

Annales des Mines de Belgique

COMITE DIRECTEUR

- MM. J. LEBACQZ, Directeur général des Mines, à Bruxelles, *Président*.
G. RAVEN, Ingénieur en chef-Directeur des Mines, à Bruxelles, *Secrétaire*.
J. SWOLFS, s/Directeur à l'Administration centrale des Mines, *Secrétaire-adjoint*.
M. DELBROUCK, Inspecteur général des Mines, à Liège.
ED. LIBOTTE, Inspecteur général des Mines, à Mons.
L. LEGRAND, Inspecteur général des Mines, Professeur à l'Université de Liège.
A. HALLEUX, Ingénieur en chef-Directeur des Mines, Professeur à l'Ecole des Mines et de Métallurgie (Faculté technique du Hainaut) et à l'Université de Bruxelles.
V. FIRKET, Ingénieur en chef-Directeur des Mines, à Liège.
L. DENOËL, Ingénieur en chef-Directeur des Mines, Professeur d'exploitation des Mines à l'Université de Liège.
EM. LEMAIRE, Ingénieur en chef-Directeur des Mines, Directeur de l'Institut National des Mines, à Frameries, Professeur à l'Université de Louvain.
L. LEBENS, Ingénieur en chef-Directeur des Mines, à Namur.
P. FOURMARIER, Ingénieur en chef-Directeur des Mines, Professeur à l'Université de Liège, Membre correspondant de l'Académie royale des Sciences, Membre du Conseil géologique de Belgique.
A. RENIER, Ingénieur en chef-Directeur des Mines, Chef du service géologique de Belgique, Chargé de cours à l'Université de Liège.
Ad. BREYRE, Ingénieur en chef-Directeur des Mines, Chargé de cours à l'Université de Liège.
A. DELMER, Ingénieur en chef-Directeur des Mines, Professeur à l'Université de Liège.

La collaboration aux *Annales des Mines de Belgique* est accessible à toutes les personnes compétentes.

Les mémoires ne peuvent être insérés qu'après approbation du Comité Directeur. En décidant l'insertion d'un mémoire, le Comité n'assume aucune responsabilité des opinions ou des appréciations émises par l'auteur. Les mémoires doivent être inédits.

Les *Annales* paraissent en 4 livraisons respectivement dans le courant des premiers, deuxième, troisième et quatrième trimestres de chaque année.

Abonnement pour 1926 { pour la Belgique : 50 fr. par an.
pour l'Étranger : 60 fr. par an.

Pour tout ce qui regarde les abonnements, les annonces et l'administration en général, s'adresser à l'Éditeur, IMPRIMERIE ROBERT LOUIS, chaussée d'Ixelles, 349, à Ixelles-Bruxelles.

Pour tout ce qui concerne la rédaction, s'adresser au Secrétaire du Comité Directeur, rue Guimard, 16, à Bruxelles.

INSTITUT NATIONAL DES MINES A FRAMERIES

ÉTUDE

SUR LES

Dégagements instantanés de grisou

PAR

EMMANUEL LEMAIRE

Ingénieur en Chef au Corps des Mines,
Directeur de l'Institut National des Mines,
Professeur à l'Université de Louvain.



Les dégagements instantanés de grisou ou d'acide carbonique ont donné lieu à deux théories principales qu'on pourrait appeler : l'une, théorie de la tension gazeuse, l'autre, théorie de la tension du massif.

Théorie de la tension gazeuse.

Cette théorie, telle qu'elle a été exposée en 1910 (1), admet que le grisou ou l'acide carbonique est resté emprisonné dans la houille dont il occupe les vides.

Elle peut être résumée comme suit :

Le grisou est très inégalement réparti dans une même couche. Il tend par sa force expansive à faire éclater les parois des vides qui l'emprisonnent. La résistance opposée par la veine à la force expansive du gaz, dépend de son état d'agglomération, lequel varie d'un point à l'autre d'une même couche.

(1) STASSART et LEMAIRE. — Les dégagements instantanés de grisou dans les mines de houille de Belgique. *Annales des Mines de Belgique*, tome XV, année 1910.

En des points plus spécialement grisouteux, les tensions développées à l'intérieur de la masse par la pression du gaz peuvent faire sensiblement équilibre à la résistance que la houille oppose à la désagrégation et même dépasser largement cette résistance dans les parties les moins bien agglomérées ou dans celles dont la cohésion primitive a été réduite ou annulée à la suite de mouvements de terrain.

De là les états d'équilibre instable, faciles à troubler, qui caractérisent certains points des couches à dégagements instantanés de grisou.

Cette théorie s'appuie sur les considérations suivantes :

1° La décomposition des hydrates de carbone des matières végétales, sous l'influence des micro-organismes, produit en proportions diverses de l'acide carbonique, du méthane, de l'hydrogène et des composés organiques divers non gazeux. Dans certaines fermentations, les gaz produits sont simplement l'acide carbonique et l'hydrogène ; dans d'autres, le méthane est très abondant.

La nature plus ou moins grisouteuse des couches est vraisemblablement en rapport avec la rapidité plus ou moins grande de leur recouvrement par les dépôts sableux ou argileux, qui ont formé les stampes. Les gaz sont restés emprisonnés dans les couches quand les masses végétales, qui leur ont donné naissance, ont été recouvertes par ces dépôts avant que leur décomposition fût terminée.

Le grisou est resté dans les couches. L'acide carbonique est resté dans les couches à dégagements instantanés de ce gaz et a disparu en totalité ou en partie dans les couches à dégagements instantanés de grisou, soit par dissolution dans l'eau, soit par combinaison. Le carbonate de fer est très commun dans le terrain

houiller et le grisou naturel renferme souvent une certaine proportion d'acide carbonique. L'hydrogène a pu s'échapper à travers les sédiments en raison de son extrême diffusibilité.

Le volume des vides dans la masse spongieuse en fermentation a pu varier dans de fortes proportions d'un point à l'autre, en raison du peu d'homogénéité de ses éléments. De là l'inégale répartition du grisou dans une même couche ;

2° L'état initial d'agglomération du charbon peut avoir été modifié dans la suite des temps par les efforts de compression que la veine a subis en certains points par suite des mouvements géologiques. De là l'influence des failles et autres accidents géologiques sur les dégagements instantanés de grisou. D'autre part, la présence de gaz en forte proportion a pu contrarier en certains points l'agglomération de la couche. De là également des points plus spécialement voués aux dégagements instantanés.

Cette théorie explique toutes les modalités et toutes les particularités des dégagements instantanés par des considérations sur l'inégale répartition du grisou dans une même couche et par des considérations sur le rapport entre la pression des gaz et la résistance opposée par la veine à la désagrégation à l'endroit du dégagement instantané et dans son voisinage immédiat.

Elle ne fait intervenir les pressions de terrain que :

1° comme cause capable de modifier la cohésion de la couche et de faciliter l'expansion du gaz ;
2° comme moyen de prévenir les dégagements instantanés.

Elle considère donc les pressions de terrain comme une arme à deux tranchants. Ces pressions de terrains sont dangereuses si elles ont détruit ou diminué fortement,

dans la suite des temps, la cohésion primitive de la veine, ou si elles s'exercent trop brusquement pendant l'exploitation en détruisant trop rapidement la cohésion de la couche en un point plus spécialement grisouteux.

Elles jouent au contraire un rôle préservateur si elles s'exercent lentement et progressivement à partir de la surface découverte en fissurant lentement et progressivement le front de taille de manière à saigner la veine à distance. De là l'emploi de longs fronts de taille à marche lente préconisés depuis longtemps en Belgique, non sans succès.

Théorie de la tension du massif.

D'après cette théorie, dont Morin est l'initiateur, la cause principale des dégagements instantanés doit être cherchée dans l'état de tension des terrains, état de tension auquel la couche participe et qui a pour effet l'expulsion de la veine, dans certains cas.

Des états de tension anormaux dans les roches joueraient le rôle de l'inégale répartition du grisou dans la théorie de la tension gazeuse.

La détente brusque de roches en tension serait la cause principale des dégagements instantanés et les moyens d'obtenir une détente lente des roches en tension ou une détente brusque des mêmes roches en l'absence du personnel (tirs d'ébranlement) devraient être à la base des méthodes d'exploitation des couches à dégagements instantanés. La détente des roches est ici l'arme à deux tranchants, comme la pression des terrains dans l'autre théorie.

Poussée à l'extrême, cette théorie permettrait d'admettre la possibilité d'un dégagement instantané en l'absence de tout gaz, par assimilation complète de ces phénomènes aux projections de roches observées dans certaines mines

métalliques, dans le percement des tunnels, dans les carrières et tout-récemment dans un charbonnage anglais.

« Cependant, comme le dit très bien Laligant (2), la » relation qui semble exister entre les dégagements » instantanés et l'état de tension orogénique des terrains » ne va pas jusqu'à permettre l'assimilation du dégagement à un simple effet mécanique de détente des roches » en tension. Le gaz se manifeste au contraire, comme » un élément essentiel du dégagement instantané et il y a » lieu de faire intervenir l'aptitude de la couche au dégagement. »

En Belgique, dans le bassin du Borinage, les couches Garde de Dieu dans la région de Frameries et Longterne dans la région de Dour, constituent l'horizon à partir duquel se manifestent les dégagements instantanés de grisou. Les couches inférieures sont sujettes à ces accidents qui n'ont jamais été observés dans les couches supérieures.

Cependant, il ne s'agit pas ici d'horizon géologique. Dans ce bassin, la teneur en matières volatiles des couches diminue à mesure que l'on descend dans la série et les couches horizons ci-dessus ne constituent pas un point singulier dans cette variation.

Les stampes entre ces couches horizons et les couches inférieures et supérieures sont les stampes normales du bassin comme épaisseur et composition. Les couches inférieures et supérieures ont participé aux mêmes mouvements géologiques de plissement et de transport et sont exploitées aux mêmes profondeurs, dans les allures correspondantes et par les mêmes méthodes.

Il paraît difficile de soutenir que ces couches ne subissent pas des tensions comparables de la part du massif.

(2) LOIRET et LALIGANT. — Commission des dégagements instantanés. *Revue de l'Industrie Minière*, 1^{er} janvier 1923.

Dans ces conditions, il faut quelque chose de plus que la tension du massif pour déterminer un dégagement instantané. Il faut ce que Laligant appelle très justement l'aptitude de la couche au dégagement.

Ainsi comprise, il paraît possible d'accorder la théorie de la tension du massif avec celle de la tension gazeuse.

Discussion des théories.

Les objections que l'on fait à la théorie de la tension gazeuse peuvent se résumer comme suit :

La densité apparente du charbon est de 1,25. Si on admet que sa densité absolue soit celle du carbone diamant, ce qui est faire la large part aux vides, on peut estimer à 300 litres environ le volume des vides dans une tonne de charbon en place. Or, les expériences de pulvérisation de charbon en vase clos montrent que l'on peut retirer de certains charbons 3 à 4 mètres cubes de grisou par tonne, ce qui, dans l'hypothèse du grisou à l'état gazeux, suppose une pression de 10 à 13 kilos par centimètre carré dans un *fragment de houille abattu*. Un charbon tendre n'y résisterait pas. Il faut donc que le grisou se trouve dans la houille dans un état tel qu'il n'exerce pas ou guère de tension gazeuse. D'autre part, les faits actuellement connus montrent que les effets de pression qui se manifestent dans les dégagements instantanés sont indépendants des tensions gazeuses *accessibles aux sondages*.

Ces objections sont sérieuses, bien que la première repose sur une impression plutôt que sur un calcul précis, impossible à faire d'ailleurs. Dans l'ignorance où nous sommes de la forme et des dimensions des vides qui existent à l'intérieur du charbon, nous ne pouvons pas déterminer la pression que leurs parois peuvent supporter. Les pressions citées sont même vraisemblablement inférieures

à celles qui devraient exister si le grisou se trouvait à l'état gazeux, car les vides semblent trop largement calculés.

Cependant, si une partie de ces vides, tout au moins, était cellulaire, en ce sens qu'ils dériveraient de la structure cellulaire des végétaux plus ou moins conservée ou si ces vides étaient à l'état de pores sans communications faciles entre eux, leur petitesse individuelle permettrait d'attribuer à leurs parois une résistance élevée et cette structure expliquerait en même temps le peu de perméabilité de la houille pour les gaz qu'elle renferme et par tant l'inaptitude des sondages à saigner la veine et l'absence de rapport entre les dégagements instantanés et les tensions gazeuses accessibles aux sondages.

Les objections, tout en étant sérieuses, ne permettent cependant pas de conclure formellement que le grisou ne se trouve pas à l'état gazeux dans la houille et que la possibilité du dégagement instantané et ses modalités ne dépendent pas du rapport qui existe en certains points de la couche entre la tension gazeuse et la résistance de la veine à la désagrégation.

Toutes les hypothèses que l'on peut envisager sur l'état du grisou dans la houille supposent d'ailleurs toujours une tension gazeuse permanente ou momentanée.

L'existence du grisou sous forme d'un polymère solide a très peu de probabilité. Dans l'état actuel de nos connaissances, la formule chimique du méthane et ses propriétés ne permettent pas d'admettre la possibilité d'une polymérisation de ce corps, même sous pression.

L'existence d'un composé chimique instable capable de libérer du méthane sans élévation importante de la température, est également très peu probable.

La formation du méthane au moment du dégagement, aux dépens des constituants du charbon, exigerait des températures de l'ordre de 400°, surtout sous pression, et

ces températures ne paraissent pas admissibles. Les autres gaz de la distillation à basse température se formeraient d'ailleurs en même temps que le méthane et ces gaz ne se rencontrent pas dans le grisou naturel.

Il ne reste donc à envisager que l'hypothèse de la dissolution du grisou et une hypothèse, que l'on peut faire, celle de l'adsorption du grisou dans la houille. L'une et l'autre hypothèses supposent une tension gazeuse permanente ou une tension gazeuse qui se manifeste à un moment donné. Dissolution et adsorption, dans le cas qui nous occupe, sont des phénomènes d'équilibre entre une phase gazeuse et des corps solides.

L'hypothèse de la dissolution du grisou dans la houille suppose l'existence dans la houille d'un dissolvant de ce gaz, que l'on ne connaît pas. On pourrait peut-être chercher ce dissolvant dans les cires et résines plus ou moins altérées que les houilles renferment en diverses proportions, et dans les autres produits que la houille cède aux dissolvants, pour autant que ceux-ci n'exercent pas d'action chimique sur le charbon.

La solubilité des gaz augmente avec la pression et diminue par l'élévation de la température.

Il n'est pas impossible que le grisou soit adsorbé par les parois des vides de la houille et que la capacité d'adsorption varie d'une houille à l'autre d'après sa structure, sa composition et la nature des corps qu'elle renferme.

L'étude des propriétés superficielles des corps a montré que toutes les surfaces peuvent retenir énergiquement des gaz, des liquides et des solides. C'est ce qui constitue l'adsorption que d'aucuns envisagent comme une précombinaison. Mischerlich et Dewar ont montré que les densités apparentes des gaz adsorbés par les surfaces des solides sont parfois comparables à celles des mêmes gaz liquéfiés et parfois même supérieures. Cette propriété est

sélective. Un corps donné n'a pas la même capacité d'adsorption pour tous les gaz.

L'adsorption augmente avec la pression et diminue par l'élévation de la température.

Pour la dissolution, comme pour l'adsorption, une diminution de la pression ou une élévation de la température est susceptible d'entraîner la libération plus ou moins rapide d'une certaine quantité de gaz.

Cela posé, plusieurs cas pourraient être envisagés dans l'hypothèse de la dissolution ou de l'absorption du grisou.

1^{er} Cas. — La quantité de gaz contenue dans la veine est inférieure à celle que la houille peut adsorber ou dissoudre à la pression et à la température ordinaires.

Dans ce cas, la veine ne sera pas grisouteuse, en ce sens qu'elle ne dégagera pas ou guère de grisou. On pourra cependant déceler un dégagement de gaz par une élévation de température, ou dans le vide, ou encore à raison de ce que l'adsorption est sélective. Les gaz de l'air, par exemple, pourraient remplacer progressivement le grisou qui serait ainsi mis en liberté.

2^m Cas. — La quantité de gaz contenue dans la houille est supérieure à celle qui peut être adsorbée ou dissoute à la pression et à la température ordinaires, mais inférieure à celle qui peut être adsorbée ou dissoute à la pression du massif. Cette pression est de l'ordre de 25 kilos par centimètre carré par 100 mètres de profondeur.

Dans ce cas, la veine sera plus ou moins grisouteuse et sa nature grisouteuse, ou mieux son aptitude à dégager du grisou, dépendra de la résistance de la houille à la désagrégation et de l'écart entre la pression ordinaire et la pression nécessaire pour adsorber ou dissoudre la totalité du gaz.

L'abatage libérera du grisou, le front de taille et les terrains découverts en dégageront, ainsi que les frag-

ments abattus. Le dégagement instantané sera possible si, en certains points, la veine manque de résistance à la désagrégation ou si sa texture permet un échappement facile du gaz, et si l'écart entre la pression ordinaire et la pression nécessaire pour dissoudre ou adsorber la totalité du gaz, est considérable.

Les coups de charge sur la veine, résultant d'une modification trop brusque dans l'équilibre des terrains, ou la détente des roches, pourront créer des situations plus ou moins dangereuses en fissurant trop rapidement la veine ou en tendant à l'expulser vers la surface libre.

Dans ce deuxième cas, une tension gazeuse peut exister dans la veine à un moment donné.

3^{me} Cas. — En certains points de la couche, la quantité de gaz contenue dans la houille dépasse celle qui peut être adsorbée ou dissoute à la pression du massif. Dans ce cas, il existe une tension gazeuse permanente en ces points de la couche et le dégagement instantané peut être envisagé en ces points indépendamment de toute action des terrains encaissants.

Une diminution ou l'absence du pouvoir adsorbant ou dissolvant normal de la houille, en certains points d'une couche, peuvent également être envisagées comme cause possible de dégagements instantanés. Une tension gazeuse permanente pourrait exister en ces points.

En résumé, la cause des dégagements instantanés semble devoir être cherchée dans l'aptitude de la veine au dégagement et dans des circonstances aggravantes du risque — qui peuvent être la tension du massif ou des modifications trop brusques dans l'équilibre des terrains.

L'aptitude de la veine au dégagement instantané semble dépendre en dernière analyse d'une tension gazeuse permanente ou momentanée et notamment :

1° de la quantité de gaz que renferme la couche, ce gaz pouvant être adsorbé ou dissous partiellement ou com-

plètement ou à l'état libre, et inégalement réparti dans la couche ;

- 3° de la résistance de la veine à la désagrégation partielle ou totale, cette résistance pouvant être variable d'un point à l'autre de la couche et pouvant être en rapport avec la structure de la houille, la quantité de gaz qu'elle renferme et les efforts qu'elle a subis dans la suite des temps par suite des mouvements orogéniques ;
- 4° de l'écart entre la résistance de la veine à la désagrégation et la tension gazeuse permanente ou momentanée qu'elle subit, écart qui n'est pas nécessairement le même en tous les points de la couche.

Dans l'état actuel de nos connaissances, il semble impossible d'avancer dans la question des dégagements instantanés, sans recourir aux travaux de laboratoires sur la structure de la houille, sur son pouvoir adsorbant et sur son pouvoir dissolvant qui varient vraisemblablement d'un point à l'autre d'une même couche et d'une couche à l'autre. Ces travaux de laboratoires semblent indispensables pour dire dans quelle mesure les hypothèses formulées répondent à la réalité ou s'il faut chercher autre chose. Ils sont seuls capables de préciser la question et d'ouvrir éventuellement des voies nouvelles.

Principes d'exploitation

L'emploi de longs fronts de taille avec avancement lent, en vue de réaliser un saignage progressif de la veine par une action lente et ménagée de la pression des terrains, semble devoir rester à la base des méthodes d'exploitation des couches à dégagements instantanés.

L'exploitation préalable des couches peu sujettes aux dégagements instantanés, appelées par Phily (3) couches

(3) F. PHILY. — La pression géostatique et les manifestations mécaniques du massif. *Revue de l'Industrie Minière*, 15 mai, 1^{er} juin et 15 juin 1922.

égides, est indiquée pour desserrer les terrains et faciliter l'évacuation du gaz des couches dangereuses.

L'emploi des tirs d'ébranlement est indiqué, tout au moins quand l'emploi de longs fronts de taille avec avancement lent est impossible et quand un saignage progressif de la veine est difficile à obtenir (angles des tailles, voisinage des dérangements, allures dérangées, travaux préparatoires, couches spécialement dangereuses).

Les trous de sonde sont indispensables dans les travers-bancs, comme indicateurs de la présence des couches et comme indicateurs de dérangements dans les travaux où l'on ne pratique pas les tirs d'ébranlement.

Frameries, juin 1926.

LES ACCIDENTS SURVENUS DANS LES CHARBONNAGES

pendant l'année 1922

Introduction.

Les accidents dont des relations, rédigées par M. G. RAVEN, Ingénieur en chef-Directeur des Mines à Bruxelles, sont publiées ci-après, sont ceux survenus, pendant l'année 1922, dans les galeries souterraines des charbonnages du pays, au cours et du fait de la circulation des ouvriers et du transport des produits.

Au nombre de trente-quatre, ils ont été divisés en deux classes :

1° Les accidents survenus sur voies de niveau ou peu inclinées;

2° Les accidents survenus sur voies inclinées.

Les accidents de chacune de ces classes ont, de plus, été répartis en plusieurs catégories, d'après la manière dont s'effectue le transport.

Les accidents survenus, au cours de la circulation des ouvriers et du transport des produits, sur voies de niveau ou peu inclinées.

Le nombre des accidents de chaque catégorie ainsi que les nombres des victimes sont indiqués dans le tableau suivant :