

bulletin de l'
association des
naturalistes de la
vallée du
Loing et du massif de Fontainebleau

anvl

association loi 1901 fondée le 20 juin 1913 agréée au titre de la protection de la nature



Calcite de Belle-Croix ou Calcite de Fontainebleau, « Grotte aux Cristaux », Fontainebleau (77).
Cliché : M. THIRY.

Membre fondateur de l'
UICN
Union mondiale pour la Nature



n° 3 2013
volume 89
revue trimestrielle
ISSN 0296-3086

Association des Naturalistes de la Vallée du Loing et du massif de Fontainebleau

SIRET 389 605 122 00016

code APE 9104Z

La Banque Postale 20041 00001 0056934R020 13 - IBAN : FR88 2004 1000 0100 56934R02 013

agrée au titre de la protection de l'environnement dans le département de la Seine-et-Marne
membre fondateur de l'UICN (union mondiale pour la nature)
membre de la Fédération française des sociétés de sciences naturelles
membre de Pro Natura Ile-de-France (conservatoire régional des espaces naturels)
membre de France Nature Environnement (fédération nationale des associations de protection de la nature)
par l'intermédiaire de Nature Environnement 77
membre fondateur de Natureparif (Agence régionale pour la nature et la biodiversité en Ile-de-France)

Siège social

ANVL

Station d'écologie forestière

Route de la Tour Denecourt

F-77300 Fontainebleau

Téléphone et télécopie : 33 (0)1 64 22 61 17

Site internet : www.anvl.fr

Adresse courriel : anvl@anvl.fr

Bureau directeur

Président : Jean-Philippe SIBLET

Vice-présidents : Gilles NAUDET et Marie-Nieves LIRON

Trésorier : Jean-Pierre MÉRAL

Trésorier adjoint : Jacques COMOLET-TIRMAN

Secrétaire général : Louis ALBESA

Secrétaire adjoint : Philippe GOURDAIN

Secrétaire aux publications et Bibliothécaire : Michel ARLUISON

Bibliothécaire adjoint : Jean GIRAUD

Conseil d'administration

Gabriel CARLIER

Jacqueline DESCOTILS

Stanislas LAMARCHE

Catherine LONGUET

Sylvain MAHUIZIER

Michel RIFFÉ

Membres d'honneur

Présidents d'honneur : François DU RETAIL, Jean-Claude BOISSIÈRE, Jorge VIERA DA SILVA

L'association des naturalistes de la vallée du Loing et du massif de Fontainebleau a pour vocation de promouvoir le goût et l'étude des **sciences naturelles** et de contribuer par les observations, les recherches et les travaux de ses membres à l'élargissement des **connaissances scientifiques** sur son terrain d'étude. Elle est tout particulièrement attachée à la **protection de la nature** et utilise les travaux de ses membres ou sympathisants pour la mise en place de mesures de protection.

Le terrain d'étude de l'ANVL, centré sur le massif de Fontainebleau, s'étend sur **quatre régions** (Ile-de-France, Bourgogne, Centre, Champagne-Ardenne) et **cinq départements** (Seine-et-Marne, Essonne, Yonne, Loiret, Aube) avec, comme limites, à l'est Romilly-sur-Seine, à l'ouest la vallée de l'Essonne, au sud les sources du Loing et au nord l'agglomération melunaise.

L'ANVL organise de nombreuses **excursions** naturalistes pluridisciplinaires tout au long des saisons, ouvertes à tous, et dans des paysages divers ; des **expositions** thématiques, généralement en automne ; des **conférences** sur notre patrimoine naturel et culturel ; des **chantiers de gestion** de secteurs protégés ; des **animations** pour le grand public et les scolaires ; des projets pédagogiques pour les écoles.

L'ANVL élabore des **dossiers de protection** et de gestion pour les sites sensibles et participe à diverses **commissions départementales** de protection et de gestion de la nature.

Le local (même adresse que le siège social) est situé en lisière de la forêt domaniale, à cinq minutes de la gare SNCF de Fontainebleau-Avon, à la naissance de la route forestière de la Tour Denecourt, accessible depuis l'avenue du Général de Gaulle à Avon, à côté de la plage de la forêt. Il abrite une bibliothèque d'ouvrages et de revues concernant toutes les disciplines naturalistes sur une grande partie du territoire français, ainsi que des herbiers et collections d'insectes.

Tous les travaux de sciences naturelles et autres disciplines scientifiques relatifs à l'aire d'étude de l'ANVL, peuvent faire l'objet d'une **publication dans ce bulletin**. Les manuscrits doivent être envoyés aux contacts précisés. La reproduction des articles, notes et documents sans indication de sources ni de nom d'auteur, est interdite.

Le prix de vente à l'unité de ce bulletin est de 12 euros, son **abonnement annuel** est de 40 euros. La cotisation ANVL, couvrant l'abonnement annuel, en qualité de **membre actif** est de 35 euros, celle de **membre bienfaiteur et d'adhésion familiale** de 48 euros. Le paiement des cotisations est exigible au 31 mars. Toute adhésion nouvelle, prise à partir de septembre, est valable jusqu'à la fin de l'année suivante.

La **surcotisation volontaire**, pour promouvoir l'action de Pro Natura Ile-de-France dans l'acquisition de terrains au profit de la sauvegarde de la nature, reste selon votre souhait. Sa répartition s'effectue selon les précisions que vous voudrez bien transmettre à notre trésorier.

Coordination et mise en page du bulletin

Nicolas FLAMANT

SOMMAIRE

ORNITHOLOGIE

Note sur la nidification de la Sterne pierregarin, *Sterna hirundo*, au Château de Fontainebleau (Seine-et-Marne), par Jacques COMOLET-TIRMAN, p. 90

Note sur la redécouverte en 2013 du Pic cendré, *Picus canus*, en forêt de Fontainebleau (Seine-et-Marne), par Jacques COMOLET-TIRMAN, p. 93

ICHTHYOLOGIE

Note sur la présence de la Grande alose, *Alosa alosa*, en Bassée (Seine-et-Marne), par Stanislas LAMARCHE, p. 95

ENTOMOLOGIE

L'Orthétrum réticulé (*Orthetrum cancellatum* Linnaeus, 1758), aventurier ou stratège à Marolles-sur-Seine en 2013 ? (Odonata : Libellulidae), par Nicolas FLAMANT et Sébastien SIBLET, p. 98

Note sur la remarquable présence d'*Herminia tenuialis* (Rebel, 1899) en Bassée seine-et-marnaise. A ne pas confondre avec *Herminia grisealis* (Denis & Schiffermüller, 1775) (Lepidoptera : Erebidae Herminiinae), par Christian GIBEAUX, p. 102

BOTANIQUE

Note sur l'observation de deux piloselles peu communes, par Michel ARLUISON, p. 107

GEOLOGIE

Les Calcites de Fontainebleau : occurrence et genèse, par Médard THIRY, p. 111

DIVERS

Analyse d'ouvrage naturaliste : « ESSAYAN R., JUGAN D., MORA F. & RUFFONI A. (coord.), 2013. Atlas des papillons de jour de Bourgogne et de Franche-Comté (Rhopalocères et Zygènes). *Rev. Sci. Bourgogne-Nature* H-s 13, 494 p. », par Jean-Philippe SIBLET, p. 134

ERRATUM - LICHENOLOGIE

A propos de la « Redécouverte du lichen *Solorina saccata* (L.) Ach. (1808) en Forêt de Fontainebleau (Seine-et-Marne) [*Bull. Ass. Natur. Vallée Loing*, 88 (4)] », par Gabriel CARLIER & Michel ARLUISON, p. 136

ORNITHOLOGIE



NOTE SUR LA NIDIFICATION DE LA STERNE PIERREGARIN, *STERNA HIRUNDO*, AU CHÂTEAU DE FONTAINEBLEAU (SEINE-ET-MARNE)

Par Jacques COMOLET-TIRMAN

Citation proposée : COMOLET-TIRMAN J., 2013 (2016). Note sur la nidification de la Sterne pierregarin, *Sterna hirundo*, au Château de Fontainebleau (Seine-et-Marne). *Bull. Ass. Natur. Vallée Loing*, 89 (3) : 90-92.

Mots-clés : Sterne pierregarin, *Sterna hirundo*, Château de Fontainebleau, Seine-et-Marne, Ile-de-France.

Résumé : L'auteur relate ses observations de la Sterne pierregarin, *Sterna hirundo*, nicheuse au Château de Fontainebleau en 2013 et 2014. Des contacts avec le gestionnaire du domaine de Fontainebleau sont envisagés afin de pérenniser la nidification de l'espèce.

Lors d'une visite au Château de Fontainebleau le 8 juin 2013, j'ai la surprise d'observer un couple de Sterne pierregarin en activité de pêche sur l'Étang des Carpes. Je les qualifie alors dans mon carnet de « nicheurs possibles ». En effet, ces oiseaux ne sont pas là uniquement en halte migratoire¹. J'observe même des parades se déroulant sur l'île où se trouve le pavillon (Fig. 1).

En retournant sur le site beaucoup plus tard, le 1^{er} août, j'obtiens la confirmation de la nidification en observant un juvénile avec ses deux « parents » perchés sur le toit du pavillon.

Le 6 août au matin, le juvénile est toujours là sur le toit accompagné d'un seul des adultes.

L'année suivante, un couple de Sterne pierregarin niche à nouveau au Château. Le 27 juin 2014, le couple est observé. Le 3 juillet, deux adultes sont perchés sur le toit du pavillon pendant qu'un juvénile est en bas, juste à côté de l'endroit où se trouvait probablement le nid. Peu de temps après, le juvénile s'envole vers le Grand Canal, accompagné d'un des adultes.

¹ Les données de Faune Ile-de-France indiquent qu'un individu était présent dès le 19 mai. Site internet : <http://www.faune-iledefrance.org/>



Fig. 1 : Étang des Carpes le 8 juin 2013, Château de Fontainebleau. Cliché : A. COMOLET-TIRMAN.

En consultant les données de Faune Ile-de-France, j'apprends que l'espèce avait déjà été vue sur ce site en juillet 2012 par deux observateurs (dont notre collègue Olivier TOSTAIN), qui n'avaient vu alors qu'un seul individu. On ne peut toutefois écarter l'éventualité d'une nidification dès 2012. Ce serait alors au cours de trois années consécutives que l'espèce aurait pu y nicher, mettant à profit une certaine similitude du biotope avec celui des îlots où elle niche couramment dans les vallées du Loing et de la Seine seine-et-marnaise.



Fig. 2 : Pavillon le 6 août 2013 ; remarquez la végétation se développant au pied. Cliché : J. COMOLET-TIRMAN.

Ces observations sont à mettre en relation avec :

- les capacités d'adaptation de l'espèce (SIBLET, 2004),
- le peu de dérangement actuellement sur l'Étang des Carpes (ralentissement voire arrêt complet des locations de barques),
- l'attractivité qu'exerce le site pour les oiseaux piscivores à travers les observations de Balbuzard pêcheur (SENÉE, 1989), la présence régulière de quelques Grands Cormorans en hivernage et du Martin-pêcheur d'Europe à différentes périodes de l'année,
- le contexte particulier des années 2013 et 2014, caractérisées par des niveaux d'eau élevés interdisant l'utilisation de certains autres sites de nidification.

De façon anecdotique, ces observations fournissent une preuve de nidification pour un « carré atlas² » 10x10 kilomètres (E067N681), par ailleurs dépourvu de toute potentialité pour l'espèce (milieux forestiers et urbains). Relativement sous prospecté par les ornithologues, le Château de Fontainebleau peut pourtant réserver des surprises. La Sterne pierregarin fournit un attrait supplémentaire à la visite, avec des oiseaux qui n'hésitent pas à pêcher à quelques mètres des touristes. Soulignons que le domaine de Fontainebleau a mis en place une gestion favorable à la faune et à la flore dans le cadre de la réserve de biosphère, avec des traitements phytosanitaires réduits ou absents comme le montrent les quelques espèces végétales qui se développent sur l'île. L'installation d'un couple de Sterne pierregarin pourrait n'être qu'occasionnelle. Néanmoins, des actions conservatoires conduites en partenariat avec le domaine de Fontainebleau permettraient peut-être de la pérenniser.

² Atlas des oiseaux nicheurs de France métropolitaine ; site internet : <http://www.atlas-ornitho.fr/>



Fig. 3 : Sternes pierregarins (1 adulte à gauche et 1 juvénile à droite) le 6 août 2013. Cliché : J. COMOLET-TIRMAN.

Remerciements

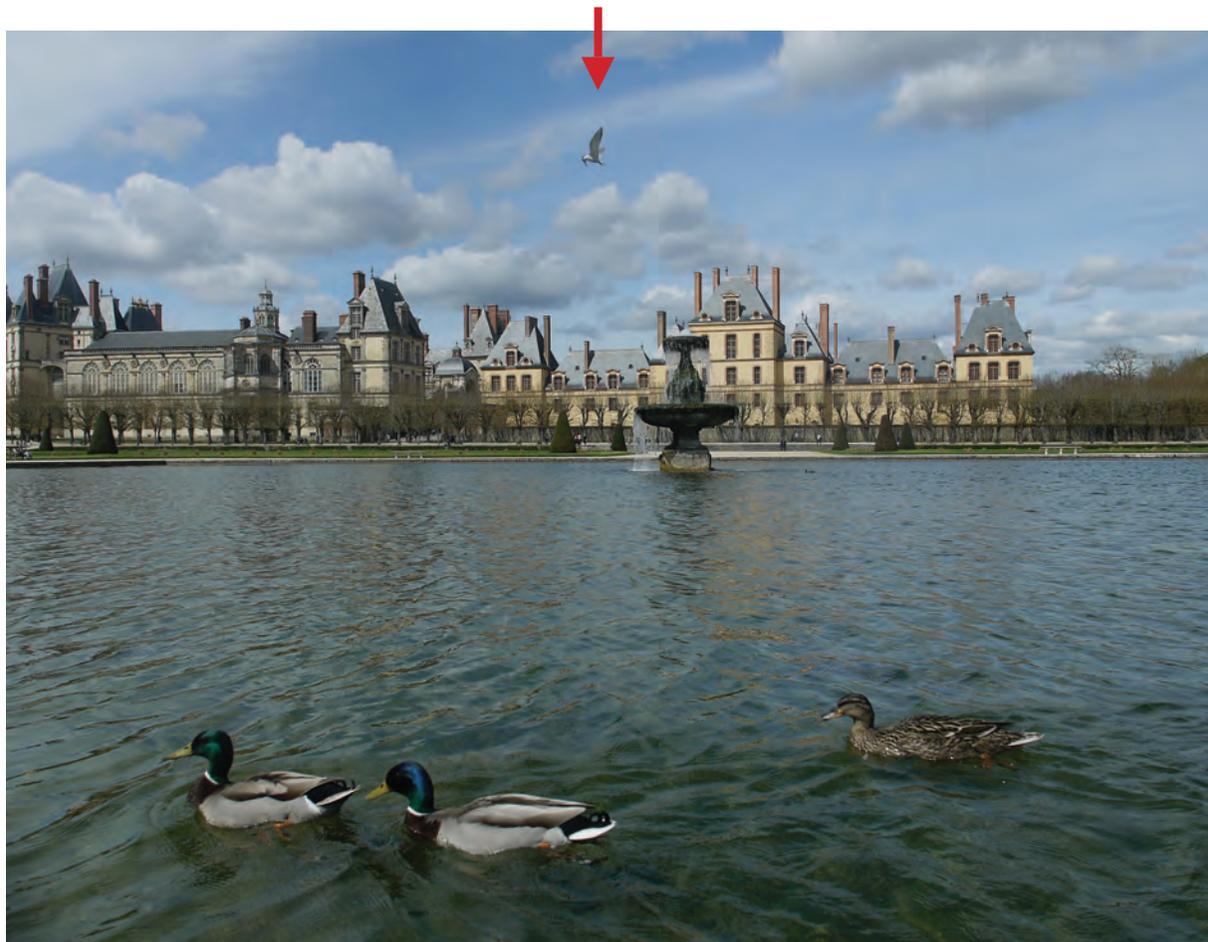
Je tiens à remercier Arlene COMOLET-TIRMAN pour son cliché de l'étang des Carpes et Bernard CARLE pour ses clichés des Sternes pierregarins évoluant « sur fond » de Château de Fontainebleau, dont une illustre la présente note. Ces clichés pris en avril 2016 prouvent que le site est encore à ce jour attractif pour l'espèce.

Bibliographie

SENÉE G., 1989. Un Balbuzard pêcheur (*Pandion haliaetus*) au Château de Fontainebleau. *Bull. Ass. Natur. Vallée Loing*, 65 (2) : 79-80.

SIBLET J.-PH., 2004. Sterne pierregarin (*Sterna hirundo*). In CADIOU B., PONS J.-M. & YÉSOU P. (Ed.), 2004. Oiseaux marins nicheurs de France métropolitaine (1960-2000). Paris : Collection Parthénope, pp. 162-168.

LPO - SEOF - MEEDDM - MNHN. Atlas des oiseaux nicheurs de France métropolitaine [en ligne]. Disponible sur <<http://www.atlas-ornitho.fr>> (consulté le 01.12.2015).



Sterne pierregarin, *Sterna hirundo*, (flèche rouge) en action de pêche au Château de Fontainebleau.

Cliché : B. CARLE.

J. COMOLET-TIRMAN
62, Avenue de la forêt 77210 Avon
<jacques.comolet@orange.fr>

**NOTE SUR LA REDÉCOUVERTE EN 2013
DU PIC CENDRÉ, *PICUS CANUS*,
EN FORÊT DE FONTAINEBLEAU
(SEINE-ET-MARNE)**



Par Jacques COMOLET-TIRMAN

Citation proposée : COMOLET-TIRMAN J., 2013 (2016). Note sur la redécouverte en 2013 du Pic cendré, *Picus canus*, en forêt de Fontainebleau (Seine-et-Marne). *Bull. Ass. Natur. Vallée Loing*, 89 (3) : 93-94.

Mots-clés : Pic cendré, *Picus canus*, Forêt de Fontainebleau, Seine-et-Marne, Ile-de-France.

Résumé : L'auteur relate les observations récentes de Pic cendré, *Picus canus*, en forêt de Fontainebleau, depuis les dernières mentions datant de 2001. Bien que les contacts aient été relevés au sein d'habitats favorables à sa nidification, aucune preuve certaine n'a pu être apportée. Les potentialités d'un retour de l'espèce sont discutées.

Contexte

Le Pic cendré est classé en danger critique d'extinction (CR) dans la liste rouge des oiseaux nicheurs d'Ile-de-France (BIRARD & al., 2012), aucune certitude n'existant d'ailleurs sur la persistance d'une population régionale. Après une phase de déclin accéléré signalée dans le massif de Fontainebleau (COMOLET-TIRMAN, 2000), deux chanteurs étaient encore présents au printemps 2001 (SÉNÉCAL, 2003) et le dernier contact certain avait été obtenu par Jean-Philippe SIBLET en 2004 à Montigny-sur-Loing, en bordure sud de la forêt domaniale.

Observations de 2013

Plus de dix ans après ma dernière observation de Pic cendré en forêt de Fontainebleau, j'ai eu la surprise d'apercevoir et d'entendre un individu de cette espèce le 17 mars 2013 près du « Carrefour de la Vallée de la Chambre ». D'abord entendu Route de la « Butte aux Aires » (parcelle 273) à 7h40, je l'ai vu partir en vol vers la Route Léopold et le « Mont Pierreux » (parcelle 279) où il a continué à chanter de façon irrégulière entre 7h50 et 8h30 sans que je parvienne à le relocaliser précisément. Cette observation était la première d'une série de contacts auditifs qui ont pu être obtenus en bordure de la Réserve Biologique Intégrale (RBI) du « Gros Fouteau » au printemps 2013. Le chant a été entendu assez régulièrement entre le 17 et le 31 mars mais pas nécessairement à chaque visite. Quelques rares contacts visuels ont été

notés, outre mon observation du 17 mars, il faut signaler celle de Louis ALBESA, qui, après deux visites infructueuses les 18 et 20 mars, a observé le 26 mars depuis la Route du « Nid de l'Aigle » (en bordure de la parcelle 274) un individu perché puis en vol vers la RBI (parcelle 265). Le 30 mars, j'ai noté la présence très probable de deux individus, peut-être un couple : un chanteur était présent en parcelle 274 (chant typique sur environ 9 notes) alors qu'un individu s'est fait entendre vers le « Mont Pierreux » (chant plus bref). Aucun chant n'a été entendu au mois d'avril. Ainsi, une visite matinale le 15 avril en compagnie de Michel RIFFÉ et Louis ALBESA n'avait rien donné. Cette absence de contact en avril est assez étonnante compte tenu de la bibliographie citant le mois d'avril comme la meilleure période pour contacter l'espèce. Toutefois, cette absence de contact est peut-être à mettre en relation avec un nombre plus faible de prospections menées durant ce mois. Les dernières phrases de chants ont été entendues le 17 mai 2013. La reproduction n'a donc pas été prouvée mais l'espèce faisait preuve d'une discrétion extrême et l'on ne peut exclure qu'il y ait eu une tentative de nidification. Le territoire de Pic cendré au printemps 2013 s'étendait sur au moins cinq parcelles : 265, 273, 274, 279, 280.

Que ces observations aient pu être réalisées l'année du centenaire de l'ANVL n'est sans doute qu'une coïncidence ! Il faut signaler la forte fréquentation en 2013 de certaines de ces parcelles forestières par des adeptes de la course d'orienta-

tion. Cependant, peu d'informations sont disponibles sur la sensibilité du Pic cendré vis-à-vis de ce type de dérangements. A titre d'information, l'ANVL avait dû intervenir auprès de l'Office National des Forêts (ONF) car certaines balises d'orientation étaient situées en RBI !

Observations de 2014

L'espèce a été recherchée activement en 2014, mais aucun contact n'a pu être effectué à proximité des réserves du « Gros Fouteau ». En revanche, l'espèce a été entendue de trois autres localités du massif de Fontainebleau :

- à la « Grande Vallée » le 4 avril par Didier BRAUCHE ;
- dans les résineux du dernier enclos de la plaine de Chanfroy le 5 avril par J.-Ph. SIBLET ;
- au sein de la parcelle 759 en bordure de la plaine de Macherin le 9 avril par Louis ALBESA.

Il est fort possible que ces contacts isolés correspondent à un unique individu en déplacement, recherchant un territoire ou un partenaire.

Bibliographie

BIRARD J., ZUCCA M., LOIS G. & NATUREPARIF, 2012. Liste rouge régionale des oiseaux nicheurs d'Ile-de-France. Paris, 72 p.

COMOLET-TIRMAN J., 2000. Note sur le déclin alarmant du Pic cendré, *Picus canus*, dans le massif de Fontainebleau. Bull. Ass. Natur. Vallée Loing, 76 (4) : 169-173.

COMOLET-TIRMAN J. & SIBLET J.-PH., 2015. Pic cendré, *Picus canus*. In ISSA N. & MULLER Y., (coord.). Atlas des

Conclusion

Nous renouvelons donc notre incitation à porter une attention particulière au Pic cendré dont l'observation reste théoriquement possible dans le massif de Fontainebleau. Toutefois, la raréfaction de l'espèce dans les régions voisines (COMOLET-TIRMAN & SIBLET, 2015) pose des problèmes de connectivité entre les populations résiduelles et hypothèque probablement les chances d'un retour durable dans notre secteur d'étude. Aucun Pic cendré n'a été contacté à notre connaissance en 2015 malgré l'organisation par l'ANVL (A. GARCIA, à paraître) d'une campagne de recensement consacrée aux pics de l'annexe I de la Directive Oiseaux (Pic mar, Pic noir ; 273 points d'écoute et 13 observateurs) dans le cadre du Document d'Objectifs Natura 2000 de la Zone de Protection Spéciale (ZPS) du Massif de Fontainebleau.

Remerciements

Je tiens à remercier Louis ALBESA, Michel RIFFÉ et Jean-Philippe SIBLET pour leur accompagnement dans la quête locale de cette espèce et pour leurs données.

oiseaux de France métropolitaine - Nidification et présence hivernale, LPO / SEOF / MNHN. Paris : Delachaux & Niestlé, 2015, vol. 2, pp. 800-803.

SÉNÉCAL D., 2003. Actualités ornithologiques du sud seine-et-marnais et de ses proches environs : printemps 2001. Bull. Ass. Natur. Vallée Loing, 79 (1) : 13-20.



Habitat forestier favorable au Pic cendré, *Picus canus* ;
RBI du « Gros Fouteau ».
Cliché : J. COMOLET-TIRMAN.

J. COMOLET-TIRMAN
62, Avenue de la forêt 77210 Avon
<jacques.comolet@orange.fr>

ICHTYOLOGIE

PRÉSENCE DE LA GRANDE ALOSE (*ALOSA ALOSA*) EN BASSÉE (SEINE-ET-MARNE)



Par Stanislas LAMARCHE

Citation proposée : LAMARCHE S., 2013 (2016). Présence de la Grande alose (*Alosa alosa*) en Bassée (Seine-et-Marne). *Bull. Ass. Natur. Vallée Loing*, 89 (3) : 95-97.

Mots-clés : Poissons, *Alosa alosa*, Grande alose, Bassée, Seine-et-Marne, Ile-de-France.

Résumé : Espèce sentinelle de la qualité biologique et physique des grands bassins fluviaux, la Grande alose recolonise l'axe « Seine » et se reproduit en Bassée.

Contexte

Au cours de l'été 2004, nous rendions compte de la présence de géniteurs d'un migrateur amphihalín¹ à Bois-le-Roi : la Grande alose, *Alosa alosa* (Linnaeus, 1758) (LAMARCHE, 2004).

Description

Dans la famille des Clupeidae, la Grande alose appartient au « groupe » des harengs. Bien que le nombre de branchiospines² sur le premier arc branchial soit le principal critère de distinction des aloses présentes en France, il s'y ajoute la disposition particulière des écailles sur l'axe médian (MENNESSON & BOISNEAU, 1990). Ce dernier critère, utile pour la différenciation des adultes des deux espèces d'aloses présentes sur la façade atlantique (Grande alose et Alose feinte, *Alosa fallax*) a l'avantage de permettre une identification *in vivo* des individus.

Biologie - Ecologie

En 2004, la Grande alose, *Alosa alosa*, capturée sur la Seine en aval du barrage écluse de Bois-le-Roi au PK³ 101,650 (coordonnées Lambert 93 : 676884 ; 6820263), était en pleine activité de ponte et présentait des séquences comportementales très ca-

¹ Amphihalín : se dit d'une espèce de poisson dont une partie de son cycle biologique s'effectue en mer et l'autre partie en rivière.

² Branchiospines : épines localisées sur la face antérieure des arcs branchiaux d'un poisson. Le nombre de branchiospines du premier arc branchial situé sous les ouïes du poisson est une caractéristique spécifique.

³ PK : Point Kilométrique.

ractéristiques avec l'émission d'un bruit particulier qui constitue le phénomène de « bull ».

En 2011, le bureau d'étude HYDROSPHERE capturait dans ses filets un aloson (Fig. 1) parmi un banc d'ablettes dans la carrière en eau située à proximité du site Archéologique de Pincevent à La Grande Paroisse (PK 73,200, Fig. 2).



Fig. 1 : Alevin de Grande alose, *Alosa alosa*.
Cliché : Marc-Richard SABATIÉ.

Espèce migratrice anadrome⁴, la vie de croissance de la Grande alose se déroule essentiellement en mer. Elle se reproduit en eau douce sur la partie moyenne des axes fluviaux. Originellement, elle gagnait des zones de fraie situées en amont dans le bassin colonisé. L'espèce dispose de capacités de saut et de nage assez limitées. De fait, étant peu apte à franchir les obstacles, il est nécessaire de mettre en œuvre des dispositifs de franchissement adaptés. Le programme de construction de dispositifs de franchissement actuellement en cours sur l'axe « Seine », tient compte de ces exigences.

⁴ Anadrome : se dit d'un poisson migrateur qui passe la majeure partie de sa vie adulte en mer et remonte les fleuves à l'état adulte pour se reproduire.

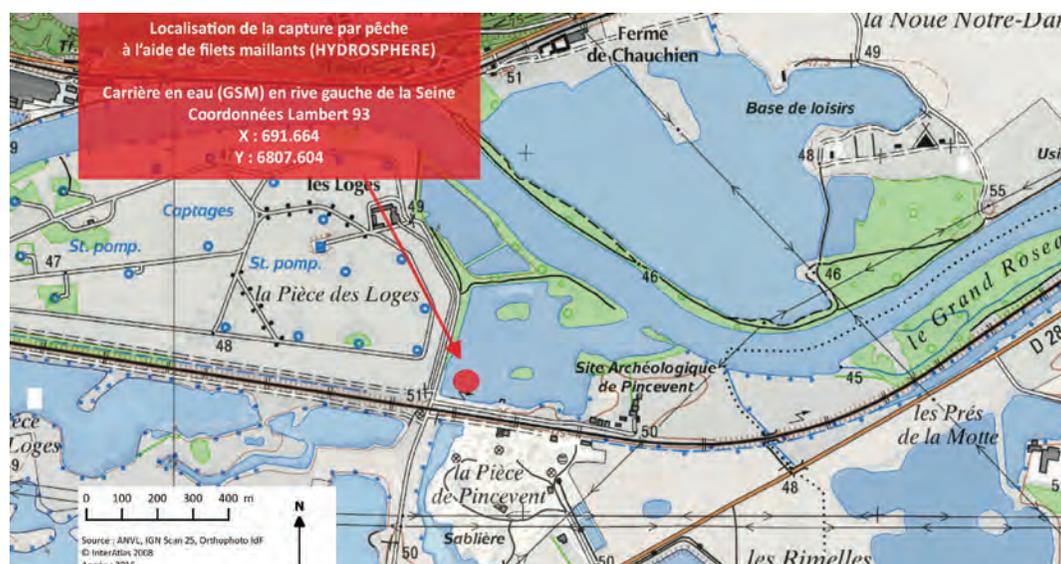


Fig. 2 : Localisation de la capture d'un aloson de 15,5 centimètres en Seine-et-Marne sur l'axe « Seine » le 28/09/2011 par HYDROSPHERE. Fond IGN 1/25000°.

Son régime alimentaire est surtout composé de zooplancton. Elle se nourrit également d'invertébrés et de phytoplancton.

Distribution

Bien que la Seine et son bassin aient abrité la quasi-totalité des espèces amphihalines ouest-européennes, de nombreux faits attestent que sa composante de poissons amphihalins (diadromes) est, depuis longtemps, réduite comme la plupart des autres grands bassins fluviaux français. Cette situation est à relier à un aménagement important du fleuve et à l'industrialisation très forte de son bassin dès le début du XIX^e siècle.

Dans la deuxième partie du XIX^e siècle, la canalisation des secteurs navigables et la dégradation marquée de la qualité des eaux du fleuve ont porté gravement atteinte aux espèces migratrices et ont conduit à la disparition progressive de plusieurs d'entre-elles au cours du XX^e siècle.

La Grande alose remontait jadis assez loin à l'intérieur du bassin. Elle était notée dans l'Yonne jusqu'à Auxerre, dans la Seine à Nogent-sur-Seine et elle était capturée jusqu'en Côte-d'Or (BELLARD, 1994). Sur certains secteurs, l'espèce constituait une ressource importante pour la pêche commerciale.

La fin du XIX^e siècle marque l'effondrement de l'espèce dans la « région » de Rouen : « pendant toute la saison de 1897, il n'en a pas été pêché vingt individus, tandis qu'en 1880, les pêcheurs de la région en prenaient dans une nuit, un total de mille à dix huit cents » (GADEAU DE KERVILLE, 1897).

Cet effondrement est attribuable à l'établissement des barrages de navigation les plus en aval qui s'opposent presque entièrement à l'accès aux frayères. En 1920, l'espèce n'est plus rencontrée qu'à raison de quelques individus isolés (BAGLINIÈRE, 2000).

Menaces et mesures de conservation

L'espèce bénéficie de différents statuts de conservation aux échelles :

- régionale, avec son inscription à la liste des taxons déterminants de Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique - ZNIEFF (SIBLET, 2002). En revanche, aucune liste rouge régionale, suffisamment récente et établie d'après les critères UICN, n'existe ;
- nationale, avec son inscription à la liste rouge en tant qu'espèce vulnérable (UICN & al., 2010), signifiant que ses effectifs sont en forte régression du fait de facteurs extérieurs défavorables (destruction d'habitats, de frayères, obstacles à la migration, dégradation de la qualité de l'eau). Ce classement est en train de se dégrader faisant passer la Grande alose au stade d'espèce en danger en raison de l'effondrement depuis dix ans de la population du bassin Gironde-Garonne-Dordogne, population considérée référente en Europe au niveau de l'abondance (BAGLINIÈRE, com. pers.) ;
- européenne, avec son inscription à l'annexe II de la directive « Habitats, Faune, Flore » (DIRECTIVE CEE 92/43), en tant qu'espèce animale d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de Zones Spéciales de Conservation (ZSC), ainsi qu'à l'annexe V de cette directive en tant qu'espèce animale d'inté-

rêt communautaire dont le prélèvement dans la nature et l'exploitation sont susceptibles de faire l'objet de mesures de gestion.

S'agissant des enjeux réglementaires, l'espèce est :

- protégée sur l'ensemble du territoire national d'après l'arrêté du 08/12/88 (JORF, 1988). A ce titre, la destruction ou l'enlèvement de ses œufs sont interdits en tout temps et sur tout le territoire national ;
- également susceptible de bénéficier de mesures interdisant la destruction, l'altération ou la dégradation des milieux particuliers et des lieux de reproduction désignés dans le cadre d'un Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope (APPB) ;
- inscrite à l'annexe III de la Convention de Berne (19/09/79) relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel en Europe en

tant qu'espèce de faune protégée dont l'exploitation est réglementée (CONSEIL DE L'EUROPE). Cette convention a été approuvée et appliquée en France en 1990 (JORF, 1990).

Enfin, elle fait aussi l'objet d'un **programme d'action national pour la conservation et la restauration de ses populations** car elle présente tout un ensemble d'intérêts socio-économiques et patrimoniaux qui en font une espèce sentinelle de la qualité biologique et physique des cours d'eau moyens des grands bassins fluviaux (BAGLINIÈRE & SABATIÉ, 2011).

Remerciements

Je remercie le bureau d'études HYDROSPHERE, qui a permis de capturer cette nouvelle espèce dans le cadre de ses inventaires piscicoles pour le compte de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie (AESN).

Bibliographie

- BAGLINIÈRE J.-L. & SABATIÉ M.-R., 2011. La Grande alose *Alosa alosa* (Linnaeus, 1758). In : « KEITH P., PERSAT H., FEUNTEUN E. & ALLARDI J., (coords.). Les poissons d'eau douce de France. Paris : Biotope & Muséum National d'Histoire Naturelle, Collection inventaire et biodiversité, pp. 267-269 ».
- BAGLINIÈRE, 2000. Introduction : Le genre *Alosa sp.* In : « BAGLINIÈRE J.L. & ELIE P. Les aloses (*Alosa alosa* et *Alosa fallax* spp.). Paris : Cemagref, INRA, Écobiologie et variabilité des populations, pp. 3-30 ».
- BELLIARD J., Le peuplement ichtyologique du bassin de la Seine. Rôle et signification des échelles temporelles et spatiales. Thèse en Hydrologie. Paris : Université de Paris VI, 1994, 197 p.
- CONSEIL DE L'EUROPE. Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe, dite Convention de Berne du 19 septembre 1979. Traité n°104.
- DIRECTIVE (CEE) n°92/43 du Conseil du 21 mai 1992 relative à la concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages, J.O.C.E., L.206, 22 juillet 1992 : 0007 - 0050.
- GADEAU DE KERVILLE, 1897. Faune de Normandie. Fascicule 4 : Reptiles, Batraciens et Poissons. Paris, 532 p.
- LAMARCHE S., 2004. Le retour de deux espèces migratrices en Seine-et-Marne : *Alosa alosa* et *Lampetra fluviatilis*. Bull. Ass. Natur. Vallée Loing, 80 (3) : 100-105.
- MENNESSON-BOISNEAU C. & BOISNEAU P., 1990. Recherches sur les aloses du bassin de la Loire : Migration, Répartition, Reproduction, Caractéristiques biologiques et taxonomiques des aloses (*Alosa sp.*). Thèse doctorat (document de synthèse), Université de Rennes I et de Paris VII, Val de Marne, 143 p.
- MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE LA FORÊT & MINISTÈRE DES TRANSPORTS ET DE LA MER. Arrêté du 8 décembre 1988 fixant la liste des espèces de poissons protégées sur l'ensemble du territoire national [en ligne]. JORF du 22 décembre 1988, page 16036. Disponible sur : < <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000327373&categorieLien=id> > (consulté le 20/03/2016).
- SIBLET J.-PH., (coord) 2002. Guide méthodologique pour la création de ZNIEFF en Ile-de-France. DIREN, 206 p.
- PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE & MINISTÈRE DES AFFAIRES ÉTRANGÈRES. Décret n°90-756 du 22 août 1990 portant publication de la convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (ensemble quatre annexes), ouverte à la signature à Berne le 19 septembre 1979 [en ligne]. JORF n°198 du 28 août 1990 page 10462. Disponible sur : < <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000343578> > (consulté le 20/03/2016).
- UICN FRANCE, MNHN, SFI & ONEMA, 2010. La liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Poissons d'eau douce de France métropolitaine. Paris, France, 12 p.

S. LAMARCHE

<stanislas.lamarache@orange.fr>

ENTOMOLOGIE

L'ORTHÉTRUM RÉTICULÉ (*ORTHETRUM CANCELLATUM* LINNAEUS, 1758), AVENTURIER OU STRATÈGE À MAROLLES-SUR-SEINE EN 2013 ? (ODONATA : LIBELLULIDAE)



Par Nicolas FLAMANT & Sébastien SIBLET

Citation proposée : FLAMANT N. & SIBLET S., 2013 (2016). L'Orthétrum réticulé (*Orthetrum cancellatum* Linnaeus, 1758), aventurier ou stratège, à Marolles-sur-Seine en 2013 (Odonata : Libellulidae). *Bull. Ass. Natur. Vallée Loing*, 89 (3) : 98-101.

Mots-clés : Odonates, *Orthetrum cancellatum*, Déplacements terrestres, Larves, Exuvies, Bassée, Seine-et-Marne, Ile-de-France.

Résumé : Les auteurs relatent l'observation de dizaines d'exuvies d'Orthétrum réticulé, *Orthetrum cancellatum* (Linnaeus, 1758), sur une ancienne gravière dans la vallée de la Seine seine-et-marnaise au cours de l'été 2013. Outre l'éloignement du rivage, l'originalité des observations tient à la fois dans les effectifs relevés et aussi dans la nature des habitats traversés plutôt hostiles pour une larve aquatique.

Contexte

Ce mardi 23 juillet 2013, alors que nous réalisons des relevés entomologiques dans un cadre professionnel dans la Bassée seine-et-marnaise, nous profitons de la pose déjeuner pour nous rendre à la réserve ornithologique du Carreau Franc située à Marolles-sur-Seine (77) afin d'observer l'avifaune.

Observations

Depuis l'observatoire central, nous remarquons la présence d'une exuvie accrochée autour d'une lucarne. Nous ne tardons pas à réaliser qu'il s'agit d'une exuvie de libellule et plus précisément d'un Anisoptère (espèce au corps robuste et aux ailes distinctes). Le diagnostic est rapidement établi : l'exuvie mesure environ 2 centimètres, présente un mentum en forme de cuillère, exempt de sillon. L'absence d'épine dorsale sur le segment abdominal 7 marque son appartenance au genre *Orthetrum*. Sa taille assez imposante permet d'éliminer l'Orthétrum bleissant (*Orthetrum coeruleum* Fabricius, 1798) et l'Orthétrum brun (*Orthetrum brunneum* Fonscolombe, 1837), dont les larves de dernier stade sont plus petites. Un examen ultérieur sous loupe binoculaire permet-

tra d'affirmer qu'il s'agit de l'Orthétrum réticulé (*Orthetrum cancellatum* Linnaeus, 1758).

L'exuvie trouvée est distante d'environ 12 mètres de la ligne d'eau et accrochée à 1,5 mètre au-dessus du sol sur une paroi de l'observatoire (Fig. 1). Nous décidons de poursuivre nos recherches. Nous en découvrons alors plusieurs agrippées à des palissades (brandes de tamaris) à différentes hauteurs mais en majorité supérieures à 1,5 mètre (Fig. 2). Leur position traduit par conséquent un déplacement terrestre effectué suite à la sortie aquatique. Nous décidons alors de nous éloigner davantage de la ligne d'eau afin de déterminer les distances maximales atteintes.



Fig. 1 : Exuvie d'Orthétrum réticulé accrochée aux palissades. Cliché N. FLAMANT.



Fig. 2 : Exuvie accrochée aux brandes de tamaris entourant l'observatoire. Cliché : N. FLAMANT.

Nous prospectons alors les fruticées (haies de pruniers et ronciers - Fig. 3) situées en retrait de l'observatoire. Des dizaines d'exuvies y sont accrochées, utilisant les moindres branches et brindilles. L'exuvie la plus lointaine est alors trouvée à 27 mètres de la ligne d'eau. Compte tenu de la densité du couvert arbustif, il est très probable que certaines exuvies nous aient échappé expliquant que les distances mesurées soient par conséquent à considérer comme des minima.

Bien que peu de références bibliographiques traitent des distances d'éloignement des larves de cette espèce, il semblerait que nos observations fassent partie des extrêmes, rarement mis en évidence au moins en France. En effet, chez cette espèce, la plupart des émergences se produisent généralement à moins de 5 mètres des berges mais peuvent atteindre jusqu'à 17 mètres selon [MONDION \(2009\)](#).

Nos observations ne constituent pour autant pas des records puisque des distances supérieures ont déjà été mentionnées ailleurs en Europe par [PICKESS \(1987\)](#) et [JÖDICKE \(1994\)](#) annonçant une distance à l'eau de 35 mètres pour l'espèce.



Fig. 3 : Fruticées localisées en haut de berges. Cliché : N. FLAMANT.

Il semblerait que les larves de l'Orthétrum réticulé ne soient pas les seules capables de s'éloigner de la ligne d'eau pour se transformer. Ainsi, d'autres espèces aux écologies proches ont aussi été notées à des distances considérables en Charente-Maritime selon [JOURDE & HUSSEY \(2007\)](#) : 21 mètres pour la Libellule fauve (*Libellula fulva* O. F. Müller, 1764) et 19 mètres pour l'Orthétrum à stylets blancs (*Orthetrum albistylum* Selys, 1848). D'autres espèces aux écologies différentes sont bien plus mobiles avec des distances de 50 à 100 mètres parfois atteintes pour la Cordulie à deux taches (*Epitheca bimaculata* Charpentier, 1825), le Caloptéryx éclatant (*Calopteryx splendens* Harris, 1780) d'après [BROOK & LEWINGTON \(2004\)](#)...

Outre ces distances extrêmes, nos observations sont également remarquables au titre des habitats terrestres traversés. Tout d'abord, à leurs sorties aquatiques, les larves ont progressé sur un substrat sablo-argileux relativement meuble et exempt de végétation herbacée, soit à découvert, sur une dizaine de mètres.

Les premiers supports d'émergence potentiels étaient constitués par les ronciers situés en haut de berge. Ils ont été largement utilisés par les larves au regard des quelques dizaines d'exuvies retrouvées. Une « deuxième » partie des exuvies a été prélevée au sein d'une haie de pruniers d'ornement située en retrait. Enfin, une minorité d'exuvies a été ôtée d'une seconde rangée de pruniers séparée de la précédente par un chemin large d'environ 3 mètres (Fig. 4).

L'originalité de cette progression terrestre tient dans le profil de berge parcouru. Une pente supérieure à 45° a été gravie sur plusieurs mètres de longueur par l'ensemble des 97 larves dont les enveloppes ont été retrouvées. Le dénivelé positif maximal atteint par une larve équivaut à environ 4 mètres.



Fig. 4 : Haies de pruniers séparées par un chemin. Cliché : N. FLAMANT.

Les formations végétales traversées et le type de berge parcourue apparaissent en premier lieu comme défavorables pour mener à bien une métamorphose de l'état larvaire à imaginal. En effet, les larves aquatiques sont particulièrement lentes et peu habiles sur terre. Elles constituent ainsi des proies aisées pour différents prédateurs tels que les passereaux, certains micro-mammifères et autres insectes (Carabidae...). La traversée d'habitats exempts de couvert végétal (Fig. 5) accentue encore ce risque. Ces déplacements à terre ainsi que la phase d'immobilisation/métamorphose ont exposé les larves durant probablement quelques heures.



Fig. 5 : Berge sableuse abrupte. Cliché : N. FLAMANT.

Ces éléments amènent à se demander pourquoi les émergences ont eu lieu précisément le long de cette berge *a priori* peu favorable à la métamorphose. Premièrement, il semble que le milieu aquatique attendant soit plus profond et riche en herbiers (Fig. 6) qu'ailleurs dans le plan d'eau. Cet habitat aquatique apparaît comme particulièrement favorable aux larves. Ces dernières ont donc logiquement émergé de leur habitat aquatique et atteint cet habitat terrestre, à première vue défavorable à la quête d'un support de métamorphose. Il serait par conséquent logique de penser que les larves n'appréhendent pas les risques de préda-



Fig. 6 : Herbiers aquatiques. Cliché : N. FLAMANT.

tion, ni même les imagos ayant pondu à proximité directe. Il semble que les hypothèses de HADJOUJ & al. (2014) selon lesquelles les larves « considéreraient » à la fois les risques de prédation et les micro-climats locaux pour sélectionner leurs sites d'émergence ne se vérifient pas localement. A moins que ce parcours à couvert arbustif ne soit pas si risqué pour les larves...

Les distances parcourues sont très certainement liées à l'absence de végétation rivulaire le long de la berge. En effet, d'après nos observations réalisées ailleurs dans la Bassée (vallée de la Seine amont), il semblerait que l'espèce émerge sur divers supports très proches de l'eau lorsqu'un cordon héliophytique existe. Dans ces cas précis, aucune exuvie distante des berges n'a été collectée. Cela sous entend que les larves de cette espèce progressent au sol tant qu'elles n'ont pas atteint de support. Cette aptitude amène l'espèce à présenter de faibles exigences quant aux supports d'émergence. Quand la plupart ont tenté de se réfugier au maximum en atteignant le coeur des fruticées et divers recoins (Fig. 7) à l'abri d'éven-



Fig. 7 : Larve hissée à l'intérieur de l'observatoire. Cliché : N. FLAMANT.



Fig. 8 : Larve hissée sur l'observatoire. Cliché : N. FLAMANT.

tuels prédateurs et intempéries, une minorité s'est hissée complètement à découvert comme sur les parois extérieures de l'observatoire (Fig. 8).

Toutefois, une constante a été observée : les larves se sont quasiment toutes hissées à des hauteurs supérieures à 50 centimètres. Ce résultat correspond aux constatations faites par [HADJOUJ & al. \(op. cit.\)](#), en contexte de ceintures végétales rivulaires, où les larves atteignaient $45,65 \pm 21,82$ centimètres. Les auteurs évoquaient la quête larvaire de conditions micro-climatiques terrestres les plus favorables possibles aux émergences (légère exposition au vent accélérant la phase de séchage, rayons du soleil augmentant la température...). Localement, une majorité semble avoir privilégié l'atteinte d'un couvert arbustif dense au sein duquel le risque de prédation semble moins élevé que sur des palissades verticales, certes mieux exposées aux rayons du soleil et au vent.

Bien que précisément inconnue, la part de prédation sur les larves en phase terrestre pourrait être faible au regard du nombre élevé d'exuvies retrouvées, qui est à considérer comme un mini-

mum vu la multitude des supports et la difficulté à les repérer. Cette stratégie locale semble donc relativement efficace.

L'Orthétrum réticulé présente par conséquent des capacités d'adaptation fortes, illustrées à travers l'errance des larves et leurs facultés à utiliser des supports lointains à l'abri des prédateurs. La qualité de l'habitat aquatique larvaire ne semble pour autant pas négligée par les imagos, au moment de la ponte. En effet, la réussite du cycle aquatique conditionne certainement un « débarquement » massif et synchrone des larves, seul garant du bon accomplissement de la phase terrestre. Cette phase terrestre constitue pourtant probablement l'étape la plus risquée de son cycle. A ce titre, la larve d'Orthétrum réticulé peut être qualifiée de véritable « aventurière ».

Il conviendra les années à venir d'évaluer si ce phénomène local est exceptionnel ou régulier. Il s'agira également d'étendre les recherches à d'autres berges où la végétation héliophytique est plus développée.

Bibliographie

JÖDICKE R., 1994. Marcha de larga distancia para la emergencia en *Sympetrum fonscolombei* (Selys) y *Orthetrum cancellatum* (L.). *Navasia*, 3 : 5-6.

HADJOUJ S., KHELIFA R., GUEBAILIA A., AMARI H., HADJADJI S., ZEBBA R., HOUHAMDI M & MOULAI R., 2014. Emergence ecology of *Orthetrum cancellatum* : temporal pattern and microhabitat selection (Odonata : Libellulidae). *Annales de la Société entomologique de France (N. S.)*, 50 (3-4) : 343-349.

MONDION J., 2009. Orthétrum réticulé *Orthetrum cancellatum*. In : Poitou-Charentes Nature. *Libellules du Poitou-Charentes*. Poitou-Charentes Nature, Fontaine-le-Comte : pp 184-185.

PICKESS B.-P., 1987. How far will larvae of *Orthetrum cancellatum* (L.) travel for their emergence ? *JBDS*, 3 : 15-16.

POITOU-CHARENTES NATURE (ED), 2009. *Libellules du Poitou-Charentes*. Poitou-Charentes Nature, Fontenay-le-Comte, 256 p.



Tandem d'Orthétrum réticulé (*Orthetrum cancellatum*).

Montage : N. FLAMANT

(d'après un cliché original de S. SIBLET).

N. FLAMANT
<flamant.nico@gmail.com>

S. SIBLET
<seb.siblet@laposte.net>

**NOTE SUR LA REMARQUABLE PRÉSENCE
D'*HERMINIA TENUIALIS* (REBEL, 1899)
EN BASSÉE SEINE-ET-MARNAISE.**



**À NE PAS CONFONDRE
AVEC *HERMINIA GRISEALIS* (DENIS & SCHIFFERMÜLLER, 1775).
(LEPIDOPTERA : EREBIDAE HERMINIINAE)**

Par Christian GIBEAUX

Citation proposée : GIBEAUX Chr., 2013 (2016). Note sur la remarquable présence d'*Herminia tenuialis* (Rebel, 1899) en Bassée seine-et-marnaise. A ne pas confondre avec *Herminia grisealis* (Denis & Schiffermüller, 1775) (Lepidoptera : Erebidae Herminiinae). *Bull. Ass. Natur. Vallée Loing*, 89 (3) : 102-106.

Mots-clés : Lepidoptera, Erebidae, Herminiinae, *Herminia tenuialis* Rbl, La Bassée, Seine-et-Marne.

Résumé : L'auteur relate la découverte d'*Herminia tenuialis* (Rebel, 1899) en Seine-et-Marne, dans le secteur de la Bassée (vallée de la Seine). Il retrace l'historique de la première citation de cette espèce en France en 1944, puis de la succession de mentions françaises. Il attire l'attention sur la dégradation des milieux électifs de cette espèce gravement menacée de disparition.

Exorde

À la suite d'un lapsus phonétique avec *Schrankia taenialis* (Hübner, [1809]), *Herminia tenuialis* (Rebel, 1899) n'a pas occasionné une relation de sa présence sur notre territoire d'étude tel que cela aurait dû être fait. La raison de la présente note est donc de publier tout l'intérêt de cette observation, et de donner des éléments scientifiques pour justifier la mise en œuvre de mesures de gestion et/ou conservation du biotope qui l'abrite. À l'heure où des menaces les plus sérieuses pèsent sur ces reliquats de milieux hygrophiles, il est plus que souhaitable de mettre un accent sur l'irréparable disparition d'une flore et d'une faune originale à plus d'un titre. Que cet irrépressible déclin soit au moins ponctué par une prise de conscience civique, à défaut d'être responsable !

Origine de la découverte

En 2013, la vallée de la Seine seine-et-marnaise (Bassée-77) a fait l'objet de prospections nocturnes conjointement avec le bureau d'études ÉCOSPHÈRE dans le cadre d'un diagnostic écologique lié à un projet d'aménagement fluvial local. Parmi les secteurs prospectés, nous avons, Nicolas FLAMANT et moi-même, allumé notre piège attractif lumineux à Jaulnes, au lieu-dit « Les Graviers », le 27-VI-2013. Ce dispositif était constitué d'une lampe à vapeur de mercure de 160 watts, et d'un

tube de lumière noire de 8 watts, alimentés par un groupe électrogène.

Exploitation du matériel collecté

La très grande majorité des exemplaires venus à la lampe cette nuit là furent déterminés sur place, mais quelques spécimens, d'une détermination malaisée, furent récoltés pour une détermination affinée. Ce fut le cas pour *Herminia tenuialis* (Rbl), dont deux spécimens mâles furent récoltés et préparés de manière traditionnelle (Fig. 2). La détermination fut effectuée à l'aide des ouvrages conventionnels. Ce n'est que plus tard, ayant fourni la liste de nos récoltes à mon excellent collègue Philippe MOTHIRON, qui anime avec le plus grand talent le site national lepinet.fr, que celui-ci attira mon attention sur ce taxon et me demanda de vérifier l'exactitude de ma détermination. Outre le cliché photographique des deux exemplaires que je lui fournis et qui confirma la détermination, j'entrepris de disséquer l'un des exemplaires dont je comparais la structure de l'armature génitale avec mon ami Jérôme BARBUT du Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN) de Paris. Aucun doute ne fut possible après comparaison avec les figures issues de FIBIGER & al. (2010) (l. c. fig. 75, p. 333), et *Herminia tenuialis* fut définitivement décrété présent en Bassée seine-et-marnaise.

Chronologie des citations françaises

Cette espèce était inconnue dans notre pays avant 1944, et ne figure donc pas dans le Catalogue de **LÉON LHOMME** paru entre 1924 et 1928, pour ce qui est de la partie Noctuidae (aujourd'hui Erebidae).

Dans le numéro de juin 1944 de la Revue française de Lépidoptérologie, à titre posthume, Gérard PRAVIEL relate posséder dans sa collection un exemplaire de *Mixomelia tenuialis* Rebel, légèrement défraîchi, récolté par Henri UMGEMACH à Villé (Bas-Rhin) le 24 juillet 1933. J'ai retrouvé dans la Collection Générale du Muséum de Paris l'exemplaire vu par Gérard PRAVIEL (Fig. 1). J'es-time heureux de pouvoir le figurer ici.

DUFAY (1967 : 161, comme *Zanclognatha*) rappelle une localité du Haut-Rhin, Blotzheim, publiée par Samuel **BLATTNER (1962 : 74)** qui l'avait récoltée dans un milieu marécageux près de la frontière suisse, puis il la cite de l'Isère, Domène, dans un pré marécageux, d'après une récolte effectuée le 17 juillet 1961 par un collègue belge, Marcel CHOUL. Le même Claude **DUFAY (1969 : 98, comme *Herminia (Zanclognatha)*)** la cite de nouveau d'Isère, Gières, d'après la récolte le 17 juillet 1967 d'un mâle par Georges CALVET. Puis **DUFAY (1971 : 56)**, rappelant les localités qu'il a déjà publiées, ajoute le marais de Chautagne en Savoie. Il précise : « en juillet 1970, *Herminia tenuialis* s'est montré très commun dans les marais de Chautagne en de nombreux en-



Fig. 1 : *Herminia tenuialis* (Rebel, 1899) : a) exemplaire qui a fait l'objet de la première citation de l'espèce en France (l'abdomen a été disséqué) ; b) étiquettes portées par l'exemplaire, celle portant le nom de la localité et la date de récolte est de Henri UNGEMACH, celle du nom d'espèce est de la main de Georges PRAVIEL.

© MNHN, Paris

droits différents de ces marais très étendus ». Il devait en récolter 15 mâles ! (dixit P. RÉAL, cf. ci-dessous)

Toujours Claude **DUFAY (1975 : 83, comme *Polypogon*)**, décrit l'espèce, cite les localités déjà connues, y compris le Grand-Duché de Luxembourg, mais la dit inconnue de Belgique. Il figure un mâle (p. 87, pl. 2, fig. 22) récolté au marais de Chautagne (Savoie).

Pierre **RÉAL (1988 : 159, comme *Herminia*)** relate l'observation de l'Herminie dans le Doubs, Cademène, les 3 et 6 juillet 1981 dans une peupleraie encaissée contre la moyenne Loue (résurgence et affluent du Doubs), et Rurey, le 6 juillet 1981 dans un creux humide. Il la signale également de la Haute-Saône, Buthiers, la nuit du 8 au 9 juillet 1981 dans une Réserve Naturelle Volontaire (RNV) le long de la petite rivière La Buthiers (un sous-affluent du Rhône par l'Ognon et la Saône).

Le site de **MOTHIRON PH. - LÉPI'NET** reprend les localités publiées, qu'il complète par des communications personnelles, en établissant une carte de répartition pour cette Herminie qui apparaît restreinte à l'Est de la France, citée des Haut- et Bas-Rhin, de la Côte-d'Or, de la Haute-Saône, du Doubs, de la Saône-et-Loire, de l'Ain, enfin de l'Isère et de la Savoie. Dans trois de ces départements (Bas-Rhin, Côte-d'Or, Ain), aucune donnée n'a été trouvée après 1980. Le site figure des exemplaires observés à Nans-sous-Sainte-Anne (Doubs) et Brangues (Isère). Si la carte simplifiée fait apparaître un département en vert, il est à prendre en considération qu'il s'agit dans la plupart des cas d'une donnée unique pour ce département !

Éléments de biologie et d'éthologie

D'après **DANNEHL (1925 : 91)**, **PRAVIEL (1944 : 113)** précise la biologie de *H. tenuialis* : « rencontrée dans les terrains herbus, chauds et un tant soit peu humides, ne s'écartant guère de ses places de vol qui sont très réduites en étendue. Sa chenille vit dans les touffes pourrissantes de graminées des genres *Phalaris* et *Agrostis* en compagnie de celle d'*Herminia [Polypogon] gryphalis* H.-S., autre hypénide restée très rare jusqu'à ce jour ». Il donne les caractères permettant de différencier cette espèce en la comparant à ses congénères *tarsicrinalis* Knoch (Fig. 3) et *grisealis* D. & S (Fig. 4). L'ouvrage de **FORSTER & WOHLFAHRT (1971 : 305)** indique ne pas connaître les premiers états. Claude **DUFAY (1975 : 83)** écrit « chenille sur Graminées (*Phalaris* et *Agrostis*). Paludicole, biotopes très humides (marais, forêts humides) ». À propos de la biologie des chenilles, **ROBINEAU & al. (2007 : 98, n° 864)** disent : « c'est une espèce hygrophile qui fré-

quente les marais, ce qui en fait une espèce potentiellement menacée par la destruction de ses habitats. La chenille se développe sur diverses Graminées ». **FIBIGER & al. (2010 : 108)** écrivent : « les larves hivernent et se nourrissent de feuilles flétries de différentes plantes ligneuses à feuilles larges ; l'espèce est associée aux forêts de feuillus, sèches ou mésophiles ». Le site Lepinet.fr indique que la nourriture de la chenille est inconnue.

On ne manque pas de constater qu'il s'agit, dans chacune des observations citées plus haut, ou ci-dessus, de milieux humides à franchement marécageux. Cette constatation est d'ailleurs explicite dans le titre de l'article de Samuel BRATTNER : « *Nachtfang-Ergebnisse aus dem Blotzheimer-Sumpfggebiet [Résultats de prospections nocturnes effectuées dans la zone humide de Blotzheim]* ». Ces constatations corroborent l'observation faite dans la Bassée.

La période d'apparition à l'état imaginal comporte deux générations selon **DUFAY (1967 : 162)**, apparaissant à partir du milieu de juin pour la première, à la fin de l'été pour la seconde. Puis **DUFAY (1975 : 83)** la dit voler en VII. Elle est univoltine selon **ROBINEAU & al. (op. cit.)**, en juin-juillet. **FORSTER & WOHLFAHRT (1971 : 305, pl. 31, fig. 15)** la donne bivoltine, en juin-juillet, puis en septembre. Pour **FIBIGER & al. (op. cit.)**, les adultes volent de la fin juin à la fin août, ou de mai à juillet et de fin août à la fin septembre, soit en deux générations. Le site Lepinet.fr présente des individus photographiés les 2 et 8 juillet. On remarque que les observations françaises ont été effectuées en juillet, seule celle de la Bassée le fut fin juin. Sans qu'il soit précisé de date, l'observation de Blotzheim a été faite également en juin.

Franz **DANNEHL** (l. c.) relate que, d'après ses observations, reprises par Gérard PRAVIEL, *H. tenuialis* présente deux générations, de la mi-juin jusqu'à la fin de l'été. Ce dernier auteur de considérer que l'exemplaire de Villé, légèrement défraîchi, appartient à la première génération. Claude **DUFAY (1975 : 83)** observe : « papillon surtout crépusculaire, très attiré par l'ultra-violet ».

Discrimination de l'espèce

Chez *H. tenuialis* (fig. 2), à l'aile antérieure, la ligne antémarginal (a) part de l'apex et se termine au tornus, se distinguant de ce fait des espèces telles *Herminia tarsicrinalis* Knoch (Fig. 4), mais également *Zanclognatha zelleralis* Wck., *Z. lunalis* Scop., *Z. tarsipennalis* Tr., chez lesquelles cette ligne antémarginal part de la côte avant l'apex de l'aile, et bute sur le bord interne avant le tornus. *H. tenuia-*



Fig. 2 : *Herminia tenuialis* (Rebel, 1899), mâle, récolté à Jaulnes/« Les Graviers » le 27-VI-2013 (Seine-et-Marne). Cliché : Chr. GIBEAUX.



Fig. 3 : *Herminia grisealis* (Denis & Schiffermüller, 1775), mâle, récolté en forêt domaniale de Brimbois, parcelles 10/11, le 7-VI-1997 (Seine-et-Marne). Cliché : Chr. GIBEAUX.



Fig. 4 : *Herminia tarsicrinalis* Knoch, mâle, récolté à Buno-Bonnevaux/« Chantambre » le 24-V-1988 (Essonne). Cliché : Chr. GIBEAUX.

lis partage ce caractère avec sa congénère *grisealis* D. & S. (= *nemoralis* F.) (Fig. 3). On remarque que, chez *tenuialis*, cette ligne antémarginal est droite, alors que chez *grisealis*, elle est courbe (arquée vers la base de l'aile). Le caractère le plus déterminant permettant de séparer ces deux espèces réside dans le tracé de la ligne antémédiane (b). Chez *tenuialis*, cette ligne est brisée sous la côte, alors qu'elle est parfaitement rectiligne chez *grisealis*. Un autre caractère plus général est la tonalité globale de l'aile antérieure, nettement plus

claire, délavée de beige, chez *grisealis*. Ce caractère du tracé de la ligne antémédiane a été publié par DUFAY (1967 : 162, fig. 1 et 2). Remarquons que, chez *tarsicrinalis*, la ligne antémédiane est également brisée sous la côte.



Par leurs armatures génitales, chez *tenuialis* (Fig. 5), l'uncus (c) est droit, en un ovale très étiré, la côte de la valve (d) est droite, alors que chez *grisealis* (Fig. 6) l'uncus est coudé dans sa moitié proximale et grêle, la côte de la valve présente une protubérance spiniforme. Pour comparaison, je figure l'armature génitale de *Z. tarsipennalis* Tr. (Fig. 7) dont on remarque l'uncus très fortement élargi, et comme tronqué dorsalement dans la moitié terminale, les valves en un ovale très étiré, présentant une languette basale sclérifiée dont la partie terminale est en clapet.



Fig. 5 : Armature génitale mâle de *H. tenuialis* Rbl (prép. génit. Chr. GIBEAUX n° 7890♂) ; a) armature ; b) penis ; c) penis et ductus ejaculatorius. Clichés : Chr. GIBEAUX.



Fig. 6 : Armature génitale mâle de *H. grisealis* D. & S. (prép. génit. Chr. GIBEAUX n° 7900♂) ; a) armature ; b) penis ; c) ductus ejaculatorius. Clichés : Chr. GIBEAUX.

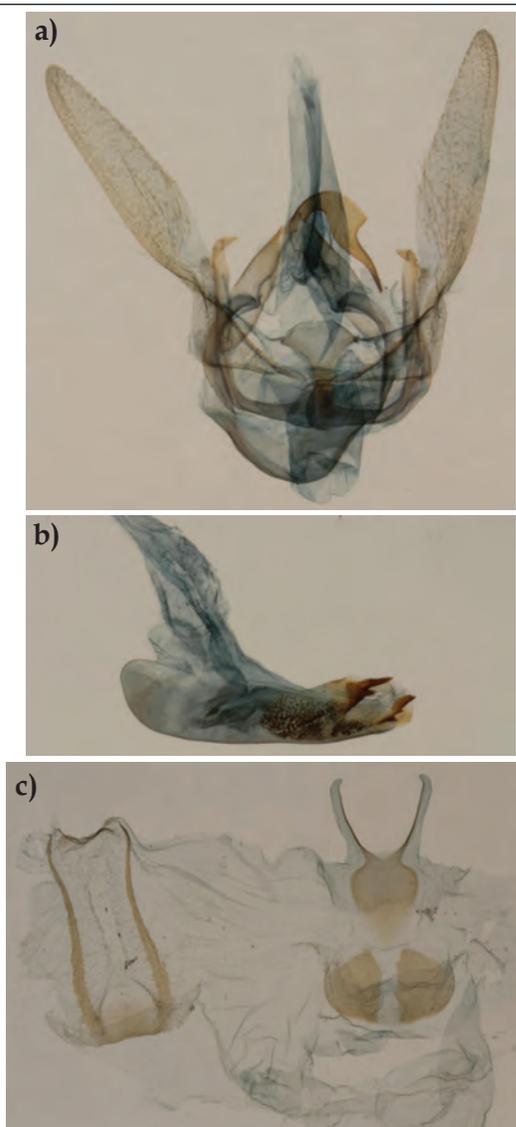


Fig. 7 : Armature génitale mâle de *H. tarsicrinalis* Knoch (prép. génit. Chr. GIBEAUX n° 7892♂) ; a) armature ; b) pénis ; c) sclérifications du 7^e urite. Clichés : Chr. GIBEAUX.

Répartition générale

Herminia tenuialis est une méditerranéo-asiatique. En Europe, l'espèce est répartie au centre et au sud, avec des populations dispersées de la France, vers l'Est à la Russie et l'Anatolie. Elle est aussi connue du sud-ouest de l'Asie (FIBIGER, 2010 : 108, carte page 107). DUFAY (1967 : 162) la dit eurosibérienne, puis eurasiatique (1975 : 83).

Remerciements

Je remercie vivement le bureau d'études ECOSPHERE pour la parfaite mise en œuvre des moyens logistiques qui ont permis d'obtenir les meilleurs résultats lors des prospections nocturnes, et notamment mes amis Nicolas FLAMANT et Sébastien SIBLET pour leurs indéfectibles disponibilités. Je ne saurais oublier ma gratitude envers mes amis Francis COENEN (Bruxelles) pour la communication de l'article de Claude DUFAY, paru dans *Linneana belgica*, Jérôme BARBUT, du MNHN de Paris, pour notre recherche de l'exemplaire de VILLÉ, ainsi que le Dr Gérard LUQUET, du MNHN de Paris, qui s'est chargé de me traduire des données en langue allemande.

Bibliographie

- BLATTNER S., 1962. Nachtfang-Ergebnisse aus dem Blotzheimer-Sumpfbereich. *Mitteilungen der entomologischen Gesellschaft Basel*, 12 (5) : 72-74, 2 photogr. N & B.
- DANNEHL F., 1925. *Zanclognatha tenuialis* Rbl. und ihre Stände. *Mitteilungen der münchener entomologischen Gesellschaft*, 15 (6-12) : 91-96.
- DUFAY CL., 1967. *Zanclognatha tenuialis* Rebel en France (en Alsace et dans l'Isère) (Lep. Noctuidae Hypeninae). *Alexanor*, 5 (4) : 161-163, 2 fig.
- DUFAY CL., 1969. Nouvelles captures de *Herminia* (*Zanclognatha*) *tenuialis* Rebel en France (Lep. Noctuidae, Hypeninae). *Alexanor*, 6 (3) : 98.
- DUFAY CL., 1971. Sur la géonémie de quelques Noctuidae Quadrifinae rares ou connues depuis peu de France. *Alexanor*, 7 (2) : 51-56.
- DUFAY CL., 1975. Les Hypeninae de France et de Belgique (Lépidoptères, Noctuidae). *Linneana belgica*, 6 (3) : 54-61, 1 pl. en N & B. (13 figs) ; 6 (4) : 78-87, 1 pl. en N & B. (12 figs).
- FIBIGER M., RONKAY L., YELA J.-L. & ZILLI A., 2010. Noctuidae 12, [...] and Micro-noctuidae along with the supplements to the first 11 volumes. *Noctuidae europaeae*, 12 : 1-451, 18 pl. photogr. coul., 90 pl. en N & B Entomological Press édit., Sorø, Danemark.
- FORSTER W. & WOHLFAHRT T.A., 1971. Eulen (Noctuidae). *Die Schmetterlinge Mitteleuropas*, 4 : [I]-[VIII] + 1-329, 175 fig., 32 pl. coul. (aqua.). Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart.
- LHOMME L., 1923-1935. *Catalogue des Lépidoptères de France et de Belgique*. 1. Macrolépidoptères. 800 p. Léon Lhomme édit., Le Carriol, par Douelle (Lot).
- MOTHIRON PH. - Lépi'Net - Les Carnets du Lépidoptériste français. *Herminia tenuialis* Rbl. [en ligne]. Disponible sur < <http://www.lepinet.fr/especes/nation/lep/index.php?e=p&id=46630> > (consulté le 01.05.2016).
- † PRAVIEL G., 1944. *Mixomelia tenuialis* Rebel. *Revue française de Lépidoptérologie* (L'Amateur de Papillons), 10 (8-9) : 113-115.
- RÉAL P., 1988. Nouvelles localités d'*Herminia tenuialis* Rebel (Lep. Noctuidae Herminiinae). *Alexanor*, 15 (3), 1987 (1988) : 158-159.
- ROBINEAU R. & al., 2007. *Guide des Papillons nocturnes de France*. 1-288, 2 tabl., nombr. fig. dans le texte, 55 pl. photogr. coul. Collection « Les Guides du Naturaliste », Delachaux et Niestlé édit., Paris.



Habitat d'*Herminia tenuialis*. Cliché : S. SIBLET.

Chr. GIBEAUX
< chr.gibeaux@gmail.com >

BOTANIQUE

OBSERVATION DE DEUX PILOSELLES PEU COMMUNES A SAINT-PIERRE-LES-NEMOURS EN 2015 (SEINE-ET-MARNE).



Par Michel ARLUISON

Citation proposée : ARLUISON M., 2013 (2016). Observation de deux piloselles peu communes à Saint-Pierre-les-Nemours en 2015 (Seine-et-Marne). *Bull. Ass. Natur. Vallée Loing*, 89 (3) : 107-110.

Mots-clés : Foljuif, Friche thermophile, *Hieracium*, *Pilosella bauhini*, *Pilosella caespitosa*, Prairie pacagée, Saint-Pierre-les-Nemours, Seine-et-Marne, Ile-de-France.

Résumé : Deux piloselles encore peu communes, bien qu'en expansion en Ile-de-France, ont été observées en 2015 sur la commune de Saint-Pierre-les-Nemours (Seine-et-Marne) : *Pilosella bauhini* (Schult.) Arv.-Touv., dans une friche au sud-ouest de Saint-Pierre, et *Pilosella caespitosa* (Dumort.) P.D. Sell & West, dans une prairie pacagée au-dessus du hameau de Foljuif. Les caractères morphologiques permettant de différencier ces taxons ont été étudiés et sont rappelés en détail. Les caractéristiques majeures de chaque biotope sont aussi indiquées.

Contexte et introduction

Lors de l'excursion botanique de Saint-Pierre-les-Nemours à Ormesson (Seine-et-Marne) du 7 juin 2015, les membres de l'ANVL et des Naturalistes Parisiens présents ont eu l'opportunité d'admirer une belle population de *Pilosella bauhini* (Schult.) Arv.-Touv.¹ (Fig. 1) près du lieu-dit « Les Grouettes » au sud-ouest de Saint-Pierre. Précédemment, lors de l'excursion du 6 juin 2010 à Foljuif (commune de Saint-Pierre), *Pilosella caespitosa* (Dumort.) P.D. Sell & West (que j'avais d'abord pris pour *P. bauhini*, tant les deux taxons sont proches morphologiquement) avait été observée au lieu-dit « Le Parc », à la limite du « Grand Parc ». Les deux sites sont suivis par la Station Biologique de Foljuif, dépendante de l'École Normale Supérieure. Cette seconde piloselle avait été trouvée un ou deux ans plus tôt par Christophe PARISOT, qui me l'avait montrée pour que je l'examine. Nous penchions à l'époque pour *Hieracium piloselloides* Vill. (= *H. praetum* Vill.), devenue depuis *Pilosella piloselloides* (Vill.) Soják .



Fig. 1 : Inflorescence de *Pilosella bauhini* (Schult.) Arv.-Touv. Cliché : J.-L. TASSET.

Classification et description

Les Epervières (Genre : *Hieracium*) appartiennent à la famille des Astéracées (anciennes Composées) que l'on séparait traditionnellement en trois groupes par commodité : les Radiées, les Cinarocéphales et les Liguliflores (COSTE, 2007 rééd.). Les *Hieracium* au sens large (y compris le genre *Pilosella*) sont des Liguliflores dont les capitules portent des fleurons tous ligulés (la ligule est une languette formée des cinq pétales soudés). Ces plantes sont souvent très velues et les soies de l'aigrette, au sommet de l'akène, sont roussâtres, contrairement aux *Crepis*, qui ont des aigrettes blanches.

¹ *Pilosella bauhini* : taxon considéré actuellement comme une sous-espèce de *Pilosella piloselloides* (Vill.) Soják

Dans le deuxième tome de la flore de France de COSTE, et dans celle de la Belgique et du nord de la France (LAMBINON & COLL., 2004), les *Pilosella* constituent un sous-genre parmi les *Hieracium*, tandis que, dans la récente flore de France Flora Gallica (TISON & DE FOUCAULT, 2014), le genre *Hieracium* a été scindé en deux : les *Pilosella* et les *Hieracium* au sens strict. Les piloselles présentent une rosette de feuilles basales entières, une hampe florale nue ou portant une ou deux feuilles et de petites bractées. La souche est le plus souvent stolonifère. L'inflorescence est formée soit d'un capitule isolé, soit d'un corymbe plus ou moins compact. Les akènes sont denticulés au sommet par le prolongement des côtes et portent une aigrette de soies roussâtres sur un seul rang. Les *Hieracium* au sens strict ont une tige plus ou moins ramifiée et généralement feuillée, pourvue ou non d'une rosette de feuilles basales au moment de la floraison (respectivement phyllopoies et aphylopoies). Il n'y a jamais de stolons dans ce groupe. Les soies de l'aigrette, roussâtres, sont disposées sur deux rangs.

Cas des piloselles découvertes

Les deux piloselles observées à Saint-Pierre-les-Nemours appartiennent au groupe de celles ayant des capitules plus ou moins nombreux, disposés en corymbes assez lâches ou compacts, pendant



Fig. 2 : *Pilosella bauhinii* (Schult.) Arv.-Touv., étalé, mis en herbier et photographié par J.-L. TASSET.

que la tige porte une ou deux feuilles vers la base en plus des bractées. Dans ce groupe, se trouve également *Pilosella piloselloides* (Vill.) Soják (= *Hieracium piloselloides* Vill.). Selon Flora Gallica, cette espèce comprend trois sous-espèces d'après la présence ou non de stolons et de poils étoilés sur les rameaux et pédoncules de l'inflorescence. La nervure principale des jeunes feuilles est généralement dépourvue de poils étoilés dessous.

Dans la sous-espèce *piloselloides*, les feuilles basales internes sont allongées-linéaires à bords parallèles, les rameaux et pédoncules sont totalement dépourvus de poils étoilés et les stolons sont absents. Dans la sous-espèce *praealta* (Gochna) S. Bräut & Greuter (= *Hieracium praealtum* Gochna), les rameaux et pédoncules sont couverts de poils étoilés et il n'y a pas de stolons. Dans la sous-espèce *bauhinii* (Schult.) S. Bräut & Greuter (= *Hieracium bauhinii* Schult.), les rameaux et pédoncules sont également couverts de poils étoilés et il existe normalement des stolons allongés portant de petites feuilles (sauf mutation). Les jeunes feuilles sont généralement dépourvues de poils étoilés dessous, excepté parfois sur la nervure. Nous avons vérifié ces caractères sur nos échantillons.

Comme décrit dans Flora Gallica et dans la flore d'Ile-de-France de JAUZEIN & NAWROT (2011, 2013),



Fig. 3 : *Pilosella caespitosa* (Dumort.) P.D. Sell & West, étalé, mis en herbier et photographié par J.-L. TASSET.



Fig. 4 : Stolons courts et épais de *Pilosella caespitosa* (Dumort.) P.D. Sell & West. Cliché : G. ARNAL.

nous avons observé que *Pilosella caespitosa* (Dumort.) P.D. Sell & West (= *Hieracium caespitosum* Dumort. ; *H. pratense* Tausch) porte généralement des poils étoilés dispersés à la face inférieure des feuilles, au moins quand elles sont jeunes. Les rosettes florifères naissent de stolons hypogés et émettent à leur tour des stolons courts et épais portant de grandes feuilles dressées (Fig. 4). Chez *P. caespitosa* comme chez *P. bauhini*, l'inflorescence porte trois types de poils, étoilés blanchâtres, glanduleux et simples noirâtres à la base (Fig. 5). Cependant, les styles sont jaunes chez *P. bauhini* alors qu'ils sont livides-noirâtres chez *P. caespitosa*, ce qui donne un aspect plus sombre à l'inflorescence de cette dernière. De plus, l'inflorescence est condensée chez *P. caespitosa* alors qu'elle est plus lâche chez *P. bauhini*.

Les biotopes où ont été trouvées les deux piloselles correspondent exactement aux indications



Fig. 5 : Inflorescence de *Pilosella caespitosa* (Dumort.) P.D. Sell & West. Cliché : G. ARNAL.

données dans Flora Gallica :

- une prairie mésophile sur sol argilo-sableux pacagée par des chevaux pour *P. caespitosa* ;
- une friche thermophile récente sur sol sablo-calcaire pour *P. bauhini*.

JAUZEIN & NAWROT (*op. cit.*) rapportent que les deux piloselles trouvées sur la commune de Saint-Pierre sont en expansion en Ile-de-France, bien qu'elles apparaissent encore relativement rares dans notre région. Elles pourraient avoir leur origine en Europe centrale puisqu'elles sont décrites toutes deux dans la Flore hongroise de JAVORSKA & CSAPODY datée de 1975 (Fig. 6, 7 & 8). Cependant, *Pilosella caespitosa* est également indiquée en Italie et en Espagne, qui sont des pays méditerranéens chauds, mais aussi dans les contrées boréales, ce qui est plus surprenant.

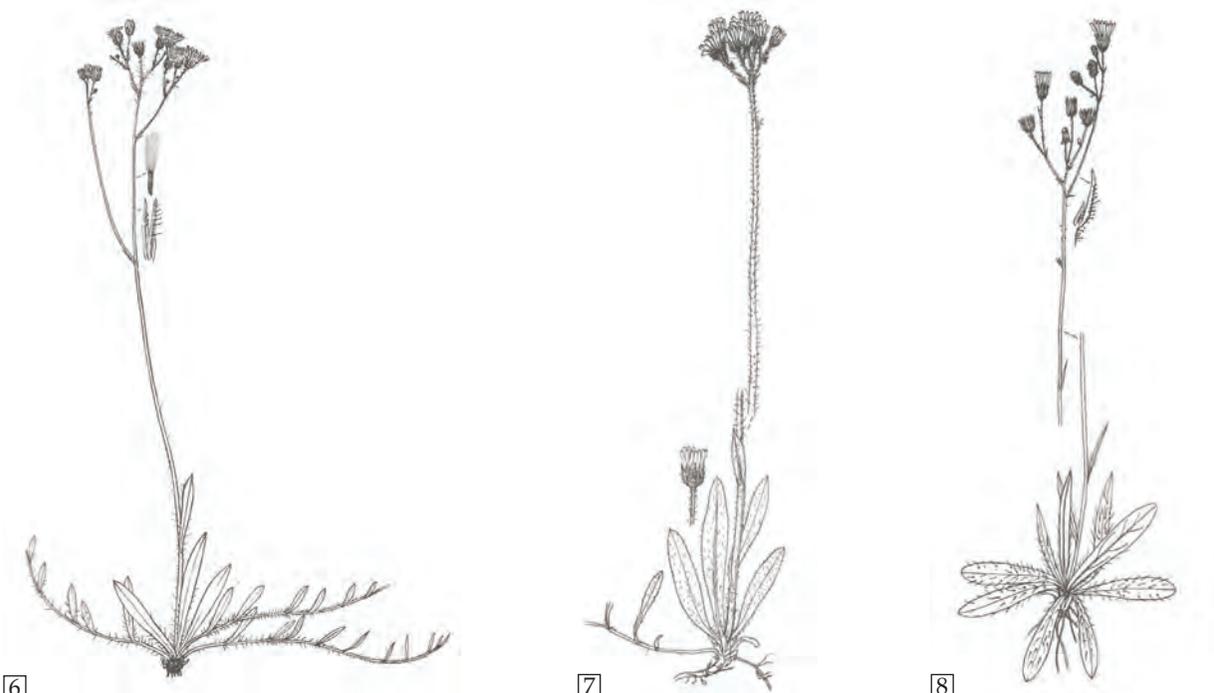


Fig. 6, 7 & 8 : *Pilosella bauhini*, *P. caespitosa* et *P. piloselloides*. Dessins extraits de JAVORSKA & CSAPODY (1975).

Remerciements

Je tiens à remercier tout naturellement les membres ayant participé à l'excursion naturaliste du 7 juin 2015.

Merci également aux auteurs des clichés aimablement mis à disposition pour illustrer le présent article : G. ARNAL et J.-L. TASSET.

Bibliographie

COSTE H., 2007 (réédition de 1937). Flore descriptive et illustrée de la France, de la Corse et des contrées limitrophes. Paris : A. Blanchard. 3 volumes (416 p., 627 p., 807 p.). Reproduction photomécanique de l'édition de : Paris : Librairie des sciences et des arts, 1937.

JAUZEIN PH. & NAWROT O., 2013. Flore d'Ile-de-France, tome 2 : clés de détermination, taxonomie, statuts. Editions Quae, 2013, 608 p.

JAUZEIN PH. & NAWROT O., 2011. Flore d'Ile-de-France, tome 1. Editions Quae, Toulouse, 2011, 969 p.

JAVORKA S. & CSAPODY V., 1975. Iconographie de la flore de la partie sud-est de l'Europe. Akadémiai Kiado, Budapest, 580 p.

LAMBINON J., DELVOSALLE L. & DUVIGNEAUD J., 2004. Nouvelle flore de la Belgique, du Grand-Duché du Luxembourg, du nord de la France et des régions voisines (Ptéridophytes et Spermaphytes). Cinquième édition. Ed. du Patrimoine du Jardin botanique national de Belgique, Meise, Belgique, 1167 p.

TISON J.-M. & DE FOUCAULT B. (coords), 2014. Flora Gallica - Flore de France. Société Botanique de France. Biotope Editions, 2014, Mèze, 1195 p.



Pilosella caespitosa (Dumort.) P.D. Sell & West.

Cliché : G. ARNAL.

M. ARLUISON
8, Chemin de Boigny 77930 Cély-en-Bière
<arluisonmichel@orange.fr>

GÉOLOGIE

LES CALCITES DE FONTAINEBLEAU :

OCCURRENCE ET GENÈSE



Par Médard THIRY

Citation proposée : THIRY M., 2013 (2016). Les Calcites de Fontainebleau : occurrence et genèse. *Bull. Ass. Natur. Vallée Loing*, 89 (3) : 111-133.

Mots-clés : Calcite, Datation, Pléistocène, Paléoclimat, Pergélisol, Glaciaire, Fontainebleau, Seine-et-Marne, Ile-de-France.

Résumé : Les Calcites de Fontainebleau et plus généralement les cristallisations de calcite au sein des sables (calcites sableuses s.l.) n'ont jamais fait l'objet d'une étude « géologique » pour expliquer leur formation. La description des calcites sableuses (sphérolithes en amas et groupements de cristaux) dans le Massif de Fontainebleau et aux alentours permet de proposer un modèle hydrologique pour leur formation-précipitation. Par ailleurs, les datations radiochronologiques ont montré qu'elles sont liées aux dernières glaciations et qu'elles ont précipité lors des périodes de refroidissement. Ce sont des calcites qui se sont formées par réchauffement des eaux d'infiltration au contact des eaux plus chaudes de la nappe. Elles apparaissent comme des traceurs prometteurs pour suivre l'extension des pergélisols et repérer d'anciennes positions de la nappe phréatique, et ainsi servir de points d'ancrages pour suivre l'évolution des paléopaysages quaternaires.

Introduction

Les Calcites de Belle-Croix¹ ont eu les honneurs des toutes premières publications géologiques (LASSONE, 1775, 1777). Toute collection minéralogique qui se respecte se doit d'en avoir un exemplaire. Le web permet de se rendre compte que tous les musées américains ont ce « *French super classic of acute rhombohedral crystals* ». Les gisements bellifontains sont apparemment uniques. Il existe peu de gisements de calcite qui se développent dans des sables et aucun ne présente des cristaux de cette taille et avec des formes aussi parfaites. Et couronnement de la gloire, les calcites ont eu droit à un timbre poste en 1986 !

C'est à DE LASSONE (1717-1788), médecin de MARIE-ANTOINETTE et de LOUIS XVI, et ami de FONTENELLE, d'ALEMBERT et de BUFFON, que reviennent les premières publications sur les Calcites de Belle-Croix avec trois notes à l'Académie Royale des Sciences. LASSONE (1777) met en équivalence les calcites en

¹ Par la suite, nous réserverons la dénomination « Calcites de Fontainebleau » pour les cristaux de calcite sableuse contenue dans les Sables de Fontainebleau ; toutes les autres variétés, qu'elles présentent des formes cristallines ou non, seront appelées calcites sableuses avec éventuellement un adjectif qualificatif.

rhombes et les boules de calcite et précise qu'elles sont formées de 5 parties de sable et 3 de spath. L'essentiel de ce qui était connu il y a quelques années était dit : la composition et les 2 variétés, même que la variété en boules a été complètement oubliée par la suite. Plus tard, ROMÉ DE L'ISLE (1783) mentionne « les grès calcaréo-quartzueux des environs de Nemours et Fontainebleau » dans le tome premier de son mémoire de cristallographie.

CUVIER & BRONGNIART (1811) ont proposé une origine superficielle pour les calcites : hypothèse révolutionnaire pour cette époque où tout ce qui était cristallin et pur était interprété comme endogène ou hydrothermal, résultant d'émanations chaudes venant de la profondeur. « *Le calcaire d'eau douce de Belle-Croix repose sur une marne calcaire jaunâtre. Nous croyons pouvoir attribuer aux infiltrations calcaires de ce sol supérieur les cristaux de grès calcaire qu'on trouve si abondamment dans une carrière de ce lieu* ». Les Calcites de Fontainebleau sont post-dépôt ! Il faut encore mentionner qu'est adjointe au mémoire une très belle carte « géognostique » colorisée avec alignements dunaire marqués. Enfin, DELESSE (1853) précise que la composition des Calcites de Fontainebleau est variable : calcite 43-17% et sable 57-83%.

WALTHER (1924) considère que ces cristaux de calcite, comme le gypse des roses des sables, se sont formés sous l'effet de l'évaporation dans des environnements désertiques.

Pas ou peu de publications récentes ont été consacrées aux Calcites de Fontainebleau, sinon une note de revue historique par GAUDANT (2004). Les Calcites de Fontainebleau sont une curiosité minéralogique et effectivement ce sont les collectionneurs qui sont présents et font du travail. Les quelques références bibliographiques récentes se trouvent dans des publications « grises » non « rankées » (BILLHOT & al., 1986 ; BROUSSE, 2003 ; NEUTKENS & al., 2014). Le web a aussi pris le relais avec des informations sur les calcites sableuses de Fontainebleau, mais aussi ailleurs en France, en Europe et dans le monde (LÖFFLER, 1999, 2012). Toutes ces références sont riches en informations.

Habitus et composition

Les calcites sableuses présentent deux grandes variétés morphologiques : des cristaux bien développés et des concrétions qui ne présentent pas de morphologie cristalline. Des termes de passage existent entre ces deux variétés. De plus, nous adjoignons ici aux calcites sableuses des calcites translucides toutes différentes, mais qui sont quelques fois associées aux calcites sableuses et leur sont probablement génétiquement liées.

Calcite sableuse en cristaux

Les cristaux de calcite sableuse, et en particulier les Calcites de Fontainebleau, ont toujours la forme du rhomboèdre dit inverse, de notation Miller/Bravais $(02\bar{2}1)$ dans un système hexagonal à quatre axes cristallographiques (LACROIX, 1901), (Fig. 1). Les cristaux sont quelquefois isolés, sous forme de rhomboèdres uniques parfaits, ou interpénétrés par d'autres individus. Dans le cas général, ils forment des groupements (cristallarias) qui peuvent atteindre plusieurs décimètres (Fig. 2A & 2B) avec des cristaux interpénétrés parfaitement nets. Les

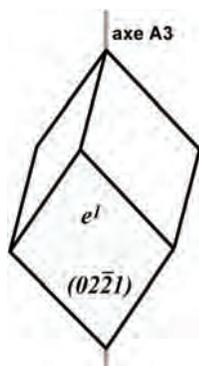


Fig. 1 : Rhomboèdre inverse, habitus caractéristique des Calcites de Fontainebleau.

cristaux peuvent être à axes plus ou moins parallèles, donnant des dispositions en « crête de coq », ou présenter des groupements organisés radialement en « gerbe », ou former des enchevêtrements sans régularité. Souvent les grands cristaux sont recouverts par des cristaux plus petits (Fig. 2A). Les échantillons présents en surface, au contact avec la pluie, ont des faces ternes et s'arrondissent par dissolution des arrêtes.

Calcite sableuse sphérolithique

Des sphérolithes de calcite sableuse sont fréquents dans les sables blancs, associés ou non à des cristallarias de calcite sableuse. Leur taille est variable, allant de concrétions décimétriques à des granules millimétriques (Fig. 2C). Les sphérolithes peuvent être isolés au sein des sables ou au contraire être coalescents, ou former des concrétions plus grosses qui englobent des sphérolithes primaires plus petits. D'autres sphérolithes montrent des granules secondaires plus petits qui se développent à leur surface (Fig. 2D). Les sphérolithes les plus petits (centimétriques) ne montrent généralement aucune structure cristalline, alors que les sphérolithes plus grands (2-5 centimètres de diamètre) sont souvent hérissés de pointes de rhomboèdre inverse à leur surface. Il y a un continuum entre les sphérolithes à pointes de rhomboèdre et les cristallarias à cristaux mieux individualisés.

Grès cloutés

En carrière, la dalle de grès supérieure supporte quelque fois de petits granules de calcite. Ces granules sont toujours disposés sur les surfaces supérieures peu inclinées, à l'exclusion des zones plus pentées par où s'écoulent les eaux d'infiltration (Fig. 2E). La disposition géotropique de ces concrétions indique clairement qu'elles sont liées à la stagnation des eaux au-dessus des dalles imperméables. Ce sont les grès cloutés signalés par JANET (1894).

« Gogottes » ou poupées calcaires

Le terme gogotte appliqué aux concrétions gréseuses des sables du Bassin de Paris a été lancé par Claude GUILLEMIN en référence à des personnages malveillants transformés en gros cailloux de forme concrétionnée et anthropomorphe dans un conte pour enfants (GUILLEMIN, 1978). Depuis, le mot est devenu très « populaire », repris par les géologues et les collectionneurs, et appliqué indistinctement à toute forme contournée qu'elle soit siliceuse ou carbonatée. On peut appliquer le terme gogotte aux plus grandes concrétions cal-

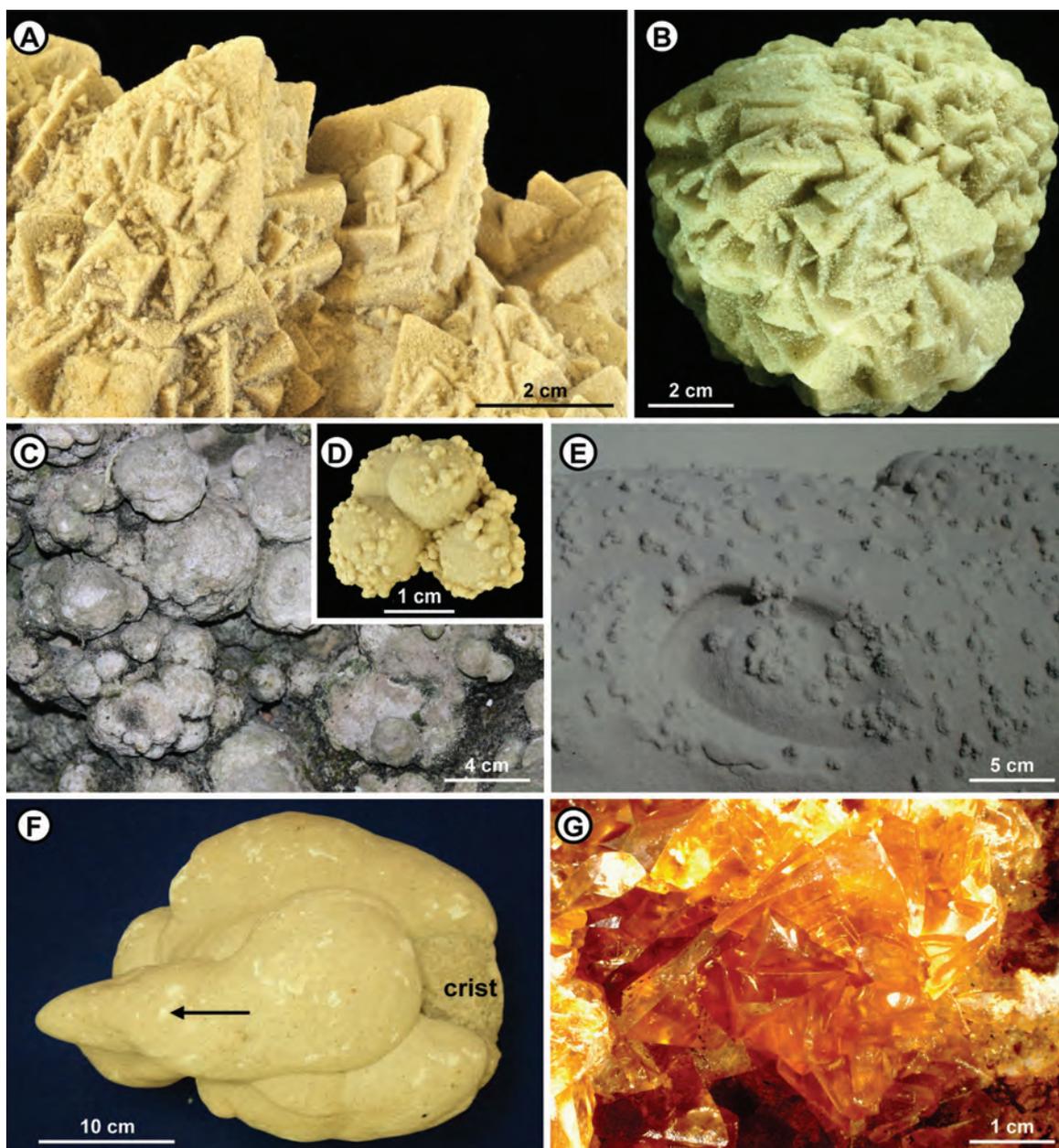


Fig. 2 : Calcites sableuses: (A) grands rhomboèdres en gerbes (axes rayonnants) auxquels se superposent de petites pointes de rhomboèdre (Puisselet, 77), échant. 8609 ; (B) cristallaria à rhomboèdres enchevêtrés (La Garenne, Darvault, 77), échant. 8931 ; (C) sphérolithes coalescents (Roche à Boule, Montigny/Loing, 77) ; (D) sphérolithes avec petits sphérolithes secondaires (carrière Bonnevault, Larchant, 77) ; (E) grès «clouté» de petits granules de calcite (carrière des Gondonnères, Larchant, 77), idem échant. 8943 ; (F) poupée calcaire englobant une cristallaria à pointes de rhomboèdre (crist) ; la disposition des concrétions successives et leur allongement donne le sens de l'écoulement de l'eau (flèche) qui a précipité la calcite, (carrière des Gondonnères, Larchant, 77) ; (G) cristaux de calcite limpide (carrière des Gondonnères, Larchant, 77), échant. 8787. Les numéros sont ceux des échantillons qui ont été datés (Tab. I).

Clichés : M. THIRY, sauf (B) Ph. LE CAER (Mines-ParisTech) et (G) M. BERGER (Mines-ParisTech).

caires, décimétriques à métriques, avec formes coalescentes et multilobées. Le terme poupée convient mieux aux concrétions plus petites et a l'avantage d'être reconnu et compris par les géologues hors du Bassin de Paris et à l'étranger. Ces concrétions englobent souvent des cristallarias de calcite sableuse (Fig. 2F).

Cristaux de calcite translucide

Dans plusieurs gisements, des cristaux de calcite limpide, couleur miel, de taille centimétrique et d'habitus rhomboèdre inverse (Fig. 2G) sont associés aux calcites sableuses en cristaux. Ces calcites de type « géodique » se sont formées dans des vides résultant de l'altération de niveaux

fossilifères. Certaines remplissent l'intérieur de coquilles.

Par ailleurs, les calcaires lacustres régionaux, calcaires de Brie, de Beauce et de Château-Landon, montrent souvent des cavités de dissolution karstique, centi- à décimétriques, tapissées de cristaux hyalins de calcite à habitus rhomboédrique inverse, comme l'a déjà signalé LACROIX (1901). Ces calcites géodiques sont classiquement interprétées comme synsédimentaires, formées dans le bassin, suite à des émergences à l'origine de dissolutions karstiques (FREYET & PLAZIAT, 1978 ; ALONZO-ZARZA, 2003). L'habitus en rhomboédrique inverse les fait rapprocher des calcites sableuses. Il faut en tout cas se poser la question et vérifier si ces deux types de calcite *a priori* très différents par leur milieu de formation n'ont pas une origine similaire.

Teneur en calcite

La composition des calcites sableuses est variable. Les teneurs en calcite des cristaux sont comprises entre 20 et 50%, avec une moyenne de 30% établie sur 48 échantillons. Les valeurs entre 30 et 35% correspondent à la porosité d'un sable peu ou non compacté, comme le Sable de Fontainebleau. Les teneurs en calcite supérieures à 35% correspondraient à des sables qui contenaient des carbonates primaires (coquilles par exemple) et qui ont été altérés avant la précipitation de la calcite sableuse. Les teneurs en calcite inférieures à 30-25% indiqueraient une porosité résiduelle relative à des domaines peu ou pas cimentés, ou altérés.

Les calcites sableuses en sphérolithes ont des teneurs en calcite plus faibles que celles en cristaux. Leurs teneurs en calcite sont comprises entre 11 et 30%, avec une moyenne de 20% établie sur 27 échantillons. Ces teneurs plus faibles en calcite correspondent à une cimentation moins dense, ménageant une porosité secondaire.

Pétrographie

Les lames minces taillées dans les cristaux montrent des grains de quartz arrondis typiques des Sables de Fontainebleau, sans auréole de nourrissage, englobés dans une plage de calcite monocristalline (structure poecilitique) (Fig. 3). Les grands cristaux présentent ainsi un ciment constitué d'un seul cristal de calcite pour toute la surface de la lame mince. Les concrétions à petits cristaux et les concrétions globulaires montrent la même structure poecilitique, simplement avec des cristaux plus petits, voire un simple ciment de sparite.

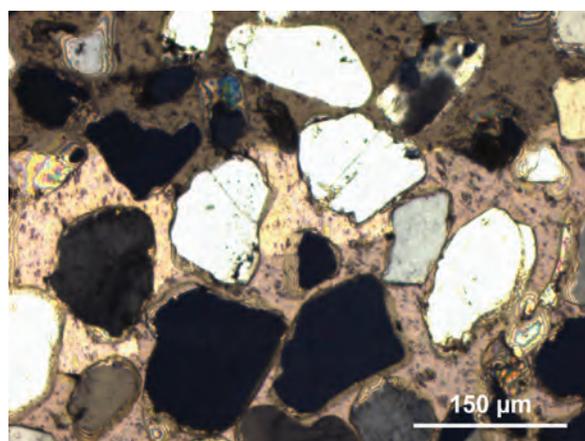


Fig. 3 : Lame mince montrant les grains de quartz cimentés par de la calcite. Chaque plage de couleur correspond à un cristal unique. Lumière analysée.

Les amas de sphérolithes

Si les sphérolithes de calcite sableuse ont été mentionnés dès les premières publications relatives aux Calcites de Belle-Croix (LASSONE, 1777) elles n'ont plus fait l'objet d'une publication depuis. Les affleurements de ces grès calcaires sont pourtant manifestes et pour certains signalés comme rocher remarquable sur la carte topographique. Nous ferons la description de ces sites pour en dégager les caractères texturaux et structuraux qui permettent de cerner leur formation.

« Le Carrosse » - Fontainebleau (77)

Dans le sud de la forêt, sur le versant nord du Haut-Mont (parcelle 521), se dresse à mi-pente un rocher de 4-5 mètres de hauteur qui montre de beaux sphérolithes de calcite sableuse. Le sommet du rocher est à la même hauteur et à environ 30 mètres de distance d'une dalle de grès quartzite qui a été exploitée. Il n'est pas possible de préciser les rapports mutuels entre les 2 cimentations du sable. Une succession de faciès peut être reconnue (Fig. 4) :

- le sommet du rocher est formé d'un grès calcaire à vides vermiculés millimétriques et cavités centimétriques aux contours irréguliers. Le grès est recoupé par des puits de dissolution karstique de 5 à 30 centimètres de diamètre (Fig. 5A). Les puits sont souvent obstrués par du sable et des végétaux, mais certains sont vides et l'un d'entre eux a près de 1 m de profondeur. Les conduits sont anastomosés et branchus, avec des passages horizontaux ;
- à mi-hauteur du rocher, apparaissent des niveaux jaunâtres de 2-15 centimètres d'épaisseur et d'inclinaisons variées (vers le nord, le sud-ouest et l'ouest). Ce sont des grès calcaires rubanés montrant de grands clivages de calcite

sableuse ;

➤ la base du rocher est presque exclusivement constituée de sphérolithes coalescents de calcite sableuse (1 à 5 centimètres de diamètre), (Fig. 5B). Les sphérolithes sont cimentés par des bandes de grès calcaire blanc d'épaisseur millimétrique et d'inclinaisons entrecroisées. En base de coupe les sphérolithes diminuent de taille et sont «libres» au sein du sable blanc.

Un second rocher existe au nord de la « Route du Carrosse ». Il est composé de sphérolithes plus gros (2-10 centimètres de diamètre), parfois « libres » dans le sable, avec beaux rhomboèdres de calcite (2-4 millimètres) en surface (Fig. 5C). Ces sphérolithes (ou cristallarias ?) montrent un cortex de 3-5 millimètres, constitué de rhomboèdres alors que l'intérieur ne présente pas de grands cristaux (Fig. 5D). Des raies ferrugineuses de couleur ocre traversent les cristallarias et sont donc antérieures à leur cristallisation

Le grès calcaire présente un fort géotropisme, avec facies massif en tête, structures laminées entrecroisées dans la partie moyenne et des sphérolithes « libres » au sein du sable à la base de la

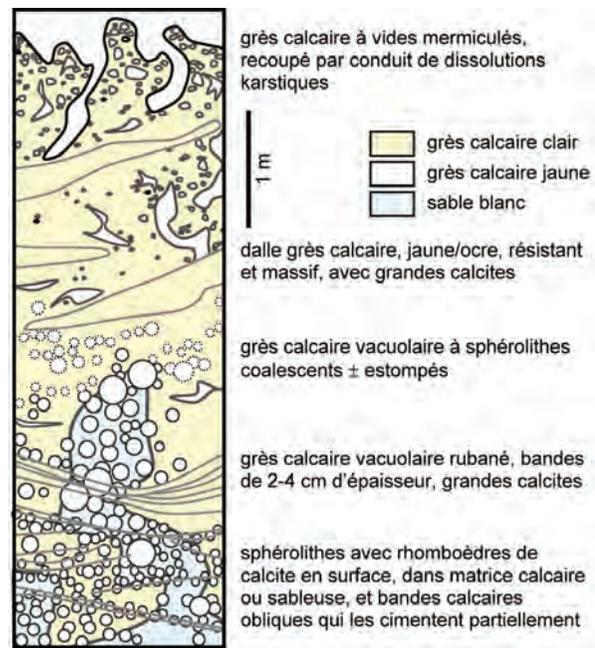


Fig. 4 : Coupe du rocher « Le Carrosse ». Le grès calcaire est massif en tête, des bandes de grès enrichies en oxydes de fer sont individualisées au milieu et la cimentation de l'ensemble diminue vers la base.

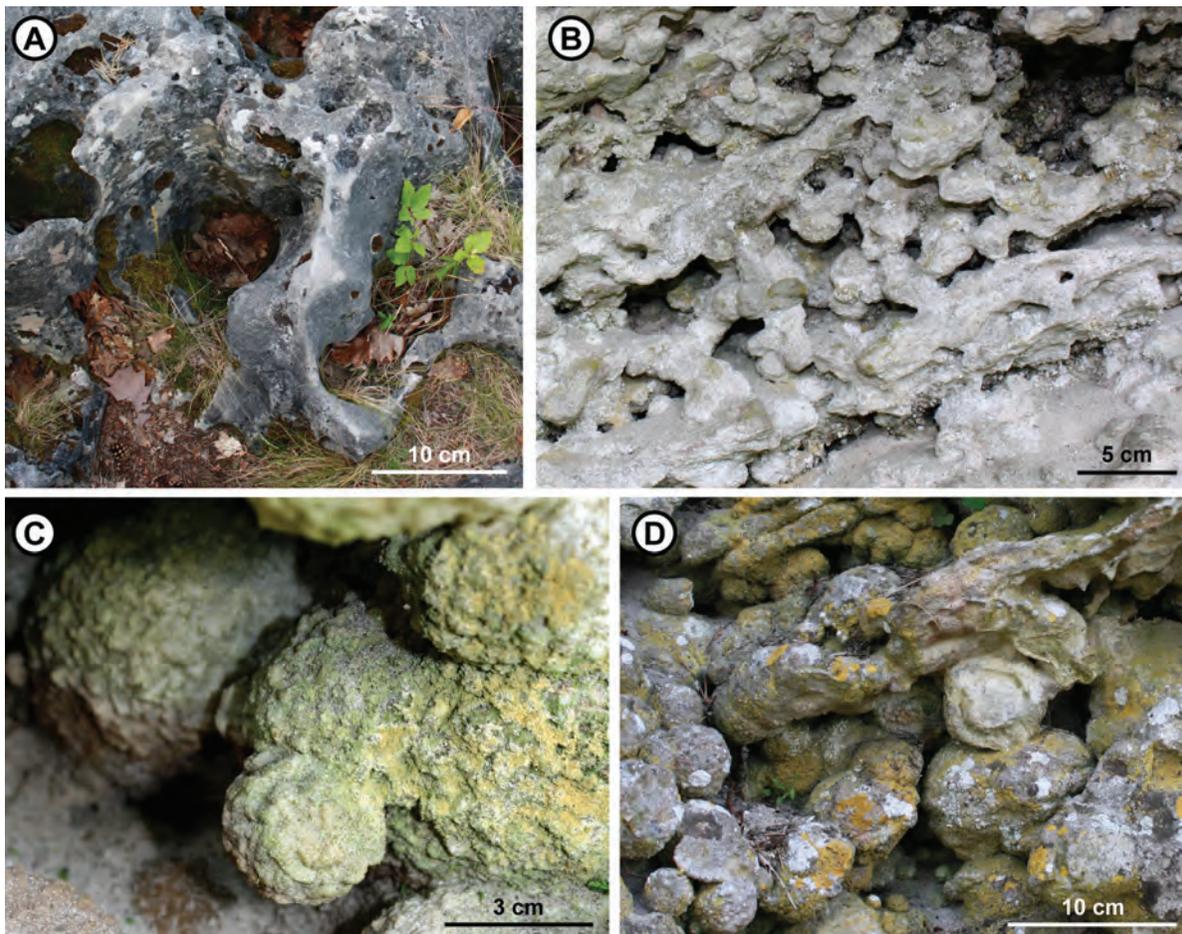


Fig. 5 : Rocher « Le Carrosse » : (A) sommet du rocher, grès calcaire avec conduits de dissolution karstique (vue par le dessus) ; (B) base du rocher, sphérolithes centimétriques de calcite sableuse, cimentés par des raies calcaires obliques ; (C) rocher « latéral », sphérolithes hérissés de pointes de rhomboèdre, au sein du sable non cimenté ; (D) rocher « latéral », sphérolithes anastomosés et zonés. Clichés : M. THIRY.

coupe. Ces structures résultent de la dynamique des écoulements et de l'évolution des équilibres géochimiques des eaux d'infiltration. Les structures laminées entrecroisées indiquent des écoulements en zone saturée. La calcite précipite le long de ces structures au fur et à mesure que l'eau s'infiltré. La calcite des rhomboédres du cortex a probablement précipité dans des conditions plus proches de l'équilibre que la calcite sans habitus cristallin marqué du cœur des sphérolithes.

Les dissolutions karstiques en tête recourent les différents faciès du grès calcaire, elles sont tardives et sont probablement encore actives actuellement.

« Roche à Boule » - Montigny-sur-Loing (77)

La « Roche à Boule » est situé à environ 1,5 kilomètre au sud-est du « Carrosse ». C'est un groupement de rochers massifs et irréguliers qui émergent du sable à l'intérieur d'une propriété clôturée. Tout à côté, des amas de sphérolithes coalescents sont visibles dans d'anciennes exploitations de sable en limite de la forêt domaniale (au sud de la parcelle 547).

L'affleurement principal est constitué de 3 rochers, chacun d'une surface d'environ 1 m². Les sphérolithes sont coalescents, de taille relativement régulière, de 1 à 4 centimètres de diamètre. Des zones de croissance se distinguent souvent. En revanche, très peu de formes rhomboédriques sont visibles et sont émoussées par altération. Il y a aussi relativement peu d'organisation d'ensemble à l'échelle de ces petits affleurements. La tête des rochers montre une structure plus cimentée et quelques figures de dissolution (Fig. 6A). Les petits sphérolithes initiaux sont souvent agglomérés dans un sphérolithe plus grand. La base des rochers est moins cimentée, avec des sphérolithes « libres » au sein du sable blanc (Fig. 6B). Localement, la taille des sphérolithes souligne des organisations obliques. D'autres faciès peuvent être reconnus dans les déblais de l'exploitation. Il a en particulier été trouvé une plaque, de 60 x 25 x 5 centimètres, formée à sa partie supérieure de sphérolithes d'environ 3 centimètres de diamètre, complètement soudés, et à sa partie inférieure de granules d'environ 0,4 centimètre de diamètre formant des « grappes » aérées. La plaque indique clairement la relation avec un niveau de nappe (locale et/ou perchée ?) et un géotropisme vertical.

A quelques 200 mètres au sud-est, un bloc d'environ 1/4 m³ de grès calcaire, et des petits blocs à boules jonchent le fond d'une ancienne carrière partiellement remblayée. Les boules atteignent

20 centimètres de diamètre. Le bloc montre une disposition horizontale des boules et de belles organisations concentriques avec enveloppes successives d'environ 1 centimètre d'épaisseur (Fig. 6C). On n'y distingue pas de forme rhomboédrique. Les stratifications primaires des sables transparaissent en travers des sphérolithes. L'ensemble des pointements de calcite sableuse de ce secteur s'étend sur environ 250 mètres.



Fig. 6 : « Roche à Boule » : (A) affleurement avec faciès cimenté et massif en tête et sphérolithes coalescents, peu cimentés, qui forment le corps de l'affleurement ; (B) sphérolithes « composites » qui englobent plusieurs concrétions plus petites « libres » dans le sable blanc ; (C) structure concentrique à couches multiples dans un gros sphérolithe décimétrique. Clichés : M. THIRY.

« Cuvier Châtillon » - Fontainebleau (77)

Des grès calcaires à sphérolithes de calcite sableuse affleurent le long de la Route du « Cuvier Chatillon » dans la descente des « Monts de Fay » vers le « Bas Cuvier » (parcelle 881). Les rochers se situent à la limite des Sables de Fontainebleau et du Calcaire d'Etampes (Fig. 7). Une douzaine de rochers, de volumes compris entre 20 et 250 m³, tapissent le vallon sur environ 150 mètres. Le Calcaire d'Etampes forme un petit escarpement sur le rebord nord du vallon. Sous le calcaire, les sables sont oxydés et contiennent par place des sphérolithes de couleur ocre avec pointes de rhomboèdre. Les rochers sont d'aspect vacuolaire, formés par la coalescence plus ou moins serrée de sphérolithes de 4 à 10 centimètres de diamètre.

Les sphérolithes sont altérés en surface et il est rare d'y distinguer des pointes de rhomboèdre. En revanche, ils montrent souvent une structure zonée. Les rochers sont dispersés tout au long du vallon et il n'est pas possible de se faire une idée de leur continuité ni de leur enracinement (Fig. 7). L'espace entre les rochers pouvait être occupé soit par des sphérolithes non cimentés ou par du sable. Comme il n'y a pas d'amoncellement de sphérolithes sur les pentes du vallon, on peut imaginer que les rochers correspondent à des piliers, qui s'enracinent dans le sable jusqu'à une certaine profondeur et passent à des sphérolithes non cimentés en profondeur comme dans le cas du « Rocher Carrosse » et de la « Roche à Boule ».

A quelques 150 mètres au nord-nord-ouest, en avant des carrières de grès de la Route Tournante du « Cuvier Chatillon », des amas de sphérolithes de calcite sableuse sont imbriqués avec le grès quartzite à structures de dissolution pseudokarstique (THIRY & al., 1984) (Fig. 7). Plusieurs rochers sur le rebord de l'escarpement naturel montrent

des sphérolithes de calcite sableuse, de 0,4 à 2 centimètres de diamètre, qui prennent en écharpe le Calcaire d'Etampes de la couverture, remplissent les morphologies pseudokarstiques du grès quartzite et pénètrent les sables sous-jacents sur au moins 2 mètres de profondeur (Fig. 8).

Les sphérolithes de ces derniers amas sont plus petits que ceux des grands rochers, situés au sud-sud-est, décrits précédemment. Néanmoins, ils montrent une augmentation de taille vers la profondeur, passant de sphérolithes d'environ 0,5 centimètre au-dessus des grès à des sphérolithes d'environ 2 centimètres de diamètre dans les sables sous la dalle de grès. On peut faire l'hypothèse que les amas à gros sphérolithes au sud-sud-est correspondent à des faciès profonds dans la continuité d'amas à sphérolithes plus petits.

Les calcites sableuses sont plus jeunes que le grès quartzite et les dissolutions « pseudokarstiques », qui sont elles-mêmes intervenues après que la dalle de grès ait été portée au-dessus du niveau de la nappe phréatique.

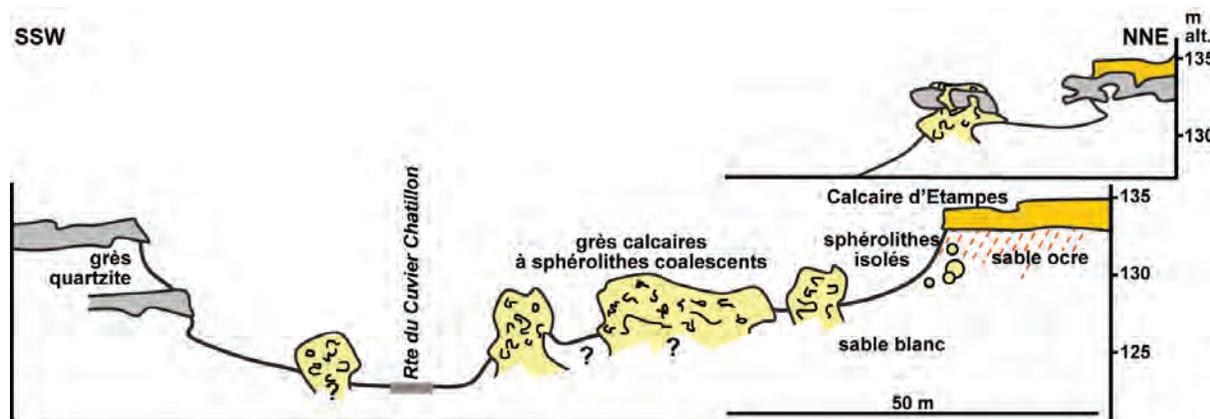


Fig. 7 : Coupe schématique montrant la disposition du grès calcaire à sphérolithes et leur rapport avec le grès quartzite dans le vallon de la Route du « Cuvier Chatillon ».



Fig. 8 : Ancienne carrière Route du « Cuvier Chatillon » : grès quartzite à morphologies de dissolutions pseudokarstiques, infiltrées et cimentées par des calcites sableuses sphérolithiques. Si : grès quartzite, Ca : grès calcaire.

Cliché : M. THIRY.

« La Roche Éponge » - Fontainebleau (77)

Au temps des guinguettes en forêt, « la Roche Éponge » était l'attraction touristique la plus populaire. Sa curiosité résidait dans ses formes étranges et avait été nommée « Roche Éponge, le Madrépore, le Polypier, la Morille, l'Ossuaire et La Sans-Pareille, la roche du Cinq-Mai » (DÉNECOURT, 1868).

« La Roche Éponge » est formée d'un grès calcaire. Son aspect étrange est dû à son altération par dissolution de la calcite du ciment par les eaux d'infiltration. Les puits karstiques de diamètre décimétriques sont quasi coalescents, donnant l'aspect d'une gigantesque éponge (Fig. 9 et 10A). Ces morphologies sont similaires à celles du sommet du rocher « Le Carrosse ».

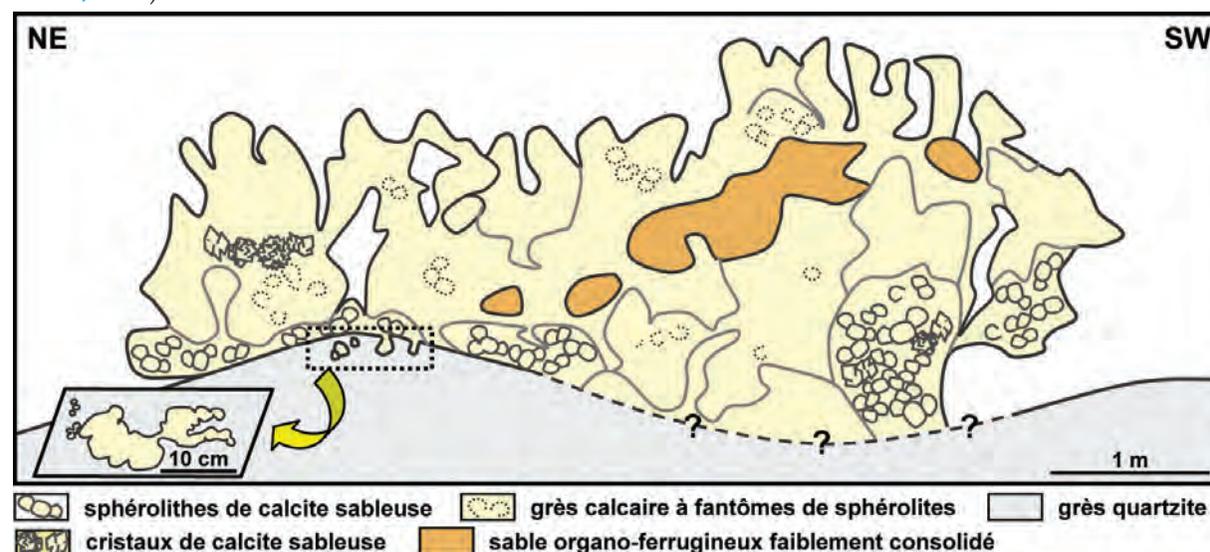


Fig. 9 : Coupe schématique de « la Roche Éponge ». Elle est formée d'un grès calcaire percé par de nombreux puits de dissolution qui lui confèrent son aspect singulier. Elle repose sur une dalle de grès quartzite et le contact montre l'inclusion de sphérolithes dans le grès quartzite. L'encart de la figure montre ce contact vu en plan par le dessus.

Le grès calcaire est formé de sphérolithes dont on distingue les fantômes sur les parois des puits de dissolution. Des sphérolithes de calcite sableuse bien distincts forment un niveau quasi continu à la base de la roche et sont bien visibles dans les parties en surplomb (Fig. 10A). Le dégagement des sphérolithes indique qu'ils étaient contenus dans du sable non cimenté, érodé à l'affleurement. Les sphérolithes sont cimentés entre eux par des lamines obliques de calcite sableuse (Fig. 10B). Les blocs isolés disposés autour de la roche montrent de beaux sphérolithes coalescents avec couronne de rhomboèdres de calcite (Fig. 11).

La roche montre aussi des masses brunes, formées de sable ferrugineux riche en matière organique et très peu consolidé (Fig. 10A). Ces sables remplissent des conduits subcirculaires qui correspondent à d'anciens conduits de dissolution.

Enfin, la roche repose directement sur une dalle de grès quartzite, exempte de calcite, qui apparaît tout autour du promontoire de la roche. Ce sont ces grès qui ont été exploités sur de grandes surfaces dans ce secteur. Le contact direct est visible dans la partie sud-est du rocher et montre des sphérolithes de calcite sableuse inclus (circoscrits) dans le grès quartzite (encart Fig. 9). En revanche, on ne peut pas assurer que la dalle de

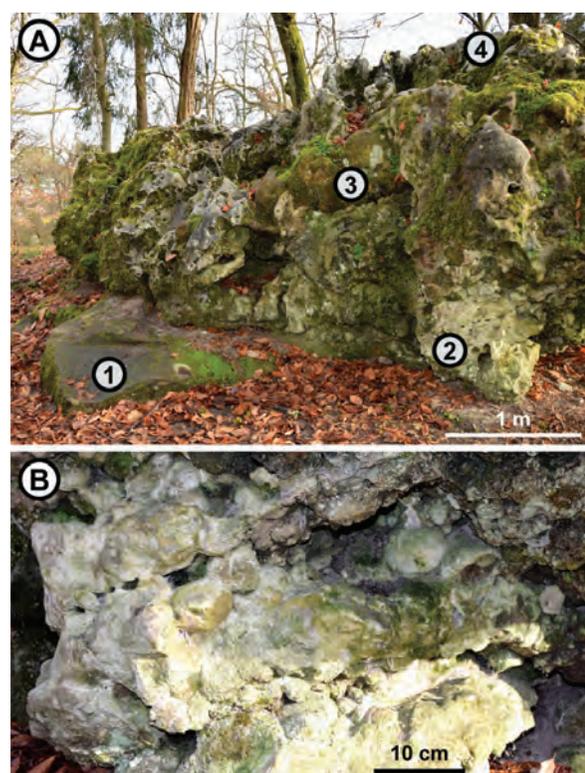


Fig. 10 : « Roche Éponge » : (A) aspect général de l'affleurement, (1) grès quartzitique, (2) sphérolithes coalescents, (3) sable brun en remplissage de conduit, (4) puits de dissolution karstique ; (B) sphérolithes de calcite sableuse disposés selon des plans inclinés.

Clichés : M. THIRY.



Fig. 11 : « Roche Éponge ». Échantillon scié montrant le cœur gréseux et brunâtre des sphérolithes avec un cortex de compact formé de rhomboédres pointant vers l'extérieur.

grès soit continue sous toute la roche. En effet, les puits de dissolution indiquent qu'il y a drainage vers la profondeur. Il est donc vraisemblable que la dalle de grès soit interrompue sous la roche.

Le haut de la « Roche Éponge » est légèrement en contre-bas du sommet de l'épaisse dalle de grès qui forme l'ancien front de taille au sud-est.

Un second affleurement de grès à sphérolithes de calcite sableuse est visible à la grotte aux visages à quelques 100 mètres au nord-ouest de la « Roche Éponge ». Le grès de cette grotte est de cimentation très variable allant d'un grès friable sous la main à un grès quartzite très dur. L'affleurement de la grotte et les blocs abattus à l'arrière de la grotte montrent que le grès quartzite surmonte le grès calcaire et inclut des sphérolithes calcitiques.

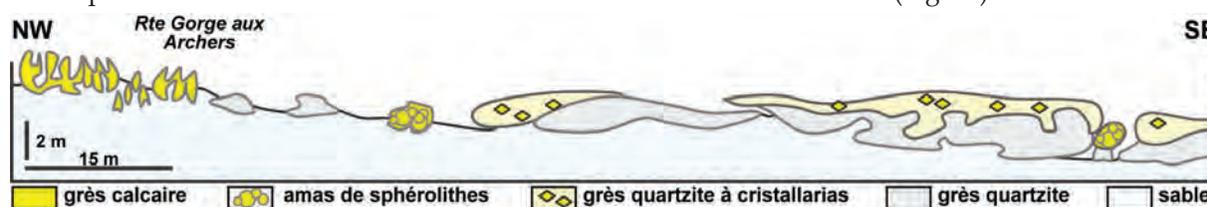


Fig. 12 : Schéma de la disposition des différents faciès de grès calcaire et cristallarias de calcite en bordure de la platière des « Béorlots ».

La platière au nord de la route est parsemée de blocs de grès calcaires à structures verticales qui correspondent à des cimentations colonnaires à lamines gréseuses emboîtées et encapuchonnées à la manière de spéléothèmes, souvent recoupées par des dissolutions karstiques. Au sud de la route, à l'entrée du vallon sont disposés plusieurs blocs de grès calcaire, d'aspect hétérogène, formés de sphérolithes coalescents de 2 à 10 centimètres de diamètre, avec une couche corticale de rhomboédres pointant vers l'extérieur. L'escarpement gréseux qui borde le vallon est formé de deux

Les grès à sphérolithes de calcite sableuse du secteur de la « Roche Éponge » présentent des caractères comparables à ceux des autres occurrences décrites : cimentation plus aboutie et compacte en tête, faciès moins dense à sphérolithes individualisés vers la base de la coupe, et passées à cristallarias. La particularité de cet affleurement est dans sa relation avec le grès quartzite. Alors que le grès calcaire du « Cuvier Chatillon » est postérieur au grès quartzite, et même à l'altération pseudokarstique de celui-ci, ici le grès quartzite inclut des sphérolithes de calcite sableuse qui apparaissent donc antérieurs au grès quartzite.

L'altération karstique de la roche est tardive et se surimpose aux amas de sphérolithes. On y distingue une première phase avec remplissage des conduits par des matériaux organo-ferrugineux, comparables aux alios des sols podzoliques, qui existaient probablement au-dessus de la roche à l'époque de cette altération. Une seconde altération est à l'origine des formes étranges de la roche et ne montre pas de remplissage ferrugineux des conduits. Elle est probablement intervenue plus tard alors que les sols podzoliques avaient été érodés et la roche mise à nue.

« Béorlots » - Fontainebleau (77)

Dans le secteur des « Béorlots » affleurent divers grès calcaires. Sont décrits ici des faciès disposés parcelle 654, dans un petit vallon à l'ouest du croisement de la Route de la Gorge aux Archers et de la Route de la Bourse (Fig. 12).

faciès de grès superposés : un grès quartzite inférieur massif et homogène qui montre des morphologies en dômes et creux ; un grès quartzite supérieur, plus tendre contenant de nombreuses cristallarias de calcite, de 2 à 20 centimètres de diamètre. Le grès supérieur recouvre, encapuchonne et s'enfonce dans les « puits » non cimentés du grès inférieur (Fig. 13). Il y a clairement 2 épisodes de silicification qui se suivent et dont la dernière inclut des calcites sableuses. Localement se trouvent des amas de sphérolithes de calcite dans les évidements du grès inférieur.



Fig. 13 : « Bérolots », Route de la Gorge aux Archers. Encapuchonnement du grès quartzite inférieur (Si) par les grès quartzite à cristallarias de calcite (Si + crist.) et un amas de sphérolithes coalescents (sphér.) dans un évidement du grès inférieur.

Les groupements de cristaux

Plusieurs gisements de calcite sableuse en cristaux sont connus dans le secteur de Fontainebleau et Nemours. Ils ont été « exploités » par les collectionneurs privés et de nombreux échantillons existent aussi dans les musées publics. Tout le monde s'accorde pour dire que ce sont les car-

rières de grès du secteur de « Belle Croix » et du « Rocher-St-Germain » qui ont fourni les plus beaux spécimens, en taille, disposition et netteté des cristaux. Il n'existe pas de description de ces gisements. Nous présenterons ci-dessous ce qui est visible actuellement à la « Grotte aux Cristaux » et dans ses abords immédiats, et compléterons l'étude par des observations qui ont pu être faites et qu'on peut encore faire localement dans le secteur de Nemours.

« Les Gondonnères » - Larchant (77)

Dans le sud du Massif de Fontainebleau, le secteur entre Puiset et Larchant a fourni depuis les années 1950 plusieurs gisements de cristaux de calcite sableuse. Il en apparaît encore sporadiquement dans les carrières actives, mais la plus grosse occurrence a été celle de la carrière des « Gondonnères », à l'est du hameau de Bonnevault. Le niveau à cristaux et poupées de calcite sableuses y a été « attaqué » sur une centaine de mètres et les sables contenant les cristallisations mis en déblais. Des volumes considérables ont été récupérés par les collectionneurs pendant 2 à 3 ans (plusieurs tonnes de cristallisations selon notre estimation).

La coupe de la carrière montrait les relations entre différentes variétés de calcites sableuses (Fig. 14). Les calcites sableuses se disposaient entre la base

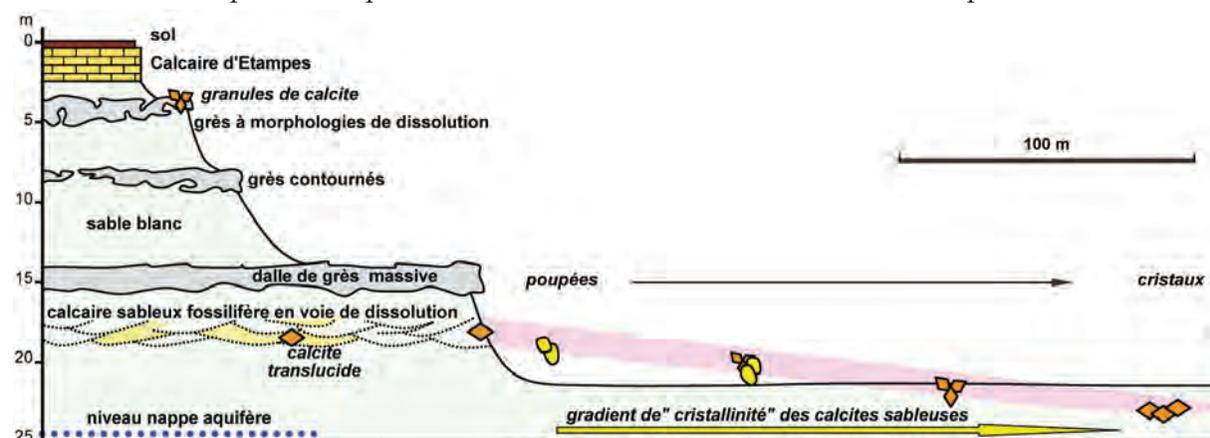


Fig. 14 : Schéma du gisement de calcites sableuses de la carrière des « Gondonnères ». Les sables sont blancs sur toute la hauteur de l'exploitation, des sables jaunâtres apparaissaient par endroits au plancher de la carrière. Une grande variété de calcite sableuse se disposait selon un niveau faiblement incliné qui se raccordait à un niveau coquillé altéré.

de l'exploitation et une lentille de grès calcaire coquillé grossier, à stratifications entrecroisées, correspondant à des dépôts de chenaux de marée. Le niveau carbonaté avait environ 1,5 mètre de puissance et se situait à 2-3 mètres au-dessus du plancher de la carrière. Les calcites sableuses montraient une grande variété de morphologies.

➤ de grands groupements horizontaux, formés

de la coalescence de cristallarias à grands rhomboédres de 2 à 4 centimètres d'allongement et de cristallarias hérissées de pointes de rhomboèdre de 2 à 5 millimètres d'arête (Fig. 15A). Ces cristallarias à grands rhomboédres se rencontraient en avant de la lentille de calcaire coquillé, et en profondeur, au plancher de la carrière. Les plus beaux spécimens ont été récupérés à quelques

50 centimètres sous le plancher de la carrière et à moins d'un mètre au-dessus du niveau de la nappe phréatique actuelle. Ces calcites étaient de couleur blanche à jaunâtre selon la couleur du sable encaissant ;

➤ des cristallarias plus petites, de 5 à 10 centimètres de diamètre, hérissées de belles pointes de rhomboèdre (Fig. 15B), étaient dispersées dans le sable blanc à la base de l'exploitation jusqu'à 1 mètre de hauteur et selon un niveau assez bien délimité ;

➤ des cristallarias similaires étaient encapuchonnées par des concrétions de calcite sableuse, généralement lisses en surface, sans pointe de rhomboèdre. Ces poupées englobant des cristallarias antérieures se rencontraient vers 1,5 à 2 mètres au-dessus du plancher de l'exploitation et se situaient plus près des calcaires coquillés que les précédentes ;

➤ des poupées formées de l'agglomération de

plusieurs concrétions étaient abondantes immédiatement sous le niveau de calcaire coquillé (Fig. 2F & 16). Les poupées avaient entre 5 et 10 centimètres de diamètre, pouvaient atteindre 30-40 centimètres, et certaines d'allongement horizontal atteignaient 100 centimètres et plus. Certaines avaient des pointes de rhomboèdre à leur surface ;

➤ des cristaux translucides de couleur miel, donc sans inclusion de sable, de taille infra centimétrique se rencontraient dans le calcaire coquillé, tapissant des vides de dissolution (Fig. 2G) et moulant l'intérieur de coquilles.

Le calcaire coquillé était complètement altéré, formé d'amas de calcaire cristallin avec de rares débris de coquilles primaires (Fig. 16). À l'évidence, une partie importante du calcaire avait été dissous et le calcaire cristallin qui moulait les traces de coquilles était secondaire. Latéralement, le niveau coquillé passait à un sable grossier à

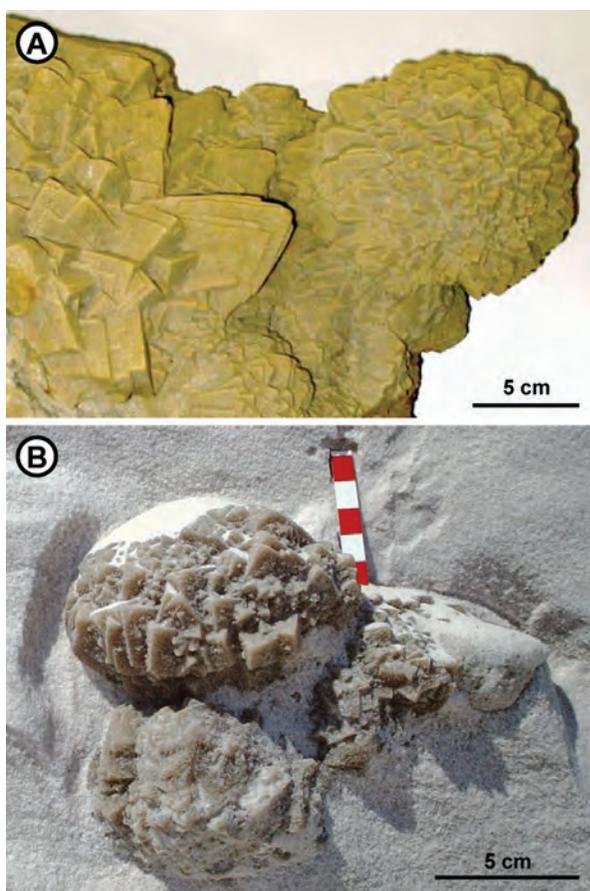


Fig. 15 : Carrière des « Gondonniers ». (A) : cristallaria multilobée jaunâtre à cristaux de calcite sableuse de tailles très variables. Cet échantillon provient du plancher de la carrière et formait une plaque horizontale de plus de 50 centimètres d'allongement. Échantillon visible au Musée de Minéralogie de l'École des Mines à Paris ; (B) : cristallaria multilobée *in situ* dans le sable blanc. Une poupée de calcite y est accolée à droite.

Cliché : M. THIRY.



Fig. 16 : Carrière des « Gondonniers ». Niveau coquillé altéré et recristallisé avec des poupées de calcite sableuse à sa base. Noter que des poupées existent aussi au sein du niveau (flèches) et prennent en écharpe des lentilles de calcaire recristallisé. C'est dans ce niveau qu'ont été récupérées les calcites translucides couleur miel.

Cliché : M. THIRY.

stratifications entrecroisées, avec fantômes de coquilles entièrement décalcifiées. La dissolution et la recristallisation du calcaire paraissent être relativement anciennes car les calcites translucides miel qu'il renferme ne montrent pas de traces de dissolution.

Enfin, la dalle supérieure de grès quartzite était couverte de granules millimétriques de calcite sableuse, ce sont les grès cloutés (Fig. 2E). Seules les surfaces peu inclinées en étaient couvertes, toutes les surfaces plus inclinées, en particulier celles autour des conduits sableux qui traversaient la dalle, en étaient dépourvues.

« Mont Sarrasin » - Puiset (77)

La carrière qui était exploitée au sud du « Mont Sarrasin » à Puiset a fourni de très grandes cristallarias au tournant des années 1960-1970. Nous ne connaissons aucun document donnant la description du gisement. Les cristallarias se distinguent par plusieurs caractères :

- elles sont de couleur beige à grisâtre, jamais blanches à notre connaissance ;
- les rhomboédres atteignent plusieurs centimètres et leurs faces sont presque systématiquement couvertes par de multiples pointes de rhomboèdre (Fig. 2A) ;
- les petits rhomboédres tardifs sont parfois de type « squelettique », avec arrêtes en relief et faces déprimées (Fig. 17), ils correspondent à un habitus primaire et ne sont pas dus à une altération tardive ;
- les cristallarias présentent néanmoins souvent des rhomboédres arrondis par dissolution.

« Les Courtins » - Nemours (77)

La carrière des « Courtins » montre d'anciennes excavations pour la recherche de cristaux de calcite sableuse. Elle présente la particularité d'avoir vers le tiers supérieur un niveau calcaire similaire au Calcaire de Darvault (DOLLFUS, 1913). Les cris-



Fig. 17 : Puiset. Grands rhomboédres couverts par des pointes de rhomboèdre d'aspect « squelettique », avec arêtes et pointes en relief par rapport aux faces.

Cliché : M. THIRY.

tallarias s'échelonnent sur environ 3 mètres de hauteur et présentent différents faciès (Fig. 18) :

- les cristallisations les plus élevées sont jaunâtres, comme le sable qui entoure le niveau calcaire altéré. Elles présentent des structures verticales, avec alignement de petites cristallarias ou des discontinuités non cimentées qui rappellent des conduits karstiques. Quelques fois, elles incluent des niveaux argileux de couleur jaune-ocre qui correspondent selon toute vraisemblance à des argiles de décalcification, et même quelques résidus sédimentaires carbonatés ;
- les calcites les plus profondes sont formées d'un enchevêtrement de cristallarias à cristaux de tailles variables (de 0,5 à 4 centimètres), formant une dalle horizontale sub-continue de 4 à 8 centimètres d'épaisseur. Les plus beaux rhomboédres sont généralement visibles sur le pourtour équatorial des dalles et éventuellement sur le haut, alors que ceux de la partie inférieure sont généralement plus petits et de disposition plus confuse. On y distingue des générations successives de cristallarias et en particulier une génération remarquable par une pigmentation noire en surface et des petits rhomboédres « squelettiques » comme ceux du Puiset. Des débris et empreintes de fossiles subsistent dans certaines cristallarias (Fig. 19A). Un petit oursin a été trouvé dans l'une d'elles ;

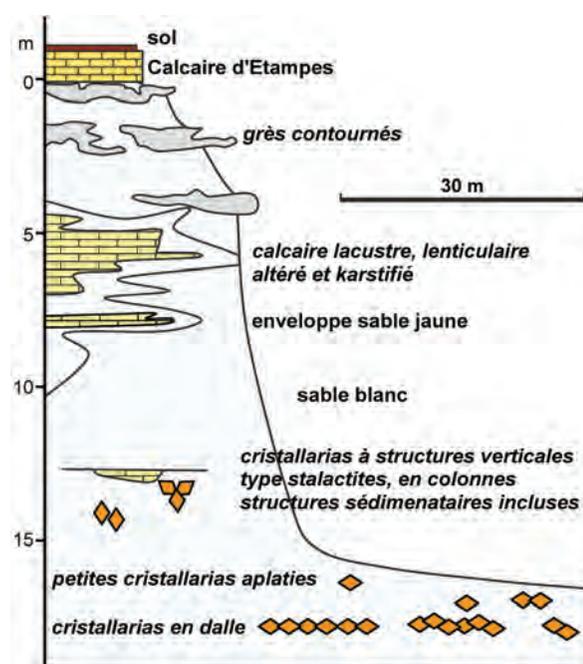


Fig. 18 : Schéma de la carrière des « Courtins ». Les cristallarias de calcites sableuses se disposent suivant 2 niveaux et ont des morphologies différenciées en rapport avec un paléo-niveau de la nappe.

➤ entre les deux occurrences, ou au-dessus de la dalle inférieure, on trouve d'assez nombreuses cristallarias de 5 à 10 centimètres de diamètre. Certaines sont sphéroïdales (Fig. 19B et 19C), d'autres sont de profil aplati en « crête de coq », avec rhomboédres à axes divergents dans le plan horizontal.

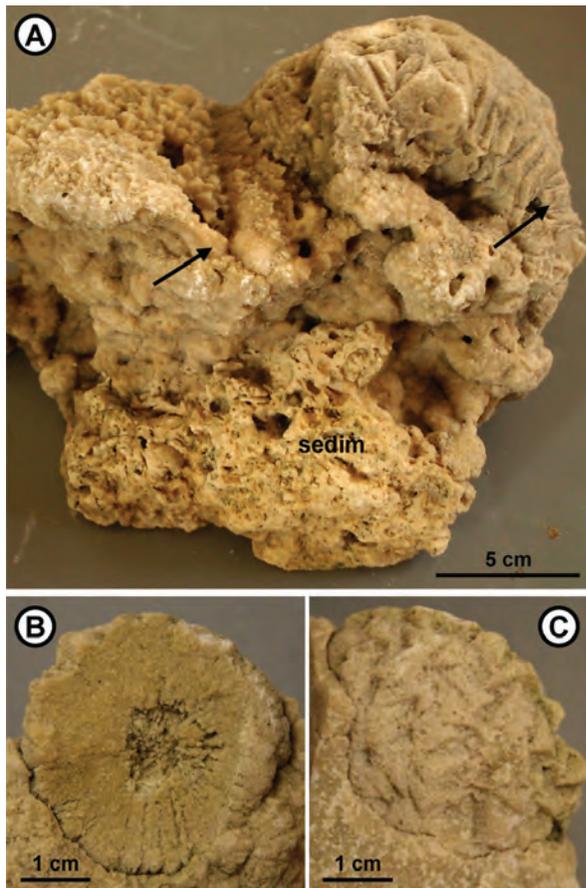


Fig. 19 : Carrière des « Courtins ». (A) : cristallaria développée au-dessus d'un niveau calcaire à empreintes de fossiles (sedim), noter la croissance vers le haut des concrétionnements (flèches), indiquée par les zonations (« encapuchonnements ») et les pointes de rhomboédres ; (B) : intérieur de sphérolithe à structure radiale mise en exergue par un début d'altération ; (C) : idem, vue des pointes de rhomboédre en surface du sphérolithe. Clichés : M. THIRY.

« Vallée de Gandelles » - Poligny (77)

Les calcites sableuses de cet affleurement ne sont pas contenues dans les Sables de Fontainebleau qui sont l'hôte classique de ces calcites. Dans cet affleurement, les calcites sont associées à une formation sableuse qui s'intercale entre le Conglomérat de Nemours (Éocène inf.) et le Calcaire de Château-Landon (Éocène sup.) (Fig. 20). Le sommet du conglomérat est raviné et forme une paléofalaise soulignée par des blocs silicifiés remaniés. La partie érodée a été comblée par une formation sableuse. Cette formation n'est pas « inventoriée » dans la lithostratigraphie locale. Si on veut la rattacher à une formation du Bassin de Paris, on peut envisager une formation proximale des sables de l'Éocène moyen. Cela est sans importance pour le propos qui nous intéresse.

Des cristallarias de calcite sont visibles sur le revers est de l'affleurement. Ce sont des cristallarias de 3 à 5 centimètres de diamètre à pointes de rhomboédre bien nettes. Les cristallarias forment un ensemble « noduleux » à allongement vertical (Fig. 21A). Le grès est très hétérogène, formé de plages amiboïdes interpénétrées de grès calcaire à grands cristaux de calcite (jusqu'à 1-2 millimètres) et de plages de grès siliceux avec nourrissage des grains de quartz identiques à ceux des grès de Fontainebleau (Fig. 21B). Une structure remarquable de cet affleurement est la présence d'empreintes de cristallarias dans le grès siliceux après dissolution des calcites sableuses (Fig. 21C).

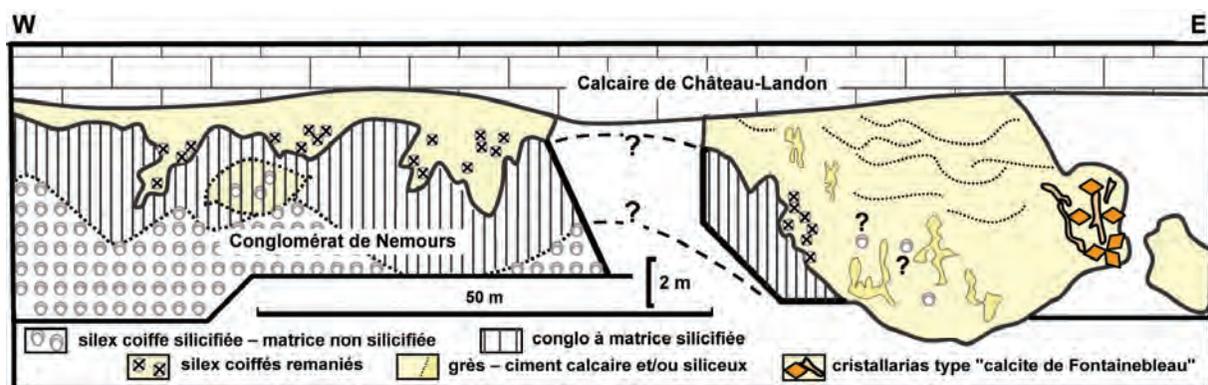


Fig. 20 : Schéma géologique de l'affleurement de la « Vallée de Gandelles ». Entre le conglomérat silicifié de l'Éocène inférieur et le calcaire de l'Éocène supérieur s'interpose une formation sableuse à ciment carbonaté et siliceux qui contient des cristallarias de calcite sableuse.

« Grotte aux Cristaux » – Fontainebleau (77)

Historique

Édouard-Alfred MARTEL (1859-1938), père de la spéléologie, résida à Fontainebleau pendant les étés de 1904 à 1909 et, dans ces temps, s'intéressa aux grottes et aux rochers de la forêt. C'est ainsi qu'il rapporte l'histoire de la « Grotte aux cristaux » (MARTEL, 1910). « Les premiers cristaux ont été rencontrés en 1774 à Bellecroix par un carrier du nom de LAROCHE. Les carriers du premier Empire les ravagèrent. En septembre 1850, l'ouvrier BENOIT mit à découvert la voûte de la grotte enfouie sous les décombres. Elie DE BEAUMONT en fit un rapport à l'Académie des Sciences. Puis la grotte fut de nouveau comblée. Colinet la retrouva le 2 janvier 1891. Cette « Grotte aux Cristaux » est le gisement le plus remarquable de cette formation. » Il est dit que LOUIS XVI vint en personne admirer ces merveilles (GAUDANT, 2004). C'est apparemment de la redécouverte de la grotte que datent les très nombreuses pièces de calcite de « Belle-Croix » dispersées dans les musées du monde entier. Une des nombreuses « guinguettes » de la forêt de Fontainebleau y était encore ouverte au début des années 1980. Les promeneurs y trouvaient rafraîchissement et elle veillait sur les lieux. Avec sa disparition, la grotte a été vandalisée, les barreaux de fer ont dû être resoudés à plusieurs reprises. Les grands blocs qui étaient exposés ont été emportés et les têtes des grandes cristallisations du plafond brisées (probablement sans grand profit pour les vandales). C'est ainsi, et le fait n'est pas nouveau vu les barbelés et grillages qu'on peut voir sur les cartes postales du début du XX^e siècle.

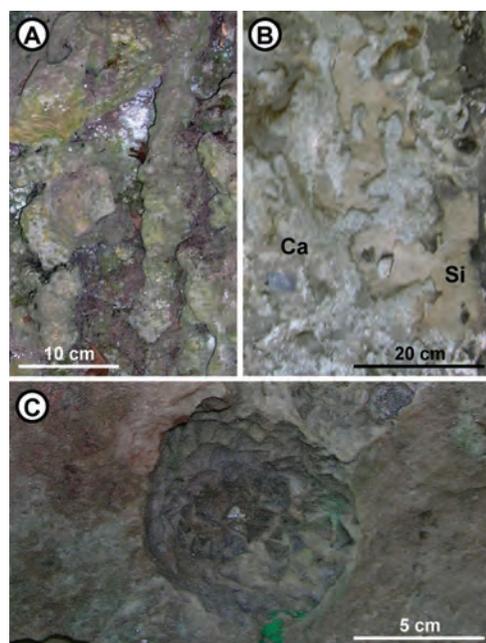


Fig. 21 : « Vallon de Glandelles ». (A) : cristallisations coalescentes se disposant dans une structure verticale ; (B) : interpénétrations de plages amiboïdes de grès à ciment de calcite (Ca) et ciment siliceux (Si) ; (C) : empreintes de cristallaria dans le grès à ciment siliceux. Clichés : M. THIRY.

Description

Essayer de comprendre comment se sont formées les remarquables cristallisations de calcite sableuse nécessite d'analyser les différents éléments qui composent la grotte et de reconnaître leurs relations mutuelles. L'observation est compliquée par l'accès limité pour faire les tests « primaires » de dureté et d'attaque à l'acide et par la présence de films de calcite secondaire qui recouvrent de nombreuses surfaces. La coupe qui peut être dressée montre un certain nombre de points qui n'avaient pas été soulignés jusqu'à présent (Fig. 22) :

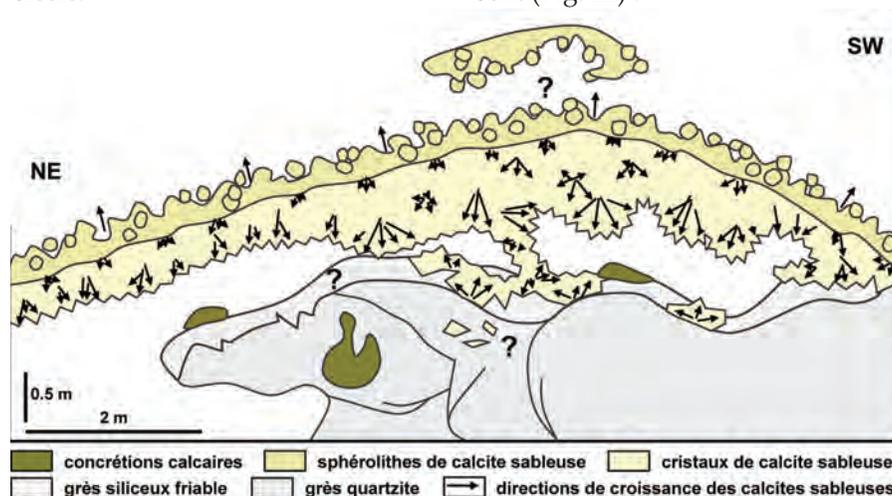


Fig. 22 : Coupe schématique interprétée de la Grotte aux Cristaux, selon une diagonale à travers la grotte. Les cristallisations de calcite prennent naissance sous le dévers d'une couche qui est inclinée vers le fond de la grotte. Elles reposent sur la dalle de grès qui apparemment préexistait puis ont été partiellement incluses dans un grès siliceux friable. Le toit de la grotte est formé par des concrétionnements de calcite en boules.

➤ d'entrée, il faut souligner que la grotte n'était pas une grotte lors de sa découverte, mais était remplie de sable blanc avec très nombreuses cristallarias de calcite dispersées au sein du sable. Tout l'espace « vide » était rempli de sable et de cristaux de calcite sableuse. Il ne faut pas se laisser abuser par la vue actuelle ;

➤ la partie supérieure et la voûte de la grotte sont formées de l'agglomération par précipitation de diverses calcites sableuses. On y reconnaît plusieurs unités, dont, d'une part, la partie centrale de la voûte est apparemment formée d'un niveau de grès calcaire, jaunâtre, peu structuré et incliné vers le fond de la grotte, c'est à dire à pendage vers le sud-est (A), et, d'autre part, au-dessus de ce grès calcaire, ce sont des sphérolithes de calcite sableuse qui forment un niveau d'au moins 1,5 mètre d'épaisseur si l'on en juge par le petit affleurement visible au-dessus de la voûte. C'est une formation comparable aux grès calcaires à sphérolithes décrits précédemment. Les polarités dans cette accumulation suggèrent une croissance par le haut (B) ;

➤ les Calcites de Fontainebleau forment la partie inférieure, le « plafond » de la grotte. L'orientation des rhomboèdres de calcite et des gerbes cristallines montrent des cristaux implantés sur la voûte de la grotte et à croissance vers le bas,

à la manière de stalactites ou de cristallisations géodiques, à la différence que dans ce cas la géode est remplie de sable (Fig. 23A) ;

➤ la base de la grotte est formée par une lentille de grès de Fontainebleau classique, à ciment siliceux. COLINET l'a fait retailer pour la présentation de l'ensemble. En revanche, la nature de la partie supérieure de cette dalle reste imprécise. C'est apparemment un grès siliceux friable, de 10 à 15 centimètres d'épaisseur, qui, par

endroit, s'écrase sous les doigts. Ce grès recouvre et enrobe les cristallarias de calcite dont les plus grandes émergent de la couche de grès friable. Le contact entre le grès friable et le grès sous-jacent montre des formes échancrées qui pourraient être des cristaux de calcite pris dans le grès quartzite. Ailleurs, les contacts sont occultés par des dépôts secondaires sur des fractures du grès (Fig. 23B) ;

➤ des concrétions de calcite brune sans sable inclus sont visibles en différents endroits sur des replats de la dalle de grès et sur le front de taille de la dalle. Ce sont des concrétions tardives qui recouvrent les surfaces taillées et

sont donc postérieures à l'aménagement de la grotte par COLINET.

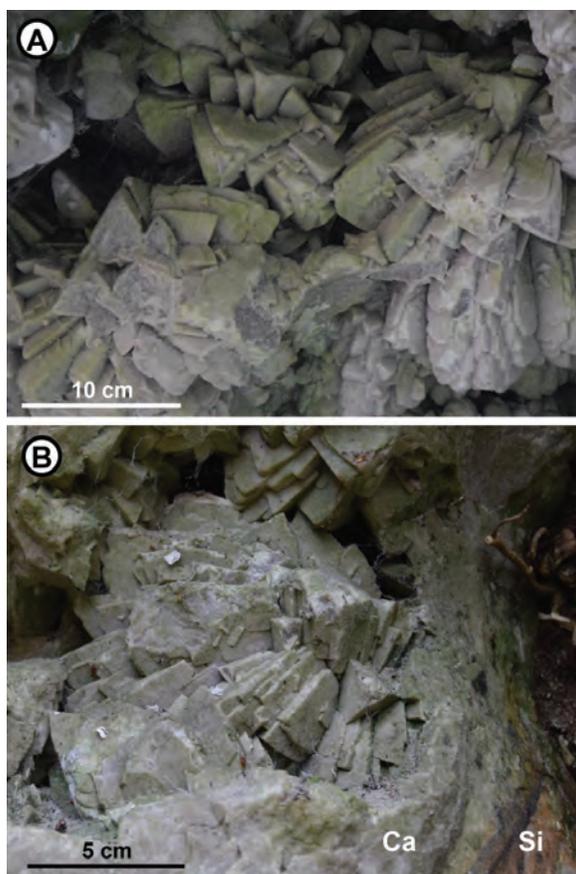


Fig. 23 : Calcites de « Belle-Croix » en place dans la « Grotte aux Cristaux ». (A) : cristallarias dans le fond de la grotte. L'orientation des rhomboèdres montre une cristallisation du fond de la grotte vers l'avant ; (B) : cristaux au-dessus du grès quartzite (extrémité sud-ouest). Le contact entre le grès et les cristaux est occulté par des raies ferrugineuses tardives. Ca : grès calcaire ; Si : grès quartzite. Clichés : M. THIRY.

« Petit Mont Chauvet » – Fontainebleau (77)

Au sud-ouest du mont, affleure une dalle de grès ferrugineux démantelée par des travaux. La dalle supporte des cristallarias à beaux rhomboèdres de calcite (grès clouté) de 0,5-3 centimètres de diamètre, jaune à ocre, posés régulièrement sur la dalle (Fig. 24A). L'affleurement montre une disposition singulière avec des cristallarias de calcite qui s'alignent sur des fractures du grès (Fig. 24B). Cette disposition indique clairement que les calcites sont postérieures au grès, même si elles paraissent parfois un peu enchâssées dans le grès.

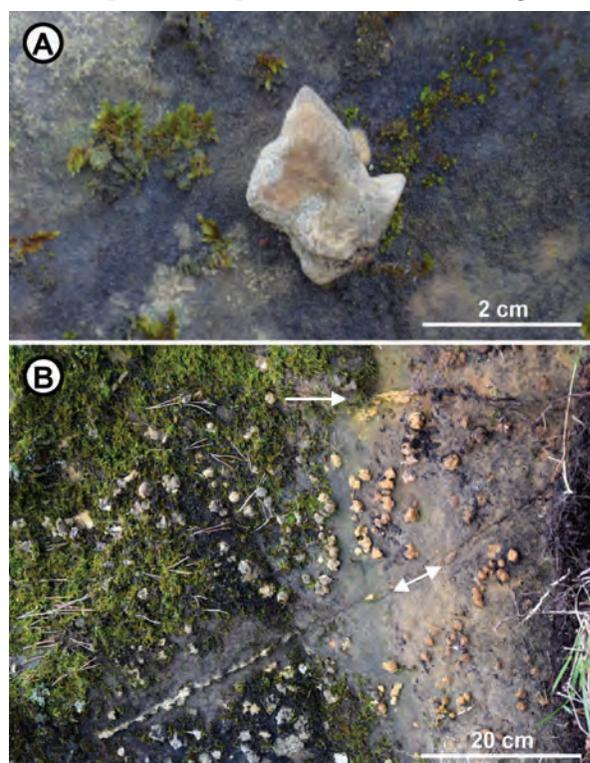


Fig. 24 : Grès clouté du « Petit Mont Chauvet ». (A) : cristallaria isolée aux formes rhomboédriques bien distinctes ; (B) : cristallarias centimétriques sur la face supérieure d'une dalle avec des cristallisations alignées sur deux fissures (flèches). Clichés : M. THIRY.

« Gorges du Houx » – Fontainebleau (77)

La dalle sommitale de grès présente souvent un faciès en « nid d'abeille », percé de cavités de 1 à 10 centimètres de diamètre (Fig. 25). Ces cavités sont évasées vers l'extérieur, « désespérément » vides et sans morphologie particulière. Néanmoins, les Rochers des « Gorges du Houx » traversés par la Route Jean montrent, à la faveur d'anciennes carrières, des morphologies moins altérées qui permettent d'identifier le grès à l'origine des « nids d'abeille ». Plusieurs rochers montrent que ces grès contiennent des nodules de grès calcaire à ciment spathique, c'est à dire des cristallarias, même si les pointes de rhomboèdre n'ont pas été préservées. Mais le faciès le plus spectaculaire est

celui du moulage de cristallarias de calcite par la cimentation du grès quartzite hôte et qui ont été évidés par la dissolution préférentielle de la calcite (Fig. 26).

Il faut noter l'alignement des cavités qui correspondent à des cristallarias altérées et leur taille variable d'un niveau à l'autre, mais relativement homogène au sein d'un niveau. Cette distribution est similaire à celles observées pour les cristallarias de calcite dans les carrières de sable. Les niveaux horizontaux correspondent à l'évidence à d'anciens niveaux d'une nappe qui fluctuait ou au contraire remontait ou s'abaissait graduellement.



Fig. 25 : « Gorges du Houx ». Grès quartzite à faciès « nid d'abeille ». Noter l'alignement des cavités d'altération. Cliché : M. THIRY.



Fig. 26 : « Gorges du Houx ». Moulage en creux de cristallarias de calcite dans le grès quartzite après dissolution des cristallarias de calcite. Cliché : M. THIRY.

Interprétation des arrangements

Les calcites sableuses sont clairement indépendantes des structures et dispositions sédimentaires et ne sont pas spécifiques des sables de Fontainebleau, puisqu'elles se développent aussi dans d'autres formations sableuses. Elles sont tardives, post-sédimentaires.

En même temps, le dépôt de masses relativement importantes de calcite nécessite d'importer le carbonate et de le renouveler au fur et à mesure qu'il précipite. C'est l'eau qui est le vecteur des carbonates à l'origine des calcites sableuses. Et si la calcite est relativement soluble, par rapport à d'autres minéraux, comme la silice par exemple, il y a néanmoins besoin d'importants flux d'eau pour précipiter ces volumes de calcite.

Les faciès et les arrangements des calcites sableuses donnent des indications sur les conditions paléo-hydrologiques qui ont présidé à leur mise en place.

Calcites sableuses sphérolithiques

Les sphérolithes isolés sont toujours des sphéroïdes réguliers, sans aplatissement polaire. Cette structure montre que les sphérolithes se sont formés dans un milieu isotrope par rapport aux mécanismes de précipitation de la calcite. Les structures ovoïdes et sphériques sont caractéristiques d'une précipitation dans l'eau, en milieu saturé (les milieux agités qui retournent et roulent les objets au cours de leur formation sont évidemment exclus dans le cas des calcites sableuses). Les sphérolithes ont précipité dans un environnement homogène, aux écoulements ralentis, typiquement au sein d'une nappe.

Mais à l'échelle de l'affleurement, les coupes montrent néanmoins un géotropisme, avec faciès massifs en tête, structures laminées entrecroisées dans la partie moyenne et des sphérolithes « libres » au sein du sable à la base de la coupe. Les structures laminées obliques indiquent des écoulements. La calcite précipiterait le long de ces écoulements, éventuellement à l'interface zone saturée-vadoses. La cimentation des sphérolithes par de telles lamines, comme dans le « Rocher Carrosse », pointe des précipitations isotropes au sein de la nappe (sphérolithes) suivies de précipitations le long de lignes d'écoulement (lamines). Cette succession pourrait correspondre à un enfoncement progressif de la nappe dans le paysage (Fig. 27).

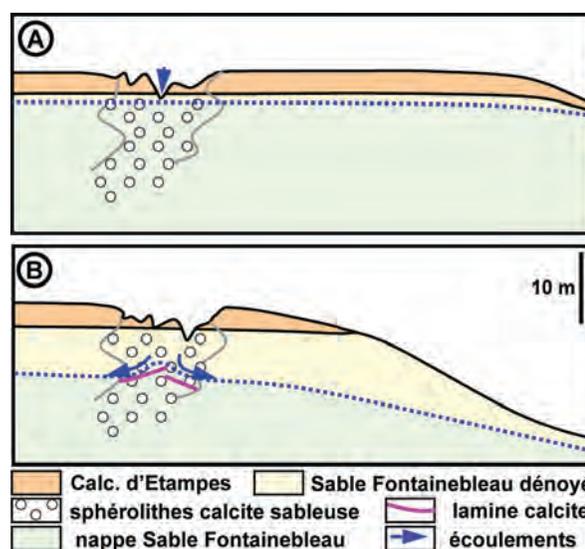


Fig. 27 : (A) schéma de la formation des amas de sphérolithes au sein de la nappe phréatique ; (B) : formations de lamines de calcite le long des écoulements quand la nappe vient à baisser. Mais cela n'explique pas la nature des structures verticales délimitées que montrent les amas de sphérolithes.

Enfin, le développement récurrent d'habitats rhomboédriques dans la partie corticale des sphérolithes indique une précipitation dans des conditions proches de l'équilibre avec la calcite, alors que les sphérolithes constitués de calcite fine ont précipité dans des milieux plus déséquilibrés, à sursaturation plus forte vis-à-vis de la calcite. Ce changement dans le régime de précipitation est vraisemblablement à mettre en relation avec la modification du milieu sous l'effet des cimentations. En début de cimentation, la porosité du sable est élevée, l'eau est renouvelée rapidement par les circulations et des sursaturations peuvent être atteintes. En fin de cimentation, le volume de sable poreux est réduit, les circulations sont ralenties et les eaux se rapprochent de l'équilibre avec la calcite, favorisant le développement de plus gros cristaux.

Calcites sableuses en cristaux

Le groupement des cristallarias en dalles horizontales indique clairement leur formation au niveau de la nappe phréatique (Fig. 28).

Ailleurs, existent des structures allongées verticalement qui indiquent des milieux vadoses, c'est à dire au-dessus de la nappe, et où l'eau circule selon des chemins préférentiels. C'est le cas des cristallarias coalescentes le long de structures verticales. C'est aussi le cas des cristallarias formant un bulbe sous les dalles horizontales (comme une stalactite accrochée au plafond d'une grotte) ou au contraire des cristallarias zonées avec « encauchonnements » de couches successives de cris-

taux de calcite sableuse (à la manière de la croissance des stalagmites).

Des cupules de dissolutions circonscrites de 1-2 centimètres de diamètre et quelques millimètres de profondeur indiquent des infiltrations d'eau localisées au-dessus de ces cupules. Probablement par intermittence et au goutte à goutte, comme sur le haut des stalagmites qui montrent des cupules similaires à l'endroit où tombe l'eau. Ces cupules indiquent également un milieu désaturé, vadose, au-dessus de la nappe phréatique. Elles se forment indifféremment à l'apex de cristallarias isolées et sur le haut de dalles horizontales.

Par ailleurs, les variations d'habitats des cristaux renseignent sur les variations du chimisme des eaux au cours de leur écoulement. Les cupules de dissolution montrent que les solutions sont au moins périodiquement sous-saturées en calcite quand elles arrivent sur les cristallarias. Cette sous-saturation ne persiste pas puisqu'on ne constate pas de dissolution le long des écoulements qui débordent de la cupule. La solution atteint la saturation et éventuellement la sursaturation au sein de ces cupules. Les cristallisations se font alors que l'eau s'écoule autour des groupements de cristaux. Les cristaux les plus grands se disposent souvent sur le plan équatorial des cristallarias et des dalles, alors que ceux sur le dessus et le dessous des dalles montrent en général des rhomboédres plus petits et plus irréguliers. La variation d'habitats cristallin reflète l'évolution des solutions au cours de leur écoulement. Les cristaux les plus réguliers se forment quand les solutions sont proches de l'équilibre. L'état de saturation des eaux évoluerait entre leur arrivée au sommet des cristallarias, leur déversement sur

les flancs et leur évacuation (suintement) à la base des cristallarias. C'est un dispositif comparable à celui des stalagmites, avec cupules de dissolution en tête, puis changement progressif de la saturation en calcite depuis l'apex de la stalagmite vers ses flancs (CHOUCHOU, 2008).

La similitude de ces structures avec les spéléothèmes des cavités karstiques est remarquable. Ces dispositions indiquent que les cristallarias de calcite sableuse sont liées à la zone vadose des sables, c'est à dire à la zone d'infiltration des eaux de surface vers la nappe (Fig. 28). Le niveau de la nappe phréatique joue un rôle de barrière, établissant un gradient de précipitation fort sur lequel se forment les volumes les plus importants de calcite.

Âge des calcites sableuses

Les datations ^{14}C et U-Th des cristaux et des sphérolithes de calcite sableuse du Massif de Fontainebleau et des alentours montrent qu'elles datent toutes du Quaternaire (Tab. I). La formation des calcites sableuses est complètement étrangère au dépôt des sables, c'est un phénomène tardif, lié au climat et aux sables.

Plus de 60 % des datations obtenues correspondent au pléniglaciaire du Wurm. L'âge plus jeune des calcites des grès cloutés est probablement lié à leur position sommitale, moins profonde. Il faut encore souligner la relative rareté des calcites plus anciennes. Elle est probablement due à l'érosion ultérieure des gisements peu profonds.

Les âges sont aussi très étalés au sein d'un gisement. Le gisement des « Gondonniers » à Larchant montre des cristaux translucides miel qui ont été datés à 400.000 ans, des cristallarias de

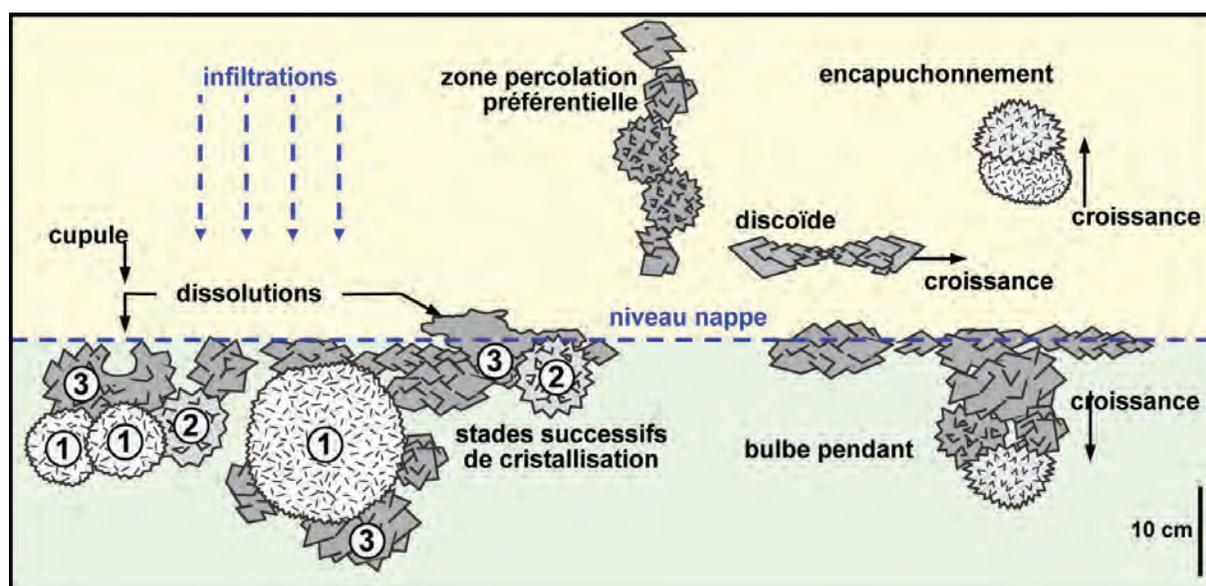


Fig. 28 : Schéma des arrangements des cristallarias mis rapport avec les conditions hydrologiques.

Tab. 1 : Datations radiométriques des concrétions et cristaux de calcite associés aux sables du Massif de Fontainebleau et alentours. Datations ^{14}C ANU = Australian National University et, Poz = Poznan Radiocarbon Laboratory et datations U-Th Laboratoire du BRGM.

No éch.	localisation	habitus	No lab ^{14}C	âges ^{14}C	âges U-Th
Sables de Fontainebleau					
8609	Puiselet, 77 - Mont Sarrasin	crystallaria de rhomboédres (Ø 30 cm)	Poz-24382	>50 000	323 000
8787	Larchant, 77 - Gondonnieres	cristaux translucides (1 cm)	Poz-29896	>52 000	400 000 (?)
6790	Chapelle-la-Reine, 77 - Butteaux	cristaux translucides (Ø 5 cm)	Poz-49823	>45 000	194 000
6793	Larchant, 77 - Bonnevault	crystallaria de rhomboédres (Ø 15 cm)	Poz-24383	51 000 ± 5 000	
8931	Darvault, 77 - Grande Garenne	crystallaria de rhomboédres (Ø 5 cm)	Poz-49825	49 000 ± 3 000	
8930	Fontainebleau, 77 - Roche Eponge	crystallaria de rhomboédres (Ø 2 cm)	Poz-49824	45 000 ± 2 000	
8933	Fontainebleau, 77 - Grotte Cristaux	crystallaria de rhomboédres (Ø 3 cm)	Poz-49827	44 000 ± 2 000	
8942	Fontainebleau, 77 - Grotte Cristaux	crystallaria de rhomboédres (Ø 5 cm)	ANU-6639	33 630 ± 640	
8940	Larchant, 77 - Gondonnieres	crystallaria de rhomboédres (Ø 30 cm)	ANU-6637	32 950 ± 5 200	
9003	Fontainebleau, 77, Cuvier Chatillon	sphérolithes coalescents (Ø 4-5 cm)	Poz-73201	32 900 ± 500	
8605	Fontainebleau, 77 - Rocher Carrosse	sphérolithes coalescents (Ø 1-2 cm)	Poz-24379	31 700 ± 300	
8941	Larchant, 77 - Gondonnieres	crystallaria de rhomboédres (Ø 15 cm)	ANU-6638	26 880 ± 1 140	
8965H	Montigny/Loing, 77, Roche à Boule	sphérolithes coalescents (Ø 3 cm)	Poz-73200	25 100 ± 210	
8943	Larchant, 77 - Gondonnieres	grès cloutés, granules (Ø 3-5 mm)	ANU-6636	14 180 ± 330	
Sables de l'Éocène					
8597	Poligny, 77 - Vallée de Gladelle	crystallaria de rhomboédres (Ø 2-3 cm)	Poz-24374	>48 000	300 000

calcite sableuse à 32.950 et 26.880 ans BP², et des grès cloutés vers 14.000 ans BP. Même en faisant abstraction de la calcite translucide et des grès cloutés, qui sont très différents des cristallarias communes, il y a un écart d'environ 6.000 ans pour des cristallarias provenant du même niveau, et même 25.000 ans si on considère la cristallaria datée de la carrière de « Bonnevault » qui est à moins d'un kilomètre de là. De même, au voisinage de la « Grotte aux Cristaux », des âges à 33.630 et 44.000 ans BP ont été obtenus pour deux cristallarias distantes d'environ 50 mètres.

Ces écarts d'âge ne sont probablement pas à mettre en relation avec la vitesse de précipitation des cristallarias, qu'on peut estimer plus rapide, mais ils montrent la stabilité et la pérennité des environnements de cristallisation. C'est en tout cas une hypothèse à tester en faisant plusieurs

² BP : de l'anglais « *Before Present* », soit âge exprimé en nombre d'années comptées vers le passé à partir du 1^{er} janvier 1950

datations depuis l'intérieur jusqu'à l'extérieur des cristallarias.

Par ailleurs, la composition isotopique des glaces des pôles permet de suivre les dynamiques climatiques au cours du Quaternaire. L'isotope ^{18}O des glaces des pôles est élevé quand les quantités de glace stockées à la surface de la terre sont faibles (périodes interglaciaires) et diminue lorsque les stocks de glace augmentent (période glaciaire).

Le report des âges des calcites sableuses sur les courbes des variations de $\delta^{18}\text{O}$ dans les carottes de glace des pôles montre que les calcites sableuses précipitent pendant les phases de refroidissement, quand les pergélisols sont en cours de formation (Fig. 29). Néanmoins, les calcites sphérolithiques paraissent plutôt liées aux périodes de maximum d'accumulation de glace sur les continents. On peut souligner que les calcites plus jeunes des grès cloutés (14.180 BP) sont centrées sur le refroidissement du Dryas ancien.

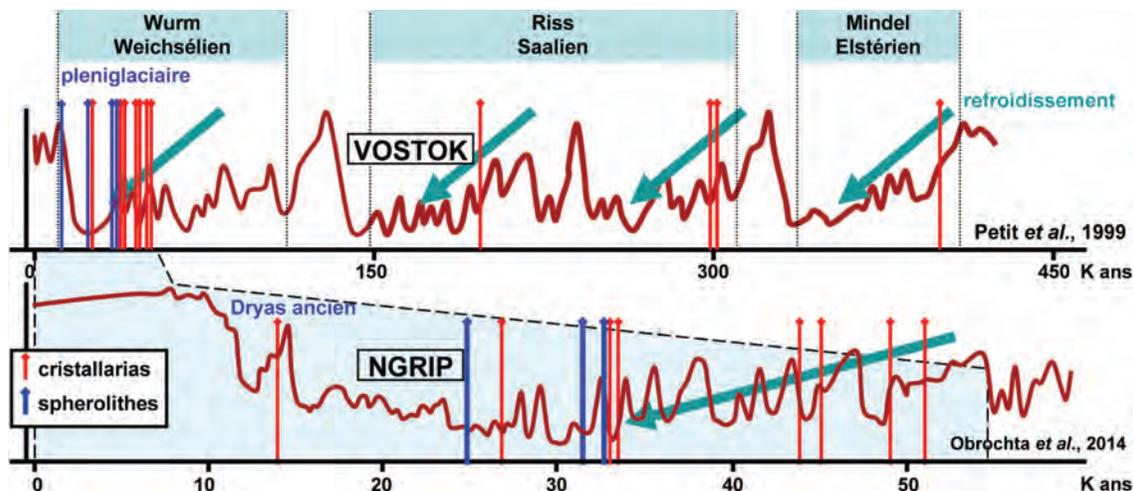


Fig. 29 : Position des âges des calcites sableuses sur la courbe temporelle calibrée des variations isotopiques $\delta^{18}\text{O}$ enregistrées dans les carottes de glace de VOSTOK (Antarctique) et NGRIP (Nord Groenland). Les calcites sableuses sont liées aux périodes de refroidissement des dernières glaciations. Erreur analytique sur les datations $\pm 10\%$.

Caractéristiques des environnements glaciaires

Le calage des calcites sableuses sur les périodes froides du Quaternaire implique de les replacer dans le contexte des pergélisols (permafrost en anglais) qui prévalaient alors sous nos contrées.

Solubilité de la calcite en environnement périglaciaire

La calcite est soluble sous forme de bicarbonate ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) et relativement insoluble sous forme de mono-carbonate (CaCO_3), c'est la calcite. Trois réactions fondamentales règlent la dissolution et la précipitation de la calcite :

- (1) $\text{CO}_2(\text{g}) \leftrightarrow \text{CO}_2(\text{aq})$
- (2) $\text{CO}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{HCO}_3^- + \text{H}^+$
- (3) $\text{CaCO}_3 + \text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \leftrightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^-$

L'élévation de la fugacité de CO_2 (teneur en CO_2 dissous) déplace successivement les équilibres (1), (2) et (3) vers la droite et entraîne la dissolution de calcite ; la diminution de la fugacité de CO_2 produit l'effet inverse et conduit à la précipitation de la calcite.

Or, le CO_2 est plus soluble dans l'eau froide que dans l'eau chaude (Fig. 30). En réchauffant de l'eau, elle se dégage. C'est ce qui se produit quand vous chauffez de l'eau dans une casserole : les petites bulles accrochées au fond de la casserole vers 50-60° ne sont pas des bulles de vapeur d'eau, mais des bulles de gaz (O_2 , CO_2 , N_2) qui s'échappent car la solubilité des gaz diminue avec la température.

L'élévation de température déplace la réaction (1) vers la gauche et, par contrecoup, (3) également vers la gauche conduisant à la précipitation de calcite.

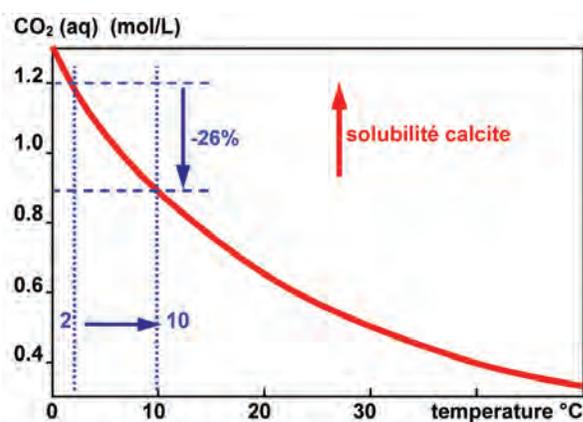


Fig. 30 : Diagramme de solubilité du CO_2 dans l'eau en fonction de la température. La solubilité du CO_2 diminue avec l'augmentation de la température, l'échauffement de l'eau conduit à son dégagement.

Quand une eau en équilibre avec le CO_2 atmosphérique se réchauffe de 2 à 10°C, elle perd plus de 25 % de son CO_2 dissous et 25 % de la calcite dissoute précipite. Le réchauffement de l'eau est un facteur très efficace pour la précipitation de la calcite et source d'ennuis dans les bouilloires domestiques et industrielles.

C'est le réchauffement des eaux de surface lors de leur infiltration vers la nappe qui est, selon toute vraisemblance, à l'origine de la précipitation des calcites sableuses.

Hydrologie des pergélisols

Les pergélisols se composent principalement de 2 unités :

- (1) une couche profonde gelée en permanence ;
- (2) une couche superficielle dite couche active car elle subit et réagit aux variations saisonnières de gel et dégel.

L'épaisseur des pergélisols est variable avec la durée et l'intensité des saisons de gel (Fig. 31). La couche active est réduite en épaisseur aux latitudes élevées, alors que le permafrost s'épaissit à ces latitudes. Aux latitudes plus basses et/ou pendant les périodes moins froides, le permafrost devient discontinu.

Il faut encore noter que l'eau est moins conductrice de la chaleur que les roches. En outre, elle présente une relative inertie thermique, de ce fait le gel y pénètre moins vite. Similairement, les roches poreuses, non saturées, dont les pores sont occupés par de l'air, ont aussi une inertie thermique plus grande. Ces comportements différenciés sont à l'origine de zones non gelées qui peuvent exister au sein du permafrost :

- les zones plus poreuses, moins conductrices du froid, gèlent plus lentement et des eaux issues des parties profondes non gelées peuvent s'y écouler ;
- sous les lacs, l'eau ne gèle que peu longtemps en profondeur et, de ce fait, le bilan thermique annuel peut être positif et conduire au dégel du permafrost au droit du lac. Ces zones sont appelées des thermokarsts ou taliks ouverts.

Les taliks sont donc des zones où l'eau peut circuler au sein du permafrost. Ils peuvent correspondre à des remontées d'eaux de la nappe vers la surface, « naturellement » s'il existe un gradient hydraulique régional, ou sous l'effet de l'augmentation de pression due au gel d'une partie de l'eau de la nappe (en raison de l'augmentation de volume de la glace). Ils peuvent aussi être des structures d'engouffrement des eaux de surface vers la

nappe, à la manière d'un karst (d'où la dénomination de thermokarst), s'il existe une zone non saturée sous la couche gelée.

Le fonctionnement hydraulique des taliks n'est pas indépendant de la dynamique climatique. En période de refroidissement, le pergélisol s'ap-

profondit et des surpressions dans la nappe alimentent des écoulements vers la surface. En période de réchauffement, des lacs se développent en surface conduisant à des thermokarsts qui alimentent les nappes mises en dépression par le dégel du permafrost à sa base.

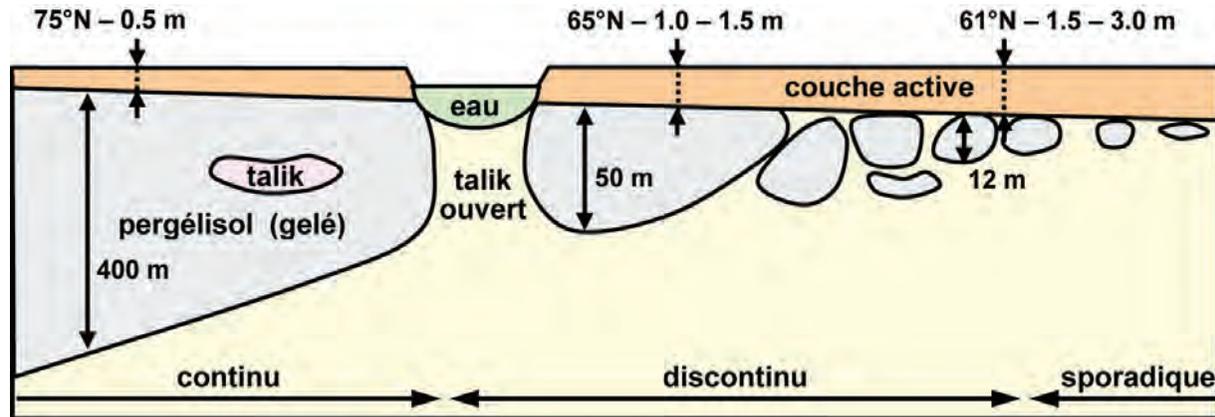


Fig. 31 : Schéma général des pergélisols et leur évolution latitudinale. Les zones gelées sont imperméables, mais des zones non gelées peuvent subsister ou se former et être le siège d'écoulements d'eau. D'après DOBINSKI (2012).

Calcites sableuses et dynamique climatique

Pendant les périodes glaciaires, la partie supérieure des sols est gelée jusqu'à des profondeurs de 10-20-50 mètres et même plus dans le Bassin de Paris. En revanche, en profondeur, le flux thermique provenant du centre de la terre continue à réchauffer le sous-sol. Il s'établit un front de température entre les formations superficielles gelées, le sous-sol, et les nappes aquifères qui ne subissent qu'un faible refroidissement (Fig. 32). Ce gradient est le plus « abrupt » lors du refroidissement, en début de période froide.

Pendant les périodes froides, les eaux de surface ont une fugacité (gaz dissous) de CO₂ relativement élevée. Cette fugacité en CO₂ augmente encore

en s'infiltrant à travers les sols riches en matière organique (podzols et tourbières) caractéristiques des taïgas et toundras. Quand elles se réchauffent en atteignant les terrains plus chauds du sous-sol, elles se dégazent et la calcite précipite.

Mais, pour que ce mécanisme de précipitation fonctionne, il faut que le pergélisol ne soit pas trop épais et reste discontinu pour permettre les infiltrations des eaux froides, et que les roches de subsurface et les nappes conservent une température proche de celle qu'elles avaient avant la glaciation. Alors, des cristallarias de calcite sableuse sont susceptibles de précipiter jusqu'à des profondeurs de 20 mètres et plus. C'est aussi là l'explication de la liaison des calcites sableuses avec les périodes de refroidissement.

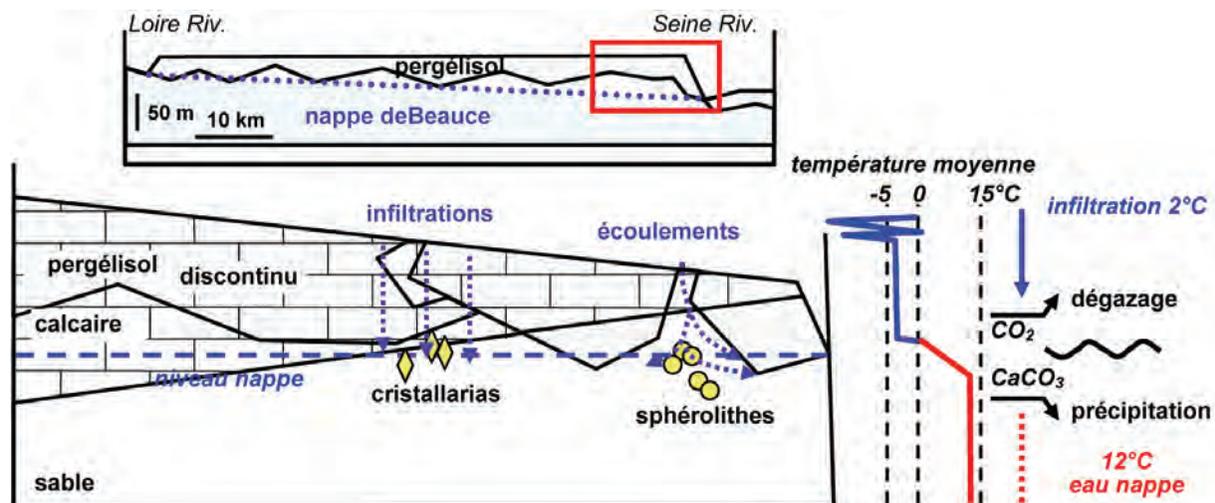


Fig. 32 : Schéma conceptuel de la précipitation des calcites sableuses dans les formations sableuses pendant les périodes froides du Quaternaire. C'est le réchauffement des eaux d'infiltration dans le sous-sol qui induit la précipitation des calcites sableuses dans les aquifères sableux.

Néanmoins, les amas de calcites sphérolithiques, comme ceux du « Carrosse », de la « Roche à Boule », du « Cuvier Châtillon », sont d'âge plus jeune et paraissent liées aux périodes de maximum d'accumulation de glace sur les continents. Ce maximum d'accumulation de glace sur les continents correspond en fait déjà au réchauffement sous les latitudes du Bassin de Paris (au début du réchauffement, la glace ne fond pas et continue de s'accumuler aux pôles). Il faut éventuellement voir là une liaison avec le développement des thermokarsts lors des périodes de réchauffement. De plus, les périodes de réchauffement sont caractérisées par une forte augmentation de la pluviosité et du ruissellement sur les sols gelés. Intervendrait alors la formation de calcites sableuses dans les thermokarsts où les eaux de ruissellement s'engouffrent.

Il subsiste néanmoins une difficulté dans la compréhension du système quand on prend en considération les bilans massiques des infiltrations. Pour les cristallisations de calcite sableuses qui se forment en profondeur, comme celles des carrières de la partie méridionale du Massif de Fontainebleau (Larchant, Puiset, Nemours et Darvault) on conçoit que les infiltrations lentes et limitées des eaux n'ont que peu d'effet sur la température de l'aquifère. En revanche, les grands amas de sphérolithes de calcite sableuse du Nord du Massif ont nécessité l'apport de masses d'eau plus conséquentes. Dans ces conditions, l'infiltration d'importants volumes d'eau froide par des structures du type gouffre conduirait rapidement au refroidissement de l'encaissant et donc à l'annulation du front thermique moteur de la précipitation de calcite. On peut imaginer que ces amas de sphérolithes correspondent à des taliks de thermokarsts qui fonctionnaient en exore, c'est à dire une zone de source où les eaux plus chaudes de la nappe remontaient et se mélangeaient aux eaux froides de la surface. Ce dispositif hydraulique entretiendrait un front chaud près de la surface, même en présence d'infiltrations importantes d'eau froide. Mais aucune observation ne permet d'étayer cette hypothèse actuellement.

L'âge plus jeune des calcites des grès cloutés qui se forment à la face supérieure des dalles de grès sommitales est lié à la conduction thermique plus élevée des grès (non poreux) par rapport aux sables. De ce fait, un gradient de température plus abrupt peut exister au sommet de dalles de grès lors de l'enfoncement d'un front froid. Ainsi, des calcites plus jeunes ont pu se former sous couverture faible (3-7 m), sans qu'il y ait eu besoin d'une période de froid intense et long. La datation de ces

grès cloutés à 14.180 ans BP correspond au Dryas ancien qui est un dernier refroidissement à la fin de la dernière glaciation.

Conclusions

La datation des Calcites de Fontainebleau et des calcites sableuses en général n'avait jamais été effectuée et a été obtenue pour la première fois ici. Ces datations ont complètement renouvelé l'intérêt de ces calcites : d'objet de collection, elles passent à des traceurs paléo-environnementaux du Quaternaire de nos régions.

Les datations ont montré une totale indépendance entre l'âge des calcites sableuses et l'âge des formations sédimentaires qui les contiennent. Les calcites sableuses sont toutes d'âge Pléistocène et montrent une corrélation très forte avec les phases de refroidissement des périodes glaciaires.

Les calcites sableuses sont liées aux paléoenvironnements et aux paléopaysages périglaciaires du Bassin de Paris au Pléistocène. Ce sont des traceurs des conditions paléo hydrologiques qui ont prévalu pendant les périodes glaciaires. Elles marquent en particulier la position des nappes aquifères à l'époque de leur précipitation. Ainsi, il est possible d'apprécier l'abaissement du niveau des nappes depuis leur formation et la mettre en relation avec l'approfondissement des vallées adjacentes. Elles constituent un outil nouveau pour quantifier l'évolution des paysages quaternaires, en particulier d'approcher les vitesses d'incision des vallées, du recul de l'escarpement d'un plateau, de calibrer des pulsions d'érosion sur des variations climatiques, etc.

Pour en arriver là, il faut commencer par faire l'inventaire des occurrences de calcites sableuses sur le terrain, celles des collections n'étant que d'un intérêt limité car leur lieu de récolte n'est généralement pas connu avec précision et la profondeur de prélèvement n'est quasiment jamais mentionnée.

Remerciements

Aux Naturalistes de la Vallée du Loing et du Massif de Fontainebleau (ANVL) et aux Naturalistes Parisiens (NP) pour m'avoir obligé, année après année, à me « remuer » et à imaginer comment aller plus avant avec l'excursion géologique annuelle que je proposais pour donner de la cohérence à toutes ces affaires dispersées... C'est aussi à cela que tient le progrès d'une recherche qui est toujours quelque part une œuvre partagée où les discussions fertilisent les idées. A Jean-Pierre GALERNE de l'ONF de m'avoir indiqué les affleurements du « Cuvier Chatillon » et à Marie-Nieves LIRON pour les commentaires d'une première version de la note.

Bibliographie

- ALONSO-ZARZA A.M., 2003. Palaeoenvironmental significance of palustrine carbonates and calcretes in the geological record. *Earth-Science Reviews*, **60** (3) : 261-298.
- BILLHOT M., BOULLIARD J.-C., FARGEAT M. & MELAYE J.-P., 1986. Les Calcites de Fontainebleau. *Monde et Minéraux*, **75** : 48-55.
- BROUSSE A., 2003. Les cristaux de calcite des sables de Fontainebleau. *SAGA Information*, **228** : 12-17.
- CHOUCHOUD I., 2008. Les isotopes stables de l'oxygène et du carbone dans les spéléothèmes : des archives paléoenvironnementales. *Quaternaire*, **19** (3) : 275-291.
- CUVIER G. & BRONGNIARD A., 1811. *Essai sur la géographie minéralogique des environs de Paris, avec une carte géognostique, et des coupes de terrain*. Baudouin, Impr. Inst. Impérial France, Paris, 278 p.
- DELESSE A.E.O.J., 1853. Sur la proportion de sable mélangé à la chaux carbonatée de Fontainebleau. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, **2**, XI : 55-57.
- DOBINSKI W., 2012. Permafrost and the contemporary meaning of the term and its consequences. *Bulletin of Geography - Physical Geography Series*, **5** : 29-42.
- DOLLFUS G.-F., 1913. Excursion de la Société géologique de France à Darvault, près Nemours, le 20 juin 1913. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, **4**, XIII : 432-436.
- PLAZIAT J. C. & FREYTET P., 1978. Le pseudomicrokarst pédologique : un aspect particulier des paléopédogènes développées sur les dépôts calcaires lacustres dans le Tertiaire du Languedoc. *Comptes-rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, **286** : 1661-1664.
- GAUDANT J., 2004. Lieux de Mémoire Géologiques du Bassin de Paris et protection du patrimoine Naturel. *Bulletin Inf. Géol. Bass. Paris*, **41** : 3-27.
- GUILLEMEN C., 1978. Evolution de la « minéralogie des gens du monde ». *Bull. Minéral.*, **101** : 124-132.
- JANET L., 1894. Sur la composition chimique des grès stampiens du Bassin de Paris. *C.R. Somm. Soc. géol. France*, **3**, 22 : 161-164.
- LACROIX A., 1901. *Minéralogie de la France et de ses colonies : description physique et chimique des minéraux. Etude des conditions géologiques de leurs gisements*. Paris, Béran-ger, tome III, 816 p.
- LASSONE (DE) J.M.F., 1775. Nouvelles observations sur les grès cristallisés, faisant suite du mémoire sur les grès, en général & particulièrement sur ceux de Fontainebleau. *Mém. Académie Royale des Sciences* : 68-74.
- LASSONE (DE) J.M.F., 1777. Troisième mémoire sur les grès de Fontainebleau ou analyse de ces pierres et principalement des grès cristallisés. *Mém. Académie Royale des Sciences* : 43-51.
- LÖFFLER I., 1999. Vorkommen von Sandcalciten in Frankreich. <https://www.mineralienatlas.de/lexikon/index.php/Mineralienportrait/Sandcalcit/Sandcalcite%20in%20Frankreich>.
- LÖFFLER I., 2012. Vorkommen von Sandcalciten und Konkretionen in Deutschland. <http://www.mineralienatlas.de/lexikon/index.php/Mineralienportrait/Sandcalcit/Sandcalcite%20in%20Deutschland>.
- MARTEL E.A., 1910. L'érosion des grès de Fontainebleau. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, **XXI**, 127 : 1-37.
- NEUTKENS H., LÖFFLER I. & WILSON W.E., 2014. Sand calcite from Fontainebleau, France. *The Mineralogical Record*, **45** : 439-451.
- OBROCHTA S.P., YOKOYAMA Y., MORÉN J. & CROWLEY T.J., 2014. Conversion of GISP2-based sediment core age models to the GICC05 extended chronology. *Quaternary Geochronology*, **20** : 1-7.
- PETTIT J.R., JOUZEL J., RAYNAUD D., BARKOV N. I., BARNOLA J.M., BASILE I., [...] & STIEVENARD M., 1999. Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica. *Nature*, **399** (6735) : 429-436.
- ROME DE L'ISLE J.-B.L., 1783. *Cristallographie, ou Description des formes propres à tous les corps du règne minéral, dans l'état de combinaison saline, pierreuse ou métallique*. Paris, 4 vol.
- THIRY M., PANZIERA J.P. & SCHMITT J.M., 1984. Silicification et désilicification des grès et des sables de Fontainebleau. Evolutions morphologiques des grès dans les sables et à l'affleurement. *Bull. Inf. Géol. Bassin Paris*, **21** (2) : 23-32.
- WALTHER J., 1924. *Das Gesetz der Wüstenbildung in Gegenwart und Vorzeit*, 4. Auflage, Quelle & Meyer, Leipzig, pp. 72-75.



Cristallaria de Calcite de Fontainebleau, carrière du « Mont Sarrasin », Puisetlet (77).

Cliché : M. THIRY.

M. THIRY

Ecole des Mines, Géosciences, 35 rue St Honoré, 77305 Fontainebleau
<medard.thiry@mines-paristech.fr>

DIVERS

ANALYSE D'OUVRAGE NATURALISTE :

ATLAS DES PAPILLONS DE JOUR DE BOURGOGNE ET DE FRANCHE-COMTÉ

(RHOPALOCÈRES ET ZYGÈNES)

Référence concernée : ESSAYAN R., JUGAN D., MORA F. & RUFFONI A., (coord.) 2013. Atlas des papillons de jour de Bourgogne et de Franche-Comté (Rhopalocères et Zygènes). *Rev. Sci. Bourgogne-Nature*, **Hors-série 13**. 494 p.



Analyse produite par Jean-Philippe SIBLET

Citation proposée : SIBLET J-PH., 2013 (2016). Analyse d'ouvrage naturaliste : Atlas des papillons de jour de Bourgogne et de Franche-Comté. *Bull. Ass. Natur. Vallée Loing*, **89** (3) : 134-135.

Mots-clés : Papillons de jour, Rhopalocères, Zygènes, Bourgogne, Franche-Comté.

Résumé : Coordonné par Roland ESSAYAN, Denis JUGAN, Frédéric MORA et Alexandre RUFFONI, sous la houlette de l'OPIE Franche-Comté et de la Société d'Histoire Naturelle d'Autun, cet atlas est issu d'un travail colossal et d'une collaboration interrégionale. De très nombreux bénévoles et passionnés ont contribué à ce travail. Les 160 espèces présentes dans les deux régions font ainsi l'objet de monographies, richement illustrées et présentant notamment cartes de répartition et divers histogrammes.

Publié par nos amis et voisins de Bourgogne-Nature, l'Atlas des papillons de jour de Bourgogne et de Franche-Comté est certainement un des travaux régionaux les plus aboutis sur la question. Et c'est bien plus qu'un atlas ! En effet, plus de 100 pages sur les presque 500 que compte l'ouvrage sont consacrées à différents thèmes tous aussi passionnants les uns que les autres. Le chapitre consacré à l'écologie et à la biologie des espèces est, par exemple, particulièrement didactique et met à la portée de tous des informations claires et à jour sur des phénomènes peu connus tels que les variations chromatiques et morphologiques ou la dispersion des espèces. La présentation paysagère des régions d'études en lien avec les espèces étudiées montre à quel point les papillons sont dépendants d'habitats fonctionnels et connectés. Enfin, les auteurs n'ont pas oublié leurs

prestigieux devanciers, et le chapitre consacré à l'histoire de la lépidoptérologie régionale montre que les premières études régionales remontent à la fin du 17^e siècle !

La partie consacrée à l'atlas est évidemment la plus importante. Chaque espèce (160 au total) fait l'objet d'une monographie, de 2 à 4 pages qui, au-delà de la carte de répartition régionale, donne des informations sur l'écologie et la biologie, la description et les risques de confusion, la distribution, la phénologie, les menaces et enfin les orientations de gestion et les mesures conservatoires. Au-delà de la situation de chaque espèce au regard des listes rouges (européennes, française et régionales), informations devenues classiques dans ce type d'ouvrage, on notera une innovation intéressante avec la présence d'un « diagramme écologique ». Celui-ci permet de situer

ERRATUM - LICHENOLOGIE

REDECOUVERTE DU LICHEN *SOLORINA SACCATA* (L.) ACH. (1808) EN FORET DE FONTAINEBLEAU (SEINE-ET-MARNE)

Par Gabriel CARLIER et Michel ARLUISON

Référence concernée : CARLIER G & ARLUISON M., 2012 (2015). Redécouverte du lichen *Solorina saccata* (L.) Ach. (1808) en forêt de Fontainebleau (Seine-et-Marne). *Bull. Ass. Natur. Vallée Loing*, 88 (4) : 189-192.

Dans l'article sur la redécouverte du lichen *Solorina saccata* (L.) Ach. en forêt de Fontainebleau (CARLIER & ARLUISON, 2012), quelques erreurs se sont glissées dans la liste alphabétique des bryophytes du fait de corrections non prises en compte dans la version définitive, ou d'évolutions dans la nomenclature bryologique.

Il faut ainsi ajouter *Barbula unguiculata*, remplacer *Didymodon fallax* par *D. rigidulus*, *Pseudoleskeella tectorum* par *Hypnum cupressiforme* var. *tectorum*, et supprimer *Ptychostomum moravicum*. Par ailleurs, *Dicranella varia* n'est pas à sa place du fait d'un changement de nom.



Solorina saccata (L.) Ach. Cliché : G. CARLIER.

G. CARLIER
19, Rue de l'Eglise 77000 La Rochette
<gabisaig@gmail.com>

M. ARLUISON
8, Chemin de Boigny 77930 Cély-en-Bière
<arluisonmichel@orange.fr>



LYNX HD

8x30
10x30



Sights of Nature

Sights Of Nature
Poter De Conincklaan 109
8200 Brugge
T +32 (0)50 31 82 01
F +32 (0)50 31 82 47
www.sightsofnature.be

Sights Of Nature, votre partenaire en Belgique pour jumelles, longues-vues, accessoires et microscopes.

Heures d'ouverture du magasin

mardi - samedi
de 09.00h à 12.00h et
de 14.00h à 18.00h
Fermé
le dimanche et le lundi.

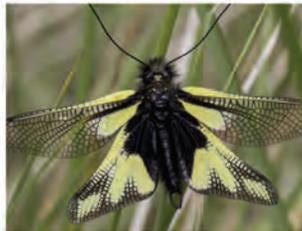
Conservatoire des espaces naturels en Ile-de-France,
PRO NATURA Ile de France
a pour vocation d'acquérir des espaces naturels afin de les préserver.

L'association est devenue **propriétaire de plus de 250 hectares**
en Seine-et Marne et dans l'Essonne.

SOUTENEZ-NOUS !



PRO NATURA
ILE DE FRANCE
Conservatoire Régional des Espaces Naturels



Dépôt légal : 2^e trimestre 2016
Classification UNESCO : 11/0 n° 77-25551-1
Directeur de la publication :
Jean-Philippe SIBLET
1 bis, rue des Sablonnières
77670 SAINT-MAMMÈS

nyroca ED

PERL®



Design moderne, corps ouvert pour une bonne prise en main, cette gamme de jumelles est d'une qualité optique exceptionnelle, véritablement adaptées pour le terrain. Lumineuses, le rendu s'approche particulièrement des couleurs observées, faisant davantage ressortir les contrastes. Ses objectifs ED multitraités et son traitement de phase donnent un taux de transmission qui dépasse 90%.
Étanche à l'immersion avec gaz. Ø 43 et Ø 32 - Grossissements 8x et 10x.

MEDAS

INSTRUMENTS

57 Av. Paul Doumer • 03200 VICHY • Tél. 04 70 30 19 30

En vente Opticiens et Maisons spécialisées - Liste des revendeurs sur www.medas.fr