers 166 à la seule question frumentaire.

<sup>162</sup> De praenot. Ad Epigen., 8, 15; Nutton 1979, 117 avec commentaire p. 181. Voir Quet 2002, 148.

<sup>163</sup> Voir ibidem en particulier 139-150.

<sup>164</sup> Traduction Quet 2002, 141.

<sup>165</sup> Quet 2002, 145-146.

<sup>166</sup> Kirbihler 2006.

<sup>167</sup> Lambert/Durost/Cuaz 2005, 249 fig. 5. Pang 2000 signale des »épisodes froids« dans des séries américaines et russes entre 170 et 190: la coïncidence chronologique est cependant trop imprécise pour supposer un lien direct.

## Une perturbation climatique de grande ampleur entre 164 et 166

Il faut d'abord rapidement évoquer le cas de deux inscriptions datées de 163 et 164 et mentionnant des réparations du réseau routier après les dégâts causés par d'importantes inondations, l'une en Gaule à Bourg-Saint-Maurice<sup>168</sup> et l'autre en Syrie à Abila<sup>169</sup>. De telles inondations sont la trace d'un événement météorologique important, mais en général très ponctuel et très local. Ce fut sans doute le cas et il n'y a pas de raison de lier les deux inscriptions similaires à un même contexte. Il ne faut pas en effet se laisser abuser par l'apparent synchronisme de ces deux attestations qui se trouvent dans deux régions très éloignées l'une de l'autre. La date des inscriptions indique en effet l'achèvement des travaux de réparation, et non le moment de l'inondation, le délai entre les deux nous étant inconnu. La concomitance de ces deux témoignages doit donc être, selon nous, plutôt attribuée au rythme des pratiques administratives romaines qu'à une rencontre météorologique: tant en Gaule qu'en Syrie la remise en état du réseau routier se situe à l'issue d'un recensement, activité administrative organisée sur un rythme de quinze ans et qui était l'occasion souvent de faire le bilan de l'état du réseau des voies et d'engager des travaux de remise en ordre<sup>170</sup>. Les deux inondations importantes ne sont donc pas nécessairement à placer au début des années 160, mais peuvent avoir été plus anciennes, et leur mention ne renvoie peut-être pas tant à leur gravité qu'au besoin de mettre en valeur les principaux acteurs des réparations. Si l'épigraphie se révèle ici décevante pour l'histoire du climat, d'autres sources sont heureusement plus riches.

Dans le document exceptionnel que sont ses Discours sacrés<sup>171</sup>, Aelius Aristide, ne fait pas que détailler ses rêves et ses maladies, il donne de multiples indications sur de nombreux aspects du monde dans lequel il vivait. L'une d'entre elles prend pour nous une valeur toute particulière. Presque dès le tout début, son texte nous apprend que l'hiver de 165-166 fut très rude et que nul ne l'avait oublié lorsqu'il rédigea son texte, cinq ans plus tard environ: les mois de décembre 165 et janvier 166 avaient connu des tempêtes continues et violentes<sup>172</sup>. Il y a là, à notre avis, un indice fort d'une difficulté climatique. Il reçoit une confirmation notable d'une autre source qui appartient cependant à un monde dont Aelius Aristide ignorait sans doute tout: la Chine des Han<sup>173</sup>.

Par une de ces rencontres que savent parfois ménager les hasards de l'histoire, au moment précis où les deux plus grands empires de l'antiquité s'effleurèrent, sans réellement se connaître<sup>174</sup>, ils souffraient tous deux des mêmes maux, confrontant leurs dirigeants respectifs, les Antonins d'une part et les Han de l'autre, à une situation très exigeante. Si la chronique des Han postérieurs, le Heou Han Chou de Fan Ye, rassemble des indications météorologiques parfois intéressantes<sup>175</sup>, un témoignage postérieur nous semble plus parlant. Il s'agit d'un passage du Miroir pour le bon gouvernement (Zizhi tongjian<sup>176</sup>) de Sima Guang, le grand historien de la dynastie Song, lointain héritier de Sima Qian et de ses Mémoires historiques. Assez souvent ses informations peuvent être recoupées avec le Heou Han Chou, comme pour la peste de février 161<sup>177</sup>. L'année 161 est par ailleurs marquée de phénomènes météorologiques forts et en apparence contradictoires, pluie et grêle sur la capitale (un très fort orage?) début juillet, mais une sécheresse à l'au-

<sup>168</sup> CIL XII, 107; mise en relation avec le contexte climatique global du II<sup>ème</sup> siècle par Provost 1984, 72.

<sup>169</sup> CIL III, 199 (ILS 5864) voir aussi CIL III, 200 et 201.

<sup>170</sup> Christol 2005, 81 (sur les travaux routiers); 126 n. 62 (sur le cens en 161). 44. Sur la question des inondations voir infra p. 425.

<sup>171</sup> En dernier lieu voir Pernot 2002.

<sup>172</sup> Orat. XLVII, 5; Festugières 1986, 30.

<sup>173</sup> Sur les perturbations volcaniques et le climat chinois: Atwell 2001 avec de bons exemples de synchronismes entre l'Occident et l'Asie orientale pour les périodes médiévales et moder-

nes (par exemple p. 59). Comparer dans le détail les témoignages du II<sup>ème</sup> siècle à l'information rassemblée par William Atwell serait intéressant, mais dépasse nos compétences.

<sup>174</sup> Raschke 1978 en particulier 645. Robert 1993 propose une synthèse commode de la question; voir aussi en dernier lieu Bernard 2005.

<sup>175</sup> Pang 2000.

<sup>176</sup> Nous nous basons sur la traduction commentée de De Crespigny 2003.

<sup>177</sup> De Crespigny 2003, chap. 54, 1757 A (Yanxi 4) et note 2. La peste précédente date de 151, la suivante de 173.



tomne. L'hiver connaît des mutineries, et l'été de l'année suivante du brigandage<sup>178</sup>. Selon Sima Guang, l'année 163 connaît des difficultés agraires marquées<sup>179</sup>: l'automne fut humide et pluvieux, les semailles tardives, les greniers étaient vides. La chronique météorologique de l'année Yanxi 7 (février 164 à février 165) n'enregistre en apparence que peu de faits, mais ils sont significatifs pour nous: pluies et grêle sur la capitale en juillet<sup>180</sup>. L'année suivante est marquée par la misère, le brigandage, des mutineries<sup>181</sup>. Dès mars 166, l'empereur s'inquiéta de la situation frumentaire, et les famines firent des ravages dans les populations<sup>182</sup>. La mousson fut peut-être en avance et localement forte<sup>183</sup>. Sima Guang cite alors un assez long document, dont les indications météorologiques sont ignorées en apparence du Heou Han Chou<sup>184</sup>. Dans ce document, Xiang Kai<sup>185</sup> présente deux mémoires à l'empereur, lui adressant de sévères reproches, et brossant un portrait très sombre de la situation, s'étendant largement sur les signes du ciel. Nous y gagnons une information riche: il rappelle que l'hiver 164-165 fut extrêmement froid et rigoureux, des animaux et des végétaux moururent de froid en nombre. Il signale que le printemps et l'été furent aussi marqués par le froid, la grêle, les fortes pluies, des orages<sup>186</sup>, que la peste frappe encore toutes les populations<sup>187</sup>. Les lettrés du palais jugèrent les *memorandum* de Xiang Kai excentriques, et l'on peut penser que certaines parties de sa description des malheurs des temps cédaient à une certaine rhétorique. Cependant l'empereur, selon Sima Guang, jugea que si ses mots étaient excessifs, il s'était appuyé sur les signes du ciel<sup>188</sup>. Xiang Kai n'eut donc que la punition la plus légère prévue par la règle<sup>189</sup>. La fin de l'année fut marquée par des actes de brigandages<sup>190</sup>, des troubles. La rencontre des situations climatiques, frumentaires et sociales à Rome et en Chine ne saurait à notre avis relever de la pure coïncidence, les deux grands empires étaient confrontés à des difficultés dont une partie des causes au moins leur était complètement externe. Les éruptions importantes semblent induire, pour les régions nordiques, un schéma de refroidissement en deux temps, d'une part un refroidissement rapide, dans le cas des éruptions tropicales, survenant dans un délai d'un mois et durant de 3 à 6 mois, puis une seconde période de froid suivant dans un délai d'un à cinq ans, souvent vers la deuxième ou troisième année: l'éruption de 1258 témoigne bien d'un tel phénomène touchant l'Europe de l'Islande à l'Italie du Nord, au moins<sup>191</sup> et peut-être aussi la Turquie, la Syrie et l'Iraq<sup>192</sup>. Bien que de moindre ampleur l'éruption de ca. 162, pourrait donc peut-être expliquer les disettes et les froids bien attestés entre 164 et 166; compte tenu de la marge d'erreur des datations, on peut aussi rapprocher la date supposée de l'éruption des troubles climatiques les mieux connus, et vouloir la fixer vers 163-164. Cela cependant ne nous semble pas nécessaire: si l'éruption doit être située dans l'hémisphère nord, son influence doit être lisible dans les crues du Nil. Or les crues de 164 et 165 furent bonnes<sup>193</sup>. En revanche celle de 162 fut très faible, ce qui correspond à la date indiquée par GISP2 pour l'éruption. Les années précédentes – de 159 à 161 – avaient été marquées par des crues vraisemblablement trop fortes entraînant de mauvaises récoltes. Des crues insuffisantes se manifestèrent à nouveau en 166, 168, 169 et 170, l'année 167 semblant juste bonne. Il n'est pas nécessaire cependant de lier ces faibles crues à l'éruption, compte tenu du délai qui les sépare. Elles n'améliorèrent pas en tout cas la situation sanitaire et fiscale de la province.

<sup>178</sup> Ibidem chap. 54 (Yanxi 5).

<sup>179</sup> Ibidem chap. 54, 1765 D (Yanxi 6).

<sup>180</sup> Ibidem chap. 55, 1773 M (Yanxi 7) et voir note 31 pour un témoignage similaire dans le Heou Han Chou.

<sup>181</sup> Ibidem chap. 55, 1781 Q-R (Yanxi 8).

<sup>182</sup> Ibidem chap. 55, 1786 C (Yanxi 9), note 8. Le Heou Han Chou confirme Sima Guang, voir Pang 2000).

<sup>183</sup> De Crespigny 2003, chap. 55, 1786 E (Yanxi 9), note 11.

<sup>184</sup> Ibidem chap. 55, 1791 S (Yanxi 9), note 43: l'hiver sévère de 169 dans le Heou Han Chou serait le décalque de l'hiver de 164 mentionné en 169 par le document cité par Sima Guang.

<sup>185</sup> Ibidem chap. 55, 1791 S (Yanxi 9), note 38 avec renvoi à ses travaux antérieurs sur le personnage.

<sup>186</sup> Ibidem chap. 55, 1791 S (Yanxi 9), et note 44 sur la divergence avec le traité des Cinq éléments du Heou Han Chou.

<sup>187</sup> Ibidem chap. 55, 1792 S (Yanxi 9).

<sup>188</sup> Ibidem chap. 55, 1793 S (Yanxi 9).

<sup>189</sup> Ibidem chap. 55, 1793 S (Yanxi 9), note 62.

<sup>190</sup> Ibidem chap. 55, 1793 X (Yanxi 9).

<sup>191</sup> Stothers 2000, 365.

<sup>192</sup> Ibidem 366.

<sup>193</sup> Bonneau 1971, 187-189; 249-251.

## Le contexte et l'impact de la peste antonine

Si le contexte climatique particulier de leur arrivée n'a apparemment pas été souvent relevé, la visite que des «ambassadeurs»<sup>194</sup> du Ta-T'sin – c'est-à-dire Rome – rendirent à l'empereur Houan-ti' dans la neuvième année de la période Yèn-hi (166)<sup>195</sup> a suscité un certain nombre d'hypothèses. Cette présence romaine directe en extrême orient symboliserait les liens plus rapprochés de Rome et de l'Asie du Sud. Ces contacts entre ces deux régions auraient brisé l'isolement qui existait auparavant entre deux réservoirs de maladies, libérant une terrible pestilence qui frappa alors l'empire romain<sup>196</sup>. Cette «peste», aujourd'hui généralement identifiée à la variole<sup>197</sup>, aurait dans ce cas frappé un empire romain immunologiquement vierge, la variole ne s'installant durablement dans le bassin méditerranéen qu'après 164<sup>198</sup>. Sa virulence aurait alors été particulièrement forte, et le bilan très lourd. Ainsi s'expliquerait aussi sa diffusion à tout l'empire.

Pour les époques plus récentes, l'irruption de maladies épidémiques graves à la suite des perturbations volcaniques est aussi bien attestée: c'est le cas en 1258 par exemple<sup>199</sup>, mais aussi sous Justinien semble-t-il ou encore en 627-639 et même après l'éruption du Laki en 1784-1787<sup>200</sup>. Cela s'explique à la fois par un possible effet direct des conditions climatiques, mais aussi par l'affaiblissement général causé par les disettes<sup>201</sup>. Comme pour les famines bien sûr, on ne saurait lier toute maladie pestilentielle à une perturbation volcanique<sup>202</sup>: la grande et terrible peste noire de l'époque médiévale comme la peste de l'époque de Cyprien et Dèce, pour notre période, n'apparaissent pas en liaison avec une perturbation volcanique particulière. Par ailleurs il est tout à fait concevable qu'une perturbation volcanique aggrave et étende une épidémie déjà déclarée: cela semble avoir été le cas du Tambora<sup>203</sup>. Plus que les voyages de commerçants, le contexte climatique de la première moitié des années 160 a pu favoriser l'extension vers l'occident d'une épidémie qui avait peut-être débuté en Chine, nous l'avons vu, en 161<sup>204</sup>. Est-il alors nécessaire d'imaginer que la «peste antonine» fut une maladie entièrement nouvelle pour l'empire et de justifier son extension par ce caractère de maladie «émergente»? Peut-on d'ailleurs imaginer que Rome et la Chine étaient, avant le deuxième siècle de notre ère, des milieux microbiologiquement isolés. Ne serait-ce pas faire bon marché de la présence de nombreux peuples intermédiaires, avec en premier lieu les Parthes? D'échanges déjà bien attestés<sup>205</sup>? Au regard des cas attestés de perturbations volcaniques, la survenue et l'extension de la «peste antonine» ne constituent pas un événement original, c'est son absence qui aurait été étrange. Signalons enfin qu'il semble que la variole se diffusait plus facilement dans les mois froids de l'hiver<sup>206</sup>, elle trouva sans doute vers 164 au plus tard un contexte climatique qui n'était pas apparu depuis de longues années, voire des décennies: sa virulence ne s'expliquerait pas tant par sa nouveauté que par les conditions du moment. L'épidémie s'explique aussi, évidemment par les famines et leurs effets sur la santé des popula-

194 Voir Raschke 1978, 645. 855 n. 850.

195 Voir Robert 1993, 11.

196 Nous paraphrasons ici Frier 2000, 815, l'idée est empruntée à McNeill 1983. Sur l'épidémie voir en dernier lieu Jones 2005; 2006.

197 Littman/Littman 1973. On notera toutefois qu'il n'y a pas d'attestation absolument certaine de la variole dans l'antiquité, voir ainsi Aufderheide/Rodriguez-Martin 1998, 207.

198 Voir ainsi Frier 2000, 794, article qui n'opte pourtant pas pour un bilan maximaliste de l'épidémie, même s'il en fait une rupture fondamentale de la démographie de l'empire.

199 Stothers 2000.

200 Stothers 1999, 719.

201 Ibidem; Stothers 2000, 366. Voir infra.

202 Stothers 1999, 720.

203 Ibidem 719-720.

204 Pang 2000 a le premier, semble-t-il, lié la peste antonine à ce contexte climatique particulier.

205 Voir Bernard 2005 en particulier 966. L'exemple américain montre la diffusion de la maladie avant l'établissement de contacts réguliers, voir Upham 1986 et Sundstrom 1997, 322-323.

206 Hopkins 1983. Cela s'accorde avec les observations de Galien sur les ravages de l'épidémie dans les troupes romaines durant l'hiver – rude encore une fois – de 168-169 à Aquilée, voir Rossignol 2004, 1300 n. 3. C'est moins le froid que la faible humidité de l'air qu'il cause qui aide le virus. Sur les liens entre la variole et le climat voir Upham 1986.

tions, phénomène bien connu et largement attesté, même si les rapports entre la famine et l'épidémie ne sont pas univoques<sup>207</sup>. En la replaçant dans un contexte plus large, et en précisant une des causalités qui explique sa diffusion, l'identification d'une perturbation climatique d'origine volcanique dans les années 160, permet de mieux comprendre la «peste antonine», et lui enlève une partie de son caractère exceptionnel, sans dénier pour autant sa gravité. Nous y voyons une raison de plus<sup>208</sup> pour ne pas rallier les bilans maximalistes parfois avancés dans le débat qui s'est développé depuis une dizaine d'années sur l'impact de la «peste antonine». On remarquera à cet égard que certaines des courbes dressées par Richard Duncan-Jones pour mettre en évidence les effets de la peste peuvent d'une part témoigner des difficultés – certes bien plus légères – que nous avons pu supposer sous Antonin le Pieux après 154, mais surtout d'autre part montrer que la baisse importante des années 160 est parfois amorcée vers 161-162 et donc avant 165, date supposée de l'irruption de l'infection<sup>209</sup>.

La découverte d'une importante période de perturbations climatiques d'origine volcanique entre 155 et 165 rend possible, désormais, une meilleure compréhension des difficultés nombreuses qui marquèrent le règne de Marc Aurèle, en particulier vers le milieu des années 160; famines, épidémie, importants troubles sociaux et militaires – les premières attaques sur le Danube se situent vers 165. Nul doute aussi que la crise conjoncturelle rencontra des fragilités plus structurelles, engageant un déséquilibre fort appelé à une certaine durée et dont les conséquences démographiques, sociales et surtout politiques se faisaient encore sentir au début des années 190.

### **De l'incertitude des hypothèses: l'éruption du Lac Taupo (Nouvelle-Zélande) n'a pas eu lieu sous Commode?**

Entre le deuxième et le troisième siècle de notre ère, la région de l'actuel Lac Taupo en Nouvelle-Zélande fut le théâtre de ce qui fut sinon la plus puissante éruption volcanique des temps historiques, au moins une des toutes premières, de niveau équivalent à celle du Tambora, et peut-être du volcan inconnu de ca. 1258. La datation précise en est cependant controversée en raison des incertitudes sur la calibration des dates établies au carbone 14 dans l'hémisphère sud<sup>210</sup>. Les données dendrochronologiques qui pourraient permettre l'établissement d'une courbe de calibration sont en effet encore très lacunaires, et il n'est pas sûr que la déviation standard la plus souvent utilisée soit correcte. C'est pourquoi on chercha à établir une datation plus précise à partir d'autres données, et qu'en 1980 la date de 185-186 de notre ère fut proposée sur la base, en partie, de l'histoire romaine<sup>211</sup>. Cette proposition, qui connut un assez grand succès<sup>212</sup>, s'appuyait en particulier sur un passage de l'*Histoire Auguste* selon lequel le ciel s'embrasa peu avant la guerre des déserteurs: «*ante bellum desertorum caelum arsit*»<sup>213</sup>. À défaut d'être bien connu, cet épisode du règne de Commode a cependant le mérite d'être bien daté<sup>214</sup>, et l'embrasement du ciel pou-

<sup>207</sup> Dans ce domaine les sources antiques ne nous permettent de réfléchir que par comparaison avec des cas plus récents, on pourra voir ainsi les réflexions de Lardinois 1982, 378-379; sur les liens entre la famine et la variole: Sundstrom 1997, 317-321.

<sup>208</sup> Voir Carrié/Rousselle 1999, 521-526; Rossignol 2004, 1244-1329 pour une discussion approfondie de l'épidémie et notamment 1311-1329 sur son impact.

<sup>209</sup> Duncan-Jones 1996, cela est le plus visible dans p. 125 fig. 7 (documentation égyptienne) et p. 130 fig. 14 (blocs datés des carrières phrygiennes).

<sup>210</sup> Sparks et al. 1995.

<sup>211</sup> Wilson et al. 1980.

<sup>212</sup> La critique que lui adressèrent assez rapidement Stothers/Rampino 1983b ne semble pas avoir été toujours entendue; dès 1981 la question de la visibilité dans l'hémisphère nord des effets atmosphériques du Taupo avait fait l'objet d'un débat dans *Nature*: voir Froggatt 1981 et Wilson et al. 1981.

<sup>213</sup> *Histoire Auguste*, *Vita Commodi*, XVI, 2.

<sup>214</sup> Voir Alföldy 1971 et Linderski 2003 notamment pour une discussion approfondie de l'expression *caelum arsit* pp. 252-254 avec liste de la quinzaine d'attestations connues.

vaît sembler correspondre aux couchers de soleil flamboyants bien attestés lors de la présence d'aérosols volcaniques dans la stratosphère. Par ailleurs le Heou Han Chou chinois<sup>215</sup> semblait fournir des données similaires qui authentifiaient le prodige romain, à défaut d'en fournir une interprétation univoque. Une quinzaine d'années plus tard cependant, l'examen de GISP2 ne révéla aucun pic acide pour la période 185-186. Il fut pourtant proposé d'identifier l'éruption à un pic acide, correspondant à la présence de marqueurs volcaniques, situé en  $181 \pm 2$ <sup>216</sup>, en raison de la proximité de cette date avec l'une des datations au radiocarbone la plus couramment retenue alors et qui place l'éruption vers 180<sup>217</sup>. Du point de vue de l'histoire ancienne cependant on ne peut pas descendre la date de la guerre des déserteurs en 183: il n'y a donc pas de raison de lier les présages romains de 185-186 à une éruption volcanique, et encore moins au Taupo en particulier. Peut-on alors rapprocher l'embrasement du ciel mentionné par l'Histoire Auguste d'une supernova<sup>218</sup>, nettement attestée par Hérodien<sup>219</sup> et depuis peu très bien étudiée<sup>220</sup>? Il est vrai alors que, plus que *caelum arsit*, on attendrait *stella arsit*<sup>221</sup>. Quoi qu'il en soit quant à ce dernier point, l'histoire antique n'apporte pas de raison de privilégier une date dans les années 180 pour l'éruption du Taupo, seule la coïncidence du témoignage des carottes – une éruption a perturbé l'atmosphère vers 180 – et du carbone 14 soutient l'hypothèse, mais cette coïncidence est fragile. En 1995, en effet, une étude basée sur la dendrochronologie proposa de dater l'éruption du Taupo de  $232 \pm 15$ <sup>222</sup>, date qui peut convenir aux données de GISP2<sup>223</sup>. La récente découverte d'un signal volcanique vers 186 dans une carotte d'Amundsenisen à l'est de l'Antarctique a été mise en rapport avec la datation proposée en 1980<sup>224</sup>. Elle n'est pourtant pas probante. D'une part car cette date de 186 a une marge d'erreur assez large ( $\pm 23$  ans) et d'autre part car d'autres signaux sur cette même carotte peuvent convenir pour la datation dendrochronologique récemment proposée:  $221 \pm 22$  et  $250 \pm 22$ . Observons aussi que la latitude très méridionale du Taupo ne garantit pas, quelle que fut la puissance de l'éruption, une dispersion de ses aérosols dans l'hémisphère nord: la date définitive de l'éruption du Taupo, et l'examen de ses éventuelles conséquences climatiques, ne pourront donc se faire que par la confrontation d'une courbe de calibration complète du carbone 14 dans l'hémisphère sud et de données glaciologiques en provenance de l'Antarctique. En illustrant les difficultés et les fragilités des hypothèses construites sur des rapprochements *a priori* entre les textes et d'autres données, le cas du Lac Taupo constitue selon nous un nécessaire rappel à la prudence: un rapprochement isolé ne prouve rien, c'est un faisceau de données multiples qui peut seul être pris en compte.

215 Wilson et al. 1980. Voir Pang 2000: les sources chinoises ne renvoient pas explicitement à 185-186.

216 Voir Zielinski 1995, 20939 n° 7. On trouvera un bilan des diverses datations proposées dans Lowe/De Lange 2000, 403-405; voir aussi Clarkson et al. 1995, 267-268 et Holdaway/Beavan 1999, 193. Le signal de  $181 \pm 2$  dans GISP2 correspondrait à celui de 178 dans Dye 3 selon Pang 2000 qui signale que Dye 3 présente par ailleurs une couche de cendre vers 174-175.

217 Il s'agit de la date retenue dans le recueil de référence de Simkin/Siebert 1994, 54. 185.

218 Stothers 1977. Il faut noter avec Pang 2000 que si la nova était visible, l'opacité atmosphérique était faible.

219 Hérodien, I, 14, 1. Le passage est postérieur à celui concernant Maternus et les déserteurs (I, 10-11) et à celui concernant la peste (I, 12), mais s'agissant d'une liste de prodiges et de présages Hérodien a pu tous les rapporter au plus important à ses yeux, l'incendie qui se déclara dans le temple de la Paix.

220 Discussion détaillée des sources chinoises: Fu-Yuan Zhao/Strom/Shi-Yang Jiang 2006. La supernova fut visible du 7 décembre 185 jusqu'en juillet ou août 186 au moins et peut-être en fait jusqu'en juillet ou août 187. Son identification traditionnelle avec la nébuleuse RCW 86 a été pleinement confirmée très récemment par une étude conjointe de la NASA et de l'ESA: Brunier 2006. Il reste à imaginer ce que cela pu inspirer aux Romains férus d'horoscopes (Histoire Auguste, Vita Severi, III, 9).

221 Linderski 2003, 252 n. 62.

222 Sparks et al. 1995, appuyé depuis par les résultats de Holdaway/Beavan 1999, 202. La discussion de la date de l'éruption du Taupo par Haas 2006, 253-254 ignore ces résultats ainsi que l'étude de Zielinski et repose pour l'essentiel sur les anciennes datations au carbone 14, la couche de cendre dans Dye3 et la carotte GRIP.

223 On observe en effet un pic en 218, un autre en 229 et un troisième en 237 (GISP2 Volcanic markers). Voir notre **fig. 3**.

224 Traufetter et al. 2004, 141 table 1, n° 49 et p. 144 table 2.

Reste cependant la question du signal volcanique de ca. 181. Wolfgang Vetter<sup>225</sup> et Heinrich Zabełlicky ont proposé de mettre en relation les indices d'une détérioration climatique au tournant des deuxième et troisième siècle avec l'éruption du Taupo, qu'ils situent en 180. Ils ont ainsi attiré l'attention des chercheurs sur un ensemble de données archéologiques et historiques pouvant témoigner d'un climat devenu alors plus froid et plus humide et de ses conséquences pour l'empire romain et ses voisins<sup>226</sup>. Si ce dernier constat nous semble en grande partie recevable, nous pensons qu'il faut rejeter le lien avec l'éruption du Taupo, d'une part en raison de sa date vraisemblablement plus tardive, d'autre part parce qu'en l'état actuel de nos connaissances climatiques on ne peut considérer qu'une seule éruption volcanique ponctuelle, aussi puissante fut-elle, puisse entraîner des conséquences climatiques sur une période aussi longue que celle considérée par Wolfgang Vetter et Heinrich Zabełlicky. Nous verrons qu'il faut bien placer un refroidissement, et sans doute plus d'humidité, à partir de la seconde moitié du deuxième siècle, mais que si les éruptions ont pu jouer un rôle dans ce changement, c'est plutôt par leur récurrence à partir de 154, et qu'elles ne suffisent vraisemblablement pas à expliquer le changement sur le long terme. Il est risqué aussi de déterminer la chronologie d'un changement climatique à partir des réactions anthropiques à ce dernier: si les constructions et les implantations humaines à partir de ca. 200 semblent prendre acte d'un climat moins clément, elles ne le font peut-être qu'avec un certain retard. Pour juger de l'éventuel impact de l'éruption dont témoigne le signal de 181 dans GISP2, il faut en rester à l'analyse du court terme, c'est-à-dire de la situation dans la première moitié des années 180. Il nous semble alors difficile de lui attribuer explicitement des perturbations agraires ou sociales. Le début du règne de Commode n'en manque pas<sup>227</sup>, mais elles peuvent trouver très largement leur explication dans les difficultés des années précédentes, dans l'impact de la longue période de guerres que connurent l'empire et ses régions frontières entre 161 et 180. Les troubles qui se manifestent alors dans les régions danubiennes apparaissent surtout comme les derniers épisodes et les conséquences directes de ces longs et difficiles conflits. Par ailleurs le début du règne de Commode représenta sans doute une reprise non négligeable: les grandes guerres s'étaient éloignées, le commerce reprenait, et les provinces pouvaient retrouver une certaine prospérité même si la «peste antonine» pouvait encore sévir localement<sup>228</sup>. Cela ne doit pas pour autant masquer le fait que l'éruption de 181 ait bien eu des conséquences climatiques, parfois localement dramatiques. À cet égard la mise en relation, proposée par Wolfgang Vetter et Heinrich Zabełlicky, avec l'inondation catastrophique d'Ovilava entre 170 et 210 environ est frappante. La question de l'impact exact de l'éruption de ca. 181 est donc très largement ouverte, il nous semble cependant qu'elle doit être distinguée de la question plus vaste des conditions climatiques que connaît l'empire romain au troisième siècle, ou du moins qu'on ne peut rapporter à cette seule éruption les changements climatiques constatés ou supposés à l'échelle du siècle ou du demi siècle sur cette période.

<sup>225</sup> Monsieur Vetter a bien voulu échanger avec nous à propos de ses travaux et nous faire parvenir certaines de ses publications. Nous y avons trouvé une matière stimulante, et l'encourageons à poursuivre cette enquête.

<sup>226</sup> Voir notamment Vetter/Zabełlicky 2002; 2004.

<sup>227</sup> Sur les difficultés frumentaires du règne voir en dernier lieu Lo Cascio 2002, 102-105.

<sup>228</sup> La mention de la peste en 182 en Norique sur CIL III, 5567 a été contestée par Hameter 2000, 42-44 mais semble bien réelle: Schmidt 2004.

## LA »CRISE DU TROISIÈME SIÈCLE« ET SON CONTEXTE CLIMATIQUE

### Un volcanisme plus actif?

»[...] multiple eruptions closely spaced in time and especially mega-eruptions, have the potential to impact social and economic systems on decadal to possibly centennial scales«<sup>229</sup>, cette phrase de G. Zielinski peut-elle s'appliquer lorsque l'on considère la période qu'ouvre la fin de l'époque antonine? En effet, à la différence de l'éruption du Vésuve de 79, les éruptions de la fin de cette dynastie annonçaient une période plus intense en volcanisme. Sur le graphique d'estimation de l'opacité tiré de GISP2, après les éruptions de l'époque antonine dont la dernière se situe, nous l'avons vu, vers 181, le III<sup>e</sup> siècle voit se succéder des éruptions quasiment tous les vingt ans: vers 220, 240, 260 – la plus forte perturbation du siècle –, 280 et un peu après 300<sup>230</sup>. Il s'agit là d'éruptions d'ampleur inégale et la courbe ne retrace pas au demeurant toutes les traces d'activités volcaniques. Ainsi, on peut noter l'absence de l'éruption du Vésuve rapportée par Dion Cassius en 202<sup>231</sup>, éruption somme toute faible sans doute. Cette absence n'est pas en soi surprenante: d'une part, aucune carotte nous l'avons dit n'est une archive glaciaire parfaite, le dépôt des aérosols peut varier grandement d'une zone à une autre<sup>232</sup>, d'autre part les éruptions les moins puissantes ne laissent pas nécessairement de pic acide suffisamment élevé pour être décelable sur le bruit de fond de la carotte<sup>233</sup>.

Le troisième siècle fut aussi une période au volcanisme très actif dans l'hémisphère sud. Les données récentes des carottages d'Amundsenisen<sup>234</sup> présentent en effet une succession fort similaire puisque des éruptions y sont attestées en 186, 221, 250, 279, 315 et 341, avec une marge d'erreur d'environ une vingtaine d'années sur les dates. Il n'est pas nécessaire cependant de chercher à identifier les éruptions des deux séries<sup>235</sup>. Quoi qu'il en soit la plus grande intensité du volcanisme global au fil d'un long troisième siècle est bien attestée. L'effet d'éruptions récurrentes est discuté, en particulier sur la question de savoir si elles peuvent entraîner un refroidissement durable du climat<sup>236</sup>. On ne doit pas pour autant envisager pour chacune de ces éruptions un effet climatique sensible: dans son article de 1995, Gregory Zielinski ne mettait en évidence qu'un groupe de deux perturbations stratosphériques importantes, dans les années 260, en 265 et 268 précisément. Dans ces deux derniers cas, un impact au moins hémisphérique est certain. Pour les autres, on ne peut conclure à un tel impact. Eurent-ils parfois un impact moins vaste et plus bref? Ce dernier toucha-t-il l'empire romain? Quelle fut par ailleurs la durée des conséquences des perturbations de l'époque antonine? Nous ne saurions le dire. La possibilité, pour chaque génération, au troisième siècle, d'être affectée par au moins une mauvaise année supplémentaire, aurait compliqué toute récupération sur plus d'un siècle, accroissant sans doute à la longue les inégalités et les tensions sociales. On ne saurait imputer, en l'état actuel de nos connaissances, cette possibilité aux éruptions volcaniques révélées par GISP2, à l'exception des années 260, elle a pu cependant exister pour d'autres raisons.

<sup>229</sup> Zielinski 2000, 434.

<sup>230</sup> Voir **fig. 1; 3**. Les dates précises des signaux acides sont: 218, 229 (très faible), 237, 262-265, 268-270 (ces deux derniers pics étant très importants), 281-283, 304, 318, 324-326, 332 (GISP2 Volcanic markers). Comparer avec les données de la **fig. 4**.

<sup>231</sup> Dion Cassius LXXVII (LXXVI), 2, 1-2. L'éruption semble bien attestée en revanche par GRIP, voir **fig. 4**.

<sup>232</sup> Krakauer/Randerson 2003, [23]. À un autre niveau on peut noter que le Kuwae est peut-être absent des données de GISP2 et de GRIP: Gao et al. 2006, [9], cela ne s'explique pas seulement par sa position en latitude sud car il semble présent sur Dye 3.

<sup>233</sup> Miles/Grainger/Highwood 2003, 2.

<sup>234</sup> Traufetter et al. 2004, 141 table 1.

<sup>235</sup> Sur le très faible nombre de signaux communs aux deux hémisphères au premier millénaire, voir Cole-Dai et al. 2000.

<sup>236</sup> La succession d'éruptions, certes plus importantes, au début du dix-septième siècle aurait occasionné une perturbation de très longue durée semble-t-il, voir Briffa et al. 1998. Sur le dix-septième siècle: Atwell 2001, 56-71. Sur les perturbations de longue durée: Salzer/Hughes 2007, 66. Pour Sadler/Grattan 1999, § 4 de tels phénomènes semblent avoir été surestimés.

## Des derniers Antonins à la Tétrarchie: »une parenthèse fraîche« après l'optimum romain?

Même si les recherches sur l'histoire du climat de l'empire romain sont encore peu nombreuses et dispersées, il a été avancé, nous l'avons vu, que le III<sup>e</sup> siècle ait été marqué par un refroidissement ainsi que par une plus grande humidité<sup>237</sup>. Il faut tout d'abord rappeler que le contexte général de la période romaine, à partir de 200-150 avant notre ère environ, est un contexte d'optimum climatique, avec des températures moyennes assez élevées. Les massifs montagneux d'Europe connurent alors un recul notable de leurs glaciers, recul que le réchauffement contemporain révèle dans toute son ampleur<sup>238</sup>. Établissant le bilan des données archéologiques connues en 1984, Michel Provost notait dans les régions gauloises, durant le deuxième siècle de notre ère, en insistant sur la seconde moitié de cette période, des changements touchant plusieurs cours d'eau: inondations plus fortes et plus courantes, exhaussement du niveau des eaux<sup>239</sup>. Ces modifications furent interprétées dans le cadre de la récente mise en évidence de l'optimum, elles auraient trahi le maximum du réchauffement et auraient été consécutives au recul des glaciers<sup>240</sup>. Depuis, nos connaissances se sont enrichies de nouvelles études portant sur les cours d'eau mais aussi sur les lacs alpins. L'hydrologie des fleuves entourant les Alpes semble marquée, aux deux premiers siècles de notre ère par des inondations importantes et récurrentes<sup>241</sup>. Mais les données sédimentaires ne peuvent pas constituer des indicateurs climatiques directs, l'intervention des hommes sur l'environnement peut amplifier des phénomènes alluviaux<sup>242</sup>, et il faut prendre garde à ne pas extrapoler trop rapidement des indications à la portée d'abord régionale. Le changement dans l'hydrologie de nombreux cours d'eau à la fin du deuxième siècle semble néanmoins assez largement constatable, on se gardera d'exagérer les inflexions climatiques qu'il peut refléter. Il nous semble acquis toutefois que le recul des glaciers était déjà effectué à cette période. L'hydrologie très active des fleuves comme le Rhône et le Rhin entre le dernier siècle avant notre ère et le deuxième siècle de notre ère a reçu des explications climatiques diverses, mais l'on a pu voir dans la recrudescence de crues du Rhône dans cette période la trace possible d'une »intensification des épisodes de crues par fonte de neige«<sup>243</sup>. Nul doute que des précisions sur la question émergeront de la confrontation croissante des données disponibles, toujours plus nombreuses au demeurant. À cet égard les carottes glaciaires du Groenland apportent des éléments qui nous semblent intéressants. À considérer leur données, la période qui va de 150 aux années 280 semble moins chaude. On peut en effet tenir la courbe du ratio des isotopes de l'oxygène dans les carottes glaciaires du Groenland pour une approximation des variations de températures de l'hémisphère nord. Tant GISP2 (**fig. 6**) que GRIP révèlent une »parenthèse fraîche« dans l'optimum romain<sup>244</sup>. Ce refroidissement ponctuel est confirmé par d'autres

<sup>237</sup> Burnand 1997, 108. Sur une plus grande humidité voir aussi les témoignages rassemblés par Vettters/Zabehlicky 2002; 2004. Sur les variations régionales dans ce dernier cas voir infra note n° 246. Pour les provinces de Germanie, Belgique et Rhétie voir désormais Haas 2006.

<sup>238</sup> Suter 2006.

<sup>239</sup> Provost 1984; bibliographie récente dans Holzhauser/Magny/Zumbühl 2005, 795.

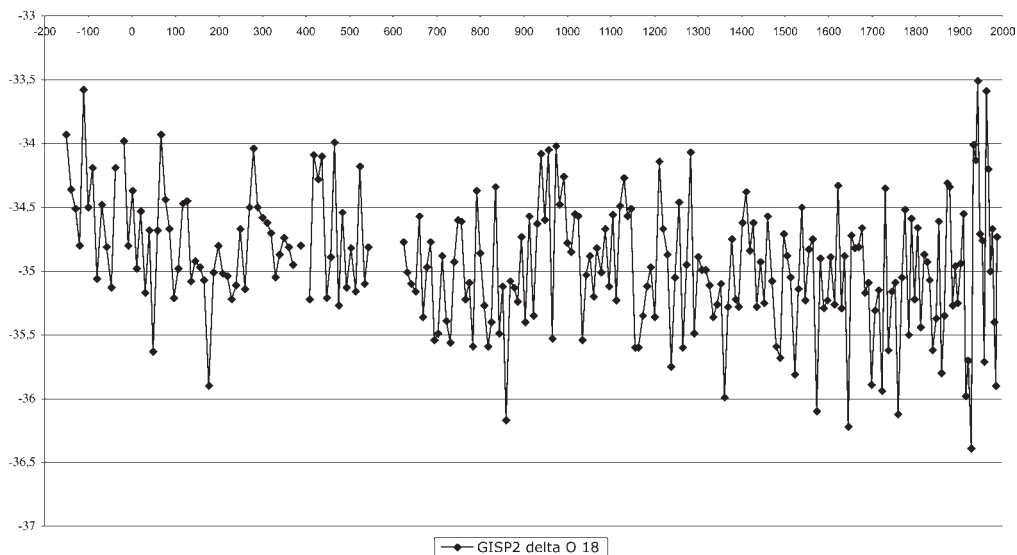
<sup>240</sup> Provost 1984 notamment p. 78: »même si la Gaule du I<sup>e</sup> siècle ne connaît aucune crise climatique majeure, elle commence à subir peut-être les effets d'une période de réchauffement«.

<sup>241</sup> Les études sur le Rhône semblent les plus riches et les plus nombreuses, on verra en particulier Arnaud-Fassetta 2002, pour le Rhin voir Ollive et al. 2006, voir aussi le cas de l'Arno: Benvenuti 2006.

<sup>242</sup> Chapron et al. 2005, 414; Ollive et al. 2006, 38.

<sup>243</sup> Arnaud 2003, 85.

<sup>244</sup> Pour GISP2, voir **fig. 6**. Ces données sont extraites du: The Greenland Summit Ice Cores CD-ROM 1997 ([www.gfyl.ku.dk/~www-glac/ngrip/index\\_eng.htm](http://www.gfyl.ku.dk/~www-glac/ngrip/index_eng.htm)): pour GISP2, fichier: »GISP2 Oxygen Isotope Data« (références exactes données en bibliographie), pour GRIP, fichier: »GRIP Oxygen isotopes«. Les données de GRIP sont plus nombreuses et offrent une meilleure résolution temporelle, la courbe obtenue est cependant moins lisible que celle tirée de GISP2, sans la contredire. Elle apporte cependant quelques nuances: les années 198 à 206 semblent épargnées par le refroidissement. Discussion détaillée par Haas 2006, 145, voir ses conclusions p. 278 que nous approuvons très largement, si ce n'est nos réserves sur la date du Taupo.



**Fig. 6** Mesures de l'isotope  $^{18}\text{O}$  sur GISP2 (150 av. J.-C. à 1986 ap. J.-C.). – Les données représentent des moyennes ponctuelles effectuées à environ dix ans d'intervalle (GISP2 Oxygen Isotope Data). Le graphique montre clairement l'optimum romain, au sein duquel la période ca. 150-ca. 270 apparaît comme une parenthèse plus froide. Le célèbre «petit âge glaciaire» (ca. 1550-1850) se laisse aussi facilement observer. Les valeurs les plus hautes de la période romaine n'ont été atteintes à nouveau qu'à la fin du XX siècle à la suite du réchauffement actuel, mais avec une fréquence autre, signe sans doute du caractère bien différent du changement climatique actuel. Des données du VI siècle manquent.

données et semble avoir entraîné une légère avancée des glaciers<sup>245</sup>. On se gardera d'exagérer ce refroidissement: la courbe que nous avons tracée à partir des données de GISP2 permet une comparaison avec d'autres périodes mieux connues, à la regarder on voit facilement que la «parenthèse fraîche» du troisième siècle n'a ni l'ampleur ni la rigueur de la période que l'on a appelée le «Petit âge glaciaire». Mais même dans ces limites, cette inflexion climatique aurait pu causer de graves soucis à des sociétés agraires très vulnérables, tant par le froid que par l'humidité et les précipitations accrues. La question se pose bien sûr aussi des expressions régionales d'une inflexion que nous ne pouvons deviner que très généralement par les courbes tirées des carottes: si les provinces septentrionales de l'occident romain semblent en avoir souffert, la question est ouverte pour d'autres à qui un refroidissement et plus d'eau ne furent peut-être pas dommageables<sup>246</sup>.

Il n'est pas question d'attribuer ce changement climatique à l'activité volcanique, car d'autres causes affectent le climat mondial – les variations du rayonnement solaire notamment<sup>247</sup> – et ses composantes régionales, mais il faut tout d'abord remarquer la congruence des deux faits et admettre que les conséquences d'une activité volcanique plus régulière peuvent avoir accentué la tendance. Sans qu'il soit ici question d'expliquer l'enchaînement complexe de phénomènes historiques que, par commodité ou par tradition, l'on

<sup>245</sup> Holzhauser/Magny/Zumbühl 2005, 796 fig. 5; 797 (courbe du  $^{14}\text{C}$ ). Voir les remarques prudentes de Haas 2006, 278. Voir aussi Salzer/Hughes 2007, 62: le 3<sup>ème</sup> siècle fait contraste par la régularité des anneaux de gel avec le 2<sup>ème</sup> siècle. Les débuts de l'époque sévérienne et le milieu du 4<sup>ème</sup> siècle semblent marqués par une relative clémence.

<sup>246</sup> L'augmentation des précipitations ne fut pas cependant générale, et les variations régionales sont ici difficiles à saisir mais

certaines: Gunnarson/Borgmark/Wastegard 2003 notent une humidité plus grande en Suède entre 200 et 400 quand Blundell/Barber 2005 note une évolution vers un climat plus sec en Écosse après 220. Sur la question de l'impact régional différencié du refroidissement dans l'empire romain nous renvoyons aux importantes suggestions de Vetter/Zabehlicky 2002, 69-70.

<sup>247</sup> Shindell et al. 2003.



nomme »la crise du troisième siècle« par les seules perturbations climatiques<sup>248</sup>, il faut donc convenir qu'elles purent avoir leur part, et une part non négligeable, dans le déroulement des faits. Des récoltes régulièrement moindres, des crises frumentaires plus courantes, la vie plus difficile pour un nombre plus grand de personnes sont autant de faits susceptibles d'aggraver ou d'expliquer nombre des éléments de la crise: évasion fiscale, soutien aux usurpations, révoltes ouvertes, pressions barbares sur les frontières ... Une telle analyse éloignerait bien sûr l'interprétation du troisième siècle du modèle de la crise structurelle pour la rapprocher de modèles différents, plus nuancés<sup>249</sup> et plus attentifs à développer une chronologie plus fine des crises<sup>250</sup>. Bien évaluer la question suppose aussi de ne pas surévaluer le bien-être de la période précédente: comme pour toute économie pré-moderne la prospérité et la santé étaient à la merci d'une seule mauvaise saison, et celle-ci n'attendait pas nécessairement l'aide des volcans pour arriver<sup>251</sup> ... Les nombreuses petites villes qui composaient l'empire romain dépendaient énormément de leurs campagnes et des éléments. Aussi tous guettaient soucieusement leurs manifestations et tâchaient de les interpréter au mieux pour apaiser leur colère ou gagner leur clémence<sup>252</sup>. La hausse du prix du blé pouvait soulever une ville contre ses notables, la famine marquer toute la cité pour longtemps comme en témoigne le dialogue entre Pionos, peu avant son martyre, avec un anonyme dans la foule de l'agora de Smyrne: »Vous savez ce que c'est que souffrir la famine, la mort et d'autres malheurs«, à quoi il lui fut répondu »Toi aussi, tu as eu faim avec nous«<sup>253</sup>. Les famines auraient-elles alors été plus nombreuses au troisième siècle qu'auparavant? En revanche, la quasi absence de pic acide dans GISP2 après ca. 332 pendant environ soixante-dix ans<sup>254</sup>, comme le profil de la courbe de l'oxygène 18, offrent un contraste frappant: le relèvement de l'empire<sup>255</sup>, sur la base des réformes tétrarchiques et constantiniennes, que l'on s'accorde à observer aujourd'hui dans cette période, bénéficia de la clémence des éléments, pour ce qui est du volcanisme et des températures au moins, peut-être aussi de l'humidité<sup>256</sup>.

## Deux perturbations climatiques proches vers 262-268

Pour dépasser ces considérations générales, il reste cependant à confronter, lorsqu'on le peut, nos sources avec les traces volcaniques des carottes glaciaires. Malheureusement l'état des sources historiques romaines pour le troisième siècle est, c'est bien connu, bien moins satisfaisant que pour le deuxième siècle ou l'époque de César ... À défaut d'un dépouillement systématique, que nous ne prétendons pas faire ici, nous

<sup>248</sup> Ce ne serait pas une nouveauté: une explication climatique du déclin de Rome, avancée en 1924 n'avait pas à l'époque convaincu Rostovtseff 1988, 575 n. 31. Outre le caractère très schématique de telles recherches de causalité, on objectera à un tel déterminisme naturel la capacité de résilience et d'adaptation des sociétés pré-modernes sur le long terme: le cas de l'Europe face au »petit âge glaciaire« est à cet égard parlant. Nous voulons plutôt ici considérer les effets ponctuels de difficultés climatiques à court terme et suggérer leur nécessaire prise en compte dans l'examen historique d'une période où les difficultés furent sans doute liées à de multiples causes. Nous souscrivons donc très largement aux conclusions nuancées de Haas 2006, 277-278: nous ne voyons pas non plus une catastrophe environnementale qui culminerait au troisième siècle.

<sup>249</sup> Voir Witschel 2004 en particulier 254: »A concatenation or repeated recurrence of crisis events could lead rather quickly to the creation of a greater disruption, especially when barely-controllable exogenous factors also played a role.«

<sup>250</sup> Les considérations méthodologique de Atwell 2001, 70-71 sur le dix-septième siècle nous semblent pouvoir s'appliquer au troisième siècle. On trouvera une définition fine des scansion chronologiques du III<sup>ème</sup> siècle romain dans Christol 2006.

<sup>251</sup> Voir les réflexions de Grattan 2006, 12 à propos du IX<sup>ème</sup> siècle.

<sup>252</sup> Voir les réflexions de Brown 1983, 24-25.

<sup>253</sup> Robert 1994, 38 (X, 7), voir aussi p. 37 (VII, 1) et commentaire p. 67, nous reprenons la traduction légèrement modifiée de Bowersock 2002, 79.

<sup>254</sup> On observe aussi une pause – plus courte – dans les données d'Amundsenisen, les signaux postérieurs à celui de 341 se trouvant en  $395 \pm 18$  et  $442 \pm 17$ ; voir Traufetter et al. 2004, 141 table 1; 140 fig. 2.

<sup>255</sup> Chastagnol 1994, 10.

<sup>256</sup> Voir Carrié/Rousselle 1999, 544 à propos des travaux de J.-F. Berger dans la vallée du Rhône.

avons choisi de nous concentrer sur les éruptions les plus puissantes, dont les conséquences climatiques et atmosphériques furent sans doute les plus sensibles, les éruptions de la décennie 260. Elles sont attribuées à l'Ilopango par G. Zielinski<sup>257</sup>, mais l'on sait aujourd'hui que l'éruption de l'Ilopango fut plus tardive: peut-être faut-il alors plutôt la chercher dans le pic de ca. 415 sur GISP2. Dès lors le volcan responsable des signaux de la décennie 260 est inconnu, et peut-être faut-il parler plutôt des volcans, car de 262 à 270, GISP2 garde la trace de deux signaux très rapprochés mais distincts<sup>258</sup>. On a pu proposer d'identifier l'un des deux pics à l'éruption du Ksudach<sup>259</sup>.

La carotte Byrd Station Antarctica 1968 conserve environ 50 000 ans d'archives glaciaires, avec 57 pics acides très importants. Bien peu d'entre eux seulement correspondent à l'époque historique<sup>260</sup>: huit signaux acides importants ont pu être notés entre 433 avant notre ère et aujourd'hui, le plus récent étant celui, bien attesté dans les autres carottes, de 1258-1259. La période nous concernant ne comporte qu'un signal daté de 256 de notre ère<sup>261</sup>. Si ce signal correspond à l'éruption placée vers 260 sur la carotte GISP2, ce qui n'est pas impossible compte tenu de la marge d'erreur des datations<sup>262</sup>, sa présence assez symétrique aux deux pôles mais peut-être plus nette au sud pourrait alors laisser penser à une position dans l'hémisphère sud, relativement équatoriale<sup>263</sup>, et donc à un effet d'autant plus important sur le climat. La magnitude estimée pour cette éruption correspond au trois quarts de celle de 1258-1259 ou du Tambora<sup>264</sup>. Son rôle climatique mondial ne semble donc pas faire de doute. Les carottes récemment prélevées à Amundsenisen, à l'est de l'Antarctique, offrent une résolution bien meilleure des événements volcaniques, avec une marge d'erreur malheureusement assez large quant à la date des éruptions. Deux signaux encadrent la décennie 260, l'un en 250 ( $\pm 22$  ans), l'autre en 279 ( $\pm 21$  ans) qui pourrait correspondre à une éruption de la Montagne Pelée<sup>265</sup>. Là encore nous nous garderons d'établir une identification avec les éruptions de ca. 262 et ca. 268 attestées par GISP2 dans l'hémisphère nord, mais la possibilité d'un impact sur les deux hémisphères existe.

Les sources littéraires semblent témoigner directement de l'importance de l'événement de ca. 262, mais il s'agit malheureusement de l'Histoire Auguste, dont l'inégale fiabilité est bien connue. Dans la Vie des deux Galliens le pseudo Trébellius Pollion précise: »Sous le consulat de Gallien et de Faustianus [en 262], au milieu de tant de désastres militaires, se produisit un effroyable tremblement de terre: l'obscurité régna pendant plusieurs jours (*et tenebrae per multos [dies]*), on entendit aussi un fracas de tonnerre qui n'était pas le fait de Jupiter mais de la terre qui grondait; le séisme engloutit nombre de bâtiments avec leurs habitants et beaucoup de gens moururent de frayeur. Cette catastrophe fut particulièrement dramatique pour les villes d'Asie. Mais Rome en fut également victime, ainsi que la Libye. La terre se fendit en maints endroits, faisant sourdre de l'eau salée dans les crevasses. La mer envahit même de nombreuses villes«<sup>266</sup>. Il faut faire la part de l'exagération et de la rhétorique dans ce texte, de l'éventuelle contamination du récit par des événements postérieurs dont le récit a pu servir de modèle<sup>267</sup>, la nature devant sembler toute entière se révolter contre le règne de Gallien. Ainsi il est très douteux que Rome ait été touchée par le tremblement de terre qui affecta l'Asie<sup>268</sup>. L'essentiel du récit renvoie à un événement sismique, bien attesté, semble-t-

257 Zielinski 2000, 424.

258 Voir fig. 3.

259 Braitseva et al. 1996, 63.

260 Les 88 premiers mètres n'ayant pas pu faire l'objet d'une mesure de conductivité continue, les éruptions récentes du Tambora et du Krakatoa n'ont pas pu être retrouvées, Hammer/Clausen/Langway Jr. 1997, 8 fig. 3.

261 Ibidem table I.

262 Par ailleurs le comptage des années est plus difficile en Antarctique où la neige est moins abondante: Rampino/Self/Stothers 1988, 81.

263 Pour un exemple des asymétries entraînées entre les signaux

des deux pôles par la position géographique des volcans voir Gao et al. 2006, [15].

264 Hammer/Clausen/Langway Jr. 1997, table I (11) fig. 3.

265 Traufetter et al. 2004, 141 table 1, nn° 46-47.

266 Histoire Auguste, Vie des deux Galliens, V, 2-4, tr. fr. Chastagnol 1994b, 813; voir Ratti 2000, 23.

267 On peut songer, par exemple, au célèbre tsunami du 21 juillet 365; voir Ammien Marcellin, XXVI, X, 15-19, Marié 1984, 98-99 avec liste des autres sources p. 232, n. 147.

268 Voir Lorient/Nony 1997, 84 n. 7 qui rappelle le silence de la Chronique urbaine de 334.

il à Éphèse, suivi d'un tsunami. La mention de ténèbres durant plusieurs jours, cependant, peut renvoyer à la présence de projections volcaniques dans la haute atmosphère<sup>269</sup>. Les deux événements ne furent pas nécessairement simultanés<sup>270</sup>, mais purent être rapprochés par la tradition historiographique soucieuse d'accabler Gallien, »triste détenteur d'une espèce de *felicitas* inversée qui attire le malheur sur ses administrés«<sup>271</sup>. Le développement d'une épidémie pestilentielle à ce moment<sup>272</sup> est à noter, et s'il n'est pas sûr que son apparition soit postérieure à l'éruption<sup>273</sup>, elle a pu être aggravée par la situation. On ne peut bien sûr pas non plus exclure que la mention de l'Histoire Auguste ne se rapporte qu'à une perturbation bien plus localisée et donc bien moins grave<sup>274</sup>. Il existe cependant d'autres indices permettant d'apprécier l'impact des deux éruptions proches des années 260.

On ne peut aborder les possibles effets indirects – troubles sociaux, guerres etc... – que très prudemment. Les années 260 furent catastrophiques pour le pouvoir romain, mais bien d'autres causes jouaient indépendamment du climat: la capture de Valérien par les Perses en 260 n'étant pas la moindre, loin de là. Mais il nous semble possible de penser que l'ampleur des attaques barbares, de leur déplacement, et leur détermination à piller les régions frontières dans les années 260 fut au moins aggravé par des difficultés agraires qui ont pu trouver leur source dans la perturbation climatique. Nos sources malheureusement sont souvent muettes quant aux motivations qui pouvaient pousser les barbares. Cependant, et de manière frappante, Zosime, dans son récit des guerres du début du règne d'Aurélien, nous montre que les »Scythes« lors de leur attaque du printemps 271 étaient menacés par la famine<sup>275</sup>. Si les aléas climatiques ne peuvent expliquer systématiquement les invasions barbares, la question doit être selon nous posée du rôle qu'ils purent jouer au moins dans certaines d'entre elles, et des liens qui peuvent exister entre les perturbations aux frontières de l'empire romain et les fluctuations climatiques<sup>276</sup>.

Quoi qu'il en soit sur ce dernier point, les difficultés climatiques de la fin des années 260 en liaison avec l'éruption de ca. 268 trouvent un écho notable dans des données dendrochronologiques récemment rassemblées. Le signal de l'année 268 a été rapproché de l'attestation, la même année, d'anneaux gelés dans les séries dendrochronologiques de l'ouest américain, cela correspond aussi à une des années de plus faible croissance pour des séries finlandaises et sibérienne: l'impact hémisphérique de l'éruption nous semble confirmé. La perturbation climatique eut sans doute une certaine durée puisque les mêmes séries indiquent encore une mauvaise année en 274<sup>277</sup>. Il faut donc ajouter une calamité supplémentaire aux épreuves nombreuses que le règne de Gallien<sup>278</sup> traversa.

<sup>269</sup> Stothers 2002 ne mentionne pas ce texte.

<sup>270</sup> Il en va de même pour la mention d'un tremblement de terre en Lybie. Un séisme est attesté en Afrique sous Gallien, mais en 267: CIL VIII, 2480 et 2481, cf. 17970 (Oasis Nigrensium Maiorum, Henchir Besseriani).

<sup>271</sup> Ratti 2000, 113-114.

<sup>272</sup> Aurelius Victor, 33, 1, 7; Histoire Auguste, Gallien duo, V, 5-6.

<sup>273</sup> Zosime I, 36, 1 situe son origine dans l'armée de Valérien.

<sup>274</sup> Voir Grattan/Pyatt 1999.

<sup>275</sup> Zosime I, 48, 1; voir Paschoud 2000, 41 avec commentaires et discussion des faits pp. 166-167. Si, comme on s'accorde

désormais à le penser, les Scythes de Zosime sont les Vandales de Dexippe (fragment 7, 1-4, cf. Lorient/Nony 1997, 98-99) les clauses de la paix qu'ils signèrent avec Aurélien contenaient la fourniture de ravitaillement.

<sup>276</sup> Ainsi, les remarques de Veters/Zabehlicky 2004 pour les frontières romaines au début du III<sup>ème</sup> siècle nous semblent à prendre en considération, elles trouvent un parallèle stimulant dans celles de Atwell 2001, 45 au sujet des invasions mongoles du XIII<sup>ème</sup> siècle, on pourra aussi considérer Zhang et al. 2007.

<sup>277</sup> Salzer/Hughes 2007, 57. 65.

<sup>278</sup> Christol 2006, 131-162.

## CONCLUSION

À plusieurs reprises nous avons constaté la fragilité de certaines hypothèses, et le cas du lac Taupo montre le danger qu'il y a à se fonder sur un rapprochement isolé. *A contrario*, il nous semble que les trois crises que nous avons cherché à mettre en évidence reposent sur un faisceau d'indices plus large. Pour chacune d'entre elles nous sommes partis d'un – ou plusieurs – pic acide important et dont la datation est cohérente avec les autres données. Si la confirmation d'une perturbation climatique est corroborée par la dendrochronologie pour la première de ces crises, elle nous semble aussi très certaine pour la seconde, compte tenu de l'important corpus de textes qui mentionne des troubles météorologiques, des famines et des troubles sociaux et politiques. Cette documentation antique est malheureusement moins abondante dans le troisième cas, et le règne de Gallien était marqué par des difficultés avant le début des années 260. L'existence d'une perturbation climatique nous semble cependant sûre.

Au terme de notre parcours, il nous semble qu'un acquis s'est dégagé à propos de ces trois crises ponctuelles, aux modalités et aux contextes très différents, chacune née d'une perturbation climatique d'origine volcanique: celle de -54 à -51 environ, avec son prolongement en -44, la mieux attestée, celle de 162-166, avec son prodrome vers 154 et un prolongement vers 181, celle, enfin, de ca. 262, moins connue et dont les conséquences sont plus difficiles à cerner, enchâssée qu'elle est dans un moment déjà très difficile. La sensibilité des sociétés antiques à la détérioration des conditions naturelles apparaît fortement, et aussi, par contraste, leur capacité à rapidement exploiter et faire fructifier les périodes plus favorables. Mais de nombreuses questions restent ouvertes: la signification, et les conséquences possibles des pics acides de moindre ampleur, et par là, en particulier pour le troisième siècle, la transition entre le temps court de ces crises et des perturbations plus longues, décennales ou séculaires. Indépendamment même des éruptions volcaniques, il nous semble difficile de poser désormais la question du troisième siècle romain et de ses crises sans considérer son contexte climatique. Des perspectives de recherches s'ouvrent donc: la multiplication des »proxys« permettrait d'affiner les résultats d'une enquête qui nous semble avoir été féconde, à cet égard l'analyse des isotopes du soufre peut désormais permettre de mieux juger de l'ampleur de la perturbation stratosphérique et de sa durée: il faut souhaiter que la méthode soit appliquées aux échantillons concernant notre période. En ayant pris comme fil directeur l'estimation de l'opacité occasionnée par les éruptions proposée par Gregory Zielinski nous ne sommes pas remonté ici au-delà des dernières décennies de la république. Les données tirées de GISP2 existent cependant, et le deuxième siècle avant notre ère y apparaît marqué de nombreux pics de dépositions de marqueurs volcaniques, certains très importants, vers -179 et dans les années -150<sup>279</sup>. Nul besoin de rappeler ici les tensions sociales qui jouèrent durant ce siècle à Rome, ni l'importance qu'y prirent les questions agraires et frumentaires. Mais le contexte d'optimum climatique donna sans doute à cette durée des traits différents et favorables. Une enquête approfondie sur cette période a donc de forte chance de se montrer riche en enseignements. Les autres données paléoclimatiques y sont aussi peut-être plus nombreuses que dans la période envisagée ici. Sera-t-on alors amené à se demander si la période d'unité et de prospérité qu'est le cœur du Haut-empire, entre Actium et Marc Aurèle, à l'aune de laquelle l'on juge souvent plus ou moins implicitement le reste de l'histoire romaine, ne fut pas, en partie au moins, un »bel été volcanique«, entre deux périodes de temps plus rudes, mais peut-être pas moins ordinaires?

<sup>279</sup> GISP2 Volcanic markers confirmée par GRIP acidity pour l'année 147. GRIP atteste bien mieux que GISP2, semble-t-il, l'éruption de l'Etna de -122.

## **BASES DE DONNÉES INFORMATIQUES**

### **GRIP acidity (consultée en août 2006)**

Nous avons identifié les pics acide de GRIP à partir de la base de donnée GRIP acidity du WDC for Paleoclimatology ([www.ncdc.noaa.gov/paleo/forcing.html](http://www.ncdc.noaa.gov/paleo/forcing.html)) et construite à partir de: H. B. Clausen / C. U. Hammer / C. S. Hvidberg / D. Dahl-Jensen / J. P. Steffensen / J. Kipfstuhl / M. R. Legrand, A comparison of the volcanic records over the past 4000 years from the Greenland Ice Core Project and Dye 3 Greenland ice cores. *Journal of Geophysical Research* 102, 1997, 26707-26723. – E. W. Wolff / J. C. Moore / H. B. Clausen / C. U. Hammer, Climatic implications of background acidity and other chemistry derived from electrical studies of the Greenland Ice Core Project ice core. *Journal of Geophysical Research* 102, 1997, 26325-26332. – H. B. Clausen / C. U. Hammer / J. Christensen / C. S. Hvidberg / D. Dahl-Jensen / M. R. Legrand / J. P. Steffensen, 1250 years of global volcanism as revealed by central Greenland ice cores. In: R. Delmas (ed.), *Ice Core Studies of Global Biogeochemical cycles*. NATO Advanced Sciences Institutes Series 1, 30, 1995, 175-194. – E. W. Wolff / J. C. Moore / H. B. Clausen / C. U. Hammer / J. Kipfstuhl / K. Fuhrer, Long-term changes in the acid and salt concentrations of the Greenland Ice Core Project ice core from electrical stratigraphy. *Journal of Geophysical Research* 100, 1995, 16249-16263. – J. C. Moore / E. W. Wolff / H. B. Clausen / C. U. Hammer / M. R. Legrand / K. Fuhrer, Electrical response of the Summit-Greenland ice core to ammonium, sulphuric acid, and hydrochloric acid. *Geophysical Research Letters* 21, 1994, 565-568. – J. C. Moore / R. Mulvaney / J. G. Paren, Dielectric stratigraphy of ice: a new technique for determining total ionic concentrations in polar ice cores. *Geophysical Research Letters* 16, 1989, 1177-1180.

### **GISP2 Volcanic markers (consultée en août 2006)**

Nous avons utilisé la base de donnée GISP2 Volcanic markers du WDC for Paleoclimatology ([www.ncdc.noaa.gov/paleo/forcing.html](http://www.ncdc.noaa.gov/paleo/forcing.html)) pour consulter la chronologie détaillée des dépôts sulfurés dans GISP2 élaborée à partir de: G. A. Zielinski / G. R. Mershon, Paleoenvironmental implications of the insoluble microparticle record in the GISP2 (Greenland) ice core during the rapidly changing climate of the Pleistocene-Holocene transition. *Geological Society of America Bulletin* 109, 1997, 547-559. – G. A. Zielinski / R. J. Fiacco / P. A. Mayewski / L. D. Meeker / S. I. Whitlow / M. S. Twickler / M. S. Germani / K. Endo / M. Yasui, Climatic impact of the A.D. 1783 Asama (Japan) eruption was minimal: Evidence from the GISP2 ice core. *Geophysical Research Letters* 21, 1994, 2365-2368. – L. Hempel / F. Thyssen, Deep radio echo soundings in the vicinity of GRIP and GISP2 drill sites, Greenland. *Polarforschung* 62, 1992, 11-16. – J. M. Palais / M. S. Germani / G. A. Zielinski, Interhemispheric transport of volcanic ash from a 1259 A.D. volcanic eruption to the Greenland and Antarctic ice sheets. *Geophysical Research Letters* 19, 1992, 801-804. – J. M. Palais / K. C. Taylor / P. A. Mayewski / P. M. Grootes, Volcanic ash from the 1362 A.D. Oraefajokull eruption (Iceland) in the Greenland ice sheet. *Geophysical Research Letters* 18, 1991, 1241-1244.

### **GRIP DEP-ECM (consultée en septembre 2006)**

Pour construire **figure 4**, nous avons utilisé la base de données GRIP Dielectric Profiling (DEP) and Electrical Conductivity (ECM) data du National Snow and Ice Data Center, University of Colorado at Boulder élaborée à partir de E. W. Wolff / J. C. Moore / H. B. Clausen / C. U. Hammer, Climatic implications of back-

ground acidity and other chemistry derived from electrical studies of the Greenland Ice Core Project ice core. *Journal of Geophysical Research* 102, 1997, 26325-26332. – H. B. Clausen / C. U. Hammer / J. Christensen / C. S. Hvidberg / D. Dahl-Jensen / M. R. Legrand / J. P. Steffensen, 1250 years of global volcanism as revealed by central Greenland ice cores. In: R. Delmas (ed.), *Ice Core Studies of Global Biogeochemical cycles*. NATO Advanced Sciences Institutes Series 1, 30, 1995, 175-194. – E. W. Wolff / J. C. Moore / H. B. Clausen / C. U. Hammer / J. Kipfstuhl / K. Fuhrer, Long-term changes in the acid and salt concentrations of the Greenland Ice Core Project ice core from electrical stratigraphy. *Journal of Geophysical Research* 100, 1995, 16249-16263. – J. C. Moore / E. W. Wolff / H. B. Clausen / C. U. Hammer / M. R. Legrand / K. Fuhrer, Electrical response of the Summit-Greenland ice core to ammonium, sulphuric acid, and hydrochloric acid. *Geophysical Research Letters* 21, 1994, 565-568. – GRIP Members, Climate instability during the last interglacial period recorded in the GRIP ice core. *Nature* 364, 1993, 203-207. – K. C. Taylor / C. U. Hammer / R. B. Alley / H. B. Clausen / D. Dahl-Jensen / A. J. Gow / N. S. Gundestrup / J. Kipfstuhl / J. C. Moore / E. D. Waddington, Electrical conductivity measurements from the GISP2 and GRIP Greenland ice cores. *Nature* 366, 1993, 549-552. – J. C. Moore / R. Mulvaney / J. G. Paren, Dielectric stratigraphy of ice: a new technique for determining total ionic concentrations in polar ice cores. *Geophysical Research Letters*, 16, 1989, 1177-1180. – J. C. Moore / J. G. Paren, A new technique for dielectric logging of Antarctic ice cores. *Journal de Physique* 48, 1987, C1/155-C1/160.

### **GISP2 Oxygen Isotope Data**

Pour construire **figure 6** nous avons utilisé la base de donnée GISP2 Oxygen Isotope Data élaborée notamment à partir de M. Stuiver / P. M. Grootes / T. F. Braziunas, The GISP2 18O climate record of the past 16,500 years and the role of the sun, ocean and volcanoes. *Quaternary Research* 44, 1995, 341-354. – D. A. Meese / R. B. Alley / R. J. Fiacco / M. S. Germani / A. J. Gow / P. M. Grootes / M. Illing / P. A. Mayewski / M. C. Morrison / M. Ram / K. C. Taylor / Q. Yang / G. A. Zielinski, Preliminary depth-agescale of the GISP2 ice core. *Special CRREL Report 94-1*, 1994. – E. J. Steig / P. M. Grootes / M. Stuiver, Seasonal precipitation timing and ice core records. *Science* 266, 1994, 1885-1886. – P. M. Grootes / M. Stuiver / J. W. C. White / S. J. Johnsen / J. Jouzel, Comparison of oxygen isotope records from the GISP2 and GRIP Greenland ice cores. *Nature* 366, 1993, 552-554.

Ces bases de données sont extraites du CD-Rom: *The Greenland Summit Ice Cores CD-ROM*. 1997. Available from the National Snow and Ice Data Center, University of Colorado at Boulder, and the World Data Center-A for Paleoclimatology, National Geophysical Data Center, Boulder, Colorado. Elles sont aussi téléchargeables de [www.gfyl.ku.dk/~www-glac/ngrip/index\\_eng.htm](http://www.gfyl.ku.dk/~www-glac/ngrip/index_eng.htm).

## BIBLIOGRAPHIE

- Alföldy 1971: G. Alföldy, *Bellum desertorum*. *Bonner Jahrbücher* 171, 1971, 367-376 (désormais dans id., *Die Krise des römischen Reiches* [Stuttgart 1989] 69-80).
- De Angelis/Legrand 1994: M. De Angelis / M. Legrand, Origins and variations of fluoride in Greenland precipitation. *Journal of Geophysical Research* 99, D1, 1994, 1157-1172.
- D'Arrigo et al. 2001: R. D'Arrigo / D. Frank / G. Jacoby / N. Pederson, Spatial response to major volcanic events in or about AD 536, 934 and 1258: frost rings and other dendrochronological evidence from Mongolia and northern Siberia: comment on R. B. Stothers, Volcanic dry fogs, climate cooling, and plague pandemics in Europe and the Middle East (*Climatic Change* 42, 1999). *Climatic Change* 49, 2001, 239-246.
- Arnaud 2003: F. Arnaud, Signatures climatiques et anthropique dans les sédiments holocènes des lacs du Bourget et d'Anterne (nord-ouest des Alpes) – Paléohydrologie et contamination au plomb [thèse de doctorat Université des Sciences et Techniques de Lille 1, 2003].
- Arnaud-Fassetta 2002: G. Arnaud-Fassetta, Geomorphological records of a flood-dominated regime in the Rhône Delta (France) between the 1<sup>st</sup> century BC and the 2<sup>nd</sup> century AD. What correlations with the catchment paleohydrology? *Geodinamica Acta* 15, 2002, 79-92.
- Atwell 2001: W. S. Atwell, Volcanism and Short-Term Climate Change in East Asian and World History c. 1200-1699. *Journal of World History* 12, 2001, 29-98.
- Aufderheide/Rodriguez-Martin 1998: A. C. Aufderheide / C. Rodriguez-Martin, *The Cambridge Encyclopedia of Human Paleopathology* (Cambridge 1998).
- Baillie 1995: M. G. L. Baillie, *A slice through time. Dendrochronology and precision dating* (Londres 1995).
- Baroni et al. 2007: M. Baroni / M. H. Thiemens / R. J. Delmas / J. Savarino, Mass-independent sulfur isotopic compositions in stratospheric volcanic eruptions. *Science* 315 n° 5808, 2007, 84-87.
- Benvenuti et al. 2006: M. Benvenuti / M. Mariotti-Lippi / P. Pallichi / M. Sagri, Late-Holocene catastrophic floods in the terminal Arno River (Pisa, central Italy) from the story of a Roman riverine Harbour. *The Holocene* 16, 2006, 863-876.
- Bernard 2005: P. Bernard, De l'Euphrate à la Chine avec la caravane de Maës Titianos (c. 100 ap. n.è.). *Comptes-rendus des séances de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres* 149, 2005, 929-969.
- Blundell/Barber 2005: A. Blundell / A. Barber, A 2800-year palaeoclimatic record from Tore Hill Moss, Strathspey, Scotland: the need for a multiproxy approach to peat-based climate reconstructions. *Quaternary Science Review* 24 (10-11), 2005, 1261-1277.
- Bonneau 1971: D. Bonneau, Le fisc et le Nil. Incidences des irrégularités de la crue du Nil sur la fiscalité foncière dans l'Égypte grecque et romaine (Paris 1971).
- Bowersock 2002: G. W. Bowersock, *Rome et le martyr* (Paris 2002).
- Braitseva et al. 1996: O. A. Braitseva / I. V. Melekestsev / V. V. Ponomareva / V. Yu. Kirianov, The caldera-forming eruption of Ksudach volcano about cal. AD 240, the greatest explosive event of our era in Kamchatka, Russia. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 70, 1996, 49-65.
- Briffa et al. 1998: K. R. Briffa / P. D. Jones / F. H. Schweingruber / T. J. Osborn, Influence of volcanic eruptions on Northern Hemisphere summer temperature over the past 600 years. *Nature* 393, 1998, 450-455.
- Brown 1983: P. Brown, *Genèse de l'antiquité tardive* (Paris 1983).
- Brunier 2006: S. Brunier, L'astrologie peut se fier à l'histoire. *Science et Vie*, novembre 2006, 26.
- Buckland/Dugmore/Edwards 1997: P. C. Buckland / A. J. Dugmore / K. J. Edwards, Bronze Age myths? Volcanic activity and human response in the Mediterranean and North Atlantic regions. *Antiquity* 71 (273), 1997, 581-593.
- Burnand 1997: Y. Burnand, L'économie de la Gaule de la fin du II<sup>ème</sup> siècle au premier quart du IV<sup>ème</sup> siècle. In: Y. Le Bohec (dir.), *L'empire romain de la mort de Commode au concile de Nicée* (Paris 1997) 95-129.
- Canfora 1993: L. Canfora, La lettera a Balbo e la formazione della raccolta Cesariana. *Annali della Scuola Normale Superiore di Pisa* 3, 23, 1993, 79-103.
- 2001: L. Canfora, *César. Le dictateur démocrate* (traduction française, Paris 2001).
- Carrié/Rousselle 1999: J.-M. Carrié / A. Rousselle, *L'empire romain en mutation des Sévères à Constantin* (Paris 1999).
- Champeaux 2003: J. Champeaux, Le Tibre, le pont et les pontifes. Contribution à l'histoire du prodige romain. *Revue des Études latines* 81, 2003, 25-42.
- Chapron et al. 2005: E. Chapron / F. Arnaud / H. Noël / M. Revel / M. Desmet / L. Perdereau, Rhone River flood deposits in Lake Le Bourget: a proxy for Holocen environmental changes in the NW Alps, France. *Boreas* 34, 2005, 404-416.
- Chastagnol 1994: A. Chastagnol, *L'évolution politique, sociale et économique du monde romain 284-363* (Paris 1994).
- 1994b: A. Chastagnol, *Histoire Auguste* (traduction et commentaire). *Les empereurs romains des II<sup>e</sup> et III<sup>e</sup> siècles* (Paris 1994).
- Christol 2005: M. Christol, *Regards sur l'Afrique romaine* (Paris 2005).

- 2006: M. Christol, L'empire romain du III<sup>e</sup> siècle; histoire politique (Paris 2006).
- Clarkson et al. 1995: B. R. Clarkson / M. S. McGlone / D. J. Lowe / B. D. Clarkson, Macrofossils and pollen representing forests of the pre-Taupo volcanic eruption (c. 1850 yr BP) era at Pureora and Benneydale, central North Island, New Zealand. *Journal of The Royal Society of New Zealand* 25, 1995, 263-281.
- Cole-Dai et al. 2000: J. Cole-Dai / E. Mosley-Thompson / P. Wight / L. Thompson, A 4100-year record of explosive volcanism from an East Antarctica ice core. *Journal of Geophysical Research* 105, D19, 2000, 24431-24442.
- Constans 1940: L.-A. Constans, Édition et traduction de Cicéron, Correspondance III. Collection des Universités de France (Paris 1940).
- 1995: L.-A. Constans, Édition et traduction (revue par Balland A.) de César, Guerre des Gaules II. Collection des Universités de France (Paris 1995).
- De Crespigny 2003: R. De Crespigny, Emperor Huan and emperor Ling being the Chronicles of the Later Han dynasty for the years 157 to 189 AD as recorded in Chapters 54 to 59 of the Zizhi tongjian of Sima Guang (traduction anglaise et annotation). Faculty of Asian Studies monographs New series 12 (Canberra, éd. internet 2003 du texte publié en 1989: [www.anu.edu.au/asianstudies/decrepigny/HuanLing\\_index.html](http://www.anu.edu.au/asianstudies/decrepigny/HuanLing_index.html)).
- Dubar 2006: M. Dubar, Approche climatique de la période romaine dans l'est du Var: recherche et analyse des composantes périodiques sur un concrétionnement centennal (1<sup>er</sup>-2<sup>es</sup> Apr. J.-C.) de l'aqueduc de Fréjus. *Archéosciences* 30, 2006, 163-171.
- Duncan-Jones 1996: R. P. Duncan-Jones, The impact of the Antonine plague. *Journal of Roman Archaeology* 1996, 108-136.
- Durost 2005: S. Durost, Dendrochronologie et dendroclimatologie du 2<sup>e</sup> âge du Fer et de l'époque romaine dans le Nord et l'Est de la France. Datations, Systèmes de références et modélisations [thèse de doctorat, Université de Franche-Comté Besançon, 2005].
- Durost et al. 2008: S. Durost / B. Rossignol / G. Lambert / V. Bernard, Climat, Guerre des Gaules et dendrochronologie du chêne (*Quercus* sp.) au premier siècle avant J.-C. *Archéosciences* 32, 2008, 31-50.
- Festugière 1986: A. Festugière, Traduction d'Aelius Aristide, Discours sacrés. Rêve, religion, médecine au II<sup>e</sup> siècle après J.-C. (Paris 1986).
- Fischer 2006: E. M. Fischer, Climate response to major volcanic eruptions. *PAGES Newsletter* 13, 3 = CLIVAR 11, 1, 36, 2006, 8-10.
- Frier 2000: B. W. Frier, Demography, *Cambridge Ancient History* (Cambridge 2000) 787-817.
- Froggatt 1981: P. C. Froggatt, Did Taupo's eruption enhance European sunsets? *Nature* 293, 1981, 491.
- Fu-Yuan Zhao/Strom/Shi-Yang Jiang 2006: Fu-Yuan Zhao / R. G. Strom / Shi-Yang Jiang, The Guest Star of AD 185 must have been a Supernova. *Chinese Journal of Astronomy and Astrophysics* 6, 2006, 635-640.
- Gao et al. 2006: C. Gao / A. Robock / S. Self / J. B. Witter / J. P. Stenfonson / H. B. Clausen / M.-L. Siggaard-Andersen / S. Johnsen / P. A. Mayewski / C. Ammann, The 1452 or 1453 A. D. Kuwae eruption signal derived from multiple ice core records: Greatest volcanic sulfate event of the past 700 years. *Journal of Geophysical Research* 111, D12107, doi:10.1029/2005JD006710, 2006.
- Goudineau 1998: C. Goudineau, Regard sur la Gaule (Paris 1998).
- 2000: C. Goudineau, César et la Gaule (Paris 2000).
- Grattan 2005: J. Grattan, Pollution and paradigms: lessons from Icelandic volcanism for continental flood basalt studies. *Lithos* 79, 2005, 343-353.
- 2006: J. Grattan, Aspects of Armageddon: An exploration of the role of volcanic eruption in human history and civilization. *Quaternary International* 151, 2006, 10-18.
- Grattan/Pyatt 1999: J. P. Grattan / F. B. Pyatt, Volcanic eruptions dry fogs and the European palaeoenvironmental record: localised phenomena or hemispheric impacts? *Global and Planetary Change* 21, 1999, 173-179.
- Gunnarson/Borgmark/Wastegard 2003: B. E. Gunnarson / A. Borgmark / S. Wastegard, Holocene humidity fluctuations in Sweden inferred from dendrochronology and peat stratigraphy. *Boreas* 32, 2003, 347-360.
- Haas 2006: J. Haas, Die Umweltkrise des 3. Jahrhunderts n. Chr. im Nordwesten des Imperium Romanum. Interdisziplinäre Studien zu einem Aspekt der allgemeinen Reichkrise im Bereich der beiden Germaniae sowie der Belgica und der Raetia (Stuttgart 2006).
- Hameter 2000: W. Hameter, The Afterlife of Some Inscriptions from Noricum: Modifications and Falsifications. In: A. E. Cooley (éd.), *The Afterlife of Inscriptions: Reusing, Rediscovering, Re-inventing and Revitalizing Ancient Inscriptions*. *Bulletin of the Institute of Classical Studies, Supplement* 75 (Londres 2000) 37-46.
- Hammer/Clausen/Langway Jr. 1997: C. U. Hammer / H. B. Clausen / C. C. Langway Jr., 50,000 years of recorded global volcanism. *Climatic Change* 35, 1997, 1-15.
- Hermon 2004: E. Hermon, Avant-propos: pour une histoire comparée de l'environnement: espaces intégrés et gestion des ressources naturelles. In: M. Clavel-Lévêque / E. Hermon (éd.), *Espaces intégrés et ressources naturelles dans l'empire romain* (Besançon 2004) 11-21.
- Holdaway/Beavan 1999: R. N. Holdaway / N. R. Beavan, Reliable <sup>14</sup>C AMS dates on bird and Pacific rat *Rattus exulans* bone gelatin, from a CaCO<sub>3</sub>-rich deposit. *Journal of The Royal Society of New Zealand* 29, 1999, 185-211.
- Holzhauser/Magny/Zumbühl 2005: H. P. Holzhauser / M. Magny / H. J. Zumbühl, Glacier and lake – level variations in west central



- Europe over the last 3500 years. *The Holocene* 15, 2005, 789-861.
- Hopkins 1983: D. R. Hopkins, *Prince and Peasants, Smallpox in History* (Chicago, Londres 1983).
- Jardin/Tudesq 1973: A. Jardin / A.-J. Tudesq, *La France des notables 1. L'évolution générale 1815-1848* (Paris 1973).
- Jones 2005: C. P. Jones, Ten dedication to the Gods and goddesses and the Antonine plague. *Journal of Roman Archaeology* 18, 2005, 293-301.
- 2006: C. P. Jones, Cosa and the Antonine Plague? Addendum to *Journal of Roman Archaeology* 18. 2005. *Journal of Roman Archaeology* 19, 2006, 368-369.
- Kirbihler 2006: F. Kirbihler, Les émissions de monnaies d'homonoia et les crises alimentaires en Asie sous Marc Aurèle. *Revue des Études Anciennes* 108, 2006, 613-640.
- Krakauer/Randerson 2003: N. Y. Krakauer / J. T. Randerson, Do volcanic eruptions enhance or diminish net primary production? Evidence from tree rings. *Global biogeochemical cycles* 17, n° 4, 29-1/29-11, 1118, doi: 10.1029/2003GB002076, 2003.
- Lambert/Durost/Cuaz 2005: G. Lambert / S. Durost / J. Cuaz, 2500 years from dendrochronology back to ancient French human biotopes. Trees studied: low altitude oaks. In: I. Heinrich / M. Monbaron (éd.), *Annual conference on Tree Ring, Climate, Archaeology and Environment (TRACE), Fribourg 21-23 Apr. 2005. Association for Tree Ring Research Actes 4, 2005, 244-264.*
- Lardinois 1982: R. Lardinois, Une conjoncture de crise démographique en Inde du Sud au XIX<sup>e</sup> siècle. La famine de 1876-1878. *Population* 37, 1982, 371-404.
- Leroy-Ladurie 1974: E. Leroy-Ladurie, *Le climat*. In: J. Le Goff / P. Nora (dir.), *Faire de l'histoire III: Nouveaux objets* (Paris 1986) 11-46.
- 2006: E. Leroy-Ladurie, *Histoire humaine et comparée du climat II: disettes et révolutions (1740-1860)* (Paris 2006).
- Lewuillon 1999: S. Lewuillon, *Vercingétorix ou le mirage d'Alésia* (Paris 1999).
- Linderski 2003: J. Linderski, *Caelum arsit and obsidione liberare: latin idiom and the exploits of the eighth Augustan Legion at the Time of Commodus*. *Zeitschrift für Papyrologie und Epigraphik* 142, 2003, 241-255.
- Littman/Littman 1973: R. J. Littman / M. L. Littman, Galen and the Antonine Plague. *American Journal of Philology* 94, 1973, 243-255.
- Lo Cascio 2002: E. Lo Cascio, Ancora sugli Ostia's Service to Rome collegi e corporazioni annonarie a Ostia. *Mélanges de l'Ecole Française de Rome* 114, 2002, 87-110.
- Loriot/Nony 1997: X. Loriot / D. Nony, *La crise de l'empire romain 235-285* (Paris 1997).
- Lowe/De Lange 2000: D. J. Lowe / W. De Lange, Volcano meteorological tsunamis, the c. AD 200 Taupo eruption (New Zealand) and the possibility of a global tsunami. *The Holocene* 10, 2000, 401-407.
- Marié 1984: M.-A. Marié, *Édition et traduction d'Ammien Marcellin, Histoire, t. V. Collection des Universités de France* (Paris 1984).
- McNeill 1983: W. H. McNeill, *Plagues and Peoples* (New York 1983).
- Miles/Grainger/Highwood 2003: G. M. Miles / R. G. Grainger / E. J. Highwood, Volcanic aerosols. The significance of volcanic eruption strength and frequency for climate. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 128, 2003, 1-16.
- Nutton 1979: V. Nutton, Galen, *On prognosis. Corpus Medicorum Graecorum V, 8, 1* (Berlin 1979).
- Oman et al. 2005: L. Oman / A. Robock / G. Stenchikov / G. A. Schmidt / R. Ruedy, Climatic response to high-latitude volcanic eruptions. *Journal of Geophysical Research* 110, D13103, doi: 10.1029/2004JD005487, 2005.
- 2006: L. Oman / A. Robock / G. Stenchikov / T. Thordarson, High-Latitude Eruptions Cast Shadow over the African Monsoon and the Flow of the Nile. *Geophysical Research Letters* 33, L18711, 2006.
- Ollive et al. 2006: V. Ollive / C. Petit / J. P. Garcia / M. Reddé, Rhine Flood deposits recorded in the Gallo-Roman site of Oedenburg (Haut-Rhin, France). *Quaternary International* 150, 2006, 28-40.
- Pang 2000: K. D. Pang, Climatic Effects of Three Violent Volcanic Eruptions in Antiquity, as Reconstructed From Historical, Tree Ring and Ice Core Data, 2000 Fall Meeting, December 15-19, 2000, San Francisco. *Supplément à Eos, Transactions American Geophysical Union* 81, n° 48, F1305, 2000.
- Paschoud 2000: Zosime, *Histoire nouvelle, t. I (livres I et II), texte établi, traduit et commenté par F. Paschoud*. Collection des Universités de France (Paris 2000).
- Pernot 2002: L. Pernot, *Les Discours Sacrés d'Aelius Aristide entre médecine, religion et rhétorique*. *Atti della Accademia Pontaniana* 6, 2002, 369-383.
- Provost 1984: M. Provost, L'homme et les fluctuations climatiques en Gaule dans la deuxième moitié du II<sup>ème</sup> siècle après Jésus-Christ. *Revue Archéologique* 1, 1984, 71-78.
- Quet 2002: M.-H. Quet, *Éloge par Aelius Aristide des co-empeurs Marc Aurèle et Lucius Verus à l'issue de la guerre contre les Parthes*. *Journal des Savants* 2002, 75-150.
- Rampino/Self/Stothers 1988: M. R. Rampino / S. Self / R. B. Stothers, Volcanic Winters. *Annual Review of Earth and Planetary Science* 16, 1988, 73-99.
- Ramsey/Licht 1997: J. T. Ramsey / A. L. Licht, *The Comet of 44 B.C. and Caesar's Funeral Games* (Atlanta 1997).

- Raschke 1978: M. G. Raschke, *New Studies in Roman Commerce with the East. Aufstieg und Niedergang der Römischen Welt II, 9/2* (Berlin, New York 1978) 604-1631.
- Ratti 2000: *Histoire Auguste. Vie des deux Valériens et des deux Galliens*, texte établi par O. Desbordes et S. Ratti, traduit et commenté par S. Ratti. Collection des Universités de France (Paris 2000).
- Reddé 2003: M. Reddé, *Alésia. L'archéologie face à l'imaginaire* (Paris 2003).
- Rémy 2005: B. Rémy, *Antonin le Pieux, le siècle d'or de Rome, 138-161* (Paris 2005).
- Robert 1993: J.-N. Robert, *De Rome à la Chine. Sur les routes de la soie au temps des Césars* (Paris 1993).
- Robert 1994: L. Robert, *Le martyr de Pionios prêtre de Smyrne* (Washington 1994).
- Robin 1992: C. Robin, *Guerre et épidémie dans les royaumes d'Arabie du Sud d'après une inscription datée (II<sup>ème</sup> siècle de l'ère chrétienne)*. *Comptes-rendus des séances de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres* 136, 1992, 215-234.
- Robock 2005: A. Robock, *Cooling following large volcanic eruptions corrected for the effect of diffuse radiation on tree rings*. *Geophysical Research Letters* 32, L06702, doi:10.2929:2004GL022116, 2005.
- Roman/Roman 1997: D. Roman / Y. Roman, *Histoire de la Gaule* (Paris 1997).
- Rossignol 2004: B. Rossignol, *Études sur l'empire romain en guerre durant le règne de Marc Aurèle (161-180)* [thèse de doctorat, Université Paris I Panthéon-Sorbonne, Paris 2004].
- Rostovtseff 1988: M. Rostovtseff, *Histoire économique et sociale de l'empire romain* (Paris 1988).
- Sadler/Grattan 1999: J. P. Sadler / J. P. Grattan, *Volcanoes as agents of past environmental change*. *Global and Planetary Change* 21, 1999, 181-196.
- Salzer/Hughes 2007: M. W. Salzer / M. K. Hughes, *Bristlecone pine tree rings and volcanic eruptions over the last 5000 yr*. *Quaternary Research* 67, 2007, 57-68.
- Schmidt 2004: M. G. Schmidt, *Non extincta lues: Zu CIL III 5567*. *Jahrbuch des Oberösterreichischen Musealvereines* 149 (Festschrift G. Winkler), 2004, 135-140.
- Shindell et al. 2003: D. T. Shindell / G. A. Schmidt / R. L. Miller / M. E. Mann, *Volcanic and Solar Forcing of Climate Change during the Preindustrial Era*. *Journal of Climate* 16, 2003, 4094-4107.
- Simkin/Siebert 1994: T. Simkin / L. Siebert, *Volcanoes of the world* (Tucson 2<sup>1994</sup>).
- Sparks et al. 1995: R. J. Sparks / W. H. Melhuish / J. W. A. Mckee / J. Ogdon / J. G. Palmer / B. P. J. Molloy, *<sup>14</sup>C calibration in the southern hemisphere and the date of the last Taupo eruption: evidence from tree-ring sequences*. *Radiocarbon* 37, 1995, 155-163.
- Stothers 1977: R. B. Stothers, *Is the Supernova of AD 185 recorded in Ancient Roman Literature?* *Isis* 68, 1977, 443-447.
- 1984: R. B. Stothers, *The Great Tambora Eruption in 1815 and Its Aftermath*. *Science* 224, no. 4654, 1984, 1191-1198.
- 1996: R. B. Stothers, *The Great Dry Fog of 1783*. *Climatic Change* 32, 1996, 79-89.
- 1999: R. B. Stothers, *Volcanic Dry Fogs, Climate Cooling, and Plague Pandemics in Europe and the Middle East*. *Climatic Change* 42, 1999, 713-723.
- 2000: R. B. Stothers, *Climatic and Demographic Consequences of the Massive Volcanic Eruption of 1258*. *Climatic Change* 45, 2000, 361-374.
- 2002: R. B. Stothers, *Cloudy and clear stratospheres before A.D. 1000 inferred from written sources*. *Journal of Geophysical Research* 107 (D23), 4718, doi:10.1029/2002JD002105, 2002.
- Stothers/Rampino 1983a: R. B. Stothers / M. R. Rampino, *Historic Volcanism, European Dry Fogs, and Greenland Acid Precipitation, 1500 B.C. to A.D. 1500*. *Science* 222, 1983, 411-413.
- 1983b: R. B. Stothers / M. R. Rampino, *Volcanic eruptions in the Mediterranean before A.D. 630 from written and archaeological sources*. *Journal of Geophysical Research* 88, 1983, 6357-6371.
- Sundstrom 1997: L. Sundstrom, *Smallpox Used Them Up: Reference to Epidemic Disease in Northern Plains Winter Counts, 1714-1920*. *Ethnohistory* 44, 1997, 305-343.
- Suter 2006: P. J. Suter, *Redécouverte d'un col dans les Alpes bernoises*. *L'Archéologue* 86, 2006, 35-39.
- Traufetter et al. 2004: F. Traufetter / H. Oerter / H. Fischer / R. Weller / H. Miller, *Spatio-temporal variability in volcanic sulphate deposition over the past 2 kyr in snow pits and firn cores from Amundsenisen, Antarctica*. *Journal of Glaciology* 50, n° 168, 2004, 137-146.
- Trément/Dousteyssier 2003: F. Trément / B. Dousteyssier, *Élites et villae dans le territoire de la cité arverne*. In: M. Cébeillac-Gervasoni / L. Lamoine (dir.), *Les élites et leurs facettes. Les élites locales dans le monde hellénistique et romain* (Clermont-Ferrand, Rome 2003) 661-676.
- Upham 1986: S. Upham, *Smallpox and Climate in the American southwest*. *American Anthropologist N. S.* 88, 1986, 115-128.
- Vetters/Zabehlicky 2002: W. Vetters / H. Zabehlicky, *The northern, southern, and eastern frontiers and the climate c. AD 200*. In: P. Freeman / J. Bennet / Z. T. Fiena / B. Hoffmann, *Limes XVIII. Proceedings of the XVIII<sup>th</sup> International Congress of Roman Frontier Studies held in Amman, Jordan* (September 2000). *British Archaeological Reports, International Series 1084* (Oxford 2002) 67-70.
- 2004: W. Vetters / H. Zabehlicky, *Eine Klimakatastrophe um 200 n. Chr. und ihre archäologische Nachweisbarkeit*. *Forum Archaeologia* 30/III/2004 [http://farch.net].
- Veyne 2005: P. Veyne, *L'empire gréco-romain* (Paris 2005).

- Vinther et al. 2006: B. M. Vinther / H. B. Clausen / S. J. Johnsen / S. O. Rasmussen / K. K. Andersen / S. L. Buchardt / D. Dahl-Jensen / I. K. Seierstad / M.-L. Siggaard-Andersen / J. P. Steffensen / A. Svensson / J. Olsen / J. Heinemeier, A synchronized dating of three Greenland ice cores throughout the Holocene. *Journal of Geophysical Research* 111, D13102, doi:10.1029/2005JD006921, 2006.
- Virlouvet 1985: C. Virlouvet, *Famines et émeutes à Rome des origines de la République à la mort de Néron* (Rome 1985).
- Will 2003: E. Will, *Histoire politique du monde hellénistique (323-30 av. J.-C.)* (Paris 2003).
- Wilson et al. 1980: C. J. N. Wilson / N. N. Ambraseys / J. Bradley / G. P. L. Walker, A new date for the Taupo eruption, New Zealand. *Nature* 288, 1980, 252-253.
- 1981: C. J. N. Wilson / N. N. Ambraseys / J. Bradley / G. P. L. Walker, Did Taupo's eruption enhance European sunsets? (reply). *Nature* 293, 1981, 491-492.
- Witschel 2004: C. Witschel, Re-evaluating the Roman West in the 3<sup>rd</sup> c. A.D. *Journal of Roman Archaeology* 17, 2004, 251-281.
- Zhang et al. 2007: D. D. Zhang / J. Zhang / H. F. Lee / Y. He, Climate change and war frequency in eastern China over the last millenium. *Human Ecology* 35, 2007, 403-414.
- Zielinski 1995: G. A. Zielinski, Stratospheric loading and optical depth estimates of explosive volcanism over the last 2100 years derived from the Greenland Ice Sheet Project 2 ice core. *Journal of Geophysical Research (Atmosphere)* 100 (D10), 1995, 20937-20955.
- 2000: G. A. Zielinski, Use of paleo-records in determining variability within the volcanism-climate system. *Quaternary Science Reviews* 19, 2000, 417-438.

## RÉSUMÉ

### Volcanisme global et variations climatiques de courte durée dans l'histoire romaine (I<sup>er</sup> s. av. J.-C. - IV<sup>ème</sup> s. ap. J.-C.): leçons d'une archive glaciaire (GISP2)

Les résultats publiés des carottes glaciaires prélevées dans les années 1990, en particulier GISP2, retracent les épisodes majeurs du volcanisme mondial susceptibles d'avoir causé des perturbations climatiques importantes. Dans les sociétés pré-modernes de telles perturbations engendrent en général des troubles agricoles, sanitaires et sociaux (disette, épidémies, émeutes...). La confrontation des résultats des carottes glaciaires à certains épisodes de l'antiquité romaine est fertile. Le contexte de la fin de la guerre des Gaules (55-51) semble être marqué par une importante perturbation qui explique sans doute en partie le caractère soudain de certains événements de la révolte gauloise de 52 et ses aspects les plus critiques. Certaines des difficultés de la fin de l'époque antonine trouvent peut-être aussi leur explication dans des épisodes volcaniques similaires (ca. 154, ca. 162, ca. 181). En revanche, il n'y a pas de raison de lier les événements de la guerre des déserteurs à l'éruption cataclysmique du Lac Taupo ainsi que cela avait été proposé durant les années 1980. Enfin, à la suite de cette période, le troisième siècle semble connaître une activité volcanique plus régulière dans une période climatique moins favorable: cela a-t-il contribué aux difficultés de l'empire dans cette période critique? Une perturbation au moins égale à celle de l'époque antonine est en tout cas attestée dans la décennie 260. Le quatrième siècle au contraire, après 332, est pour ainsi dire vierge de toute trace d'éruption de grande ampleur: nulle perturbation d'origine volcanique n'est venue troubler le redressement de l'empire.

## ZUSAMMENFASSUNG

### Globaler Vulkanismus und kurze Klimaschwankungen in der römischen Geschichte (1. Jh. v. Chr. - 4. Jh. n. Chr.): Erkenntnisse aus einem Eisarchiv (GISP2)

Die Ergebnisse der in den Jahren 1990 gewonnenen Eisbohrkerne – insbesondere GISP2 – zeichnen die Hauptepisoden der Vulkantätigkeit auf der Erde nach, die bedeutende klimatische Störungen verursacht haben könnten. In den vormodernen Gesellschaften lösen solche Störungen normalerweise landwirtschaftliche, gesundheitliche und soziale Katastrophen (Hungersnot, Epidemien, Unruhen...) aus. Der Vergleich der Ergebnisse der Eisbohrkerne mit einigen Episoden der römischen Antike ist sehr lohnend. In der Tat wurde anscheinend der Kontext der Endphase des Gallischen Krieges (55-51 v. Chr.) von einer bedeutenden Klimastörung heimgesucht, die wahrscheinlich einige spontane Ereignisse des Gallieraufstands des Jahres 52 und dessen besonders kritische Seiten teilweise erklären. Möglicherweise finden auch Probleme der spätantoinischen Zeit ihre Ursache in ähnlichen vulkanischen Episoden (ca. 154, ca. 162, ca. 181). Hingegen gibt es keinen Grund, die Ereignisse des Krieges der Fahnenflüchtigen mit dem Vulkanausbruch im Taupo-See zu verbinden, wie es in den 1980er Jahren vorgeschlagen wurde. Im 3. Jahrhundert herrschte offenbar eine ruhigere Vulkantätigkeit, dafür zeigte sich das Klima weniger günstig. Hat diese Situation die Probleme der damaligen Zeit mitbeeinflusst? Eine mindestens mit derjenigen der antoninischen Zeit vergleichbare Klimastörung wird jedenfalls für das Jahrzehnt 260 bezeugt. Für das 4. Jahrhundert nach 332 hingegen fehlt jegliche Spur eines gewaltigen Ausbruchs: Die Wiedererstarkung des Kaiserreiches wurde durch keine vulkanische Störung behindert.

Übersetzung: Y. Gautier

## SUMMARY

### Global volcanism and short-lived climatic variations during Roman history (1<sup>st</sup> century B.C. to 4<sup>th</sup> century A.D.): lessons from a glacial archive (GISP2)

The publication of ice-core records in the 1990s, and especially GISP2, recounted the main episodes of global volcanism that might have resulted in important climate-forcing. In pre-modern societies, this volcanic climate-forcing generally caused agricultural, health and social troubles (such as food shortages, epidemics, riots ...). Comparing ice-core records with some episodes of roman antiquity proves fruitful. The background to the end of the Gallic war (55-51 BC) seems to be marked by an important atmospheric disturbance which might partially account for the suddenness of some events of the Gallic rebellion of 52BC, and its most critical aspects. Some of the troubles of the late Antonine period might also be accounted for by similar volcanic events (ca. 154, ca. 162 and ca. 181 AD). However, there is no reason to link the events of the Deserters' war to the cataclysmic eruption of Lake Taupo, contrary to what was suggested in the 1980s. Finally, following this period, volcanic activity in the third century seems to have been more regular in a less favourable climatic era: did these factors contribute to the troubles of the Empire at that critical time? As it is, the existence in the 260s of a disturbance of at least equal importance as that of the Antonine period, has been attested. On the contrary, the fourth century after 332 AD, bears no trace of any major eruption: no volcanic forcing disturbed imperial recovery then.