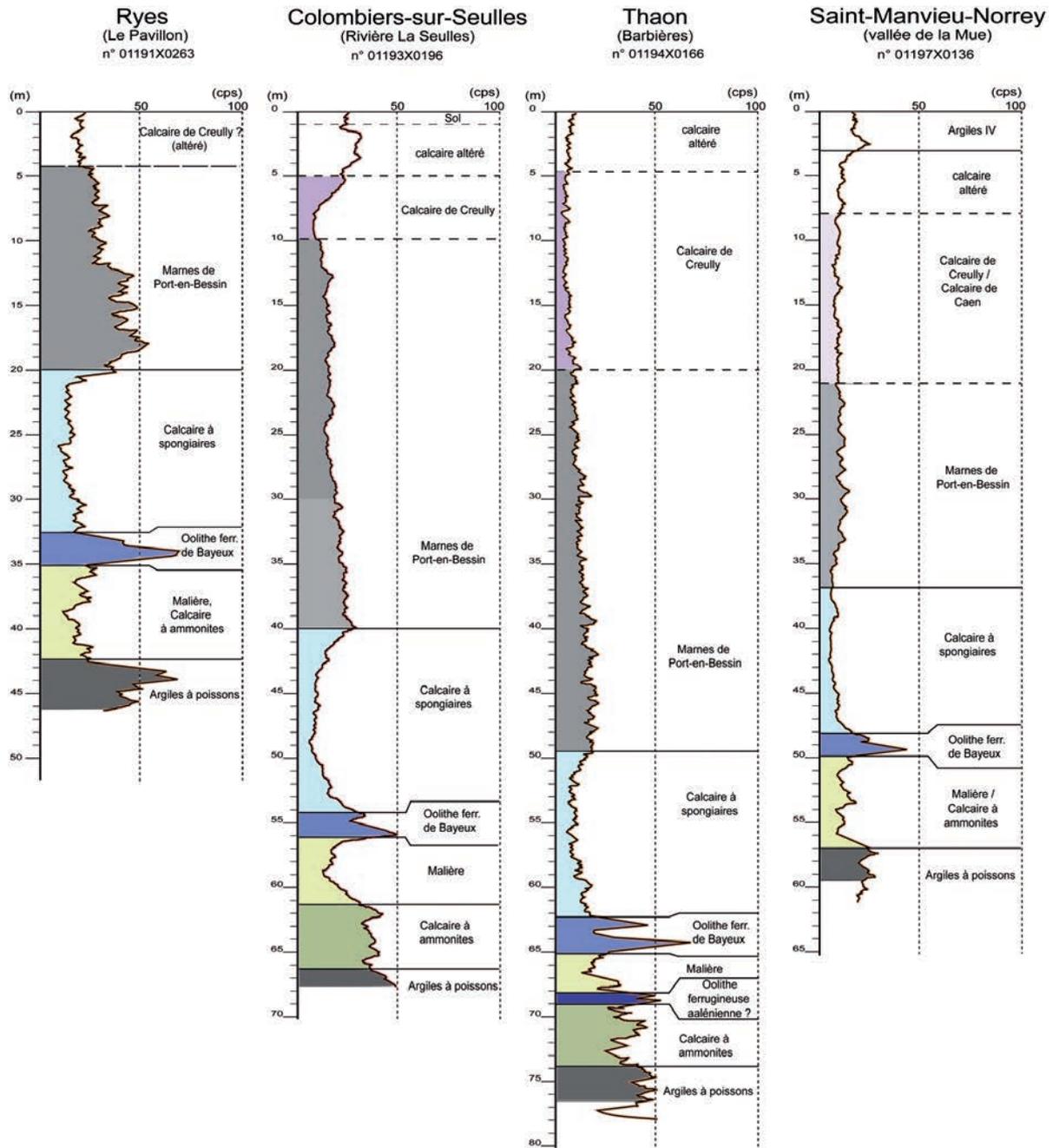


# BULLETIN D'INFORMATION DES GEOLOGUES DU BASSIN DE PARIS



## NOUVELLES INSTRUCTIONS AUX AUTEURS (mises à jour en septembre 2020)

Le *Bulletin d'Information des Géologues du Bassin de Paris* publié en français (ou éventuellement en anglais pour les auteurs non-francophones) :

- des *articles originaux* de référence, d'intérêt général ou régional traitant de la géologie du Bassin parisien et/ou de ses marges, ou de tout autre bassin sédimentaire susceptible d'intéresser nos lecteurs ;
- de *courtes notes* accompagnant souvent des comptes rendus d'excursion ;
- des *comptes rendus d'excursions* ;
- des *notices nécrologiques* ;
- des *analyses d'ouvrages* ;
- des *informations générales* pouvant intéresser les lecteurs ;
- des *comptes rendus de réunions* de l'AGBP (sous la rubrique « *vie associative* »).

Chaque manuscrit soumis est examiné par les rédacteurs, ainsi que par un des / ou plusieurs conseillers éditoriaux qui en font eux-mêmes la lecture critique ou en confient ce soin à des rapporteurs extérieurs. Ces derniers restent anonymes, sauf s'ils désirent que leur nom soit communiqué à l'auteur.

Les opinions émises par les auteurs dans leurs articles n'engagent que leur propre responsabilité.

Les délais de parution (entre la date d'acceptation du manuscrit et la publication de l'article) sont de l'ordre de 3 à 6 mois.

### Présentation des manuscrits

Ils doivent comprendre dans l'ordre suivant (tout en Times New Roman 12):

1. le titre en français, en majuscules, centré, en gras ;
2. le titre en anglais, en majuscules, en italique, centré, en gras ;
3. les noms des auteurs précédés de leur(s) prénom(s) en entier ;
4. un bref résumé informatif, de 200 mots au plus, en français ;
5. la liste de mots-clés (7 au maximum), en français ;
6. un bref résumé informatif, de 200 mots au plus, en anglais, en italique ;
7. la liste de mots-clés (7 au maximum), en anglais, en italique ;
8. en note infrapaginale de la première page, l'organisme d'appartenance des auteurs et/ ou leur adresse et leur courriel ;
9. le texte de l'article non justifié à droite ;

Les sections et sous-sections ne doivent pas être numérotées, mais marquées par des titres **hiérarchisés** en gras, majuscules, italiques etc. suivant le modèle ci-dessous :

### DONNÉES NOUVELLES SUR LE FAISCEAU BISONTIN

#### L'avant-pays et les Avants-Monts

##### *Le pli et la faille d'Auxon*

10. les remerciements éventuels ;
11. la liste des références classées par ordre alphabétique des noms des auteurs. Une référence doit citer si possible un ouvrage publié. Éviter les rapports internes ou mémoires de 2<sup>e</sup> cycle, sauf si ils sont consultables en ligne ou en bibliothèque (et dans ce cas indiquer où). Dans le cas d'une référence à un site Web ou à une revue en ligne, la date de consultation du site doit être indiquée, ainsi que son adresse URL. Quelques exemples :

HANOT F., BERGERAT F., GÉLY J.-P., PORCHIER J.-C. et VICELLI J. (2015) - La géologie du front occidental de la Grande Guerre des Flandres à la Champagne. *Bull. Inf. Géol. Bass. Paris*, 52, 3, 27-44.

LECOINTRE G. (1947) - La Touraine. In *Géologie de la France*, Herman éd., 250 p.

BYLEDBAL A. (2014) - Un patrimoine caché : l'héritage de la guerre des mines à Arras. *In Situ*, Revue des patrimoines [En ligne], 25 | 2014, mis en ligne le 10 décembre 2014, consulté le 18 décembre 2015. URL : <http://insitu.revues.org/11466> ; doi : 10.4000/insitu.11466.

MINGUELY B. (2007) - Caractérisation géométrique 3-D de la couverture sédimentaire méso-cénozoïque et du substratum varisque dans le Nord de la France : apports des données de sondages et des données géophysiques. Thèse de l'Université des Sciences et Technologies de Lille, 230 p.

L'appel des références dans le texte se fait de la façon suivante: (Amédéo et Robaszynski, 2003 ; Bignot *et al.*, 1997 ; Lecointre, 1947 ) ou « d'après Martin (2001) » ou encore « Bignot *et al.* (1997) ont décrit ». Tout appel d'auteur dans le texte doit être référencé dans la bibliographie et tout titre contenu dans la bibliographie doit être appelé dans le texte.

12. La légende des tableaux et des figures, fournie en français et en anglais (en italique pour la partie en anglais).

Quelques autres remarques :

Les capitales sont accentuées. Ne pas abuser des majuscules. Elles sont utilisées avec beaucoup de modération dans la langue française.

Les points cardinaux employés comme adjectif : en toutes lettres et minuscules (la rive sud, pendage nord) ; comme substantif pour désigner une direction en toutes lettres et minuscules (à 1 km au nord de Lille) ; désignant une partie de l'espace (région, pays) avec une majuscule (les habitants du Nord de la France). Pour les directions, on peut écrire N-S, E-W, WNW-ESE etc. ou N110°-120°.

Nombres : un intervalle, sans point, entre les centaines et les milliers : 1 243 m. Écrire 20 cm, 250 m, 3 km (utiliser les normes du système international d'unités : <http://www.metrologie-francaise.fr/fr/si/unites-mesure.asp>).

Sigles : la première fois qu'ils apparaissent, ils sont précédés de leur développement et ensuite seul le sigle est utilisé. Exemple : Centre national de la recherche scientifique (CNRS).

Références des cartes géologiques : adopter « carte à 1/50 000 ».

Écrire XVIII<sup>e</sup> et XIX<sup>e</sup> siècles. Écrire : 1<sup>er</sup>, 2<sup>e</sup> (pas 2<sup>ème</sup>), 2<sup>nd</sup>, 3<sup>e</sup> etc.

Les citations seront entre guillemets et les mots étrangers en italique. Les notes infrapaginales devront, dans la mesure du possible, être évitées.

### Illustrations

Prévoir un lettrage pouvant supporter une réduction. Indiquer l'orientation et l'échelle. Les tableaux et les figures doivent être fournis avec une bonne définition et ne pas être « collés » dans le texte. Ils doivent être appelés dans l'ordre logique de numérotation dans le texte et de la façon suivante: (fig. 1) ou (figs 2 et 3).

### Soumission

Les auteurs doivent envoyer, par voie électronique, leur texte (en format WORD) et leurs figures (en format JPEG ou TIFF - un fichier par figure -) aux adresses suivantes : [isabelle.veltz@free.fr](mailto:isabelle.veltz@free.fr) et [r.wyans@free.fr](mailto:r.wyans@free.fr)

**Tout manuscrit non conforme aux règles ci-dessus sera retourné aux auteurs pour mise aux normes avant toute lecture.**

Toutes les « normes » ne pouvant être indiquées sur cette page, les auteurs peuvent utilement feuilleter les derniers numéros du *Bulletin*, regarder comment les articles se présentent et éventuellement poser des questions aux rédacteurs s'ils n'y trouvent pas de réponse à leur(s) question(s).

*Photographie de couverture :*

Interprétation stratigraphique des diagraphies différées du gamma-ray dans le Bessin oriental et l'ouest de la campagne de Caen : forages de Ryes, Colombiers-sur-Seulles, Thaon et Saint Manvieu-Norrey (d'après Poignant, 2020, modifié).

*Stratigraphical interpretation of the gamma-ray logs in eastern Bessin and the western Caen district, from the boreholes at Ryes, Colombiers-sur-Seulles, Thaon and Saint Manvieu-Norrey (modified after Poignant, 2020).*



# BULLETIN D'INFORMATION DES GÉOLOGUES DU BASSIN DE PARIS

2022 - Volume 59 - N° 2 - Juin  
Publication trimestrielle

## Cotisation et abonnement (2022)

### Membres ordinaires

Cotisation seule (demi-tarif pour étudiants et recherche d'emploi*) :	20 €
Cotisation + abonnement papier :	62 €
Cotisation + abonnement en ligne :	50 €
Bulletin électronique pour étudiants et recherche d'emploi* :	25 €

### Personnes morales

Cotisation seule :	40 €
Cotisation + abonnement papier :	124 €
Cotisation + abonnement en ligne :	100 €

*\*Sur présentation d'un justificatif*

*Pour tout abonnement au bulletin « papier » le bulletin en ligne est offert aux membres de l'AGBP*

### Non-membres

Abonnement papier seul :	84 €
--------------------------	------

Rédaction et Administration  
Tour 56-55, E5 - 4 place Jussieu  
F-75252 PARIS Cedex 05  
SIRET 328 440 664 00014 Code APE 221 E  
IBAN FR41 2004 1000 0107 7174 1E02 092  
CCP 07717 41E 020 PARIS  
[www.agbp.fr](http://www.agbp.fr)  
[secretariat.agbp@gmail.com](mailto:secretariat.agbp@gmail.com)

---

## RÉDACTION DU BULLETIN

Rédacteurs	Isabelle VELTZ Robert WYNS
Conseillers éditoriaux	Pascal BARRIER Jean-Paul DEROIN Jean-Pierre GÉLY Daniel OBERT

---

## BUREAU ET CONSEIL DE L'ASSOCIATION

Président	Yann SAMSON
1 <sup>er</sup> vice-Président	Didier MERLE
2 <sup>e</sup> vice-Président	Pascal BARRIER
Secrétaires	Laurence LE CALLONNEC Marie-José ROULET
Trésoriers	Jean-Pierre GÉLY Michel LEBLANC
Conseillers	Pascal BARRIER Jean-Paul BAUT Jean-Paul DEROIN Vincent FARION Patrick GAVIGLIO Franck HANOT Edouard HEISCH Jean LABOURGUIGNE Lise LEROUX Jacqueline LORENZ Elisabeth NICOT Didier PONCET Isabelle VELTZ Robert WYNS



## COMPTE RENDU DE L'ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DU 21 MARS 2022 DE L'AGBP

par Robert WYNS

L'assemblée générale ordinaire de l'AGBP s'est tenue le 21 mars 2022 de 13h30 à 17h00 à la Société Géologique de France, sous la présidence de Yann SAMSON, président en exercice de l'AGBP, assisté de Didier MERLE (deuxième vice-président) et de Robert WYNS, ancien président. Pour les personnes ne pouvant se déplacer, une liaison vidéo a été prévue.

Personnes présentes : Jean LABOURGUIGNE, Edouard HEISCH, Marie-José ROULET, Pierre BENOÎT, Jean-Marc CANEVET, Françoise BERGERAT, Annie BLANC, Jean-Claude PORCHIER, Robert WYNS, Jacqueline LORENZ, André-Jean BERTHELOT, Jean-Paul BAUT, Jean-Pierre GÉLY, Bertrand GÉNAULT, Elisabeth NICOT, Jean-Pierre MALFAY, Lise LE-ROUX, Daniel OBERT, Didier MERLE, Michel LEBLANC.

Personnes présentes en visio-conférence : Yann SAMSON, Laurence LE CALLONNEC, Didier PONCET.

### **Point 1 : Rapport moral 2021 avec votes (Yann SAMSON)**

L'année 2021 a été encore impactée par la pandémie de Covid, puisque les journées de printemps et d'automne ont dû être annulées en raison des restrictions sanitaires. La date de l'AG 2021, normalement tenue en mars, a pour la même raison été reportée en juin.

L'année 2021 n'a pas pour autant été inactive, puisque le bulletin a continué à paraître normalement, avec un gros numéro en

juin, 80 pages tout en couleurs, consacré aux vertébrés du Stampien du Hurepoix, dû à Jean-Paul BAUT *et al.*

Du 1<sup>er</sup> au 5 novembre, l'AGBP a tenu un stand à la Réunion des Sciences de la Terre à Lyon. Cette présence a permis de recruter 4 nouvelles adhésions (dont un étudiant), et de vendre pour 658 € de publications. Cette expérience positive sera renouvelée pour la prochaine RST (Rennes en 2023).

Le président a entériné et signé (en janvier 2022) une convention préparée par Elisabeth NICOT avec le conservateur des musées de Reims (Georges MAGNIER) pour la vente du livre « 14-18, La Terre et le Feu - Géologie et géologues sur le front occidental » au fort de la Pompelle à Reims.

Après une panne de plusieurs semaines, le blog a repris son fonctionnement sous la houlette de Vincent FARION, aidé pour la mise en route par Jean-Claude PORCHIER et Edouard HEISCH. Un module de paiement en ligne via HelloAsso a été mis en place, il est opérationnel depuis la mi-mars 2022.

Le quitus est donné au président et au bureau à l'unanimité.

### **Point 2 : Rapport financier 2021 avec votes (Michel LEBLANC)**

#### 2.1 Cotisations et abonnements

Avec 113 membres en 2021, la baisse est enrayée. On reste fragile.

EN NOMBRE		2018	2019	2020	2021
Cotisations	Membres ordinaires	112	106 (dont 17 sans abonnement)	87	100 (dont 3 étudiants)
	Personnes morales	17	14	10	13
Abonnements	Membres ordinaires	97 (dont 17 électroniques)	89 (dont 17 électroniques)	72 (dont 19 électroniques)	85 (dont 24 électroniques)
	Personnes morales	17	14	10	13

EN RECETTES (€)		2018	2019	2020	2021
Cotisations		2925	2708	2100	2510
Abonnements		5174	4511	3600	4273

## 2.2 Bulletins 2021

Le bulletin est équilibré en 2021 grâce aux ventes diverses et mécénat.

Il reste 1520€ de droits de copie 2019 pour le bulletin 2022.

Le bénéfice des ventes des ouvrages Grande Guerre, une fois l'équilibre du projet GGG atteint, viendra consolider les activités d'édition du bulletin, de même pour des ventes du livre-coupe en pdf par un partenariat AGBP-SGF.

En euros	2018				2019				2020				2021			
	55-1	55-2	55-3	55-4	56-1 (200 ex et 52 p)	56-2 (170 ex et 28 p)	56-3 (170 ex et 20p)	56-4 (200 ex et 52 p couleur)	57-1 (200 ex et 52 p) Couleur	57-2 (84 p) N&B mais couv. couleur	57-3 (36 p) N&B mais couv. couleur	57-4 130 ex (28 p) N&B mais couv. couleur	58-1	58-2 Tout couleur. 80p, 200ex. Et couv couleur	58-3 (28 p) N&B mais couv. 80 ou 100ex.	58-4 (24 p) N&B mais couv. 100ex.
Maquettiste CHOCHON	540	540	780	180	806	434	310	806	811	1310	624	499	499	1279	499	437
Imprimeur LAUNAY	650	834	782	400	792	530	484	1343	1710	1061	622	558	515	2984	557	494
Total par bulletin	1190	1374	1562	580	1598	964	794	2149	2521	2371	1246	1057	1014	4263	1056	931
Total annuel	4706				5505				7195				7264			
Abonnement	5174				4511				3762				4273			
Equilibre par rapport aux abonnements	468				-994				-3433				-2991			
Vente aux numéros et autres ouvrages AGBP	625				65				294				2444			
Mécénat pour le bulletin	0				0				0				1000			
Compensation par le reversement des droits de copie (5588€ en 2019)					-929				-3139				il restera encore : 1520€ de droit de copie 2019 pour équilibrer le bulletin 2022			

## 2.3 Projet Grande Guerre

Fin mars 2022, il faut encore vendre 90 livres pour équilibrer ce projet.

Le bonus entre les recettes d'envoi (3273 €) et les frais réels 2015 €) atteint 1200 € et est imputable aux efforts de Pascal BARRIER.

Année	DEPENSES €									RECETTES €			
	Total des dépenses par an	Documentation technique (livres)	Achats d'images et/ou de droits	Maquette et impression	Frais d'emballage et envoi	Promotion (GGG aval)	Divers	Repas	Déplacements	Subventions	Ventes (par souscription en 2018, normales ensuite)	Recettes Emballage / envoi	
2015	1055,65	0	0					547,7	507,95				
2016	1970,9	99,90	0,00					1 015,40	855,60				
2017	1342,8	139,53	496,37					706,9	0				
2018	35085		725	31375			1972	1013		2000			
2019	3771		17		1963	1232		476	83	10000	14562	2018	
2020	780					780					5925	314	
2021	1128,3				52	422,3			654		3750	656	
Total des dépenses par thème		239,43	1238,37	31375	2015	2434,3	1972	3759	2100,55		2460	285	
					45133,65						12000	26697	3273
Bilan à fin Dec 2021								-3163,65			41970		

## 2.4 Frais généraux

Compte	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Papeterie (dont les dépenses de consommables informatiques)	479	729	504	1056	456	538	415
Poste (dont envoi du bulletin)	1280	555	467	425	957	374	427
Informatique (hébergement, zoom...)	29	28,66	28,66	57	28	196	219
Assurances	105	106	109	109	112	114	110
Cotisations payées à d'autres associations	173	173	353	373	333	273	345
Frais de réunions (à caractère général, hors GGG, JEP,JAUT,etc....et comprenant les frais de déplacements)	562	1200	285	38	43	197	1215
Frais financiers	15	15	15	29	84	94	99
Impression enquête et convocation			233				
Divers	219	150	60	1608	160	500	71
<b>TOTAL</b>	<b>2846</b>	<b>2957</b>	<b>2054</b>	<b>3695</b>	<b>2173</b>	<b>2286</b>	<b>2901</b>
Recettes des cotisations			2832	2925	2708	2223	2510
<b>Equilibre</b>			<b>778</b>	<b>-770</b>	<b>535</b>	<b>-63</b>	<b>-391</b>

## 2.5 Bénévolat

ACTIVITES	TYPE DE VALORISATION	TEMPS PASSE EN UNITE ADAPTEE	TEMPS PASSE ANNUEL POUR CALCUL (jour)	VALORISATION (euros)	Totaux par type d'activités
<b>BULLETIN</b>					
Lecture et relecture principales, contact avec les auteurs (rédacteur 1)	Expert	environ 2 sem/ trimestre	46	12456	28248
Lecture et relecture principales, contact avec les auteurs (rédacteur 2)	Expert	environ 2 sem/ trimestre	40	10832	
Autres travaux (relecture ou écriture : analyse d'ouvrage, informations, etc.) par divers membres	Expert	1 sem/ an	5	1354	
Travaux de base liés au bulletin (relation avec maquettiste et imprimeur, recherche d'auteurs,....)	Smic	environ 1,5 sem/ trimestre	35	3606	
<u>JEP sortie préparée, mais annulée par Covid</u>					
Préparation technique géologique	Expert		0	0	0
Préparation logistique	Smic		0	0	
Suivi direct de la sortie	Technicien		0	0	
Réalisation du livret-guide	Expert	juste avant annulation	0	0	
<b>JAUT</b>					
Préparation technique géologique	Expert	environ 2 sem/an	0	0	0
Préparation logistique	Smic	environ 1 sem/an	0	0	
Suivi directe de la sortie	Technicien	2j/an (durée de la sortie)	0	0	
Réalisation du livret-guide	Expert	environ 1 mois	0	0	
<b>GESTION COURANTE</b>					
Présidence	Expert	3j/mois mais effet Covid cette année	17	4603	25371
Vice Président	Expert	4h/mois mais effet Covid cette année	8	2166	
Promotion à RST	Expert		15	4062	
Secrétariat (Marie José 50j + Pascal 3j)	Smic	environ 1j/sem	53	5461	
Secrétariat (Laurence) et webmastering	Smic	0,4j/sem (30mn/j)	21	2164	
Trésorerie	Smic	0,8j/sem	40	4121	
Informatique	Smic		2	206	
CA : Présences aux 3 réunions annuelles	Technicien	0,5j X 3 réunions X 10 membres	15	2279	
AG : Présences du Bureau à l'AG	Smic	2h X 10 membres du bureau sortant ou entrant	3	309	
Sous-total			<b>300</b>	<b>53619</b>	
Pour mémoire en 2020			381	65128	
<b>PROJET : ouvrages, exposition, colloque... (en 2019 : ouvrage GGG)</b>					
Comité 3G Aval du projet GGG	Expert	environ 1,6 j par mois	20	5416	
Projet de livre sur le Patrimoine Géologique d'Ile de France	Expert	11j * 4 membres	43	11644	
Projet DOLLOT	Expert	5j * 4 membres	20	5416	
Sous-total			<b>63</b>	<b>17060</b>	
Pour mémoire en 2020			29	7853	
<b>TOTAL</b>			<b>363</b>	<b>70679</b>	
Pour mémoire en 2020			410	72981	

## 2.6 Compte de résultat

		<b>PRODUITS D'EXPLOITATION</b>	
<b>Poste</b>		<b>2021</b>	<b>2020</b>
7071	Abonnements	4273,00	3762,00
7072	Ventes des bulletins au numéro ou des publications (hors livre-coupe et 14-18)	2444,00	294,00
7075	Vente du livre GGG (après la période de souscription de 2018)	2460,00	3750,00
7060	Journées d'études du printemps et de l'automne	0,00	936,00
7076	Géochronique (vente d'abonnements)	537,00	569,00
7560	Cotisations	2510,00	2223,00
7580	Frais de port du livre GGG	285,00	656,00
7580	Produits divers	0,00	0,00
75412	Abandon de frais par les bénévoles	894,95	232,53
7400	Mécénat	1000,00	0,00
<b>Total I</b>		<b>14403,95</b>	<b>12422,53</b>
		<b>CHARGES D'EXPLOITATION</b>	
<b>Poste</b>			
6037	Variation de stock pour le livre GGG	2 212,00	3 052,00
6040	Maquette et impression du Bulletin	5 777,33	6 139,48
6040	Expédition externalisée du livre GGG (par Opale, hors frais postaux)	0,00	0,00
6040	Achat de prestations (transports, hôtellerie, divers) pour journées d'études	0,00	1 098,83
6064	Papeterie dont consommables informatiques	415,44	573,74
6068	Géochronique (achat abonnements)	526,00	610,00
6110	Informatique (dont licence Zoom)	50,91	167,88
6161	Assurances	109,70	113,65
6231	Frais de promotion pour le livre GGG	861,26	780,00
6251	Voyages et déplacements	2 751,95	196,60
6260	Frais postaux dont envoi des bulletins et livres (hors prestations d'envois externalisées)	351,51	260,37
6260	Frais postaux d'envoi des livres GGG (dont Unilasalle)	52,00	0,00
6516	Droits de reproduction et d'illustrations pour livre GGG	0,00	0,00
6586	Cotisations versées à des associations	300,00	183,00
6800	Provisions	1775,67	1290,41
<b>Total II</b>	<b>Total</b>	<b>15 183,77</b>	<b>14 465,96</b>
<b>1</b>	<b>RESULTAT D'EXPLOITATION (I-II)</b>	<b>-779,82</b>	<b>-2 043,43</b>
		<b>PRODUITS FINANCIERS</b>	
7640	Intérêts Livret A Banque Postale	80,81	115,50
<b>Total III</b>	<b>Total</b>	<b>80,81</b>	<b>115,50</b>
		<b>CHARGES FINANCIERES</b>	
6600	Frais financiers	98,60	93,70
<b>Total IV</b>	<b>Total</b>	<b>98,60</b>	<b>93,70</b>
<b>2</b>	<b>RESULTAT FINANCIER (III-IV)</b>	<b>-17,79</b>	<b>21,80</b>
<b>3</b>	<b>RESULTAT COURANT (1+2)</b>	<b>-797,61</b>	<b>-2 021,63</b>
		<b>PRODUITS EXCEPTIONNELS</b>	
7700	Reversement des droits de copie par CFC	0,00	0,00
<b>TOTAL V</b>	<b>Total</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
		<b>CHARGES EXCEPTIONNELLES</b>	
6700	Charges exceptionnelles (obsèques)	71,00	500,00
<b>TOTAL VI</b>	<b>Total</b>	<b>71</b>	<b>500,00</b>
<b>4</b>	<b>RESULTAT EXCEPTIONNEL (V+VI)</b>	<b>-71,00</b>	<b>-500,00</b>
<b>TOTAL PRODUITS (I + III + V)</b>		<b>14 484,76</b>	<b>12 538,03</b>
<b>TOTAL CHARGES</b>		<b>15 353,37</b>	<b>15 059,66</b>
<b>DEFICIT</b>		<b>-868,61</b>	<b>-2 521,63</b>

## 2.7 Bilan 2021

		2021	2020
<b>ACTIF</b>	<b>Détail</b>		
Stocks et en-cours	Stock de livres GGG	9 800,00	12 012,00
Créances clients, usagers et comptes rattachés	Cotisations de l'année 2021, à recevoir en 2022	100,00	180,00
	Abonnement de l'année 2021, à recevoir en 2022	173,00	324,00
	Divers de l'année 2021, à recevoir en 2022	181,00	373,00
Valeurs mobilières de placement	Portefeuille d'Obligations BNP Paribas	6 602,49	6 602,49
	Portefeuille SICAV/FCP de La Banque Postale	8 384,70	8 384,70
	Livret A La Banque Postale	15 596,36	15 515,55
Disponibilités	Compte courant BNP Paribas	523,17	538,17
	Compte courant principal CCP	17 975,81	15 569,63
	Caisse	208,00	208,00
Charges constatées d'avance	Charges payées d'avance en 2021 pour 2022	109,70	113,65
<b>TOTAL</b>		<b>59 654,23</b>	<b>59 821,19</b>
<b>PASSIF</b>			
<b>FONDS PROPRES</b>			
Réserves statutaires ou contractuelles	Réserves statutaires	12 195,92	12 195,92
Report à nouveau	Fonds associatif	45 583,25	48 145,83
Excédent ou déficit de l'exercice	Résultat de l'exercice	<b>-868,61</b>	<b>-2 521,63</b>
<i>Situation nette (sous total)</i>		<i>56 910,56</i>	<i>57 820,12</i>
<b>DETTES</b>			
Dettes Fournisseurs et Comptes rattachés	Dépenses pour Bulletin de 2021, à payer en 2022	1 562,79	1 171,75
	Autres dépenses "Divers" de 2021, à payer en 2022	212,88	147,32
Produits constatés d'avance	Cotisations de 2022 payées par avance en 2021	190,00	220,00
	Abonnements de 2022 payés par avance en 2021	378,00	462,00
	Acomptes Journées Etudes Printemps 2022 payés par avance en 2021	400,00	0,00
<b>TOTAL</b>		<b>59 654,23</b>	<b>59 821,19</b>

Valeurs mobilières de placement à fin 2021	2021	2020
Portefeuille d'Obligations BNP	20 836,00	20 870,00
Portefeuille SICAV/FCP Banque Postale	12 561,28	10 712,50
<b>Total</b>	<b>33 397,28</b>	<b>31 582,50</b>

## 2.8 Annexe au bilan 2021

L'AGBP est une Société savante fondée en 1964 par le Professeur Charles POMEROL, sous forme d'une association loi 1901. Elle est reconnue d'utilité publique en 1988.

Le but de l'AGBP est de diffuser et de promouvoir les recherches géologiques, de veiller à la protection des sites géologiques et de publier des communications scientifiques se rapportant principalement au Bassin parisien.

### Nature et périmètre des activités

L'AGBP organise des conférences, des colloques et des expositions. Deux fois par an, elle organise des journées d'études sur le terrain. Un bulletin trimestriel contenant des articles scientifiques et des livrets-guides, est publié. Des ouvrages thématiques sous forme de mémoires hors-série, sont également édités.

### Moyens mis en œuvre

La valorisation du bénévolat a représenté 363 jours de temps passé, valorisés à 70 679 € (pour comparaison, en 2020 : 410 jours valorisés à 72 981 €).

L'aide d'un système de visioconférence a permis d'organiser les conseils d'administration malgré la crise sanitaire et à aider à tenir l'AG de 2021 en juin.

Un module de paiement en ligne sur le site de l'association a été mis en place.

Un Comité Aval dédié à la promotion du livre Géologie et Grande Guerre, a été actif tout au long de 2021.

### Faits marquants

L'année a été impactée par la crise sanitaire avec un ralentissement des activités et les journées de printemps et d'automne de 2021 ont été annulées. Les 4 bulletins trimestriels de 2021 de l'AGBP ont été édités dont un gros bulletin de 80 pages couleurs, publié sur les vertébrés marins du Stampien du nord du Hurepoix (J.-P. BAUT et al.).

Un nouveau projet d'édition d'un ouvrage papier ou pdf concernant le Patrimoine Géologique Francilien, est en cours.

Participation à la Réunion des Sciences de la Terre à Lyon en novembre, où l'AGBP a tenu un stand.

**Le rapport financier 2021 est approuvé à l'unanimité.**

### **Point 3 : Budget prévisionnel 2022 avec votes (Michel LEBLANC)**

Les comptes AGBP sont solides en ce moment avec 19 000 € sur le CCP et 15 600€ sur le livret A.

Les frais généraux sont presque couverts par les cotisations.

Les abandons de frais sont à amplifier.

Cela autorise :

Le projet d'édition d'un ouvrage papier ou pdf concernant le Patrimoine Géologique Francilien.

Budget proposé du projet : 2 000€

Le projet Dollot

Budget proposé : 1 000€

Toujours des actions visant à vendre rapidement le stock de livre sur la Grande Guerre. Il faut vendre environ 90 ouvrages pour atteindre l'équilibre du projet. Il y en a 350 environ en stock. Le Comité Aval a un rôle important.

Budget de promotion GGG : 1 000€

Un stand AGBP dans une grande manifestation serait à refaire comme à la RST 2021 :

Budget de promotion de l'AGBP : 1 500 €

Divers : Rénovation du site AGBP : 500€

TOTAL : 6 000€

**Le budget prévisionnel 2022 est approuvé à l'unanimité.**

### **Point 4 : Publications de l'AGBP**

#### **4.1 Vente du livre sur la Coupe du BP**

La totalité du stock de livres a été vendue (les derniers ont été vendus sur le stand de l'AGBP à la RST à Lyon).

Un contrat de partenariat de vente au format PDF sur le site de la SGF est en cours de signature. Le tarif de 25€ est proposé avec 50% pour la SGF et 50% pour l'AGBP.

#### **4.2 Ventes de l'ouvrage «14-18, la Terre et le Feu. Géologie et géologues sur le front occidental»**

22 exemplaires du livre ont été vendus en 2021. Le stock restant s'établit entre 281 et 307, 69 sont perdus. Les ventes continuent doucement en 2022.

#### **4.3 Bulletin – Bilan 2021 et prévisions 2022 (R. WYNS et I. VELTZ)**

Le bulletin a paru normalement en 2021 avec des articles originaux. À noter le numéro de juin 2021, de 80 pages tout en couleurs, avec une monographie de Jean-Paul BAUT *et al.* sur les vertébrés stampiens du nord de l'Essonne. Jean-Paul a pu obtenir pour ce numéro une contribution de l'entreprise Colas (1 000 €) et du Conseil Départemental de l'Essonne (1 440 €).

En raison d'une raréfaction du stock d'articles à publier, les rédacteurs ont lancé un appel à publication qui a pleinement porté ses fruits : les bulletins de l'année 2022 seront pourvus.

Publication sur les paléoenvironnements du site de Cuise ; un mémoire hors-série prévu fin 2022 ou début 2023 et écrit par les membres de l'AESSFG, avec sponsorship pro parte par les partenaires régionaux et une souscription.

En 2024, pour le soixantenaire de l'AGBP, nous envisageons un numéro spécial, avec si possible un historique de l'AGBP par Jacqueline LORENZ, une mise à jour sur le blog de la liste des publications à coupler avec la fête de la science et les journées nationales de la géologie (Yann SAMSON + ...)

#### **4.4 État d'avancement du livre «du patrimoine géologique aux patrimoines culturel et industriel» (J.-P. GÉLY)**

Projet collectif porté par une équipe constituée de Jean-Pierre GÉLY, Laurence LE CALLONNEC, Françoise BERGERAT et Daniel OBERT. La rédaction de l'ouvrage a pris du retard, et les textes déjà rendus sont très hétérogènes et nécessiteront un gros travail d'homogénéisation. La parution est prévue au plus tard pour les soixante ans de l'AGBP, en avril 2024.

### **Point 5 : Exposition des archives Dollot (E. NICOT et F. BERGERAT)**

Ce projet d'exposition en association avec la Société Géologique de France et le COFRHIGEO est prévu pour septembre 2024. Il concerne la construction du Métropolitain, dont la géologie a été étudiée par Dollot au début du 20<sup>e</sup> siècle, jusqu'aux travaux en cours du Grand Paris Express. L'exposition sera présentée dans les locaux de la SGF.

### **Point 6 : élections au CA**

Le mandat des conseillers est normalement de trois ans, renouvelable une fois. Après un an, ils peuvent se représenter aux élections.

Deux conseillers élus en 2019 sont rééligibles : Lise LEROUX et Elisabeth NICOT.

Deux conseillers ont réalisé deux mandats consécutifs de 3 ans et ne sont pas rééligibles en 2022 : Françoise BERGERAT et Jean-Pierre COLBEAUX.

Cinq membres du bureau et un rédacteur sont rééligibles en raison de leur fonction : Yann SAMSON, Laurence LE CALLONNEC, Marie-José ROULET, Michel LEBLANC, Jean-Pierre GÉLY et Robert WYNS.

À l'issue du vote, Lise LEROUX, Elisabeth NICOT, Yann SAMSON, Laurence LE CALLONNEC, Marie-José ROULET, Michel LEBLANC, Jean-Pierre GÉLY et Robert WYNS sont élus à l'unanimité pour un mandat de 3 ans.

### **Point 7 : Pause pour réunion du conseil et élection du bureau**

Le conseil d'administration se réunit pour élire le bureau. À l'issue du vote, sont élus :

Président : Yann SAMSON

1<sup>er</sup> vice-président : Didier MERLE

2<sup>e</sup> vice-président : Pascal BARRIER

Trésoriers : Jean-Pierre GÉLY et Michel LEBLANC

Secrétaires : Laurence LE CALLONNEC et Marie-José ROULET

### **Point 8 : Solution de paiement en ligne gratuite (Helloasso)**

Le module de paiement en ligne a été mis en place sur le blog de l'AGBP. Il permet de régler cotisation, abonnement, inscriptions aux sorties de terrain, et bientôt vente d'ouvrages en ligne.

Merci à Michel LEBLANC, Jean-Claude PORCHIER, Edouard HEISCH et Vincent FARION pour leur efficacité.

### **Point 9 : Ajout d'un tarif « étudiant » et « sans emploi » pour la cotisation et l'abonnement (avec vote)**

Le CA propose de valider la création d'un demi-tarif pour l'adhésion à l'AGBP (10 € au lieu de 20 €) et l'abonnement au bulletin numérique (25 € au lieu de 50 €) pour les étudiants et demandeurs d'emploi sur présentation d'un justificatif.

La proposition est adoptée à l'unanimité.

### **Point 10 : Nouveau logo de l'AGBP (avec vote)**

Notre président Yann SAMSON a souhaité rénover le logo de l'association et a sollicité deux graphistes qui ont proposé 9 nouveaux logos, qui ont été soumis au vote. Ces propositions n'ont pas fait consensus, onze personnes sur 22 présentes souhaitant garder le logo actuel. L'assemblée générale décide le lancement d'une consultation de tous les membres de l'association par mail, qui sera réalisée par Laurence LE CALLONNEC.

### **Point 11 : Excursions 2022**

Yann SAMSON étant indisponible pour raison de santé, Didier MERLE, 1<sup>er</sup> vice-président, accepte d'organiser les journées de printemps 2022. Elles auront lieu du 26 au 28 mai dans la ré-

gion d'Étampes et auront pour thème « **paléontologie, sédimentologie et patrimoine géologique de l'Oligocène inférieur du bassin de Paris** ».

### **Point 12 : Participation aux Journées Nationales de la Géologie**

Faute de volontaires disponibles, l'AGBP ne pourra organiser de sorties à l'occasion de ces journées.

### **Point 13 : Questions diverses**

Jean-Claude PORCHIER aborde la question de la modernisation du site WEB de l'AGBP, qui va nécessiter une refonte complète pour rester compatible avec l'évolution des logiciels. Edouard HEISCH sera retraité dans 1 an ½ et se propose de réaliser alors cette refonte, qui demandera environ 3 mois de travail. Yann SAMSON rappelle aux adhérents qu'il faut alimenter le site avec des informations, à envoyer à Vincent FARION (farion.vincent@orange.fr), Jean-Claude PORCHIER (jcpmb@infonie.fr) ou Edouard HEISCH (edouard.heisch@noos.fr).

L'AG est levée à 16h30. Elle est suivie de la conférence de Jean-Paul BAUT sur la paléontologie du Stampien de l'Essonne.

Un problème technique a empêché la projection du film que devait présenter Jean-Claude PORCHIER sur les conséquences environnementales de la grande guerre.



# LA SÉRIE BATHONIENNE DU BESSIN ET DE LA CAMPAGNE DE CAEN (NORMANDIE) : ÉTUDE D'UN FORAGE CAROTTÉ ET DE FORAGES DESTRUCTIFS DANS LES MARAIS DE VIMONT, INTERPRÉTATION DES DIAGRAPHIES GAMMA-RAY DANS LES FORMATIONS BAJO-BATHONIENNES

## THE BATHONIAN SERIES IN BESSIN AND THE CAEN DISTRICT (NORMANDY): STUDY OF A CORED BOREHOLE AND DESTRUCTIVE DRILLINGS IN THE VIMONT MARSHES, INTERPRETATION OF GAMMA-RAY LOGS IN THE BAJO-BATHONIAN FORMATIONS

par Loïk POIGNANT<sup>1</sup>, Olivier DUGUÉ<sup>2</sup> et Bernard DELCAILLAU<sup>3</sup>

### Résumé

L'étude sédimentaire et stratigraphique d'un forage carotté de 82 m réalisé au SE de Caen précise les variations latérales de faciès dans la série bathonienne normande. Sa diagraphie du *gamma-ray* contribue à la révision et à la corrélation des forages du Bessin et de la campagne de Caen, pour la réalisation de cartes en isopaques, dans les terrains bathoniens.

**Mots-clés** : forage carotté, diagraphies, isopaques, Jurassique moyen, marais de Vimont, Normandie.

### Abstract

*The sedimentary and the stratigraphic studies of a cored borehole 82 m deep to the SE of Caen detailed the lateral facies variations in the Bathonian Series, in Normandy. Its gamma-ray log contributes to revision and correlation of the borehole sequences of Bessin and the Caen district, allowing the production of isopach maps in the Bathonian Series.*

**Keywords**: cored borehole, sediment logs, isopach maps, Middle Jurassic, Vimont marshes, Normandy.

### INTRODUCTION

Dans le Bassin parisien, les forages profonds de recherche pétrolière dans les terrains du Trias ou du Jurassique moyen ont contribué à la connaissance de son histoire géologique en apportant des informations sur la structuration et l'épaisseur de son remplissage sédimentaire (Dubois et Yapaudjian, 1980 ; Curnelle

et Dubois, 1986), complétant les synthèses paléogéographiques (Mégnien, 1980 ; Enay *et al.*, 1980 ; Jacquin *et al.*, 1998 ; Graciansky *et al.* ; 1993 ; Graciansky et Jacquin, 2003 ; Guillocheau *et al.*, 2000, 2003 ; Gély *et al.*, 2014). En se rapprochant de la bordure occidentale du Bassin parisien, les forages profonds deviennent moins nombreux, localisés dans la vallée de la Seine et dans son prolongement, en baie de Seine. La connaissance du

(1) loik.poignant@gmail.com

(2) olivier.dugue@unicaen.fr

(3) bernard.delcaillau@unicaen.fr

(1, 2 et 3) Université de Caen Normandie, UMR 6143 CNRS M2C, Laboratoire de Morphodynamique continentale et côtière, 24, rue des Til-  
leuls, 14000 Caen

sous-sol géologique de la Normandie a pu néanmoins bénéficier de forages pour la recherche du minerai de fer ordovicien traversant la couverture jurassique des synclinaux varisques, au nord (Doré, 1971) et au sud de Caen (Dangeard, 1951 ; Rioult, 1968), ainsi que des forages plus anciens pour la recherche d'eau qui ont foncé les terrains jurassiques dans le Bessin (Dollfus, 1913), la campagne de Caen (Bigot 1926b ; Bigot, 1935 ; Dangeard 1951 ; Fily, 1996) et le nord pays d'Auge (Lippman et Dollfus, 1993). Toutes ces coupes sont reprises dans les synthèses géologiques régionales (Bignot 1987 ; Fily et Rioult, 1980 ; Rioult *et al.*, 1991 ; Dugué, 2007). Une autre source d'informations lithologiques et stratigraphiques est à rechercher dans les nombreux forages hydrogéologiques, plus récents et moins profonds (< 100 m) exploitant les aquifères jurassiques et qui ont été interprétés par les géologues régionaux (Bigot, 1950b ; Dangeard et Pareyn, 1960). Depuis la publication de ces monographies hydrogéologiques régionales, les forages destructifs réalisés avec un système « rotary » ou au marteau fond-de-trou sont privilégiés pour des raisons de coût, au détriment de la précision de leur coupe géologique. L'utilisation de la base de données du sous-sol du Bureau de recherches Géologiques et Minières (B.R.G.M) (<http://info-terre.fr>) nécessite au préalable une longue et minutieuse révision stratigraphique des forages référencés ; elle a été ébauchée lors du lever des feuilles géologiques du secteur étudié (cartes géologiques de Caen, Bayeux-Courseulles, Mézidon et de Falaise à

1/50 000) (fig. 1) ou dans les synthèses paléogéographiques (Rioult *et al.*, 1991 ; Dugué, 2007) et hydrogéologiques (Wuilleumier *et al.*, 2013).

Un récent forage carotté sur 82 m a traversé la presque totalité de la série bathonienne, au sud-est de Caen (fig. 2A). Disposer d'un forage carotté profond est l'assurance d'étudier une colonne lithologique, sans mélange possible des matériaux lors de leur remontée. Un autre intérêt tient à sa localisation géographique, car situé à une vingtaine de kilomètres au sud de la coupe littorale de référence des terrains bathoniens normands (fig. 2), précisant et discutant les variations latérales d'épaisseurs et de faciès, dans la série bathonienne du Bessin et de la campagne de Caen. Cette foration couplée à un enregistrement de la radioactivité naturelle (*gamma-ray*) des terrains traversés est également une opportunité pour calibrer les coupes géologiques des forages du Bessin et de la campagne de Caen et esquisser des cartes en isopaques dans les terrains bathoniens.

### LA SÉRIE BATHONIENNE DU BESSIN ORIENTAL ET DE LA CAMPAGNE DE CAEN

La série bajocienne et bathonienne épaisse d'environ 100 m affleure presque en continu dans les falaises du Calvados, entre le Bessin à l'est et la vallée de l'Orne à l'ouest, dans la campagne de Caen (figs 1 et 2). Cette coupe de référence de la bordure oc-

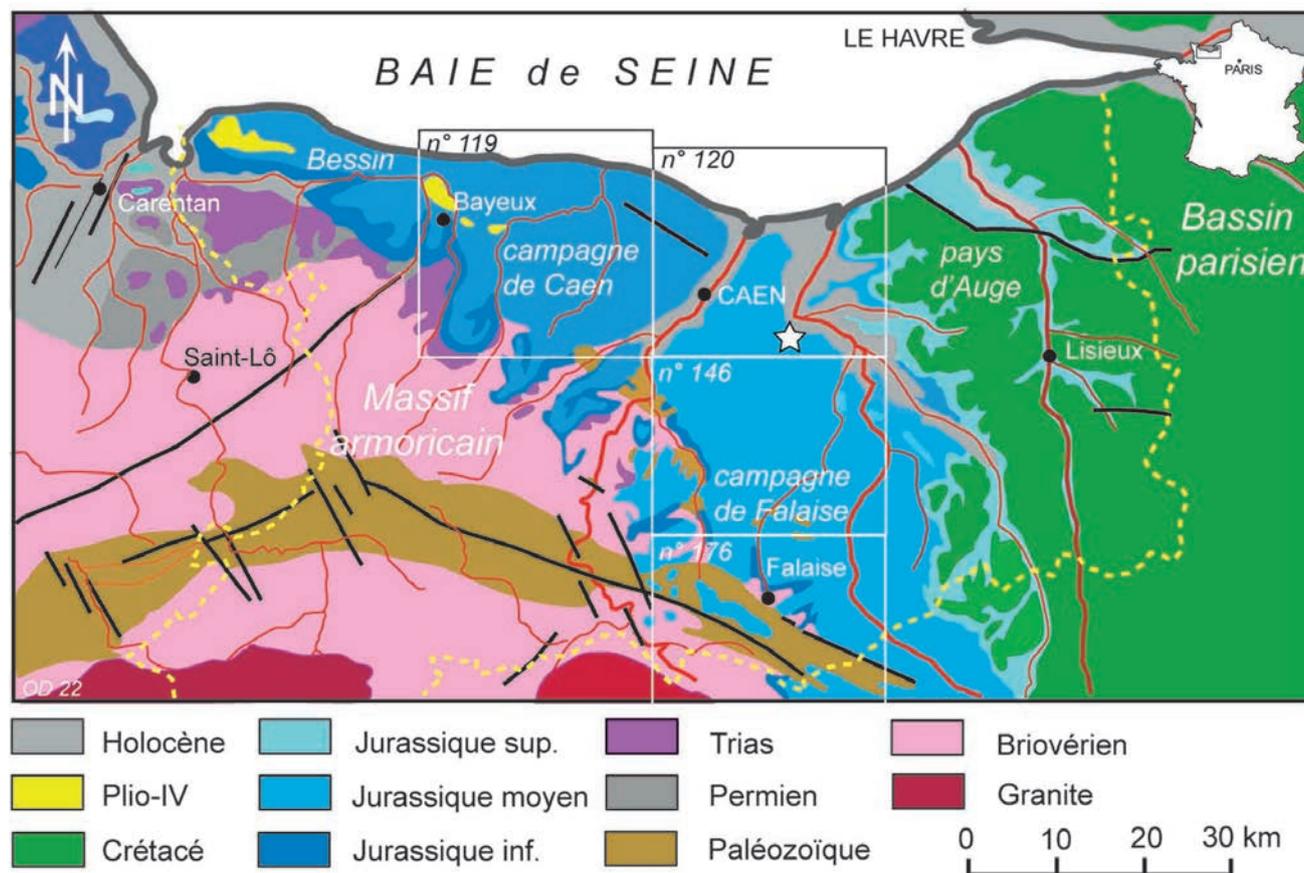


Fig. 1 : Carte géologique simplifiée du Calvados (pointillés jaunes) (extraits de la carte géologique de la France à 1/1 000 000 ; Chantraine *et al.*, 2003). Carroyage blanc : découpage des coupures de la carte géologique à 1/50 000 de Caen (n° 120), Falaise (n° 176), Mézidon (n° 146) et de Bayeux-Courseulles (n° 119). Étoile blanche : localisation du forage carotté du canal de Saint-Oursin, dans la campagne de Caen.

Fig. 1: Simplified geological map of the Calvados (yellow dotted lines) (after the Geological Map of France at 1/1 000 000; Chantraine *et al.*, 2003). White grid: cutouts of the 1/50 000 geological maps of Caen (n° 120), Falaise (n° 176), Mézidon (n° 146) and Bayeux-Courseulles (n° 119). White star: site of the cored borehole in the Saint-Oursin canal, in the Caen district.

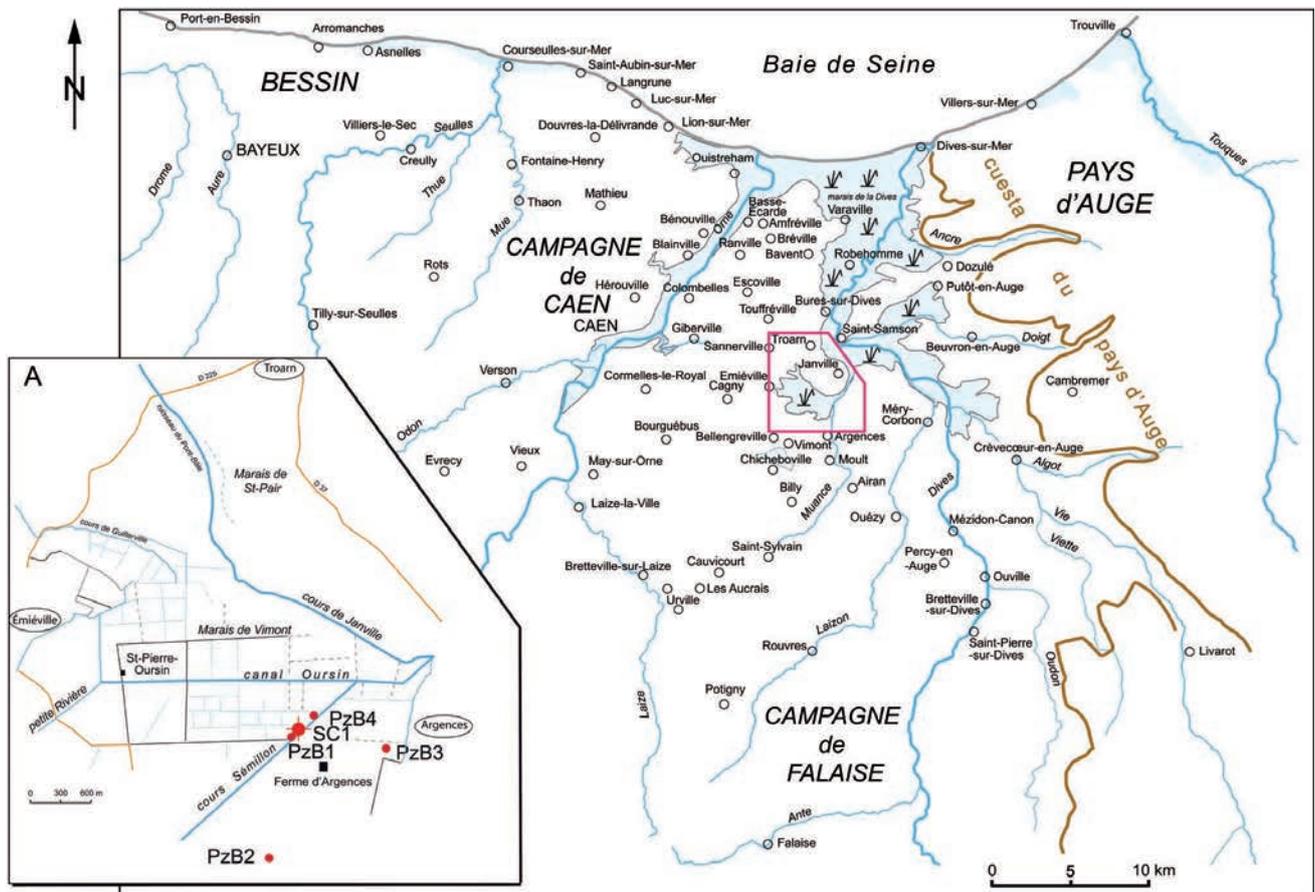


Fig. 2 : Carte géographique du Bessin oriental et de la campagne de Caen. (A) : Localisation du forage carotté du canal de Saint-Oursin (SC1) et des forages destructifs dans les marais de Vimont (d'après Poignant, 2020, modifié).

Fig. 2: Geographical map of the Eastern Bessin and the Caen district. (A): Location of core borehole in the Saint-Oursin canal (SC 1) and destructive drillings in the Vimont marshes (modified after Poignant, 2020).

cidentale du Bassin parisien définit le stratotype historique bajocien (Rioult, 1964) et des parastratotypes bathoniens (Rioult et Fily, 1980) (fig. 3). Les différentes formations bajociennes et bathoniennes d'épaisseur pluridécamétrique ont été détaillées à de nombreuses reprises (Fily et Rioult, 1980 ; Rioult *et al.*, 1991 ; Dugué *et al.*, 1998) ; elles sont séparées par des intervalles fossilifères moins épais et plus marneux appelés caillasses représentant des niveaux repères stratigraphiques (Guillaume, 1925, 1927a, 1927c ; Fily *et al.*, 1979 ; Fily et Rioult, 1980) et par de nombreuses discontinuités sédimentaires d'extension latérale variable, le long de la bordure occidentale du Bassin parisien (Bigot 1940 ; Rioult et Fily, 1975 ; Fily *et al.*, 1979 ; Dugué *et al.*, 1998). Les paléogéographies jurassiques sont contrôlées à la fois par la proximité du sillon marneux péri-armoricain qui ceinture la plateforme armoricaine au nord (Bessin et baie de Seine) et à l'est (vallée de la Seine) et au sud, et par l'Éperon du Perche, haut-fond structural et sédimentaire au droit duquel les séries sédimentaires bajociennes et bathoniennes se biseautent et les environnements carbonatés sont moins profonds, avec des épisodes d'émersion (Fily *et al.*, 1979 ; Rioult *et al.*, 1991 ; Dugué, 2007).

Après le dépôt des calcaires et marnes du Jurassique moyen, plusieurs épisodes de déformation suivis d'érosions interviennent au Jurassique supérieur, et entre le Jurassique et le Crétacé et sont à l'origine de la structuration monoclinale des terrains avec leur

faible pendage vers le nord-est. Durant le Cénozoïque, l'émersion des terrains mésozoïques favorise leur altération au Paléogène (argiles à silex ; Quesnel, 1997), puis leur décapage progressif, d'ouest en est, et une érosion partielle des terrains mésozoïques sous-jacents jusqu'au Quaternaire, tout en étant soumis aux déformations compressives pyrénéennes et alpines (Ziegler, 1990 ; Guillocheau *et al.*, 2000, 2003 ; Dugué, 2007 ; Gély *et al.*, 2014 ; Poignant, 2020 ; Poignant *et al.*, 2021).

En s'éloignant des affleurements littoraux, le découpage stratigraphique des terrains jurassiques recouverts par un couvert végétal permanent et par les formations superficielles devient moins aisé. Il est donc surtout basé sur celui de la coupe littorale (fig. 3), complété par quelques carrières et les nombreux forages réalisés pour les recherches minières et hydrogéologiques. Ces dernières années, la recherche de nouvelles ressources en eau de bonne qualité à proximité de l'agglomération caennaise a orienté les études hydrogéologiques dans les zones humides recouvrant l'aquifère bathonien. Si ce dernier est le plus souvent dégradé par des pollutions d'origine agricole tels les nitrates, des processus de dénitrification naturelle peuvent se manifester lorsque des argiles et tourbes le recouvrent, comme dans la vallée de la Dives, à Saint-Pierre-sur-Dives (Le Bideau, 2000 ; Mazenc et Roux, 2006) ou dans les marais de Vimont (Gaillard et Bernard, 2015) (fig. 2). Les marais holocènes de Vimont (6 km<sup>2</sup>) sont situés à environ 10 km, au sud-est de Caen, au pied de la cuesta callo-

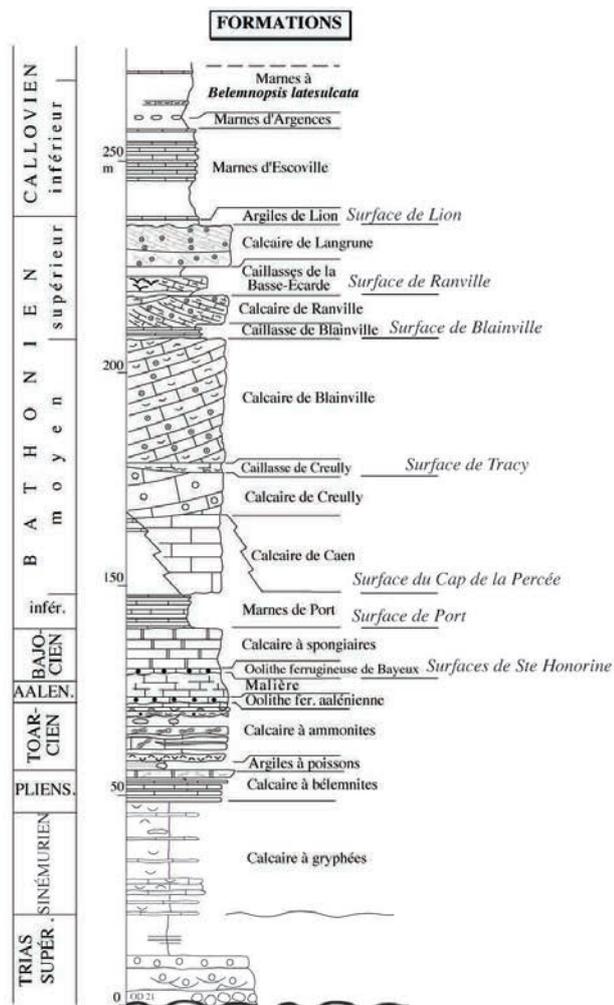


Fig. 3 : Coupe géologique verticale synthétique des formations jurassiques dans le Bessin et la campagne de Caen et principales discontinuités sédimentaires (d'après Dugué *et al.*, 1998, modifié).

Fig. 3: The Middle Jurassic succession of the Bessin and the Caen district showing the main sedimentary discontinuities (modified after Dugué *et al.*, 1998).

viennaise, entre Troarn et Argences, et se sont développés dans une synforme N 70° d'origine tertiaire des calcaires bathoniens (Poignant, 2020 ; Poignant *et al.*, 2021). Ces marais exploités pour l'extraction de la tourbe, ont été asséchés au XVII<sup>e</sup> siècle par le creusement de fossés, puis par l'élargissement au XVIII<sup>e</sup> siècle du canal Saint-Oursin (Martin, 1998) (fig. 2). L'étude des relations entre les eaux superficielles des zones humides et l'aquifère bathonien a nécessité la réalisation d'un forage carotté qui a traversé la presque totalité de la série bathonienne, sur 82 m de profondeur.

## ÉTUDE DU FORAGE CAROTTÉ DU CANAL DE SAINT-OURSIN

### Méthodologie d'étude

Le forage carotté du canal de Saint-Oursin (SC1) a été réalisé entre le 15 septembre et le 3 octobre 2014, par la société Fugro (Gaillard et Bernard, 2015), à proximité du canal Saint-Oursin des marais de Vimont (coordonnées Lambert 2 étendu, X : 415 977 ; Y : 2 463 648 ; Z : 5,54 m). Le diamètre du carottage est de

146 mm, entre 0 et 43,80 m, puis de 123 mm, entre 43,80 et 81,8 mètres. Le forage n'est pas encore référencé dans la banque du sous-sol gérée par le BRGM ([www.infoterre.fr](http://www.infoterre.fr)). Deux diagraphies différées du *gamma-ray* naturel réalisées en 2014, par les sociétés Soleo et GHI (Gaillard et Bernard, 2015) complètent la foration.

Après lavage et sciage préalable des carottes, une description macrolithologique du forage réalisée à l'échelle 1/40 détaille les principaux constituants (oolithes calcaires, pelliculoïdes, bioclastes, ...), la nature de la phase bioclastique (bryozoaires, échinodermes, brachiopodes, gastéropodes, ...), les structures sédimentaires physiques (litages) et biologiques (textures bioturbées, traces fossiles, ...), les discontinuités sédimentaires (surface perforée, encroûtée, durcie, ...), les minéralisations de pyrite, les silicifications et les déformations (stylolithes, fractures, ...) (Poignant, 2020). L'étude pétrographique de 24 lames minces régulièrement espacées dans le forage complète cette description macrolithologique, à partir des classifications de Folk (1959) et de Dunham (1962). L'échelle horizontale de description correspond aux textures carbonatées de Dunham (1962). Les cotes indiquées dans cette étude correspondent aux cotes mesurées par rapport au sommet du forage ou cotes forage.

La coupe du forage est recalée sur une diagraphie différée, réalisée après la foration, de la radioactivité naturelle (*gamma-ray*) réalisée sur 88 m de profondeur. À la verticale du forage, la radioactivité naturelle de la colonne lithologique est enregistrée de façon continue, avec une incertitude d'environ 0,30 m. Cette diagraphie complète la base non carottée du forage (entre 82 et 88 m de profondeur) et permet d'estimer le taux de récupération des carottes remontées par l'outil. L'enregistrement de la diagraphie du *gamma-ray* est fonction de la profondeur et des lithologies traversées, mais ces dernières ont subi des changements diagénétiques après compaction ou déformations, modifiant les caractères physico-chimiques initiaux (Serra et Serra, 2000). Si les géologues pétroliers ont multiplié les analyses diagraphiques (résistivité, conductivité, ...) pour approcher le mieux possible la composition de la roche initiale et ses propriétés pétrophysiques (porosité...), dans les recherches hydrogéologiques, les diagraphies sont le plus souvent limitées à la mesure du rayonnement gamma naturel total des roches (*gamma-ray*). Dans la série sédimentaire jurassique normande, les dépôts radioactifs de charbon ou d'évaporites sont absents et les principales roches radioactives correspondent aux argiles qui fixent et concentrent le potassium, thorium et uranium, trois éléments contribuant au rayonnement gamma. La matière organique et les phosphates peuvent également renfermer des concentrations en uranium (Serra et Serra, 2000), mais sont moins fréquents dans la série bajo-bathonienne régionale. Les calcaires sont peu radioactifs, mais la matière organique peut être secondairement concentrée dans des stylolithes (Serra et Serra, 2000) ou les argiles remplissent par exemple les stéréomes (tests) d'échinodermes (Chaker Raddadi *et al.*, 2005) expliquant une augmentation de la radioactivité naturelle.

### Description

Onze unités géologiques bathoniennes surmontées par une unité quaternaire sont décrites dans les calcaires du forage carotté du canal de Saint-Oursin, avec de bas en haut (cotes données en cotes forage) (fig. 4) :

- **unité 1 non carottée (entre 88 et 82 m)** : la radioactivité naturelle importante, avec des valeurs comprises entre 25 et 50 cps (coups par seconde) (entre 88 et 84 m), et des pics proches de 100 cps (entre 84 et 82 m), décrit un calcaire marneux.

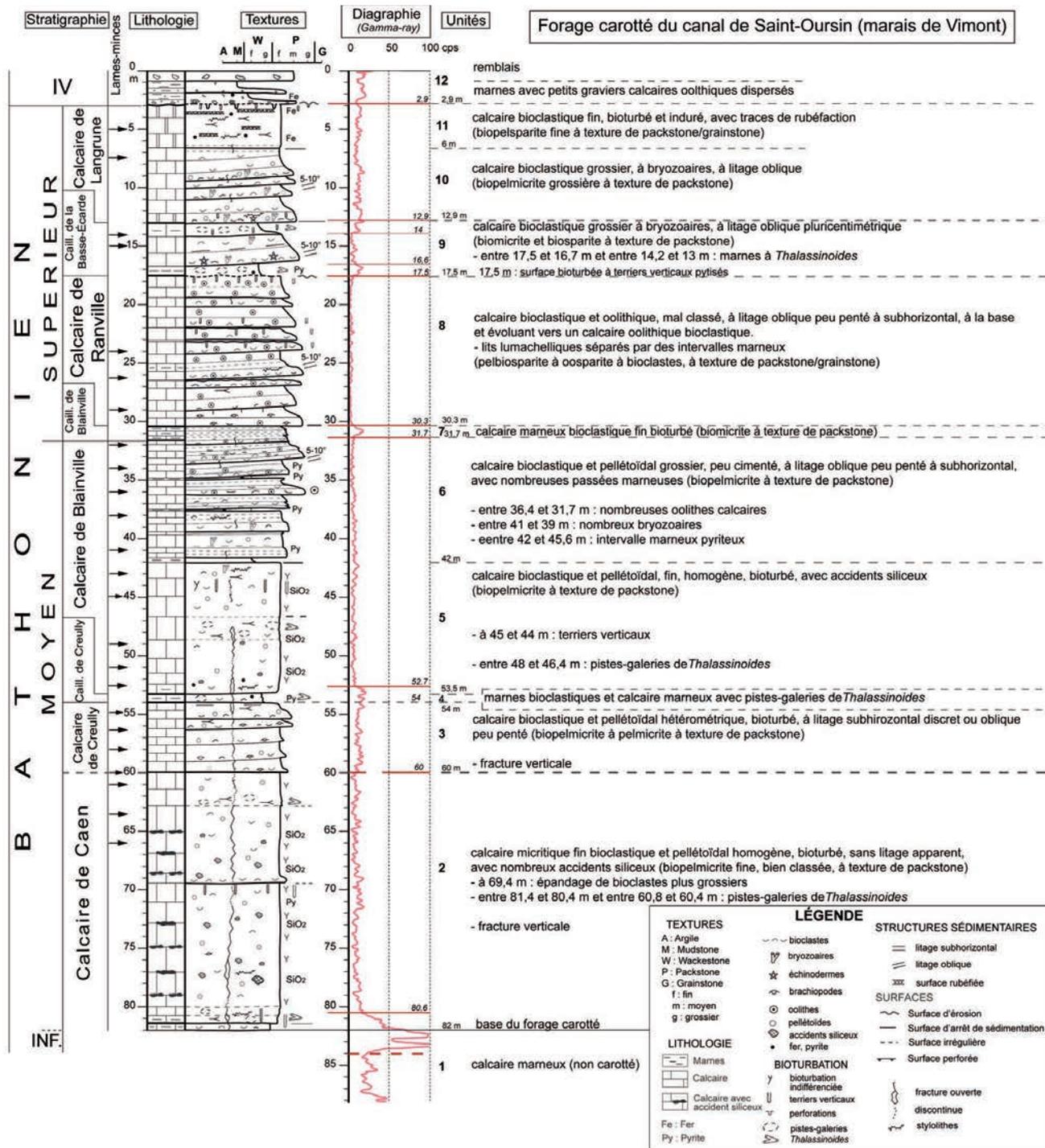


Fig. 4 : Coupe géologique du forage carotté du canal de Saint-Oursin, dans les marais de Vimont, stratigraphie, textures carbonatées, diagraphie différée du gamma-ray et description sédimentaire (d'après Poignant, 2020, modifié).

Fig. 4: Stratigraphical succession of the cored borehole in the Saint-Oursin canal, in the Vimont marshes, showing the carbonate textures, gamma-ray log and sedimentary descriptions (modified after Poignant, 2020).

• **unité 2 (entre 82 et 60 m)** : calcaire micritique fin, bioclastique et pellicétoïdal, homogène, sans litage sédimentaire apparent, bioturbé, avec des intervalles (entre 81,4 et 80,4 m et entre 60,8 et 60,4 m) de pistes-galeries pluricentimétriques de *Thalassinoides* comblées par des bioclastes grossiers, et nombreux accidents siliceux centimétriques à décimétriques de couleur blanc laiteux. Un épandage de plus gros bioclastes est trouvé à

69,4 mètres. Le microfaciès caractéristique est une biopelmicrite fine, compacte, bien classée, à texture de packstone. Les éléments figurés prédominants sont des bioclastes micritisés de bryozoaires, lamellibranches, associés à des foraminifères benthiques, de nombreux pellicétoïdes et de plus rares oolithes régulières. La radioactivité naturelle reste faible, avec un signal oscillant entre 5 et 18 cps.

• **unité 3 (entre 60 et 54 m)** : calcaire micritique bioclastique devenant plus grossier et moins bien classé que dans l'unité 2 sous-jacente, la limite entre les deux unités étant indistincte. Les pellicolites deviennent plus nombreux au sommet de cette unité, à partir de 55,4 m, associés à quelques oolithes calcaires. Un litage subhorizontal à oblique peu pente, souligné par des alignements de bioclastes, caractérise l'unité. Le microfaciès est une biopelmicrite à pelmicrite grossière, mal classée, à texture de packstone. Les bioclastes (échinodermes, brachiopodes et plus rares bryozoaires) et foraminifères sont usés et micritisés, associés à des pellicolites hétérométriques. Cette unité est caractérisée par une légère augmentation de la radioactivité naturelle par rapport à l'unité sous-jacente.

• **unité 4 (entre 54 et 53,3 m)** : marnes bioclastiques avec des intercalations de calcaire marneux à pistes-galeries pluricentimétriques de *Thalassinoides*. Le microfaciès carbonaté est une pelbiomicrite grossière, à texture de wackestone-packstone, avec des pellicolites hétérométriques et des bioclastes d'échinodermes, bryozoaires et brachiopodes, associés à de plus rares foraminifères, oolithes calcaires et intraclastes. Cet intervalle plus marneux coïncide avec une augmentation du *gamma-ray* (entre 20 et 25 cps).

• **unité 5 (entre 53,3 à 42 m, cotes forage)** : calcaire bioclastique fin et pellicolite, homogène, à texture bioturbée, présentant de fréquents accidents siliceux centimétriques à décimétriques, de couleur blanc laiteux ou miel (44,4 m). La bioturbation s'exprime par un niveau de pistes-galeries décimétriques de *Thalassinoides* (entre 48 et 46,4 m) secondairement comblées par des bioclastes grossiers et par des terriers verticaux centimétriques, au sommet de l'unité (entre 45 et 44 m). Le microfaciès est une biopelmicrite compacte, bien classée, à texture de packstone. Les éléments figurés sont des petits bioclastes micritisés d'échinodermes, brachiopodes, associés à des foraminifères, spicules d'éponges et de nombreux pellicolites. Le signal diagrapique redevient faible et homogène, compris entre 0 et 10 cps, proche de celui de l'unité 2.

• **unité 6 (entre 42 m et 31,7 m, cotes forage)** : intervalle marneux à la base (entre 42 et 41,6 m) mais peu marqué sur la diagrapie différée du *gamma-ray*, puis calcaire bioclastique et pellicolite, bioturbé, lité et faiblement consolidé (entre 41,6 et 36,4 m). Il présente des faisceaux d'épaisseur métrique à lits subhorizontaux ou obliques peu pentés (5-10°), surmontés par des liserés argileux. La base de chaque faisceau est un sable calcaire bioclastique et pellicolite grossier devenant plus fin et plus riche en oolithes vers le haut, recouvert par des lamines argileuses. De nombreux bryozoaires millimétriques sont présents à la base de l'unité (entre 41 et 39 m). La bioturbation horizontale prédominante favorise la cimentation des passées plus calcaires (entre 40,4 et 39,5 m et entre 39,4 et 38,6 m). Au sommet de l'unité (entre 36,4 et 31,7 m, cotes forage), les oolithes calcaires deviennent plus fréquentes.

Le microfaciès prédominant est une biopelmicrite compacte et bien triée, à texture de packstone. Les éléments figurés sont des bioclastes micritisés de brachiopodes et échinodermes, des foraminifères et des lithoclastes de pellicolites, bioclastes et oolithes dispersées. À la base des lits, le microfaciès est plus grossier et mal lavé, présentant de fréquentes figures de compaction et de dissolution avec quelques oolithes cassées et des lamines détachées secondairement cimentées. Au sommet, le microfaciès devient plus fin, mieux classé et plus riche en oolithes (oosparite à texture de packstone-grainstone).

La radioactivité naturelle reste faible et homogène, dans la continuité verticale de l'unité 5 sous-jacente.

• **unité 7 (entre 31,7 et 30,3 m, cotes forage)** : calcaire marneux bioclastique fin, et bioturbé, coïncidant avec une nette augmentation de la radioactivité naturelle (20 cps).

• **unité 8 (entre 30,3 m et 17,5 m, cotes forage)** : calcaire pellicolite et bioclastique, devenant plus grossier et oolithique au sommet, avec des litages obliques peu pentés (< 10°), contrastant avec les calcaires bioclastiques de l'unité 6 sous-jacente. Les faisceaux d'épaisseur métrique sont séparés par des interlits marneux (25,8 m, 23 m et 22 m) ; des petits terriers verticaux, secondairement pyritisés, sont fréquents au sommet des faisceaux (17,5 m). À la base des faisceaux, le microfaciès prédominant est une pelbiosparite bien classée, à texture de packstone-grainstone, avec des bioclastes d'échinodermes, bryozoaires et brachiopodes, et quelques oolithes. Il évolue vers le sommet à une oosparite à bioclastes, mieux classée, à texture de packstone-grainstone. La signature diagrapique de cette unité (entre 30,3 et 17,5 m) redevient à la fois très faible et homogène (entre 0 et 5 cps) ; les trois intervalles marneux séparant les faisceaux (25,8 m, 23 m et 22 m) sont trop peu épais pour être enregistrés dans la diagrapie.

• **unité 9 (entre 17,5 et 12,9 m, cotes forage)** : marnes bioclastiques à pistes-galeries de *Thalassinoides* à la base (entre 17,5 et 16,7 m), puis calcaire bioclastique grossier, mal classé, à bryozoaires et à litage oblique (2-10°) (entre 16,7 et 14,2 m) et marnes bioclastiques à pistes-galeries de *Thalassinoides*, au sommet (entre 14,2 et 12,9 m).

Les faisceaux d'épaisseur métrique sont formés de lits lumachelles grossiers à la base et plus fins au sommet, d'épaisseur décimétrique, séparés par des liserés argileux millimétriques. Le microfaciès carbonaté est une biomicrite mal classée, à texture de packstone, à bryozoaires, échinodermes, brachiopodes, et quelques oolithes calcaires. Les deux intervalles marneux bioturbés d'épaisseur métrique (entre 17,5 et 16,7 m, et entre 14 et 12,9 m) coïncident avec deux augmentations de la radioactivité naturelle (20 cps).

• **unité 10 (entre 13 et 6 m, cotes forage)** : calcaire bioclastique grossier, mal classé, à bryozoaires et à litage oblique, organisé en faisceaux d'épaisseur métrique. Le microfaciès carbonaté est une biopelmicrite grossière et mal classée, à texture de packstone, avec de nombreux bryozoaires associés à des échinodermes, brachiopodes, et de plus rares pellicolites et oolithes cassées. Le signal diagrapique du *gamma-ray* présente des oscillations dans la continuité verticale de l'unité sous-jacente.

• **unité 11 (entre 6 m et 2,9 m, cotes forage)** : calcaire bioclastique et pellicolite fin, bioturbé par des terriers horizontaux centimétriques, sans litage sédimentaire apparent, et présentant des traces de rubéfaction (entre 5,5 et 3,1 m) à l'origine de la teinte rougeâtre au faciès calcaire. Au sommet de l'unité (2,9 m), des terriers verticaux et des perforations sont présents mais remaniés dans les dépôts alluviaux quaternaires. Le microfaciès carbonaté est une biopelsparite bien classée à texture de packstone-grainstone, avec des bioclastes d'échinodermes, bryozoaires, gastéropodes, brachiopodes et de pellicolites.

La dernière unité calcaire est érodée par un intervalle décimétrique de graviers calcaires (entre 2,85 et 2,6 m, cotes forage) ; il est surmonté par des marnes coquillères et à petits graviers calcaires oolithiques dispersés (entre 2,6 et 1,4 m, cotes forage),

terminées par un sol faiblement argileux (entre 1,4 et 0,75 m, cotes forage) présentant des tessons de brique, puis par des remblais anthropiques (entre 0,75 et 0 m, cotes forage).

## Conclusion

Sous les dépôts terrigènes quaternaires (unité 12 : entre 2,9 et 0 m), onze unités calcaires et marneuses sont décrites dans le forage carotté du canal de Saint Oursin, à partir des structures sédimentaires physiques et biologiques, des éléments figurés, des textures carbonatées et des enregistrements diagraphiques (fig. 4). Une fracture verticale ouverte parcourt la base du forage (entre 82 et 42 m), associée à des fissures obliques et horizontales à remplissage calcitique (entre 45,4 et 44 m) ou argileux et pyriteux (entre 41,6 et 41,4 m et entre 39,2 et 39 m). Des stries horizontales trouvées à plusieurs niveaux (81, 76, 74,8, 64 et 52,5 m) témoignent d'un jeu décrochant, sans pouvoir préciser sa direction. Dans la partie supérieure du forage (entre 42 et 2,9 m), les petites fissures verticales ou horizontales sont plus fréquentes, remplies par une argile à petits bioclastes ou restées ouvertes (34,3 m, entre 33,6 et 33,4 m, 31,6 m, entre 22,2 et 20,5 m, 19,5 m, entre 16,7 et 16,4 m, entre 13,2 et 12,9 m, entre 12,8 et 12,4 m, entre 11,4 et 11,1 m, à 10,5 m et entre 6,7 et 6,5 m). Enfin, cette fracturation est associée à de nombreux stylolithes horizontaux d'amplitude variable, exprimés dans les calcaires.

## Interprétation stratigraphique

L'interprétation stratigraphique de la coupe du forage carotté du canal de Saint-Oursin repose sur le découpage stratigraphique des terrains jurassiques affleurant sur les côtes du Calvados (Rioullet et Fily, 1975 ; Rioullet *et al.*, 1991 ; Dugué *et al.*, 1998) et sur les notices des cartes géologiques à 1/50 000 de Grandcamp-Maisy (Fily *et al.*, 1989), Caen (Rioullet *et al.*, 1989), Mézidon (Deroin *et al.*, 1999) et Falaise (Gigot *et al.*, 1999), elles-mêmes basées sur la stratigraphie de la coupe littorale (figs 1 et 3 ; tab. 1).

• **La base non carottée du forage** (unité 1, entre 88 et 82 m, cotes forage, fig. 4) caractérise un calcaire marneux attribué aux Bancs bleus (Bathonien inférieur) décrits à la base de la formation du Calcaire de Caen (Guillaume, 1927c ; Rioullet, 1962, 1980). Dans le Bessin, les terrains du Bathonien inférieur correspondent à des alternances décimétriques de marnes et de calcaires marneux (base des Marnes de Port-en-Bessin) reposant sur les calcaires bajociens (Calcaire à spongiaires ; Rioullet, 1980), par l'intermédiaire de trois bancs calcaires (Couches de passage, 0,5-0,6 m, Bathonien inférieur basal) (Guillaume, 1927b, c ; Rioullet et Fily, 1980 ; Dugué *et al.*, 1998) (fig. 3). Dans la campagne de Caen, les Marnes de Port-en-Bessin passent latéralement vers le SSE, à des alternances marno-calcaires fossilifères évoluant vers le sommet à des calcaires argileux (Bancs bleus, Bathonien inférieur, 5 à 10 m). Ces alternances marno-calcaires qui reposent sur un banc condensé (Banc bleu *s. st.*) (Rioullet *et al.*, 1989) n'affleurent pas dans l'agglomération caennaise, mais sont traversées par de nombreux sondages et constituent la base imperméable de la vallée de l'Orne (Rioullet *et al.*, 1989). Le Banc bleu disparaît progressivement vers le sud, entre Caen et Bretteville-sur-Laize, sans doute en relation avec la présence d'écueils paléozoïques (Rioullet, 1962). Au sud-est de Caen (Deroin *et al.*, 1999 ; Gigot *et al.*, 1999), les calcaires argileux des Bancs bleus ne sont plus décrits ; au nord de Falaise, le passage entre le Calcaire à spongiaires et le Calcaire de Caen est progressif par un enrichissement en débris coquilliers et par une diminution de la phase argileuse (Rioullet, 1962) (tab. 1).

Le passage latéral entre les Marnes de Port-en-Bessin et la base plus marneuse du Calcaire de Caen (Bancs bleus) est donc difficile à localiser entre le Bessin et la campagne de Caen (Fily, 1980i), expliquant les confusions dans les descriptions des coupes de forage (Dugué *et al.*, 1998).

• **l'unité 2 (entre 82 et 60 m, cotes forage, fig. 4)** de calcaire bioclastique et pellétoïdal fin, homogène et bioturbé caractérise le Membre supérieur plus carbonaté du Calcaire de Caen (Bathonien moyen ; Rioullet, 1962 ; Fily, 1980d) (fig. 4). Son épaisseur diminue du NW vers le SE, estimée entre 20 et 25 m sur les feuilles Bayeux-Courseulles et Caen, 22 m dans le forage de Bellegreville n°146-2X-0134 à proximité des marais de Vimont, entre 11 et 15 m au droit du synclinal varisque d'Urville et 10 à 12 m, sur la feuille Falaise. Dans la campagne de Caen, ce calcaire micritique fin et homogène, constitué de nombreux petits bioclastes roulés et pellétoïdes tout aussi petits, présente des accidents siliceux retrouvés entre Bayeux et Caen (Maurizot *et al.*, 2000) et au sud de la campagne de Caen (Gigot *et al.*, 1999). Dans la campagne de Falaise et à proximité des écueils paléozoïques de la zone bocaine (Eudes-Deslongchamps, 1862, 1865 ; Bigot, 1947 ; Gigot *et al.*, 1999), le faciès calcaire devient plus coquillier et plus grossier, avec des oncolithes calcaires (tab. 1).

• **l'unité 3 (entre 60 et 54 m, cotes forage, fig. 4)** de calcaire bioclastique grossier et hétérométrique, à litage subhorizontal ou oblique peu penté, formé de faisceaux d'épaisseur métrique décrit le Calcaire de Creully (ou ses nombreux équivalents latéraux : Calcaire de Saint-Pierre-du-Mont, Calcaire de Reviers, Rouvres..., Bathonien moyen ; Bigot, 1926a ; Fily 1975, 1980e, g) (fig. 3). À la base des lits, le microfaciès du Calcaire de Creully est une biosparite grossière à échinodermes, brachiopodes et gastéropodes, à texture de packstone/grainstone, passant vers le haut à une biomicrite riche en spicules d'éponges.

Son épaisseur est maximale dans le NW du Bessin (40 m à Saint-Pierre-du-Mont ; Fily *et al.*, 1989), et diminue vers le SE (18 m à Tracy, 15 m à Longues et à Creully, Fily *et al.*, 1989 ; Dugué *et al.*, 1998) et autour de Caen (10 à 15 m). Elle est estimée entre 7 et 10 m, entre Caen et Mézidon, puis augmente vers l'est, en rive droite de la Dives (12 m dans le forage de Bretteville-sur-Dives n° 146-8X-0036 ; 20 m dans le forage de Mirbel, à Biéville-Quétiéville n° 146-4X-0015) (Deroin *et al.*, 1999). Le Calcaire de Creully se biseaute en direction de Falaise et n'est plus reconnu à l'est de Falaise, en rive droite de la Dives.

Les quelques oolithes calcaires décrites au sommet du Calcaire de Creully, dans le Bessin et au nord de la campagne de Caen, apparaissent dès la base du Calcaire de Rouvres, au sud de la campagne de Caen (Deroin *et al.*, 1999) et dans la campagne de Falaise (Gigot *et al.*, 1999), leurs éléments figurés plus grossiers pouvant confondre ce faciès avec celui du Calcaire de Blainville sus-jacent. Les accidents siliceux horizontaux demeurent fréquents dans le Bessin et la campagne de Caen (Fily, 1975 ; Rioullet *et al.*, 1989 ; Maurizot *et al.*, 2000). Une surface durcie et perforée (surface de Creully ou de Tracy 2 ; Rioullet et Fily, 1975) surmonte cette formation dans les coupes littorales du Bessin (fig. 3) ; elle est retrouvée dans les campagnes de Caen et de Falaise (Gigot *et al.*, 1999) (tab. 1). Dans les carrières souterraines ou à ciel ouvert de la vallée de la Mue, entre Thaon et Reviers, et dans les carrières de Creully, ces sables bioclastiques construisent des dunes hydrauliques (ou mégarides plurimétriques) séparées par des chenaux, sous une dynamique tidale, et dans des environnements marins profonds, à proximité du rivage armoricain (Fily, 1978). Les faisceaux sont constitués de lits bioclastiques séparés

		Feuille Bayeux-Courseulles à 1/50 000 (Maurizot <i>et al.</i> , 2000)	Feuille Caen à 1/50 000 (Rioul <i>et al.</i> , 1989)	Feuille Mézidon à 1/50 000 (Deroin <i>et al.</i> , 1999)	Feuille Falaise (Gigot <i>et al.</i> , 1999)
BATHONNIEN SUPÉRIEUR	Calcaire de Langrune	J3La : 10 à 12 m Calcaire bioclastique à litage oblique, plus grossier, à la base avec accumulations de brachiopodes et bryozoaires. - niveaux marneux riches en encrines et radiales d'oursin • Microfaciès : biosparite à texture de grainstone-packstone, avec des oolithes.	J2g : 8 à 10 m Calcaire bioclastique et oolithique grossier, à litage oblique. • Microfaciès : biosparite oolithique à texture de packstone-grainstone, avec bioclastes bien triés de gastéropodes, bivalves, brachiopodes, polyptères, bryozoaires et échinodermes.	J3La : 8 à 10 m Calcaire bioclastique et oolithique grossier, à litage oblique centimétrique. Calcaire ferruginisé près de Saint-Pierre-sur-Dives et Troam-Sannerville • Microfaciès : biosparite à texture de packstone-grainstone, riche en bryozoaires et pouvant contenir des oolithes.	J3L : 5 à 10 m Calcaire bioclastique grossier, à bryozoaires, en bancs décimétriques mal cimentés et plus indurés au sommet, à litage oblique. • Microfaciès : biomicrorite à texture de packstone à wackestone à gros débris de bryozoaires et biosparite à texture de grainstone, à bryozoaires, entroques et brachiopodes. Calcaire plus oolithique (Louvagny, Occagnes) et pellicéolite plus fin (Barou-en-Auge, Louvagny)
	Caillasse de la Basse-Ecarde	J3B : 2 à 10 m Marnes et calcaires bioclastiques bioturbés avec bioherme à éponges à Saint-Aubin-sur-Mer : alternance de marnes et calcaires bioturbés à <i>Goniorthynchia boueti</i> , conglomérat et niveau marneux (0,5 m), complexe récifal (7,7 m) puis niveau marneux à brachiopodes (2,2 m).	J2f : 0 à 6 m Marnes et calcaires bioclastiques bioturbés, avec lentilles de calcaires pellicéolites ou oncolithiques. 3 unités, avec de bas en haut : 1) Caillasse à <i>Goniorthynchia boueti</i> (3 m) : marnes et calcaires marneux fossilifères ; 2) calcaire bioclastique graveleux à litage oblique (Pierre de Ranville supérieure) ; 3) Marnes blondes : marnes à brachiopodes	J3B : 0 à 5 m Calcaire argileux bioclastique. Diminution de l'épaisseur des caillasses vers le sud. • Microfaciès : biomicrorite à texture de wackestone, riche en brachiopodes et gastéropodes.	J3E : 0 à 3 m Calcaire argileux bioclastique à brachiopodes, avec un niveau riche à <i>Goniorthynchia boueti</i> et bancs irréguliers de calcaires marneux bioclastiques. - caillasse reposant sur le Calcaire de Ranville, d'épaisseur réduite ou sur la surface durcie et perforée au sommet du Calcaire de Bon-Mesnil
	Calcaire de Ranville	J3Ra : 8 à 12 m Calcaire graveleux bioclastique à crinoïdes et pellicéolites ferrugineux, à litage oblique. • Microfaciès : biomicrorite à biosparite, avec débris d'échinodermes, bryozoaires, mollusques et brachiopodes, associés à quelques oolithes micritisées	J2e : 10 à 12 m Calcaire bioclastique à crinoïdes et pellicéolites ferrugineux, à litage oblique. • Microfaciès : biomicrorite à biosparite à crinoïdes et bryozoaires, avec brachiopodes, échinodermes, bivalves et oolithes calcaires dispersées.	J3Ra : 5 à 12 m <u>Au nord</u> (Airan) : calcaire bioclastique parfois grossier, à litage oblique, riche en bryozoaires et crinoïdes (10 m à Vimont). • Microfaciès : biomicrorite à biosparite à texture de packstone. <u>Au NW</u> (Bourguèbus) : calcaire plus grossier. <u>Au sud</u> (Cintheux) : calcaire à rognons de silex et diminution de son épaisseur vers le SE	J3Ra : 0 à 12 m Calcaire bioclastique, à litage oblique, organisé en mégarides, avec lits de silex gris à brunâtres. • Microfaciès : biopelsparite à texture de grainstone, à entroques, lamellibranches et spicules d'éponges.
	Caillasse de Blainville	J3BI : Alternances de marnes et de calcaires marneux bioclastiques bioturbés à bryozoaires, bivalves et ammonites, avec pisolithes et oncolithes ferrugineux.	J2d : 2 à 3 m Alternances de marnes et calcaires bioclastiques bioturbés. • Microfaciès : biomicrorite à brachiopodes bivalves, spongiaires, bryozoaires, échinodermes et gastéropodes. - faible contraste lithologique avec le faciès sous-jacent du Calcaire de Blainville.	J3BI : 0 à 5 m Alternances marne-calcaires, avec microfaciès de biomicrorite riche en brachiopodes et biosparite à texture de packstone, bioturbée, à brachiopodes, spongiaires, bryozoaires et lamellibranches. <u>Au sud</u> (Aucrais) : calcaire bioclastique et oolithique à crinoïdes (épaisseur métrique), à litage oblique, entre deux niveaux de calcaires marneux.	J3B : 0 à 1 m Calcaire argileux bioclastique à brachiopodes ( <i>Goniorthynchia boueti arenaemontis</i> ), bioturbé. • Microfaciès : biomicrorite et biopelsparite à texture de packstone, avec des niveaux plus grossiers à bioclastes micritiques de bryozoaires, échinodermes, brachiopodes et spongiaires.

		Feuille Bayeux-Courseulles à 1/50 000 (Maurizot <i>et al.</i> , 2000)	Feuille Caen à 1/50 000 (Rioul <i>et al.</i> , 1989)	Feuille Mézidon à 1/50 000 (Deroin <i>et al.</i> , 1999)	Feuille Falaise (Gigot <i>et al.</i> , 1999)
BATHONNIEN MOYEN	Calcaire de Blainville	J3B/C : 10 à 15 m Calcarénite grossière à litage oblique, avec oolithes calcaires et lumachelles, souvent d'aspect sableux peu consolidé. • Microfaciès : biosparite à texture de grainstone-packstone, avec bryozoaires, crinoïdes et gastéropodes.	J2c : 8 à 12 m Calcaire bioclastique et oolithique à litage oblique, en faisceaux décimétriques à métriques, passant progressivement vers le haut, à des calcarénites grossières à lumachelles et lentilles oolithiques. Au sommet, petites constructions récifales et accumulations de polyptères ou stromatopores, avec bryozoaires, spongiaires, bivalves et échinodermes.	J3M : 7 à 20 m Calcaire de Bon-Mesnil Trois faciès : - Au NW : calcaire bioclastique, peu consolidé, à polyptères et stromatopores, avec silex. - Au SE : calcaire oolithique et bioclastique, en bancs métriques à décimétriques séparés par des lits marneux (oobiosparite à texture de grainstone). L'épaisseur varie de 8 m (Aucrais, érosion fini Bathonien moyen) à 20 m vers le NW. - <b>faciès d'Olendon (J30)</b> : calcaire très fin et crayeux en bancs plurimétriques (9 m à Olendon).	J3M : 20 à 30 m Calcaire de Bon-Mesnil Deux faciès : 1) calcaires et sables oolithiques (Oolithe militaire) • Microfaciès : oospirite à texture de grainstone, bien classée, avec oncolithes et bioclastes échinodermes, bryozoaires, polyptères, gastéropodes, serpulés et brachiopodes. 2) calcaires fins à oncolites et pellicéolites ( <b>faciès d'Olendon, J30, 15 m</b> ). Surface durcie et perforée au sommet. • Microfaciès : pelmicrite parfois riche en spicules d'éponges, dans un calcaire fin et crayeux à oncolithes et silex gris. <i>Vers le sommet, ces calcaires sont des pellicéolites.</i>
	Caillasse de Creully	J3F : 6 à 7 m Alternances de calcaire bioclastique graveleux et intercalations marneuses centimétriques, avec petits biohermes à éponges calcaires ou de polyptères. • Microfaciès : biomicrorite à spicules d'éponges, avec bioclastes de bryozoaires, échinodermes, bivalves et brachiopodes.	J2c : 1 à 2 m Calcaire bioclastique graveleux, à oolithes calcaires, surmonté par des couches marneuses plus tendres, avec ammonites, bivalves, gastéropodes, bryozoaires et brachiopodes.	J3F : 0 à 2 m Calcaire bioclastique et calcaire marneux fossilifère. La formation se biseaute vers le sud-est : le Calcaire de Bon-Mesnil repose sur la surface de Rouvres.	non décrite
	Calcaire de Creully	J3Cr : 10 (SE) à plus de 20 m (NW) Passage progressif entre le Calcaire de Caen et le Calcaire de Creully. Calcarénites à litage oblique, peu fossilifères, avec lits de silex. • Microfaciès : biosparite à biomicrorite, à texture de wackestone-packstone, avec des spicules, bioclastes de brachiopodes, échinodermes, bryozoaires et bivalves.	J2b : 12 à 15 m Passage discret entre le Calcaire de Caen et le Calcaire de Creully. Calcaire bioclastique, à litage oblique et accidents siliceux, organisé en mégarides à faisceaux d'épaisseur pluridécimétrique. Au sommet, niveau cimenté plus riche en oolithes calcaires.	J3Ro : 7 à 20 m (Calcaire de Rouvres) Calcaire bioclastique à litage oblique, à bryozoaires et spongiaires, avec oolithes dispersées et lits de silex. • Microfaciès : biosparite à texture de grainstone. - épaisseur entre 7 et 10 m, au nord et jusque 20 m vers l'est (Béville-Quétièvre).	J3Ro : 0 à 5 m (Calcaire de Rouvres) Calcaire bioclastique grossier, à oolithes dispersées, à litage oblique, organisé en séquences grandocroissantes métriques. • Microfaciès : biopelsparite à biosparite, à texture de packstone à grainstone, avec bioclastes d'entroques, bryozoaires, spongiaires, brachiopodes et foraminifères. - Surface durcie et perforée au sommet du calcaire qui se biseaute vers le nord.
	Calcaire de Caen	J3Ca : 25 à 30 m Alternances marne-calcaires à la base (Bancs bleus, 5-10 m Bathonien inférieur), puis bancs massifs de calcaire micritique fin homogène, à accidents siliceux (10 m, Bathonien moyen). • Microfaciès : biomicrorite fine, riche en débris de mollusques, échinodermes, brachiopodes et bryozoaires, associés à des foraminifères et des spicules d'éponges.	J2b : 25 à 35 m passage progressif entre les Bancs bleus (5-10 m, Bathonien inférieur) et les bancs calcaires bioclastiques fins sous-jacents avec accidents siliceux (Bathonien moyen). Présence d'un litage oblique au sommet. Macrofaune de bivalves, gastéropodes, céphalopodes, nautilies et brachiopodes.	J3Ca : 11 à 22 m Calcaire bioclastique fin, blanchâtre à beige, en bancs massifs. • Microfaciès : biopelmicrorite et biopelsparite à texture de wackestone (lamellibranches et brachiopodes). Au sommet du Calcaire de Caen : biomicrorite à texture de packstone, à oolithes calcaires.	J3C : 10 à 12 m Calcaire bioclastique fin, en bancs massifs pouvant renfermer des silex. • Microfaciès : pelmicrite à biopelsparite mal lavée, à texture de packstone - wackestone, avec bioclastes micritisés de bivalves et brachiopodes. En bordure d'écueils, biosparites grossières à oncolithes, bioclastes échinodermes, bryozoaires, brachiopodes et lamellibranches.

Tab. 1 : Comparaison des formations géologiques bathoniennes du Bessin oriental et des campagnes de Caen et de Falaise, d'après les notices des cartes géologiques à 1/50 000 de Bayeux-Courseulles (Maurizot *et al.*, 2000), Caen (Rioul *et al.*, 1989), Mézidon (Deroin *et al.*, 1999) et de Falaise (Gigot *et al.*, 1999).

Tab. 1: Comparison of the Bathonian formations in eastern Bessin, and the Caen and Falaise districts, according to the notes on the 1:50,000 geological maps of Bayeux-Courseulles (Maurizot *et al.*, 2000), Caen (Rioul *et al.*, 1989), Mézidon (Deroin *et al.*, 1999) and Falaise (Gigot *et al.*, 1999).

par des films argilo-silteux millimétriques décantés lors des périodes calmes. La direction moyenne des litages obliques indique des paléocourants dirigés vers le N 40° (Fily, 1978).

• **l'unité 4 (entre 54 et 53,3 m, cotes forage, fig. 4)** de marnes bioclastiques bioturbées avec des intercalations calcaires bioclastiques décrit la première caillasse bathonienne normande (Caillasse de Fontaine-Henry et ses équivalents latéraux de Creully, de Longues, de Reviers ou de Saint-Pierre-du-Mont, fin du Bathonien moyen ; Bigot, 1926a ; Rioul et Fily, 1975 ; Fily *et al.*, 1979 ; Fily *et al.*, 1989) (fig. 3). Cette caillasse affleure en rive droite de

la Mue et dans les carrières de Creully et de Douvres-la-Délivrande (fig. 2). Le microfaciès est une biomicrorite à spicules d'éponges, avec des bioclastes de bryozoaires, échinodermes, brachiopodes et des silts quartzeux. Son épaisseur estimée entre 6 et 7 m dans le site éponyme (Rioul *et al.*, 1989 ; Maurizot *et al.*, 2000) diminue au NW de Caen (Carpiquet : 1-2 m) et vers le SE (forages de Rouvres n°146-6X-0102 : 2 m ; du Brasier à Vimont n°146-2X-0128 : 1,5 m ; Billy n° 146-3X-0127 : 1 m ; et Bretteville-sur-Dives n°146-8X-0036 : 1 m) (Deroin *et al.*, 1999), pour disparaître dans la campagne de Falaise (Gigot *et al.*, 1999).

Enfin, dans la carrière de Reviers, la Caillasse de Creully (7 m) renferme des petits biohermes à calcisponges ou à polypiers (Fily, 1978).

• **les unités 5 (entre 53,3 à 42 m, cotes forage, fig. 4)** de calcaire bioclastique fin, homogène, bioturbé, avec des accidents siliceux et 6 (entre 42 m et 31,7 m, cotes forage, fig. 4) de calcaire bioclastique plus grossier, à litage oblique (entre 41,6 et 36,4 m) caractérisent deux faciès distincts du Calcaire de Blainville (ou Calcaire de Bon-Mesnil, ex-Oolithes miliare, Bathonien moyen), au sud de Caen (tab. 1).

L'épaisseur de la formation estimée entre 10 et 15 m dans le Bessin et entre 8 et 12 m autour de Caen augmente à la fois vers l'est et vers le sud (30 m dans la campagne de Falaise) pour diminuer dans la campagne d'Argentan (20 m). Dans le Bessin et les campagnes de Caen et de Falaise, le Calcaire de Blainville est un calcaire bioclastique grossier, à oolithes calcaires, souvent peu consolidé, et à litage oblique (Bigot, 1950a ; Fily, 1980c) (fig. 3). Dans l'agglomération caennaise, des lentilles oolithiques sont décrites à la base de la formation, ainsi que des cordons de nodules de silex (Rioullet *et al.*, 1989). Son microfaciès caractéristique est une oosparite bioclastique à texture de packstone-grainstone, les bryozoaires prédominants sont associés à des célestérés et des gastéropodes. Des petits biohermes à calcisponges se développent localement à la base tandis que des constructions récifales de polypiers et de stromatopores apparaissent au sommet de la formation (coupes du Mémorial de Caen, Blainville, Colombelles...) (Bigot, 1950a ; Dangeard, 1950 ; Fily, 1980c ; Rioullet *et al.*, 1989). Les mégarides du Calcaire de Blainville sont formées de faisceaux d'épaisseur décimétrique à métrique dont l'épaisseur des lits tend à diminuer vers le haut. Les chenaux tidaux deviennent plus rares et la résultante des paléocourants est dirigée vers N 60°, entre le Bessin et la basse vallée de l'Orne et vers N 90°, à l'ouest de Caen (Fily, 1978).

Dans la campagne de Falaise et dans son prolongement oriental de la campagne de Trun-Chambois, l'équivalent latéral du Calcaire de Blainville est le Calcaire de Bon Mesnil (30 m) (Chevillon, 1964 ; Fily, 1980c, f ; Ménillet *et al.*, 1994) (tab. 1). Les sables oolithiques sont trouvés à la base (10 m environ) et au sommet (5 m) du Calcaire de Bon-Mesnil, encadrant plusieurs lentilles calcaires micritiques à oncolithes ou pellétoïdes définissant le faciès d'Olendon (Derooin *et al.*, 1999 ; Gigot *et al.*, 1999) (tab. 1). Cette unité intermédiaire débute par un calcaire fin (5 m) d'aspect crayeux, à oncolithes renfermant de nombreux silex gris clair, son microfaciès est une pelmicrite parfois riche en spicules d'éponges. Il est surmonté par un calcaire fin à pellétoïdes (10 m) rappelant le Calcaire de Caen, son microfaciès est une pelsparite bien classée, avec de nombreux spicules d'éponges et des petits foraminifères benthiques (Gigot *et al.*, 1999).

Dans la campagne de Falaise, ces sables oolithiques, plus ou moins consolidés, présentant des accidents siliceux au nord de Falaise (Monts d'Éraines) s'organisent en faisceaux d'épaisseur métrique, à litage oblique plan ou faiblement arqué. Les paléocourants sont variables, dirigés vers le nord-est ou vers le sud, sans doute perturbés par la présence proche de paléoreliefs (Fily, 1978 ; Gigot *et al.*, 1999). Le microfaciès est une oosparite très bien classée, avec des bioclastes et pellétoïdes, à texture de grainstone. Les bioclastes sont des échinodermes, bryozoaires, polypiers, gastéropodes, serpules et brachiopodes, associés à des lithoclastes de calcaire oolithique. Des lentilles d'un calcaire fin, pellétoïdal à oncolithes s'intercalent dans ces sables, rappelant le faciès d'Olendon.

Dans le Calvados, le sommet du Calcaire de Blainville et ses équivalents latéraux sont érodés par une surface durcie encroûtée et perforée, d'extension régionale (fig. 3) (surface de Blainville ; Rioullet et Fily, 1975 ; Fily et Rioullet, 1980), retrouvée dans la campagne de Falaise (Gigot *et al.*, 1999).

• **l'unité 7 (entre 31,7 et 30,3 m, cotes forage, fig. 4)** de calcaire marneux bioclastique et bioturbé caractérise la Caillasse de Blainville (Bathonien supérieur) (Bigot, 1928 ; Fily, 1980b) (figs 3 et 4). Bien que difficile à distinguer du sommet de l'unité 6 sous-jacente, elle se différencie par une augmentation de la radioactivité naturelle. Dans l'agglomération caennaise, son épaisseur avoisine 3 m (Fily, 1980b) ; elle est estimée entre 1,5 m et 5 m dans les forages au SE de la campagne de Caen (forages de Rouvres n°146-6X-0102 : 2 m et autour de Saint-Pierre-sur-Dives n°146-8X-0032 : 3 m ; 146-8X-0002 : 4,7 m) (Derooin *et al.*, 1999), et moins de 1 m, dans la campagne de Falaise (Gigot *et al.*, 1999).

Entre Courseulles-sur-Mer et Ver-sur-Mer et dans la campagne de Caen, cette caillasse est une alternance de marnes et de calcaires bioclastiques bioturbés avec pisolithes et oncolithes, à bryozoaires et brachiopodes (*Wattonithyris circumdata* et *Digonella*). Dans la carrière des Aucrais, entre Caen et Falaise, cette caillasse débute par un calcaire marneux bioturbé à brachiopodes (0,4 m environ), passant à un calcaire bioclastique à oolithes et entroques (1 à 1,5 m), à litages obliques. Dans la campagne de Falaise, et malgré leur faible épaisseur (< 1 m), elle est reconnue à l'affleurement par une relative abondance en brachiopodes (*Eudesia cardium*, *Digonella digona*, *Wattonithyris circumdata*, *Goniorhynchia boueti arenaemontis*). Leur microfaciès est une biomicrite à biopelmicrite à texture de packstone, dont les bioclastes usés, et micritisés sont des bryozoaires, échinodermes, brachiopodes et spongiaires, associés à quelques oncolithes et lithoclastes du Calcaire de Bon-Mesnil ; les spicules d'éponges sont plus nombreux dans les microfaciès les plus fins.

• **l'unité 8 (entre 30,3 et 17,5 m, cotes forage, fig. 4)** de calcaire bioclastique et oolithique, à litage subhorizontal ou peu penté décrit le Calcaire de Ranville (Bathonien supérieur) (fig. 3). L'épaisseur moyenne de la formation est estimée entre 8 et 12 m sur la carte Bayeux-Courseulles (Maurizot *et al.*, 2000), et entre 10 et 12 m à l'est sur la carte Caen (Rioullet *et al.*, 1989), comme au SE de la campagne de Caen (forages de Vimont, n° 146-2X-0127 : 10 m ; Cesny-aux-Vignes-Ouëzy, n°146-3X-0130 : 9,5 m ; Biéville-en-Auge, n°146-4X-0015 : 12 m ; Donville, n°146-8X-0002 : 10,5 m ; Bretteville-sur-Dives, n°146-8X-0036 : 11,8 m) (Derooin *et al.*, 1999). Dans la campagne de Falaise, son épaisseur minimale estimée à 12 m aux Monts d'Éraines se réduit vers l'est, en rive droite de la Dives (0-3 m) (tab. 1) ; dans le sud pays d'Auge, son équivalent latéral (Calcaire de Fel, 12-20 m) est un calcaire bioclastique à bryozoaires et à litage oblique (Chevillon, 1964 ; Fily, 1980j ; Ménillet *et al.*, 1994).

Entre le Bessin et la campagne de Caen et en rive droite de la basse vallée de l'Orne où la formation a été exploitée dans plusieurs carrières (Guillaume, 1925), ce calcaire graveleux se présente en bancs massifs et durs, très riches en débris d'échinodermes, à litage oblique plan grossier. Dans la coupe éponyme de Ranville (fig. 2), son microfaciès est une biomicrite à biosparite à échinodermes, bryozoaires et brachiopodes, avec des pellétoïdes ferruginisés et des oolithes calcaires dispersées (Rioullet *et al.*, 1989).

Dans la campagne de Caen, les faisceaux sont d'épaisseur métrique (0,3 - 1 m) et la résultante des paléocourants tidaux est

dirigée vers N 120° (Fily, 1978) ; au sud du pays d'Auge, dans les carrières de Fel, la résultante des courants varie entre N 90° et N 140° (Fily, 1980f). Dans la coupe littorale (Saint-Aubin-sur-Mer), plusieurs arrêts de sédimentation subdivisent cette formation qui se termine par une surface d'érosion, perforée et encroûtée par des bivalves (Guillaume, 1925, 1927a,) d'extension régionale (surface de Ranville ; Fily, 1978 ; Rioult *et al.*, 1989) (fig. 3). Cette discontinuité médiocrement récupérée dans le forage carotté est attestée par la présence de terriers verticaux, secondairement pyritisés, au sommet de l'unité 8 (17,5 m) (fig. 4).

Au sud-est de la campagne de Caen, le faciès devient plus fin (biomicrite à biosparite), toujours riche en bryozoaires et crinoïdes et à litage oblique, définissant le faciès d'Airan (Deroin *et al.*, 1999) (tab. 1). Au sud de Caen, à Bourguébuis, les bioclastes plus grossiers sont associés à des oncolithes. Dans la campagne de Falaise, ce calcaire bioclastique très dur, mais moins grossier qu'au nord, à Ranville, présente des lits d'accidents siliceux gris à brunâtres ; il affleure en rive gauche de la Dives, sur les Monts d'Éraines où des champs de mégarides arquées progradant vers le sud-ouest sont décrits en vues aériennes (Gigot *et al.*, 1999). En fonction de la taille des bioclastes, le microfaciès varie entre une biosparite grossière à échinodermes, bryozoaires et serpules, et une biopelsparite à texture de grainstone ou une biopelmicrite à texture de packstone, à entroques, fins lamellibranches et spicules d'éponges (Gigot *et al.*, 1999).

• **l'unité 9 (entre 17,5 et 13 m, cotes forage, fig. 4)** décrite par la succession marnes/calcaire/marnes, traversée sur 4,5 m d'épaisseur, correspond aux trois Membres des Caillasses de la Basse-Écarde (Bathonien supérieur) (Fily, 1974 ; Fily *et al.*, 1979 ; Fily, 1980a) (fig. 3), comprenant à la base, les Marnes à *Goniorhynchia boueti* (calcaire marneux bioclastique et bioturbé ; entre 17,5 et 16,7 m, cotes forage), puis la Pierre de Ranville supérieure (calcaire bioclastique grossier à litage oblique entre 16,7 et 14,2 m, cotes forage) et les Marnes blondes (entre 14,2 et 13 m, cotes forage). Les Caillasses de la Basse-Écarde décrites dans les anciennes carrières ouvertes en rive droite de la basse vallée de l'Orne, entre Ranville et Amfréville (Guillaume, 1925, 1927a ; Rioult et Fily, 1975) et sur les côtes du Calvados, entre Saint-Aubin-sur-Mer et Lion-sur-Mer (Fily, 1974 ; Rioult *et al.*, 1989 ; Dugué *et al.*, 1998), présentent de nombreux arrêts de sédimentation ou d'érosion ; elles sont limitées par deux discontinuités d'extension provinciale, la surface de Ranville à la base et la surface de Luc au sommet (Rioult et Fily, 1975) (fig. 3). Les premiers dépôts (couches à céphalopodes, 0-1,1 m) nivellent les irrégularités de la surface de Ranville (Guillaume, 1925). Dans la coupe littorale, les Caillasses de la Basse-Écarde présentent aussi des constructions à éponges siliceuses (Fily et Rioult, 1981) colonisant des alternances de marnes et de calcaires bioturbés à bryozoaires et crinoïdes (Marnes à *Goniorhynchia boueti*) ; elles sont recouvertes par les Marnes blondes à *Digonella digona* et *Eudesia multicostata* présentant localement à Luc-sur-mer, des lentilles à oncolithes calcaires (Rioult *et al.*, 1991 ; Dugué *et al.*, 1998). Autour de Caen, les Caillasses de la Basse-Écarde débutent par des marnes à brachiopodes, recouvertes par des calcaires bioclastiques grossiers à litage oblique (Pierre de Ranville supérieure) terminés par une surface durcie, perforée et encroûtée par des huîtres (Rioult *et al.*, 1989) et finalement par des alternances marno-calcaires à brachiopodes et bryozoaires. Ces caillasses s'étendent vers le sud de la campagne de Caen, mais deviennent moins épaisses (feuille Mézidon : 0-5 m, feuille Falaise : 0-3 m ; Gigot *et al.*, 1999) (tab. 1). Près de Saint-Pierre-sur-Dives, son microfaciès est une biomicrite grossière à texture de wackestone,

avec des bioclastes de bryozoaires, entroques, brachiopodes, serpules et gastéropodes. Dans la campagne de Falaise, ces calcaires marneux bioclastiques et marnes bioturbés à brachiopodes affleurent en rive droite de la Dives, au-dessus du Calcaire de Ranville, ou directement sur la surface terminale durcie et perforée du Calcaire de Blainville.

• **l'unité 10 (entre 13 et 6 m, cotes forage, fig. 4)** de calcaire bioclastique grossier à bryozoaires, et à litage oblique), passant vers le haut à un calcaire plus fin (unité 11, entre 6 et 2,9 m, cotes forage, fig. 4) caractérise le Calcaire de Langrune (Bathonien supérieur) affleurant sur toute la bordure occidentale du Bassin parisien (Fily, 1980h) (fig. 3). Son épaisseur moyenne est estimée entre 8 et 12 m, sur les côtes du Calvados, dans l'agglomération caennaise et vers le SE (feuille Mézidon : 8-10 m) et sud de Caen (feuille de Falaise : 8 m).

Dans le forage du canal de Saint-Oursin (fig. 4), le calcaire bioclastique fin, cimenté au sommet de la formation (3,1 m d'épaisseur) présente des traces de ferruginisation, également trouvées à l'affleurement, autour de Saint-Pierre-sur-Dives et de Sannerville (Deroin *et al.*, 1999 ; Camuzard, 2000).

Dans la coupe littorale, le Calcaire de Langrune est un calcaire bioclastique grossier à la base, avec des accumulations de brachiopodes et de bryozoaires ; un litage oblique s'exprime ensuite dans un faciès calcaire bioclastique et pellicoïdal plus fin, les oolithes calcaires devenant prédominantes au sommet de la formation. Des crinoïdes pédonculés, des articles d'encrine et des radioles d'oursin sont conservés dans les interlits marneux millimétriques des litages obliques, à la base de la formation (Fily, 1980h). Leurs faisceaux ont une épaisseur décimétrique ; la résultante des paléocourants est dirigée vers le sud (Fily, 1978). Au sommet, une surface d'érosion encroûtée termine la formation (surface de Lion) et les calcaires du Dogger ; elle est retrouvée depuis le Dorset jusqu'au Maine (Rioult et Fily, 1975 ; Rioult *et al.*, 1991 ; Dugué *et al.*, 1998). Dans le forage du canal de Saint-Oursin, cette dernière a été partiellement démantelée par les dépôts alluviaux quaternaires, mais sa présence est attestée par une bioturbation verticale et par des perforations (fig. 4). À l'est de Caen (Sannerville) la formation se charge en oolithes de limonite, au droit de probables hauts-fonds (Rioult *et al.*, 1989). Dans la campagne de Falaise (Gigot *et al.*, 1999), les bancs d'épaisseur décimétrique (0,2 à 0,5 m), très riches en débris de bryozoaires, présentent des faciès très variables ; les plus fréquents sont des biomicrites à texture de wackestone/packstone à gros bioclastes de bryozoaires et serpules, des biosparites à entroques, bryozoaires, petits lamellibranches, à texture de grainstone, des biopelsparites plus fines à pellicoïdes ou des oosparites à bioclastes.

### Conclusion

Le forage carotté du canal de Saint-Oursin (fig. 4), après avoir traversé 2,9 m de dépôts quaternaires, décrit sur 79 m d'épaisseur, l'ensemble des formations bathoniennes de la campagne de Caen, avec de bas en haut (cotes forage) : Calcaire de Caen (82 à 60 m) et les Bancs bleus à sa base, Calcaire de Creully (60 à 54 m), Caillasse de Creully (54 à 53,3 m), Calcaire de Blainville (53,3 à 31,7 m), Caillasse de Blainville (31,7 à 30,4 m), Calcaire de Ranville (30,4 à 17,5 m), Caillasses de la Basse-Écarde (17,5 à 12,9 m) et Calcaire de Langrune (12,9 à 2,9 m). Les faciès carbonatés et les épaisseurs du Bathonien moyen (Calcaire de Caen, Calcaire de Creully et Caillasse de Creully) sont comparables à ceux décrits au SE de la campagne de Caen, tandis que les formations situées entre la fin du Bathonien moyen (Cal-

caire de Blainville) et le Bathonien supérieur (Caillasse de Blainville, Calcaire de Ranville, Caillasses de la Basse-Écarde et Calcaire de Langrune) ont des faciès carbonatés et des épaisseurs proches de ceux décrits autour de Caen, à l'exception du Calcaire de Langrune moins riche en oolithes que dans la coupe littorale et la base du Calcaire de Blainville, décrit par le faciès carbonaté fin, épais de 11,3 m (entre 53,3 et 42 m) d'Olendon.

Les trois caillasses du Bathonien moyen (Caillasse de Creully) et supérieur (Caillasse de Blainville, Caillasses de la Basse-Écarde) sont également retrouvées dans le forage carotté. La faible épaisseur de la Caillasse de Creully (0,7 m) confirme son amincissement dans le SE de la campagne de Caen. La Caillasse de Blainville est surtout identifiée par l'augmentation de sa radioactivité naturelle. La dernière caillasse (Caillasses de la Basse-Écarde) est plus épaisse (4,6 m) et retrouve la trilogie marnes/calcaire/marnes décrite à l'affleurement, dans les campagnes de Caen et de Falaise.

Enfin, les principales discontinuités sédimentaires décrites dans la série bathonienne normande (Rioult et Fily, 1975) sont retrouvées dans le forage carotté du canal de Saint-Oursin, avec les surfaces de Creully (54 m), Blainville (31,7 m), Ranville (17,5 m) et Lion (2,9 m).

## FORAGES DESTRUCTIFS DANS LES MARAIS DE VIMONT (FERME D'ARGENCES)

En s'éloignant des affleurements littoraux, l'essentiel des informations géologiques provient de l'interprétation de forages destructifs (au marteau fond-de-trou ou au rotary) dont les échan-

illons récupérés sont mélangés lors de leur remontée à la surface (Plote, 1986). Les coupes géologiques sont aussi moins précises que dans un forage carotté. Dans les marais de Vimont, quatre forages de 50 m de profondeur ont été réalisés au marteau fond de trou, en 2016, dans le cours du Sémillon, à la Ferme d'Argences pour servir de piézomètres (PzB1, PzB2, PzB3 et PzB4) (figs 2 et 5). Une diagraphie différée du *gamma-ray* complète chaque foration. Les forages PzB2 et PzB3 sont distants respectivement de 1,3 km au sud, et 850 m à l'est du forage carotté du canal de Saint-Oursin, tandis que les forages PzB1 et PzB4 sont très proches de ce dernier (fig. 2A). Les échantillons du forage PzB1 n'ont pas été conservés et dans les trois forages étudiés PzB2, PzB3 et PzB4 (coordonnées Lambert 2 étendu pour PZ2 : X : 415 974 ; Y : 2 463 639 et Z : 5,47 m ; PZ3 : X : 415 981 ; Y : 2 463 648 et Z : 5,52 m ; PZ4 X : 415 990 ; Y : 2 463 648 et Z : 5,37 m ; Gaillard et Bernard, 2015), les échantillons récupérés tous les 3 m ont été lavés, puis décrits pour établir les coupes géologiques. Après avoir traversé une série quaternaire (1 à 3 m) d'argiles noires tourbeuses avec de petits graviers calcaires, l'épaisseur de la série bathonienne est entre 47 et 49 mètres. Leur foration au marteau de fond trou, avec un mélange des *cuttings* lors de leur remontée à la surface et un prélèvement des échantillons espacé tous les 3 m ne permettent pas de localiser avec précision les caillasses bathoniennes surtout identifiées dans les diagraphies du *gamma-ray*. Les coupes géologiques des trois forages sont similaires et seule celle du piézomètre PZB 2 est présentée (fig. 5).

Dans ce forage PzB2, la base de l'enregistrement diagraphique (51 m) caractérisée par un pic de la radioactivité naturelle

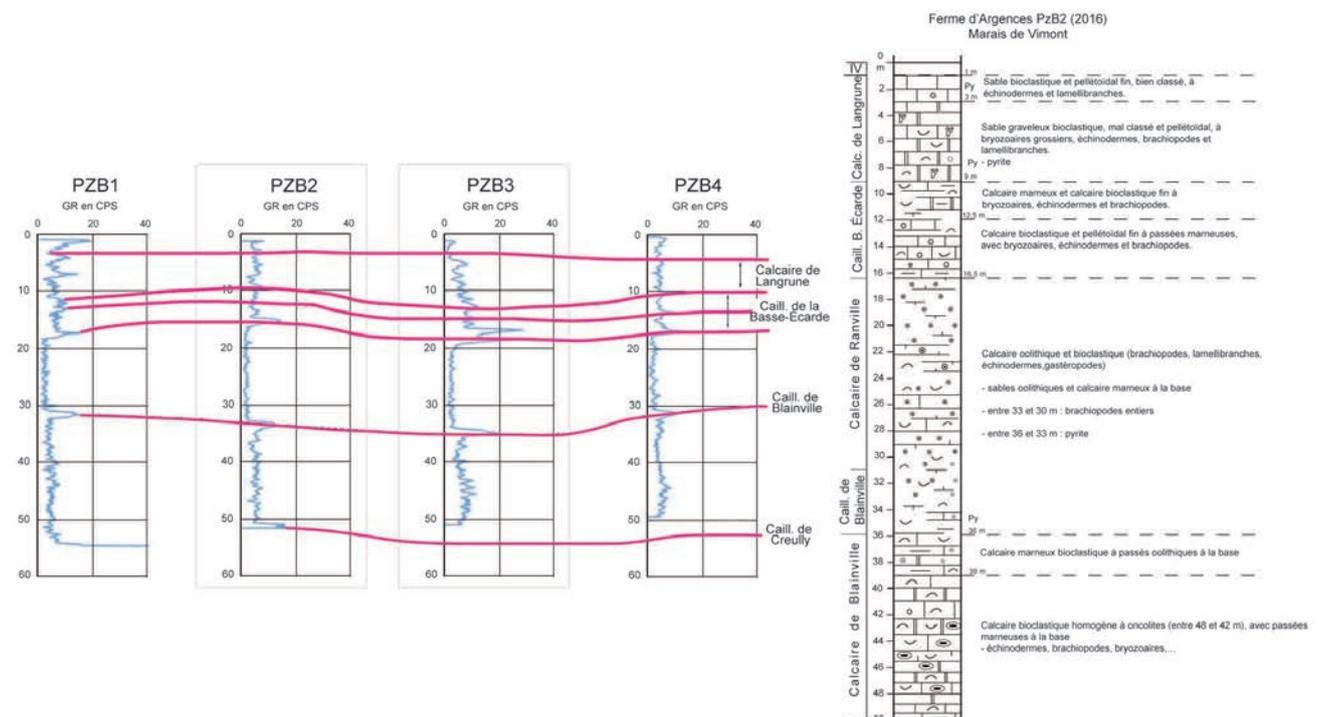


Fig. 5 : Corrélation et interprétation stratigraphique des diagraphies différées du *gamma-ray* dans les forages destructifs de la Ferme d'Argences (PZB1, PZB2, PZB3 et PZB4) (rapport Safège, 2016, in Poignant, 2020, modifié). Coupe géologique du piézomètre PZB2 (d'après Poignant, 2020, modifié). Localisation des forages destructifs de la Ferme d'Argences indiquée dans la figure 2.

Fig. 5: Correlation and stratigraphic interpretation of the *gamma-ray* logs in the destructive boreholes at the Ferme d'Argences (PZB1, PZB2, PZB3 and PZB4) (Safège report, 2016, after Poignant, 2020, modified). Vertical Geological section of the PZB2 piezometer (after Poignant, 2020, modified). The location of the destructive boreholes at the Ferme d'Argences is shown in Figure 2.

correspondrait à la Caillasse de Creully, peu marquée dans le forage carotté. Les forages PzB3 et PzB4 ne l'ont pas atteint (fig. 5).

La base forée dans les trois forages est un calcaire bioclastique et pellicétoïdal à bryozoaires, présentant de nombreuses oncolithes dans les forages PzB2 (entre 48 et 42 m) et PzB4 (entre 50 et 42 m) qui correspond au faciès fin d'Olendon (Poignant, 2020). Dans le forage carotté du canal de Saint-Oursin, comme dans le forage PzB3, les oncolithes ne sont pas retrouvées. Un calcaire bioclastique plus grossier et riche en oolites, avec des passées marneuses est ensuite décrit dans les forages PzB2 (entre 39 et 36 m ? de profondeur), PzB3 (entre 42 et 36 m de profondeur) et PzB4 (entre 40 et 34 m de profondeur) caractérisant le sommet du Calcaire de Blainville. La radioactivité naturelle du Calcaire de Blainville reste faible et homogène.

La Caillasse de Blainville (Bathonien supérieur) présente un faciès proche de celui du Calcaire de Blainville sous-jacent dans le forage carotté (fig. 4), mais reste difficile à identifier à partir d'échantillons de forages destructifs (PzB2 : entre 36 et 31 m ? de profondeur ; PzB3 : entre 36 et 33 m ? de profondeur ; PzB4 : entre 32 et 30 m ? de profondeur). La formation est marquée par une brutale augmentation de la radioactivité naturelle, dans les trois forages PzB2 (34 m) PzB3 (35 m) et PzB4 (32 m).

Le Calcaire de Ranville (Bathonien supérieur) est caractérisé par un faciès calcaire oolithique et bioclastique grossier, à texture de grainstone, dans les trois forages destructifs (entre 31 ? et 16,5 m de profondeur dans PzB2, entre 30 et 15 m de profondeur dans PzB3, et entre 34 et 16,5 m ? de profondeur dans PzB4) ; les épaisseurs traversées sont comparables à celle mesurée dans le forage carotté (12,8 m) (fig. 4). Dans le forage PzB4, le sommet (entre 21 et 16,5 m de profondeur) devient plus fin, avec des crinoïdes et bryozoaires, associés à des brachiopodes, lamelli-branches, et plus rares polypiers. L'enregistrement de sa radioactivité naturelle à la fois faible et homogène, est identique à celui du forage carotté. Cette formation est surtout individualisée par les deux pics de radioactivité à son toit et à son mur, correspondant aux deux caillasses bathoniennes plus radioactives et marneuses.

Les Caillasses de la Basse-Écarde (Bathonien supérieur) sont des calcaires marneux bioclastiques à bryozoaires et échinodermes, avec quelques coquilles entières de brachiopodes (entre 16,5 m ? et 9 m de profondeur dans PzB2, entre 15 m ? et 12 m de profondeur dans PzB3 et entre 16,5 et 12 m de profondeur dans PzB4). Le pas d'échantillonnage ne permet pas de mieux préciser les limites des caillasses caractérisées par une nette augmentation de la radioactivité naturelle (entre 16,5 et 9 m dans le forage PzB2 ; entre 19 ? et 12 m dans le forage PzB3 et par trois pics successifs entre 17 ? et 11 ? m dans le forage PzB4) (fig. 5). Leur épaisseur mesurée dans les forages destructifs PzB4 (6 m) et PzB2 (7,5 m) apparaît plus importante que dans la coupe du forage carotté (4,6 m).

Le Calcaire de Langrune (Bathonien supérieur) est décrit comme un calcaire bioclastique grossier à bryozoaires, à la base, devenant plus fin et mieux classé avec des pellicétoïdes au sommet. Ce faciès sommital est érodé par les dépôts alluviaux quaternaires dans le forage PzB4. Cette formation est traversée entre 9 et 1 m de profondeur, dans PzB2 ; entre 12,5 et 1 m de profondeur dans PzB3 et entre 12 et 3 m de profondeur dans PzB4.

## Conclusion

Malgré l'imprécision des coupes géologiques de forages destructifs, leur comparaison avec celle du forage carotté permet de

retrouver les principales unités lithologiques et faciès du secteur. La difficulté d'identifier les caillasses à partir des seuls *cuttings* est palliée par l'augmentation de leur radioactivité naturelle dans les enregistrements du *gamma-ray*.

## FORAGES ET DIAGRAPHIES DANS LA SÉRIE JURASSIQUE DU BESSIN ET DE LA CAMPAGNE DE CAEN

Dans le Bessin et la campagne de Caen, les enregistrements du *gamma-ray* dans la série jurassique restent encore peu nombreux, d'autant que des variations latérales de faciès ou d'épaisseur peuvent modifier la signature diagraphique des formations et par conséquent compliquer les corrélations de forages.

Entre Arromanches au NW et Saint-Pierre-sur-Dives au SE, 87 forages profonds bénéficiant d'une diagraphie sont référencés dans la banque du sous-sol ([www.infoterre.fr](http://www.infoterre.fr)), les plus nombreux et les plus récents étant situés entre Mézidon-Canon et Saint-Pierre-sur-Dives (fig. 2). Dans cette étude, douze forages sont retenus (fig. 6) présentant à la fois un enregistrement diagraphique de bonne qualité et une coupe lithologique précise, tout en traversant plusieurs formations géologiques, entre le Lias et le Bathonien supérieur (Poignant, 2020) (tab. 2). Ils sont regroupés en quatre secteurs géographiques : a) Bessin oriental et ouest de la campagne de Caen, b) nord de la campagne de Caen, c) nord-est de la campagne de Caen et d) sud de la campagne de Caen.

### Bessin oriental et ouest de la campagne de Caen : forages de Ryes, Colombiers-sur-Seulles, Thaon et Saint-Manvieu-Norrey (figs 6 et 7)

La frontière géographique entre le Bessin et la campagne de Caen est imprécise. Les forages hydrogéologiques qui traversent les terrains bathoniens à toarciens enregistrent une évolution sédimentaire intermédiaire entre celle plus terrigène caractéristique du Bessin et proche du sillon marneux et celle plus condensée pour les terrains du Lias, et plus carbonatée pour les terrains du Dogger, au sud de Caen. Dans les quatre forages et diagraphies retenus (forages de Ryes, Colombiers-sur-Seulles, Thaon et de Saint-Manvieu-Norrey) (fig. 7), les pics de radioactivité naturelle correspondent aux Argiles à poissons (Toarcien inférieur), Oolithe ferrugineuse aalénienne et Oolithe ferrugineuse de Bayeux (Bajocien). Les deux membres marneux du Calcaire à ammonites du Toarcien (Marnes à *Haugia* à la base et Marnes à ammonites au sommet) sont retrouvés dans les diagraphies des forages de Ryes, Colombiers-sur-Seulles et sans doute de Thaon. L'évolution de la radioactivité naturelle de la Malière (Aalénien-Bajocien) est plus variable, avec des intervalles radioactifs marneux dans les forages de Rye et de Thaon. Au-dessus de l'Oolithe ferrugineuse de Bayeux (Bajocien inférieur et supérieur), facile à reconnaître à la fois dans des échantillons de forages et dans les diagraphies, la radioactivité naturelle du Calcaire à spongiaires (Bajocien supérieur) présente les mêmes gradients verticaux dans les diagraphies, avec une tendance à la diminution suivie d'une augmentation du *gamma-ray* se prolongeant dans les Marnes de Port-en-Bessin, pour les forages de Rye, Colombiers-sur-Seulles et Thaon. Cette évolution apparaît moins marquée dans le forage de Saint-Manvieu-Norrey situé à 9 km au sud du forage de Thaon (fig. 6). La série bathonienne (Marnes de Port-en-Bessin et Calcaire de Creully) est caractérisée par une diminution régulière de la radioactivité naturelle ; de nombreuses oscillations définissent les alternances marno-calcaires des Marnes de Port-en-Bessin, dans les forages de Ryes, Colombiers-sur-Seulles, de Thaon et

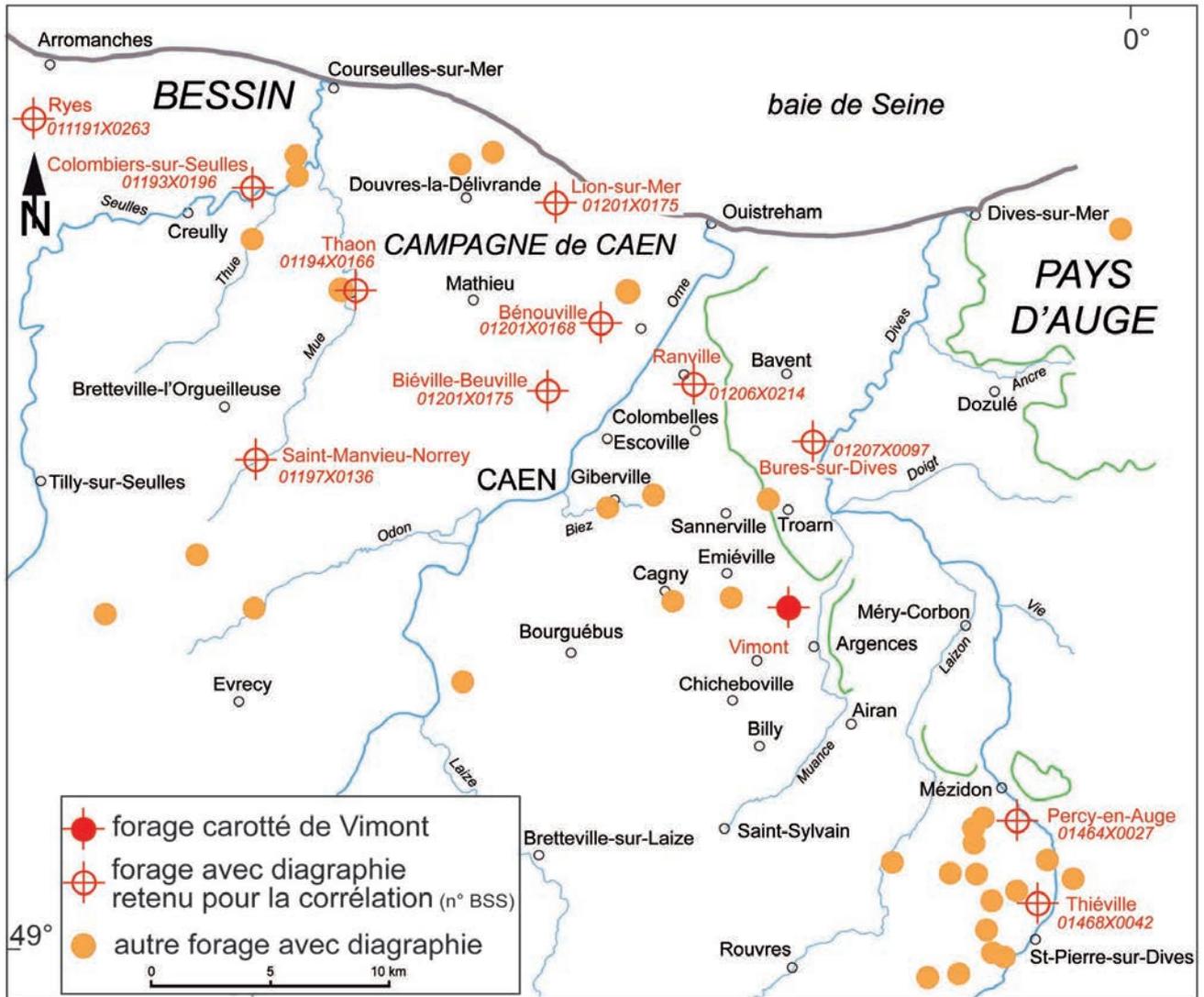


Fig. 6 : Carte de localisation des forages présentant une diagraphie différée du *gamma-ray* dans le Bessin oriental et la campagne de Caen.

Fig. 6: Location map of boreholes for which *gamma-ray* logs were determined in eastern Bessin and the Caen district.

commune	localisation	n° BSS	année	Lambert 2 étendu		Z (EPD)	profondeur (m)	Formation géologique (base)	Formation géologique (sommet)
				X	Y				
Ryes	Le Pavillon	01191X0263	1994	383910	2484153	27	46	Argiles à poissons	Calcaire de Caen
Colombiers-sur-Seulles	Rivière La Seulles	01193X0196	1991	393159	2481097	12	68	Argiles à poissons	Calcaire de Caen
Thaon	Barbières	01194X0166	1994	397434	2477193	24	77	Lias	Calcaire de Blainville
Saint-Manvieu-Norrey	Vallée de la Mue	01197X0136	1991	393487	2469746	59	61	Lias	Calcaire de Caen
Lion-sur-Mer	Le Clos des Marettes (CR1)	01201X0175	1983	405881	2480985	16	86	Marnes de Port-en-Bessin	Calcaire de Langrune
Biéville-Beuville	Ferme du Marais	01205X0472	1994	405653	2472687	4,5	88	Trias	Calcaire de Blainville
Bénouville	Le Nermout	01201X0168	1979	408001	247552	28	118	socle armoricain	Calcaire de Langrune
Ranville	Station pompage Le Mariquet	01206X0214	1990	411885	2473180	9	70	Calcaire de Caen	Calcaire de Langrune
Bures-sur-Dives	La Cour Manable	01207X0097	1988	416936	2470630	4	83	Calcaire de Caen	Calcaire de Langrune
Marais de Vimont		non renseigné	2014	415 977	2 463648	5,54	88	Calcaire de Caen	Calcaire de Langrune
Thiéville (Percy-en-Auge)	Plainville	01464X0027	1993	425715	2454569	18	84	socle armoricain	Calcaire de Langrune
Thiéville	Le Bas Gueret	01468X0042	1989	426470	2451098	37	85	socle armoricain	Calcaire de Langrune

Tab. 2 : Coordonnées et caractéristiques des douze forages présentant une diagraphie différée du *gamma-ray* retenus pour l'interprétation stratigraphique des diagraphies pour le Bessin oriental et la campagne de Caen.

Tab. 2: Coordinates and characteristics of twelve selected boreholes with *gamma-ray* logs which provide the basis of the stratigraphical interpretation of those determined in eastern Bessin and the Caen district boreholes, presented herein.

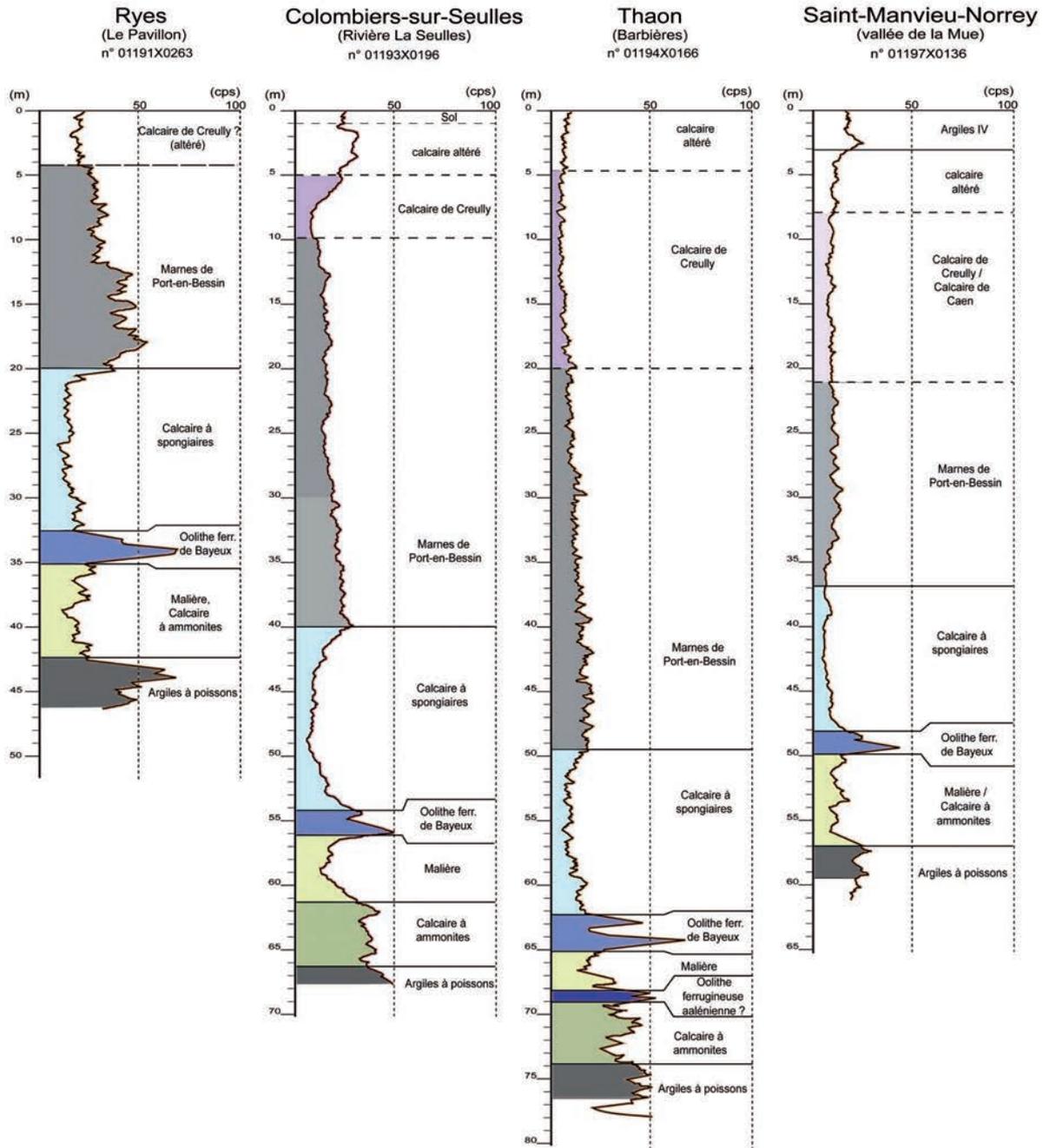


Fig. 7 : Interprétation stratigraphique des diagraphies différées du *gamma-ray* dans le Bessin oriental et l'ouest de la campagne de Caen : forages de Ryes, Colombiers-sur-Seulles, Thaon et Saint Manvieu-Norrey (d'après Poignant, 2020, modifié).

Fig. 7: Stratigraphical interpretation of the *gamma-ray* logs in eastern Bessin and the western Caen district, from the boreholes at Ryes, Colombiers-sur-Seulles, Thaon and Saint Manvieu-Norrey (modified after Poignant, 2020).

de Saint-Manvieu-Norrey. Leur intensité devient plus faible dans le forage de Saint-Manvieu-Norrey, et son gradient du *gamma-ray* se prolonge dans un ensemble plus carbonaté « Calcaire de Caen/Calcaire de Creully » difficile à subdiviser.

#### Nord de la campagne de Caen : forages de Lion-sur-Mer, Biéville-Beuville et Bénouville (figs 6 et 8)

Entre Caen et la mer, les forages de Lion-sur-Mer, Biéville-Beuville et Bénouville traversent pour l'essentiel les terrains du

Jurassique moyen et inférieur ; le forage plus profond de Biéville-Beuville (88 m) atteint les argiles et cailloutis triasiques. L'enregistrement diagraphique du *gamma-ray* dans le forage de Biéville-Beuville est comparable à celui du forage de Thaon distant d'une dizaine de kilomètres, au NNW (fig. 7), les pics de la radioactivité naturelle caractérisent les argiles triasiques, Argiles à poissons (Toarcien inférieur), Calcaire à ammonites (Toarcien) et Oolithe ferrugineuse de Bayeux (Bajocien). La signature diagraphique des Marnes de Port-en-Bessin, telle qu'elle est décrite

plus à l'ouest, dans le forage de Ryes, s'estompe (fig. 7) ; à la base de la formation, sa radioactivité naturelle prolonge celle du Calcaire à spongiaires, avec de plus fréquentes oscillations, indiquant la présence des Bancs bleus (fig. 8). L'ensemble indifférencié « Calcaire de Caen/Calcaire de Creully » (Bathonien moyen) enregistre un gradient vertical décroissant de la radioactivité naturelle, avant une nette augmentation dans la Caillasse de Creully (Bathonien moyen). La diagraphie du forage de Lion-sur-Mer situé plus au nord retrouve le gradient décroissant d'une radioactivité naturelle faible, dans un ensemble « Calcaire de Caen/Calcaire de Creully » difficile à subdiviser. Seules la Caillasse de Creully, la Caillasse de Blainville et les Caillasses de la Basse-Écarde sont identifiées par des intervalles marneux plus radioactifs (fig. 8). La diagraphie du *gamma-ray* du forage de Lion-sur-Mer, le Calcaire de Blainville (Bathonien moyen) présente au moins trois intervalles radioactifs marneux d'épaisseur métrique qui n'ont pas été décrits dans celle du forage carotté du canal de Saint-Oursin, à Vimont. La base du Calcaire de Ranville (Bathonien supérieur) est plus marneuse que son sommet qui contraste avec les Caillasses de la Basse-Écarde sus-jacente. Enfin, le Calcaire de Langrune (Bathonien supérieur) présente au moins deux unités distinctes, une radioactive et marneuse à la base avec une intensité proche de celle enregistrée dans les Caillasses de la Basse-Écarde sous-jacentes et une seconde plus carbonatée.

Sur la rive gauche de l'Orne, entre Caen et la mer, le forage de Bénouville est situé à mi-chemin entre les forages de Biéville-Beuville au sud et de Lion-sur-Mer au nord (fig. 6). Il a traversé les différentes formations entre les Argiles à poissons (Toarcien inférieur) et le Calcaire à spongiaires (Bajocien supérieur), mais une lacune d'enregistrement liée à la présence d'une cavité (entre 102 et 98 m de profondeur) ne permet pas de décrire le passage entre le Calcaire à spongiaires et les Bancs bleus. Dans le forage de Bénouville, l'évolution diagraphique de la série bathonienne est très proche de celle enregistrée dans le forage carotté de Vimont (fig. 4). Une augmentation du *gamma-ray* caractérise les Bancs bleus, puis une diminution progressive de la radioactivité naturelle, tout en présentant de nombreuses oscillations au sommet désigne un ensemble indifférencié « Calcaire de Caen-Calcaire de Creully ». La Caillasse de Creully reste indissociable du Calcaire de Creully. Dans le Calcaire de Blainville, un intervalle radioactif marneux d'épaisseur plurimétrique est retrouvé, comme au nord, dans le forage de Lion-sur-Mer, avec une intensité similaire à celle de la Caillasse de Blainville. Le Calcaire de Ranville traversé dans le forage de Bénouville est très épais (> 20 m) ; son gradient du *gamma-ray* est identique à celui décrit dans le forage de Lion-sur-mer. Une telle similitude se retrouve pour les Caillasses de la Basse-Écarde, tandis que la base du Calcaire de Langrune apparaît plus carbonatée.

#### **NE de la campagne de Caen : forages de Ranville et Bures-sur-Dives (figs 6 et 9)**

Au nord-est de Caen, entre les vallées de l'Orne et de la Dives, les forages de Ranville et de Bures-sur-Dives distants de 5,6 km, présentent des évolutions diagraphiques similaires du *gamma-ray*. L'ensemble « Calcaire de Caen, Calcaire de Creully et Caillasse de Creully » est caractérisé par un faible signal radioactif homogène se prolongeant dans le Calcaire de Blainville sus-jacent et jusqu'à la base plus radioactive de la Caillasse de Blainville. L'évolution verticale est plus complexe dans le Calcaire de Ranville enregistrant un intervalle radioactif marneux d'épaisseur plurimétrique, au sommet, alors qu'il est décrit à la base, dans le forage de Lion-sur-Mer (fig. 8).

#### **SE de la campagne de Caen : forages de Vimont, Percy-en-Auge et Thiéville (figs 6 et 10)**

Au sud-est de la campagne de Caen, entre Argences et Saint-Pierre-sur-Dives, les deux forages retenus de Thiéville et de Percy-en-Auge complètent l'étude du forage carotté de Vimont. Dans le forage de Percy-en-Auge, l'équivalent latéral du Calcaire à spongiaires repose directement sur les terrains paléozoïques du synclinal de May, expliquant sa signature diagraphique particulière. L'évolution du *gamma-ray* de l'ensemble indifférencié « Calcaire de Caen - Calcaire de Creully » est similaire à celle décrite dans le forage carotté de Vimont (fig. 4). Une augmentation de la radioactivité naturelle au sommet du Calcaire de Creully indiquerait l'existence de la Caillasse de Creully qui n'est pas retrouvée à l'affleurement (Deroin *et al.*, 1999). En revanche, l'évolution diagraphique dans le Calcaire de Blainville diffère de celle du forage carotté du canal de Saint-Oursin (fig. 4), avec plusieurs intervalles radioactifs marneux également retrouvés dans le forage de Lion-sur-Mer distant de plus de 30 km, au NNW (fig. 8). Le Calcaire de Ranville et le Calcaire de Langrune (Bathonien supérieur) sont identifiés par une augmentation de la radioactivité naturelle dans la Caillasse de Blainville et les Caillasses de la Basse-Écarde qui les encadrent comme dans le forage carotté de Vimont (fig. 4).

#### **Conclusion**

Dans les diagraphies du *gamma-ray* du Bessin oriental et de la campagne de Caen, l'identification des formations entre le Lias et le Bajocien est facilitée par plusieurs repères radioactifs comme celui de l'Oolithe ferrugineuse de Bayeux (Bajocien) constituant l'un des meilleurs marqueurs à la fois diagraphiques et lithologiques. Dans les autres formations bajo-bathonniennes, la corrélation des diagraphies devient plus difficile.

##### **• Calcaire à spongiaires (Bajocien supérieur)**

Dans le secteur de Saint-Pierre-sur-Dives, l'équivalent latéral du Calcaire à spongiaires (Bajocien) possède une signature diagraphique différente de celle trouvée dans le Bessin et la campagne de Caen et pourrait correspondre à un faciès d'écueil au droit du synclinal de May. À l'écart de ce secteur, la formation présente une lithologie et une épaisseur assez constante (10 m), expliquant des gradients du *gamma-ray* similaires dans les forages analysés (figs 8, 9, 10 et 11).

##### **• Marnes de Port-en-Bessin (Bathonien inférieur-moyen), Calcaire de Caen (Bathonien inférieur-moyen) et Calcaire de Creully (Bathonien moyen)**

L'épaisseur très variable (20-70 m) de cette série est fonction de son secteur géographique, et de la présence des épaisses Marnes de Port-en-Bessin prédominantes dans le Bessin. Le secteur entre les vallées de la Thue et de la Mue enregistre une évolution sédimentaire du Bathonien inférieur-moyen proche de celle décrite dans le Bessin. Les Marnes de Port-en-Bessin surmontées par le Calcaire de Creully sont retrouvées dans les forages de Ryes, Colombiers-sur-Seulles et sans doute Thaon, dans la vallée de la Mue (fig. 7). Un second secteur se distingue entre la vallée de la Mue et le nord de Caen, où les dépôts deviennent plus carbonatés, correspondant à la succession des Bancs bleus, à la base du Calcaire de Caen, et du Calcaire de Creully. Elle se retrouve dans les diagraphies des forages de Lion-sur-Mer, Bénouville et Saint-Manvieu-Norrey (fig. 8). Un tracé plus précis de cette frontière entre les deux secteurs nécessiterait de plus nombreux forages.

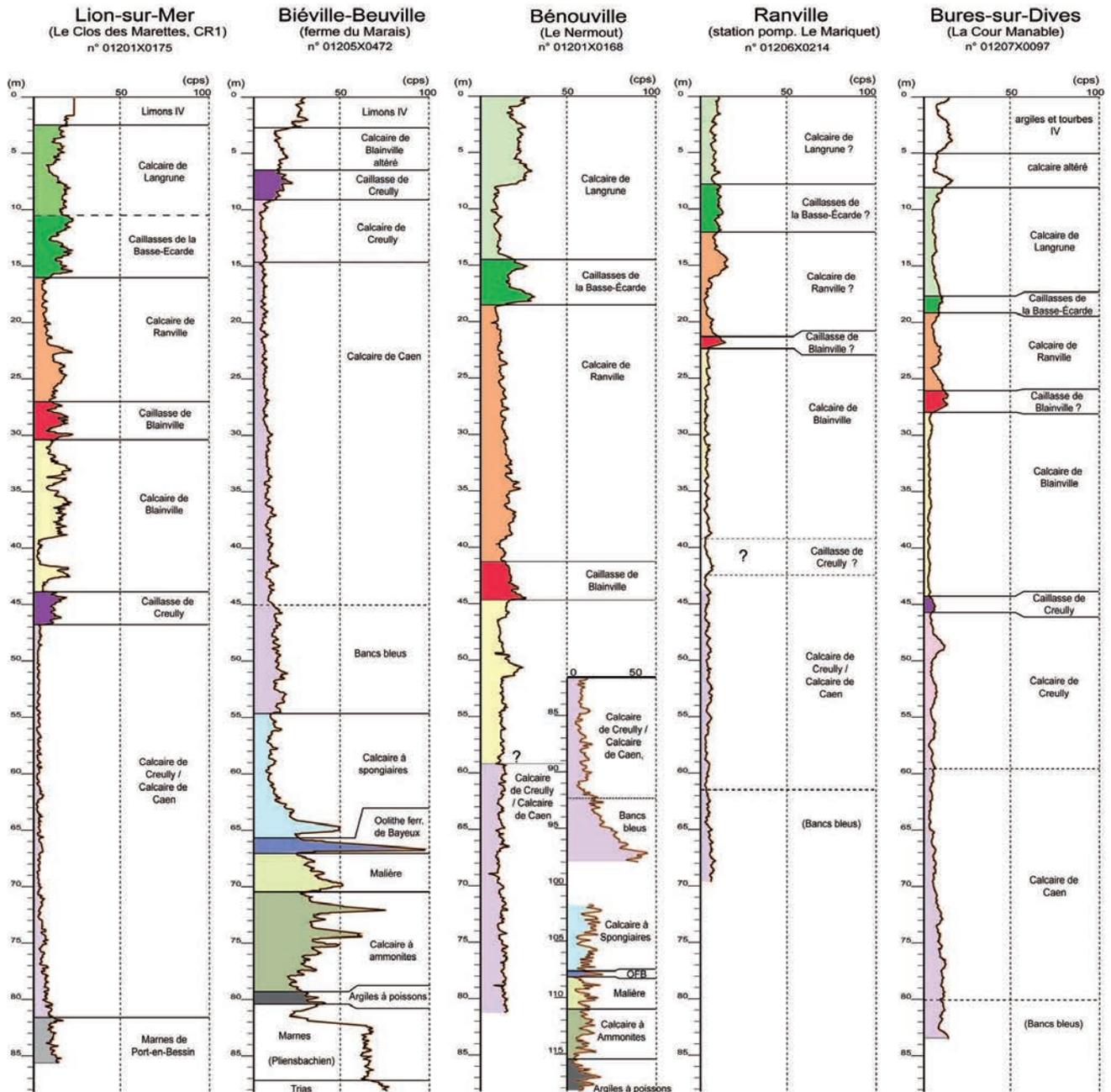


Fig. 8 : Interprétation stratigraphique des diagraphies différées du  $\gamma$ -ray au nord de la campagne de Caen : forages de Lion-sur-Mer, Biéville-Beuville, Bénouville, Ranville et Bures-sur-Dives (d'après Poignant, 2020, modifié).

Fig. 8: Stratigraphical interpretation of the gamma-ray logs in the northern Caen district, from the boreholes at Lion-sur-Mer, Biéville-Beuville, Bénouville, Ranville and Bures-sur-Dives (modified after Poignant, 2020).

#### • *Caillasse de Creully et Calcaire de Blainville (Bathonien moyen)*

La Caillasse de Creully (entre 0,7 et 3 m d'épaisseur) est reconnue dans les diagraphies des forages de Lion-sur-Mer, Biéville-Beuville, Bures-sur-Dives et de Vimont (figs 4, 8 et 9), grâce à une nette augmentation de la radioactivité naturelle par rapport au Calcaire de Creully sous-jacent. Cette caractéristique diagraphique s'atténue vers le sud, dans les forages de Thiéville et de Percy-en-Auge (fig. 10). Le Calcaire de Blainville traversé entre 12 et 22 m d'épaisseur, dans les forages de Lion-sur-Mer,

Bénouville, Ranville, Bures-sur-Dives, Vimont, Percy-en-Auge et de Thiéville présente un enregistrement diagraphique variable d'un forage à l'autre. Sa faible radioactivité naturelle dans les forages de Ranville et de Bures-sur-Dives (fig. 9), au nord-est de Caen, entre les vallées de l'Orne et de la Dives, pourrait décrire une formation plus carbonatée par rapport aux autres forages. Son identification est surtout facilitée par l'augmentation de la radioactivité naturelle dans la Caillasse de Blainville sus-jacente et le même gradient diagraphique se retrouve dans le forage de Vimont (fig. 4). Au nord de Caen, les diagraphies du Calcaire de Blainville décrites dans les forages de Lion-sur-Mer et de Bé-

nouvelle enregistrent plusieurs intervalles radioactifs épais et plus marneux, tout comme au sud, dans les forages de Thiéville et de Percy-en-Auge.

• **Caillasse de Blainville et Calcaire de Ranville (Bathonien supérieur)**

L'épaisseur de l'ensemble « Caillasse de Blainville et Calcaire de Ranville » varie entre 7 et 26 m, dans les forages de Lion-sur-Mer, Ranville, Bures-sur-Dives, Vimont et de Thiéville, et atteint 37 m, dans le forage de Bénouville (figs 8 et 10). Les diagraphies sont également différentes d'un forage à l'autre. Plusieurs gradients diagraphiques sont décrits au nord (forages de Lion-sur-Mer et de Ranville) et au nord-est de Caen (forage de Bures-sur-Dives), indiquant tantôt une base marneuse plus radioactive (forages de Bénouville, Bures-sur-Dives et Lion-sur-Mer) et un sommet plus carbonaté, tantôt une évolution inverse.

• **Caillasses de la Basse-Écarde et Calcaire de Langrune (Bathonien supérieur)**

Les Caillasses de la Basse-Écarde et le Calcaire de Langrune dont le sommet est souvent érodé présentent une épaisseur minimale estimée entre 11 et 18 m, dans les forages de Lion-sur-Mer, Bénouville, Ranville, Bures-sur-Dives, Vimont, Percy-en-Auge et Thiéville. La radioactivité plus importante enregistrée au sommet du Calcaire de Langrune (forages de Bénouville et de Thiéville) s'explique par son altération quaternaire et par un recouvrement de formations superficielles.

La signature diagraphique des Caillasses de la Basse-Écarde présente un ou deux pics radioactifs. Dans le forage carotté du canal de Saint-Oursin (fig. 4), chaque pic est associé à un niveau marneux. Cet enregistrement est retrouvé dans les forages de Lion-sur-Mer et de Bénouville situés plus au nord (fig. 8). Les gradients diagraphiques dans le Calcaire de Langrune sont similaires dans les forages situés entre Ranville (fig. 8), Percy-en-Auge et Thiéville (fig. 9), tandis qu'une base plus radioactive et marneuse distingue les forages de Lion-sur-Mer et de Vimont.

La corrélation des douze diagraphies retenues dans les terrains du Dogger du Bessin et de la campagne de Caen démontre qu'il n'est pas possible d'attribuer une signature radioactive unique à chaque formation bathonienne régionale ; seules les caillasses bathoniennes identifiées par une augmentation de leur radioactivité naturelle subdivisent avec certitude la série bajo-bathonienne. Toutefois, les diagraphies de la série bathonienne régionale présentent des caractères communs lorsque l'on les regroupe en secteurs géographiques, distinguant le Bessin oriental et l'ouest de Caen d'une part et un secteur au NE et au SE de Caen, d'autre part.

## **CARTES DES ISOPAQUES DES FORMATIONS GÉOLOGIQUES BATHONIENNES**

L'étude sédimentaire et stratigraphique du forage carotté du canal de Saint-Oursin (fig. 3), des calcaires bathoniens au sud-est de Caen (fig. 5 et tab. 1) et l'interprétation stratigraphique des diagraphies dans la série bajo-bathonienne du Bessin et de la campagne de Caen (figs 6 à 10) ont permis de réviser les quelques 3 000 forages répertoriés dans la banque du sous-sol du Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) (<http://infoterre.fr>) mais dont seuls 845 forages apportant une information géologique ont été retenus (Poignant, 2020 ; Poignant *et al.*, 2021). Ces forages, pour la plupart destructifs, ont une profondeur moyenne entre 20 et 100 m et correspondent surtout à

des ouvrages d'alimentation en eau potable. Leurs coupes sont complétées par celles des forages plus profonds de recherche du minerai de fer ordovicien qui ont traversé la couverture triasique et jurassique des synclinaux varisques (Ranville, May-sur-Orne, Urville...), apportant un calage stratigraphique précis complémentaire (Riout, 1968 ; Doré, 1971 ; Riout *et al.*, 1989), en complément des forages plus anciens dans le Bessin (Dollfus, 1913), campagne de Caen (Bigot 1926b ; Bigot, 1935 ; Dangeard 1951) et nord pays d'Auge (Lippman et Dollfus, 1893). Là où la densité des forages reste insuffisante, l'épaisseur des terrains est estimée à partir de la topographie des affleurements. Cette révision permet la construction de trois cartes des isopaques pour les terrains du Bathonien inférieur et moyen (Marnes de Port-en-Bessin, Calcaire de Caen et Calcaire de Creully) (fig. 10), du Bathonien moyen (Calcaire de Blainville) (fig. 11) et du Bathonien supérieur (Calcaire de Ranville) (fig. 12) ; elles devront être complétées au fur et à mesure de la réalisation et de l'étude de nouveaux forages profonds. Le tracé des isopaques est resté manuel (Poignant, 2020).

### **Carte des isopaques des Marnes de Port-en-Bessin, Calcaire de Caen et Calcaire de Creully (Bathonien inférieur et moyen) (fig. 10)**

La carte des isopaques pour les terrains du Bathonien inférieur et moyen regroupe le Calcaire de Caen, les Marnes de Port-en-Bessin, son équivalent latéral dans le Bessin, et le Calcaire de Creully. Les isopaques sont tracées selon une équidistance de 5 m, entre Courseulles-sur-Mer, Dives-sur-Mer et Billy. Les épaisseurs varient entre 20 m au sud-est de Caen (secteur de Billy-Argences) et 70 m, dans le Bessin oriental et atteignent 90 m maximum, à l'extrémité W du Bessin (Fily, 1980k). Les épaisseurs supérieures à 50 m sont trouvées au nord, le long des côtes du Calvados, entre Courseulles et Ouistreham, au NE de Caen, entre Ranville et Bavent du SE de Caen, entre Sannerville et Émiéville, dessinant plusieurs lobes en direction du Bessin, de la basse vallée de la Dives et du SE de la campagne de Caen. La carte des isopaques est indépendante des directions structurales N 110° et N 70° du socle armoricain. Dans ce secteur, seul le lobe dessiné vers la basse vallée de la Dives pourrait être limité par le horst de direction N 110° d'Amfréville, entre Bénouville et Bavent (fig. 2). La corrélation des diagraphies a esquissé une limite encore imprécise entre une vasière externe des Marnes de Port-en-Bessin et une vasière plus interne et plus carbonatée correspondant au dépôt du Calcaire de Caen. Les marnes bathoniennes sont ainsi recoupées dans les forages situés sur la côte actuelle du Calvados, à Ryes, Colombiers-sur-Seulles, Thaon, Lion-sur-Mer (fig. 8), tandis que les Bancs bleus sont forés à Saint-Manvieu-Norrey, Bénouville et Bieville-Beuville (fig. 8). Les quelques forages profonds réalisés au nord du Calvados (Dangeard, 1951, Fily, 1996 ; Dugué 2007) corroborent ces données, puisque les Marnes de Port-en-Bessin sont décrites dans le forage du château du Bosq (Dollfus, 1913) dans le Bessin, à Saint-Aubin-sur-Mer (Bigot, 1926b), à Ouistreham (forage GDF ; Fily, 1996) et à Dives-sur-Mer (Lippman et Dollfus, 1893) et plus à l'est, au Havre (forage GL1R du Havre ; Fily 1996) et dans la vallée de la Seine (forage de Villequier ; Dugué, 2007). Le passage entre les Marnes de Port-en-Bessin et le Calcaire de Caen est progressif, passant au sud d'une ligne entre Sainte-Croix Grande Tonne et le nord de Caen, entre Bénouville et Ouistreham (Fily *et al.*, 1979 ; Fily, 1980i ; Fily et Riout, 1980), sécante à la direction N 110° du horst d'Amfréville.

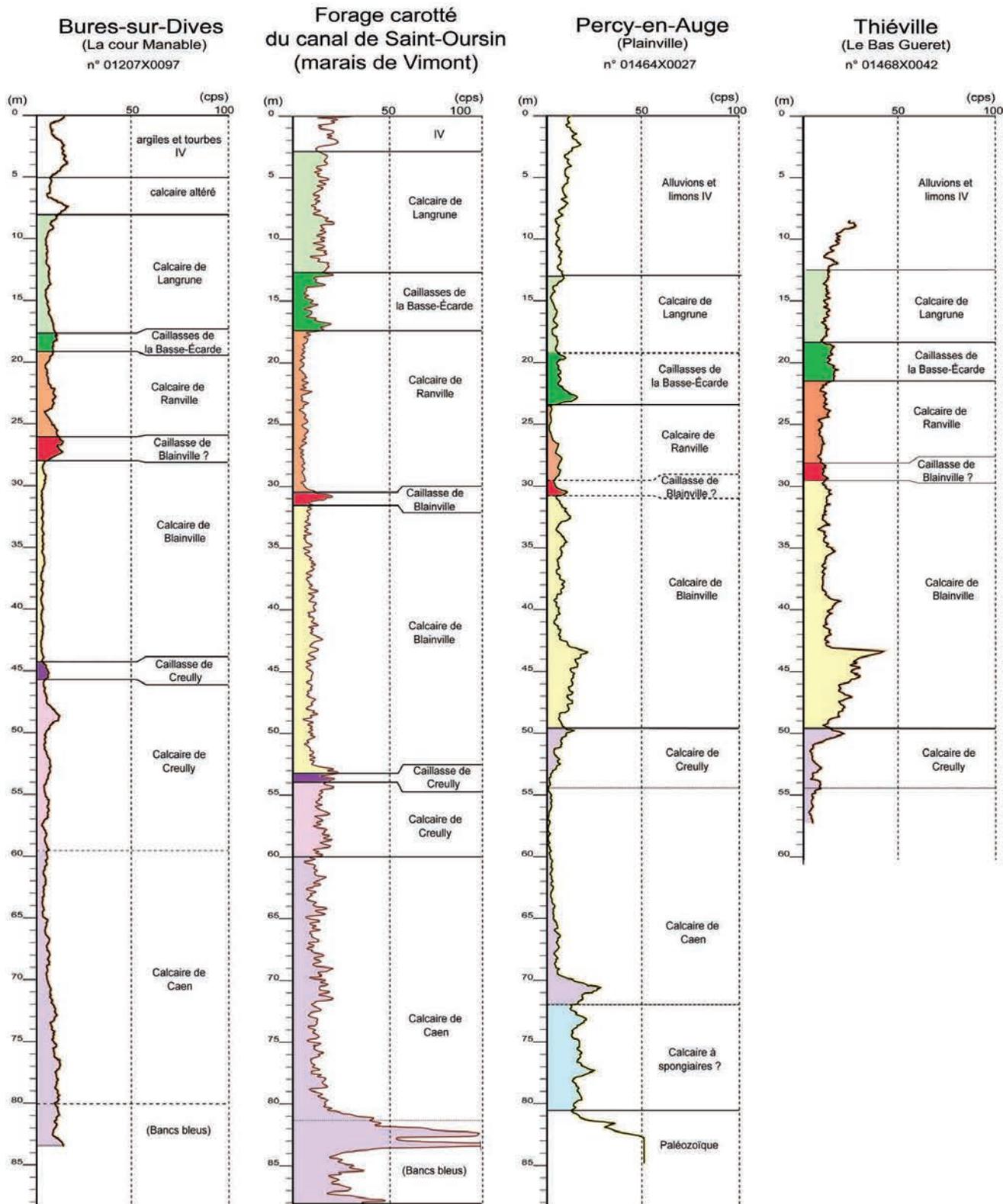


Fig. 9 : Interprétation stratigraphique des diagraphies différées du *gamma-ray* dans le sud-est de la campagne de Caen : forages de Bures-sur-Dives, canal de Saint-Oursin, Percy-en-Auge et Thiéville (d'après Poignant, 2020, modifié).

Fig. 9: Stratigraphical interpretation of the *gamma-ray* logs in the southeastern Caen district, from the boreholes at Bures-sur-Dives, canal Saint-Oursin, Percy-en-Auge and Thiéville (modified after Poignant, 2020).

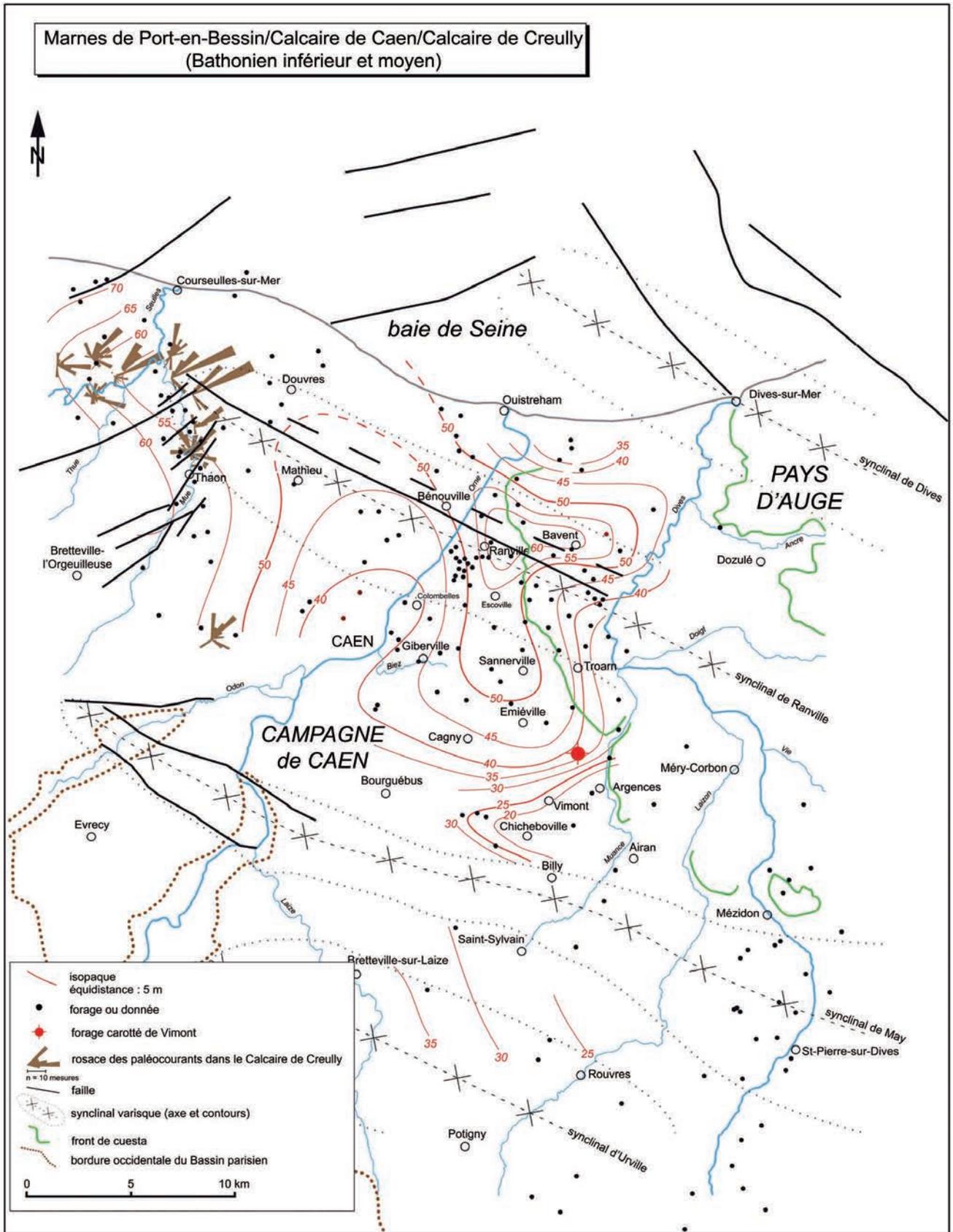


Fig. 10 : Carte des isopaches des Marnes de Port-en-Bessin, Calcaire de Caen et Calcaire de Creully (Bathonien inférieur et moyen) dans le Bessin oriental et la campagne de Caen (d'après Poignant, 2020, modifié). Direction des paléocourants dans le Calcaire de Creully (Fily, 1978).

Fig. 10: Isopach map of the Marnes de Port-en-Bessin Formation, Calcaire de Caen Formation and Calcaire de Creully Formation (Lower and Middle Bathonian) in eastern Bessin and the Caen district (modified from Poignant, 2020.). Palaeocurrent directions in the Calcaire de Creully Formation (Fily, 1978).

### Carte des isopaques du Calcaire de Blainville (Bathonien moyen) (fig. 11)

Les isopaques des sables oolithiques et coquilliers du Bathonien moyen (Calcaire de Blainville) sont tracées entre Ouistreham, Caen et Billy et esquissées entre Douvres-la-Délivrande et Thaon, et entre Mézidon-Canon et Saint-Pierre-sur-Dives, faute de données suffisantes. Dans la campagne de Caen, les isopaques supérieures à 20 m dessinent une première accumulation orientée NW-SE et large d'environ 3 km, au NE de Caen, passant par Bénouville, Ranville, Escoville, Sannerville et Troarn. Une seconde accumulation se dessine au sud, entre Caen et Billy, mais à l'approche de la bordure armoricaine, au sud de Bourguébus, le Calcaire de Blainville a été partiellement érodé et les isopaques ne peuvent pas être tracées. Ces deux accumulations sableuses sont séparées par un secteur de même largeur et de même orientation, passant par Colombelles, Cagny et Vimont où les épaisseurs de sables, entre 12 et 18 m, deviennent moins importantes. De telles accumulations sableuses linéaires sont donc reconnues sur plus de 15 km de long, avec une largeur plurikilométrique et une périodicité indépendante de la structuration N 110° et N 70° du socle armoricain. L'épisode érosif décrit à la fin du Bathonien moyen et avant le recouvrement par les dépôts transgressifs de la Caillasse de Blainville est insuffisant pour expliquer une telle morphologie périodique de corps sédimentaires. Dans le forage carotté du canal de Saint-Oursin (marais de Vimont) ou à l'affleurement (Rioullet *et al.*, 1989), les sables oolithiques et bioclastiques à litage oblique du Calcaire de Blainville s'accumulent dans des mégarides tidales dont les paléocourants mesurés dans les vallées de la Mue (Thaon) et de l'Orne (Ranville) sont dirigés vers le NE (Fily, 1978). À la fin du Bathonien moyen, la dynamique tidale contrôle la répartition et l'épaisseur de ces dépôts sableux calcaires coquilliers ou oolithiques, avec une progradation des champs de mégarides tidales vers le NE.

### Carte des isopaques du Calcaire de Ranville (Bathonien supérieur) (fig. 12)

Les isopaques du Calcaire de Ranville sont tracées entre Ouistreham et Chicheboville, et esquissées entre Douvres-la-Délivrande et Mathieu et entre Mézidon et Saint-Pierre-sur-Dives, les épaisseurs variant entre 5 m (sud de Mézidon) et 20 m (forage de Bénouville).

Au début du Bathonien supérieur, la carte des isopaques ne retrouve pas l'orientation NW-SE et les dépôts périodiques décrites à la fin du Bathonien moyen (Calcaire de Blainville) (fig. 11). Les isopaques entre 14 et 20 m dessinent une accumulation large d'environ 5 km, mais irrégulière, à travers toute la campagne de Caen. Une première accumulation orientée NW-SE apparaît en rive gauche de l'Orne, autour de Bénouville (20 m). Elle prend ensuite une direction NNW-SSE et s'étire sur 10 km de longueur, passant par Colombelles (14 m), Giberville (15 m) et Cagny (15 m). Son orientation devient ensuite W-E, entre Cagny et Argences et les marais de Vimont (13 m). Un autre dépôt sableux s'édifie autour de Bavent, présentant des épaisseurs supérieures à 10 mètres. Les données sont absentes entre Argences et Mézidon, et peu nombreuses entre Mézidon-Canon et Saint-Pierre-sur-Dives. Tous ces dépôts demeurent indépendants des directions structurales N 110° et N 70° du socle armoricain. Dans le forage carotté du canal de Saint-Oursin, la dynamique sédimentaire des sables calcaires à litage oblique est d'origine tidale. Dans le Bessin et au nord de Caen, les paléocourants mesurés à l'affleurement sont dirigés vers

le SE, au début du Bathonien supérieur (Fily, 1978), après la rotation progressive des paléocourants entre le Bathonien inférieur et supérieur. Ils expliqueraient les dépôts sableux orientés NW-SE puis NNW-SSE. Dans le sud pays d'Auge, les paléocourants mesurés sont orientés entre N 90° et N 140° (Fily, 1980f) et expliqueraient l'orientation WE des dépôts sableux, entre Cagny et les marais de Vimont, au SE de la campagne de Caen.

## CONCLUSION

Dans une région où la succession verticale des formations jurassiques est considérée bien connue, il est aujourd'hui tentant de s'affranchir d'une étude stratigraphique détaillée de matériaux du forage et de se satisfaire de la seule diagraphie du *gamma-ray* pour son interprétation. L'utilisation du seul *gamma-ray* reste imparfaite dans les corrélations diagraphiques, car à la succession verticale des lithologies, des variations latérales de faciès d'origine paléogéographique perturbent l'enregistrement diagraphique et doivent être prises en compte dans la reconstitution des réservoirs carbonatés. Dans le Bessin et la campagne de Caen, les aquifères productifs sont présents dans les séries calcaires bajo-bathonniennes, les nappes libres bajo-bathonniennes dans le Bessin devenant captives dans la campagne de Caen et donc *a priori* mieux protégées des pollutions de surface. Les premières synthèses hydrogéologiques régionales ont envisagé un système carbonaté du Dogger séparé par les Marnes de Port-en-Bessin, sans recourir au détail des formations jurassiques. L'aquifère bajo-bathonien du Bessin et de la campagne de Caen est multicouches. Les caillasses bathoniennes subdivisent à la verticale et latéralement l'épaisse série carbonatée bajo-bathonnienne en plusieurs niveaux productifs (Bigot, 1950 b ; Dangeard et Pareyn, 1960). Ces caillasses sont faciles à identifier dans les diagraphies, à défaut de pouvoir étudier leurs échantillons ou les associations de brachiopodes. En revanche, les formations calcaires qu'elles séparent présentent des réponses très variables du *gamma-ray*, en fonction de variations lithologiques, diagénétiques ou d'épaisseur qui existent du nord vers le sud, en s'éloignant des influences du sillon marneux et d'ouest vers l'est, en se rapprochant de la vallée de la Seine. Enfin, au droit des écueils de la pénéplaine varisque, les premiers dépôts calcaires transgressifs deviennent plus grossiers et mieux cimentés, présentant une signature diagraphique particulière, mais à l'échelle de la bordure est-armoricaine, ces dépôts sont diachrones, compliquant les corrélations diagraphiques de forages.

## Remerciements

Ce travail effectué dans le cadre d'une thèse d'université soutenue à l'université de Caen Normandie a bénéficié d'un contrat doctoral du ministère de l'Enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation. Les auteurs remercient l'Agence de l'Eau Seine Normandie pour son soutien financier ainsi que la Direction du cycle de l'eau de la Communauté urbaine de Caen-la-mer Normandie qui nous a autorisés l'étude du forage carotté du canal Saint-Oursin.

Pour l'interprétation des références aux couleurs dans les légendes des figures ou dans le texte, le lecteur est renvoyé à la version pdf de cet article.

*For the interpretation of references to colors in the figure captions or in the text, the reader is referred to the pdf version of this article.*

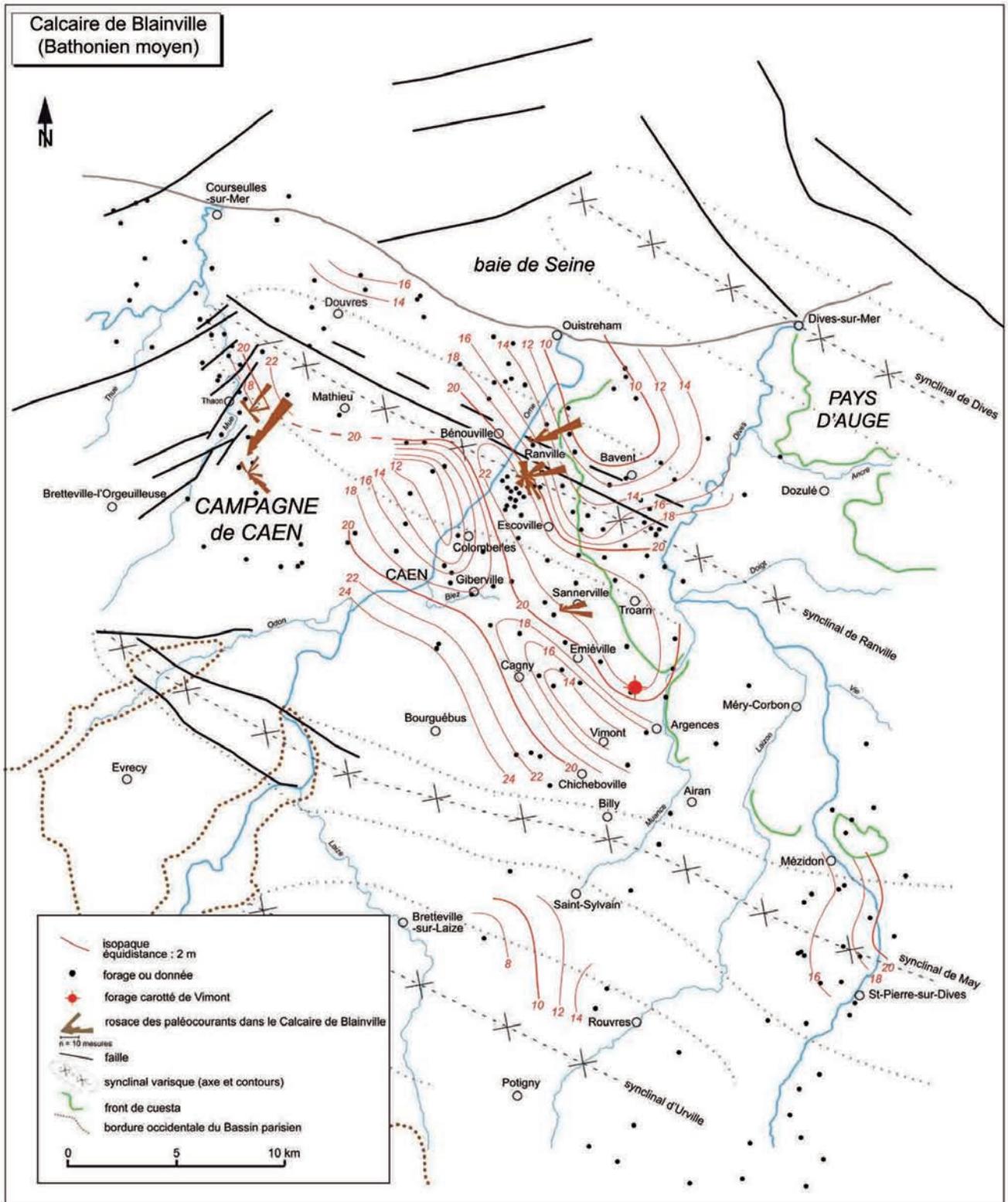


Fig. 11 : Carte des isopaches du Calcaire de Blainville (Bathonien moyen) dans le Bessin oriental et la campagne de Caen (d'après Poignant, 2020, modifié). Direction des paléocourants dans le Calcaire de Blainville (Fily, 1978).

Fig. 11: Isopach map of the Calcaire de Blainville Formation (Middle Bathonian) in eastern Bessin and the Caen district (modified from Poignant, 2020.). Palaeocurrent directions in the Calcaire de Blainville Formation (Fily, 1978).

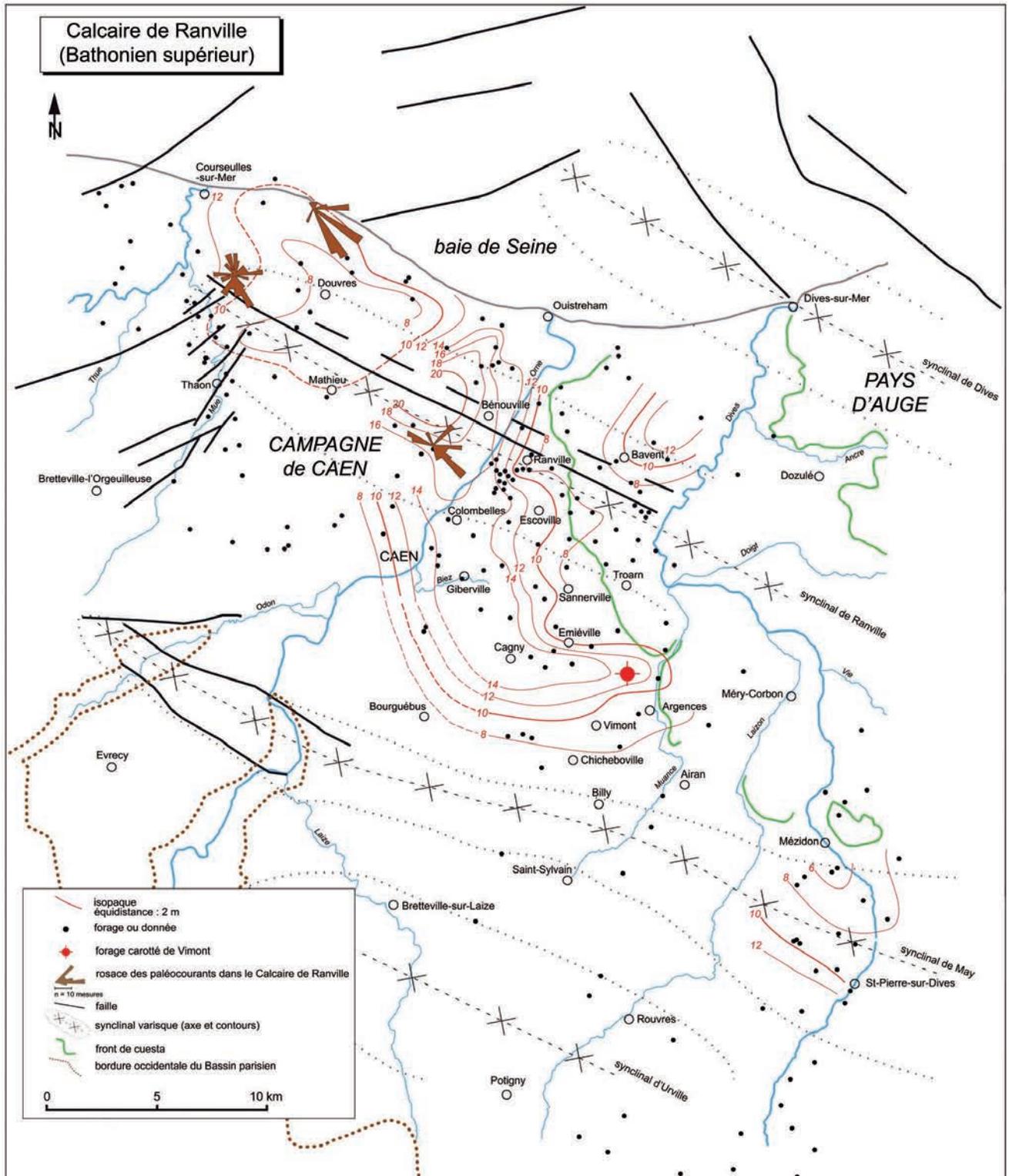


Fig. 12 : Carte des isopaches du Calcaire de Ranville (Bathonien supérieur) dans le Bessin oriental et la campagne de Caen (d'après Pognant, 2020, modifié). Direction des paléocourants dans le Calcaire de Ranville (Fily, 1978).

Fig. 12: Isopach map of the Calcaire de Ranville Formation (Upper Bathonian) in eastern Bessin and the Caen district (from Pognant, 2020, modified). Palaeo-current directions in the Calcaire de Ranville Formation (Fily, 1978).

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BIGNOT G. (1987) - La Haute-Normandie. In : CAVELIER C. et LORENZ J. (Coord.), Aspect et évolution géologiques du Bassin parisien. *Mém. h.s. Bull. inf. géol. Bassin de Paris*, 203-224.
- BIGOT A. (1926a) - Le Bathonien de Longues (Calvados). *Bull. soc. linn. Normandie*, 9, 15-20.
- BIGOT A. (1926b) - Sur un forage pour recherche d'eau à Saint-Aubin-sur-Mer (Calvados). *Bull. soc. linn. Normandie*, 7, 9, 45-48.
- BIGOT A. (1928) - Réunion extraordinaire de la Société géologique et minéralogique de Bretagne en Basse-Normandie (8-13 septembre 1928). *C. R. Bull. Soc. géol. minéral. Bretagne*, 7, 61-116.
- BIGOT A. (1935) - Forages pour la recherche d'eau. I. Forage de Brouay, II. Forage de Merville III. Forage à Caen. *Bull. Soc. linn. Normandie*, 8, 8, 53-61.
- BIGOT A. (1940) - Les surfaces d'usure et les remaniements dans le Jurassique de Basse-Normandie. *Bull. Soc. géol. France*, 5, 10, 165-175.
- BIGOT A. (1947) - Notes de géologie normande, XXXIII : Observations géologiques dans la région de Falaise. *Bull. Soc. linn. Normandie*, 9, 5, 147-153.
- BIGOT A. (1950a) - Le Bradfordien de Blainville, Bénouville, Ouistreham, Colombelles (Calvados). *Bull. Soc. linn. Normandie*, 9, 6, 22-27.
- BIGOT A. (1950b) - Hydrogéologie du Calvados. *Bull. du Serv. de la carte géol. de France*, 48, 230, 115-202.
- CAMUZARD J.-P. (2000) - les sols marqueurs de la dynamique des systèmes géomorphologiques continentaux. Thèse Université de Caen, 509 p.
- CHAKER RADDADI M. ARNAUD VANNEAU A., POUPEAU G., CARRIO-SCHAFFHAUSER E., ARNAUD H. et RIVERA A. (2005) - Interpretation of gamma-ray logs: the distribution of uranium in carbonate platform. *C. R. Geosciences*, 337, 1457-1461.
- CHANTRAINE J., AUTRANA A., CAVELIER C. et collab. (2003) - Carte géologique de la France à 1/1 000 000. (6e éd.) BRGM.
- CHEVILLON C. (1964) - Étude géologique de la Campagne de Trun-Chambois. Les faciès et les niveaux stratigraphiques du Bathonien. Mém. Diplôme d'études supérieures. Université de Caen, 143 p.
- CURNELLE R. et DUBOIS P. (1986) - Évolution mésozoïque des grands bassins sédimentaires français ; Bassin de Paris, d'Aquitaine et du Sud-Est. *Bull. Soc. géol. France*, 8, 2, 4, 529-546.
- DANGEARD L. (1950) - Les récifs du Bathonien de Blainville (Calvados). *Bull. Soc. linn. Normandie*, 9, 6, 16-18.
- DANGEARD L. (1951) - La Normandie. Coll. Géologie régionale de la France. Hermann & Cie Edit., Paris, 241 p.
- DANGEARD L. et PAREYN C. (1960) - Enquête géologique et hydrogéologique. Département du Calvados. *Bull. Institut national d'Hygiène*, 15, 1, 122-194.
- DEROIN J.-P., LEROUGE G., BARBIER G., VERNHET Y., COUTARD J.-P., OZOUF J.-C. et ANGEVIN C. (1999) - Carte géol. France (1/50 000), feuille Mézidon (146) Orléans, BRGM. Notice explicative par J.-P. DEROIN et al. (1999), 150 p.
- DOLLFUS G. (1913) - Un forage au château du Bosq, près Port-en-Bessin (Calvados). *Bull. Soc. géol. France*, 4, 13, 43-55.
- DORÉ F. (1971) - Prolongement du Paléozoïque sous le Jurassique du Nord de Caen : le Synclinal de Ranville. *Bull. BRGM*, 77-96.
- DUBOIS P. et YAPAUDJIAN L. (1980) - Le bassin d'après les sondages In : Stratigraphie et paléogéographie. Synthèse géologique du Bassin de Paris, MÉGNIEN C. et MÉGNIEN F. (Coord.), *Mém. BRGM*, 101, 170-182.
- DUGUÉ O. (2007) - Le Massif armoricain dans l'évolution mésozoïque et cénozoïque du Nord-Ouest de l'Europe : contrôles tectonique, eustatique et climatique d'un bassin intracratonique (Normandie, mer de la Manche, France). Mém. Habil. Dir. Rech., Université de Caen, Mém. Géosciences Rennes, 309 p.
- DUGUÉ O., FILY G. et RIOULT M. (1998) - Le Jurassique des Côtes du Calvados. Biostratigraphie, sédimentologie, paléoécologie, paléogéographie et stratigraphie séquentielle. *Bull. trim. Soc. géol. Normandie et Amis Muséum du Havre*, 85, 2, 132 p.
- DUNHAM J. B. (1962) - Classification of carbonate rocks according to depositional texture. In : Classification of Carbonate Rocks (HAM H. E. Ed). *Mem. Am. Ass. petrol. Geol.* 1, 108-121.
- ENAY R., MANGOLD C., CARIOU E., CONTINI D., DEBRAND-PASSARD S., DONZE P., GABILLY J., LEFAVRAIS-RAYMOND A., MOUTERDE R. et THIERRY J. (1980) - Synthèse paléographique du Jurassique français. *Docum. Lab. géol. Lyon*, H. S. 5, 210 p.
- EUDES-DESLONGCHAMPS E. (1862) - Notes pour servir à la géologie du Calvados (2<sup>e</sup> article). Coupe de Lion-sur-Mer à Sées - Coupe de Fresné-la-Mère. *Bull. Soc. linn. Normandie*, 7, 304-330.
- EUDES-DESLONGCHAMPS E. (1865) - Études sur les étages jurassiques inférieurs de la Normandie. Thèse doct., Université de Paris (1864) et *Mém. Soc. linn. Normandie*, 15, 1864 (1865), 296 p.
- FILY G. (1974) - Le Bathonien au Nord de Caen. Données nouvelles sur la stratigraphie et la composition séquentielle. *C.R. Acad. Sci., Paris*, 278 D, 3039-3042.
- FILY G. (1975) - Observations lithostratigraphiques et sédimentologiques sur le Bathonien moyen d'Englesqueville-Saint-Pierre-du-Mont (Calvados). *Bull. Soc. linn. Normandie*, 104, 107-120.
- FILY G. (1978) - Les paléocourants du Bathonien moyen du Bathonien supérieur dans le Nord de la Campagne de Caen (Normandie). *Sedimentary geol.*, 20, 49-74.
- FILY G. (1980a) - Caillasse de la Basse-Écarde. In : Lexique des noms de formations. Synthèse géologique du Bassin de Paris, MÉGNIEN F. (Ed.), *Mém. BRGM*, 103, 105.
- FILY G. (1980b) - Caillasse de Blainville. In : Lexique des noms de formations. Synthèse géologique du Bassin de Paris, MÉGNIEN F. (Ed.), *Mém. BRGM*, 103, 109.
- FILY G. (1980c) - Calcaire de Blainville. In : Lexique des noms de formations. Synthèse géologique du Bassin de Paris, MÉGNIEN F. (Ed.), *Mém. BRGM*, 103, 109.
- FILY G. (1980d) - Calcaire de Caen. In : Lexique des noms de formations. Synthèse géologique du Bassin de Paris, MÉGNIEN F. (Ed.), *Mém. BRGM*, 103, 113.
- FILY G. (1980e) - Calcaire de Creully. In : Lexique des noms de formations. Synthèse géologique du Bassin de Paris, MÉGNIEN F. (Ed.), *Mém. BRGM*, 103, 126.
- FILY G. (1980f) - Calcaire de Fel. In : Lexique des noms de formations. Synthèse géologique du Bassin de Paris, MÉGNIEN F. (Ed.), *Mém. BRGM*, 103, 136.
- FILY G. (1980g) - Calcaire de Fontaine-Henry. In : Lexique des noms de formations. Synthèse géologique du Bassin de Paris, MÉGNIEN F. (Ed.), *Mém. BRGM*, 103, 136.

- FILY G. (1980h) - Calcaire de Langrune. In : Lexique des noms de formations. Synthèse géologique du Bassin de Paris, MÉGNIEN F. (Ed.), *Mém. BRGM*, 103, 143.
- FILY G. (1980i) - Marnes de Port-en-Bessin. In : Lexique des noms de formations. Synthèse géologique du Bassin de Paris, MÉGNIEN F. (Ed.), *Mém. BRGM*, 103, 164.
- FILY G. (1980j) - Calcaire de Ranville. In : Lexique des noms de formations. Synthèse géologique du Bassin de Paris, MÉGNIEN F. (Ed.), *Mém. BRGM*, 103, 166.
- FILY G. (1980k) - Calcaire de Saint-Pierre-du-Mont. In : Lexique des noms de formations. Synthèse géologique du Bassin de Paris, MÉGNIEN F. (Ed.), *Mém. BRGM*, 103, 172.
- FILY G. (1996) - Succession de deux cortèges de minéraux argileux dans les formations bathoniennes d'un forage profond (GL1) au Havre, Normandie. Implications paléogéographiques. *Bull. trim. Soc. Géol. Normandie et Amis Muséum du Havre*, 83, 3 et 4, 59-71.
- FILY G., LEBERT A. et RIOULT M. (1979) - Un exemple de plate-forme carbonatée composite : la marge armoricaine du bassin anglo-parisien au Bathonien. In : Symposium sur la sédimentation jurassique W européen. Ass. sédimentologistes français, vol. sp. 1, 33-46.
- FILY G. et RIOULT M. (1980) - Normandie et Maine. In : THIERRY J. (Coord.), Chapitre Jurassique moyen, Synthèse géologique du Bassin de Paris. *Mém. BRGM*, n° 101, 145-150.
- FILY G. et RIOULT M. (1981) - Development of relief on a Middle Jurassic cemented sea-floor : underwashing of a sponge micro-atoll prior to cementation and colonization on the Bathonian of Normandy. *Sedimentology*, 28, 2, 133-139.
- FILY G., COUTARD J.-P., RIOULT M., AUFFRET J.-P., LARSONNEUR C. et LA QUERIERE P. (de) (1989) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Grandcamp-Maisy (95). *BRGM*, 55 p.
- FOLK R. L. (1959) - Practical petrographic classification of limestones. *Bull. Am. Ass. petrol. Geol.* 43, 1-38.
- GAILLARD T. et BERNARD A. (2015) - Étude des processus de dénitrification dans le marais de Vimont en vue de préciser la relation hydrodynamique entre l'aquifère du Bathonien et la zone humide. Rapport Safège, 135 p.
- GÉLY J.-P., HANOT F. (Dir.), AMEDRO F., BERGERAT F., DEBELGLIA N., DELMAS J., DEROIN J.-P., DOLIGEZ B., DUGUÉ O., DURAND M., EDEL J.-B., GAUDANT J., HANZO M., HOUEL P., LORENZ J., ROBASZYNSKI F., ROBELIN C., THIERRY J., VICELLI J., VIOLETTE S., VRIELYNCK B., WYNS R. et coll. (2014) - Le Bassin parisien. Un nouveau regard sur la géologie. *Bull. Inf. Géol. Bass. Paris*, mém. h. s. n° 9, 228 p.
- GIGOT P., DUPRET L., LE GALL J., COUTARD J.-P., OZOUF J.-C., PAY T., LECOINTE A., DESLOGES J. et DEROIN J.-P. (1999) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Falaise (176), *BRGM*, 154 p. Carte géologique par P. GIGOT, L. DUPRET et J. LE GALL (1999).
- GRACIANSKY P.-C. (de), DARDEAU G., DOMMERMES J.-L., DURLET C., MARCHAND D., DUMONT T., HESSELBO S. P., JACQUIN T., GOGGIN V., MEISTER C., MOUTERDE R., REY J. et VAIL P. (1993) - Ammonite biostratigraphic correlation and Early Jurassic sequence stratigraphy in France : comparison with some U. K. sections. In : GRACIANSKY P.-C. (de), HARDENBOL J., JACQUIN T. et VAIL P.R. (Eds), Mesozoic and Cenozoic sequence stratigraphy of European Basin. *Soc. econ. Paleont. Mineral*, sp. pub. 60, 583-622.
- GRACIANSKY P.-C. (de) et JACQUIN T. (2003) - Évolution des structures et de la paléogéographie au passage Lias-Dogger dans le bassin de Paris d'après les données de la subsurface. *Bull. Soc. géol. France*, 174, 1, 3-17.
- GUILLAUME L. (1925) - Observations sur le Bathonien supérieur de l'une des carrières de Ranville (Calvados). *Bull. Soc. linn. Normandie*, 7, 8, 46-57.
- GUILLAUME L. (1927a) - Observations sur le Bathonien moyen et supérieur de la région au Nord et à l'Est de Caen. *C. R. somm. Soc. géol. France*, 27, 123-125.
- GUILLAUME L. (1927b) - Notice préliminaire sur les couches de passage du Bajocien au Bathonien dans la région de Port-en-Bessin (Calvados). *C. R. somm. Soc. géol. France*, 27, 137-139.
- GUILLAUME L. (1927c) - Notice préliminaire sur le Bathonien du Bessin. *C. R. somm. Soc. géol. France*, 14, 168-171.
- GUILLOCHEAU F., ROBIN C., ALLEMANT P., BOURQUIN S., BRAULT N., DROMART G., FRIEDENBERG R., GARCIA J.-P., GAULIER J.-M., GAUMET F., GROSDOY B., HANNOT F., LE STRAT P., METTRAUX M., NALPAS T., PRIJAC T., RIGOLLET C., SERRANO O. et GRANDJEAN G. (2000) - Évolution géodynamique du Bassin de Paris : apport d'une base de données stratigraphiques 3D. *Bull. Inf. Géol. Bass. Paris*, 36, 4, 3-35.
- GUILLOCHEAU F., BRAULT N., THOMAS E., BARBARAND J., BONNET S., BOURQUIN S., ESTEOULE-CHOUX J., GUENOC P., MENIER D., NERAUDEAU D., PROUST J.-N. et WYNS R. (2003) - Histoire géologique du Massif armoricain depuis 140 Ma (Crétacé-Actuel). *Bull. Inf. Géol. Bass. Paris*, 40, 1, 13-28.
- JACQUIN T., DARDEAU G., DURLET C., GRACIANSKY P.-C. (de) et HANTZPERGUE P. (1998) - The North Sea cycle : an overview of 2nd order transgressive/regressive facies cycles in Western Europe. In : GRACIANSKY P.-C. (de), HARDENBOL J., JACQUIN T. et VAIL P.R. (Eds), Mesozoic and Cenozoic sequence stratigraphy of European Basin. *Soc. econ. Paleont. Mineral*, sp. pub. 60, 446-466.
- LE BIDEAU L. (2000) - Étude des mécanismes de dénitrification naturelle de l'aquifère bathonien dans la région de Saint-Pierre-sur-Dives. Rapport d'études SOGREAH, n° 100641.R3, 105 p.
- LIPPMAN E. et DOLLFUS G. (1893) - Un forage à Dives (Calvados). *Bull. Soc. géol. France*, 3, 20, 356-392.
- MARTIN B. (1998) - Une paroisse éphémère : Saint Pierre d'Ourson (1754-1826), hameau de Vimont (Calvados). *Bull. société anti-quitaires de Normandie*, 61, 161-176.
- MAURIZOT P., AUFFRET J.-P., BAIZE S., DEROIN J.-P., DUGUÉ O., FILY G., LE GALL J., LELIEPAUKT F., MAZENC B. et PELLERIN J. (2000) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Bayeux-Courseulles-sur-Mer (119), *BRGM*, 151 p. Carte géologique par P. MAURIZOT et al., (2000).
- MAZENC B. et ROUX J.-C. (2006) - Plaine de Caen et ses bordures chap.11. In : Aquifères & eaux souterraines en France, ROUX J.-C. (Dir.). *BRGM* éd., 1, 241-248.
- MÉGNIEN C. (Coord.) (1980) - Synthèse géologique du Bassin de Paris. Stratigraphie et paléogéographie. *Mém. BRGM*, 101, 466 p.
- MÉNILLET F., RIOULT M., HAVLICEK P., LECOINTE A., MONCIARDINI C. et PASCAUD P. (1994) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Vimoutiers (177). Orléans : *BRGM*, 91 p. Carte géologique par F. MÉNILLET et al. (1994).
- PLOTE H. (1986) - Sondage de reconnaissance hydrogéologique. Méthode du marteau fond-de-trou. Exécution et surveillance. Manuels & méthodes 12, *BRGM* éd. 150 p.
- POIGNANT L. (2020) - Héritages morphostructural et climatique du drainage cénozoïque d'un bassin versant côtier : exemple de la Dives et des marais de Vimont, implications hydrogéologiques sur la nappe aquifère du Dogger (Normandie, France) Thèse Université de Caen Normandie, 464 p.

- POIGNANT L., DUGUÉ O. ET DELCAILLAU B. (2021) - Déformations plicatives dans les terrains jurassiques de Normandie (Bessin, campagnes de Caen et de Falaise). *Bull. inf. géol. Bass. Paris*, 58, 4, 3-22.
- QUESNEL F. (1997) - Cartographie numérique en géologie de surface. Application aux altérites à silex de l'ouest du Bassin de Paris. Thèse Université de Rouen, Document du BRGM, 263, 268 p.
- RIOULT M. (1962) - Sur l'âge du «Calcaire de Caen» et la stratigraphie du Bathonien de Normandie. - *Bull. Soc. linn. Normandie*, 10, 2, 51-61.
- RIOULT M. (1964) - Le stratotype du Bajocien. Coll. Jurassique, Luxembourg 1962. C.R. & Mém. Inst. Grand Ducal Luxembourg, *Sect. Sci. nat., phys. & Math.*, 239-258.
- RIOULT M. (1968) - Contribution à l'étude du Lias de la bordure occidentale du Bassin de Paris. 1<sup>e</sup> Thèse Doctorat État Université de Caen, 585 p.
- RIOULT M. (1980) - Calcaire à spongiaires. *In* : Lexique des noms de formations. Synthèse géologique du Bassin de Paris, MÉGNIEN F. (éd.), *Mém. BRGM*, 103, p. 173-174.
- RIOULT M. et FILY G. (1975) - Discontinuités de sédimentation et unités lithostratigraphiques dans le Jurassique de Normandie. IX Cong. Int. Séd. Nice, thème 5, 2, 343-358.
- RIOULT M. et FILY G. (1980) - Stratotype du Bajocien et parastratotypes du Bathonien sur les côtes du Calvados, Normandie. Excursion B 02, 26<sup>e</sup> C.G.I., *Bull. inf. géol. Bass. Paris* n° hs, 1-11.
- RIOULT M., COUTARD J.-P., LA QUERIERE P. de, HELLUIN M., LARSONNEUR C., PELLERIN J. et PROVOST M. P. (1989) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000) feuille Caen (120). *BRGM*, 104 p.
- RIOULT M., DUGUÉ O., JAN DU CHENE R., PONSOT C., FILY G., MORON J.-M. et VAIL. P. R. (1991) - Outcrop sequence stratigraphy of the Anglo-Paris Basin, Middle to Upper Jurassic (Normandy, Maine, Dorset). *Bull. Centres Rech. Explor.-Prod. Elf Aquitaine*, 15, 1, 101-194.
- SERRA O. et SERRA L. (2000) - Diagraphies. Acquisition & Applications. Serra Log, TotalFinaElf Ed., 482 p.
- WUILLEUMIER A., ALLANIC C., BOUDET M., BOURGINE B., CROISSET N., MACHARD DE GRAMONT H., PANNET P., TOURLIÈRE B. et DUGUÉ O. (2013) - Modélisation des aquifères de la plaine de Caen et du bassin de la Dives. Phase 1 : Collecte des données, synthèse hydrogéologique et construction du modèle géologique. Rapport BRGM/RP-62002-FR, 311 p.
- ZIEGLER P. A. (1990) - Geological atlas of Western and Central Europe: Shell Intern. Petrol. Maatschappij B. V., 2nd edit., 239 p.

# 14-18 : La Terre et le Feu

## Géologie et géologues sur le front occidental

### BON DE COMMANDE

L'ouvrage, de 480 pages, richement illustré en quadrichromie (cartes, dessins, photographies), paru en décembre 2018, est vendu au prix de 38 € (plus frais d'emballage et de port). Renseignements et commandes par courriel ([secretariat.agbp@gmail.com](mailto:secretariat.agbp@gmail.com)) ou par courrier postal (Association des Géologues du Bassin de Paris, Tour 56-55, E5, Sorbonne Université, 4 place Jussieu, 75252 Paris cedex 05). Le bon de commande est également téléchargeable sur le site de l'AGBP : <http://www.agbp.fr/blog>

Mme/M.....  
Adresse pour envoi postal .....

Courriel..... Téléphone.....

..... exemplaire(s) à 38 € + 9 € (par exemplaire) pour frais d'emballage et d'expédition soit..... €

..... exemplaire(s) à 38 € du volume à retirer (à Paris, à Lille) sur RV. Cette possibilité n'est offerte que dans les 3 premiers mois après parution (c. à d. jusqu'à mi-avril 2019) soit..... €

Règlement  par chèque à l'ordre de AGBP CCP PARIS 07 717 41 E020 PARIS  
 par virement fait à IBAN : FR41 2004 1000 0107 7174 E02 092

En cas de retrait sur place, merci de cocher la ville de retrait choisie  Paris  
 Lille

Le lieu précis de retrait vous sera communiqué lors de la prise de RV [à Paris : SGF ou Campus Jussieu ; à Lille : Université de Lille (Villeneuve d'Ascq)]

Date de la commande

Signature



## Association des Géologues du Bassin de Paris

Rédaction et Administration  
Tour 56-55, E5 - 4 place Jussieu  
F-75252 PARIS Cedex 05  
SIRET 328 440 664 00014 Code APE 221 E  
IBAN FR41 2004 1000 0107 7174 1E02 092  
CCP 07717 41E 020 PARIS  
[secretariat.agbp@gmail.com](mailto:secretariat.agbp@gmail.com)  
[www.agbp.fr](http://www.agbp.fr)



Nom : \_\_\_\_\_

Prénom : \_\_\_\_\_

Date de naissance : \_\_\_\_\_

Points d'intérêts : \_\_\_\_\_

Adresse personnelle : \_\_\_\_\_

Courriel/téléphone : \_\_\_\_\_

Adresse professionnelle : \_\_\_\_\_

Courriel/téléphone : \_\_\_\_\_

Fonction \_\_\_\_\_

### **Cotisation 2022 :**

Membres ordinaires	20€	<input type="checkbox"/>
Personnes morales	40€	<input type="checkbox"/>
Étudiants** + recherche d'emploi**	10€	<input type="checkbox"/>

### **Cotisation + abonnement 2022 :**

Membres ordinaires	Bulletin électronique	50€	<input type="checkbox"/>
	Bulletin papier	62€	<input type="checkbox"/>
Personnes morales	Bulletin électronique	100€	<input type="checkbox"/>
	Bulletin papier	124€	<input type="checkbox"/>
Étudiants** + recherche d'emploi**	Bulletin électronique	25€	<input type="checkbox"/>

### **Non membres + abonnement 2022 :**

Bulletin papier seul 84€

Le Bulletin devra être envoyé à l'adresse personnelle   
à l'adresse professionnelle

Pour les journées de terrain au printemps et en automne, les tarifs seront donnés au préalable de chacune d'elle

\* Pour les membres à jour de leur cotisation et abonnement

\*\* fournir un justificatif

**SOMMAIRE**

Robert WYNS. – Compte rendu de l’assemblée générale du 21 mars 2022 de l’AGBP .....	3
Loik POIGNANT, Olivier DUGUÉ et Bernard DELCAILLAU. – La série bathonienne du Bes-sin et de la campagne de Caen (Normandie) : Étude d’un forage carotté et de forages destructifs dans les marais de Vimont, interprétation des diagraphies <i>Gamma Ray</i> dans les formations bajo-bathoniennes .....	11

Prix du fascicule : 18 €  
CPPAP 05 22 G 85462  
Dépôt légal : 2<sup>e</sup> trimestre 2022

Directeur de la publication : M. J. ROULET  
Achevé d’imprimer sur les presses  
de l’imprimerie LAUNAY