

# Hauts de France : Sur les terrils miniers du Nord-Pas-de-Calais, la naissance d'une niche écologique inédite

dimanche 1er septembre 2024, par [BOURDELLE Franck](#), [LLORET Emily](#) (Date de rédaction antérieure : 27 août 2024).

**Les terrils miniers (amas de déchets miniers) sont faits de schistes noirs et de résidus de charbon. Ils sont généralement laissés à la nature. La question se pose alors de leur évolution dans le temps : deviennent-ils des écosystèmes à part entière ? Se fondent-ils dans la nature locale ? Ou au contraire, relarguent-ils des éléments dans l'environnement dont celui-ci se passerait bien ? C'est tout un travail de recherche alliant écologie, géologie et pédologie qu'il convient de mener pour prévoir l'évolution des terrils non exploités, et de les gérer au mieux.**

## Sommaire

- [Une biodiversité insoupçonnée](#)
- [8 ans de recherche à flanc \(...\)](#)
- [Analyses du centimètre au \(...\)](#)
- [D'un stérile minier à un \(...\)](#)

Comme chaque année depuis 2011, la petite commune d'Haillicourt, au centre de l'ancien bassin minier du Nord-Pas-de-Calais, se prépare en cette fin d'été à la saison des vendanges. Il y a bientôt 15 ans, un habitant du coin et un vigneron charentais ont en effet initié un projet emblématique de la [reconversion](#) de la région, en faisant le pari d'y cultiver la vigne. Pari réussi, puisque le Charbonnay, un vin blanc bio, est aujourd'hui le premier vin commercialisé des Hauts-de-France.

[Classé au patrimoine mondial](#) de l'humanité par l'Unesco en 2017, reconnaissance ultime du travail des mineurs à travers les âges, ce bassin minier porte toujours les traces de ce [passé industriel](#) qui a définitivement marqué la région : de Valenciennes à Béthune, partout des montagnes noires se dressent vers le ciel comme autant de monuments dédiés aux gens de la mine.

---



Les terrils du Pays à Part, Haillicourt (62). Extrait du projet « Les Terrils, d’hier à aujourd’hui », Université de Lille. Author provided

---

Ce sont des terrils faits de schistes noirs et de résidus de charbon, amas de déchets miniers érigés du début du XIX<sup>e</sup> siècle jusqu’à la fin de l’exploitation au début des années 90. Ils sont encore au nombre de 200, atteignant pour certains 100 à 130 m de haut et, bien qu’héritage patrimonial, ils restent des déchets. Leur avenir n’est pas tout tracé : qu’en faire ?

La gestion de ces terrils est entre les mains de nombreux acteurs et propriétaires locaux, qui ont parfois des [idées surprenantes de valorisation](#) : base de loisirs sur le terril des Argales à Rieulay, piste de ski artificielle sur un terril de Nœux-les-Mines ou donc vignoble sur un terril d’Haillicourt...

Mais la plupart du temps, ils sont laissés à la nature. La question se pose alors de leur évolution dans le temps : deviennent-ils des écosystèmes à part entière ? Se fondent-ils dans la nature locale ? Ou au contraire, relarguent-ils des éléments dans l’environnement dont celui-ci se passerait bien ? C’est tout un travail de recherche alliant écologie, géologie et pédologie qu’il convient de mener pour prévoir l’évolution des terrils non exploités, et de les gérer au mieux.

### **Une biodiversité insoupçonnée**

Les terrils constituent des systèmes singuliers vis-à-vis de la topographie et géologie régionale. Pentus, ils exposent leurs flancs aux effets d’une météo capricieuse. Constitués d’une roche noire qui garde la chaleur, ils sont un terrain meuble qui ne retient pas l’eau, et le soufre y est présent dans des proportions inégalées dans la région.

Ces sites accueillent ainsi une faune et une flore spécifiques : le terril d’Ostricourt, par exemple, est à moitié couvert de bouleaux et de chênes, et à moitié d’une végétation rase. Très fleuri au début de l’été, il se couvre d’amanites tue-mouches à l’automne. On peut y retrouver des espèces habituellement friandes de conditions méditerranéennes, comme le pavot cornu avec ses fleurs jaunes et ses glauciennes en cornet, ou encore le criquet à ailes turquoise et le lézard des murailles, qui aiment les habitats chauds et secs.

Les quatre saisons déploient ici quatre paysages totalement différents, que l’on ne voit nulle part ailleurs dans le Nord-Pas-de-Calais : la nature a repris ses droits et s’est adaptée. Mais pour que les terrils puissent accueillir cette biodiversité, il leur a fallu évoluer, se transformer, pour amener un stérile minier à devenir fertile.

*[Déjà plus de 120 000 abonnements aux newsletters The Conversation. Et vous ? [Abonnez-vous](#)*

## **8 ans de recherche à flanc de terril**

Quels sont les secrets de ce processus d'évolution ? Et son impact sur l'environnement proche ?

Ce sont les objectifs du projet ENTRESOL financé par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR). Chercheurs de l'Université de Lille et de CY Cergy Paris Université, [nous étudions depuis huit ans](#) la minéralogie du schiste et son altération, la formation d'un nouveau sol (processus dit de pédogenèse) et les transferts d'éléments vers les eaux de surface (eaux d'écoulement, de ruissellement, etc.).

Nous avons sélectionné 3 terrils répartis de Hénin-Beaumont à Valenciennes : chacun présente une végétalisation, une connexion à la nature environnante et des réceptacles des eaux superficielles (mares, étangs, ou fossés).

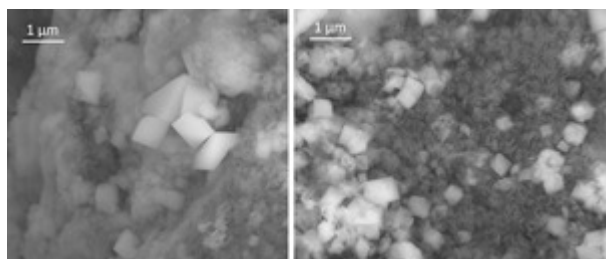
Depuis 2016, plusieurs campagnes d'échantillonnage nous ont permis de récupérer des kilos de schiste non altéré, de schiste en cours d'altération, et de sol. De même, tous les trois mois depuis deux ans, nous prélevons les eaux de surface qui entourent les terrils, afin d'en analyser la composition chimique et d'étudier son évolution saisonnière.

## **Analyses du centimètre au nanomètre**

Les échantillons de roche sont observés à toutes les échelles : du centimètre grâce à des microscopes optiques, au nanomètre via des microscopes électroniques haute résolution.

Ainsi, chaque phase qui s'altère et chaque phase qui se forme sont identifiées, caractérisées, décrites et analysées. Nous utilisons même des accélérateurs de particules afin de déterminer la forme chimique que les éléments prennent dans ces phases néoformées.

Grâce à ce protocole minutieux, nous avons pu mettre en évidence le phénomène de drainage acide minier, qui jusqu'alors n'avait pas été décrit dans la région, mais est très connu sur d'autres sites à travers le monde, notamment là où sont exploités des métaux : sous l'action de l'eau, de l'atmosphère, du gel, du soleil, les minéraux du schiste tels que les argiles, les feldspaths, les pyrites, les oxydes, vont s'altérer, s'oxyder, se dissoudre, et libérer des éléments qui vont permettre la cristallisation de nouveaux minéraux tels que les hydroxydes de fer ou la jarosite (sulfate de fer et de potassium).



Images en microscopie électronique à balayage. À gauche, des cristaux automorphes

suboctaédriques micrométriques de jarosite. À droite, des cristaux de jarosite ayant cristallisé par-dessus une couche d'oxyde de fer. Terril Ledoux-Lavoir. Auteurs, Fourni par l'auteur

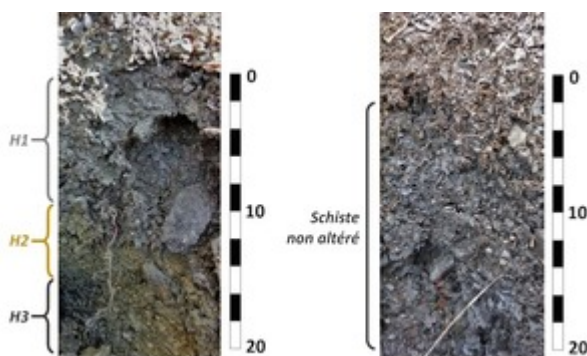
---

Ce processus engendre souvent des pollutions des écosystèmes, mais ici, il est assez lent, assez localisé (sur quelques centimètres superficiels du terril) et effectif à une petite échelle (échelle micrométrique) pour amener à la constitution d'un sol plutôt qu'à une dissémination de polluants.

### **D'un stérile minier à un sol fertile**

Sur ces terrils, nous avons ainsi pu décrire de nouveaux sols que l'on peut considérer comme assez évolués au vu des conditions défavorables. À partir de la fragmentation et de la transformation du schiste en surface, se développent plusieurs horizons successifs (« couches » du sol).

Un premier horizon très organique, similaire à de l'humus de sous-bois, un second très fin mélangeant matière organique et minérale, un troisième fait de schiste altéré et oxydé fixant fer, potassium et soufre, et enfin le schiste non altéré constituant le terril, qui se situe entre 10 et 30 cm de profondeur suivant le site.



Néosol formé en surface de terril. À gauche, sur un flanc végétalisé, un sol évolué composé d'une litière et de 3 horizons. À droite, sur un flanc nu, le schiste non altéré. Terril d'Ostricourt. Auteurs, Fourni par l'auteur

---

Ce sol, bien qu'acide ( $\text{pH} < 5$ ), s'enrichit progressivement en nutriments provenant du schiste mais aussi de la flore. Il est colonisé par de nombreux micro et macro organismes, tels que des collemboles, araignées, vers, mousses, champignons. Sous végétation rase, un sol se développe en moins de 10 ans alors même que la pente est instable (ravinement), raide ( $30$  à  $50^\circ$ ) et soumise à des conditions météorologiques fortes (ruissellement). Cette vitesse d'évolution est impressionnante, tout comme la colonisation par une végétation haute.

À ce rythme, les terrils présenteront dans quelques dizaines d'années des sols très évolués, favorables à l'implantation de nouvelles espèces, enrichissant encore la biodiversité locale. Il n'est

cependant pas dit que les écosystèmes singuliers observés actuellement puissent subsister, sans intervention humaine, notamment par l'abattage de la végétation haute : ils laisseront peut-être la place à un nouvel équilibre écologique plus proche de ce que l'on retrouve dans les forêts de la région.

---

[Emily Lloret](#), Enseignante-chercheuse, [Université de Lille](#) et [Franck Bourdelle](#), Professeur des Universités, [CY Cergy Paris Université](#)

< !—> <http://theconversation.com/republishing-guidelines> —>

---

## P.-S.

- The Conversation. Publié : 27 août 2024, 17:45 CEST Mis à jour le : 28 août 2024, 10:21 CEST.

Cet article est republié à partir de [The Conversation](#) sous licence Creative Commons. Lire l'[article original](#).

*Le projet [ENTRESOL](#) est soutenu par l'Agence nationale de la recherche (ANR), qui finance en France la recherche sur projets. Elle a pour mission de soutenir et de promouvoir le développement de recherches fondamentales et finalisées dans toutes les disciplines, et de renforcer le dialogue entre science et société. Pour en savoir plus, consultez le site de l'[ANR](#).*

- [Emily Lloret](#), [Université de Lille](#) et [Franck Bourdelle](#), [CY Cergy Paris Université](#)

**Emily Lloret.** Après des études en Sciences de la Terre dans différentes universités françaises (à Chambéry, Montpellier, Paris), j'ai obtenu un doctorat en Géochimie Fondamentale et Appliquée en 2010, avec pour terrain la Guadeloupe, puis effectué un post-doctorat à l'Université d'Alberta (Canada). En 2013, j'ai été nommée Maître de Conférences à l'Université de Lille (Laboratoire de Génie Civil et géo-Environnement (LGCgE) - Département Sciences de la Terre).

Depuis une quinzaine d'années, je me suis spécialisée dans l'étude des sols, de leur formation à leur dégradation sous l'effet de facteurs naturels (climat, végétation, ...) et/ou anthropiques (agriculture, exploitation minière, ...), ainsi que des processus associés. Mes thématiques de recherche s'articulent autour de trois axes :

- [1] géologique avec l'étude des roches et des processus de leur transformation (altération) ;
- [2] biogéochimique avec l'étude des paramètres physico-chimiques et des organismes du sol ;
- [3] géochimique avec l'étude des transferts d'éléments.

Dans le cadre de ces activités de recherche, je suis porteuse du projet ENTRESOL qui a pour objectif de qualifier et quantifier le drainage acide minier dans le Nord Pas-de-Calais par l'étude de l'altération des argilites/schistes issus des mines de charbon.

**Franck Bourdelle.** Après une thèse de Doctorat à l'IFPEN et à l'ENS Paris, et différents Post-Doc à Sorbonne Université, à l'Université de Lorraine, j'ai pu intégrer le Laboratoire de Génie Civil et géo-Environnement (LGCgE) de l'Université de Lille en tant que Maître de Conférences en 2014. En 2022, j'ai rejoint le Laboratoire Géosciences et Environnement Paris (GEC) de CY Cergy Paris Université - j'en suis actuellement le Directeur-Adjoint.

Je me suis spécialisé dans l'étude des minéraux argileux, du point de vue géochimique et

cristallographique. Mes activités de recherche peuvent être regroupées en 2 grands thèmes :

[1] L'étude des interactions eau-roche-gaz, et plus précisément des transformations (minéralogique et chimique) des argilites soumises à un changement de conditions P-T-X-fluides dans les systèmes géologiques anthropisés. Cet axe de recherche trouve ses applications en contexte de stockage géologique profond de déchets radioactifs (et analogues naturels) et de gestion des stériles miniers,

[2] La cristallographie des minéraux argileux et sa dépendance aux conditions Pression-Température d'enfouissement ou d'exhumation des roches. L'objectif ici est de reconstruire l'histoire P-T-X des géosystèmes par l'étude des variations chimiques intracristallines dans les phyllosilicates.

Ces axes de recherche, l'un plutôt de recherche appliquée, l'autre plus fondamental, sont développés suivant 3 approches : [a] l'analyse compositionnelle nano-échelle, [b] la thermodynamique, et [c] l'expérimentation.

Dans le cadre de ces activités de recherche, je suis co-porteur du projet ENTRESOL qui a pour objectif de qualifier et quantifier le drainage acide minier dans le Nord Pas-de-Calais par l'étude de l'altération des argilites/schistes issus des mines de charbon. Je suis également porteur du projet de plateforme expérimentale NEPII au GEC.

- Nous croyons à la libre circulation de l'information

Reproduisez nos articles gratuitement, sur papier ou en ligne, en utilisant notre licence Creative Commons.

- The Conversation est un média indépendant, sous un statut associatif. Avec exigence, nos journalistes vont à la rencontre d'expert•es et d'universitaires pour replacer l'intelligence au cœur du débat. Si vous le pouvez, pour nous soutenir [faites un don](#).