

**Emergence du hameau de Sombre.  
Plongée dans le karst de restitution du front de  
Cote du Mont Couple  
(Collines d'Artois, Pas de Calais)**

Texte : Luc FRANCOIS. Plongeur :



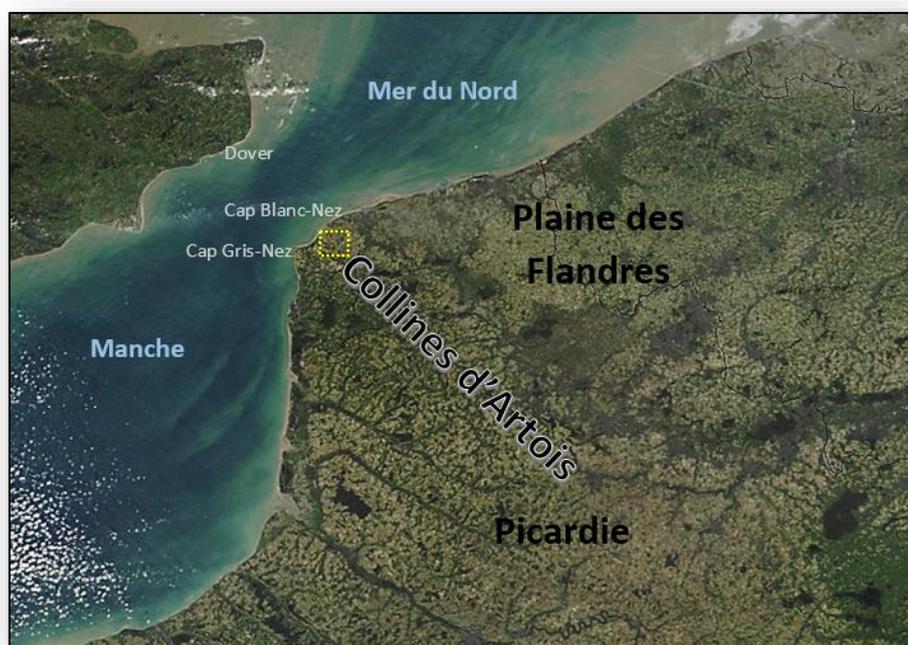
Fédération Française de  
spéléologie

### Situation géographique

La zone karstique concernée est située à l'extrémité septentrionale des collines d'Artois. Les collines d'Artois sont des reliefs d'altitude modeste (entre 100 et 200m) qui s'étendent sur une grande partie du département du Pas-de-Calais entre le cap Blanc-Nez au Nord et Arras au Sud.

Les versants Sud s'allongent vers la Picardie, alors qu'au Nord-Est, les collines marquent une rupture de relief avec la plaine des Flandres.

Au Nord-Ouest, les collines sont bordées par les plages de la côte d'Opale baignées par la Manche. Sa partie Nord s'interrompt brutalement par de hautes falaises au niveau du Cap Blanc-Nez. Les falaises du cap Blanc-Nez et celles de Douvres bordent de part et d'autre le détroit du Pas de Calais délimitant la Manche et la Mer du Nord.



### Géologie des collines de l'Artois

Le bombement des collines de l'Artois sépare deux bassins sédimentaires celui de la plaine des Flandres (bassin franco-anglo-belge) au Nord et celui du bassin Parisien au sud. Les séries stratigraphiques du bombement datent principalement du crétacé et reposent sur un substratum de roches du Paléozoïque (ère Primaire) avec quelques affleurements sous-jacents dans le Boulonnais datant du jurassique. Au Cénozoïque (ère tertiaire), ce relief s'est soulevé à nouveau sous l'effet du plissement alpin.



Au niveau du cap Blanc-Nez, rupture de l'isthme dans les séries stratigraphiques du crétacé entre la France et l'Angleterre par débordement des eaux de la Mer du Nord dans la Manche à la suite d'évènements catastrophiques induits par la dernière déglaciation.

### Séries stratigraphiques concernées

La transgression du Crétacé commence dans le Boulonnais à l'Aptien avec des sables argilo-glaucosieux présents jusqu'à l'Albien inférieur (faciès des sables verts) et se poursuit avec quelques dépôts de l'Albien moyen et supérieur (Albien ≈ 113 à 100,5 Ma) sédimentation d'argiles noires ou grises très fossilifères (faciès des argiles du Gault).

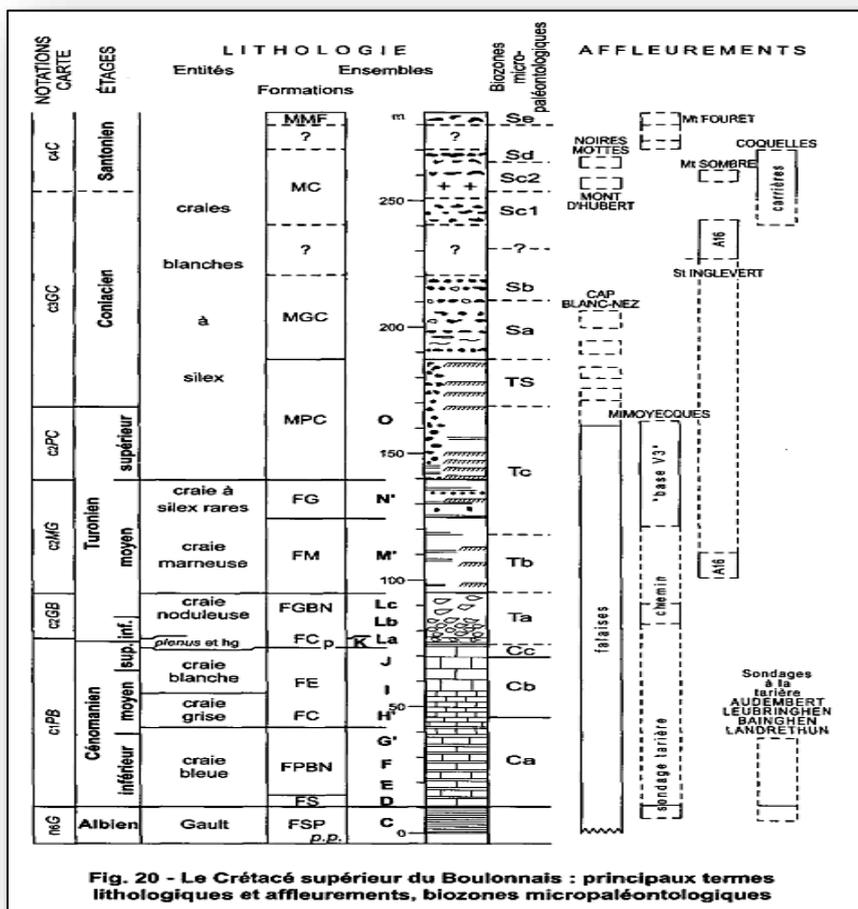


Fig. 20 - Le Crétacé supérieur du Boulonnais : principaux termes lithologiques et affleurements, biozones micropaléontologiques

Echelles stratigraphiques extraites de la notice explicative de la feuille MARQUISE au 1/50 000.

Le dépôt des craies à partir du Cénomaniens marque un important changement dans les faciès qui s'inscrit toujours dans le cadre de la grande transgression du Crétacé dont le maximum d'amplitude est atteint au cours du Turonien inférieur. S'amorce alors une baisse généralisée du niveau marin qui se poursuivra jusqu'à la limite Crétacé supérieur. Cependant, dans le Boulonnais, les craies les plus récentes, préservées de l'érosion sont du Santonien.

### Crétacé supérieur

Maastrichtien	(-72,1 à -66,0 Ma)
Campanien	(-83,6 à -72,1 Ma)
Santonien	(-86,3 à -83,6 Ma)
Coniacien	(-89,8 à -86,3 Ma)
Turonien	(-93,9 à -89,8 Ma)
Cénomaniens	(-100,5 à -93,9 Ma)

### Colluvions du fond des vallons secs du revers de cote

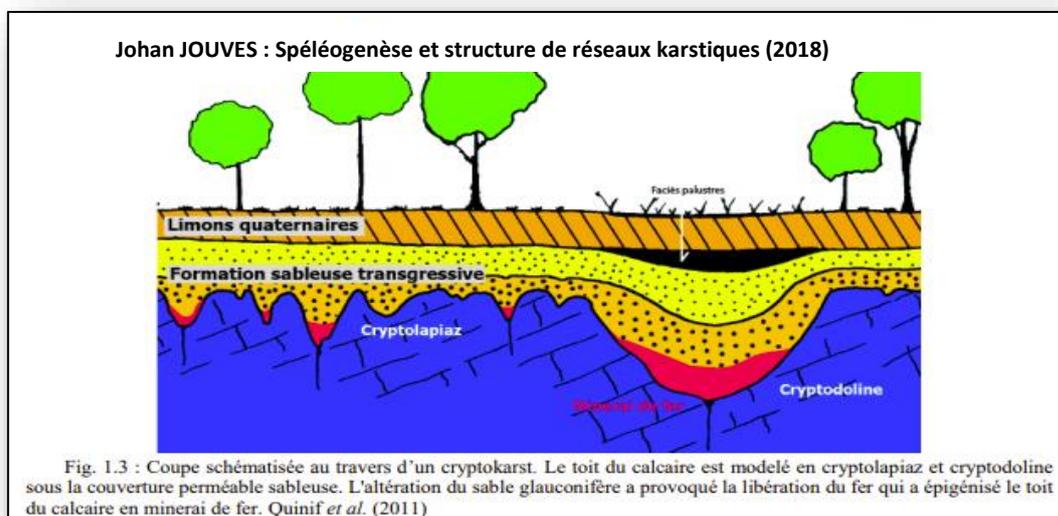
Ce sont des dépôts meubles des versants, qui sont généralement limoneuses, limono-argileuses ou sableuses, plus ou moins chargées en silex et en granules de craie. Une partie provient des formations limoneuses de versant Lœss et dépôts de versant associés (Pléistocène supérieur) ; le Pléistocène supérieur commence au cours de la période tempérée, puis bascule dans la glaciation de Würm (dernière période glaciaire du Pléistocène). Une autre partie, parfois importante, du remplissage de ces vallons résulte de remaniements récents (Holocène) des formations de versant. L'Holocène est une période tempérée qui suit la dernière période glaciaire du Pléistocène.

### Alluvions Holocène (formation des Flandres) du fond de vallon du ruisseau d'Herlen

Le ruisseau d'Herlen, au Nord-Ouest du front de côte dégradé (cf. plan page 5), s'écoule sur des Alluvions Holocène. Ce sont des dépôts sableux, sablo-limoneux, ou argileux et parfois tourbeux reposant toujours sur un cailloutis de sables graveleux à silex.

### La crypto-altération

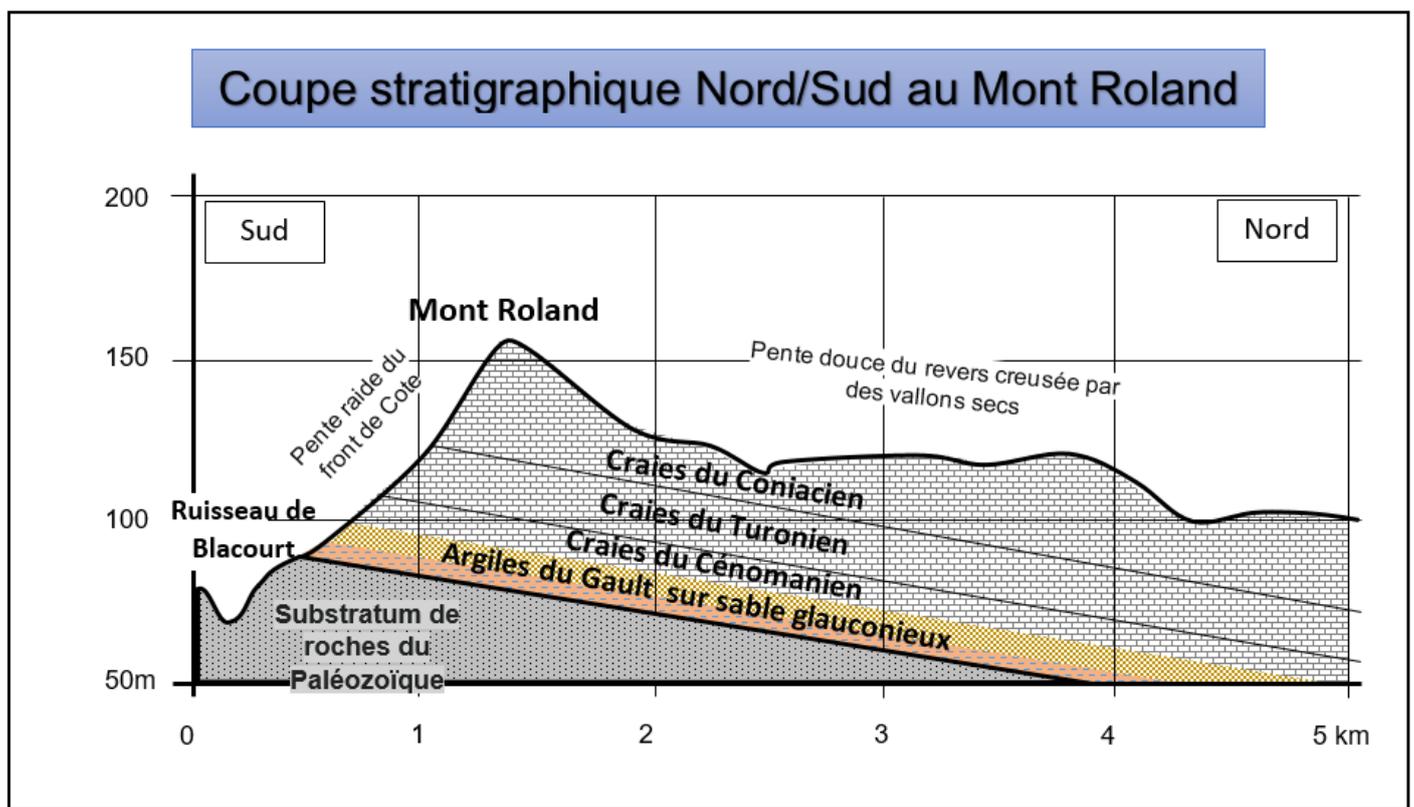
La crypto-altération correspond à l'altération d'une dépression (crypto doline, fond de vallon crypto-lapias) sous une couverture pédologique, détritique ou alluviale (Nicod, 1975). Ce processus est lié au potentiel d'altération chimique des surfaces karstiques permettant d'aboutir aux formes karstiques sous couverture (Renault, 1970 ; Vergari et Quinif, 1997 ; Combes, 1998).



## Le front de Côte entre le mont Couple et mont Roland

Entre le Mont Couple et le mont Roland, les séries stratigraphiques monoclinales crayeuses du Cénomaniens, du Turonien et du Coniacien sont relevées vers le Sud pour former un front de côte dont les flancs escarpés sont exposés au Sud. Les séries crayeuses remontent également légèrement vers l'Ouest en direction du littoral de la mer du Nord.

Les séries crayeuses reposent sur l'argile du Gault nommée parfois « argile albiense ». C'est une formation d'argile de teinte gris-bleu à gris foncé, qui s'est déposée en profondeur moyenne dans des eaux marines calmes, au cours du Crétacé inférieur de l'Albien supérieur et moyen. Son nom fait référence au stratotype d'un lieu-dit près de Folkestone (Angleterre). La formation de Gault résulte de la transgression marine qui a succédé à l'érosion du sable vert inférieur. Elle comprend deux sections, le Gault Supérieur et Inférieur.

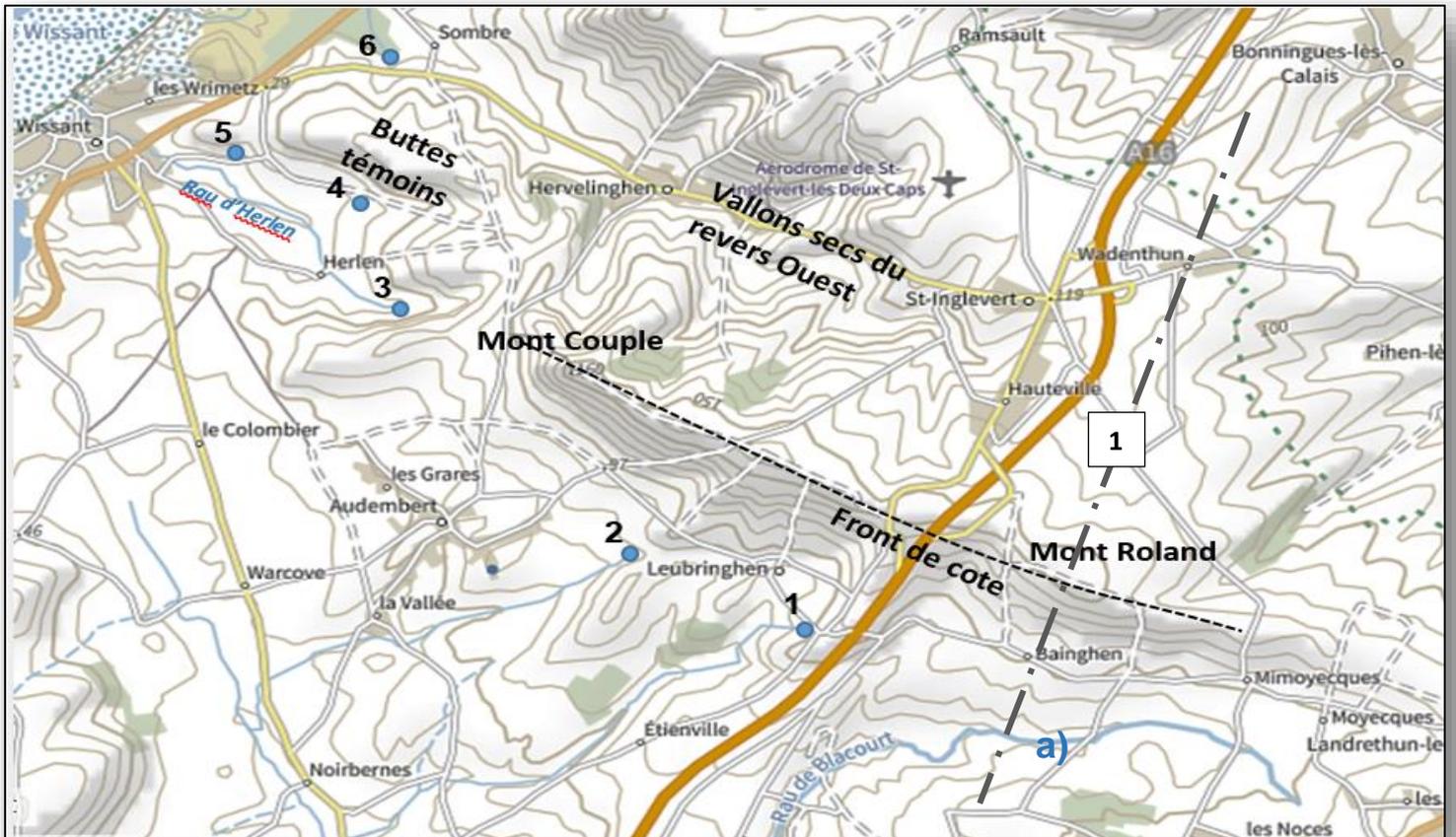


A partir de Havelinghen, (Cf. plan page suivante) les vallons secs du revers et le bassin hydrographique du ruisseau d'Herlen ont fortement dégradé le front de cote en laissant des reliefs isolés aux lieux dits les Combles et les Douze qui sont des buttes témoins de la dégradation du front de côte initial.

## Organisation des réseaux hydrographique au contact du front de Côte

A l'Est de Leubringhen (Cf. carte page suivante), le front de côte est creusé par le ruisseau de Blacourt (**a**) Cf. carte page suivante) qui longe le front de cote vers l'ouest puis redescend vers le Sud. Le lit du ruisseau s'écoule sur le substratum Paléozoïque. En effet, dans cette zone, les séries du jurassique ont été décapées, ce qui laisse affleurer les formations du Dévonien représentées par les stratotypes du Givétien, Frasnien et Famennien.

Au niveau de Leubringhen et légèrement à l'Ouest, deux exurgences (1,2) sourdent à la base du front de cote, au niveau des argiles du Gault. Leurs ruisseaux s'écoulent sur un substrat jurassique. A l'extrémité Ouest, le front de côte dégradé est bordé par le ruisseau d'Herlen qui est alimenté par les exurgences du moulin du blanc pays(3), du vivier(4) et du pont charnier(5).



1 Coupe Nord/Sud de la cote du Mont Roland

1) exsurgence du pré Berquet	—	4) exsurgence du vivier	2,3 l/s
2) exsurgence de la ferme Dizacre	—	5) exsurgences du pont charnier	8,9 l/s
3) exsurgence du moulin du blanc pays	10,3 l/s	6) émergence de Sombre	18 l/s

### Organisation des vallons secs sur le revers de côte

A partir d'Englevert, le revers de côte est creusé par des vallons secs. Le vallon sec principal serpente d'Est en Ouest entre St Englevert et le hameau de Sombre. Ses affluents convergent de part et d'autre à la façon d'une nervation pennée ; c'est-à-dire que les affluents rejoignent de part et d'autre le vallon principal et de façon plus ou moins perpendiculaire.

La zone sommitale du mont couple ainsi que les versants escarpés des vallons secs sont couverts de Rietz. Le nom de Rietz est le nom donné aux terres incultes, servant aux pâturages ou laissées en friche et couvert de pelouses alternant avec un couvert fruticé où dominent des arbustes et des arbrisseaux .

Vers l'Ouest, le fond des vallons secs sont de plus en plus plats consécutivement aux dépôts provenant des pentes. Ce qui leur donne un profil transverse particulier avec des versants escarpés couverts de Rietz et des fonds de vallons plats qui sont le siège d'une agriculture intensive. Sur les photographies aériennes, les revers de côte en pente douce sont labourés et laissent apparaître des affleurements crayeux.



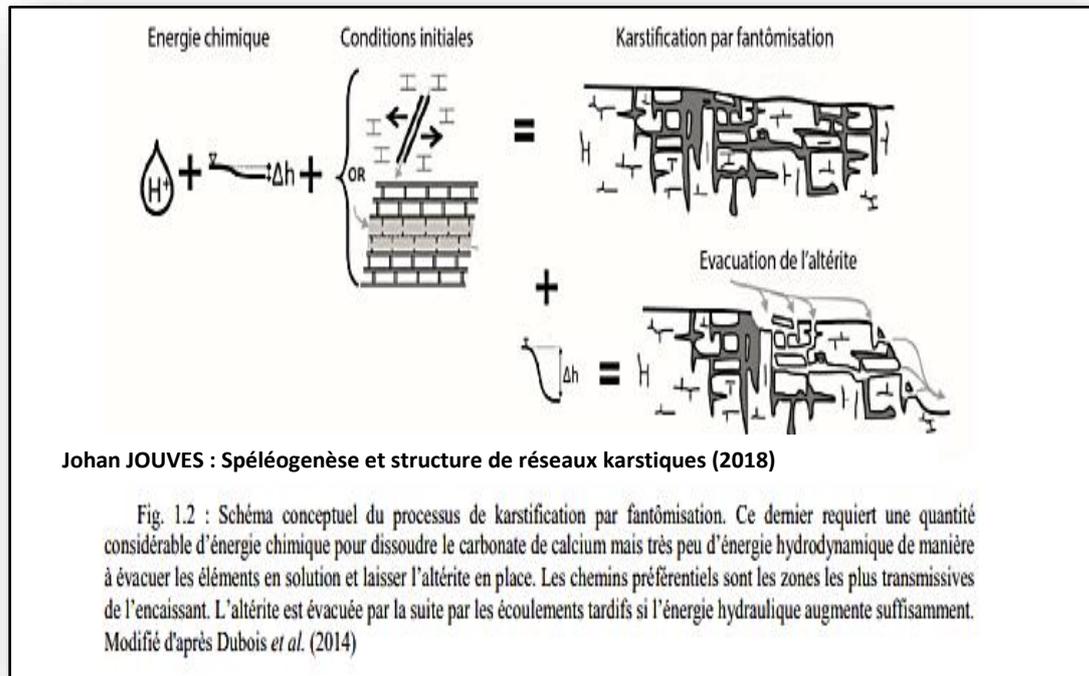
Rietz du Mont Couple, espaces escarpés laissés en friche et couvert de pelouses alternant avec un couvert fruticé où dominant des arbustes et des arbrisseaux. En contre bas sur le littoral, Wissant et plus loin le cap gris-nez

Aucun talweg convergeant vers des dolines n'a été remarqué dans les vallons secs ou en revers de côtes. Ces zones de convergences des eaux météoriques sont absentes et ne peuvent concentrer l'énergie hydrodynamique permettant d'évacuer les altérites des galeries karstiques fatomisées. Ce qui signifie que le karst d'introduction fonctionne par l'infiltration épigène. (Per descensum) sous des conditions de très faible gradient hydraulique non à cause de la faible pluviométrie mais plutôt par manque de concentration des points d'introduction sous forme de doline, d'entonnoir de dissolution ou de lapiaz. Le fait que la craie soit poreuse et que la saturation en eau la rende friable et la soumette à la Cryofracturation en condition de gèle, maintient l'étape initiale de fantomisation du karst d'introduction en colmatant en surface le maillage karstique calqué sur la fracturation et en maintenant des altérites.

### **Altération physico-chimique et fantomisation du karst crayeux de la zone concernée**

Le terme de karstification par "fantomisation" est utilisé pour décrire un processus de spéléogénèse pouvant évoluer en deux phases (Fig. 1.2) page suivante), avec:

- ✓ une première phase de dissolution partielle dans des conditions de faible gradient aboutissant à la formation de fantômes de roche,
- ✓ une seconde phase d'érosion mécanique par érosion régressive consécutive à l'augmentation du gradient hydrodynamique.



La première phase d'altération dans laquelle la fantômisation (ghost-rock karstification), résulte en une altération sous des conditions de très faible gradient hydraulique. Cette phase d'altération peut être liée à l'infiltration épigène. (Per descensum).

Dans le cas d'une spéléogénèse par fantômisation épigène, la présence d'une couverture contenant des minéraux siliceux, sulfureux ou sulfatés sera nécessaire à la libération d'ions  $H^+$  ou de  $H_2SO_4$  pour que l'eau acquière un caractère agressif. Dans la zone concernée, l'amont de l'impluvium du karst d'introduction est dépourvu de roches imperméables pouvant concentrer en surface les eaux météoriques avant de ruisseler au contact de la roche mère crayeuse. De plus il n'y a pas de talwegs pouvant concentrer les eaux ruissellement de surface vers des dolines générant des points de suffosion par entrainement des matériaux du sol meuble non cohésif ou des altérites vers le karst profond.

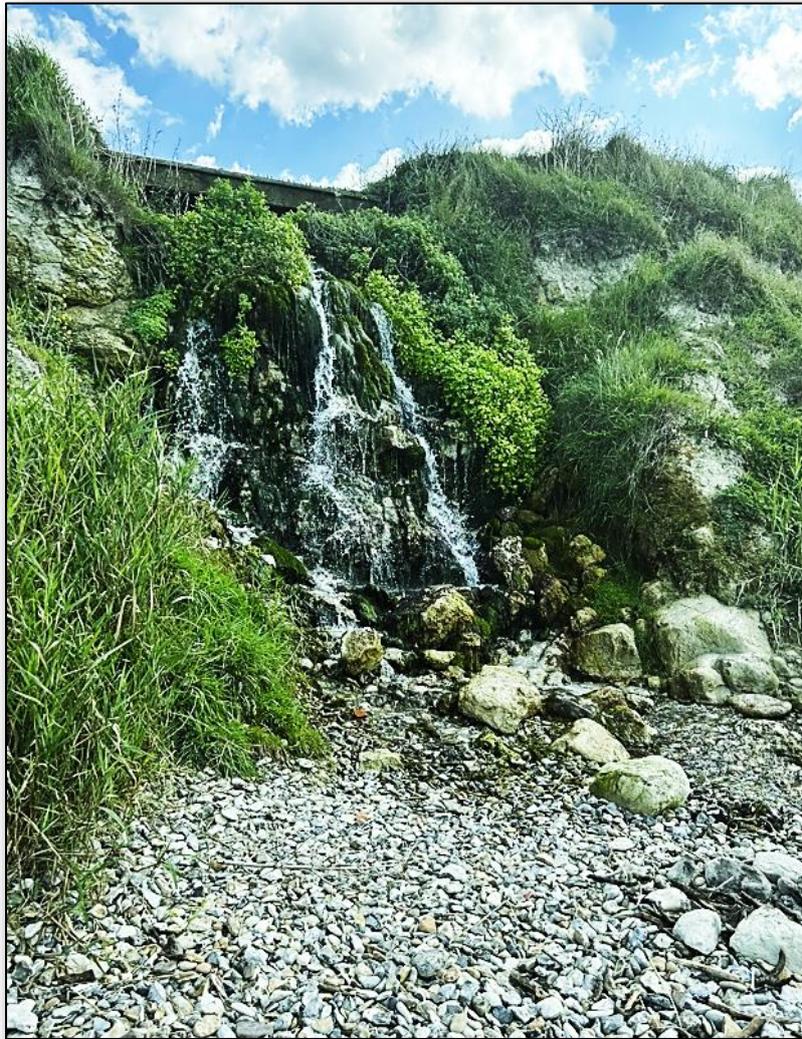
Dans notre cas de karstification par fantomisation domine et les produits de l'altération (décalcification ou dédolomitisation) sont donc évacués, par circulation lente des eaux ou diffusion ionique, tandis que les résidus d'altération persistent produisant des altérites in situ conservant la structure et la texture initiale de la roche. Les corps altérés peuvent présenter des porosités et perméabilités très élevées (jusqu'à 45 % et 10 Darcy (Dubois et al. (2014).

L'organisation des réseaux fantômés suit généralement les interstices de la roche dure propices à la karstification en produisant souvent un maillage calqué sur la fracturation et la stratification.

### Les formations superficielles du Cénozoïque

Les séries du crétacé sont parfois recouvertes par un complexe de formations argileuses à silex : formations argileuses à silex du Pléistocène. On peut retrouver ce complexe du Pléistocène en affleurement sur la partie culminante des côtes, là où la couverture limoneuse est absente ou très peu épaisse. Il s'agit de limons argileux rougeâtres, en partie résiduels (liséré d'altération), associant des sables et limons plus anciens (Pléistocène inférieur et moyen) ainsi que des loess, des silex altérés ou non et incorporant localement des sables et grès ferrugineux. En zone sommitale, ces formations remplissent des poches de dissolution résultant d'une évolution crypto-karstique au cours du Pléistocène (Sommé, 1975). Sur les versants, elles se trouvent à l'état remanié ou remplissent des poches de dissolution plus réduites.

A noter que nous n'avons pas mené d'investigations in situ pour faire le distinguo entre les zones de crypto-altération et celles de fantomisation cependant on peut conjecturer que ce sont les pentes lessivées des formations superficielles et de couverture limoneuse qui sont soumises à l'altération par fantomisation. Nonobstant ces zones de versants n'ont pas évacuée suffisamment l'altérite de fantôme de roche par érosion régressive au sein du système karstique et aucune trace de karst d'introduction n'est apparente.



Exsurgence de Strouanne sur le littoral en contre bas de Sombre sur le versant opposé à l'émergence de Sombre

### **Le Karst de restitution de l'émergence du hameau de Sombre**

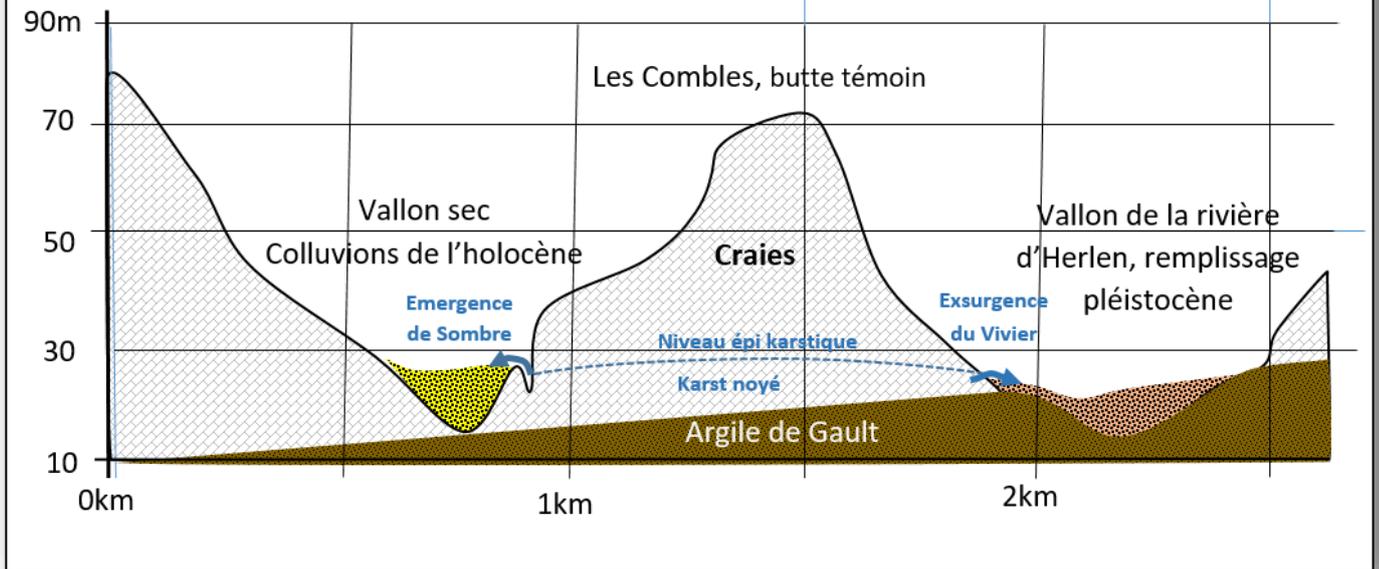
Sur le versant Sud du vallon sec en contre bas de la butte témoins des Combles sourd l'émergence du hameau de Sombre, en contre bas de la D244, des eaux remontent d'un plan d'eau d'une dizaine de mètres de diamètre. Son débit a été mesuré à 18l/s par le BRGM en juin 1961 pour une section d'exutoire de 20/50cm. Les eaux proviennent d'un réseau hydrogéologique de la craie au contact des argiles du Gault et des colluvions de l'holocène. L'émergence est un exutoire dont le débit important laisse penser à la présence de galeries karstiques. L'émergence du hameau n'a jamais été plongée et pourrait donner accès à des galeries karstiques dans la zone épi karstique.

Le mois de Mai est le mois de plus faible en pluviométrie. En juin la pluviométrie augmente mais les températures aussi ce qui diminue la pluviométrie efficace. Sa proximité avec le littoral et son altitude dominante l'expose aux vents de l'Est et du Nord ce qui favorise l'assèchement des sols en période ensoleillée mais en contrepartie sa situation à proximité de la mer peut favoriser la nébulosité et atténuer le phénomène de rayonnement.

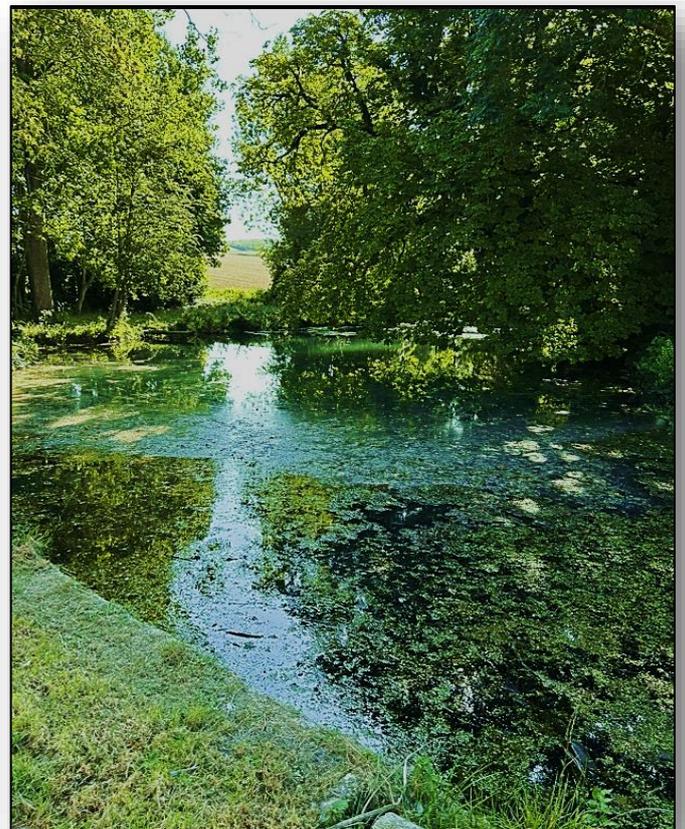
Les Rietz avec une végétation de fruticées (pelouses, arbustes et arbrisseaux) et les zones cultures intenses génèrent peu de transpiration végétale mais exposent les sols à l'évaporation. Le front de côte est exposé à l'ouest et à ce titre l'angle d'incidence des rayonnements solaire en matinée est moins important que sur le revers.

L'automne est une période de pluies plus efficaces (octobre à décembre). Les hauteurs d'eau peuvent être multipliées par 10 durant les périodes de fortes précipitations (selon la station météorologique de Calais, Marck).

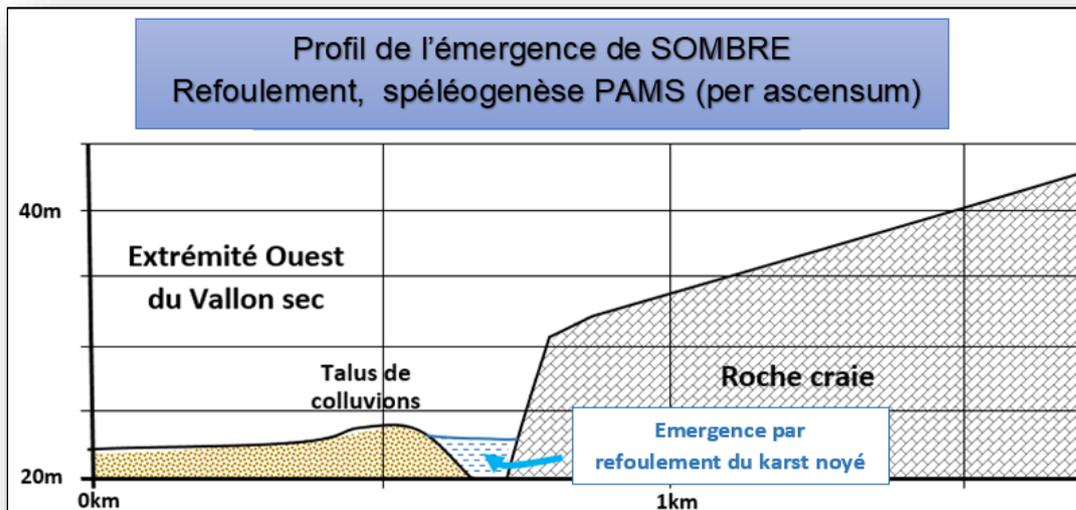
## Butte témoin des Combles Coupe Nord/Sud et karst de restitution



Plongée en karst noyé  
Passage d'une chatière



L'émergence du hameau de Sombre.  
Fosse émissive

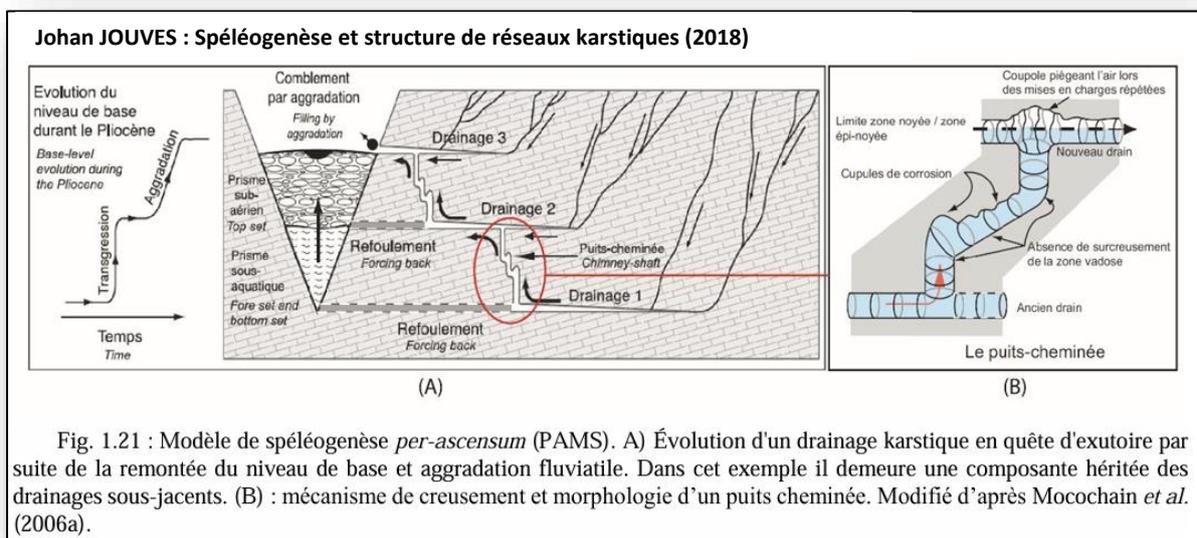


### L'origine du karst de restitution PAMS (per ascensum)

Des remontées du niveau de base comme :

- ✓ la Variation lente du niveau de la mer (l'eustasie),
- ✓ l'accumulation de sédiments (l'aggradation fluviale),
- ✓ l'affaissement de la surface de séries stratigraphique sous l'effet de subsidence d'une charge qui vient s'ajouter (eaux, sédiments, glaces, tectonique).

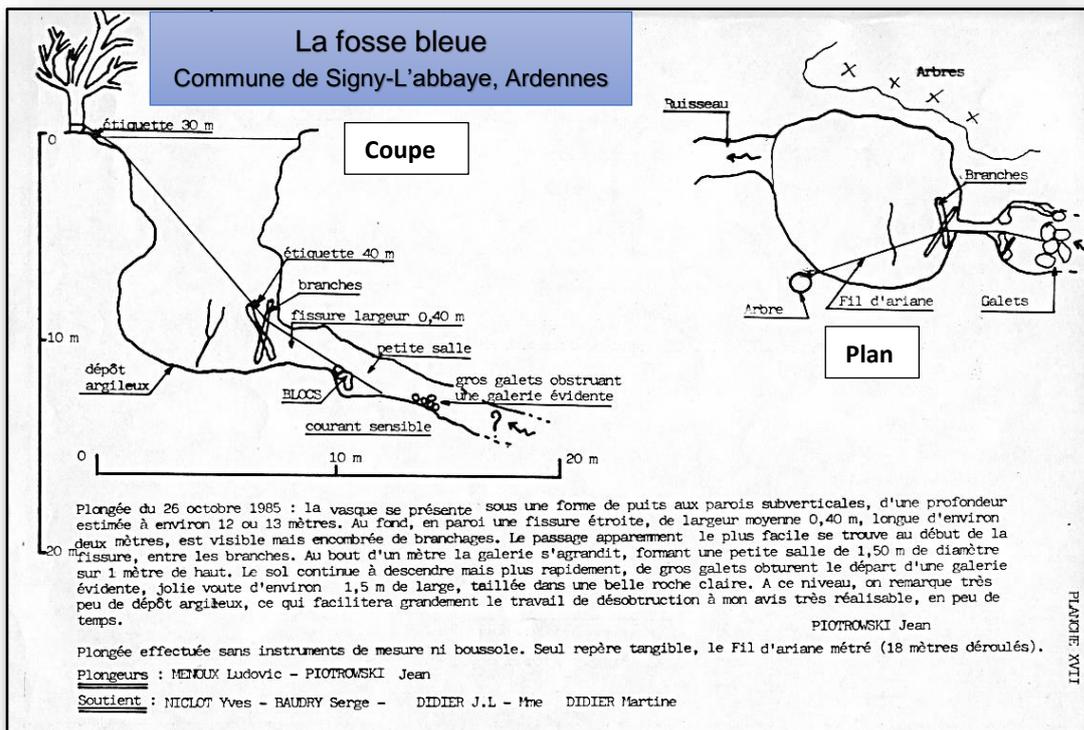
L'eustasie, l'aggradation fluviale et la subsidence induisent une spéléogénèse PAMS (per ascensum) au niveau du karst de restitution. Dans notre cas, l'élément le plus probant est l'eustasie produite par comblement des dépôts de colluvions du fond de vallons secs. Ce comblement du fond de vallons perdure depuis l'Holocène et la période tempérée qui a suivi la dernière glaciation du Pléistocène. Pour leur part, les événements catastrophiques consécutifs à la dernière déglaciation qui ont mémé à la rupture de l'isthme entre la France et l'Angleterre, ont participé au tracé actuel du réseau hydrographique et notamment du vallon sec du revers de côte.



### Similitude entre l'émergence du hameau de Sombre et l'émergence de la fosse bleue

La fosse Bleue (Signy l'abbaye, Ardennes) montre de fortes similitudes, à savoir : émergence par fosse émissive au contact d'une roche mère carbonatée et d'un talus de limons de fond de vallon. A la titre de comparaison, le débit de l'émergence de la fosse bleue est donné entre 40 et 50 m<sup>3</sup>/h soit 11 à 14 l/s alors que celle de Sombre est donnée à 18 l/s soit environ 65 m<sup>3</sup>/h.

L'émergence a fait l'objet d'une plongée par Ludovic MENOUX et Jean PIOTROWSKI ainsi que d'un pompage.



A noter que Jean Luc CARRON aurait plongé le conduit noyé sur plusieurs centaines de mètres jusqu'à une trémie mais aucune topo ou document n'a été publié.



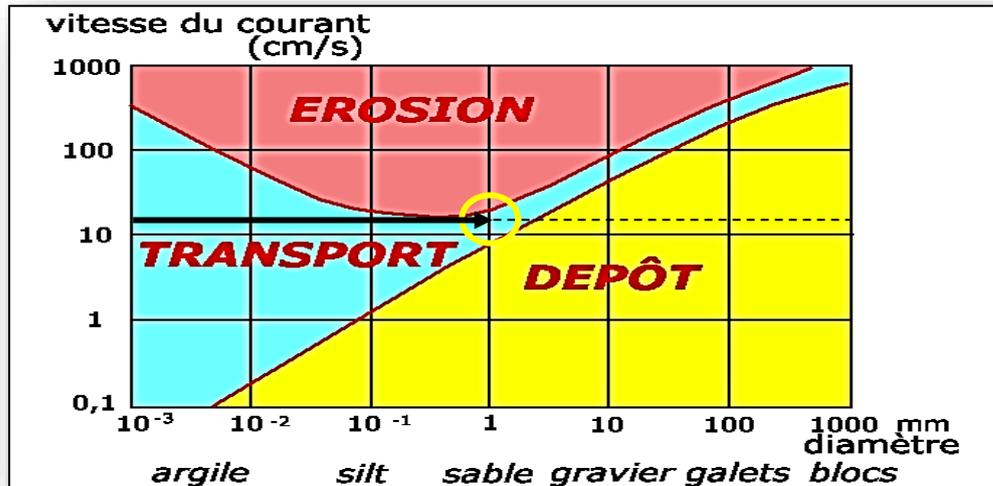
Pompage en 2002 par une équipe du spéléo Club des Ardennes

## Extrapolation sur le diagramme de HUSTROM

Section à l'exutoire : 50cm x 20cm = 1000 cm<sup>2</sup>

Débit = section x vitesses ;

Pour un débit de 18l/s mesuré à l'émergence, la vitesse =  $18\ 000\text{cm}^3/\text{s} : 1000\text{cm}^2 = 18\text{cm/s}$



En se référant au diagramme d'HUSTROM (ci-dessus), on remarque que la vitesse du courant est capable d'enlever du sable. Mais par manque d'enregistrement des débits de l'émergence, on ne connaît pas les modifications du régime hydrologique affectant l'équilibre entre le mouvement de l'eau et celui des sédiments. L'enregistrement des débits permettrait de connaître les variations du régime hydrogéologique et notamment le régime de crues pour évaluer la dimension maximale d'enlèvement des éléments détritiques (taille des grains) en fonction de la vitesse du courant d'eau.

## CONCLUSION

Seule la plongée de l'émergence pourra nous renseigner sur le profil et la dimension du conduit karstique noyé. Cette investigation dans le conduit karstique noyé renseignerait sur sa spéléogénèse PAMS (per ascensum) mais permettrait éventuellement d'accéder à l'épi-karst noyé et possiblement à des niveaux de karst vadose en contact avec des zones fantomisées ce qui permettrait également de confirmer de visu le contact avec l'évacuation de l'altérite du karst crayeux d'introduction.

## BIBLIOGRAPHIE

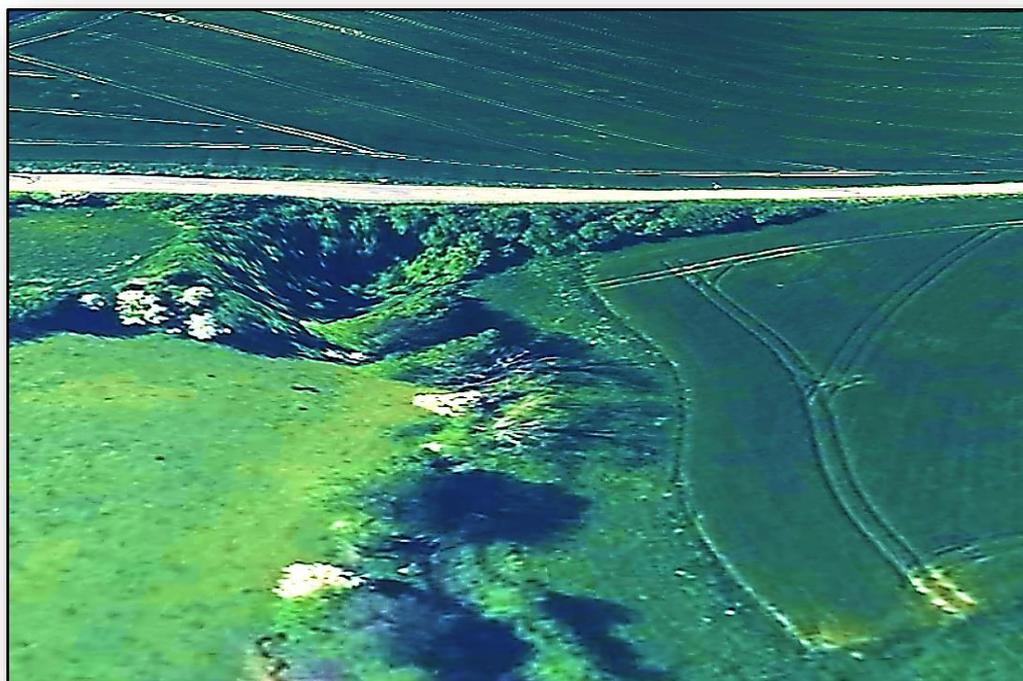
Fantômisations : un nouveau paradigme entre la théorie des deux phases de Davis et la théorie de la bio-rhexistasie D'ERHART. Yves QUINIF, Jean-Marc BAELE, Caroline DUBOIS, Cécile HAVRON, Olivier KAUFMANN, Anne VERGARI -2014.

Formations superficielles, quaternaire et géomorphologie. Les données de la région du Nord de la France. Jean SOMME - 1975.

Notice explicative de la feuille MARQUISE au 1/50 000. J.-L. MANSY, P. GUENOC, F. ROBASYNSKI, F. AMÉDRO, J.-P. AUFFRET, J.-P. VIDIER, J. LAMARCHE, D. LEFÈVRE, J. SOMMÉ, D. BRICE, B. MISTIAEN, A. PRUD'HOMME, J.-C. ROHART, D. VACHARD - 2007

Spéléogénèse et structure de réseaux karstiques : état de l'Art. Johan JUVES - 2018

## Annexes, photographies aériennes 3D



Emergence de Sombre

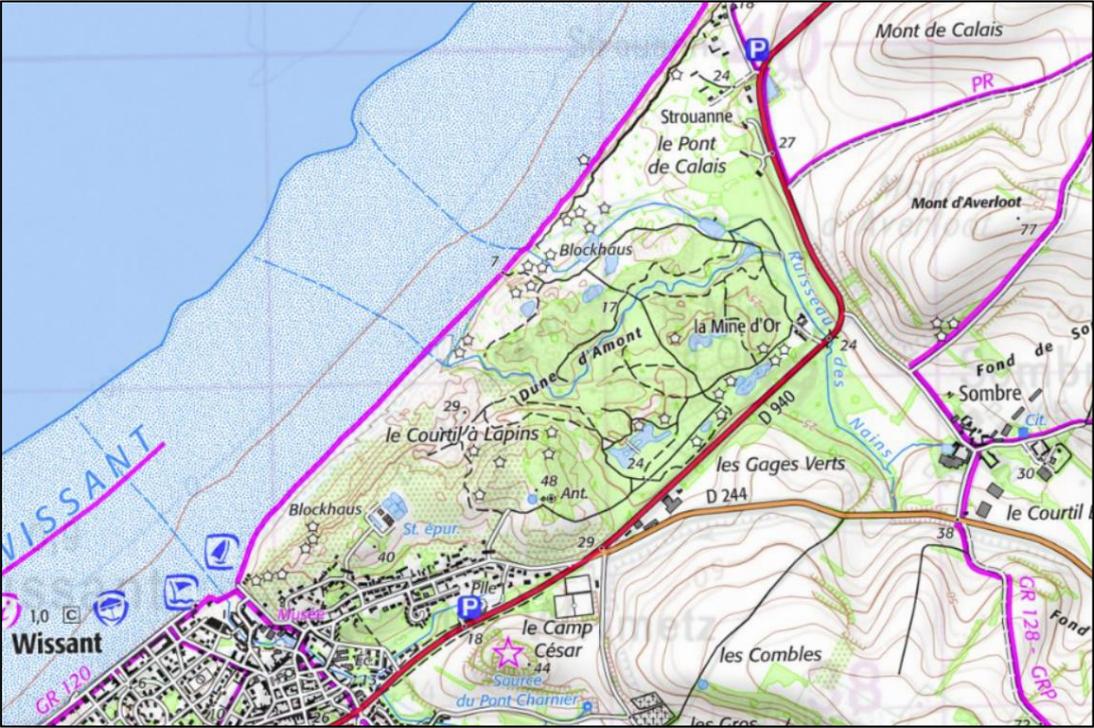


Emergence de Sombre alimentant le ruisseau des Nains  
alimentant un estuaire en delta dont les deux branches  
circulent dans des Pannes dunes



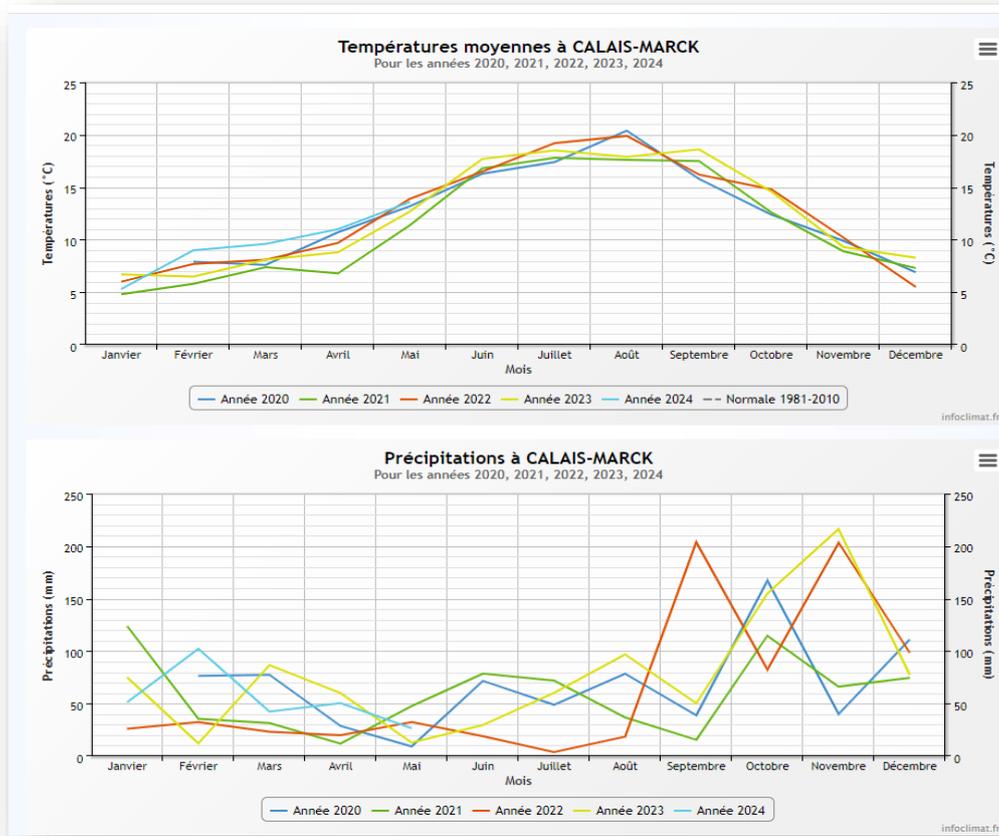
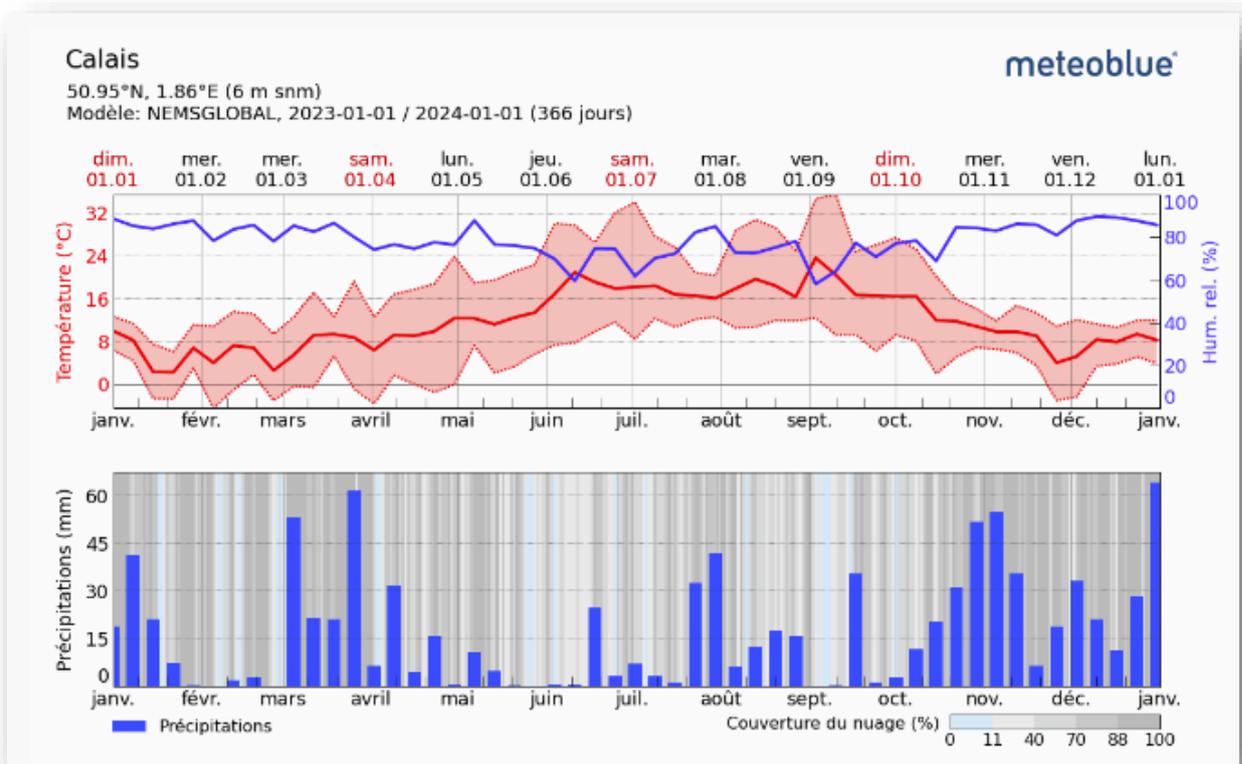
Rietz du mont Couple sur la zone sommitale et flancs escarpés des vallons secs.  
Vallon sec à fond plat siège d'une culture intensive

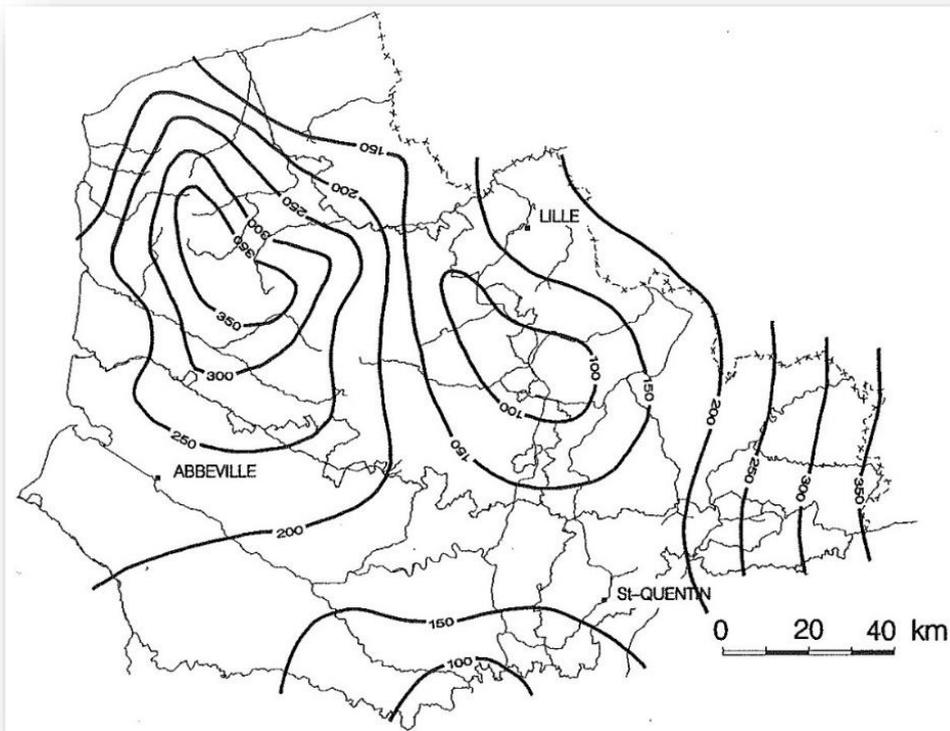
**Annexes, Carte estuaire des Nains**



Estuaire du ruisseau des Nains en delta dont les deux branches s'écoulent dans des pannes dunaires (dépression inter dunaire)

# Annexes, diagrammes pluviométrie





Carte d'isohyètes des collines d'Artois 3 à 2,5 fois plus importante qu'en plaine de Flandre

La moyenne interannuelle des précipitations efficaces assez similaire à celle de la pluie totale. Mais avec de fortes variations d'une année à l'autre et une distribution spatiale assez similaire à celle de la pluie totale. Cette distribution est hétérogène avec notamment un dôme pluviométrique au niveau des collines d'Artois (Cf. carte d'isohyètes ci-dessus) dus à la position des reliefs exposés aux vents dominants humides de secteur ouest et Nord en provenance de la mer. La part de la pluie annuelle s'infiltrant varie considérablement d'une année sur l'autre (1971, année particulièrement sèche et 2001, exceptionnellement arrosée). A l'échelon mensuel, le phénomène est encore plus accentué, peu de pluie durant la saison estivale s'infiltrant dans le sol, du fait de l'évapotranspiration.