

Typologie des différents phénomènes dynamiques et méthodologie d'action

Jean-Pierre Josien

▶ **To cite this version:**

Jean-Pierre Josien. Typologie des différents phénomènes dynamiques et méthodologie d'action. Journée de présentation des résultats INERIS à CdF, Jun 1994, Hombourg-Haut, France. pp.7-17. ineris-00971897

HAL Id: ineris-00971897

https://ineris.hal.science/ineris-00971897

Submitted on 3 Apr 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

PHENOMENES DYNAMIQUES
TYPOLOGIE ET METHODOLOGIE D'ACTION

JOSIEN (J.P.)
INERIS

1) QU'EST CE QU'UN PHENOMENE DYNAMIQUE

Le creusement d'un ouvrage minier (galerie ou chantier d'exploitation) perturbe l'équilibre naturel des terrains qui se caractérise par :

- un état de contrainte triaxial (naturel ou induit par les précédentes exploitations,

- un certain contenu en fluide (gaz, eau).

L'équilibre signifie qu'à l'échelle des temps qui nous concerne, il n'y a pas de déformation, ni de circulation.

Le déconfinement introduit par l'ouvrage va provoquer l'évolution vers un nouvel état d'équilibre par :

- l'annulation des contraintes en bordure de l'ouvrage : zone de détente et de surcontrainte,
- la déformation des terrains,
  puis leur fissuration et leur fracturation,
- le déplacement en masse au-dessus des chantiers de dépilage,
- la circulation des fluides vers l'ouvrage.

Dans nos chantiers miniers, l'évolution vers le nouvel état d'équilibre est par nature discontinue du fait de la fracturation (qui nous oblige à utiliser du soutènement) ; mais fort heureusement elle se fait généralement sous forme d'un grand nombre de petits sauts qui, intégrés à l'échelle de l'ouvrage, nous paraissent une évolution continue. Dans certains cas, au contraire, on passe au contraire en un saut (à l'échelle où nous l'observons) d'un état d'équilibre à un autre c'est le phénomène dynamique qui se caractérise par :

- sa rapidité (quelques secondes/quelques minutes),
- sa brutalité (faiblesse des signes précurseurs),
- son ampleur (importance du volume affecté par rapport à la cavité).

Parmi les phénomènes dynamiques, certains ont des effets importants aux niveaux de l'exploitation, soit qu'ils menacent gravement la sécurité, soit qu'ils perturbent fortement l'exploitation (destruction de matériel par exemple). C'est à ce type de manifestation que l'on réserve les noms de coup de terrain, dégagement instantané....

Ce ne sont pas forcément les phénomènes dynamiques les plus énergétiques comme pour les tremblements de terre, échelle de Richter (énergie) et échelle de Mercalli (effets) ; mais ce sont ces manifestations qu'il faut éviter par la méthode d'exploitation.

La notion de phénomènes dynamiques est liée au comportement des terrains ; par contre la notion de phénomènse dynamiques dangereux dépend également de la technique d'exploitation.

Exemple :
1) Le coup de charge de démarrage des tailles : phénomènes dynamiques "oublié" depuis l'introduction du soutènement marchant à haute portance.

2) Les effets d'un fort dégagement de grisou (soufflard) sont directement proportionnels au débit d'air de la ventilation.

2) CLASSIFICATION DES PHENOMENES DYNAMIQUES

Les phénomènes dynamiques observés sont fort divers même s'ils se traduisent par les mêmes types de danger :

- projection de roches ou de charbon,
- et/ou libération de grisou.

Divers noms ont été donnés pour décrire ces phénomènes complexes (coup de terrain, de toit, de mur, de couche, dégagement instantané, éboulement gazé, surtir, avancée soudaine du massif, fort dégagement inopiné de gaz,...) et éviter de plaquer sur un phénomène des mesures adaptées à un autre type.

Une classification est donc nécessaire pour comprendre les mécanismes mis en jeu et choisir les mesures adaptées. Cette classification est basée sur l'origine de l'énergie libérée dans le phénomène.

Pour qu'il y ait phénomènes dynamiques, il faut que l'énergie emmagasinée soit importante et que la libération soit brutale. Nous allons examiner qu'elles en sont les conditions pour les 3 sources d'énergie mises en jeu dans un processus minier.

2.1. *L'énergie "élastique"*

Lorsqu'un matériau est mis sous contrainte, il emmagasine une énergie égale au travail qui lui a été fourni. Cette énergie est restituée lors de la rupture soit sous la forme de micro-fissuration et déformation importante du massif (matériau ductile) soit sous forme d'énergie libérée qui se transforme en énergie cinétique (matériau fragile), voir figure 1). C'est le cas des matériaux résistant grès, conglomérat, calcaire mais aussi du charbon dès qu'il est résistant et/ou armé par des intercalaires.

L'énergie emmagasinée

E = Volume x variation de contrainte x déformation

est d'autant plus importante que :

- le volume concerné par la variation d'état est grand : terrain résistant, hétérogénéité dans le processus (faille, pilier,...),

- le niveau de contrainte est élevé : la contrainte verticale varie proportionnellement avec la profondeur mais les contraintes horizontales naturelles sont liées avec la tectonique (voir figure 2). Les zones susceptibles de phénomènes de dynamiques sont celles où une des contraintes horizontales est élevée (supérieure à la contrainte verticale).

Le niveau de contrainte est modifié par les exploitations antérieures : effet aggravant pour les zones de stot et de limite d'exploitation, effets bénéfiques pour les zones détendues.

Le cas typique du phénomène lié à la libération de contrainte locale est celui de l'écaillage des parois de galerie en roche dure ou de l'éclatement d'un pilier.

2.2. *L'énergie potentielle*

L'énergie potentielle (liée aux forces de gravité) est bien connue comme moteur de l'éboulement mais il ne faut pas oublier que cette énergie est dissipée massivement dans le processus d'affaissement

énergie = masse des terrains x affaissement

La largeur totale exploitée limite à la fois le volume de terrain et l'affaissement ce qui explique, qu'à nos grandes profondeurs, une taille isolée ne provoque que peu de secousses.

Les méthodes qui limitent l'affaissement (exploitation partielle, remblayage de l'arrière-taille) sont très délicates à employer comme le montre l'expérience étrangère (Afrique du Sud) et peuvent être dangereuses car ne détendant pas les terrains, elles risquent de reporter à un certain stade de développement de l'exploitation un déséquilibre très important et dévastateur analogue à l'effondrement spontané pour les exploitations partielles à faible profondeur.

Le volume des terrains concernés par un processus d'affaissement sera d'autant plus important que les bancs qui se rompent sont épais et résistant, que les contraintes horizontales (qui frettent le recouvrement) sont élevées ou que l'on mobilise une faille.

L'énergie est dissipée en rupture des roches, frottement entre blocs, énergie cinétique mais aussi en énergie rayonnée ; c'est celle-ci qui se transforme en secousses ressenties tant au jour qu'au fond. La part de l'énergie rayonnée et sa transmission sera plus forte avec des terrains ayant un comportement fragile donc des bancs résistants.

Les conditions favorables aux phénomènes dynamiques d'origine potentielle sont donc les mêmes que celles des phénomènes liés à l'énergie élastique mais vues ici à l'échelle du volume d'influence de l'exploitation et non plus à celui de l'environnement immédiat de l'excavation.

Remarque :
Des phénomènes dynamiques induits peuvent être dus également à des réactions de rupture brutale au mur profond par suite de la détente provoquée par une zone dépilée : rupture de banc ou glissement d'une faille sous le gisement. Il s'agit ici d'un phénomène "régional" mais de libération d'énergie élastique.

2.3. L'énergie de détente du gaz

Le gaz se présente sous la forme de gaz libre ou de gaz adsorbé.

Le gaz libre est à une pression égale à celle du gaz adsorbé dans le charbon qui l'entoure (voir ci-dessous). Son volume sera fonction de cette pression et de la porosité de la roche (10 % dans les grès à surtir).

Pour que la libération de ce potentiel soit brutal, il faut qu'il y ait une brusque variation de perméabilité :

- soit par la découverte par les travaux d'un "réservoir" faille ouverte (cas de la veine K, P. 7 en 1989 à Forbach) ou vieux travaux,

- soit par rupture d'un banc imperméable qui empêchait le gaz de s'écouler normalement dans les ouvrages, ce sont les forts dégagements inopinés de grisou en provenance du toit et du mur (Ruhr).

De plus, le gaz libre en bordure d'ouvrage va faciliter la rupture de la roche en traction (donc de manière plus brutale) et par sa détente accélérer et entretenir le processus d'écaillage, ce qui explique l'ampleur des phénomènes de "surtir" par rapport aux écaillages en l'absence de gaz.

Le gaz adsorbé est caractérisé d'une part par la quantité qui est contenue dans le charbon en place que l'on mesure par la concentration désorbable Cd (empiriquement, on considère qu'il n'y a pas de risque de dégagement instantané si C_d est inférieur à 9 m^3/T). Comme pour les contraintes, la concentration augmente en moyenne avec la profondeur (3 m^3/T pour 500 m de profondeur) voir figure 3 mais les variations sont prépondérantes d'une zone à une autre en fonction de la tectonique en particulier.

La quantité de gaz (concentration) n'est qu'un facteur de l'énergie emmagasinée, l'autre est la pression qui est liée à la concentration par l'isotherme : plus l'isotherme est raide entre 0 et 1 bar et s'applatit rapidement par la suite, plus la pression sera forte pour une même concentration. C'est ainsi qu'une même C_d de 9 m^3/T correspond à une pression de 50 bars pour la veine Henri à 950 qui a donné lieu des "surhavages" en 1988 alors qu'elle ne correspond qu'à 11 bars de pression pour la veine Frieda (voir figure 4).

Pour que l'énergie liée au gaz absorbé se libère brutalement, il faut que la désorption soit rapide ce qui peut se produire par 2 processus :

- une fracturation des terrains qui augmente brutalement la surface de dégazage à la suite d'un éboulement ou d'un coup de terrain,

- une nature particulière du charbon dont la désorption est rapide dès qu'il est détendu c'est le cas des charbons microfissurés que l'on caractérise par l'indice Δp.

2.4. *Les phénomènes mixtes*

Les phénomènes observés résultent très souvent d'une combinaison de deux ou même trois types d'énergie. Le diagramme de la figure 5 permet de classer les phénomènes selon l'importance plus ou moins forte d'une des composantes dans son mécanisme de formation. On trouve en particulier sur l'axe énergie élastique/gaz l'ensemble des phénomènes faisant intervenir à la fois ces deux énergies comme les surtirs, surhavages, dégagements instantanés et sur l'axe énergie élastique/potentielle les coups de terrain induits résultant de la réaction d'une zone chargée (énergie élastique) déclenchée par une secousse dans le recouvrement (énergie potentielle).

3) MAITRISE DES PHENOMENES DYNAMIQUES

La maîtrise des phénomènes dynamiques suppose que l'on puisse répondre à 3 questions :

- quels types de phénomène sont potentiellement possibles ?
  (classification des chantiers),

- quelles méthodes mettre en oeuvre pour être alerté de l'apparition possible d'un phénomène (prévision) ?

- quelles méthodes faut-il appliquer pour éliminer un risque d'occurence d'un phénomène (prévention) ?

Il est important de disposer de méthodes opérationnelles, c'est-à-dire :

- fournissant un niveau de sécurité suffisant mais aussi,
- s'intégrant dans les méthodes d'exploitation à la fois techniquement et économiquement,
- susceptibles de déboucher sur des consignes à la fois précises et souples pour s'adapter à l'évolution des phénomènes.

3.1. *Identification des phénomènes potentiels*

Du fait de la complexité des phénomènes rencontrés en mine de charbon à grande profondeur, le problème de l'identification des phénomènes potentiels est celui pour lequel on dispose le moins de méthodes opérationnelles explicites. La difficulté fondamentale réside dans le caractère limité de l'information dont on dispose puisque l'on se situe au stade du projet d'exploitation (d'un quartier, d'un chantier).

La méthode de travail consiste à raisonner par analogie avec d'autres chantiers. Il est donc important que soit organisée formellement la collecte de l'information qui permettra d'effectuer réellement le retour d'expérience. Bien souvent on découvre, a posteriori, après un incident l'existence d'une faille, ou de phénomènes annonciateurs lors de travaux antérieurs dans la zone que l'on avait oubliée lors de l'étude a priori ; d'où l'intérêt de développer des bases de données géotechniques capables de conserver l'information et de la restituer de façon efficace lors de l'étude d'un panneau.

Ces bases devraient permettre d'accéder :

- à la vie des chantiers en particulier aux manifestations de pression de terrain qu'il ont subies et à leurs effets sur l'environnement connu à partir des mesures de déformations effectuées et de la surveillance sismique,

- aux données naturelles stratigraphiques (localisation des bancs raides dans le recouvement et dans les épontes proches du chantier) et tectoniques en distinguant différents types de failles (ouvertes, de cisaillement, "noeud" de faille,...),

- aux données du gisement de gaz concentration et caractéristiques de désorption des charbons (isotherme, Δp) mais aussi localisation des sources de gaz dans l'environnement des chantiers existence de grès poreux, localisation de bancs peu perméables). Ceci, comme par ailleurs, l'optimatisation du captage demande d'affiner les prévisions de dégagement de grisou,

- à l'état de contrainte naturel en particulier l'anisotropie de contraintes horizontales donnée préalable à la mise en oeuvre de méthodes élaborées de calcul de modifications des contraintes par l'exploitation,

- à l'influence des exploitations antérieures : la délimitation des zones de détente et de surcontrainte (comme de dégazage) ne peut plus être faite "à la main" par l'application de règles empiriques. Un effort important a été fait dans l'adaptation des méthodes de calcul permettant une modélisation des effets des exploitations, soit :

. par des logiciels semi-empiriques de "pression de terrain" type GDRP ou SUIT 3D,

- par des logiciels plus sophistiqués à mettre en oeuvre dans des situations particulières, type éléments finis ou éléments distincts (modèle de blocs).

L'effort doit être poursuivi pour bien connaître les conditions d'utilisation de chacun de ces modèles, améliorer le calage sur la réalité du comportement de nos terrains, "normaliser" l'interprétation des résultats.

3.2. *Prévision des phénomènes dynamiques*

Les objectifs des méthodes de prévision sont :

- de détecter des situations "anormales" alertant sur la mise en place d'un processus non attendu d'évolution des terrains ou sur l'occurrence possible d'un phénomène,

- de localiser un risque pour délimiter la zone où sera effectuée la prévention.

Chacune des composantes du mécanisme des phénomènes dynamiques relève d'une méthode de prévision (et de prévention) particulière et c'est l'identification des phénomènes potentiels qui permet de définir la surveillance qui sera adaptée à chaque chantier.

La télésurveillance sismique est la seule méthode susceptible de rendre compte des phénomènes qui se produisent à grande distance des chantiers, donc de nous renseigner sur la partie la moins accessible du processus d'évolution des terrains. Les méthodes d'interprétation reposent sur la comparaison de la sismicité induite par le chantier surveillé avec une sismicité "normale" déduite de la surveillance préalable d'autres chantiers. Les paramètres d'analyse suivants sont utilisés :

- la localisation des sources des événements hors de zones qui accompagnent la progression du chantier,

- la libération de l'énergie soit trop forte, indice d'un comportement anormal des terrains, soit trop faible indice d'une accumulation d'énergie qui sera restituée sous la forme d'une grosse secousse, soit par "grosses secousses" indice d'un comportement des terrains susceptibles d'évoluer vers un coup de terrain,

- le mécanisme au foyer qui nous renseigne sur l'origine des grosses secousses et des coups de terrain : rupture de banc ou de pilier, glissement de faille.

De gros progrès ont été faits sur la qualité de l'acquisition des données et de leur traitement automatique de façon à disposer en temps réel de critères élaborés. Les efforts doivent porter maintenant sur l'introduction de ces méthodes dans la gestion de l'exploitation.

La surveillance locale suppose que l'on ait une connaissance suffisante des phénomènes pour savoir où et quand la mesure doit être effectuée.

La panoplie des méthodes disponibles comprend :

- les mesures géotechniques classiques (convergence, expansion, variations de contraintes) utilisées surtout pour surveiller des ouvrages soumis à l'influence de chantier (pilier, stot de puits,...),

- la réaction du massif à la foration d'un trou, simulation d'un creusement dont les effets sont appréciés par le volume de fines produits (réaction des charbons), le discage des carottes (réaction des grès) ou les indices de désorption (V1) pour le gaz,

- l'émission d'ondes par le massif lors de sa microfracturation : si la sismo-acoustique a tendance à être remplacée par la surveillance sismique (ou microsismique si l'on resserre le réseau autour d'un ouvrage), se développe actuellement une écoute dans la gamme des ondes électromagnétiques à l'aide d'un appareil portable (Impuls),

- d'autres méthodes géophysiques telles que la tomographie sismique ou la mesure de résistivité ne sont utilisées que pour la surveillance de zones particulières.

3.3. *Prévention des phénomènes dynamiques*

Les méthodes de prévention visent à :

- empêcher l'apparition d'un phénomène,
- et/ou à limiter ses conséquences.

Selon la nature du phénomène, elles visent à renforcer les terrains autour de l'ouvrage pour leur permettre de résister aux effets, à détendre les terrains ou les dégazer. Trois niveaux de prévention sont à pratiquer.

La prévention régionale est celle qui est effectuée lors de la planification de l'exploitation (position des chantiers dans l'espace et dans le temps). Elle vise à éviter les surcontraintes provoquées par l'intéraction entre exploitations dans la même veine ou dans des veines différentes ou par rapport à certaines failles. Elle peut également modifier le milieu par le choix d'une couche égide qui détend et/ou dégaze certaines zones du gisement.

Les progrès dans le domaine de la prévention régionale reposent sur une amélioration des méthodes de modélisation et leur calage avec les résultats de la télésurveillance sismique (voir 3.1.).

La prévention active (ou locale) rassemble les méthodes mises en oeuvre lors de l'exploitation. Elles peuvent avoir pour objectif :

- de modifier le milieu pour éviter le phénomène en abaissement localement les contraintes en bordure des ouvrages, en rendant le massif plus souple, en abaissant le gradient de pression de gaz. La méthode la plus employée est celle des trous de détente ; la foration d'une saignée de détente de 0,9 m donne d'excellents résultats pour les phénomènes de coup de terrain en voie de taille en Provence. L'injection d'eau n'a été utilisée que dans des cas particuliers. Le tir en camouflet délicat à réaliser et s'intègrant mal dans une exploitation mécanisée n'est plus utilisé en France,

- de provoquer le phénomène à un endroit et surtout à un moment choisi (en l'absence de personnel). Il s'agit de méthodes de tir : tir d'abattage et d'ébranlement pour les phénomènes locaux (contraintes et/ou gaz) tir au toit (expérience étrangère).

La prévention "organitionnelle" vise à minimiser les conséquences des phénomènes :

- en choisissant un soutènement adapté : piles renforcées et à soupapes haut débit en taille, boulonnage et câble pour les voies au rocher,

- en éloignant le personnel du danger : délimination de "zones rouges" à accès limité, automatisation et conduite à distance des machines,

- en gérant les émissions de gaz (par exemple tir derrière barrage pour les surtirs).

3.4. Méthodologie d'action

La mise en oeuvre de l'ensemble de ces connaissances et de ces moyens doit être coordonnée selon une méthodologie qui est présentée sur la figure 6. Elle commence dès le stade de planification du chantier où la maîtrise des phénomènes dynamiques doit être prise en compte au même titre que les autres sujets déterminant à la fois pour la sécurité et l'efficacité de l'exploitation comme l'aérage.

La première phase est naturellement celle de l'identification des phénomènes potentiels ; une première démarche consiste ensuite à voir si une modification du projet ne permet pas d'éliminer certaines possibilités de phénomène en utilisant les possibilités de la prévention régionale (changement de géométrie d'exploitation ou d'ordre de prise des chantiers).

Une fois ces possibilités épuisées, il faut en face de chacun des phénomènes potentiels restant, définir avant l'exploitation un plan de traitement des risques. En fonction des phénomènes, de leur fréquence, de l'efficacité et du coût des méthodes de prévision et de prévention, le plan de traitement s'appuiera plutôt sur une prévention systématique (par exemple la saignée de détente voies en Provence) ou plutôt sur une surveillance permettant de ne déclencher une prévention active qu'à bon escient. La figure 7 donne un exemple de plan de prévention pour la prise d'une taille de Provence.

Pendant l'exploitation, la phase de traitement du risque comporte en premier lieu la mise en oeuvre contrôlée du plan de traitement mais également :

- une vérification de la validité de l'analyse des risques faite avant l'exploitation ; elle repose en particulier sur l'actualisation des données sur le gisement (apparition des failles non prévues, changement dans la concentration en gaz,...) et sur la télésurveillance sismique pour l'intéraction du chantier et de son environnement,

- un contrôle de l'efficacité de la prévention effectuée soit de façon directe (débit des trous de détente, fermeture de la saignée), soit indirecte (mesure de l'état du massif avant et après opération de détente, suivi sismo-acoustique.

Après l'exploitation, la phase de bilan est indispensable pour nourrir la "base de connaissance" qui permettra de traiter plus efficacement les futurs chantiers.

CONCLUSION

Les phénomènes dynamiques sont maintenant susceptibles de se produire dans la plus grande partie de nos exploitations souterraines.

L'analyse des mécanismes montre la complexité des phénomènes qui peuvent se former. C'est pourquoi la méthodologie proposée débute par une phase d'analyse formalisée des risques qui repose sur l'analyse en retour de l'expérience acquise dans le gisement.

Les développements qui sont proposés concernent principalement :

- l'amélioration des bases de données,

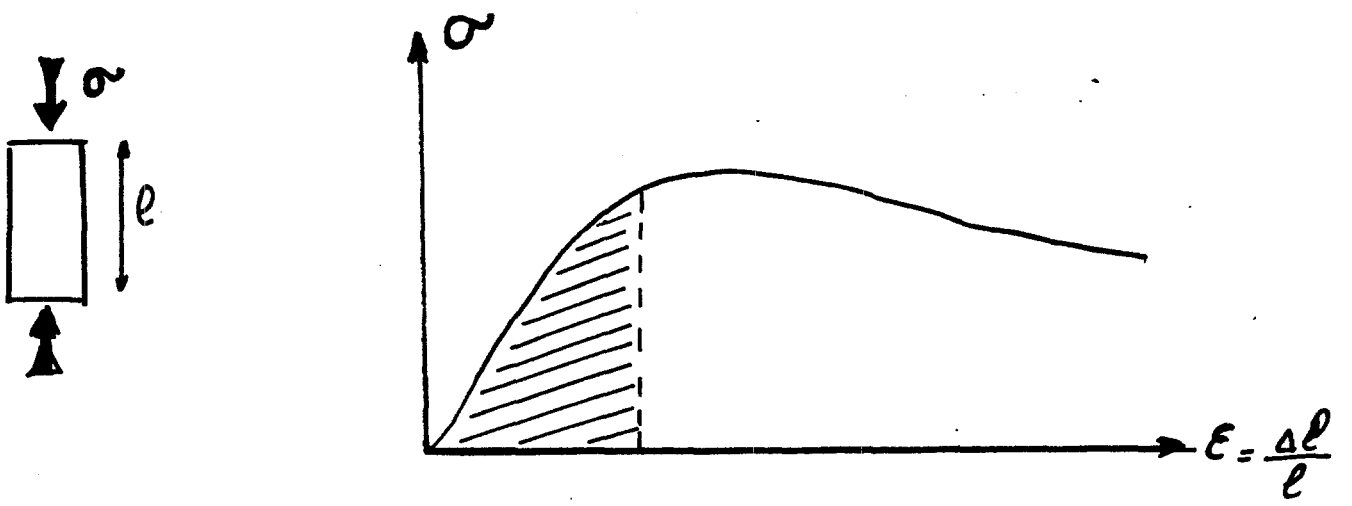
- une meilleure mise à disposition des moyens développés ces dernières années comme la télésurveillance sismique,

- une méthodologie de modélisation du massif,

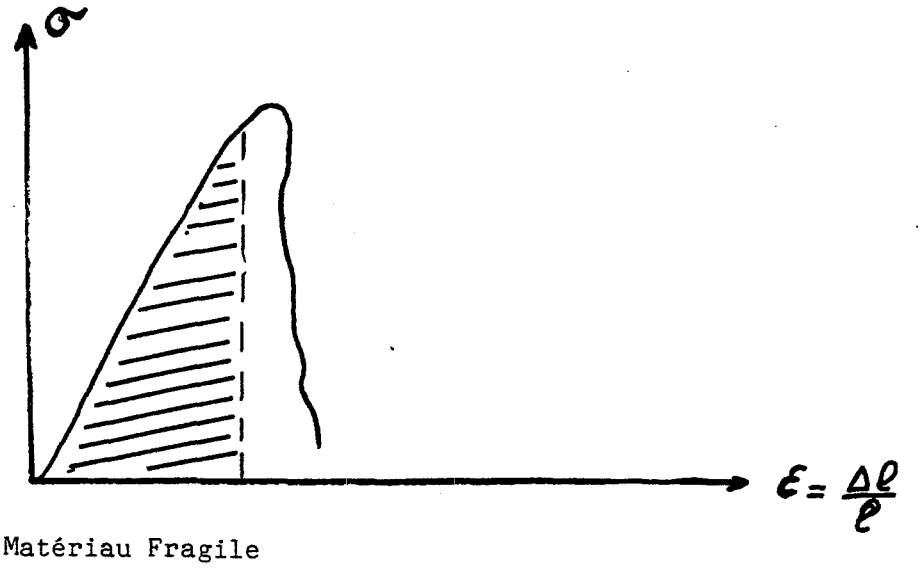
- la mise au point de méthodes plus efficaces de surveillance locale comme la mesure du rayonnement électromagnétique,

- le développement de méthode de prévention active alternative aux trous de détente (lorsque ceux-ci ne sont pas efficaces) en particulier pour les chantiers de voie en creusement.

J.P. JOSIEN



a) Matériau Ductile



b) Matériau Fragile

Figure 1 - Comportement des roches sous contraintes à la rupture

σ contraintes

ε Déformations

énergie : $\sigma \cdot \varepsilon$

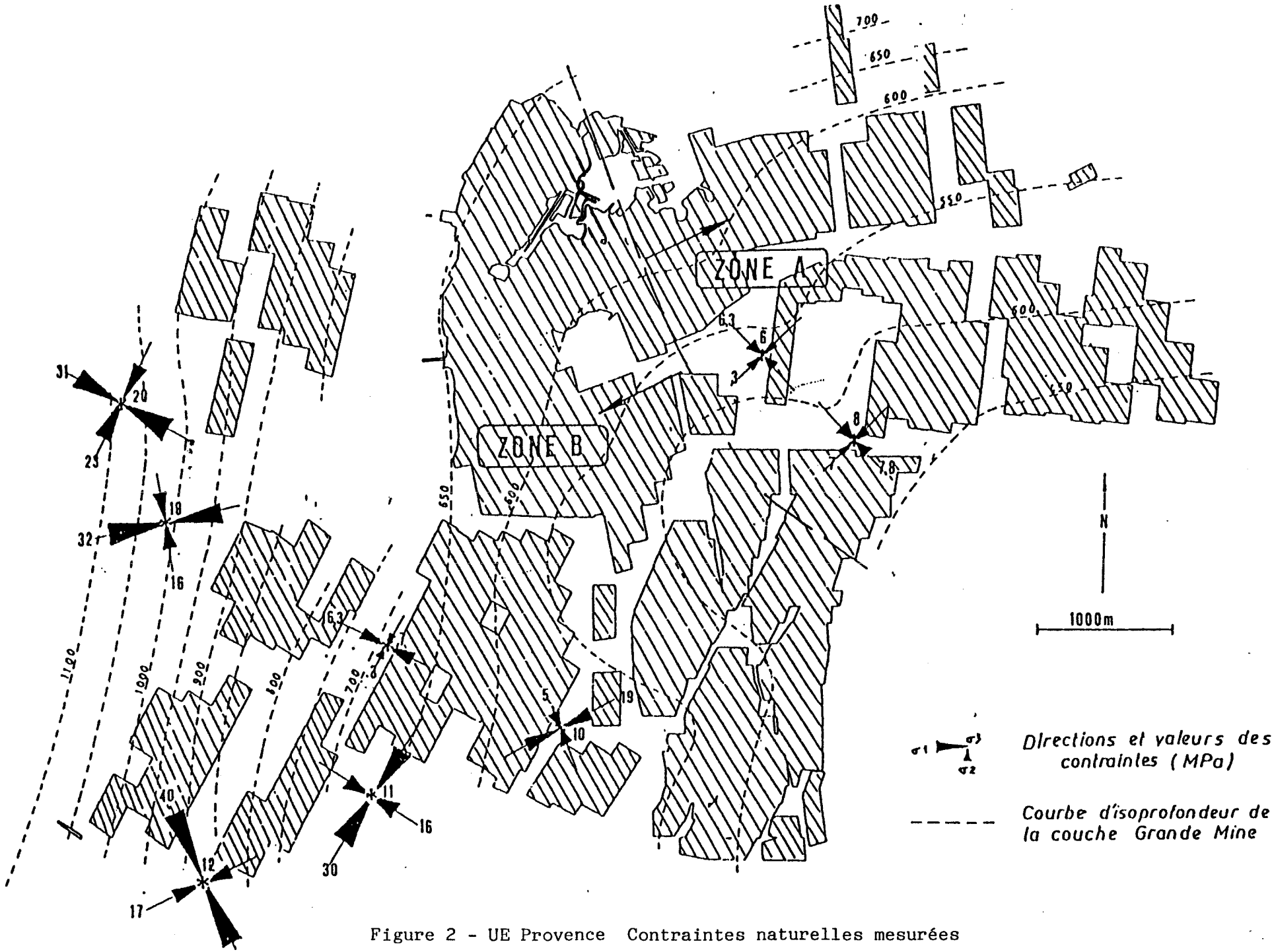


Figure 2 - UE Provence Contraintes naturelles mesurées

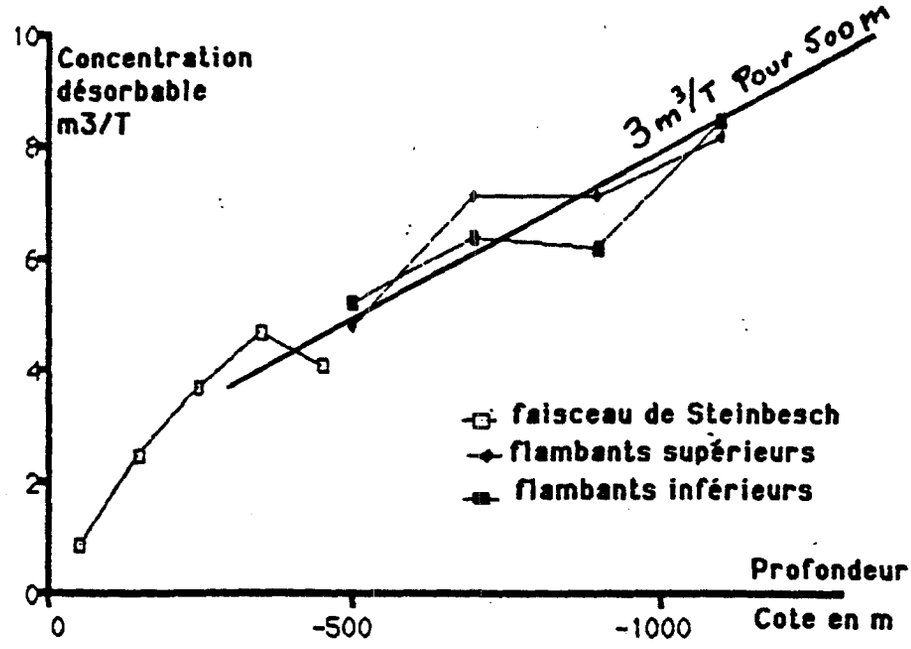
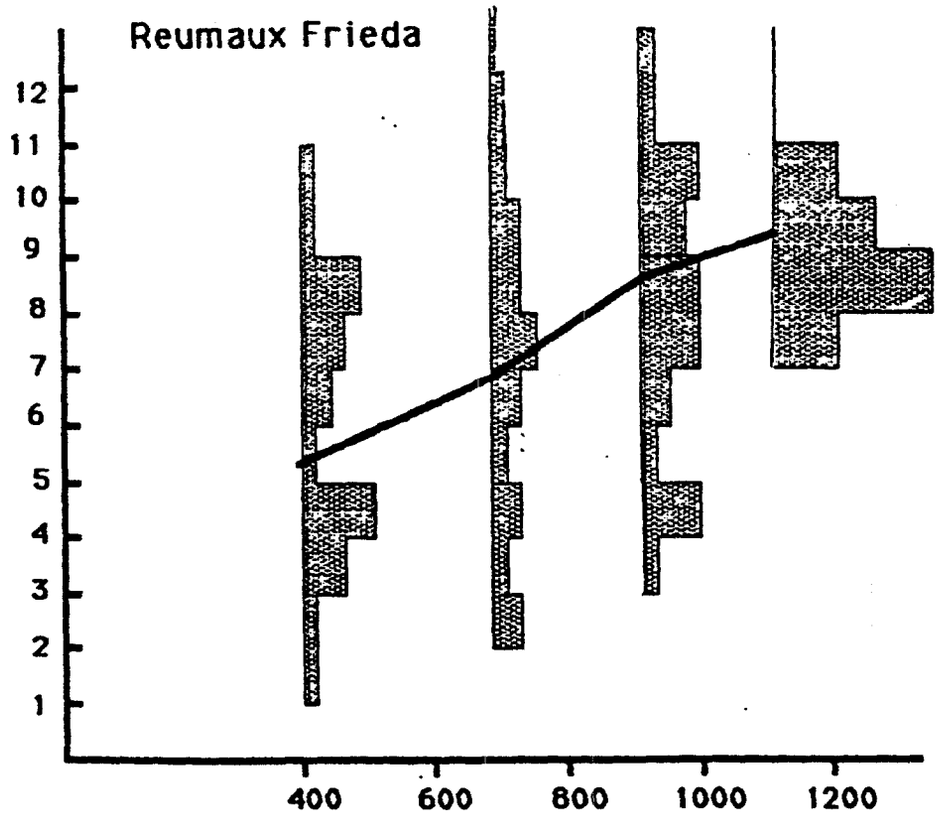


Figure 3.a

Evolution de la concentration désorbable avec la profondeur



Flambants supérieurs-Faisceau des Frieda Laudrefang
Evolution de la concentration désorbable avec la profondeur

Figure 3.b

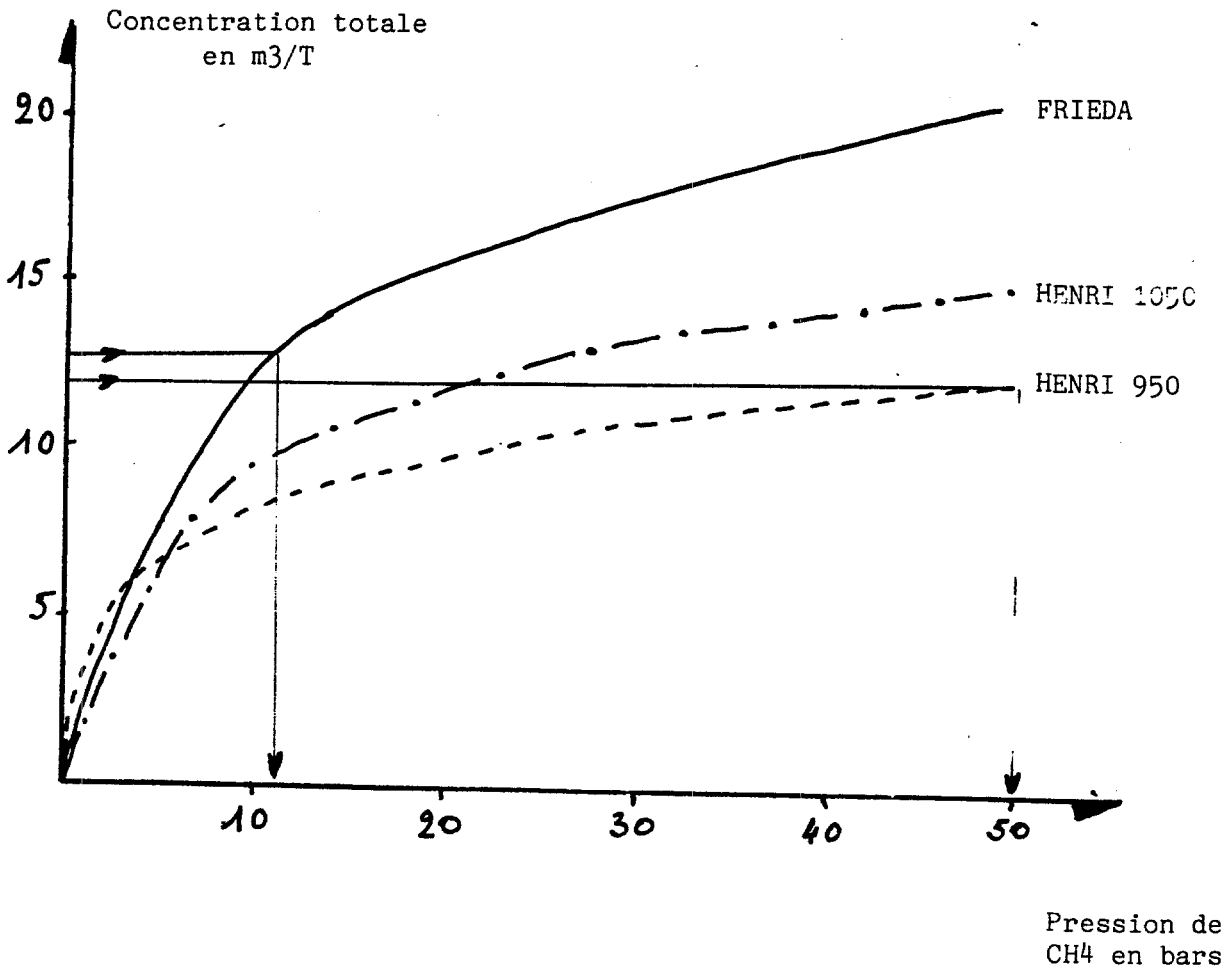


Figure 4 - Isothermes de concentration en CH4

Figure 5 - Classification des phénomènes dynamiques

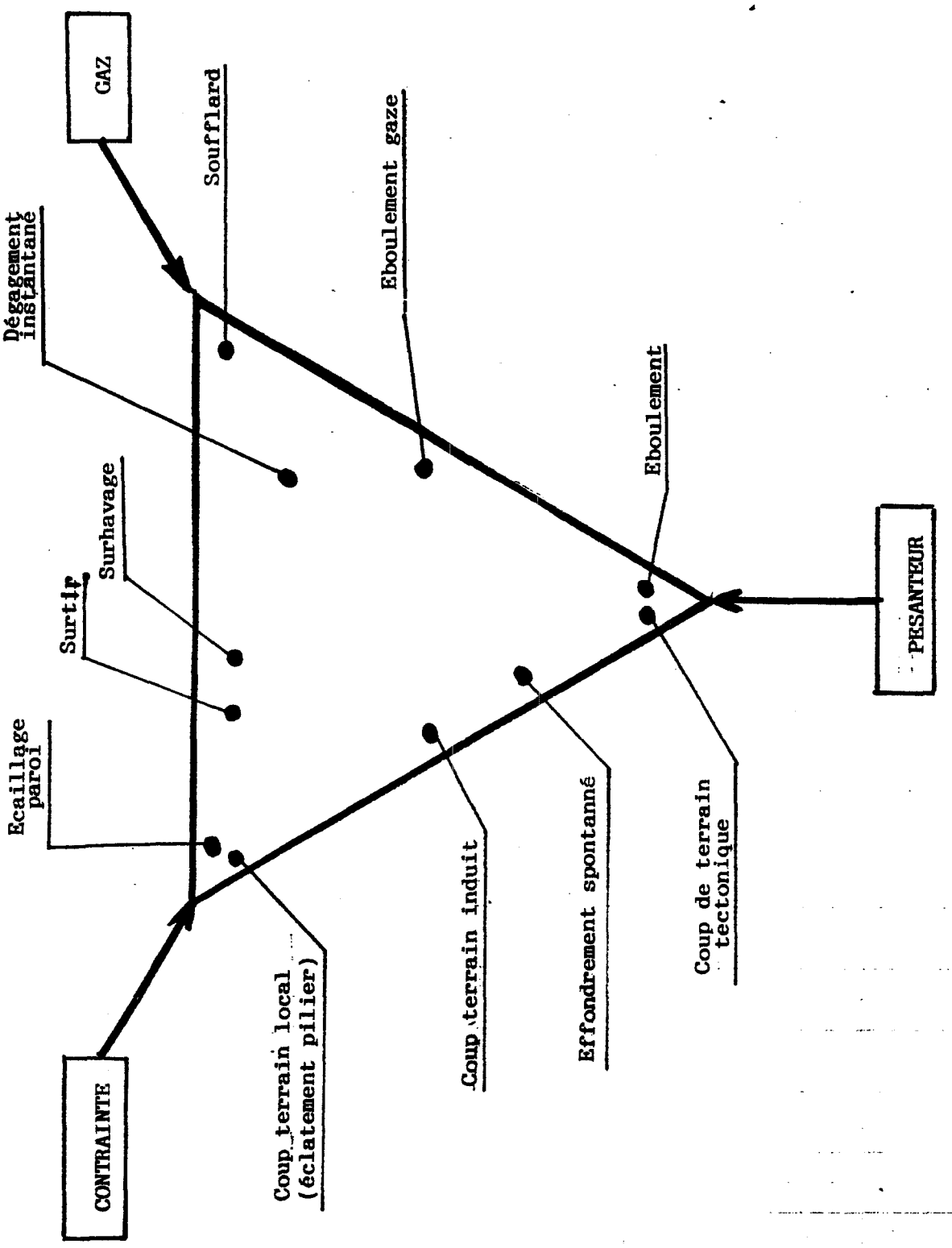
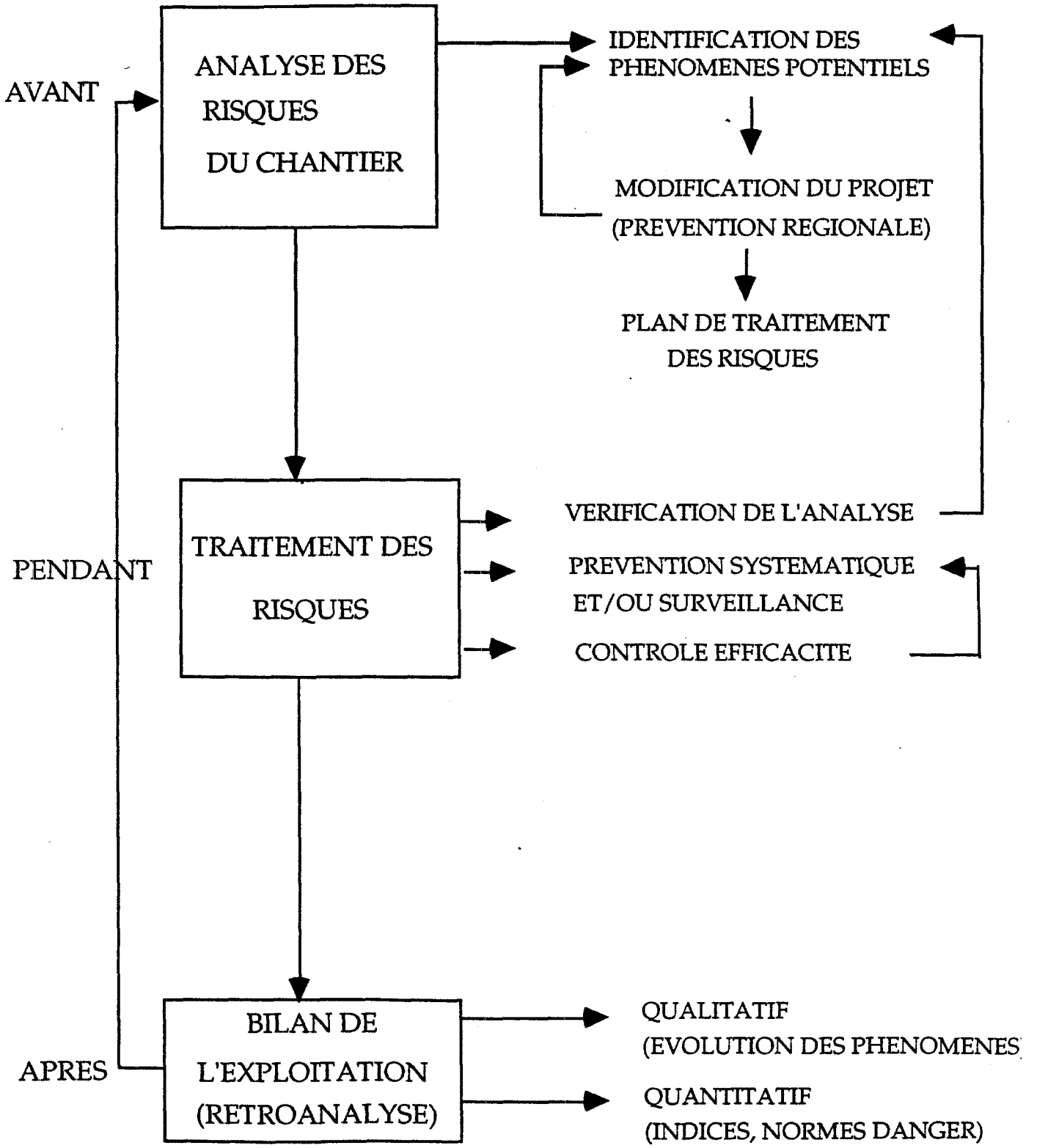


Figure 6

MAITRISE DES PHENOMENES DYNAMIQUES

METHODOLOGIE D'ACTION



HBCM - UE PROVENCE
SC - YG/MG 067N/94

Meyreuil, le 5 avril 1994

FIGURE 7

PHÉNOMENES DYNAMIQUES T20 ARBOIS

PLAN DE PRÉVENTION

ZONES A RISQUES	PRÉVENTION	QUAND
TMA	- Saignée en voie	- 300 m avant démarrage taille - Puis minimum 200 m d'avance sur la taille
	- Détente systématique trous 20 m tous les 2,50 m	- En cours de marche
	- Trous tests alternés des deux côtés tous les 40m et deux trous supplémentaires dans la zone faillée 4500 4600	- Avant démarrage de taille
Failles en TMA entre points 4425 et 4600	- Surveillance par trous tests	- Hebdomadaire quand la taille est à moins de 200 m
TMP	- Saignée 30 m avant PT20 côté sud jusqu'à la voie 84 et voies 84 et 85 entre voies 21 et 87	- 300 m avant démarrage de taille - Puis minimum 200 m d'avance sur la taille
	- Trous tests alternés des deux côtés tous les 40 m	- Avant démarrage de taille
Carrure voie 60 recoupe 59/60	- A renforcer par des quadrillages	- Avant que la taille ait fait 50 m
Voie 60	- Refaire la saignée depuis le TB Simiane jusqu'au point 4500 et en recoupe 59/60	- Avant que la taille ait fait 50 m
	- Circulation réduite aux visiteurs et patrouilleurs	- Quand la taille sera entre les 100 et 450 premiers mètres
Carrure voie 61 Recoupe 59 (MS au creusement)	- Zone interdite	- Quand la taille aura fait 10 m
Voie 59/recoupe 61	Saignée 50 m avant la recoupe et jusqu'au bure et 10 m en recoupe	- Avant que la taille ait fait 100 m

Voir aussi la consigne concernant les mesures de surveillance vis-à-vis des coups de terrains, ainsi que la consigne de prévention du risque de coup de terrain en taille 20 Arbois.

Destinataires : MM. GUILLAUME, BESSON, LEIGNEL, LAZAREWICZ, VERSTRAETE, DERRIEN, GUISE
M. JOSIEN (INERIS VERNEUIL), M. BIGARRÉ (INERIS NANCY)