

Didier Boisseuil

*La production d'alun en Occident:
l'essor d'une industrie nouvelle à la fin du XV^e siècle*

L'alun est une matière première qui intéresse depuis longtemps les historiens de l'économie. Produit de façon artificielle en grande quantité en Anatolie, dès la fin du XIII^e siècle, il fut longtemps commercialisé en Occident par les Génois, notamment Benedetto Zaccaria (Lopez 1933), ou par les Vénitiens, suscitant d'importants trafics, mobilisant de gros navires (Jacoby 2005). La poussée turque et l'affirmation de l'Empire ottoman contribuèrent à réduire ces échanges, sans toutefois les interrompre totalement (Jacoby 2005, 256 sq.). La découverte vers 1460, dans le Latium, à Tolfa près de Civitavecchia, d'un immense gisement d'alunite – l'un des minerais nécessaires à la production – suscita l'essor d'une ample industrie contrôlée par la Chambre Apostolique, jusqu'au début du XIX^e siècle. Le commerce de «l'alun de Rome», organisé au profit des souverains pontifes et des grands marchands italiens – à commencer par les Médicis – a été particulièrement bien étudié par Jean Delumeau (Delumeau 1962); il a longtemps été interprété comme une forme précoce de monopole (Ait et Boisseuil 2014). Toutefois, la réalisation d'alun à la fin du XV^e siècle ne s'était pas limitée au seul Latium, comme l'atteste des travaux, parfois récents (Dallai, Bianchi et Stasolla 2020). Dans maintes régions du bassin méditerranéen occidental (en Toscane, en Campanie, dans la péninsule ibérique...), d'autres sites de production ont vu le jour dès 1450 et surtout après 1470. Ils contribuèrent – au côté de Tolfa, qu'ils ne pouvaient égaler, toutefois – à approvisionner les grandes places commerciales européennes. L'essor de tous ces sites – ou alunières – a permis d'opérer, en quelques décennies, un véritable basculement de la production depuis la Méditerranée orientale vers la Méditerranée occidentale et a entraîné une modification des réseaux d'échanges (Boisseuil et Chareille 2023). Toutefois, les conditions de mise en œuvre de ces nouvelles infrastructures industrielles n'ont jamais fait l'objet d'études approfondies, malgré leur importance économique. C'est ce que je voudrais ici présenter, en tentant d'analyser les connaissances utiles¹ mobilisées pour initier et développer, avec succès, ces entreprises. Je commencerai par explorer les modalités de recherche déployées (notamment les lieux et les types de prospections envisagés), avant d'enquêter sur les techniques employées et les acteurs qui se sont efforcés de produire de l'alun, puis j'esquisserai une réflexion sur les structures entrepreneuriales qui ont contribué à l'essor de la production.

¹ Pour une réflexion sur cette notion, cf. Berg 2007; Vivel 2020.

1. A la recherche de la pierre d'alun...

Alors que, dans la première moitié du XV^e siècle, les sites de production orientaux en Thrace,² en Mer Egée à Mytilène/Lesbos (Arvanitidou 2020) et surtout en Anatolie à Phocée (Heers 1954), étaient exploités par des Génois, quelques marchands italiens se sont efforcés de trouver de l'alun, bien avant la chute de Constantinople. Ils semblent avoir initié leurs prospections dans les îles de la Méditerranée. Ainsi, dès 1402, Martin I^{er} accordait le droit de chercher de l'alun en Sicile à une poignée d'acteurs: Berto Belluni de Messines, Filippo de Aczano de Pouzzoles ou Andrea Carlino de Naples et le vénitien Disiato di Brolo (Dentici Buccellato 1984, 136-38). Un peu plus tard, à partir des années 1430, la République de Venise autorisait plusieurs membres de la famille Querini à prospecter en Crète (Jacoby 1987). En 1442, le florentin, Bernardo di Marco Salviati reçut le droit de produire de l'alun dans les possessions de l'ordre des Hospitaliers, en mer Egée.³ Toutefois, il est probable qu'aucune de ces initiatives n'ait donné lieu à une véritable exploitation, puisque nous n'en avons pas trouvé trace jusqu'à présent. En revanche, il est certain que les recherches se poursuivirent et s'entendirent à la partie occidentale de la Méditerranée. À partir du milieu du XV^e siècle, l'alun apparaît de plus en plus régulièrement, dans les concessions minières accordées par les différents États, comme une matière première que l'on cherche à produire, au côté des métaux et parfois des vitriols. Les plus anciennes mentions, à ma connaissance, remontent: à 1451, dans le territoire siennois notamment le mont Argentario (Lisini 1935 239-42), à 1461 dans le territoire milanais (Pipino 2009, 27), à 1463, dans le territoire florentin (Pampaloni 1975, 119-23), à 1468, en Provence (Coulet 1993, 287), à 1472, en Vénétie, dans le Val Camonica près de Brescia (Braunstein 1965, 549, 591). C'est aussi le cas dans la péninsule ibérique, la recherche est attestée: en 1461, dans le royaume de Valence (Cooper 2008, 321 sq.),⁴ en 1462, à Paracuellos de Jiloca (Rubio Semper 1992, 199-201; Morales Gómez 2016, 543-569) et à Mazarrón en Murcie (Córdoba de la Llave, Franco Silva et Navarro Espinach 2005, 126), en 1469, dans le royaume du Portugal.⁵

Ces concessions s'accompagnèrent sans doute de prospections ou tentatives d'exploitation, même s'il n'est pas possible d'en trouver de nombreuses traces, notamment parce qu'elles ne furent pas toujours couronnées de succès, comme le suggèrent plusieurs auteurs qui les ont signalées. Ainsi, à Albarracín et à Ademuz, dans le royaume de Valence, les activités initiées en 1461 furent-elles vraisemblablement brèves voire infructueuses (Morales Gómez 2016, 553; Navarro Espinach et Villanueva Morte 2022, 99), peut-être un peu plus durable en 1465, dans le

² Mentionné encore en 1440 (Hocquet 2010, 92).

³ A l'exception de Rhodes, où Zoan de la Rivera avait obtenu la même concession l'année précédente (Wright 2010).

⁴ À Borriol, Artena et Orpesa ou Artemuz qui se trouve aux confins avec le royaume d'Aragon (Navarro Espinach et Villanueva Morte 2020, 123).

⁵ «tirar e lavrar pedra-hume em todo o reino» (Peragallo 1907, 59 repris dans Guidi Bruscoli 2018, 70).

royaume de Castille, à Casacarrillo, près de Cornago dans la haute vallée du Douro (Cooper et Mirete Mayo 2001, 95). Dans le territoire génois, de vaines recherches furent engagées en 1465 (Pipino 2005, 75). Autour de Trévis, des découvertes sont mentionnées entre 1467 et 1472 (Pipino 2009, 28), mais elles ne paraissent pas avoir entraîné d'activité. En Toscane, deux découvertes sont signalées, sans résultats toutefois : en 1461, à Poggio Santa Cecilia,⁶ et en 1473, à Boccheggiano dans les Monts Métallifères.⁷

Ces efforts – qui ont été davantage soutenus que suscités par les États – et ces échecs interrogent sur la façon dont furent entreprises les recherches. Il semble que les enquêteurs aient privilégié d'abord l'observation (des paysages, de la végétation, des terrains, des roches) et qu'ils aient recherché des lieux similaires à ceux exploités ailleurs, notamment en Anatolie ou en Mer Egée. Ainsi, Pie II rapporte-t-il dans ses *Commentaires* comment Giovanni da Castro, l'inventeur présumé de Tolfa, avait été attiré par la présence sur le site d'une végétation comparable à celles d'Asie.⁸ Quelques années plus tard, en 1464, un citoyen siennois Francesco di Bartolomeo da Sant'Angelo se proposait de mener des recherches dans le territoire siennois, en considérant que certains endroits étaient similaires à ceux de Tolfa.⁹ La démarche semble donc fondée sur l'analogie – un mode de raisonnement qui est commun au moyen âge.¹⁰ Elle implique, toutefois, de la part des acteurs une connaissance des lieux antérieurement exploités. Elle explique peut-être aussi pourquoi les premières zones prospectées furent celles qui pouvaient rappeler les paysages insulaires ou côtiers orientaux, notamment le Mont Argentario,¹¹ l'île d'Ischia...¹²

Le succès de l'entreprise ne reposait pas seulement sur l'identification de similitudes. Car il fallait savoir où chercher et donc disposer d'une certaine familiarité – directe ou indirecte – avec les zones à observer. C'est pourquoi – comme pour toutes les autres prospections minières (Braunstein 1993; 2003a) – les enquêteurs s'appuyaient sur leur connaissance du terrain, quand ils étaient originaires de la région à explorer ou sur les compétences des autochtones. Ainsi, peut-on s'interroger sur les conditions de la découverte de Tolfa. N'a-t-elle pas été facilitée par le fait

⁶ Archivio di Stato di Siena (ASS), *Statuti della città* 40, fol. 95v.

⁷ ASS, *Notarile antecosimiano* 687, acte du 26 avril 1473.

⁸ *Hic montes alti [Tolfa vetus] a mari introrsus recedunt silvis et aquis fecundi. Per quos dum Iohannes [Castrensis] ambulat, novam herbae in montibus Asiae, qui Turchorum aerarium alumine ditant. Videt lapides albos et qui minerales apparent; mordet: salsedinem reperit; excoquit, experimentum facit: alumen producit (...) Vocati sunt artifices ex Genua, qui aliquando in Asia Turchi alumina tractaverunt. Li, cum loci naturam inspexissent, per omnia similem esse dixerunt Asiaticis montibus alumen ferentibus (...). Decocere lapides, et alumen multo praestantius ac pulchrius exiit, quam illud Asiaticum. Missum est et ad Venetos et ad Florentinos, factum periculum; res ipsa opinionem superavit* (Pii Secundi 1993, 355-56).

⁹ «Exponsi con ogni debita reverentia per lo nostro fidelissimo servidore e cittadino Francesco di Bartolomeo da Sant'Angelo, come da più tempi in qua et maxime da poi si scuperse l'allumiera de la Tolfa, lui ha certo per più parti del vostro contado, el quale in più luoghi pare conforme al detto paese de la Tolfa, se similie petrina et vena potesse trovare», ASS, *Consiglio generale* 230, fol. 195v-196; *Concistoro* 2155, fol. 39; *Concistoro* 588, fol. 35.

¹⁰ Sur l'importance de la notion d'analogie dans la pensée médiévale, cf. De Beaune, Hilaire-Pérez et Vermeir 2017, notamment p. 16-20.

¹¹ Cf. *supra*, p. 260.

¹² Cf. *infra*, p. 262.

que la famille maternelle de Giovanni da Castro était originaire de Corne-to/Tarquinoa (Sella 1944, 253; Caravale 1979; Ait 2009), à quelques kilomètres seulement des alunières? Peut-être connaissait-il déjà les lieux ou bien était-il capable de mobiliser des habitants susceptibles de le guider. C'est par exemple, dans un contexte proche, la démarche adoptée par un florentin pour engager des recherches dans le territoire siennois. En 1490, Tribaldo dei Rossi, un proche de Lorenzo dei Medici, se tourna vers les habitants du village de Magliano, à une centaine de kilomètres de Florence, pour obtenir des renseignements précieux sur la localisation d'une mine d'argent ancienne (Boisseuil 2019, 177-78).

Pour ce qui concerne l'alun, les experts locaux étaient peut-être informés de l'existence de dépôts d'aluns natifs ou de manifestations singulières – comme les sources thermales, les «soffioni», «bullicami» (Picon, Karadima-Matsa et Blondé 2016, 405-12; Di Nezza et Di Filippo 2020, 25-27; Dallai 2020, 117) – susceptibles d'indiquer la présence de gisements exploitables, puisque ces signes pouvaient être associés à la présence des roches alunifères.¹³ Car ce sont bien des roches et tout particulièrement l'alunite, qui furent recherchées et principalement utilisées. En effet, nombre des gisements qui furent exploités et qui donnèrent naissance à des alunières étaient composés de ce minerai, notamment dans le Latium à Tolfa, en Toscane à Massa Marittima, Montioni et Monterotondo Marittimo, en Campanie à Agnano et Ischia, en Murcie à Mazarrón (Picon, Karadima-Matsa et Blondé 2016, 411; Dallai 2020, 117; Martínez Alcalde 2020, 186). Néanmoins, les gisements qui furent mobilisés au moyen âge ne sont pas tous actuellement identifiés et il est probable que d'autres roches alunifères ont été employées avec plus ou moins de succès – comme la jarosite à Casacarrillo (Cooper et Mirete Mayo 2001, 103).¹⁴ De même, l'ampleur et la qualité intrinsèque des gisements pouvaient avoir des conséquences sur l'issue du processus de production. C'est pourquoi, les inventeurs mobilisaient leurs sens (Fritz et Duhl, 2016) et opéraient des essais – comme pour les minerais métalliques (Braunstein 1993 ; 2003a). Ainsi, Giovanni da Castro goûta-il, d'après Pie II, le minerai de Tolfa, et l'expérimenta.¹⁵ Selon le chroniqueur génois Agostino Giustiniani († 1536), Bartolomeo Pernice, après l'avoir identifié, testa lui-même le minerai du gisement d'Ischia.¹⁶ C'est donc tout un ensemble de connaissances utiles, fondées sur des savoirs pratiques (comme l'expérimentation¹⁷) qui fu-

¹³ Même si – bien que rien ne l'atteste – on puisse concevoir, dans certaines régions, une pratique ancienne de production d'alun d'alunite, mais à une autre échelle, modeste (Picon, Karadima-Matsa et Blondé 2016, notamment 410-11).

¹⁴ Pour un aperçu plus vaste des minerais exploités en Espagne, cf. Martínez Alcalde 2020, 184-86.

¹⁵ Cf. *supra* note 8.

¹⁶ «Per questi tempi [1459] Bartolomeo Pernice, mercadante Genovese navigando in cerco l'Isola di Enaria ossia d'Ischia conobbe che nella spiaggia erano molti scogli aluminosi, cioè atti per fare alume, e pigliò parte di quelli e li fece cuocere in la fornace, e riuscitte alume ottimo; e così Bartolomeo della città di Rocco di Soria, dove aveva negoziato più anni, revocò in Italia l'arte di fabbricare l'alume, la quale già per gran spazio di tempo era morta e stata intermessa» (Giustiniani 1854, II, 418).

¹⁷ Sur l'importance de l'expérimentation dans le développement des techniques, cf. Chandelier, Verna et Weil-Parot, ed. 2017.

rent donc intensément sollicitées pour découvrir des gisements exploitables et pour créer des alunières.

2. L'essor des alunières occidentales

Ces initiatives aboutirent rarement avant 1460 et surtout 1470. Le premier site exploité en Occident fut celui proche de la Solfatara, à Agnano dans les Champs Phlégréens, actif au moins en 1452, partiellement détruit par un tremblement de terre en 1456, avant de reprendre en 1462.¹⁸ En Sicile, l'activité débuta d'abord à Paterno, en 1458 et par la suite à Fiumidini jusqu'en 1466 (Campagna 2020, 1084). C'est probablement en 1458-1459 aussi, que commença l'activité sur l'île d'Ischia.¹⁹ Le minerai extrait des îles de Vulcano et Lipari était exporté pour être traité en Sicile, entre 1460 et 1461 (Pipino 2009, 28).²⁰ C'est à cette époque que débuta l'exploitation à Tolfa (avec les premières carrières)²¹. L'activité dans la Maremme et les Monts Métallifères fut plus tardive: l'alunière de Sasso fut créée en 1470 – mais elle fut abandonnée avant 1476²² –, celles de Massa Marittima et de Monterotondo

¹⁸ Pour sa localisation cf. Picon, Karadima-Matsa et Blondé 2016, 411. Il fut visité par le roi Alphonse 1^{er} d'Aragon, (Feniello 2003, 158; 160).

¹⁹ Sans doute un peu avant, selon le témoignage rapporté par Gaetano Cestari, d'un certain Pietro Lupo. «In tempo di Re Alfonso I o vero ne la intrata di Re Ferrante I [donc à partir de 1458] da qual tempo in qua fo introducta in Iscla & Pezuolo exercitio de fare dicto alume & miniere, de qua per un genoese fu optenuto privilegio dali dicti Signuri (...) che dicto genoese se chiamasse Bartholomeo Pernice» (Cestari 1790, 20). L'alunière d'Agnano étant en activité depuis le début des années 1450, il est possible que l'initiative de Bartolomeo Pernice concerne essentiellement Ischia, même si on ne peut exclure totalement qu'il ait initié aussi celle d'Agnano. Pour la discussion de cette éventualité, cf. Pipino 2009, 24-25.

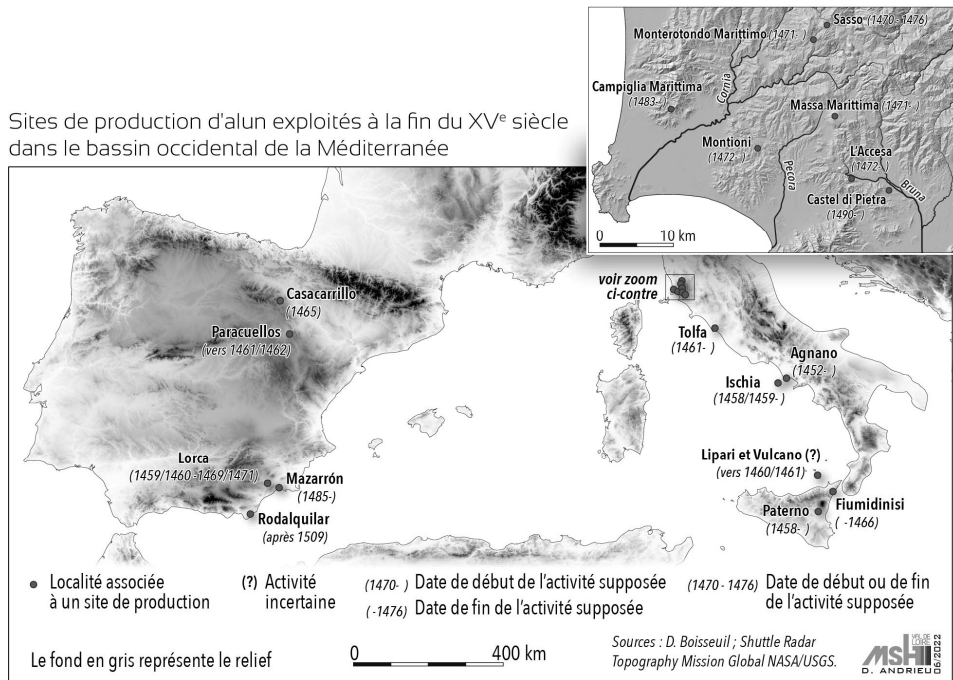
²⁰ La production semblait modeste et incertaine comme l'atteste une lettre du 19 juin 1463 de Piero di Dietisalvi, depuis Lipari à Giacomo Acciaiuoli: «Io sono stato alla lumera parechi di et ò voluto intendere in quello consisteva et di quello ò compreso non scripto alla M[ae]s[tà del Signor Re, ò trovato che perfino a questo di anno lavorato circa 60 cantara d'allume che è una fraschame, ò trovato che a detto allume abino dato credito nullo et non sanno loro se l'à avere; io gli ò sollicitati che ne vogliano mandare di fori in modo che una volta intendino dove si truova questa cosa in fare, n'anno mandato la metà di questo alle galee venetiane che vanno in Aqua Morta che lo porteranno et intenderanno che credito abia avere et questo resto manderanno a Venezia et attenderanno la risposta, che fra 3 o 4 mesi l'aranno, et secondo l'aranno si governeranno; in questo mezo lavoreranno per non dimostrare de starsi ma andranno ratenuti. Se intendono che detto allume abia uscita qui, si dimostra materia assai da farne et con poca spesa. Siché io faccio pensieri stare patiente fino a quel tempo et tanto che vegha ordinata la cosa e poi farò pensieri levarmi di qua». Biblioteca Nazionale Centrale di Firenze, *ms* II-IV-416, fol. 30-30v. Selon Marie-Louise Heers, l'un des acteurs de ce commerce sicilien à Gènes était le florentin Andrea Fattini (Heers 1954, 52).

²¹ Plusieurs indices laissent penser que l'activité débuta courant 1461. Une première concession accordée à Giovanni da Castro et à ses parents par la commune de Corneto date, en effet, du 30 avril 1461 (Sella 1944, 252). L'activité du port de Civitavecchia augmenta considérablement à partir de la fin de l'hiver 1461 (Vaquero Piñeiro 2004, 183). Voir aussi Boisseuil, Chareille et Ait 2023.

²² Déjà en 1473, le minerai n'était plus considéré comme exploitable, comme l'atteste une lettre adressée à Laurent de Médicis par Lutio Giugni depuis l'alunière, datée du 10 août 1473, «Io credo abiate sentito da mie' fratelli e simile da Antonio Baldinotti iscrivano da questa lumiera della qualità di che è tornata la pietra, el pocho frutto ne sie e simile di 2 monti de' tre dove si toglia quando Bernardo de Lucro ci fu», ASF, *Mediceo Avanti il Principato*, filza XXIII, n°544.

l'année suivante, en 1471 puis celles de Montioni et de l'Accesa en 1472, enfin celle de Campiglia Marittima en 1483, celle de Pietra (Castel di Pietra) plus tardivement en 1490 (Boisseuil 2014; Boisseuil 2005, 106-07). En Espagne, plusieurs sites furent brièvement exploités: à Paracuellos, vers 1461-1462 (Morales Gómez 2016, 543-569), voire à Casacarrillo en 1465 (Cooper et Mirete Mayo 2001, 95) et sans doute Lorca entre 1459 et 1460, puis 1469 et 1471 (Navarro Espinach et Villanueva Morte 2020, 125); d'autres furent plus intensément utilisés comme Mazarrón après 1485 (bien que la première concession date de 1462, cf. *supra*) et Rodalquilar plus tardivement au XVI^e siècle (Igual 2014; Navarro Espinach et Villanueva Morte 2020, 127). On aboutit donc avant 1500 à près d'une quinzaine de localités, comprenant un ou plusieurs sites plus ou moins intensément et durablement exploités, dont la plupart sont postérieurs à 1460 (Fig. 1).²³

Fig. 1. Sites de production d'alun exploités à la fin du XV^e siècle dans le bassin occidental de la Méditerranée



La multiplication des prospections et l'invention des sites ne sont donc pas directement liées, à la chute de Constantinople et à l'avancée de l'Empire ottoman, mais semblent davantage corrélées aux difficultés d'approvisionnement. Vers 1460, les stocks disponibles des Occidentaux en Orient paraissaient épuisés (Heers et de

²³ Rares sont les sites actuellement identifiés: un seul d'entre eux a été fouillé (Monterotondo) quelques *survey* ont été réalisés ailleurs (Dallai, Bianchi et Stasolla 2020).

Groer, ed. 1978, 375).²⁴ Certains sites de production comme ceux de Lesbos/Mytilène étaient à l'arrêt,²⁵ mais les trafics n'étaient pas totalement interrompus notamment entre l'Anatolie et Venise.²⁶ Le prix de la matière première semble avoir augmenté.²⁷ En outre, les premières découvertes occidentales ont probablement joué un rôle d'entraînement. Car le risque de voir certains fournisseurs disposer d'une position dominante – voire monopolistique – semble avoir suscité l'invention de nouveaux sites ou la reprise d'activités plus anciennes. Ainsi, l'essor de Tolfa peut-il avoir encouragé la reprise d'Agnano, attestée en 1462 (Feniello 2003, 162). Il est clairement établi comme un moteur des prospections en Toscane.²⁸ Toutefois, la création d'un cartel entre le roi de Naples et le pape – une *maona* – en 1470,²⁹ pourrait bien avoir aussi suscité l'essor des alunières dans la région.

Quoi qu'il en soit, ces entreprises – lorsqu'elles étaient actives – semblent avoir rapidement été productives. À Tolfa, quelques mois après l'invention du site (probablement en 1460 ou au début de 1461, cf. *supra*) les premières tonnes d'alun étaient commercialisées: dès septembre 1462, la Chambre Apostolique passait contrat avec des commerçants génois et l'année suivante, avec les Médicis (Zippel 1907, 16, 19). L'alun de Mazarrón était commercialisé en Flandres en 1486-1487, alors que l'activité ne débuta vraiment que vers 1485 (Munuera Navarro 2020, 144). C'est le signe que les techniques mobilisées étaient bien rodées ou furent facilement adaptées. Elles sont connues à travers quelques textes – notamment Francesco di Balduccio Pegolotti pour Phocée (pour le début du XIV^e siècle), Vannoccio Biringucci dans son *De la Pirotechnia* publié de façon posthume en 1540 – et le procédé mis en œuvre a été analysé de façon détaillée par Maurice Picon (Picon 2000). Ce dernier distingue deux moments principaux (la calcination et la lixivation) et deux types de fours: les premiers pour cuire la pierre, comparables à des fours à chaux, les seconds pour accueillir des chaudières métalliques. Quelques rares données archéologiques (Dallai et Martínez Alcalde 2022) – et quelques documents écrits (Boisseuil et Chareille 2009) – laissent entrevoir ces infrastructures. Les fouilles menées par Luisa Dallai et ses collègues à Monterotondo ont mis à jour une batterie de fours de calcination datés de l'extrême fin du XV^e et du début du XVI^e siècles et deux fours de lixivation (Dallai et Poggi 2012; Dallai 2020). Ces derniers ne sont pas sans rappeler par leur forme et leur dimension, des vestiges observés à Ischia (Fineschi 2020) et surtout à Lesbos (Arvanitidou 2020). Ces similitudes laissent entrevoir – à défaut d'une analyse comparée poussée – des procédés semblables. Elles suggèrent de possibles transferts techniques depuis les rives orientales jusqu'aux

²⁴ Marie-Louise Heers soutient que les aluns orientaux et notamment les stocks de Chio étaient épuisés en 1458 (Heers 1954, 38, 52).

²⁵ À l'inverse, certains sites anatoliens étaient encore actifs.

²⁶ David Jacoby assure les routes des aluns anatoliens étaient encore ouvertes à la fin du XV^e siècle (Jacoby 2005, 254-56). Encore au début du XVI^e siècle, les Vénitiens s'approvisionnaient en Orient (Gilbert 1991, 37), même s'ils utilisaient aussi de l'alun de Tolfa (Boisseuil, Chareille et Ait 2023).

²⁷ À Sienne, les prix évoluèrent à la hausse à partir de 1460 (Giacchetto 2023), mais aucune enquête systématique sur le commerce de l'alun ne vient confirmer cette donnée.

²⁸ Cf. note 9.

²⁹ Sur la création de cette société commune, cf. *infra* et Feniello 2003, 163.

terres occidentales.³⁰ Il convient de rester prudent cependant, car les infrastructures italiennes et espagnoles ne nous sont pas toutes connues et les rares observations menées (à Monterotondo, à Mazarrón) montrent qu'elles ne furent pas uniformes ni même durables sur chacun des sites. Il faut supposer des adaptations en fonction notamment du minerai employé et de la disponibilité en matières premières: l'alimentation en combustible et en eau – que l'on perçoit mal pour les quelques sites identifiés – ont pu conditionner le gabarit des réalisations, suscité des aménagements, voire des innovations techniques que nous ne percevons pas.

Néanmoins, il existe un autre biais qui permet d'envisager l'existence d'une circulation de savoirs techniques, c'est le rôle joué par quelques acteurs privilégiés, principalement des Génois, dans l'essor de la production d'alun en Occident. L'un d'entre eux mérite une attention toute particulière: Bartolomeo Pernice (ou Pernix). Il était impliqué dans la vie politique ligure, puisqu'il fut membre du Conseil des Anciens, en janvier 1460,³¹ même s'il n'appartenait pas à l'une des familles les plus puissantes de Gênes au XV^e siècle.³² Il aurait vécu à «Rocca di Soria» – probablement Raqqa de Syrie, c'est-à-dire Edesse (Testi 1931, 444) –, où il aurait pratiqué le commerce.³³ En tout cas, il navigua et fut présent dans plusieurs des lieux où fut recherchée et parfois trouvée de l'alunite et lancée la production. En 1438, il obtint, ainsi qu'Andrea Imperiali, un sauf-conduit pour commercialiser avec les Siennois.³⁴ En 1451, il fut autorisé à prospecter sur le Monte Argentario.³⁵ Il est réputé avoir découvert le site d'Ischia, vers 1458-1459.³⁶ En 1463, il était autorisé – après son échec sur le Monte Argentario – à prospecter dans le territoire siennois pour trou-

³⁰ Cette circulation des acteurs et des modèles d'infrastructures peut être soutenue par une brève allusion d'un citoyen de Volterra, Gentile Guidi, dans une lettre adressée à son frère, Mercatante, installé à Florence et datée du 1^{er} avril 1435, où il rapporte, concernant la production de soufre et de vitriol qu'ils détenaient ensemble dans le sud du territoire de Volterra, «Qua sento e riviatto alle chave [di zolfo], uno del Reame de Puzuolo di Napoli e pare chapitasse costi a te e che tu lo inviassi qua a me; non fece molto, è andato la e molto dritamente, à voluto vedere ogni cose, e preso misure di fornaci e di vaschi in modo ne ito molto contento, e mi guasto il mio disegno: mio pensiero era andare una volta a Pozzuolo», ASF, *Archivio Guidi* 581, fasc. 2.

³¹ Toutefois, il ne siègea pas, probablement parce qu'absent, Archivio di Stato di Genova (ASG), Archivio Segreto, *Diversorum Communis Ianue* 3044, Acte du 22 janvier 1460.

³² Mais présente au XVI^e siècle – après la réforme d'Andrea Doria de 1528 – parmi les membres de l'Albergo des Lercari. Je souhaite remercier ici Denise Bezzina pour cette précision.

³³ Cf. note 16.

³⁴ Le 11 février 1438 (ns), *Domino Bartolomeo Pernice et domino Andree Imperiali, omnibus de civitate Genue mercatoribus et unicuique ipsorum coniunctum vel separatim et de per se cum ipsorum et cuiuslibet ipsorum mercantiis omnibus ac bonis et navi et etiam personis cunctis super ipsa existentibus, concessus est salusconductus per tempus unius mensis proxime secuturi*, ASS, *Concistoro* 1650, fol. 15r.

³⁵ Le 15 juin 1451, «In prima, che a decto Bartholomeio Pernixe suoi compagni e successori loro sia lecito liberamente per via d'allogagione potere pigliare, trovare e cavere per se e per altri suoi lavoratori, famegli e compagni nel Monte Argentario, isole di mare di nostro comune e in ogni altro luogo del contado, iursidictione e distretto di Siena, excepto che nel terreno e corte di Massa, ogni e ciascuna vena e minora d'ogni metallo, come è d'oro, d'arento, ferro, rame, argento vivo, stagno, piombo e altre vene come è pietre d'ogni colore da fabricare chiese e fare musaichi, allume, terra da salnitro e vetriuolo», A.S.S. *Concistoro* 2118, fol. 40r-41r; A.S.S. *Consiglio generale* 225, fol. 174r-175v. Publié dans Lisini 1935, 239-42.

³⁶ Cf. note 16.

ver des mines d'alun avec deux associés siennois: Mino di Guido Tholomei et Francesco di Giacomo Pepi detto Germano.³⁷ Sa compétence était reconnue, puisqu'en 1465, il fut rétribué par la Chambre Apostolique pour avoir essayé l'alunite de Tolfa dans l'un des fours de calcination.³⁸ Quelques mois plus tard en 1465-1466, il était à Lucques et demandait à la Commune, de pouvoir chercher des minerais – dont l'alun – sur son territoire.³⁹ En presque trente ans, il semble avoir acquis une expertise reconnue et joué un rôle dans l'essor de l'industrie de l'alun entre la Campanie et la Toscane.

Il ne fut pas le seul Génois à se lancer dans la production d'alun en Occident. Son compatriote Damiano Spinola qui trafiquait entre la Sicile et la Toscane – vers 1458, il exportait des fruits secs vers Porto Pisano (Ouerfelli 2008, 454) – participa à l'essor des alunières de Sicile, sans que l'on puisse déterminer son rôle exact (Pipino 2009, 28; Campagna 2020, 1084). En revanche, on perçoit mieux, la fonction de Biagio di Centurione Spinola puisqu'il fut le *principalem magistrum dicte minerie aluminum* c'est-à-dire le responsable de la production des alunières de Tolfa, engagé dès le mois de juin 1462 par la Chambre Apostolique à raison de 400 florins par an et ce jusqu'en 1467 (Zippel 1907, 16; Ait 2010, 248). Un autre de ses concitoyens occupe cette même fonction, l'ex-doge de Gênes, Ludovico Campofregoso, engagé

³⁷ «Perché altra volta nel 1451, esso Bartholomeo (...) havendo esso dirizato el suo primo oggetto et pensiero al Monte Argentario dove aveva trovato la vena del ferro et del argento et d'altre cose; et sopravvenendo la guerra del duca di Calabria, poi del conte di Pitigliano et quella del conte Iacomo, non pote seguire suo disegno et adviso et conveneli andare in altre parti a procacciare sua ventura (...); el detto Bartholomeo per se et suoi participi et compagni li sia concesso (...) di potere cavare et fare cavare, lavorare allume et minere d'allumi in quegli luoghi del terreno et distrecto di Siena dove li parrà et li piaccia», ASS, *Consiglio generale* 229, fol. 293-295v. Cité dans Piccinni 1999, 245; publié Boisseuil 2005, 113-115.

³⁸ Suivent les écritures sur différents feuillets des livres de comptes conservés pour l'administration des alunières de Tolfa: «Bartolomeo Pernice da Genova de dare a di 26 di marzo 1465, per alumi in monte et per allumi la Camera li detti per un dono per la prova fece della pietra dello allume, a k. 10, ... cantara 25», Archivio di Stato di Roma (ASR), *Camerale III reg.* 2378 (fasc. A), fol. 11. «A di 26 di marzo [1465], cantara vinticinque d'alume levato della sua lumera [Bartolomeo Framura] per messer Bartolomeo Pernice a conto della Camera Apostolica in questo, c. 228... cantara 25», ASR, *Camerale III reg.* 2378 (fasc. D), fol. 225. «A di XXVI di marzo [1465], cantara vinticinque d'alumi consegnato per essa [Camera Apostolica] a messer Bartolomeo Pernice, della lumera di messer Bartolomeo Framura per la sua fatica della sperientia fe della pietra dele fornace che ne fe alume. Lo quale alume sopra decto li fo decti per vigore de uno a mandato de monsignor el tesariero della Sanctità de N.S. facto de di XV de marzo 1465 a conto di messer Bartolomeo in questo ... c. 225, cantara 25», ASR, *Camerale III reg.* 2378 (fasc. D), fol. 227v.

³⁹ Le 19 septembre 1465, *auctoritas componendi pro metallis et alumina fodendis. Item fuit propositum quod quidam Bartolomeus Pernice obtulit Magnificis dominis velle invenire et fodere in districtu lucano multas manieres metallorum et aluminis et aliarum rerum cum certis pactis et capitulis que annotavit...* Archivio di Stato di Lucca (ASL), *Consiglio Generale* 19, fol. 103; le 29 avril 1466, *per mineris fondendis*, «Expone con ogni debita reverentia, lo vostro fidelissimo servitor Bartolomeo Pernice cittadino di Genova e dice come lui hae già fa circa mesi sei proximately passati, praticato con li Magnifici Signori che dicto tempo sono seduti circa le maniere delli septe metalli, alumi, vetrioli, salnitri, sal amoniaco et ogni maniera che si trovasse sopra terra o sotto terra paleze ovvero secreta di potere fare cavare in nello vostro territorio per se o per altra persona che volesse per lui cavasse, et questo per anni X proximi avvenire dal di che si farà di tal cosa rimaso d'accordio francamente libere et sicure senza pagare alchuna cosa etc». ASL, *Consiglio Generale* 19, fol. 179-1.

pour diriger l'alunière de l'Accesa, près de Massa Marittima, en 1471 (Boisseuil 2014, § 12). Il est étonnant qu'un prince puisse assumer cette fonction, mais le contrat d'engagement précise qu'il n'interviendrait pas seul. Comme il avait épousé Ginevra Gattilusio, la fille de l'un des derniers seigneurs des îles de la mer Égée (Wright 2014, 181), il est possible qu'il ait été accompagné d'ouvriers ou de techniciens capables de faire fonctionner les fours provenant de cette partie orientale de la Méditerranée.⁴⁰ Des Génois apparaissent aussi en Espagne, mais plus tardivement. Les frères Rey, Baltasar, Luis et Domingo, bien implantés à Valence, furent chargés de produire de l'alun à Mazarrón probablement dès 1485.⁴¹ Le rôle joué par les acteurs ligures – notamment les membres de familles puissantes, comme les Spinola, Campofregoso – suggère qu'ils ne se contentaient pas seulement du transport de l'alun oriental, comme ils l'avaient fait au cours des siècles précédents au côté des Vénitiens, mais qu'ils avaient une réelle connaissance des modes de production ou une capacité à les dominer.

Pendant, ils ne monopolisèrent pas ces savoirs – ou n'y parvinrent pas –, car nombre d'autres techniciens furent à la tête d'alunières (Arnoux et Monnet, ed. 2004; Boisseuil 2016). En Toscane, le *conductor* de l'alunière de Monterotondo en 1471 était un citoyen siennois, Bartolomeo di Mariano Allegretti (Boisseuil 2014, § 11), et quelques années plus tard, en 1507, ce fut le fils bâtard d'un grand médecin, Piero di fu Alessandro da Sermoneta (Boisseuil – Chareille 2009, 14). Francesco di Giacomo detto Germano, qui fut l'un des associés Bartolomeo Pernice en 1463 (cf. *supra*),⁴² était considéré comme *magister lumerie* et intervint sur plusieurs sites toscans (Boisseuil 2014, § 11).⁴³ À Agnano, la reprise de l'activité fut assurée en 1462, par un technicien de renom, Guglielmo Lo Monaco (Feniello 2003, 162; Feniello 2005, 199 sq.), qui était au service des Aragonais.⁴⁴ En Espagne, la responsabilité technique paraît plus incertaine: Juan de Casal (ou Casals) fut reconnu comme *magister aluminis de roqua* pour tout le royaume d'Aragon et de Valence; il travailla notamment à Ademuz en 1461 et à Paracuellos de Jiloca en 1462, avec un succès mitigé.⁴⁵ Ces techniciens n'avaient pas nécessairement une connaissance directe des modes de production orientaux, mais grâce à l'ampleur de leurs compétences techniques, organisationnelles, ils furent capables de mettre en œuvre une production nouvelle. Le succès de leurs activités témoigne, s'il était encore nécessaire de le rappeler, de l'importance de la circulation des savoirs techniques et du rôle des appren-

⁴⁰ D'autant qu'il s'était proposé, étant doge, de soutenir les responsables de la «maona de Chio» après la prise de Lesbos en 1462 (Argenti 1958, 242).

⁴¹ Le contrat d'engagement date de 1486, pour 6 ans, mais c'est un renouvellement (Franco Silva 1995, 105; Igual Luis 2014).

⁴² Ce rapprochement suggère une véritable communication dans le monde du travail (Braunstein 1992; Braunstein 1999).

⁴³ Il était aussi proche des Allegretti.

⁴⁴ Sur le personnage, cf. Barreto 2011.

⁴⁵ Morales Gomez 2016, 546, 548. Peut-être était-il originaire d'une famille de marchands lombards présents à Valence dans la première moitié du siècle (Navarro Espinach et Villanueva Morte 2020, 127).

tissages et des savoirs tacites,⁴⁶ parmi les connaissances utiles dans l'essor artisanal et industriel de la fin du moyen âge. Il suggère davantage de coopération que de concurrence et une forme de libéralité dans la mise à disposition des procédés techniques.⁴⁷ Il confirme aussi l'importance des centres urbains (comme Sienne) et des districts industriels comme foyers essentiels de la réception ou de la diffusion de ces savoirs. Surtout, la rapidité de circulation, d'adaptation de ces savoirs souligne le caractère étroitement connecté de ces espaces (entre la Campanie et la Catalogne), par le biais de la mer Tyrrhénienne notamment, particulièrement fréquentée par les marchands génois, toscans et catalans. Ce sont d'ailleurs, des marchands qui ont contribué à fonder, même s'ils ne furent pas seuls, plusieurs des alunières, selon des structures entrepreneuriales, très différentes les unes des autres, néanmoins.

3. Des entreprises industrielles dirigées par des marchands

La principale de ces entreprises était celle de Tolfa dont l'organisation est singulière. La production fut lancée – sous le contrôle technique de Biagio di Centurione Spinola (cf. *supra*) – par trois associés, désignés comme *constructores*: outre Giovanni di Paolo di Castro (Ait 2009), deux marchands l'un génois, Bartolomeo Framura et l'autre pisan, même si installé depuis longtemps à Viterbe, Carlo Gaetani.⁴⁸ Les trois s'étaient engagés, vraisemblablement dès 1462, auprès de la Chambre Apostolique à fournir plus de 30 000 cantares d'alun par an (environ 1500 tonnes).⁴⁹ On ignore encore comment s'organisait concrètement la production – notamment l'emplacement des premiers des fours de calcination et de lixivation – mais il existait plusieurs zones d'extraction (Vallelonga 2020). Néanmoins chacun des trois associés était responsable de ses ouvriers et devait stocker l'alun produit dans ses propres magasins à Civitavecchia (Zippel 1907, 22), dont l'enregistrement et le transport étaient assurés par des représentants de la Chambre Apostolique – ou bien entre 1465 et 1471, par les Commissaires de la Croisade.⁵⁰ En 1465, la filiale romaine de la banque Médicis obtint la «*depositeria*» de la Chambre Apostolique et celle du Trésor de la Croisade (Zippel 1907, 403). *In fine*, l'alun acheté par le dépositaire était commercialisé en exclusivité par une société fermière⁵¹ – les Médicis jusqu'en 1476⁵² –, mais les producteurs pouvaient aussi écouler leurs excédents en les

⁴⁶ Sur la circulation des savoirs techniques et des savoirs tacites, cf. Braunstein 1999; Hilaire-Pérez et Verna 2006; Pérez et Verna 2009.

⁴⁷ Plus précisément dans la péninsule italienne à la fin du moyen âge, voir Epstein et Fava 2009; Donati et Franceschi 2018.

⁴⁸ Sa descendance était apparentée aux Margani (Ait 2010).

⁴⁹ Nous ne connaissons que le renouvellement du contrat qui date de 1465 (Zippel 1907, 21).

⁵⁰ En 1465, Paul II institua en effet, que les revenus du commerce de l'alun seraient destinés à financer la Croisade contre les Turcs et géré par une Commission composée de trois cardinaux (Zippel 1907, 24; 416; Weber 2013). Sixte IV remit la gestion des alunières de la Croisade aux mains de la Chambre Apostolique, en 1471 (Zippel 1907, 24; 418).

⁵¹ Le premier contrat de «l'appalto» date novembre 1462, le second du 20 mars 1465 (Rinaldi 1995, 15; 20).

⁵² Puis confiée aux Pazzi (Zippel 1907, 404).

vendant de façon préférentielle à la papauté, en les faisant vendre par la société fermière ou en assurant eux-mêmes leur exportation (Boisseuil, Chareille et Ait 2023). Pour autant que l'on puisse en juger (car les documents sont peu nombreux), le système évolua peu avant la fin du siècle,⁵³ seuls quelques acteurs changèrent. Les Médicis remplacèrent Bartolomeo Framura au sein de la société productrice en 1466 (Zippel 1907, 404), Carlo Gaetani céda la place à son fils, Alfonso en 1479 (Zippel 1907, 424).⁵⁴ Les Médicis furent évincés de la ferme en 1476, au profit des Pazzi, jusqu'en 1478, puis se succédèrent: Visconte Cigala et Domenico Centurione, de nouveau les Médicis (1485-1489), les génois Niccolò et Paolo Gentili (1489-1491) et à partir de 1492, le florentin, Paolo Rucellai (Delumeau 1962, 89-90). La production et la commercialisation semblent avoir été importante, tout au moins pendant la période où les Médicis contrôlèrent la ferme du commerce des aluns :⁵⁵ il est probable qu'elle excédait les demandes pontificales contractualisées.⁵⁶ Les pratiques marchandes – comme savoirs utiles – ont sans doute participé au succès et à la continuité de l'entreprise pontificale.

On connaît moins bien le fonctionnement de la société qui assurait la production d'Agnano, mais en 1462, elle apparaît comme une 'joint venture' entre Guglielmo Lo Monaco et Ferrante d'Aragon qui n'entra en action que trois ans plus tard (Feniello 2003, 160; Feniello 2005, 199).⁵⁷ En juin 1470, afin de limiter la concurrence, le pape proposa de réunir la production des alunières de Tolfa à celle du royaume de Naples en ne formant plus qu'une seule «maona» (Zippel 1907, 35; Delumeau 1962, 24-26; Feniello 2003, 162). Cette dernière ne dura pas plus d'un an et la production d'Agnano se maintint sans doute modestement par la suite.⁵⁸ En revanche, il semble bien que l'alunière d'Ischia ait davantage produit. Le souverain y joua un rôle moindre. Sous la direction de nombreux concessionnaires, proches des Aragonais: d'abord des marchands vénitiens résidant à Naples, puis le comte de Sarno (1481-1486). Avec l'activité de plusieurs sous-traitants napolitains (Gaspere Scozio, Aniello Pierozzi) la production se maintint et était exportée (Feniello 2003, 163).⁵⁹ La quantité d'alun produit à Lipari était sans doute modeste malgré les efforts de quelques marchands florentins.⁶⁰ Les alunières espagnoles, lancées par des

⁵³ Il faut attendre la gestion d'Agostino Chigi au début du XVI^e siècle, pour observer un changement dans le mode de production (Ait et Modigliani 2021).

⁵⁴ Une fois mort, la gestion de l'alunière revint aux Margani puisque Alfonso Gaetani avait épousé Cristofora Margani (Ait 2010, 248).

⁵⁵ C'est la seule période de la fin du XV^e siècle, pour laquelle sont conservées, déposées à l'ASR, des épaves archivistiques de cette vaste entreprise (Boisseuil, Chareille et Ait 2023).

⁵⁶ Carlo Gaetani aurait produit à lui seul pendant les années 1464-1465, près de 70 000 cantares d'alun (Ait 2010, 249).

⁵⁷ Le contrat prévoyait la réalisation de 7 fours pour cuire la pierre et d'un édifice pour la lessiver. Guglielmo s'engageait à produire 2400 cantares/an (Cestari 1790, 26-31).

⁵⁸ Elle paraissait modeste au regard de Tolfa: 200 cantares par mois (Zippel 1907, 37; Feniello 2005, 205).

⁵⁹ Des outillages et chaudières neufs furent installés en 1473 (Feniello 2005, 203). Voir aussi Pipino 2009, 29-30.

⁶⁰ Cf. note 20.

marchands locaux, furent peu productives,⁶¹ à l'exception de celle de Mazarrón. Cette dernière avait été concédée par Henri IV, à son favori Juan Pachecho, marquis de Villena en mai 1462 qui s'était très vite associé en 1463 à Pedro Fajardo, officier de justice. Les deux protagonistes se réservaient, pour moitié chacun, l'alun produit et cédaient à un exploitant la production. Le contrat qui intéressait leurs héritiers respectifs fut reconduit en 1480, à la suite du renouvellement de la concession royale. Il est possible que l'activité ait débuté alors. Elle fut d'abord confiée à un groupe d'acteurs locaux originaires de Murcie, mais en 1485, ils furent évincés au profit des frères Rey, des Génois, qui s'engageaient à produire 4000 cantares d'alun par an (Franco Silva 1995, 105; Córdoba de la Llave, Franco Silva et Navarro Espinach 2005, 127-128). C'est à partir de cette époque que l'alun était exporté à Valence (Iguual Luis 2014) et jusqu'en Flandre.

On connaît mieux les sociétés qui œuvrèrent en Toscane. Elles étaient composées, surtout après 1480, de plusieurs investisseurs appartenant aux élites politico-économiques, essentiellement siennoises – plusieurs membres de familles influentes comme Borghesi, Tolomei, Petrucci et bancaires comme Pini, Spannocchi – et dans une moindre mesure, florentines – Médicis et Capponi (Boisseuil 2014, § 10 sq). Par leur structure, ces entreprises étaient comparables aux compagnies commerciales. Elles s'acquittaient envers les autorités publiques – seigneur de Piombino, communes de Sienne, de Volterra, de Massa Marittima... – d'un droit d'exploitation (sous la forme d'une location) et commercialisaient directement la production, par l'intermédiaire des réseaux d'affaires qu'elles connaissaient ou animaient. Même modeste au regard de Tolfa, la production trouvait ses débouchés (locaux, internationaux). Ainsi, l'alun de Piombino voyageait-il jusqu'à Valence, en Espagne, et même jusqu'en Flandres ou en Angleterre.⁶²

Il est difficile de savoir, faute de documents,⁶³ si les formes organisationnelles⁶⁴ déployées dans les alunières occidentales, étaient de beaucoup différentes de celles mobilisées par les Génois auparavant en Orient et si les pratiques comptables communes à tous ces acteurs économiques de premier plan (marchands et banquiers toscans notamment) ont joué un rôle important dans l'essor des entreprises européennes. Néanmoins, elles pouvaient apparaître comme des connaissances utiles qui furent, à l'égal des savoirs techniques empruntés ou adaptés, des connaissances empiriques collectées rapidement,⁶⁵ nécessaires pour créer, en une décennie environ (entre 1460 et 1470) des industries nouvelles et viables.⁶⁶ Ces alunières ont

⁶¹ Une cinquantaine de quintaux annuels pour Paracuellos à la fin du siècle (Morales Gomez 2016, 550). En 1462, deux chaudières de bronze sont attestées à Paracuellos (Navarro Espinach et Villanueva Morte 2020, 126).

⁶² Notamment en 1485-1486, à raison de plusieurs milliers de cantares par chargement, cf. ASF *Notarile antecosimiano*, 18577, fol. 10v-11r, 48v, 113-114v, 131r.

⁶³ On a jusqu'alors repéré qu'une seule comptabilité d'alunière, datée du début du XVI^e siècle (Boisseuil et Chareille 2009).

⁶⁴ Notamment pour l'organisation du travail qui était un élément essentiel de la production, cf. Braunstein 2003b.

⁶⁵ Sur l'importance d'apprécier à différentes échelles, de temps et d'espace, ces circulations, cf. Hilaire-Pérez 2015.

⁶⁶ On connaît encore mal les structures de production anatoliennes.

très vite trouvé, grâce à la densité des réseaux marchands européens, à écouler leur production. En sorte, que déjà avant 1480, le manque d'alun redouté à l'issue de la chute de Constantinople, paraissait un lointain souvenir...

SOURCES

- Pii Secundi pontificis maximi. 1993. *Commentarii*, ed. Ibolya Bellus, et Iván Boronkai. Budapest: Balassi Kiadó.
- Heers Jacques, et Georgette de Groer, ed. 1978. *Itinéraire d'Anselme Adorno en Terre Sainte (1470-1471)*. Paris: Centre nationale de la Recherche Scientifique.
- Giustiniani Agostino (monsignor). 1854. *Annali della Repubblica di Genova*, ed. G.B. Spotorno. Genova: Canepa, vols. 1-2.
- Cestari Gennaro. 1790. *Anecdotti istorici sulle alumiere delli monti Leucogei*. Napoli.

BIBLIOGRAPHIE

- Ait, Ivana. 2009. "Impresa e famiglia: l'eredità di Ludovico da Castro." In *Ludicra Per Paola Farenga*, ed. Myriam Chiabò, Maurizio Gargano, et Anna Modigliani, 139-49. Roma: Roma nel Rinascimento.
- Ait, Ivana. 2010. "I Margani e le miniere di allume di Tolfa: dinamiche familiari e interessi mercantili fra XIV e XVI secolo." *Archivio Storico Italiano* 168: 231-62.
- Ait, Ivana, et Anna Modigliani, ed. 2022. *Agostino Chigi Lettere a Tolfa (1504-1505). L'imprenditore dell'allume dei papi*. Roma: Istituto Storico Italiano per il Medio Evo (Fonti per la Storia dell'Italia Medievale. Antiquitates).
- Ait, Ivana, et Didier Boisseuil, ed. 2014. "Le monopole de l'alun pontifical à la fin du moyen âge." *Mélanges de l'École française de Rome. moyen âge* 126, 1.
- Argenti, Philip P. 1958. *The occupation of Chios by the Genoese and their administration of the island 1346-1566*. Cambridge: University Press.
- Arnoux, Mathieu et Pierre Monnet, ed. 2004. *Le technicien dans la cité en Europe occidentale, 1250-1650*. Rome: École Française de Rome.
- Arvanitidou, Ioanna P. 2020. "Alum mines in medieval Greece." In *I paesaggi dell'allume. Archeologia della produzione ed economia di rete*, ed. Luisa Dallai, Giovanna Bianchi, et Francesca Romana Stasolla, 195-200. Sesto Fiorentino: Insegna del Giglio.
- Barreto, Joana 2011. "Artisan ou artiste entre France et Italie? Le cas de Guglielmo Monaco (Guillaume Le Moine) à la cour de Naples au XV^e siècle." *Laboratoire italien* 11: 301-28.
- Berg, Maxine. 2007. "The genesis of 'useful knowledge.'" *History of Science* 45, 2: 123-33.
- Boisseuil, Didier, et Pascal Chareille. 2023. "Le commerce de l'alun en Occident au XIV^e-XV^e siècle: réflexions sur les modes de circulation d'une matière première, à l'aube des temps modernes." *Mélanges de l'École française de Rome. moyen âge* [En ligne] 135, 2 (à paraître).
- Boisseuil, Didier, Pascal Chareille, et Ivana Ait. 2023. "La circulation des aluns au Quattrocento: les exportations du port Civitavecchia à travers la

- documentation romaine.” *Mélanges de l'École française de Rome. moyen âge* [En ligne] 135, 2 (à paraître).
- Boisseuil, Didier 2005. “L'alun en Toscane à la fin du moyen âge.” In *L'alun de Méditerranée*, ed. Philippe Borgard, Jean-Pierre Brun, et Maurice Picon, 105-17. Naples-Aix-en-Provence: Centre Jean Bérard.
- Boisseuil, Didier 2014. “Production d'alun et monopole romain en Toscane méridionale (fin XV^e – début XVI^e siècles).” *Mélanges de l'École française de Rome. moyen âge* [En ligne], 126-1. <<http://mefrm.revues.org/1879>>
- Boisseuil, Didier 2016. “Des techniciens siennois à la Renaissance.” In *L'età di Pandolfo Petrucci. Studi in memoria di Giuseppe Chironi* (Sienne, 19-20 octobre 2012), 169-88. Siena: Accademia degli Intronati.
- Boisseuil, Didier 2019. “Prospections minières et production de métaux précieux dans le sud de la Toscane à la fin du XV^e siècle. Quelques observations.” In *Les métaux précieux en Méditerranée médiévale Exploitations, transformations, circulations*. (Actes du colloque d'Aix-en-Provence des 6-8 Octobre 2016), ed. Nicolas Minvielle Larousse, Marie-Christine Bailly-Maître, et Giovanna Bianchi, 171-79. Aix-en-Provence: Presses Universitaire de Provence.
- Boisseuil, Didier, et Ivana Ait. 2021. “Gli attori del commercio dell'allume in Mediterraneo alla fine del Quattrocento.” In *Le Marché des matières premières (antiquité-moyen âge)*, ed. Didier Boisseuil, Christian Rico, Sauro Gelichi, 423-46. Rome: École Française de Rome.
- Boisseuil, Didier, et Pascal Chareille. 2009. “L'exploitation de l'alun en Toscane au début du XVI^e siècle: l'alunière de Monterotondo et la société de Rinaldo Tolomei.” *Mélanges de l'École Française de Rome, moyen âge* 121-1: 9-28.
- Boisseuil, Didier, David Igual Luis, et María Alcalde Martínez. 2022. “Les aluns espagnols et méditerranéens dans l'Europe du XV^e siècle et au début du XVI^e siècle: production, usage et distribution d'une matière première (résumé).” In *Los alumbres en España y el Mediterráneo (siglos XV-XVI). Estudios y aproximaciones comparativas*, ed. Didier Boisseuil, David Igual Luis, et Maria Martínez Alcalde, 173-84. Madrid: CSIC.
- Braunstein, Philippe. 1965. “Les entreprises minières en Vénétie au XV^e siècle” *Mélanges de l'École Française de Rome* 77, 2: 529-607.
- Braunstein, Philippe. 1992. “La communication dans le monde du travail à la fin du moyen âge.” In *Kommunikation und Alltag in Spätmittelalter und Früher Neuzeit*, 75-95. Vienne: VÖAW.
- Braunstein, Philippe. 1993. “Légendes welsches et itinéraires silésiens: la prospection minière au XV^e siècle.” *History of Technology* 15: 206-35 (rééd. in Braunstein, Philippe. 2003. *Travail et entreprise au moyen âge*, 207-37. Bruxelles: De Boeck).
- Braunstein, Philippe. 1999. “Maîtrise et transmission des connaissances techniques au moyen âge.” *History of Technology* 21: 155-65.
- Braunstein, Philippe. 2003a. “Des minerais au métal: la longue durée à l'épreuve des sources et des méthodes.” In *Au-delà de l'écrit. Les hommes et leurs vécus matériels au moyen âge à la lumière des sciences et des techniques: nouvelles perspectives*, ed. René Noël, Isabelle Paquay, et Jean-Pierre Sosson, 135-49. Turnhout: Brepols (Typologie des sources du moyen âge occidental).

- Braunstein, Philippe. 2003b. "L'organizzazione del lavoro alla fine del Medioevo", *Annali di Storia dell'impresa* 14: 191-200.
- Braunstein, Philippe. 2005. "Technique et augmentation des biens économiques." In *Tradition, innovation, invention. Fortschrittsverweigerung und Fortschrittsbewusstsein im Mittelalter*, ed. Hans Joachim Schmidt, 87-106. Berlin-New York: De Gruyter (Scriinium Friburgense, n° 18).
- Campagna Giuseppe. 2020, "Nomen habet ab aluminis mineris proximis: estrazione dell'allume e dinamiche insediative in un centro siciliano d'età moderna" *Nuova Rivista Storica*, 104, 3: 1084-94.
- Caravale, Mario. 1979. "Castro, Giovanni di." *Dizionario Biografico degli Italiani* 22, <https://www.treccani.it/enciclopedia/giovanni-di-castro_%28Dizionario-Biografico%29> (2023-01-31)
- Chandelier Joël, Catherine Verna, et Nicolas Weil-Parot, ed. 2017. "Introduction." In *Science et technique au moyen âge (XII^e-XV^e siècle)*, ed. Chandelier Joël, Verna Catherine, et Nicolas Weil-Parot, 9-24. Paris: Presses Universitaires de Vincennes.
- Cooper, Edward, et Salvador Mirete Mayo. 2001. *La mitra y la roca: Intereses de Alfonso Carrillo, arzobispo de Toledo, en la Ribera del Ebro*. Toledo: Inst^o est. Toledano.
- Cooper, Edward, 2008. "El acebo y el Rey sin fe." *Hispania. Revista Española de Historia* 68, 229: 315-340.
- Córdoba de la Llave, Ricardo, Alfonso Franco Silva, et Germán Navarro Espinach. 2005. "L'alun de la Péninsule ibérique durant la période médiévale (Royaumes de Castille et d'Aragon)." In *L'alun de Méditerranée*, ed. Philippe Borgard, Jean-Pierre Brun et Maurice Picon, 125-37. Naples-Aix-en-Provence: Centre Jean Bérard.
- Coulet, Noël. 1993. "Une concession minière au temps du roi René." *Provence historique* 43: 279-88.
- Dallai, Luisa et María Martínez Alcalde. 2020. "Arqueología de los espacios del alumbre." In *Los alumbres en España y el Mediterráneo (siglos XV-XVI). Estudios y aproximaciones comparativas*, ed. David Igual Luis, Didier Boisseuil, et María Martínez Alcalde, 19-63. Madrid: CSIC.
- Dallai, Luisa et Giulio Poggi. 2012., "Monteleo (GR): una 'fabbrica dell'allume' alla fine del Medioevo", in *VI^o Congresso Nazionale di Archeologia Medievale*. Atti del Convegno, L'Aquila, 12-15 settembre 2012, ed. Fabio Redi, et A. Forgione, 635-39. Firenze: All'Insegna del Giglio.
- Dallai, Luisa, Giovanna Bianchi, et Francesca Romana Stasolla, ed. 2020. *I paesaggi dell'allume. Archeologia della produzione ed economia di rete*. Firenze: All'Insegna del Giglio.
- Dallai, Luisa. 2020., "Lo scavo dell'allumiera di Monteleo. Nuovi dati per la produzione dell'allume alunitico nel tardo medioevo." In *I paesaggi dell'allume. Archeologia della produzione ed economia di rete*, ed. Luisa Dallai, Giovanna Bianchi, et Francesca Romana Stasolla, 115-29. Firenze: All'Insegna del Giglio.
- De Beaune, Sophie A., Hilaire-Pérez, Liliane et Vermeir Koen. 2017. *L'analogie dans les techniques*. Paris: CNRS Editions.
- Delumeau, Jean. 1962. *L'alun de Rome, XV^e-XIX^e siècle*. Paris: S.E.P.V.E.N.

- Dentici Buccellato, Rosa Maria. 1984. “Miniere siciliane nel XV secolo: una realtà o una speranza ?” *Ricerche Storiche* 14, 1: 136-138.
- Di Nezza, Maria, et Michele Di Filippo. 2020. “Coltivazione e circolazione dell'alunite nel bacino del Mediterraneo dall'epoca antica all'inizio del '900 da 'indicatori geologici'.” In *I paesaggi dell'allume. Archeologia della produzione ed economia di rete*, ed. Luisa Dallai, Giovanna Bianchi, et Francesca Romana Stasolla, 25-32. Firenze: All'Insegna del Giglio.
- Epstein, Stephan R., et Valentina Fava. 2009. “Trasferimento di conoscenza tecnologica e innovazione in Europa (1200-1800).” *Studi Storici* 50, 3, (*La storia economica delle società dell'Europa preindustriale*): 717-746.
- Feniello, Amedeo. 2003. “Estrazione e commercio dell'allume: le miniere di Agnano e di Ischia.” In *Il commercio a Napoli e nell'Italia meridionale nel XV secolo. Fonti e problemi*, ed. Alfonso Leone, 157-75. Napoli: Athena.
- Feniello, Amedeo. 2005. *Les campagnes napolitaines à la fin du moyen âge. Mutation d'un paysage rural*. Roma: École française de Rome.
- Fineschi, Stefania. 2020. “La produzione di allume nell'Italia meridionale. I casi di Agnano – Ischia (NA) e Lipari-Roccalumera (ME) .” In *I paesaggi dell'allume. Archeologia della produzione ed economia di rete*, ed. Luisa Dallai, Giovanna Bianchi, et Francesca Romana Stasolla, 201-08. Firenze: All'Insegna del Giglio.
- Degrassi, Donata, et Franco Franceschi. 2018. “I 'segreti di bottega' (XIII-inizi XVI secolo): mito o realtà?” In *La necessità del segreto. Indagini sullo spazio politico nell'Italia medievale ed oltre*, ed. Jacques Chiffolleau, Etienne Hubert, et Roberta Mucciarelli, 285-311. Roma: Viella.
- Franco Silva, Alfonso. 1995. “El alumbre murciano.” In *Actas de las I Jornadas sobre Minería y Tecnología en le Edad Media Peninsular*, 101-120. León: Fundación Hullera Vasco-Leonesa.
- Fritz, Jean-Marie, et Olga Anna Duhl. 2016. *Les cinq sens entre moyen âge et Renaissance: enjeux épistémologiques et esthétiques*. Dijon: Éditions universitaires de Dijon.
- Giacchetto, Marco. 2023. “La circulation des aluns à Sienne à la fin du moyen âge.” *Mélanges de l'École française de Rome. moyen âge* [En ligne] 135, 2 (à paraître).
- Gilbert, Felix. 1991. *The pope, his banker and Venice. A vivid account of men, money, and states in the High Renaissance*. London: Harvard University Press.
- Guidi Bruscoli, Francesco. 2018. “Da comprimare a protagonisti: i fiorentini in Portogallo nel Basso Medioevo (1338-1520).” *eHumanista* 38: 65-82.
- Heers, Marie Louise. 1954. “Les Génois et le commerce de l'alun à la fin du moyen Age.” *Revue d'Histoire économique et sociale*, 32, 1: 30-53.
- Hilaire-Perez, Liliane, et Catherine Verna. 2006. “Dissemination of technical knowledge in the middle ages and the early modern era. new approaches and methodological issues.” *Technology and Culture* 47: 536-65.
- Hilaire-Pérez, Liliane. 2015. “Introduction. Savoirs et mobilités à l'échelle du monde: un paradigme au prisme de la recherche collective.” In *Les savoirs-monde. Mobilités et circulation des savoirs depuis le moyen âge*, ed. Pilar González-Bernaldo, et Liliane Hilaire-Perez, 17-28. Rennes: Presses Universitaires de Rennes.
- Hocquet, Jean-Claude. 2010. “Le réseau d'affaires de Giacomo Badoer marchand vénitien à Constantinople (1436-1440)”, *Studi Veneziani*, 61: 57-80.

- Igual Luis, David. 2014. "La producción y el comercio del alumbre en los reinos hispánicos del siglo XV", *Mélanges de l'École française de Rome. moyen âge* [En ligne], 126, 1. DOI: <https://doi.org/10.4000/mefrm.1681>
- Jacoby, David. 1987. "L'alun et la Crête vénitienne." *Byzantinische Forschungen* 12: 129-42 (réédition dans *Trade, Commodities and shipping in the Medieval Mediterranean*, Adershot, Variorum Reprints, 1990, n° 10).
- Jacoby, David. 2005. "Production et commerce de l'alun oriental en Méditerranée, XI^e-XV^e siècles." In *L'alun de Méditerranée*, ed. Philippe Borgard, Jean-Pierre Brun, et Maurice Picon, 219-267. Naples-Aix-en-Provence: Centre Jean Bérard.
- Lisini, Alessandro. 1935. "Notizie delle miniere della Maremma toscana e leggi per l'estrazione dei metalli nel medioevo" *Bollettino Senese di Storia Patria*, 42: 185-256.
- Lopez, Roberto. 1933. *Genova Marinara nel Duecento. Benedetto Zaccaria, ammiraglio e mercante*, Messina-Milano: Casa editrice Giuseppe Principato.
- Martínez Alcalde, María. 2020. "El patrimonio cultural del alumbre en España. Las referencias de Mazarrón." In *I paesaggi dell'allume. Archeologia della produzione ed economia di rete*, ed. Luisa Dallai, Giovanna Bianchi, et Francesca Romana Stasolla, 183-94. Firenze: All'Insegna del Giglio.
- Morales Gómez, Juan José. 2016. "Las minas de alumbre del bajo Jiloca (Zaragoza) y su explotación a fines de la edad media." *Espacio, Tiempo y Forma* (Serie III, Historia Medieval) 29: 543-569.
- Munuera Navarro, David. 2020. "Alumbre en el reino de Murcia. Comerciantes, puertos y barcos (siglos XV-XVI)." In *Los alumbres en España y el Mediterráneo (siglos XV-XVI). Estudios y aproximaciones comparativas*, ed. David Igual Luis, Didier Boisseuil, et María Martínez Alcalde, 142-54. Madrid: CSIC.
- Navarro Espinach, Germà, et Concepción Villanueva Morte. 2022. "El negocio del alumbre en Aragón (siglo XV)." In *Los alumbres en España y el Mediterráneo (siglos XV-XVI). Estudios y aproximaciones comparativas*, ed. David Igual Luis, Didier Boisseuil, et María Martínez Alcalde, 97-118. Madrid: CSIC.
- Ouerfelli, Mohamed. 2008. *Le sucre. Production, commercialisation et usages dans la Méditerranée médiévale*. Leiden: Brill (The Medieval Mediterranean, 71).
- Pampaloni, Guido. 1975. "La miniera del rame di Montecatini Val di Cecina. La legislazione mineraria di Firenze e I Marinai di Prato. Secolo XV, seconda metà." *Archivio Storico Pratese* 51, 2: 1-169.
- Peragallo, Prospero. 1907. *Cenni intorno alla colonia italiana in Portogallo nei secoli XIV, XV e XVI*. Genova: Ved. Papini e Figli.
- Pérez, Liliane et Catherine Verna. 2009. "La circulation des savoirs techniques du moyen-âge à l'époque moderne. Nouvelles approches et enjeux méthodologiques." *Tracés* 16, 1: 25-61.
- Piccinni, Gabriella. 1999. "Le miniere del Senese alla fine del Medioevo." In *La Toscana et les Toscans autour de la Renaissance. Mélanges offerts à Charles-Marie de la Roncière*, ed. Jean-André Canciellieri, 239-254. Aix-en-Provence: Publications de l'Université de Provence.
- Picon, Maurice, Karadima-Matsa, Chryssa et Francine Blondé. 2016. "À propos des alunières de Sapès (Macédoine orientale), techniques et artisanats sur la longue

- durée.” In *L'artisanat en Grèce ancienne. Filières de production: bilans, méthodes et perspectives*, ed. Francine Blondé, 391-418. Villeneuve d'Ascq: Presses universitaires du Septentrion.
- Picon, Maurice. 2000. “La préparation de l'alun à partir de l'alunite aux époques antiques et médiévales.” In *Arts du feu et productions artisanales. XX^e rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes*, ed. Pierre Pétrequin, Philippe Fluzin, Jacques Thiriot, et Paul Benoît, 519-530. Antibes: APDCA.
- Pipino, Giuseppe. 2005. *Liguria Mineraria Miscellanea di giacimentologia, mineralogia e storia estrattiva*, Ovada: Pesce.
- Pipino, Giuseppe. 2009. “Oro e allume nella storia dell'isola d'Ischia.” *La Rassegna d'Ischia* 6: 17-34
- Rubio Semper, Agustín. 1992. “Un contrato de arrendamiento minero del siglo XV de Paracuellos de Jiloca.” *Tercer Encuentro de Estudios Bilbilitanos. Actas II. Etnología. Folklore. Historia Medieval y Moderna. Historia Contemporánea*, 199-201. Zaragoza: Centro de Estudios Bilbilitanos.
- Ruiz Martín, Felipe. 2004. *Los alumbres españoles: un índice de la coyuntura económica europea en el siglo XVI*. Madrid: Ediciones Bornova.
- Sella, Pietro. 1944. “La prima concessione per l'allume della Tolfa.” *Quellen und Forschungen aus Italienischen Archiven und Bibliotheken* 33: 252-59.
- Testi, Gino. 1931. “Le antiche miniere di allume e l'arte tintoria in Italia.” *Archeion* 13: 440-48.
- Vallelonga, Fabrizio. 2020. “L'insediamento della Bianca, il primo villaggio dei cavatori.” In *I paesaggi dell'allume. Archeologia della produzione ed economia di rete*, ed. Luisa Dallai, Giovanna Bianchi, et Francesca Romana Stasolla, 53-68. Firenze: All'Insegna del Giglio.
- Vaquero Piñeiro, Manuel. 2004. “Navi basche nel commercio dell'allume di Tolfa (1476-1543).” In *Roma. Donne. Libri tra Medioevo e Rinascimento. In ricordo di Pino Lombardi*, 179-200. Roma: Roma nel Rinascimento.
- Vivel, Christel, 2020. “Recension de *La culture de la croissance. Les origines de l'économie moderne*, Joel Mokyr: Trad. fr. P.E. Dauzat, Paris, Gallimard, 2020.” *Revue de philosophie économique* 21, 2: 225-34. DOI: 10.3917/rpec.212.0225.
- Weber, Benjamin. 2013. “L'alun de la croisade? Étapes et difficulté de la mise en place d'un monopole pontifical sur l'alun de Tolfa (1461-1471).” *Cahiers de recherches médiévales et humanistes. Journal of medieval and humanistic studies* 25: 597-619. DOI: 10.4000/crm.13139
- Wright, Christopher. 2010. “Florentine alum in the Hospitaller islands: the *appalto* of 1442.” *Journal of Medieval History* 36: 175-91.
- Wright, Christopher. 2014. *The Gattilusio Lordships and the Aegean world*. Leiden-Boston: Brill.
- Zippel, Giuseppe. 1907. “L'allume di Tolfa e il suo commercio.” *Archivio della Società Romana di Storia Patria* 30: 5-51, 389-462.