Panorama historique de l'activité minière en France métropolitaine

Yves PAQUETTE – Direction des Risques du Sol et du Sous-Sol

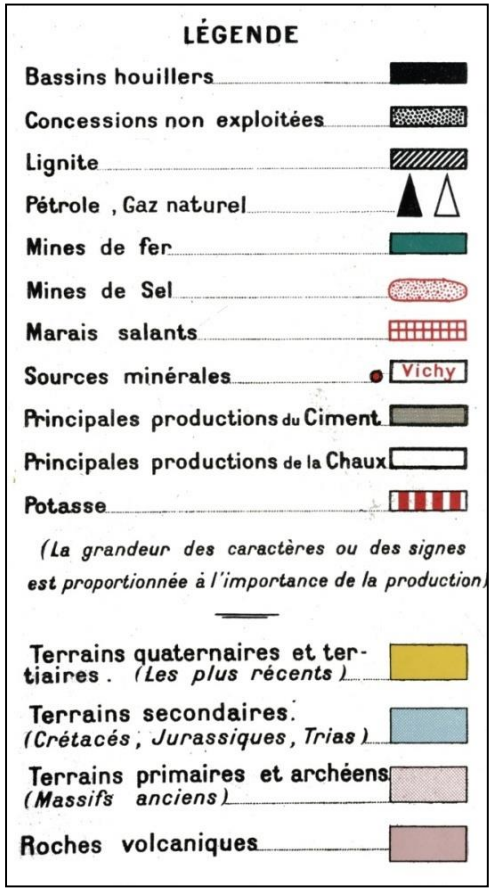
Mineur au travail en Bavière - Schwazerbergbuch - 1556

INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

Principaux gisements de substances minérales exploitées en France

CONSOMMATION DE SUBSTANCES MINIERES POUR UN EUROPEEN
(qui vit jusqu'à 70 ans)

- **343 kg de zinc**
- **360 kg de plomb**
- **680 kg de cuivre**
- **1 600 kg d'aluminium**
- **140 000 kg de fer**



INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

Loi du 21 avril 1810 sur l'exploitation des substances minérales

MINISTÈRE DE L'INTÉRIEUR.

INSTRUCTION

POUR

L'EXÉCUTION DE LA LOI DU 21 AVRIL 1810,

SUR

LES MINES,

MINIÈRES ET CARRIÈRES,

PUBLIÉE PAR ORDRE

DE S. E. LE MINISTRE DE L'INTÉRIEUR,

Le 3 Août 1810.

A LIEGE,

Chez J. A. LATOUR, Imprimeur de la Préfecture.

1810.

ADMINISTRATION DES MINES.

INSTRUCTION

Relative à l'exécution de la Loi sur les Mines, Usines, Salines et Carrières.

§. I.er

Généralités. Classement.

Les substances minérales ont été classées, par la loi du 21 avril 1810, en trois divisions distinctes, à chacune desquelles sont appliquées des dispositions législatives différentes.

§. II.

Des Mines. Généralités.

Les mines ne doivent être exploitées qu'en vertu d'un acte de concession délibéré en Conseil d'état.

Cet acte, par lequel les droits des propriétaires de la surface seront réglés à l'égard des mines à concéder, investit le concessionnaire de la propriété perpétuelle de la mine.

Le Gouvernement se fera rendre compte de l'état de l'exploitation.

Les entrepreneurs seront éclairés sur les progrès de l'art. Des améliorations basées sur une théorie sûre & constatée par l'expérience, leur seront proposées. Les travaux utiles seront encouragés.

A 2

TABLE DES CHAPITRES.

CHAP. I.er *Généralités. Classement.* Page 3.
II. ——— *Des mines.* Ibid.
III. ——— *Des minières.* 6.
IV. ——— *Des carrières.* 7.
V. ——— *Action de l'autorité publique.* 8.

(*A.* ACTION ADMINISTRATIVE; *B.* ACTION JUDICIAIRE.)

A. ACTION ADMINISTRATIVE.

CHAP. 1.er *Recherche et découverte des mines.* 8.
2. *Des concessions.* 11.
3. *Des mutations & du partage.* 17.
4. *De l'abandon des mines ou minières concédées.* 19.
5. *Des formes à observer pour l'exploitation des minières.* 20.
6. *Des tourbières.* 23.
7. *Des carrières.* 24.
8. *Des fourneaux, forges & usines pour le traitement des substances minérales.* 26.

Trois types d'exploitations : mines, minières et carrières

L'exploitation d'une minière (minerais de fer dits d'alluvion, terres pyriteuses et alumineuses, tourbes) nécessitait une autorisation préfectorale.

Le régime des minières a été supprimé par la loi du 2 janvier 1970 avec passage dans la classe des mines, de gîtes relevant de la classe des minières (sauf la tourbe qui passe en régime des carrières).

Principes du Code minier, droit régalien

Trois types d'exploitations de substances minérales : mines, minières et carrières

Une mine est une substance, définie à l'article 2 du code minier

L 'État contrôle les mines :

- attribue les concessions sans avis du propriétaire du sol
- versement d'une redevance
- contrôle par la police des mines (décret 2006-649) pour veiller à la sauvegarde des intérêts visés aux articles 79 et suivants et s'assurer que les méthodes d'exploitation permettent un rendement maximum

Un gite géothermique est assimilé à une mine (article 3)

Liste des substances minières concessibles

Article L111-1 du Code Minier

Modifié par LOI n°2017-1839 du 30 décembre 2017 - art. 2

Relèvent du régime légal des mines les gîtes renfermés dans le sein de la terre ou existant à la surface connus pour contenir les substances minérales ou fossiles suivantes :

1° Des hydrocarbures et des combustibles fossiles, la tourbe exceptée, qu'ils soient sous forme solide, liquide ou gazeuse, du graphite, du diamant ;

2° Des sels de sodium et de potassium à l'état solide ou en dissolution, à l'exception de ceux contenus dans les eaux salées utilisées à des fins thérapeutiques ou de loisirs ;

3° De l'alun, des sulfates autres que les sulfates alcalino-terreux ;

4° De la bauxite, de la fluorine ;

5° Du fer, du cobalt, du nickel, du chrome, du manganèse, du vanadium, du titane, du zirconium, du molybdène, du tungstène, de l'hafnium, du rhénium ;

6° Du cuivre, du plomb, du zinc, du cadmium, du germanium, de l'étain, de l'indium ;

7° Du cérium, du scandium et autres éléments des terres rares ;

8° Du niobium, du tantale ;

9° Du mercure, de l'argent, de l'or, du platine, des métaux de la mine du platine ;

10° De l'hélium, du lithium, du rubidium, du césium, du radium, du thorium, de l'uranium et autres éléments radioactifs ;

11° Du soufre, du sélénium, du tellure ;

12° De l'arsenic, de l'antimoine, du bismuth ;

13° Du gaz carbonique, à l'exception du gaz naturellement contenu dans les eaux qui sont ou qui viendraient à être utilisées pour l'alimentation humaine ou à des fins thérapeutiques ;

14° Des phosphates ;

15° Du béryllium, du gallium, du thallium

A cette énumération peuvent être ajoutées par décrets en Conseil d'Etat des substances analogues n'ayant pas jusqu'alors d'utilisation dans l'économie

INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

Chaine hercynienne et minéralisations hydrothermales

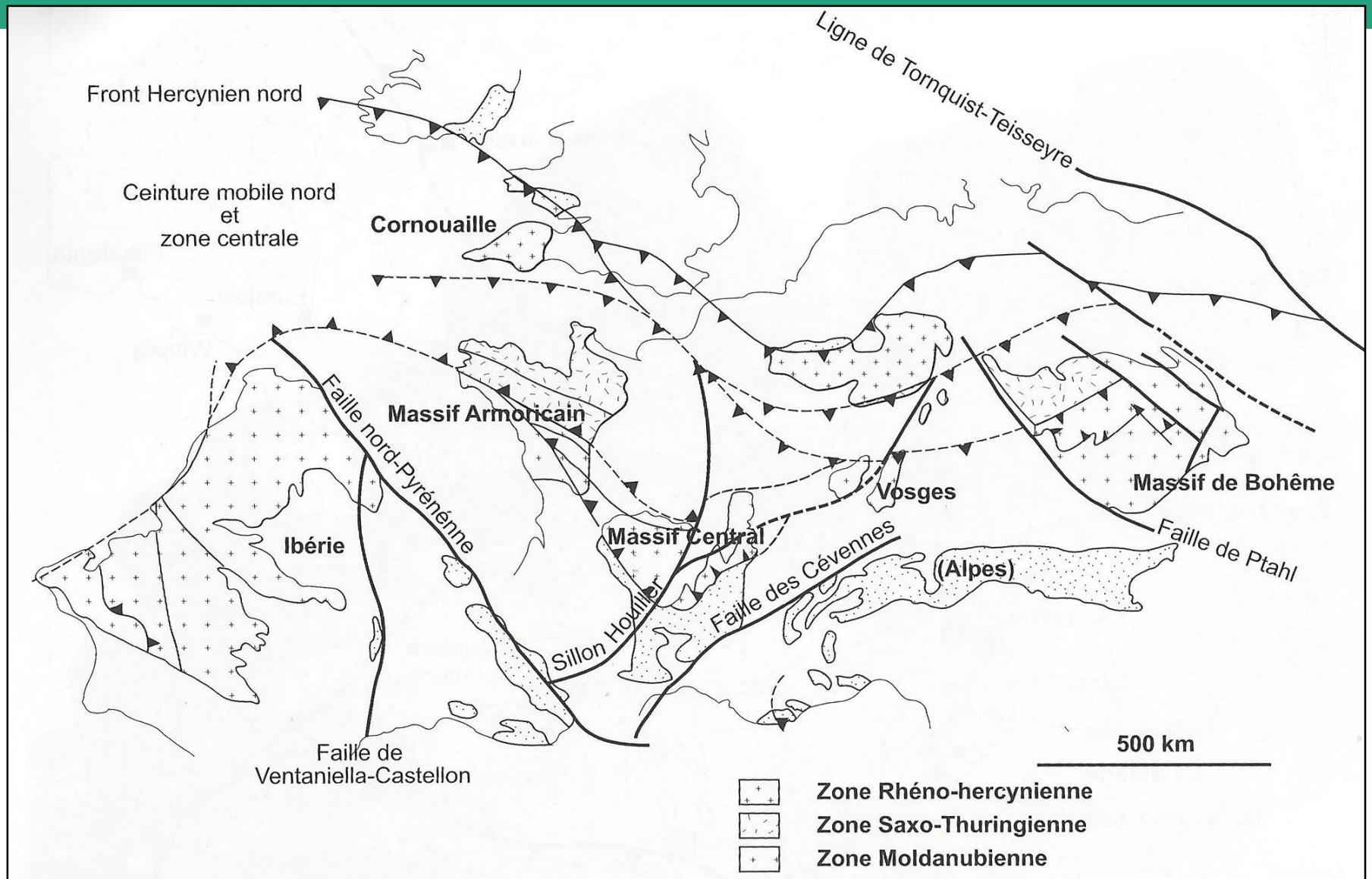
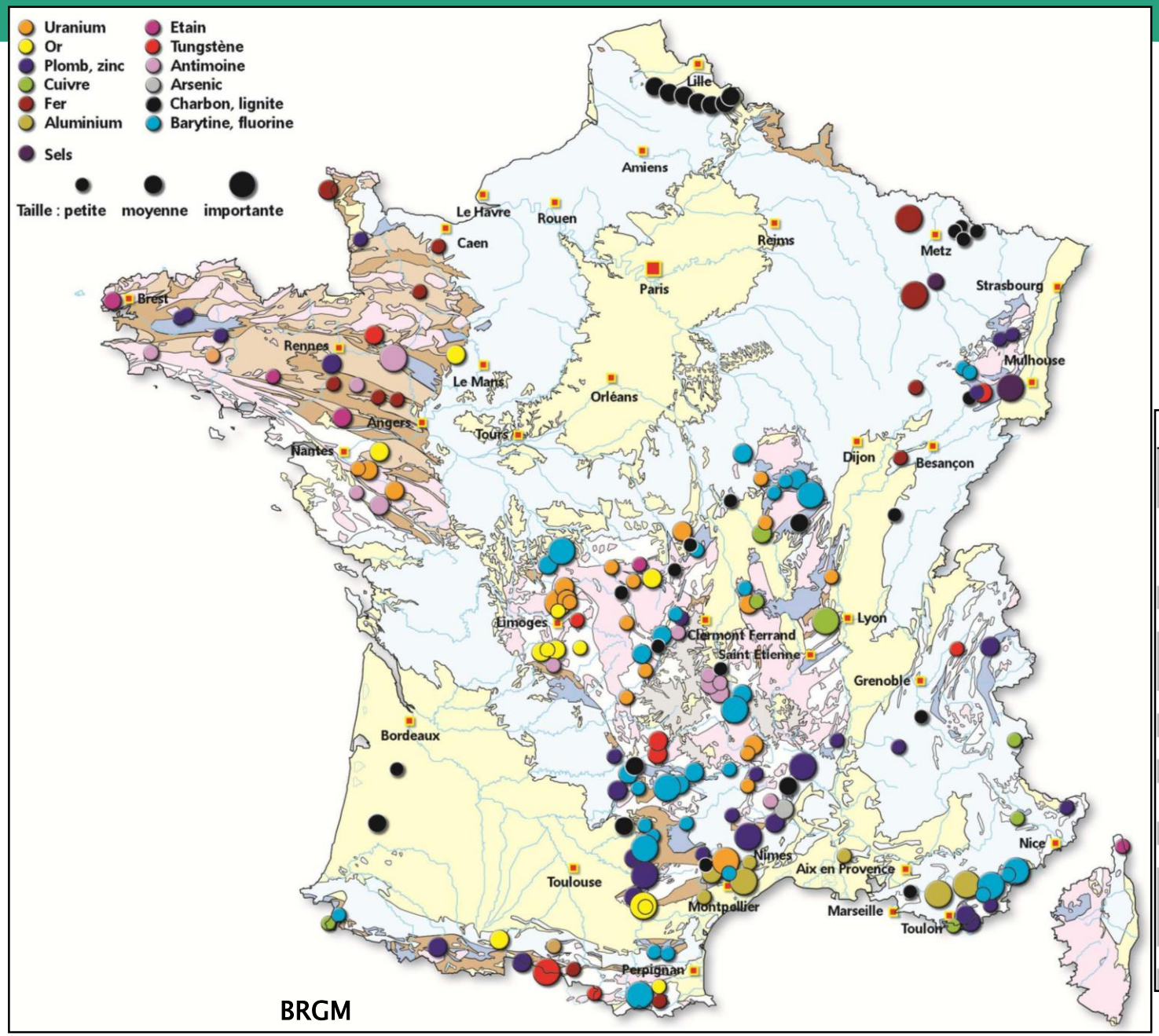


Figure 6 : reconstitution de la partie européenne de la chaîne hercynienne (330-260 Ma), d'après Burg et al., 1994 (modifié). La zone externe (nord) de la chaîne est celle qui est la plus minéralisée.

Répartition des principaux gîtes miniers exploités



La fluorine et la bauxite sont devenues substances stratégique concessibles seulement en 1961 (besoins importants de la sidérurgie, forte consommation chinoise…)

La barytine, étroitement associée aux gîtes fluorés, reste un substance minérale « ordinaire » exploitée au titre du régime des carrières

Substances relevant du code minier
Houille, lignite, ou d'autres combustibles fossiles (exceptée la tourbe), bitumes, hydrocarbures liquides ou gazeux, graphite, diamant
Sels de sodium et de potassium à l'état solide ou en dissolution, à l'exception de ceux contenus dans les eaux salées utilisées à des fins thérapeutiques ou de loisirs
Alun, sulfates autres que les sulfates alcalino-terreux
Bauxite, fluorine
Fer, cobalt, nickel, chrome, manganèse, vanadium, titane, zirconium, molybdène, tungstène, hafnium, rhénium
Cuivre, plomb, zinc, cadmium, germanium, étain, indium
Cérium, scandium et autres éléments des terres rares
Niobium, tantale
Mercure, argent, or, platine, métaux du groupe du platine
Hélium, lithium, rubidium, césium, radium, thorium, uranium et autres éléments radioactifs
Soufre, sélénium, tellure
Arsenic, antimoine, bismuth
Gaz carbonique, à l'exception du gaz naturellement contenu dans les eaux qui sont ou qui viendraient à être utilisées pour l'alimentation humaine ou à des fins thérapeutiques
Phosphates
Béryllium, gallium, thallium

INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

Titres miniers délivrés en deux siècles

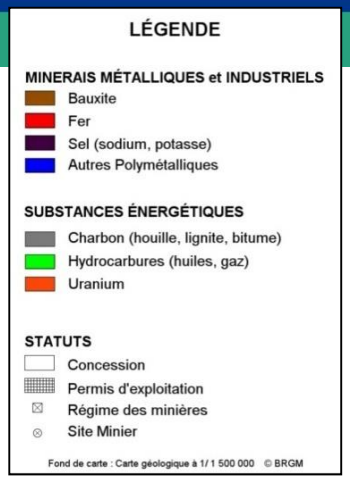
3089 concessions minières, 313 PEX (permis d'exploitation)

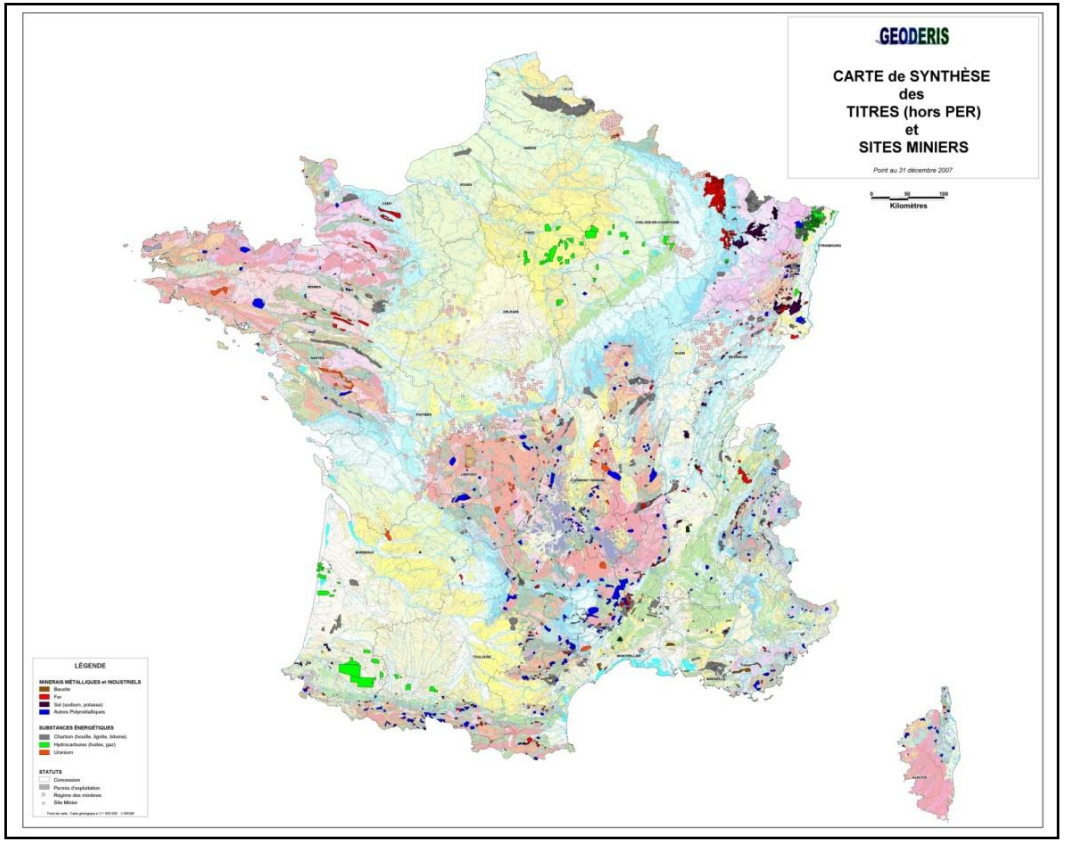
Nord et Est
1535 concessions,
37 PEX

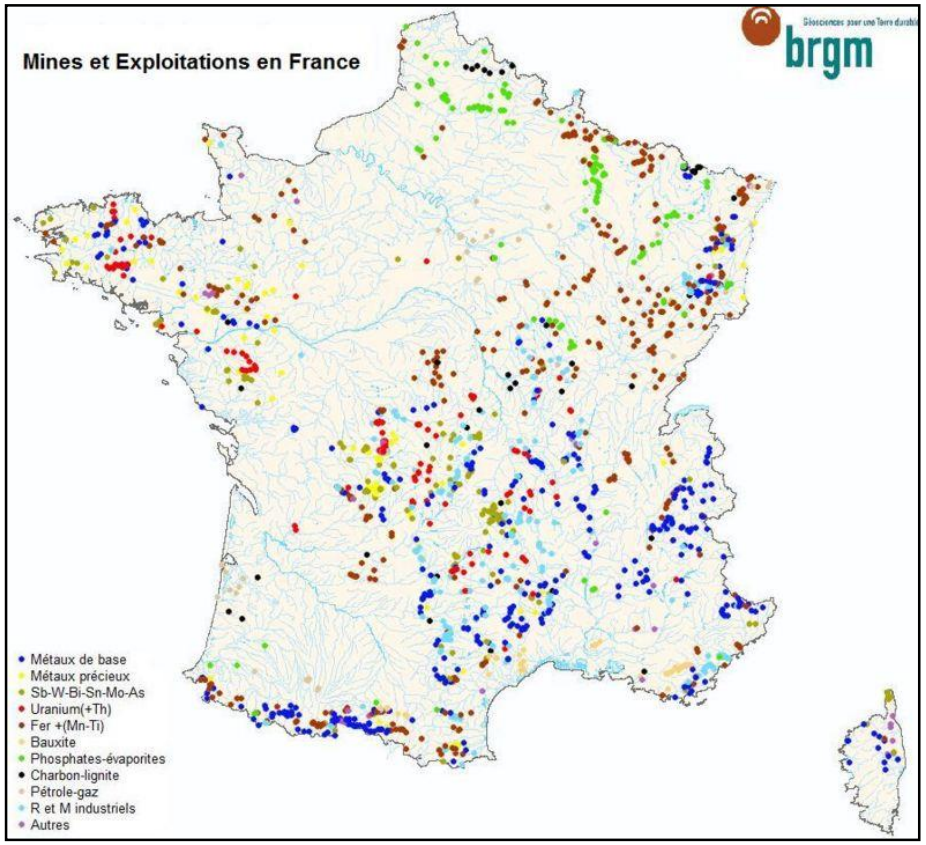
Grand Sud
1376 concessions,
216 PEX

Grand Ouest
178 concessions
60 PEX

(4400 titres avec minières et PER = permis recherche)

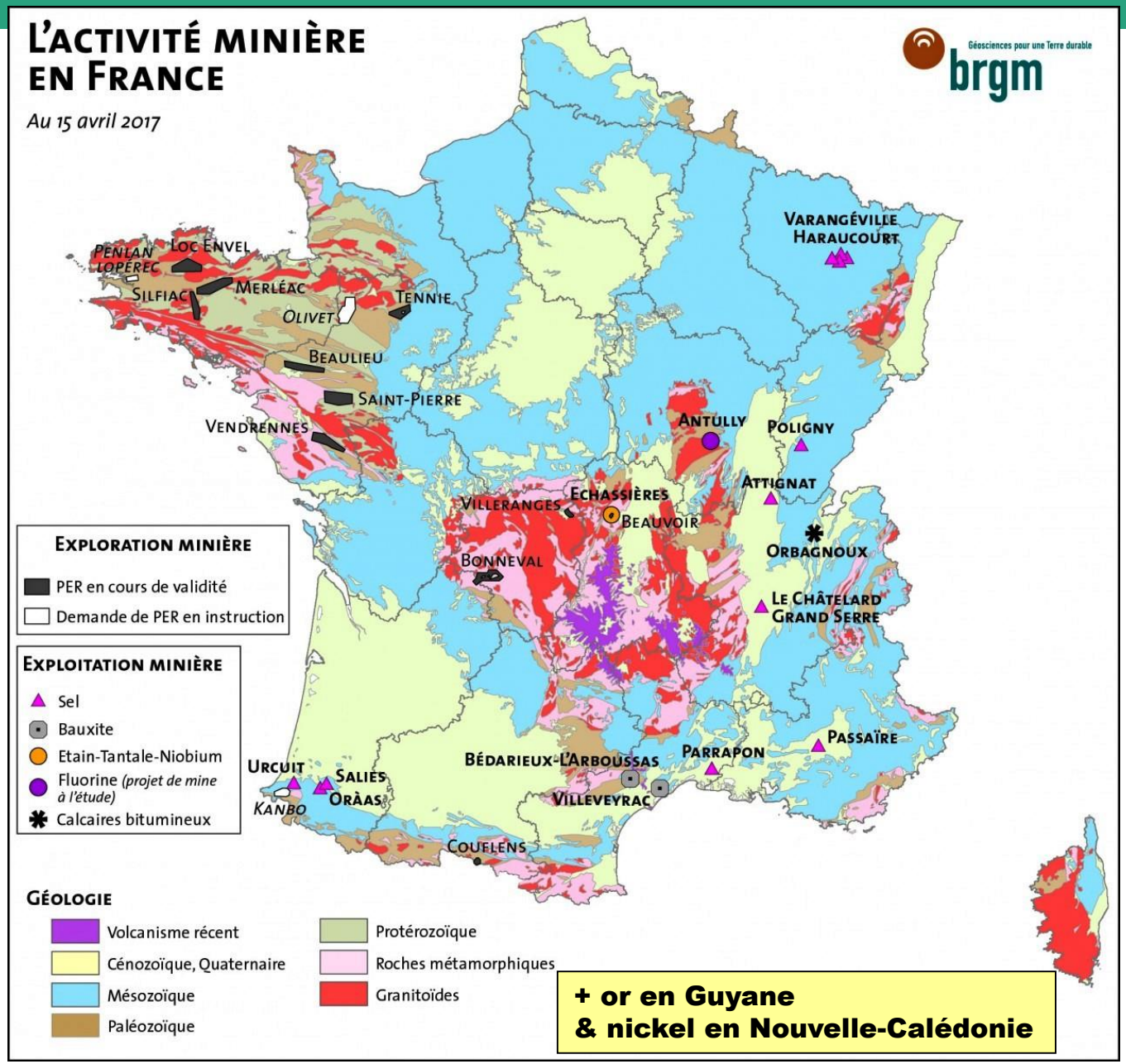






INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

Activité minière résiduelle actuelle



+ or en Guyane
& nickel en Nouvelle-Calédonie

Arrêt des productions nationales

1992 : plomb argentifère (Gard)
1997 : fer (mine Rouge Arbed)
1994 : zinc (Tarn)
2001 : uranium (Haute-Vienne)
2002 : potasse (Alsace)

2004 : charbon lorrain (La Houve)
or (Salsigne)

Exploitations actuelles :

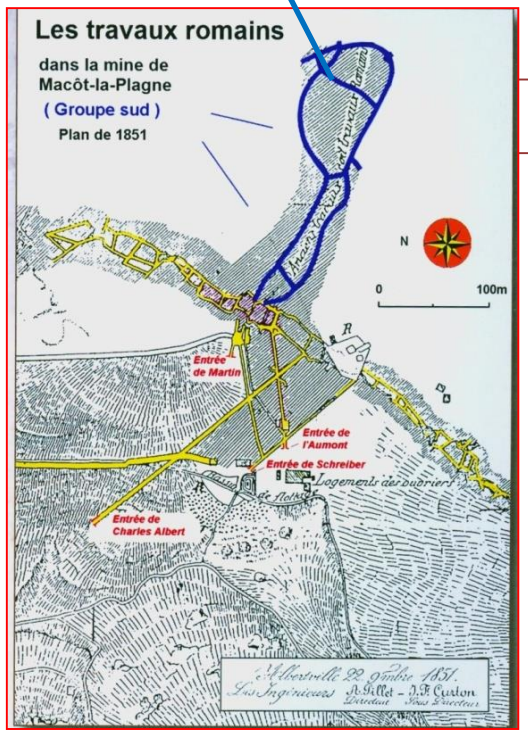
sel
bauxite
calcaire bitumineux
pétrole

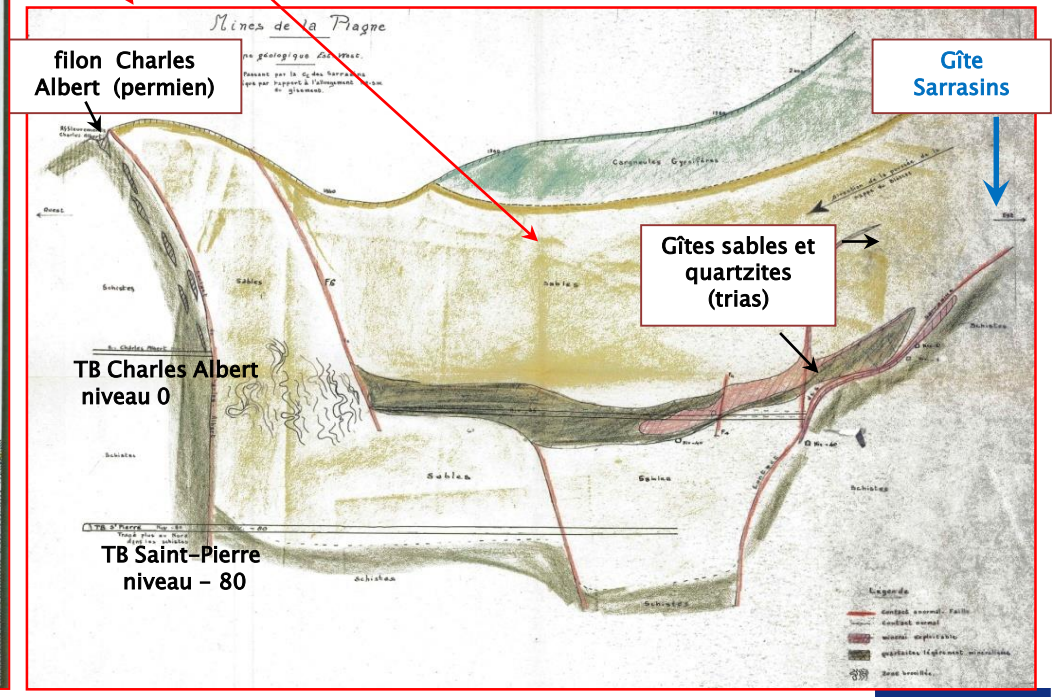
Projet MCO fluorine à Antully

PER : or, tungstène, étain, tantale, niobium

INERIS
maîtriser le risque pour un développement durable

Travaux romains : mine de plomb argentifère deLa Plagne





INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

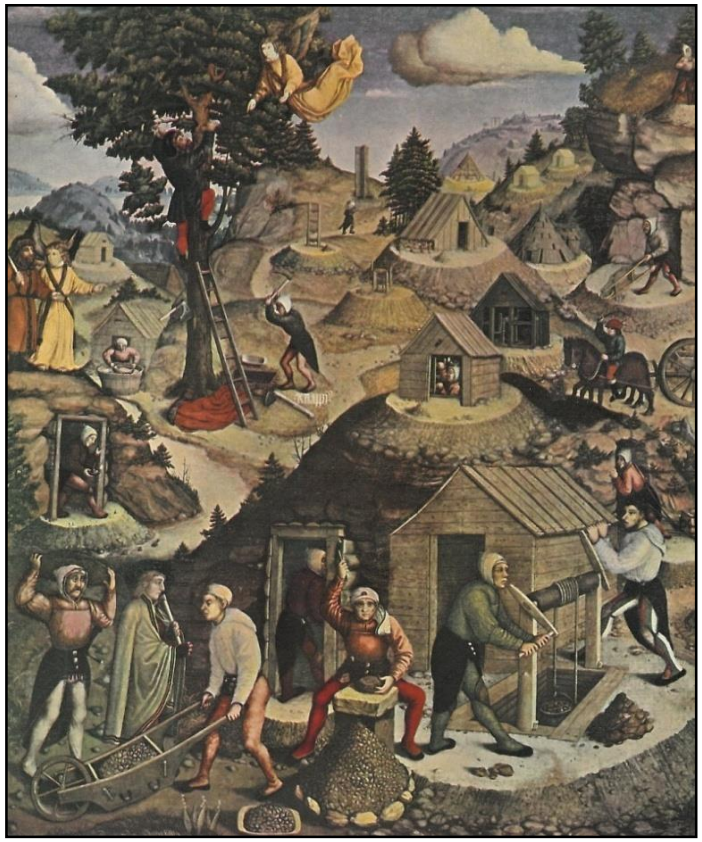
Les mines au Moyen-Age

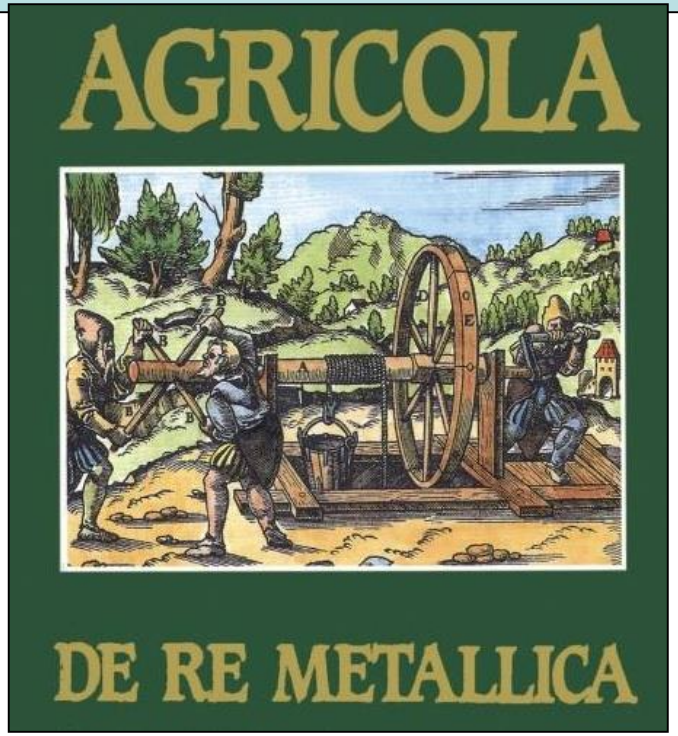
Relance de l'activité minière après le démantèlement de l'Empire romain sous l'influence des traditions minières d'Europe centrale (Harz, Bohème)

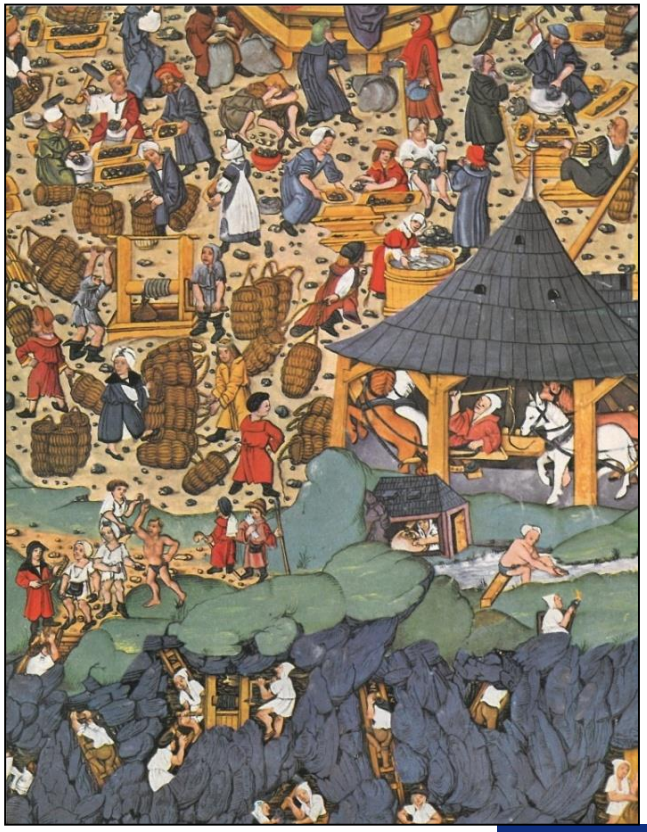
Essor considérable de la production minière et métallurgique en Europe dès le XIII siècle (Marie-Christine Bailly-Maitre)

Premiers traités techniques illustrés sur l'art des mines dans la Grande province minière germanique :

De la pirotecnia,	**Vannacio Biringuccio**	**(1540)**
De re metallica,	**Georgius Agricola**	**(1556)**
Schwazerbergbuch		**(1556)**

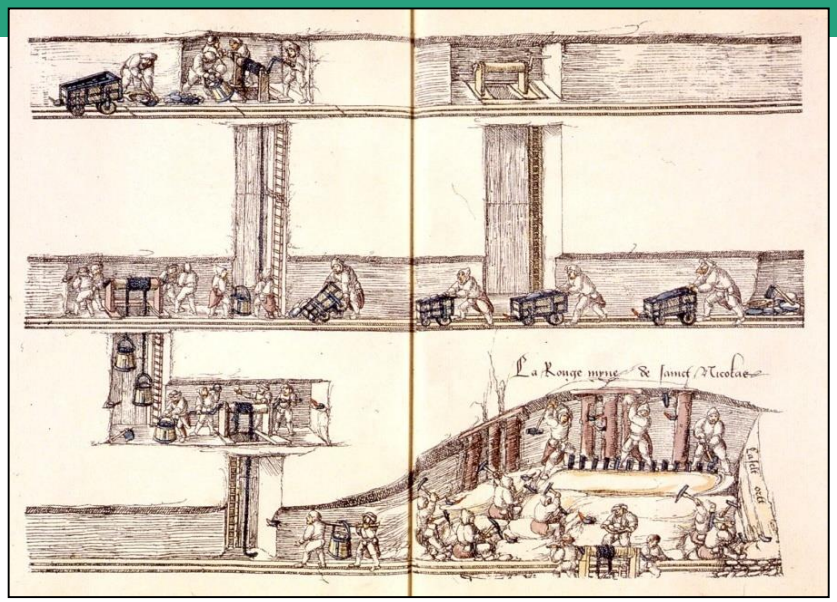


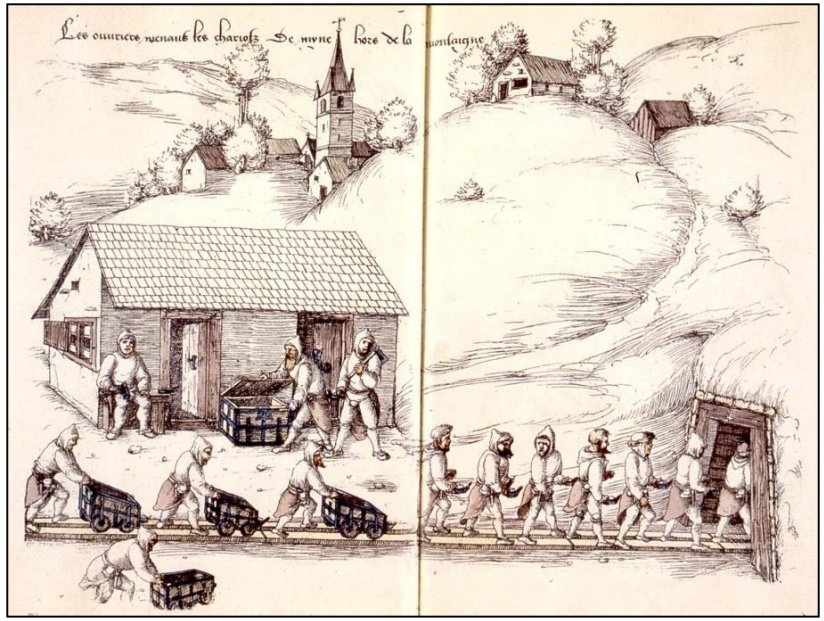


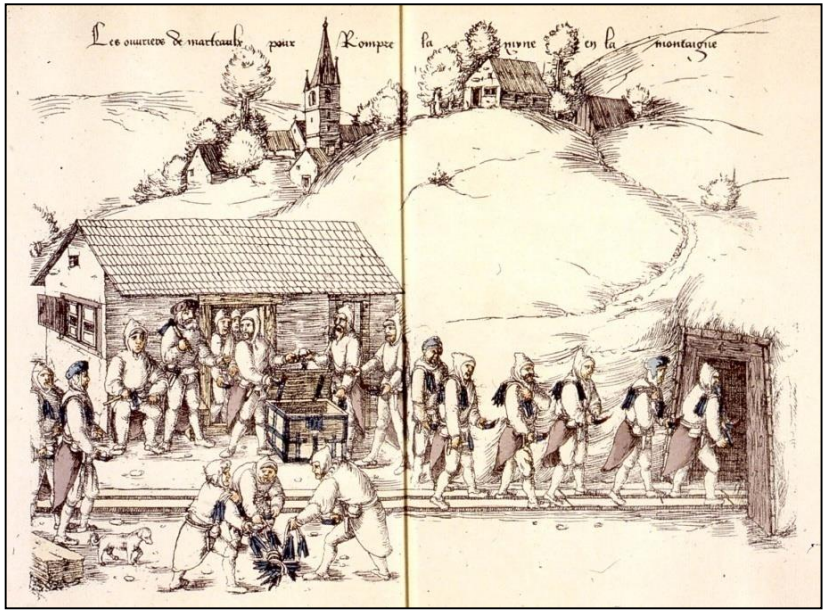


Graduel de Kutna-Hora, Hans Hesse, (Bohème), 1498

Les mines au Moyen-Age : dessins d'Heinrich Gross







Henrich Groff, mines d'argent de Saint-Joseph à La Croix -aux-Mines (Saint-Dié ,Vosges) au XVI° siècle

INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

Moyen-Age : ruée vers les mines d'argent pour frapper monnaie…

PLOMB ARGENTIFERE :

Melle (Deux-Sèvres, Poitou, V° - XII° siècle)
Sainte-Marie-aux-Mines (Haut-Rhin, X ᵘ - XVI ᵘ siècle)
Sainte-Croix-aux-Mines (Haut-Rhin, X ᵘ - XVI ᵘ siècle)
Brandes-en-Oisans / Huez (Isère, XII ᵘ - XIV ᵘ siècle)
L'Argentière-la-Bessée (Hautes-Alpes, briançonnais, XII ᵘ - XV ᵘ siècle)
Aulus (Ariège, XIV ᵘ)
Warndt (Moselle, XII ᵘ – XII ᵘ siècle)

PLOMB et CUIVRE ARGENTIFERE :

Largentière (Ardèche, X° - XII° siècle)
Saint-Laurent-le-Minier (Gard, XII ᵘ - XV ᵘ siècle)
Orzals (Aveyron, XIII ᵘ siècle)

CUIVRE ARGENTIFERE :

Pampailly (Rhône, lyonnais, XV ᵘ et XVII ᵘ siècle)
Thillot (Moselle, XVI ᵘ - XVIII ᵘ siècle)
Saint-Pierre - La Palud (Rhône)
St-Georges d'Hurtières (Savoie XIV ᵘ siècle)
Cabrière (Hérault, XII ᵘ siècle)

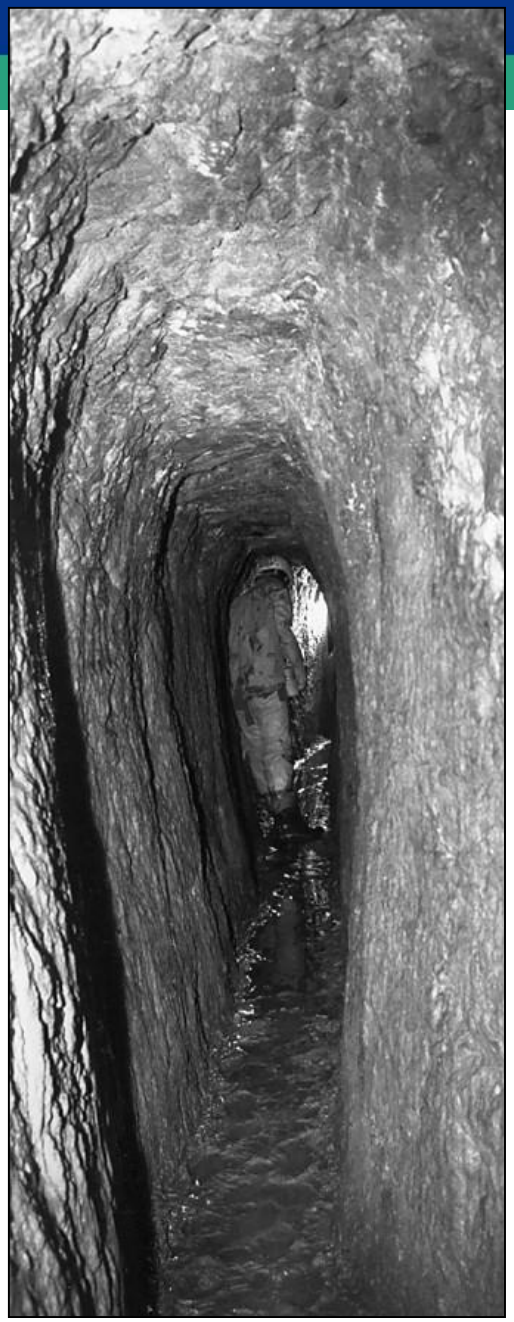
Mine musée de Melle

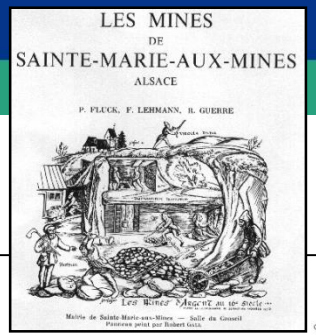
Mine de Forunel

Mine d'argent de Melle

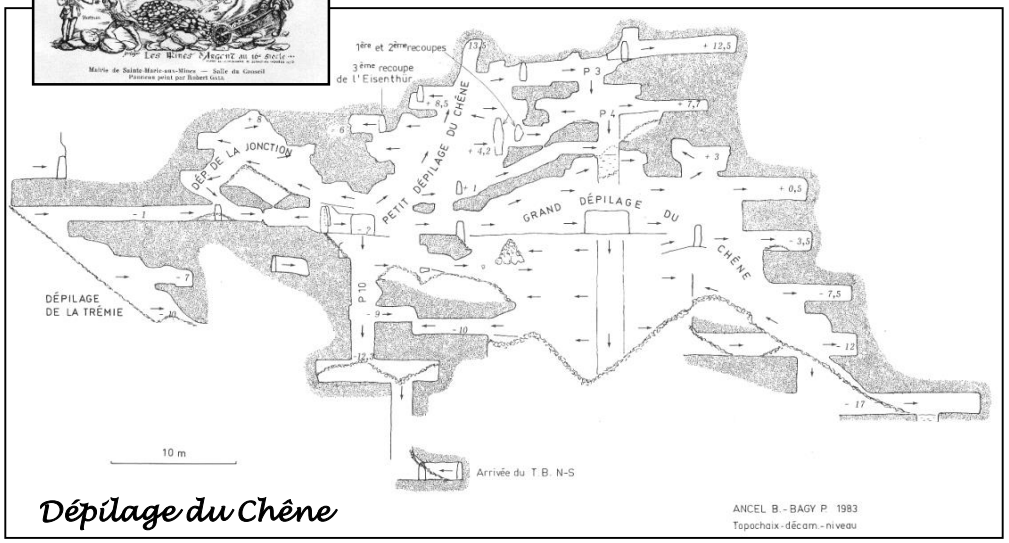
INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

Mine médiévale de Pb Ag de Sainte-Marie-aux-Mines (Vosges)

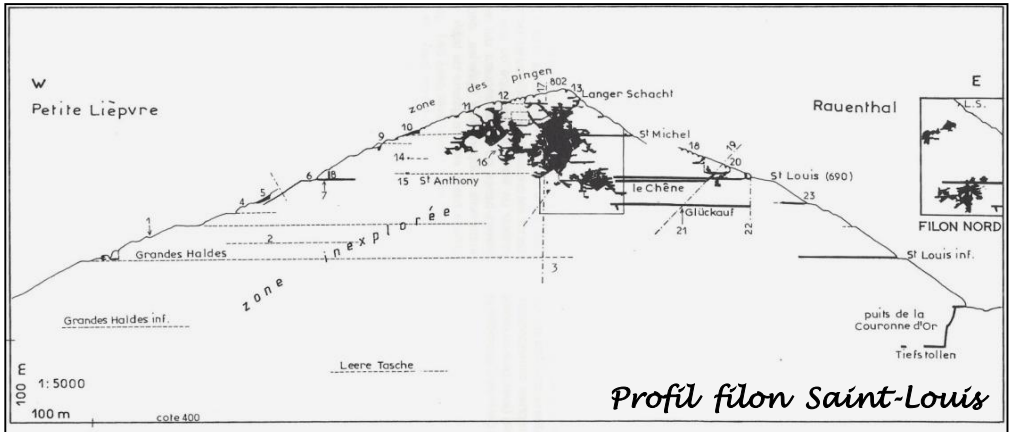




Fouilles Bruno Ancel

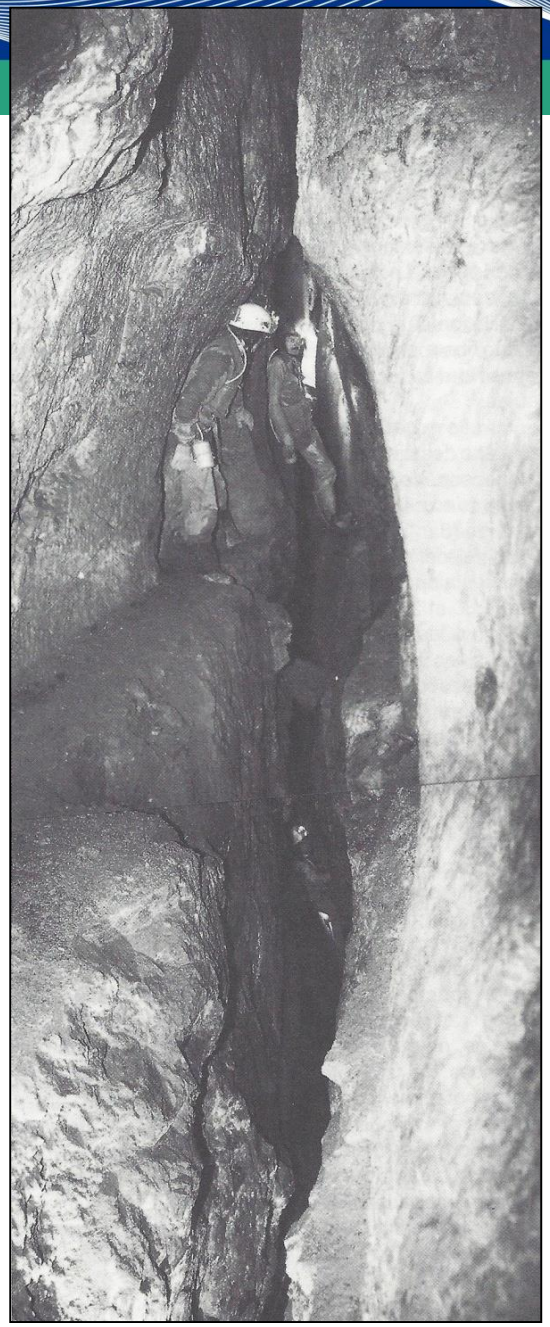


Dépilage du Chêne



Profil filon Saint-Louis

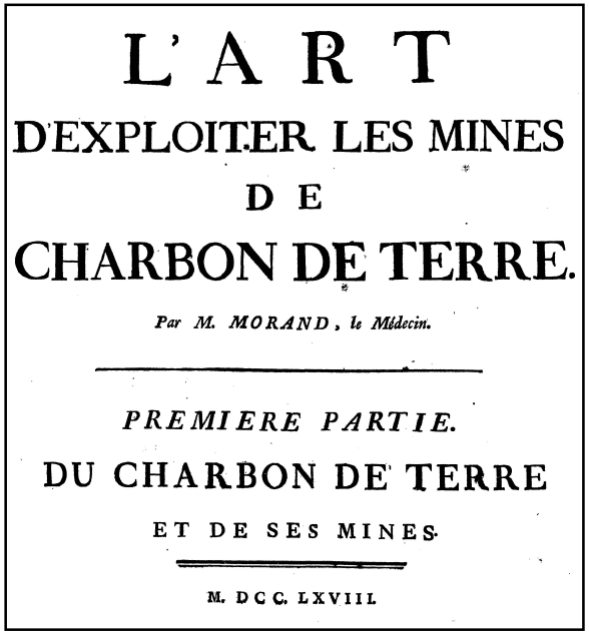
● **Fig. 14 –** Profil général des travaux miniers du filon St-Louis (dessin B. Ancel, P. Fluck). Projection des vides souterrains sur un plan vertical parallèle à la direction moyenne du filon. Traits discontinus = galerie supposée ; trait-point = faille. En encadré = travaux sur le filon parallèle nord. **– 1.** Chemin des Mineurs. **– 2.** Niveau du travers-bancs Nord. **– 3.** Travers-bancs de St-Oriel. **– 4.** Chemin Intermédiaire. **– 5.** *Verhau*. **– 6.** Grandes Haldes 4. **– 7.** Départ d'un travers-bancs vers le sud. **– 8.** Montage d'aérage. **– 9.** Terre-plein sur le chemin des Braconniers. **– 10, 11, 12.** *Verhaue*. **– 13.** Puits comblé sur la crête. **– 14.** Eboulement à l'arrivée du travers-bancs Sud. **– 15.** Eboulement à l'arrivée du travers-bancs de St-Anthony. **– 16.** Arrivée du travers-bancs des Emmurés. **– 17.** Grande Faille Verticale. **– 18.** Grattages. **– 19.** Faille de Glückauf. **– 20.** St-Louis supérieur et ultra-supérieur. **– 21.** Départ du grand travers-bancs de Glückauf. **– 22.** Faille d'entrée de Glückauf. **– 23.** St-Louis moyen.



INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

1760 : Encyclopédie de Morand le médecin (*description des arts et métiers*)

Début de l'exploitation du charbon dès le XII ᵋ siècle pour alimenter les forges dans les bassins houillers affleurants du Massif Central ou Armoricain puis en Sarre-Lorraine

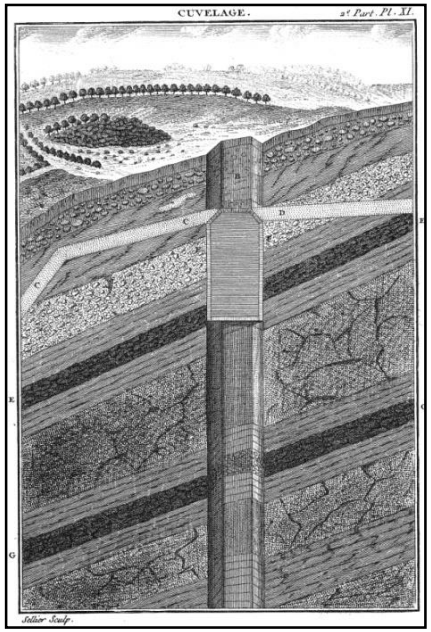


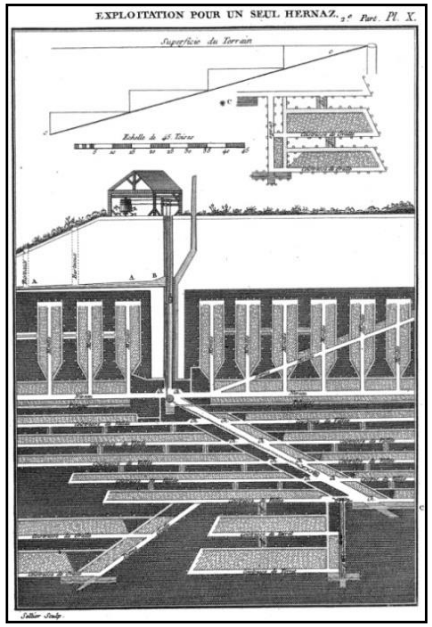
L'ART
D'EXPLOITER LES MINES
DE
CHARBON DE TERRE.

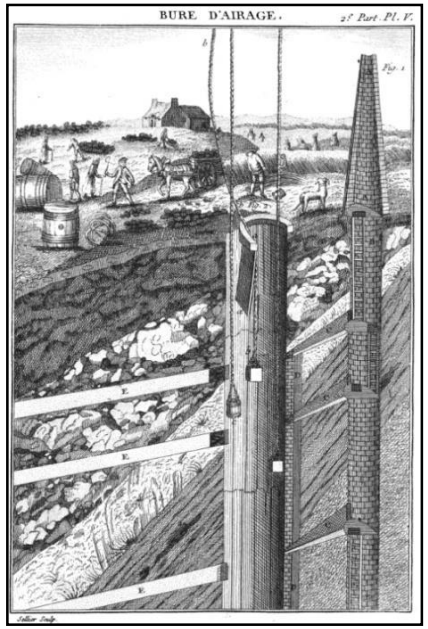
Par M. MORAND, le Médecin.

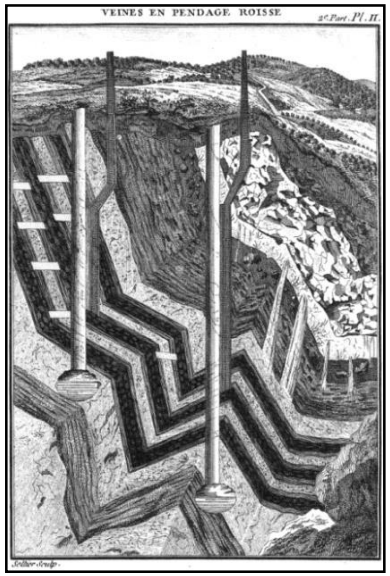
PREMIERE PARTIE.
DU CHARBON DE TERRE
ET DE SES MINES.

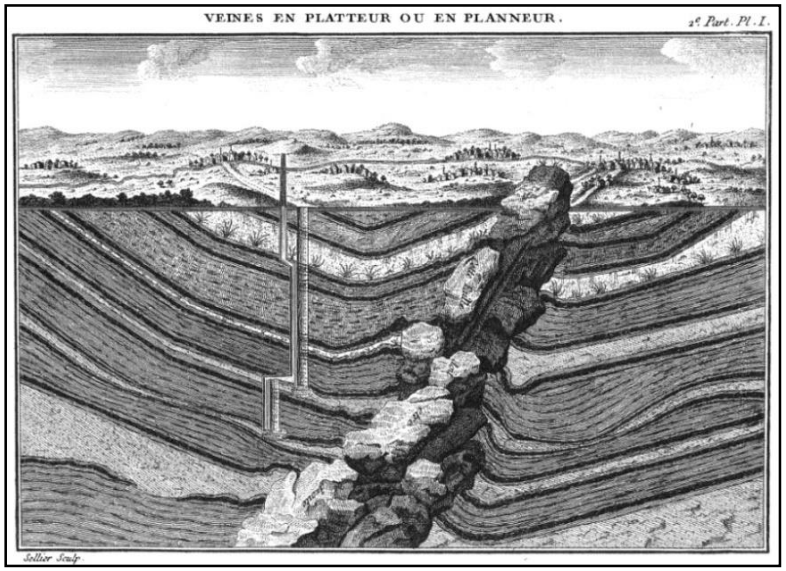
M. DCC. LXVIII.

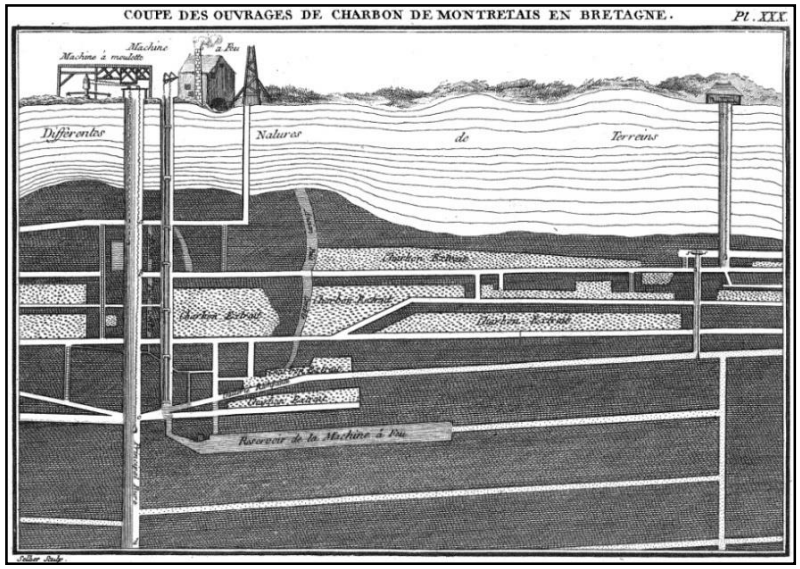












INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

La révolution industrielle des XVIII° et XIX° siècle

Après une activité minière peu soutenue pendant la Renaissance, la période de la révolution industrielle voit s'engager un fulgurant développement des grands sites miniers.

Après la loi minière de 1810 imposant le régime des concessions, les exploitations artisanales se restructurent avec l'arrivée des capitaux et passent au stade industriel avec augmentation des tonnages (charbon, fer) et diversification des productions.

Puits de mine de houille de la vallée du Gier (Loire) vers 1840

XX° : âge d'or et déclin de l'activité minière

Substances	Unité	Production cumulée (fin 1999)		Année record		Ressources	
		Production	Période	Production	Année	Réserves	Potentiel
Minerais métalliques							
Uranium	t de métal	78273	1946 - 1999	3389	1987	nd	25000
Or	t de métal	185,6	1900 - 1999	5,931	1995	nd	nd
Argent	t de métal	5014	1800 - 1999	93,4	1977	nd	2000
Zinc	kt de métal	2350	1837 - 1993	42	1977	nd	2850
Plomb	kt de métal	1800	1800 - 1991	32,5	1978	nd	1000
Cuivre	kt de métal	70	-1988	1,6	1988	nd	300
Fer	Mt de minerai	4000	1750 - 1999	66,9	1960		2500
Aluminium	Mt de bauxite	101	1885 - 1991	3,4	1972	45	350
Etain	t de métal	11800	1813 - 1986	453	1970	nd	50000
Manganèse	kt de minerai	875	1830 - 1949	38,9	1898		160
Tungstène	t de WO3	26600	1812 - 1986	1409	1986	nd	75000
Antimoine	kt de métal	130	1860 - 1991	50	1908	nd	26
Bismuth	t de métal	1700	1950 - 1980	100	1976	nd	3500
Arsenic	kt de métal	300	1898 ? - 1984	5,9	1982	nd	250
Cadmium	t de métal	2869	- 2003	139	1993	nd	nd
Germanium	t de métal	400	1975 - 1993			nd	nd
Combustibles minéraux							
Charbon	Mt de charbon	4740	1714 - 1999	57,7	1958	178	1400
Lignite	Mt de lignite	166	1714 - 1999	3,17	1975	32	300
Minéraux industriels							
Fluorine	Mt de CaF2 contenu	10,99	1861 - 1999	0,37	1972	nd	10
Barytine	Mt de BaSO4 contenu	6,46	1896 - 1999	0,236	1980	nd	8.5

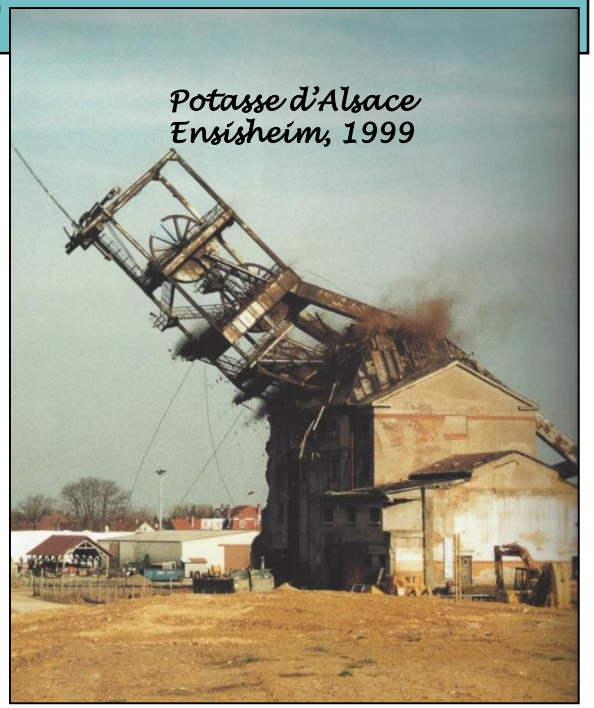
Tabl. 1 : Productions et ressources métropolitaines (d'après Béziat et al., 1995), actualisées à fin 1999.

Arrêt des productions nationales

1990 : charbon Nord Pas-de-Calais (Oignies)

1992 : plomb argentifère()
1997 : fer (Moselle)
1994 : zinc (Tarn)
2001 : uranium ()
2002 : potasse (Alsace)

2004 : charbon lorrain (La Houve)
2004 : or (Salsigne)


Potasse d'Alsace Ensisheim, 1999

Principales productions en terme de tonnages (et de volumes excavés)

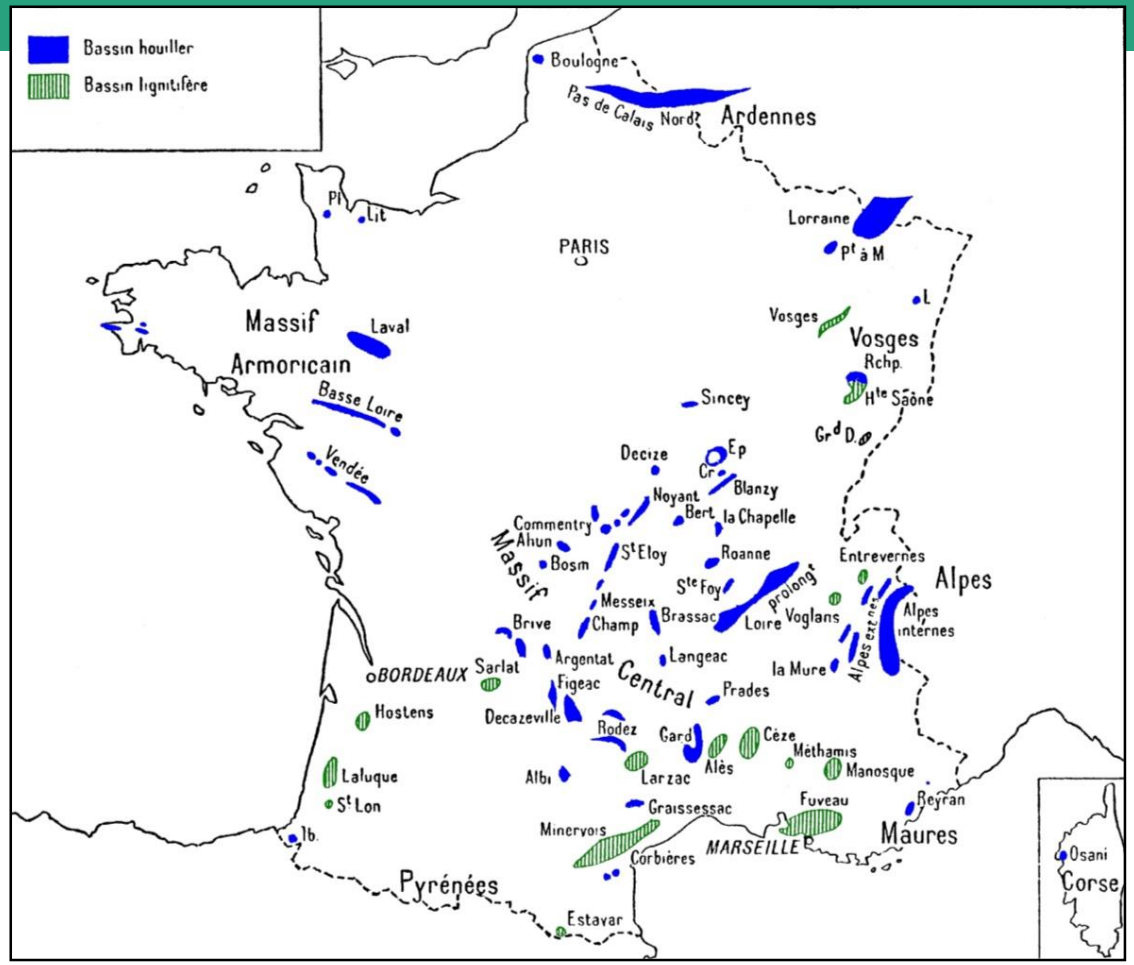
Charbon : 4,74 Gt
Fer : 4 Gt

Lignite : 166 Mt
Bauxite : 101 Mt
Fluorine : 11 Mt

Charbonnages, puits Pigeot (Loire, 1989)

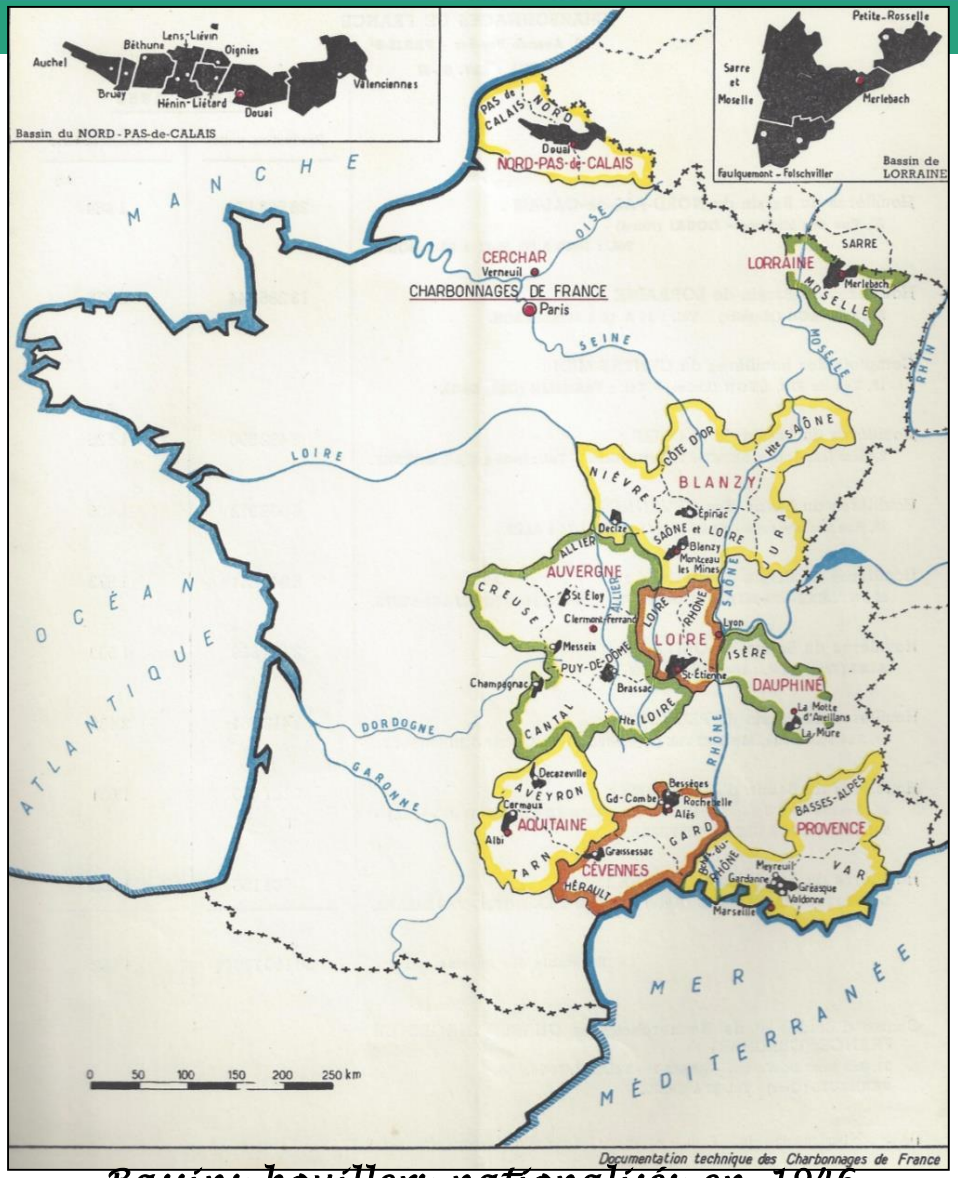
INERIS
maîtriser le risque pour un développement durable

Les combustibles fossiles : charbon et lignite



Bassins houillers carbonifères (44 sites) et lignitifères (16 sites)

973 titres miniers de houille délivrés

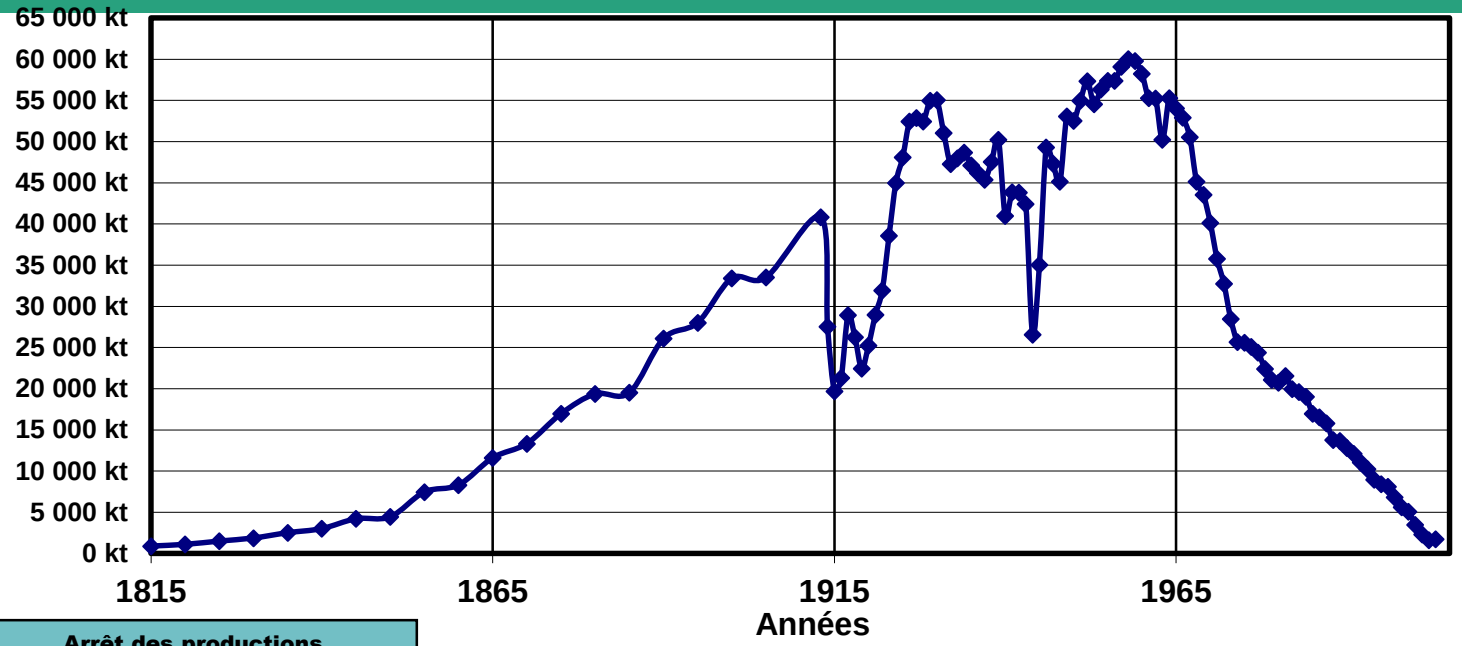


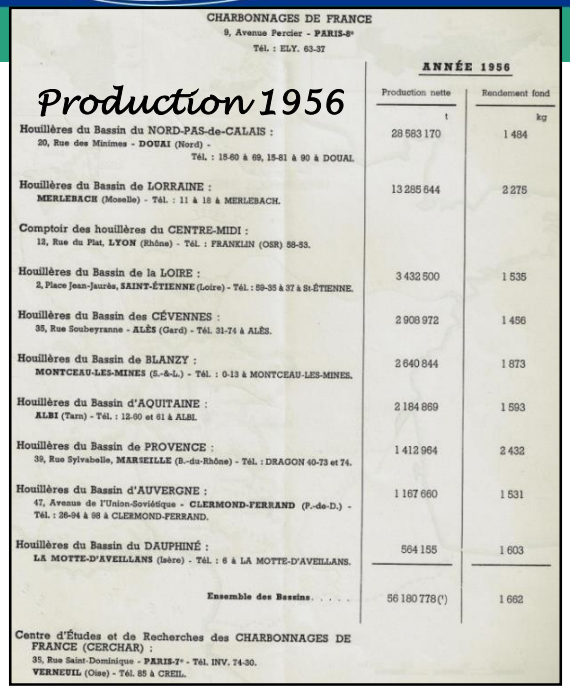
Bassins houillers nationalisés en 1946
Zone d'action des Charbonnages de France
(9 établissements dont 7 en Centre-Midi)

INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

Production nationale des sites CdF nationalisés (charbon et lignite)

EVOLUTION DE LA PRODUCTION NATIONALE NETTE DE HOUILLE (1815 - 2003)





CHARBONNAGES DE FRANCE
9, Avenue Percier - PARIS-8e
Tél. : ELY. 63-37

Production 1956

	ANNÉE 1956 Production nette (t)	Rendement fond (kg)
Houillères du Bassin du NORD-PAS-de-CALAIS : 20, Rue des Minimes - DOUAI (Nord) - Tél. : 15-60 à 69, 15-81 à 90 à DOUAI.	28 583 170	1 484
Houillères du Bassin de LORRAINE : MERLEBACH (Moselle) - Tél. : 11 à 18 à MERLEBACH.	13 285 644	2 275
Comptoir des houillères du CENTRE-MIDI : 12, Rue du Plat, LYON (Rhône) - Tél. : FRANKLIN (OSR) 58-53.		
Houillères du Bassin de la LOIRE : 2, Place Jean-Jaurès, SAINT-ÉTIENNE (Loire) - Tél. : 59-35 à 37 à St-ÉTIENNE.	3 432 500	1 535
Houillères du Bassin des CÉVENNES : 35, Rue Soubeyranne - ALÈS (Gard) - Tél. 31-74 à ALÈS.	2 908 972	1 456
Houillères du Bassin de BLANZY : MONTCEAU-LES-MINES (S.-&-L.) - Tél. : 0-13 à MONTCEAU-LES-MINES.	2 640 844	1 873
Houillères du Bassin d'AQUITAINE : ALBI (Tarn) - Tél. : 12-60 et 61 à ALBI.	2 184 869	1 593
Houillères du Bassin de PROVENCE : 39, Rue Sylvabelle, MARSEILLE (B.-du-Rhône) - Tél. : DRAGON 40-73 et 74.	1 412 964	2 432
Houillères du Bassin d'AUVERGNE : 47, Avenue de l'Union-Soviétique - CLERMOND-FERRAND (P.-de-D.) - Tél. : 26-94 à 98 à CLERMOND-FERRAND.	1 167 660	1 531
Houillères du Bassin du DAUPHINÉ : LA MOTTE-D'AVEILLANS (Isère) - Tél. : 6 à LA MOTTE-D'AVEILLANS.	564 155	1 603
Ensemble des Bassins.	56 180 778 (*)	1 662

Centre d'Études et de Recherches des CHARBONNAGES DE FRANCE (CERCHAR) ;
35, Rue Saint-Dominique - PARIS-7e - Tél. INV. 74-30.
VERNEUIL (Oise) - Tél. 85 à CREIL.

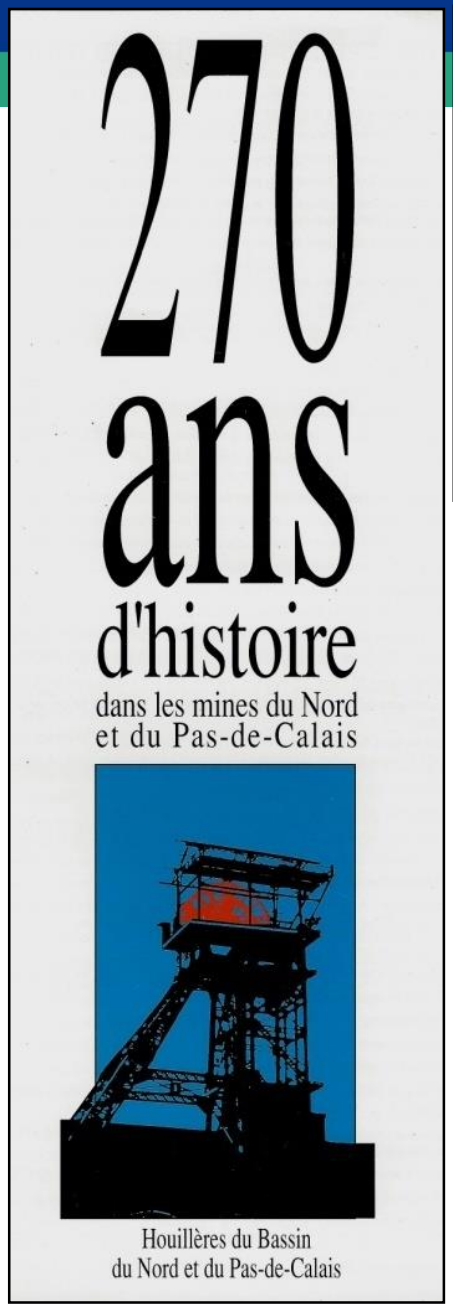
Arrêt des productions

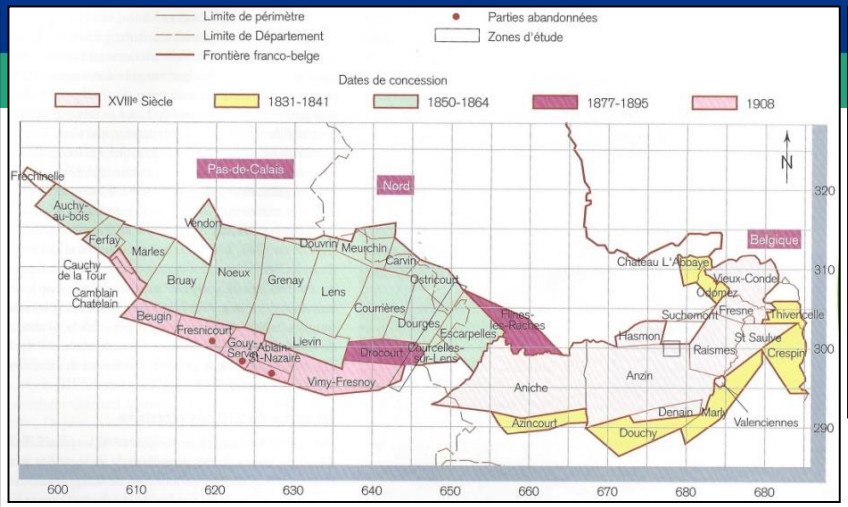
- **1958 : St-Eloy**
- **1959 : Champagnac**
- **1965 : Decazeville fond**
- **1978 : Brassac**
- **1983 : Loire fond (St-Etienne)**
- **1985 : Alès fond**
- **1987 : Carmaux fond**
- **1990 : NPC (Oignies)**
- **1992 : Loire MCO**
- **1992 : Hérault (MCO Graissessac)**
- **1992 : Blanzy fond (Rozelay)**
- **1996 : Aumance fond**
- **1997 : Dauphiné fond (La Mure)**
- **1997 : Carmaux MCO (Ste-Marie)**
- **2000 : Blanzy MCO**
- **2001 : Decazeville MCO**
- **2001 : Alès MCO**
- **2003 : Provence (Gardanne)**
- **2004 : HBL (La Houve)**

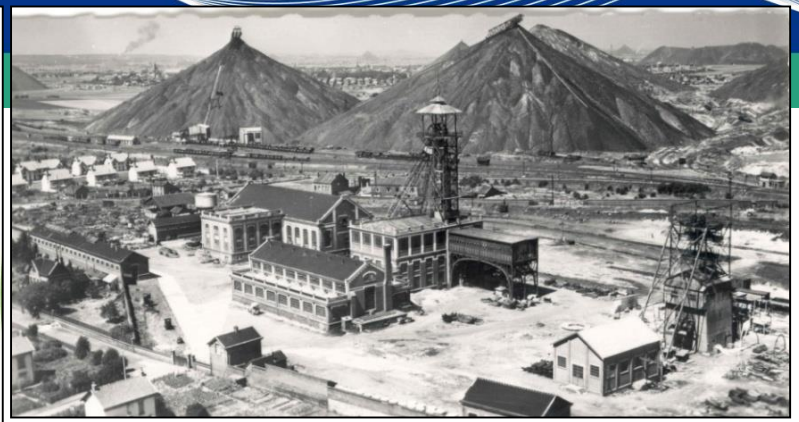
- **1945 : le Général de Gaule et Maurice Thorez lancent dans le NPC la bataille du charbon**
- **1946 : loi de nationalisation des houillères**
- **1950 : objectif du plan Monnet : produire 65 Mt en 1950**
- **Années 1950 : méventes, augmentation des stocks, concurrence du gaz de Lacq mis en production en 1957.**
- **1960 : le plan Jeanneney engage la récession**
- **1974 : premier plan de relance aux HBL après le 1er choc pétrolier, exploitation des produits de charbon cendreux contenus dans les terrils, relance des ciels ouverts**
- **1981 : le gouvernement Mauroy relance l'activité charbonnière. Embauche de plusieurs milliers de mineurs. Investissements dans les Grands Ensembles fond de Provence et de Lorraine, la Grande découverte de Carmaux.**
- **2007 : dissolution de CdF, transfert au BRGM des activités de gestion des sites arrêtés**

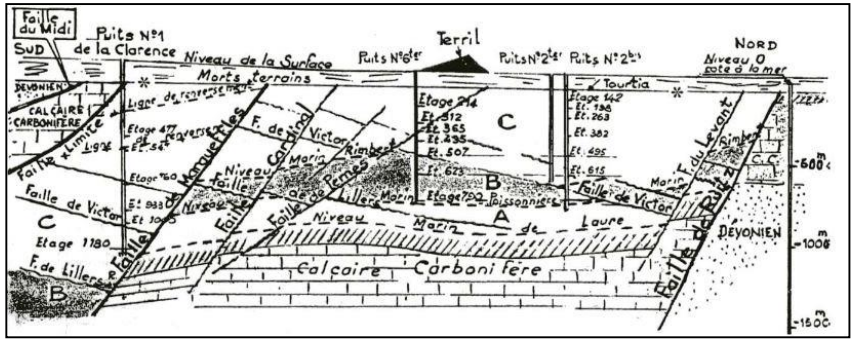
INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

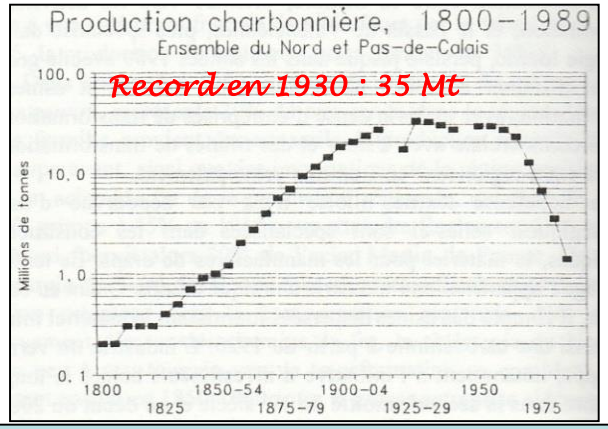
Bassin houiller du Nord – Pas-de-Calais











1720 : le gisement du Nord est découvert à Fresnes-sur-Escaut par des mineurs de Charleroi
(veine de 1,2 m à 75 m de prof.)
1847 : le gisement du Pas-de-Calais est ensuite découvert

2,4 Milliards de tonnes extraites (dernier siège : 10 Oignies, fermé en 1990)
2/3 de la production nationale
50 concessions de mines concernant 250 communes
700 millions de m^3 de vides

1930 : record de production avec 35 Mt
1947 : record d'effectif avec 220 000 mineurs (bataille du charbon)
2012 : inscription au Patrimoine mondial de l'Unesco au titre du Paysage culturel évolutif vivant
(353 sites patrimoniaux dont 21 chevalements 51 terrils)

852 puits, 326 terrils, 13 cokeries, 7 usines à boulets, 14 centrales électriques, 54 stations de relevage des eaux

INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

Bassin houiller Nord – Pas-de-Calais

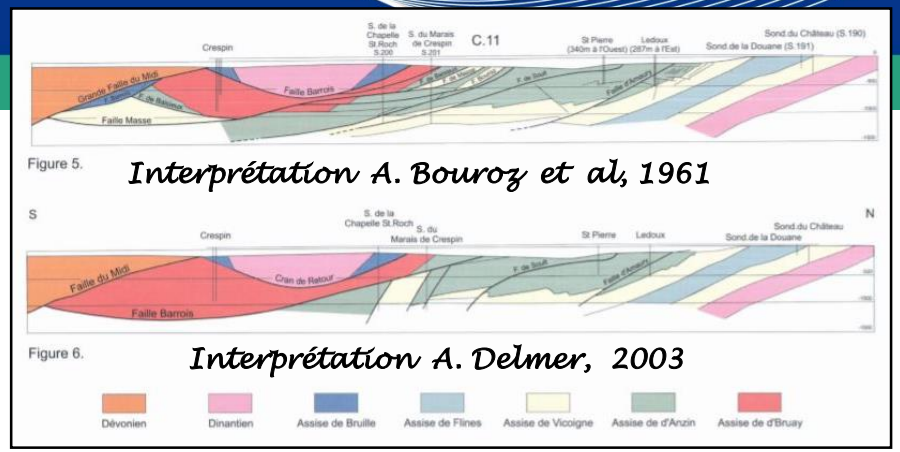
Gisement westphalien

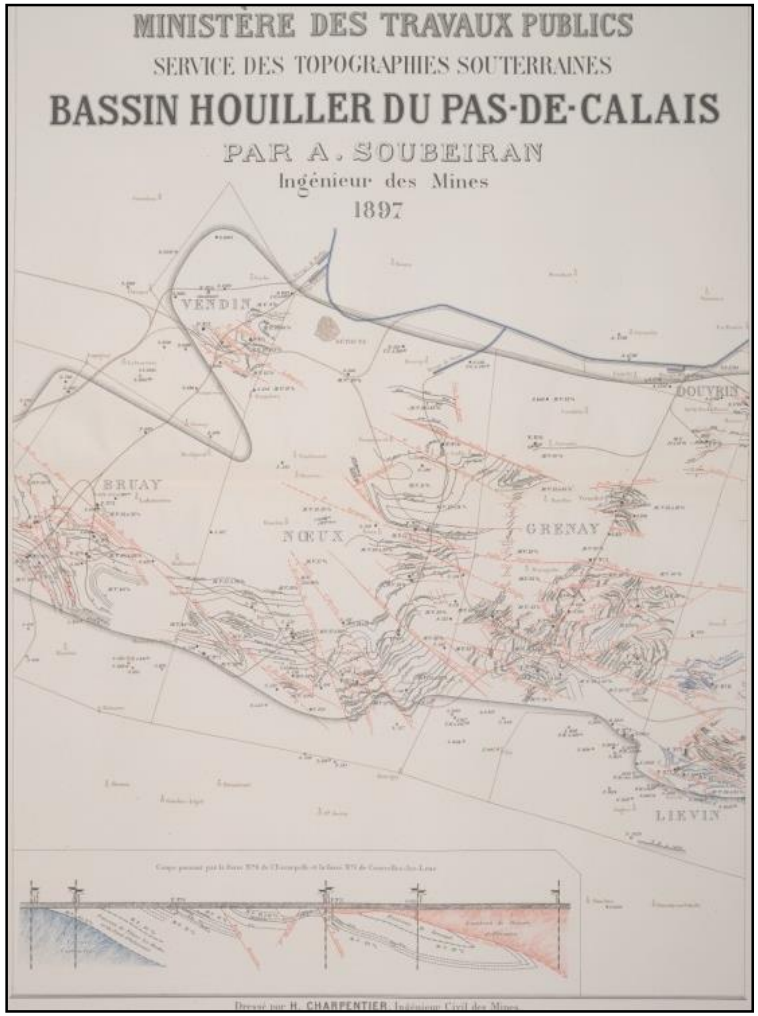
dense (plusieurs dizaines de veines, nb inconnu du fait de la complexité du gîte faillé, charrié, plissé)

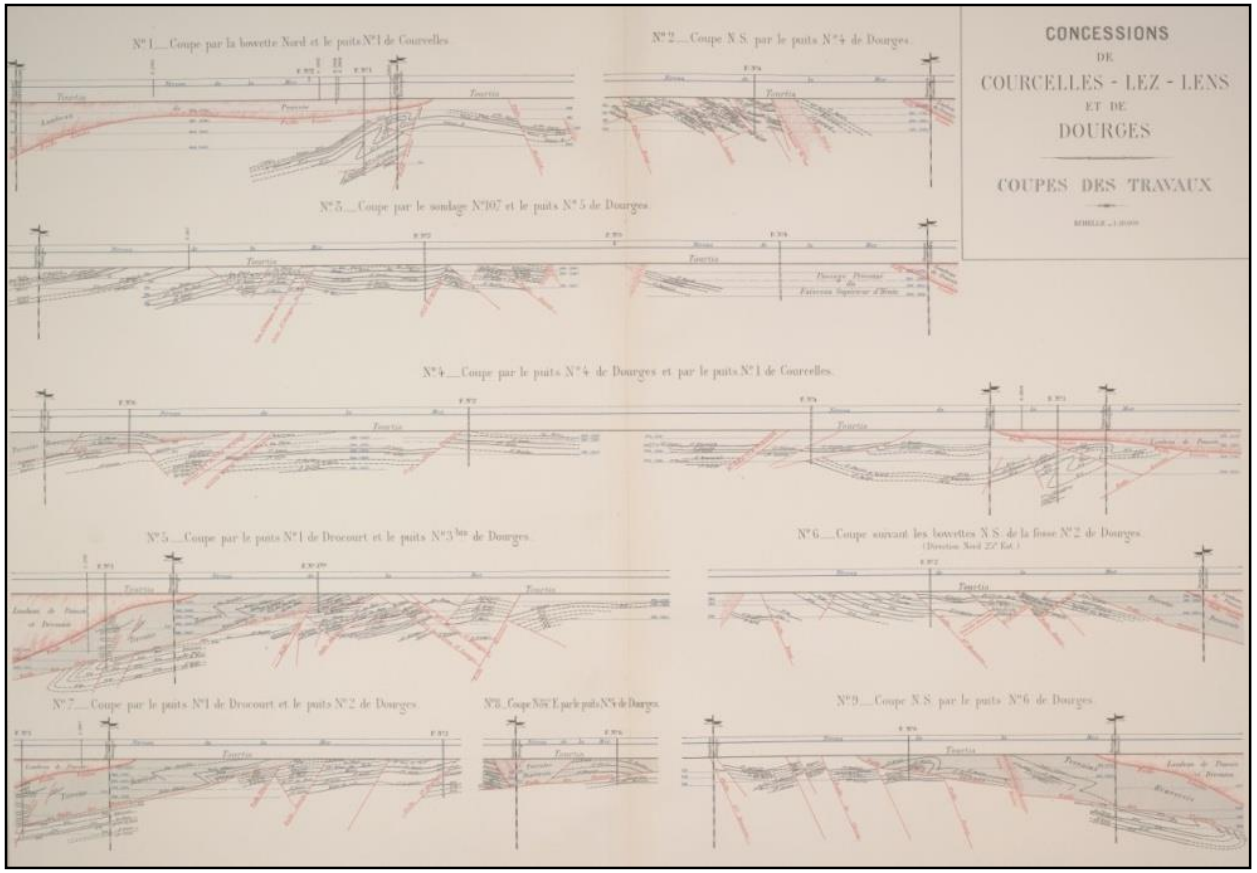
veines minces, multi-pendage, tailles foudroyées

Mécanisation à partir de 1940

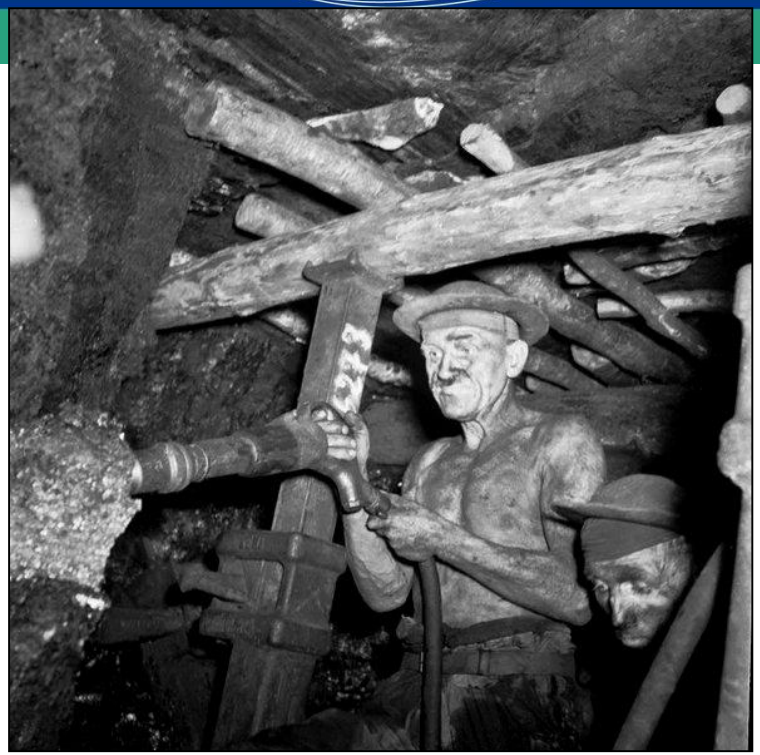
Soutènement marchant, haveuses intégrales, rabot





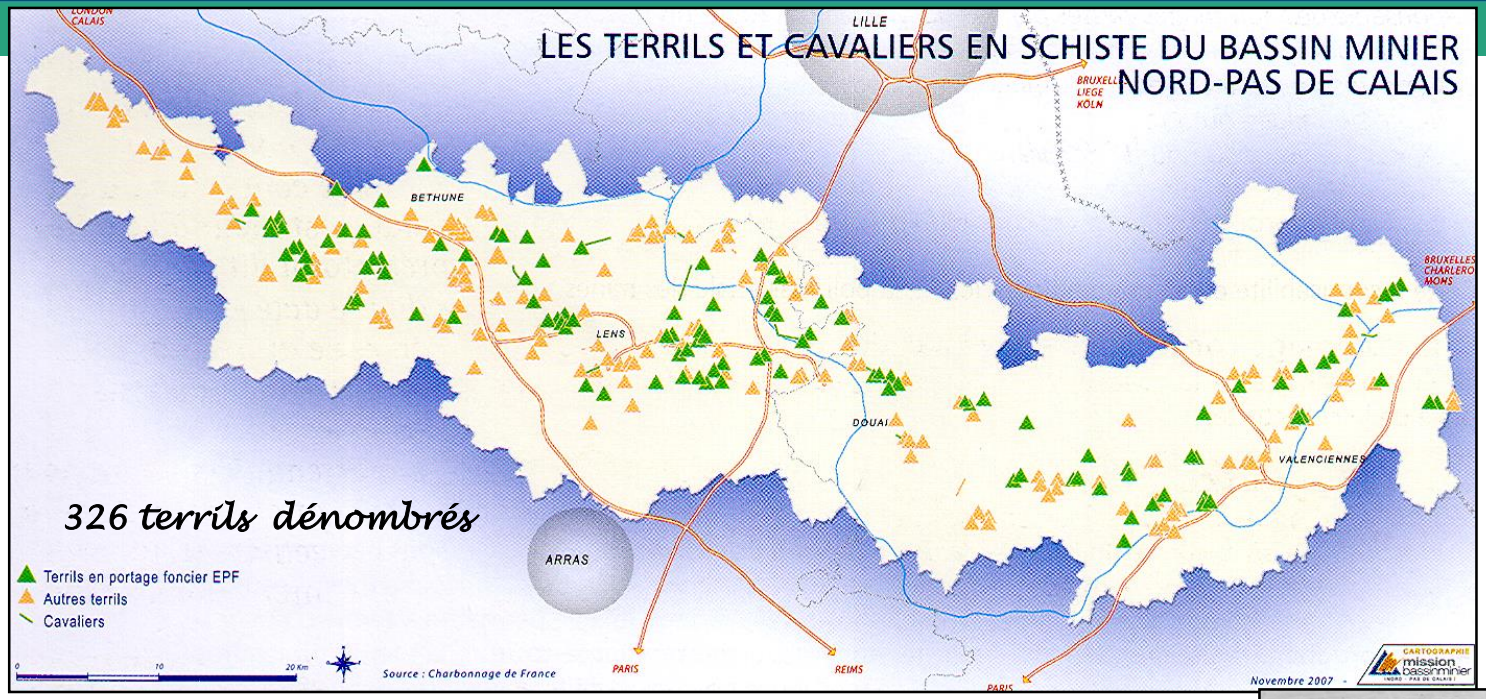


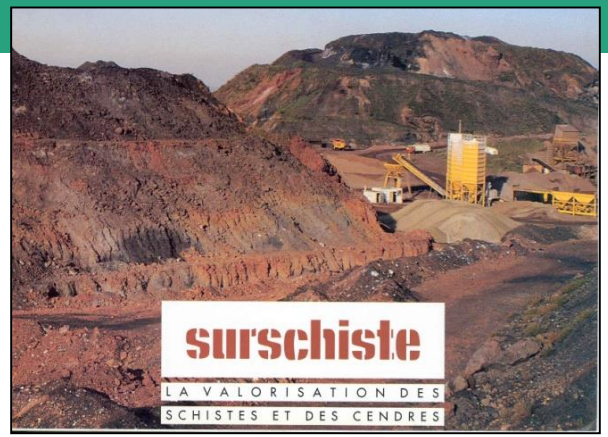
Bassin houiller Nord – Pas-de-Calais - mineurs en taille

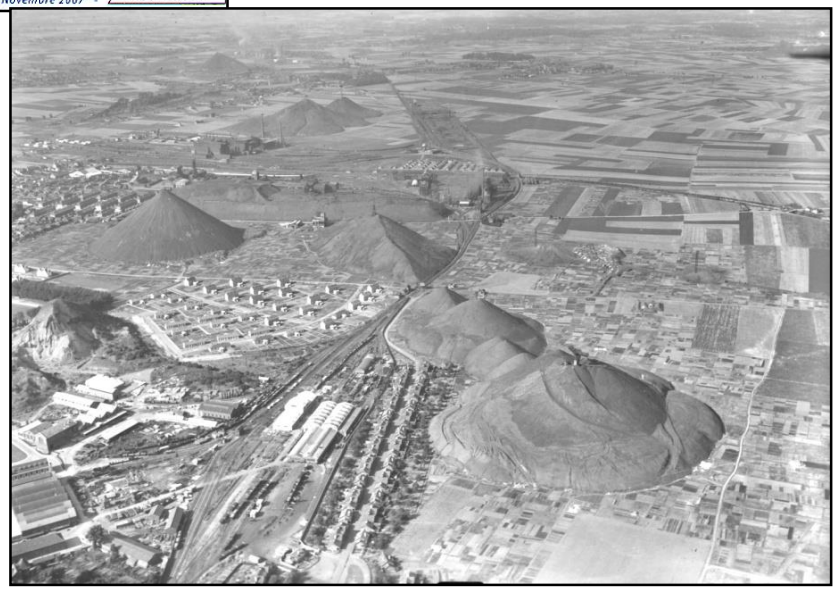


INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

326 terrils du bassin minier Nord - Pas- de Calais





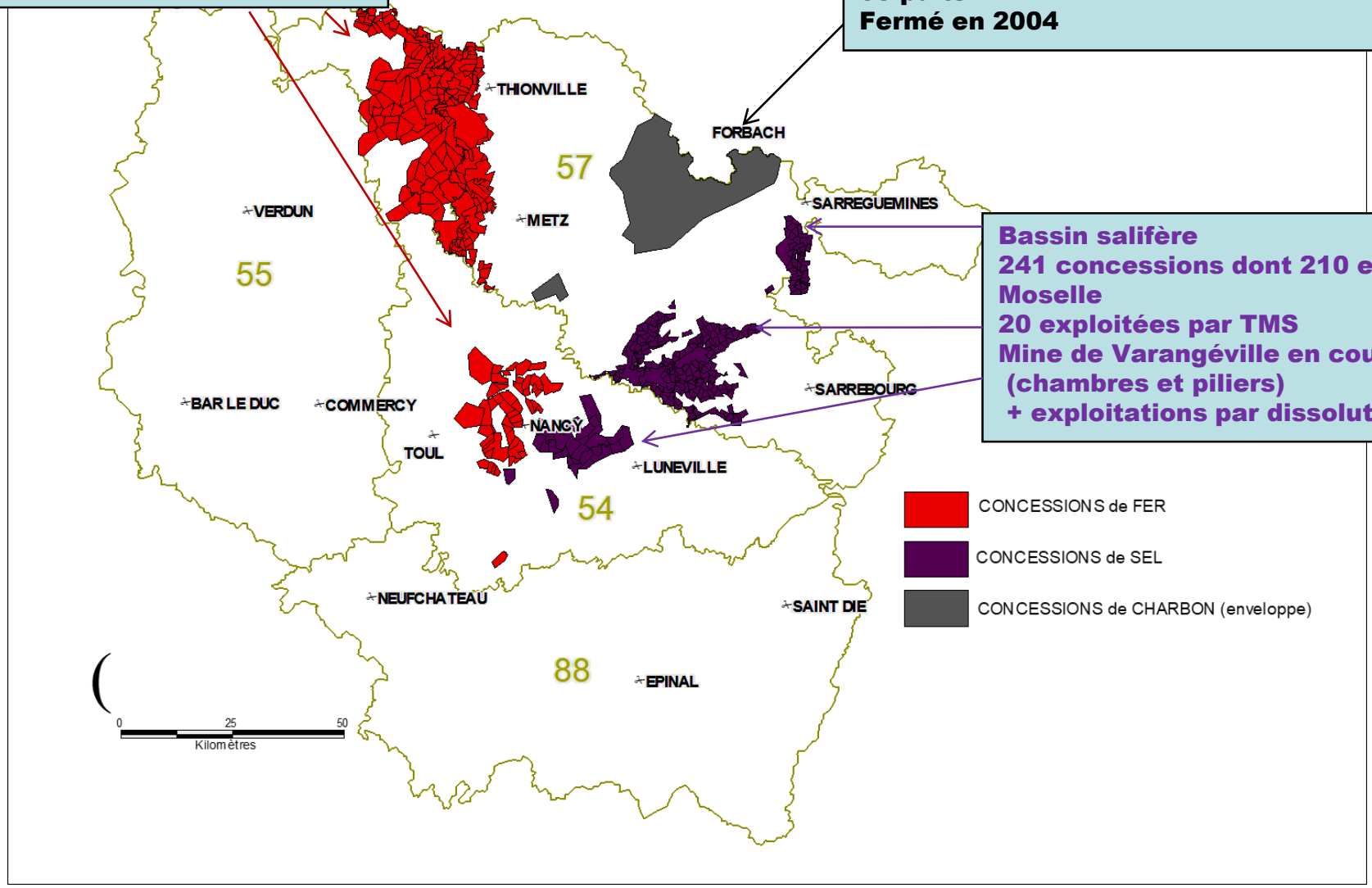


INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

Les grands bassins miniers lorrains (et alsaciens…)

Bassin ferrifère
252 concessions dont 142 en Moselle
Exploitation par chambres foudroyées
1,2 Mm3 de minerai extrait
(30 à 35% de fer)
Fermé en 1997

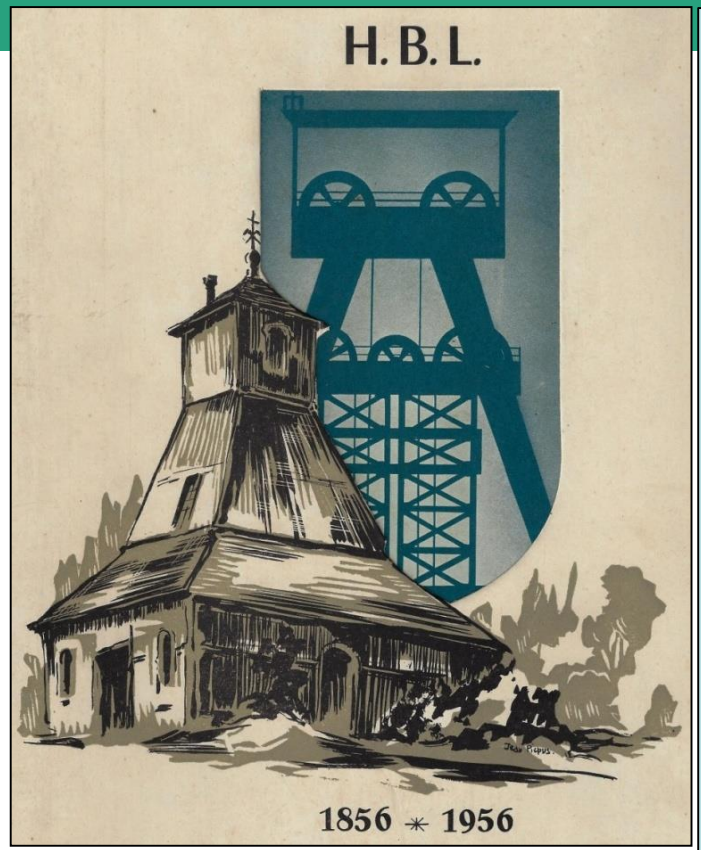
Bassin houiller
66 concessions
Exploitations par tailles multipendages foudroyées ou remblayées
800 Mt de houille produites
58 puits
Fermé en 2004



Bassin salifère
241 concessions dont 210 en Moselle
20 exploitées par TMS
Mine de Varangéville en cours (chambres et piliers)
+ exploitations par dissolution

INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

Le bassin houiller lorrain – caractéristiques du gisement



Gisement découvert en 1817 à Schoeneck
Abandon des premiers travaux

1846 : mise en production effective

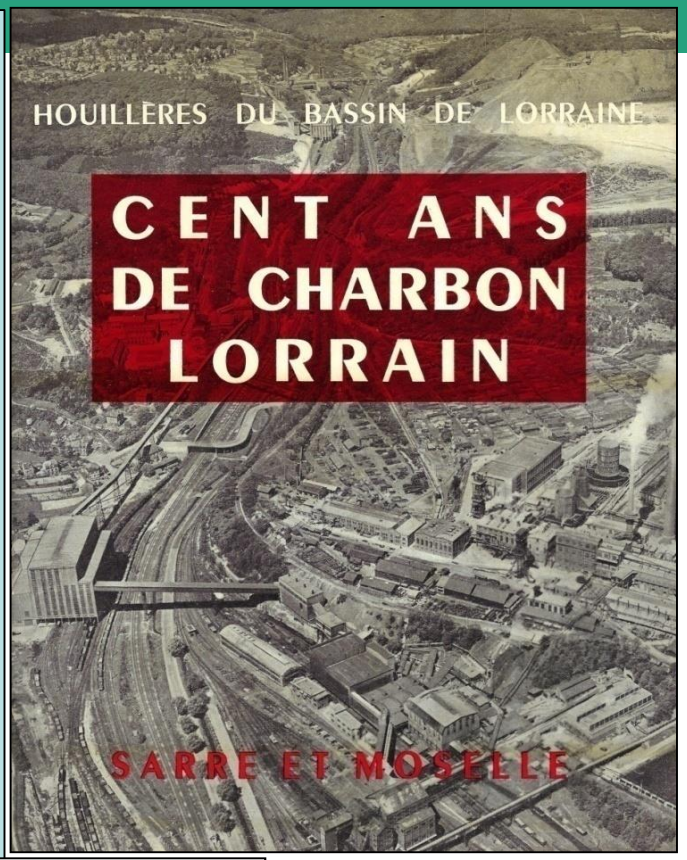
66 concessions sur 48 communes

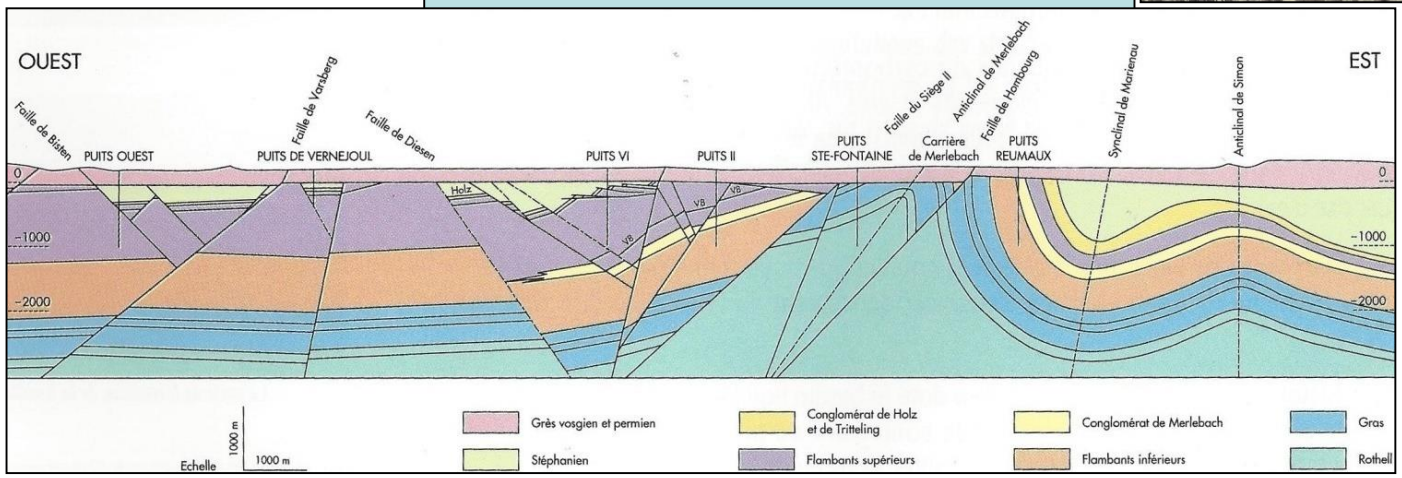
gisement dense, multi-pendage

800 Mt extraites
dont 591 millions depuis 1946
100 à 1200 m de profondeur

58 puits de mines
2 cokeries
2 centrales électriques
10 stations de pompage des eaux

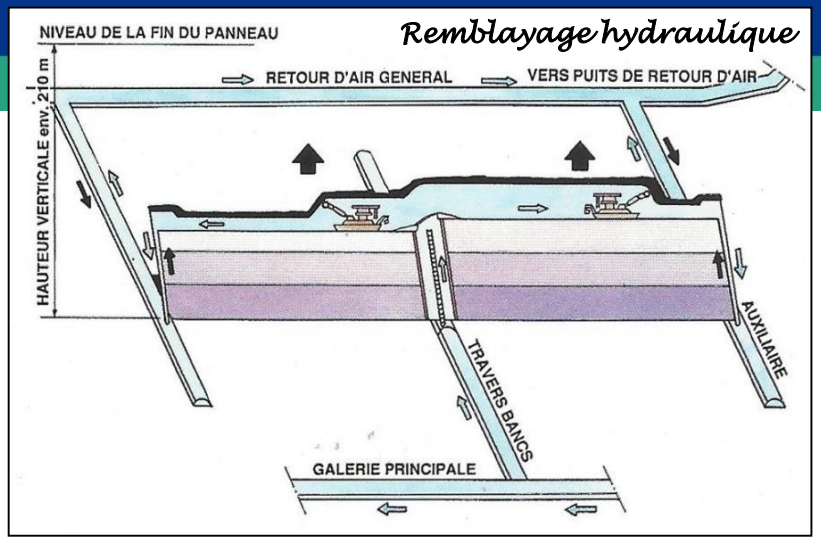
1957 : record d'effectif : 46 748 mineurs
1964 : record de production avec 15,6 Mt
1985 : arrêt siège Wendel
1986 : arrêt siège Ste-Fontaine
1992 : record production La Houve
(haveuse Electra2000)

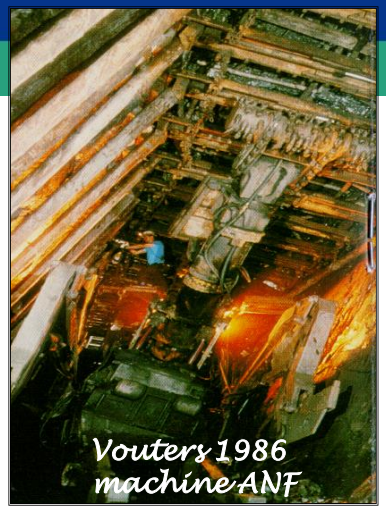


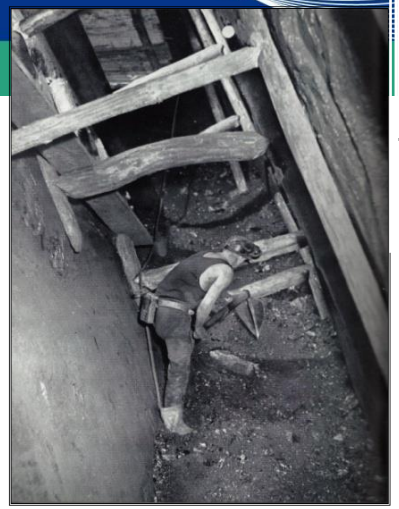


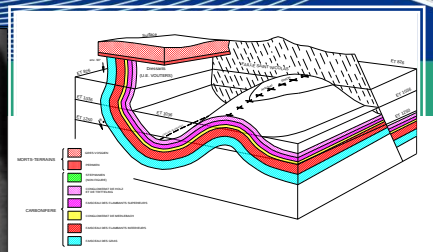
INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

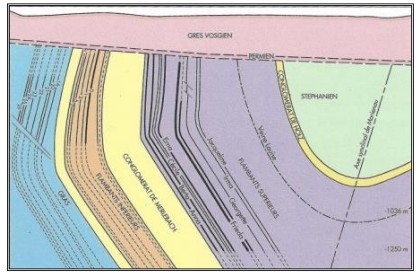
Merlebach : exploitation des chantiers en dressants par tranches montantes/emblayées

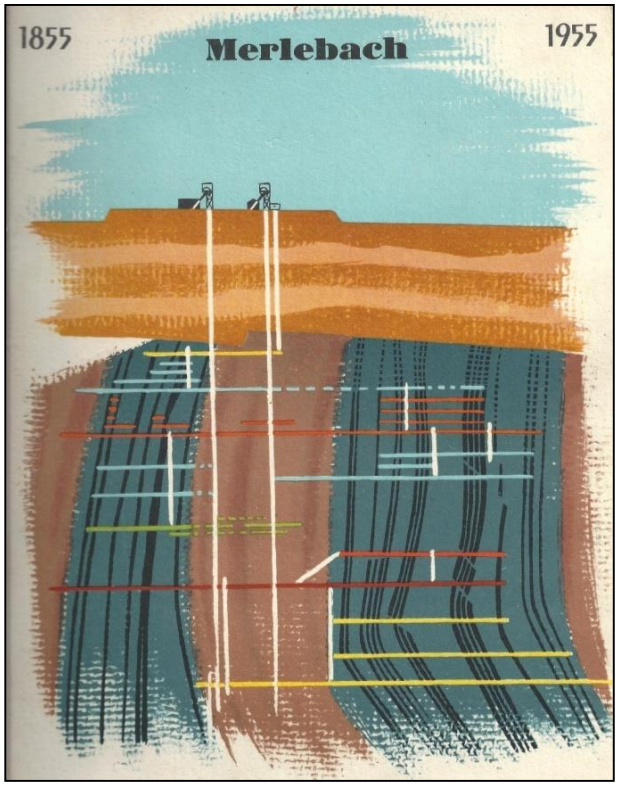


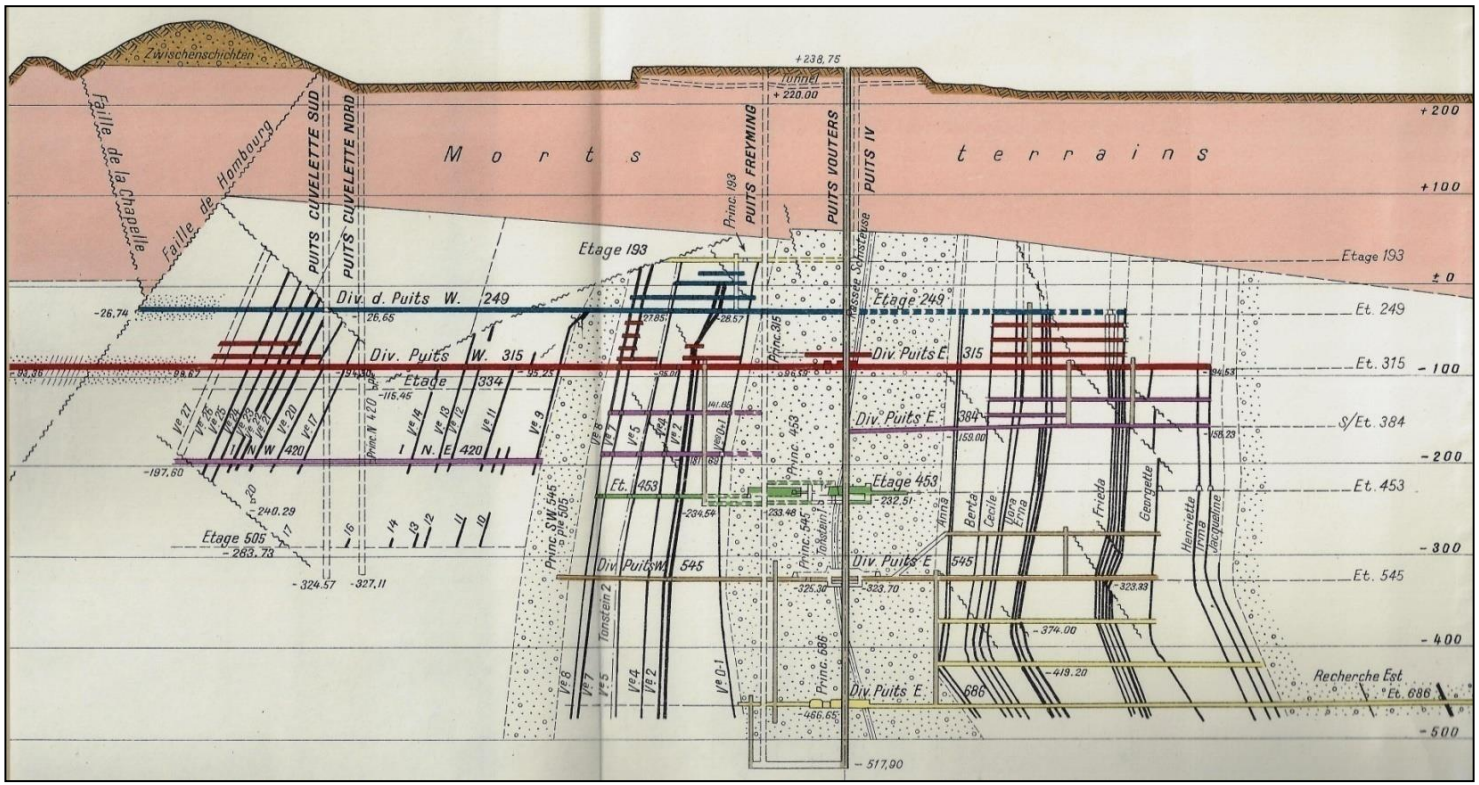












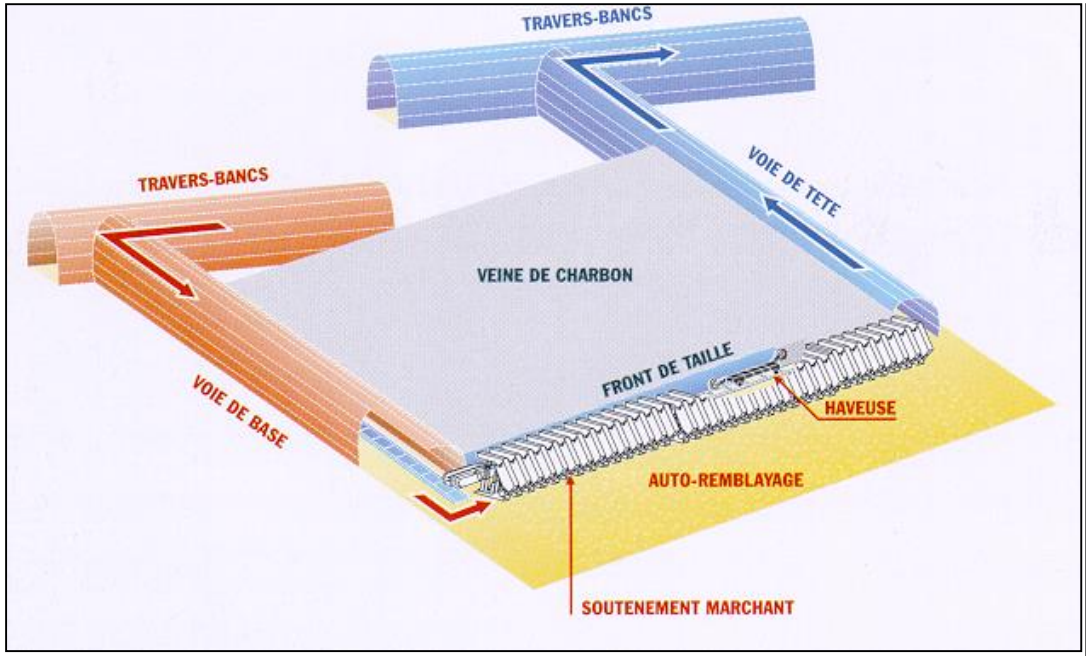
INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

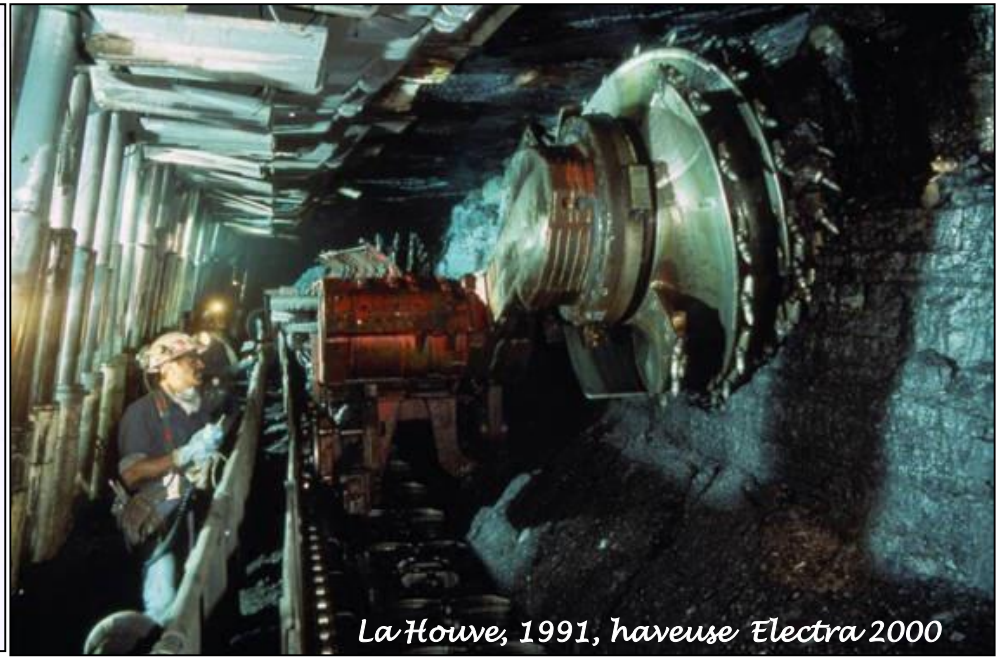
HBL : exploitation des chantiers en plateure par longues tailles foudroyées

Taille en plateure, 1946, soutènement métallique

Mécanisation de l'abattage

Folschwiller, 1958, haveuse Sagem S16





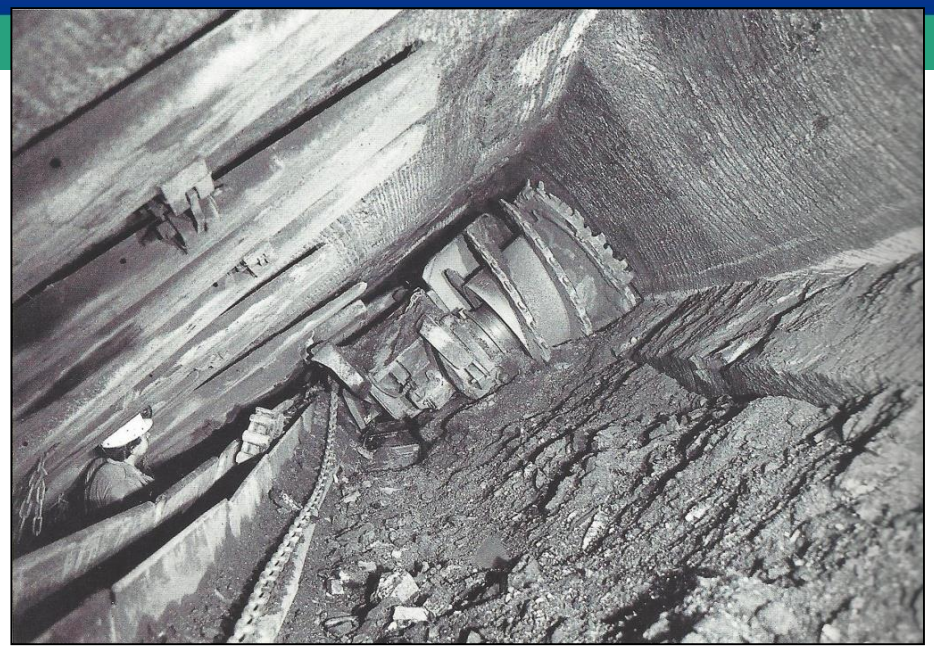
La Houve, 1991, haveuse Electra 2000

INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

Siège de Merlebach : carreau de mine, lavoir, terrils, carrières à remblai, cités minières

INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

HBL : exploitation des chantiers de semi-dressant et dressant par longues tailles foudroyées



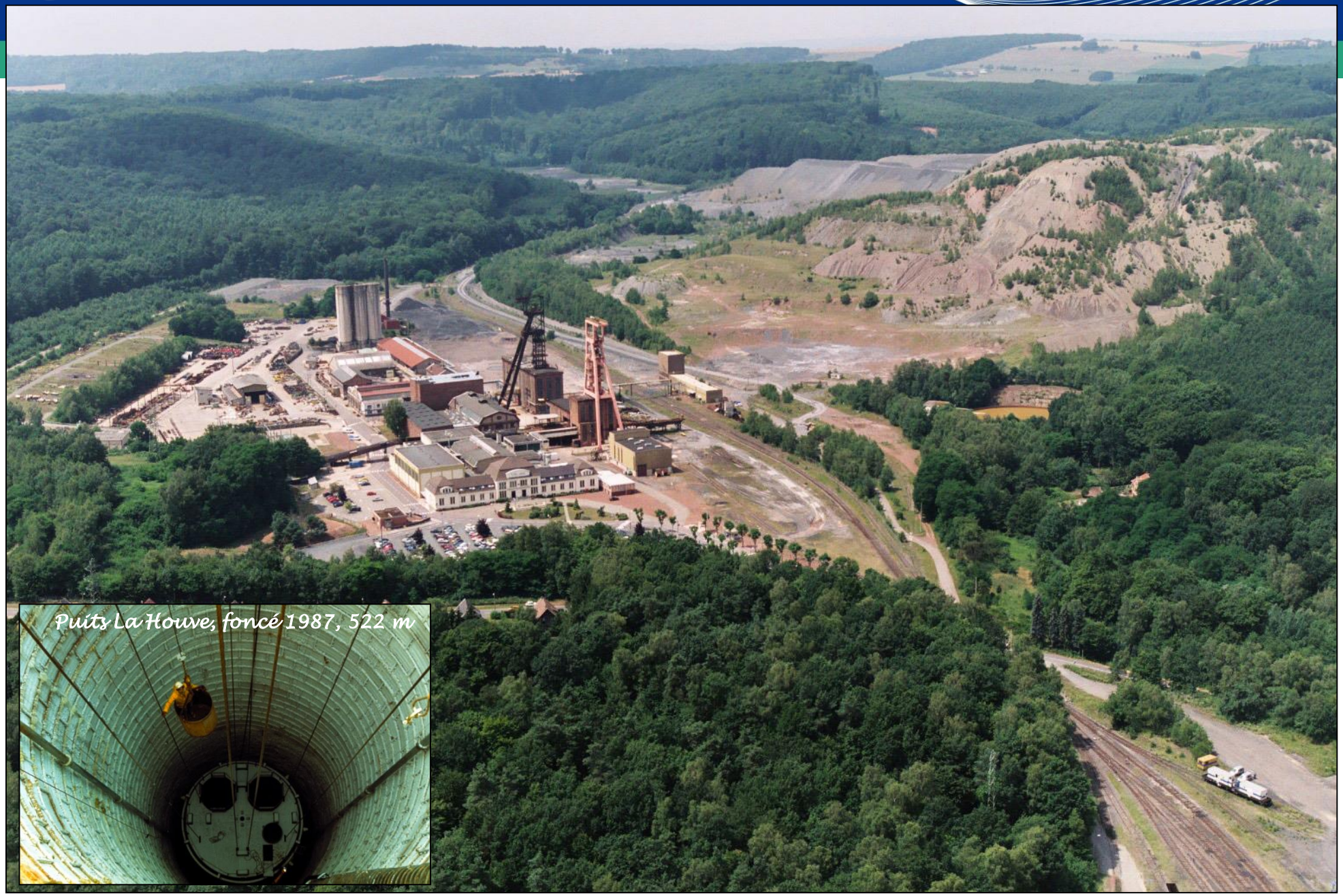
Folschwiller, 1958, haveuse S16

Simon, 1980, longue taille au pendage système Dynatrac

Taille expérimentale verticale à soutènement marchant AKH

INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

Siège de La Houve : carreau de mine, terrils

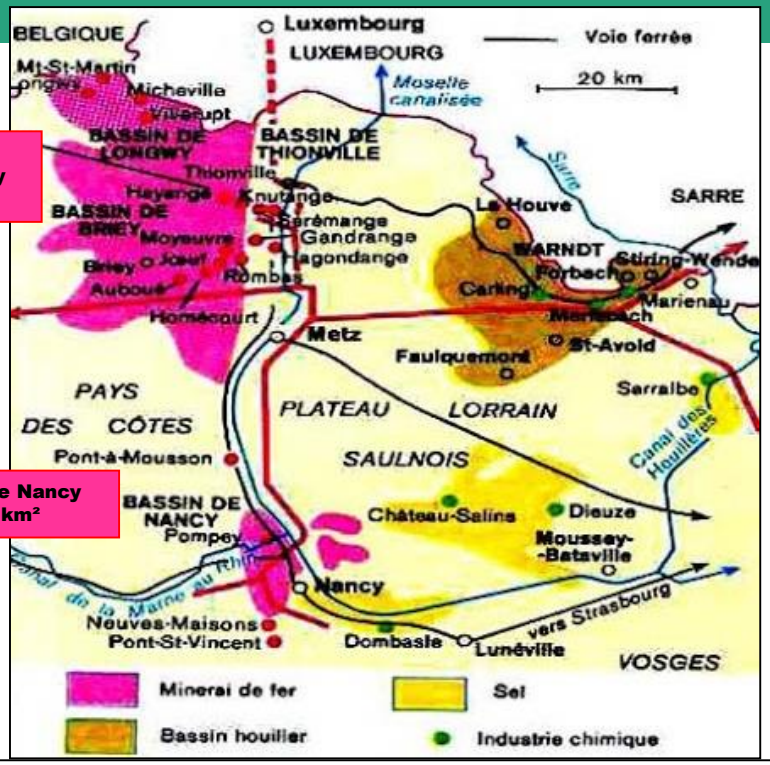


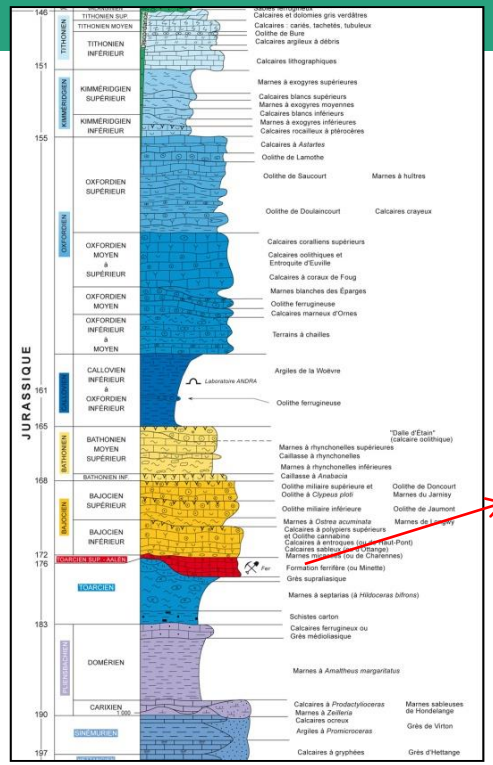
INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

Le bassin ferrifère lorrain

Bassin de Briey- Longwy 1300 km²

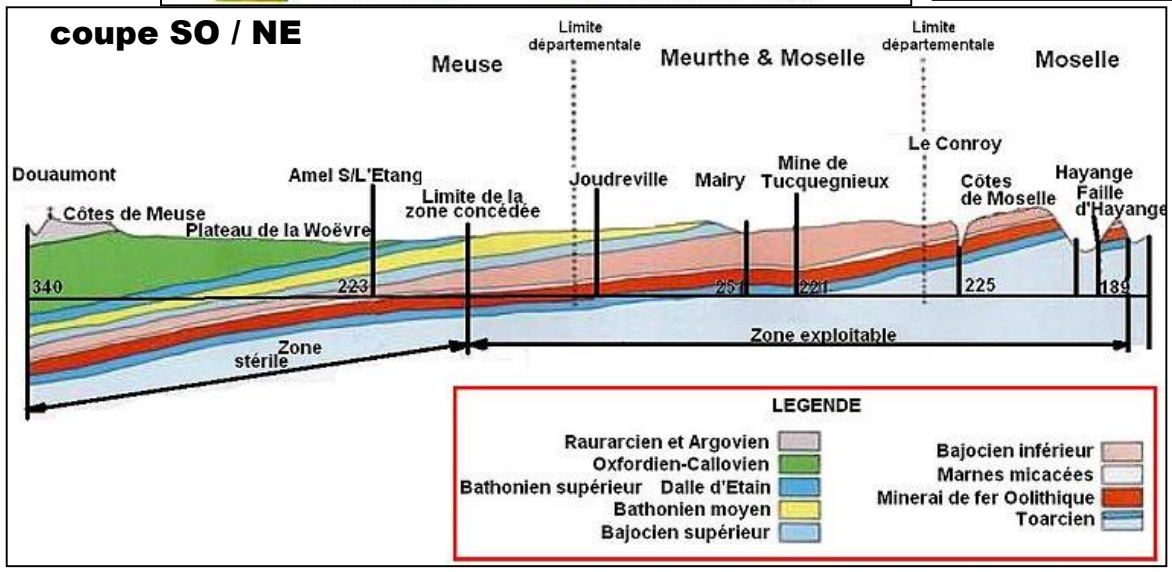
Bassin de Nancy 380 km²





Coupe moyenne HAYANGE

		épaisseur des bancs en m		ANALYSES EN % Fe	CaO	SiO2	ApO
	Marnes toit de la formation						
COUCHES CALCAIRES	COUCHE ROUGE	2,90		33	14	8	5,5
	MARNES	2,05		18	19	22	6
	COUCHE JAUNE sauvage	1,15		24	22	12	5
		1,85		16	17	27	7
	COUCHE JAUNE principale	1,50		34	15	9	7
	BAENGLING	0,6/1,1		21	29	5	3,5
	COUCHE GRISE	3,70		30	19	7	4,5
	MARNES	5,20		13	18	32	7
COUCHES SILICEUSES	COUCHE BRUNE	2,39		30	10	21	7,5
	MARNES	1,50		19	21	17	4
	COUCHES NOIRE ET VERTE mur de la formation	2,60		28	11	15	4
	MARNES			10	14	30	4



Faisceau sédimentaire productif de 30 à 50 m d'ouverture

6 couches de calcaire à oolithes ferrugineuse (minette)
âge Aelénien (Jurassique)

Épaisseur moyenne 2 à 3 m

Teneur modeste de 30 à 35% d'où le terme de minette

Recouvrement alternances de marnes et calcaires (Bajocien/Bathonien)

Pendage 3% vers l'Ouest

INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

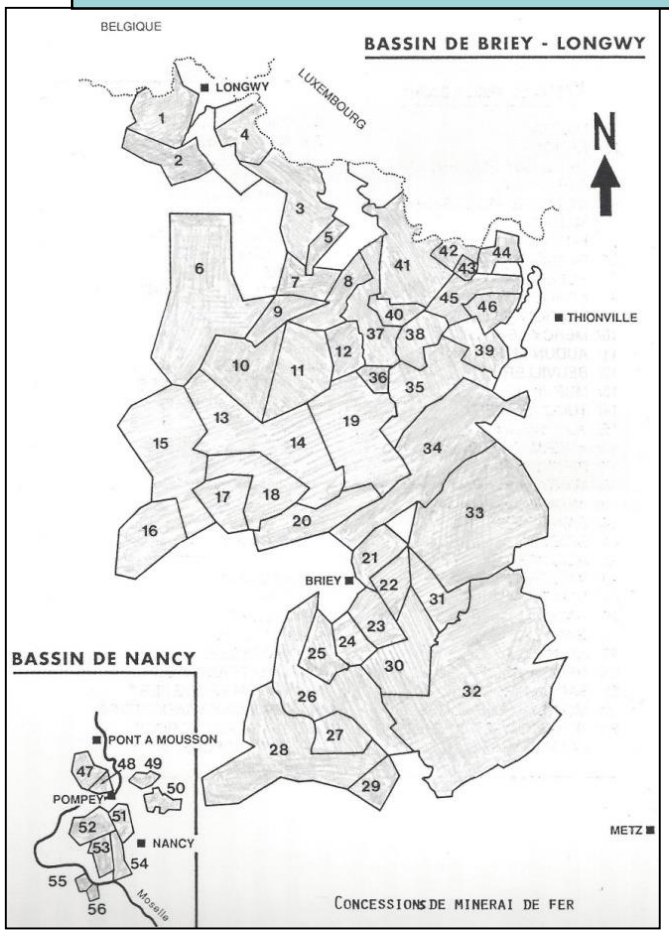
Gisement ferrifère lorrain : historique et production

Traces de travaux antiques :
galerie des « romains » (Forêt de Haye)
minières au IX°, galeries souterraines au XV° (Moyeuvre)

XVIII° : anciens ciels ouverts sur les affleurements (forges d'Hayange 1769)

De 1830 à 1997 :
travaux souterrains par exploitations partielles (chambres et piliers, piliers tournés) ou totales (chantiers foudroyés)
Profondeur exploitations 0 à 280 m (mine d'Amermont-Dommary en Meuse)

Fin XIX° : expansion des exploitations avec l'apparition en 1877 du procédé anglais Thomas de déphosphoration du minerai



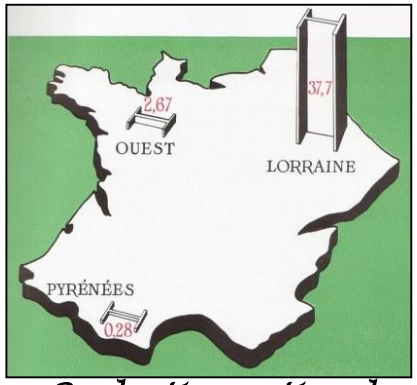
252 concessions
165 communes concernées par les travaux miniers
50 400 ha influencés par les exploitations minières

Production : 3,1 Gt

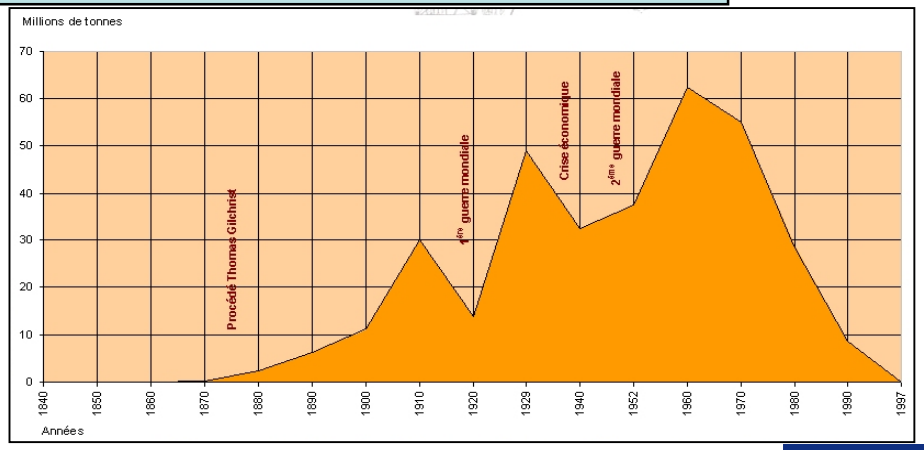
51 puits

1952 : record d'effectif : 31 200 mineurs

1960 : record de production de 62,7 MT
1960 : déclin, concurrence importations (minerai 2 fois plus riche)
1993 : arrêt de Thionville
1997 : arrêt de la mine rouge (Arbed)

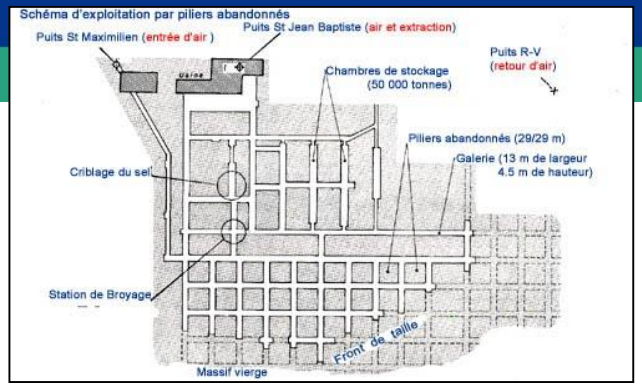


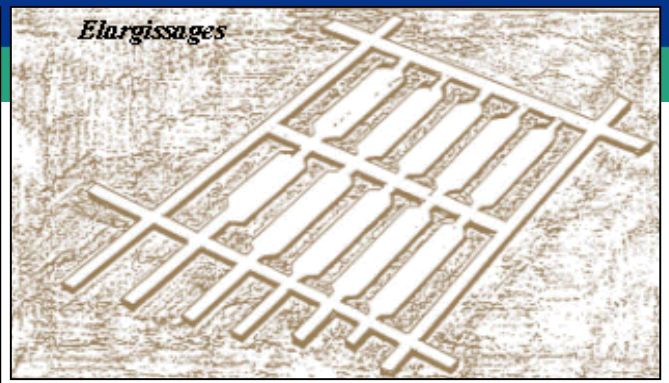
Production nationale Fer en 1952

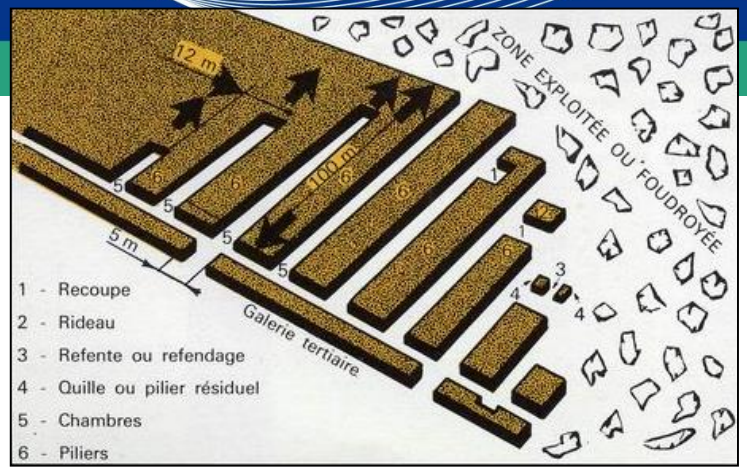


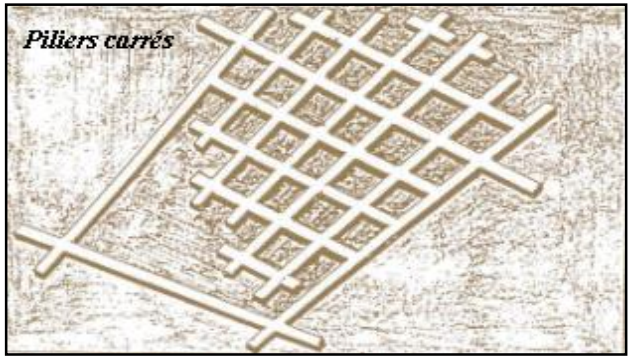
INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

Gisement ferrifère lorrain : méthodes d'exploitation

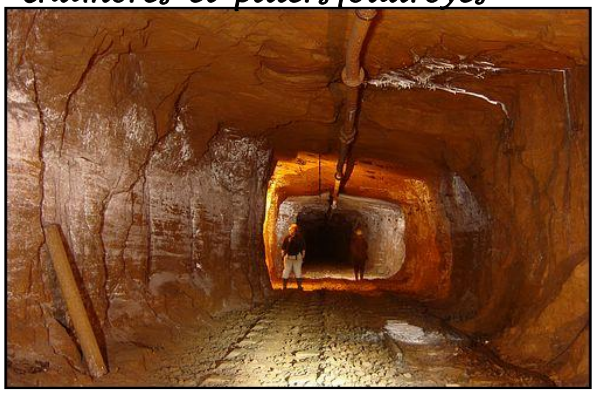


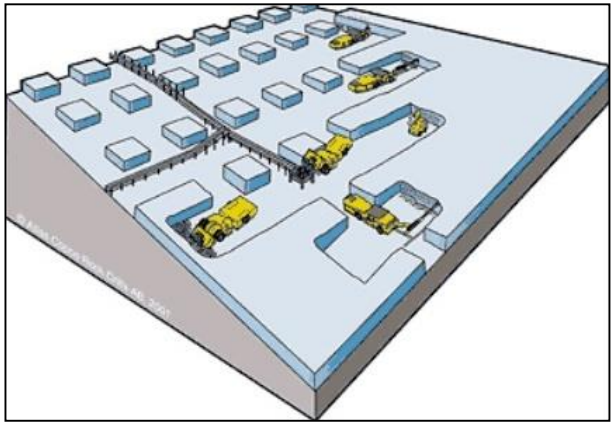


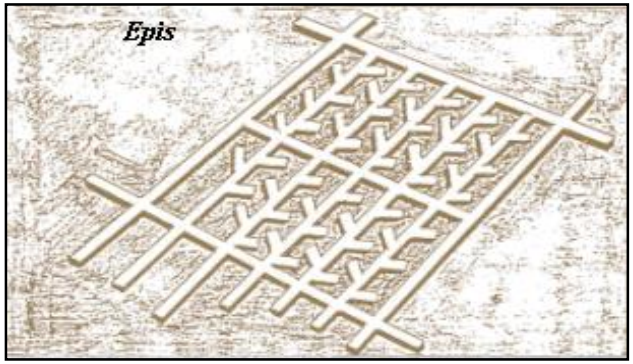


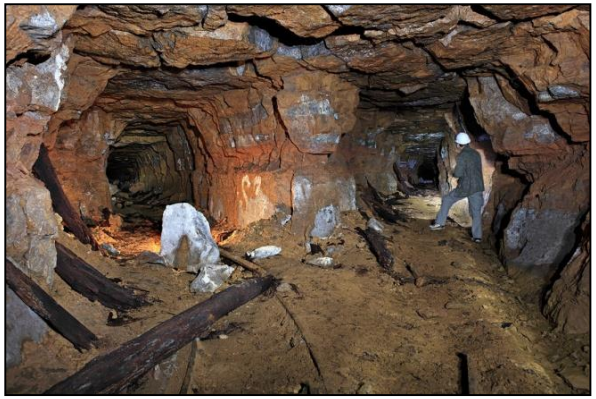


chambres et piliers foudroyés





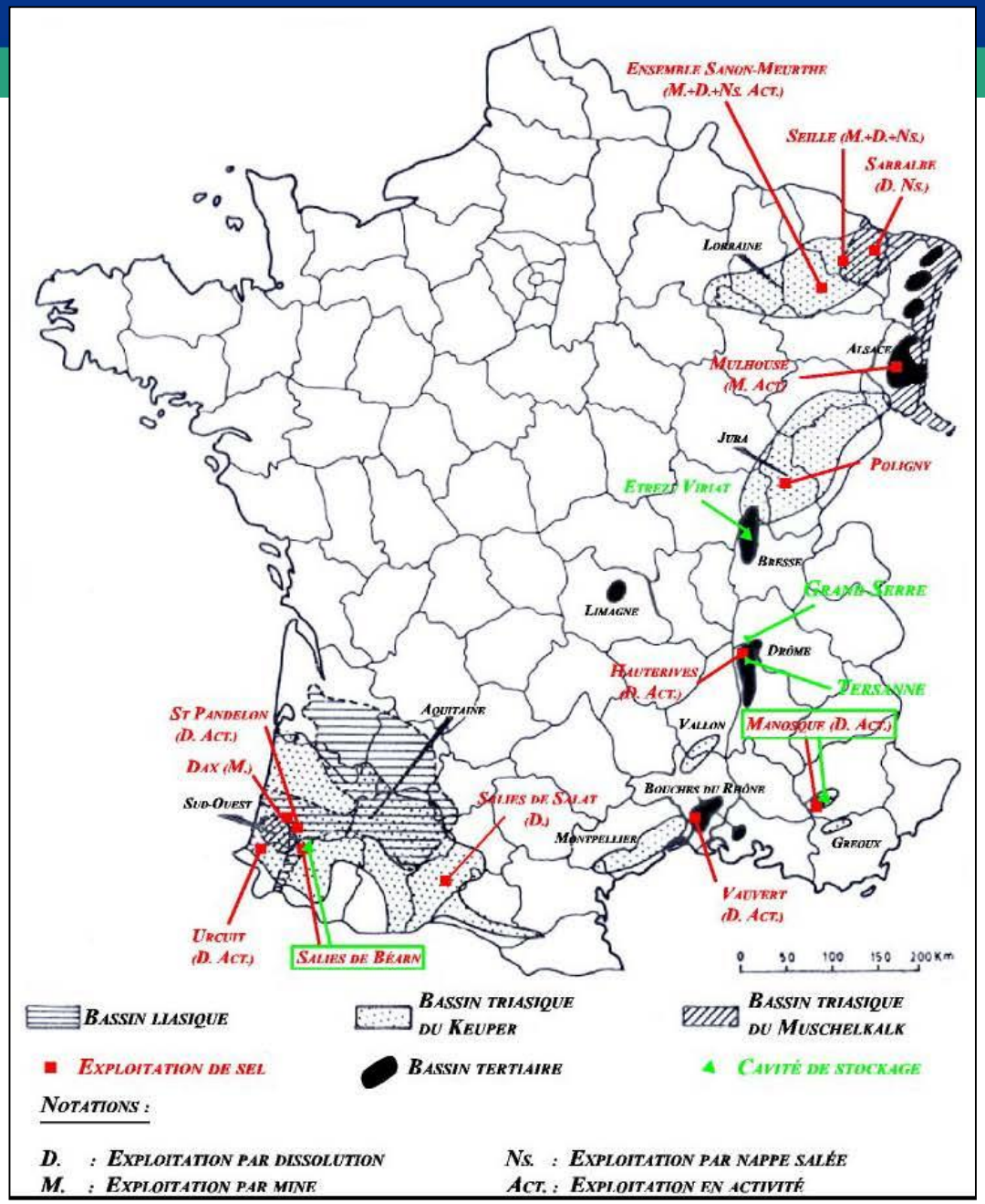


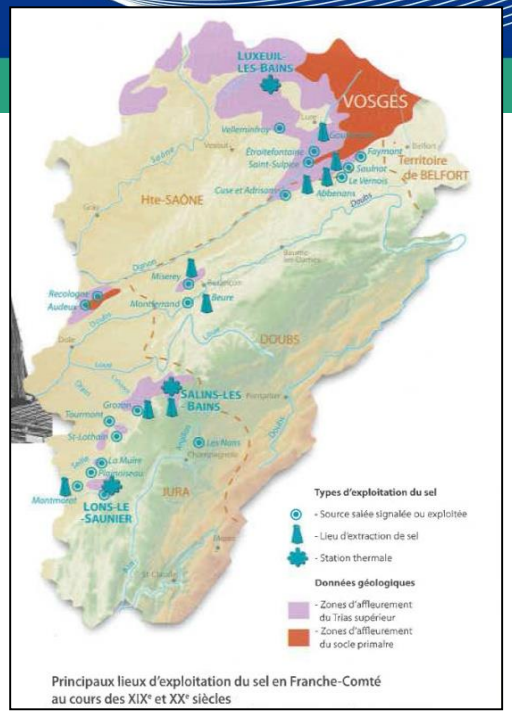


chambres et piliers abandonnés

INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

Le bassin salifère lorrain et les autres gîtes salifères français



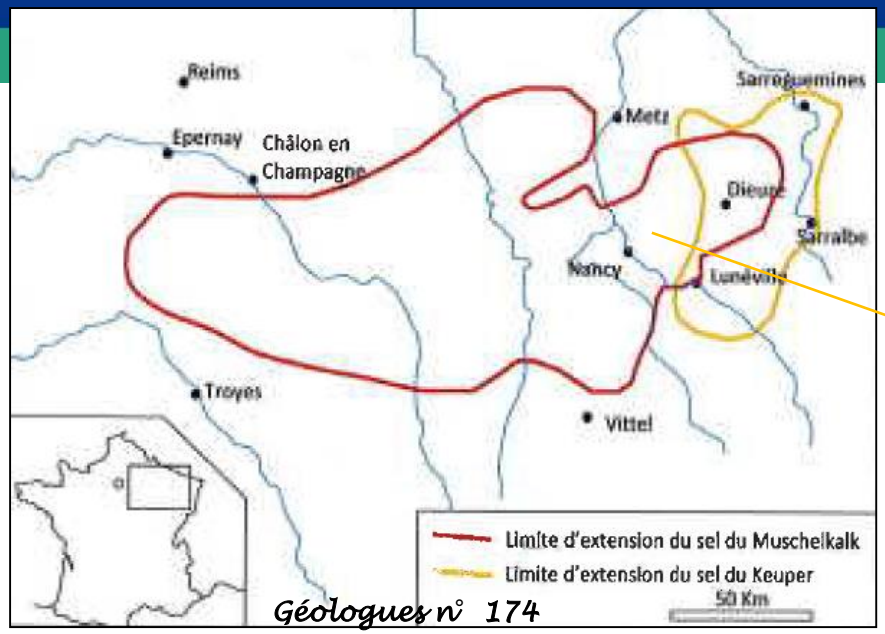


Principaux lieux d'exploitation du sel en Franche-Comté au cours des XIXe et XXe siècles

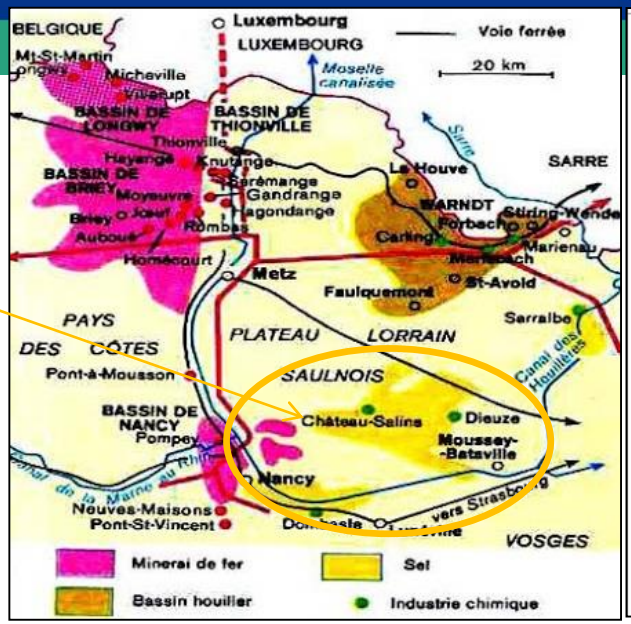
Lieu	Gisement (profondeur toit/mur)	Exploitation	Dates
Lorraine /Meurthe-Sânon	Trias-Keuper (150/300 m)	Mine (chambres et piliers abandonnés), dissolution, nappe salée.	Milieu XIXe – Mine et dissolution en activité
Lorraine/Seille	Trias-Keuper (55/110 m)	Puits salé (avant 1826) Mine (1826-1864) Dissolution et nappe salée (1885-1973)	1826-1973
Lorraine/Sarralbe	Trias-Mushelkalk (280/300)	Nappe salée et dissolution	1827-1983
Jura	Trias-Keuper (120/240 m)	Dissolution	En activité
Sud-Ouest (4)	Trias (100/250 m)	Dissolution, mine (stockage de produits pétroliers)	1825-en activité
Alsace	Tertiaire – Eocène (1000/2800 m)	Mine par chambres et piliers abandonnés puis longue taille	Depuis 1910
Bresse	Tertiaire – Eocène (800/2000 m)	Stockage de produits pétroliers	Actuel
Sud-Est (5)	Tertiaire – Eocène (1100/1600 ou 2000/2500 m)	Dissolution pour Vauvert et Hauterives, (stockage de produits pétroliers pour Tersannes, Manosque et Hauterives)	1965-en activité

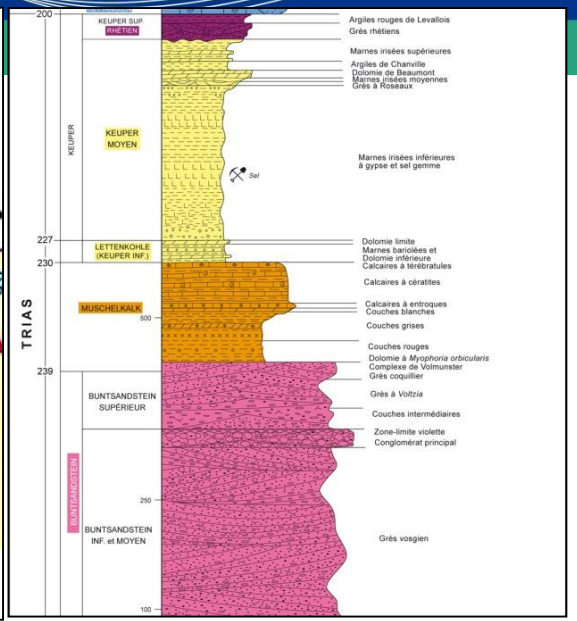
INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

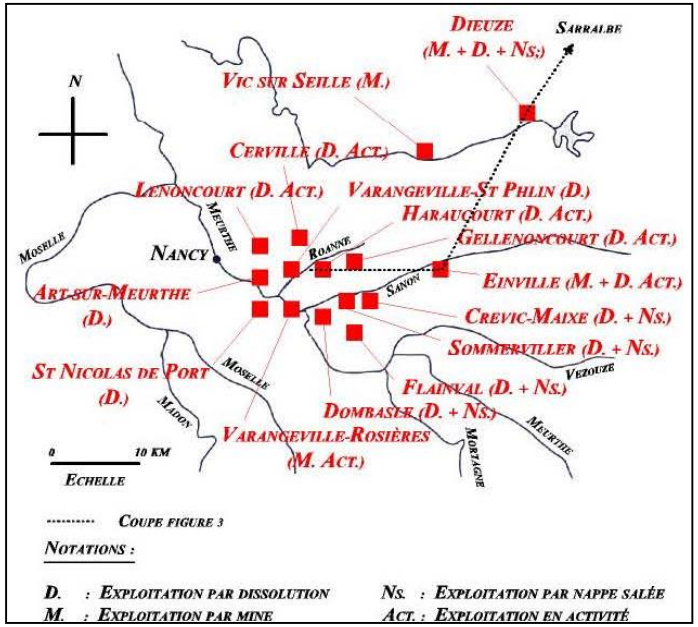
Le bassin salifère lorrain



Géologues n° 174







sites lorrains d'exploitation du sel

Gisement triasique
2 horizons : marnes Keuper et calcaire Muschlekalk

Faisceau productif épais (110-150 m), 5 horizons exploités, teneurs NaCl 94%%

Exploitations par nappe salée, par dissolution en sondages ou par mines souterraines

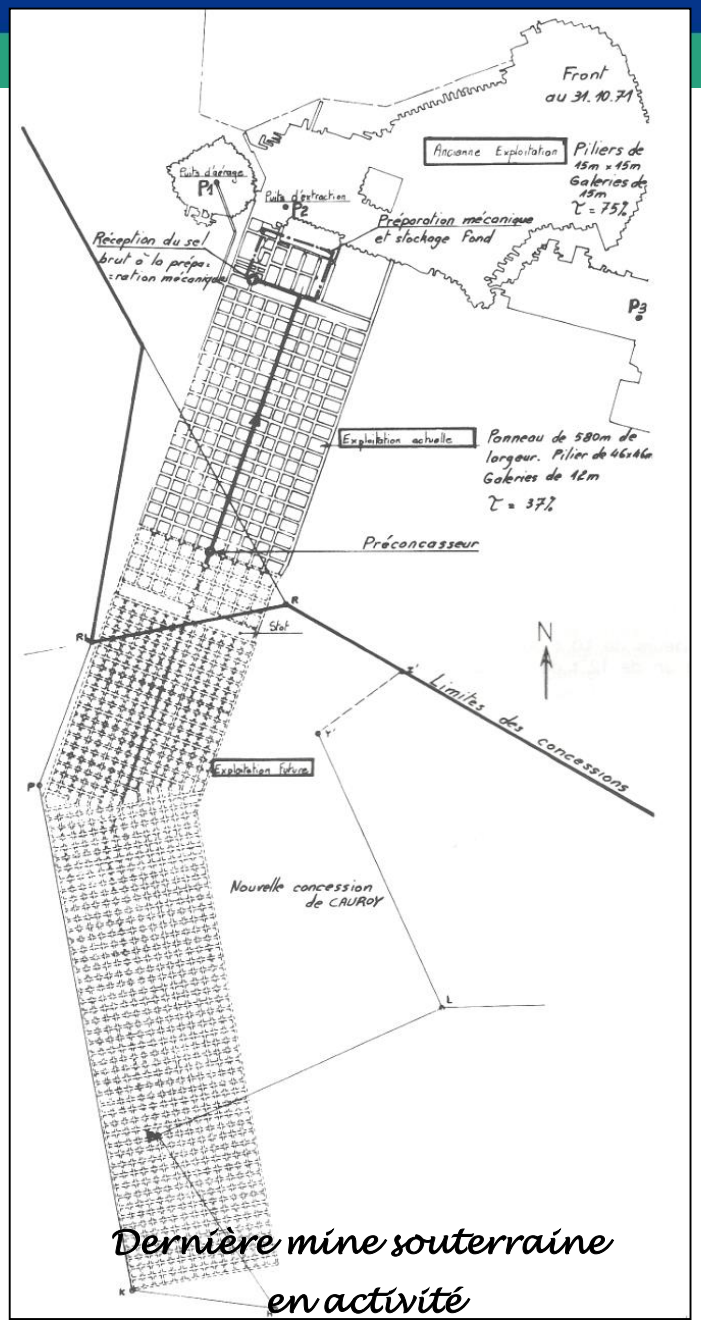
Gisements exploités entre 10 et 300 m de profondeur (Nancy)
XVIII° XIX° siècle : 16 salines en activité
exploitation par puits salés
(salines royales de Dieuze, Château-Salins, fermées en 1826, Moyenvic, fermées en 1834)

À partir de 1821 : Méthode souterraine par chambres et piliers abandonnés
(Vic-sur-Seille, 1821-1825, Dieuze 1826-1864, Rosières, 1858-1950, St-Nicolas-Varangéville, 1855-actuel, Einville, 1875-1960)

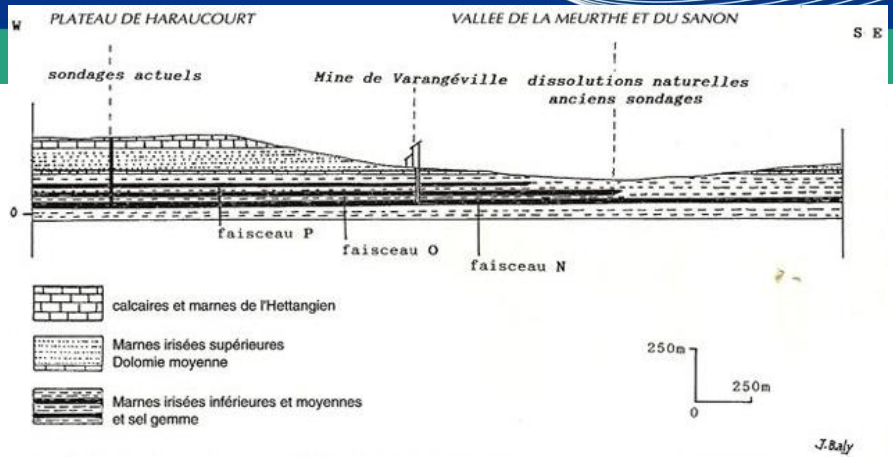
La mine souterraine de Varangéville est toujours en exploitation ainsi que les exploitations par dissolution du plateau d'Haraucourt et à Einville

INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

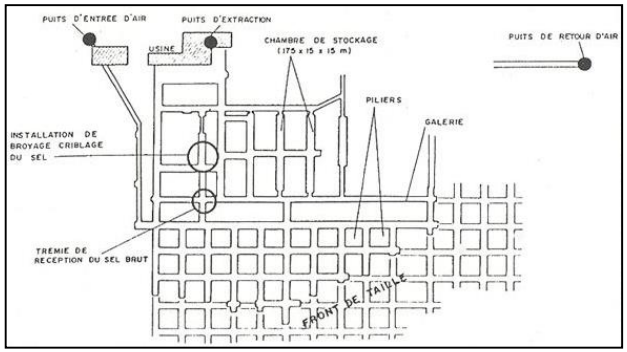
Mine de sel de Saint-Nicolas, Varangéville

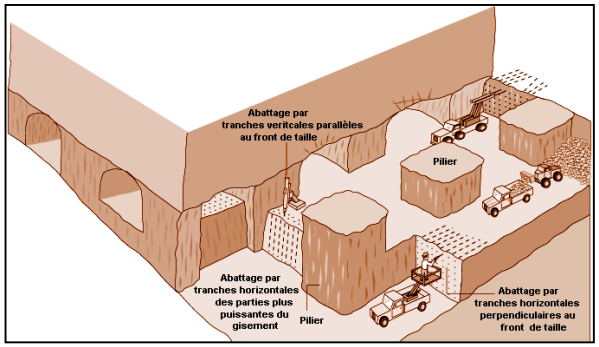


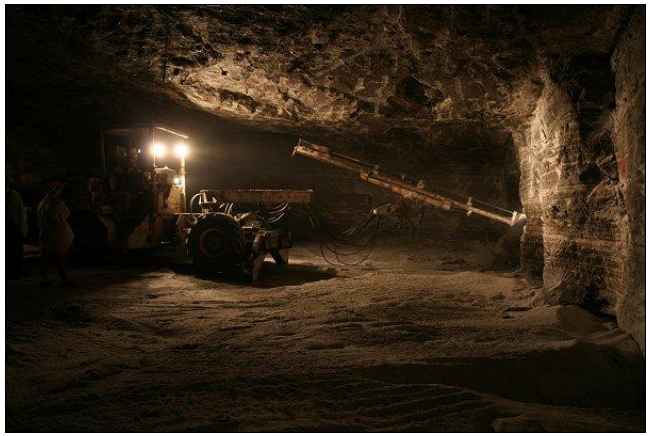
Dernière mine souterraine en activité



Exploitation par chambres et piliers abandonnés

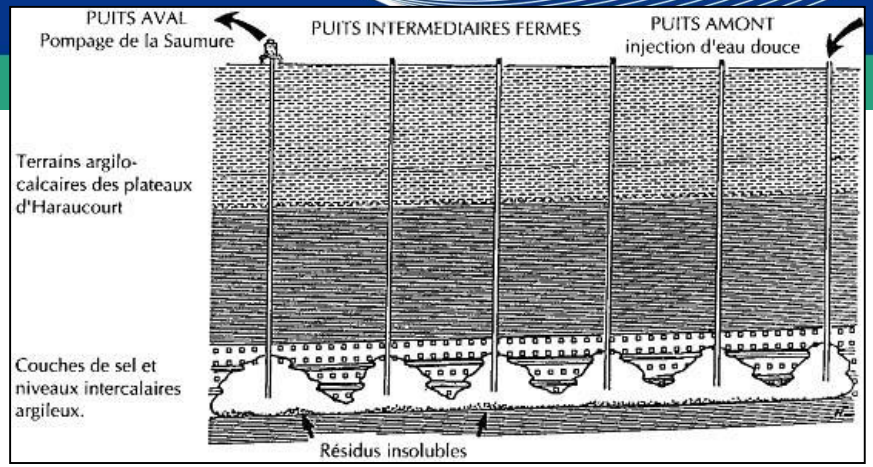


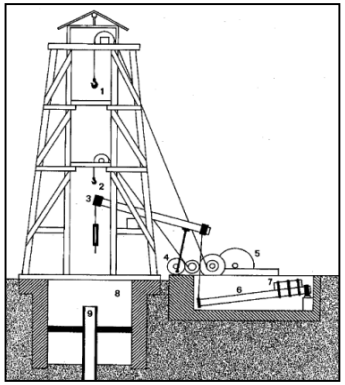


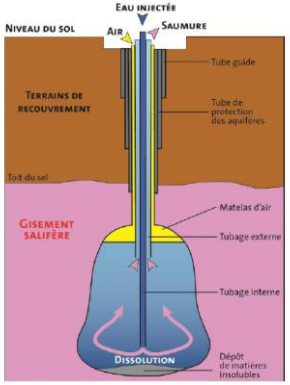


INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

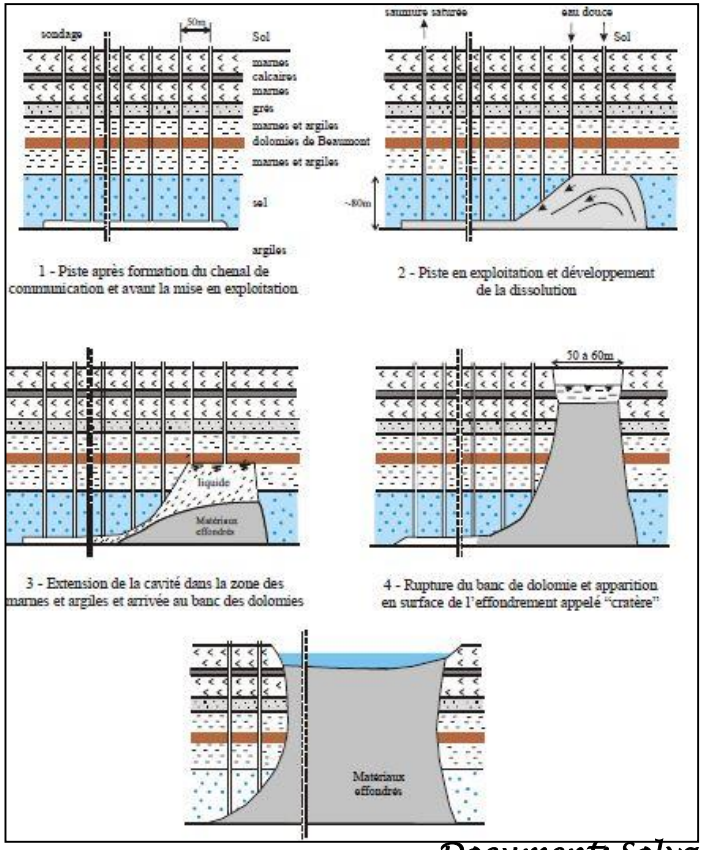
Exploitations par dissolution, plateau d'Haraucourt







La Mine en France, Tome 6

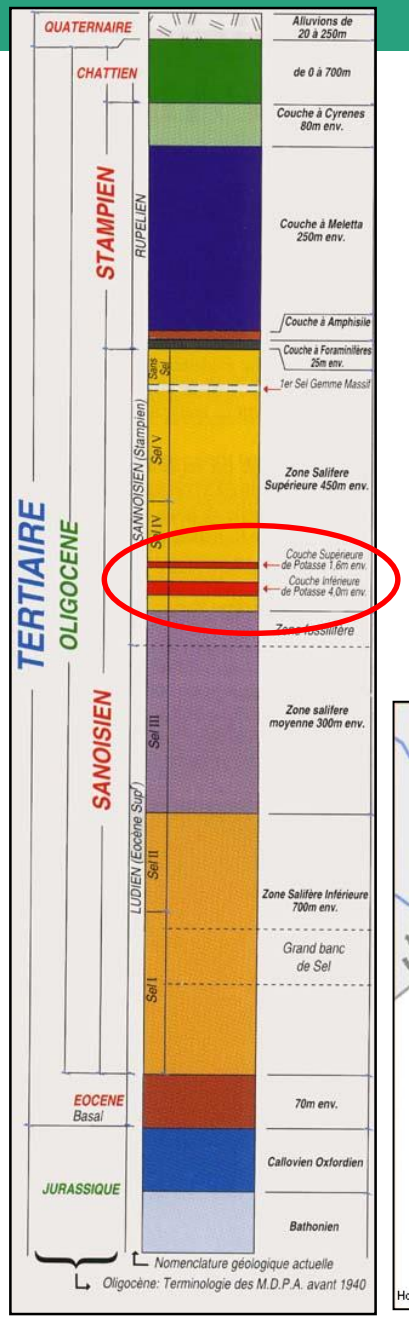


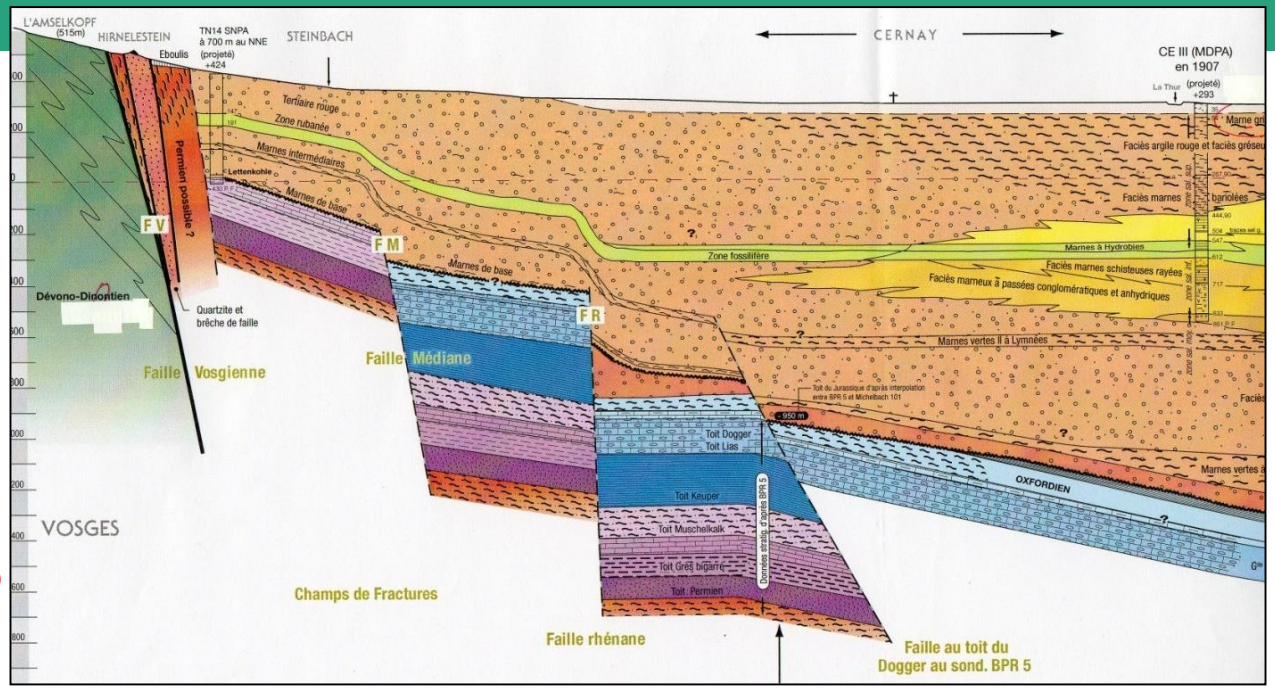
Documents Solvay

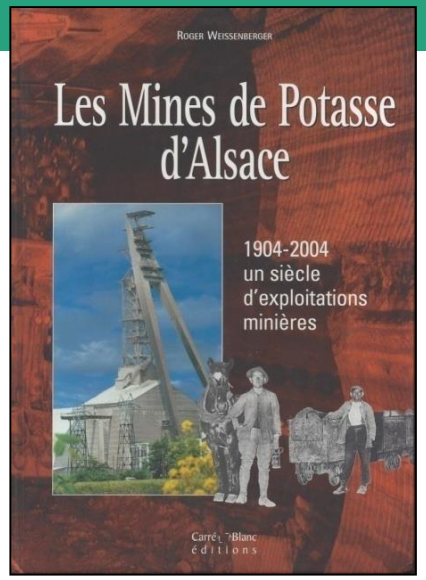
Géologues n° 174

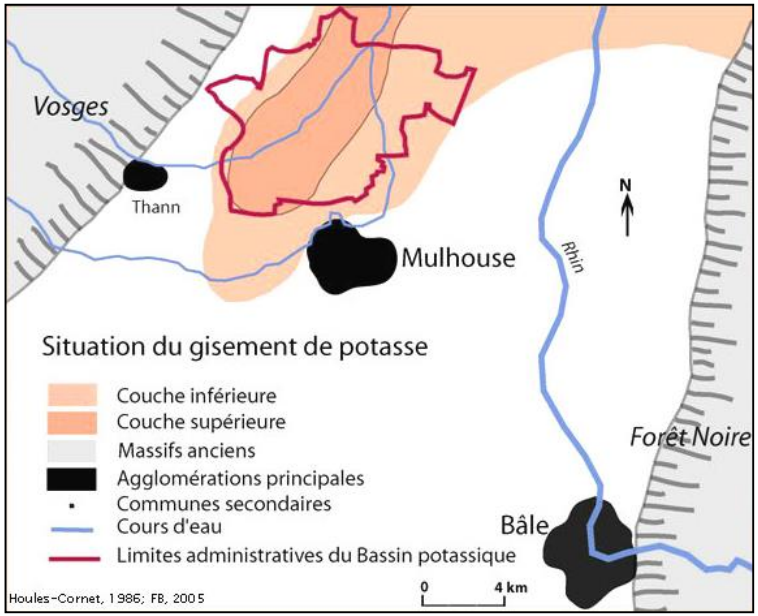
INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

Les mines de Potasse d'Alsace (Haut-Rhin)









Gisement tertiaire, oligocène, fossé rhénan

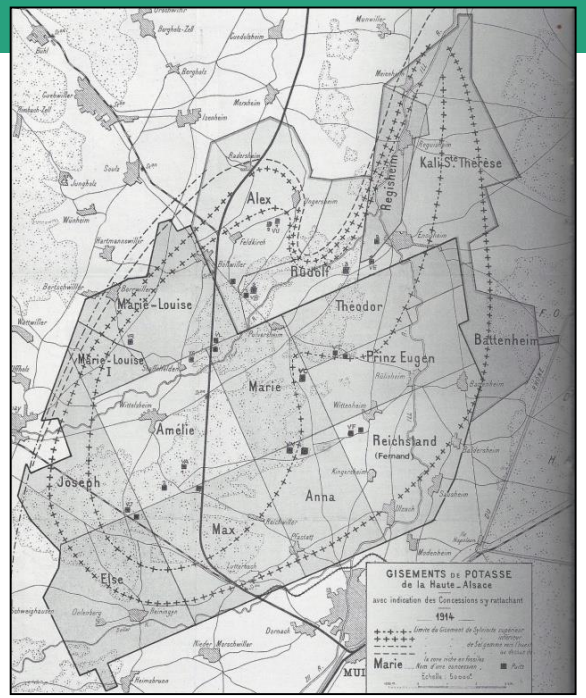
Série salifère épaisse de plus de 1500 m (marnes, shales, sel gemme, ...)
Faisceau productif profond de 450 à 1150 m
2 horizons exploités de 1 à 5 m, distants de 20 m
222 km² au Nord de Mulhouse

Minerai de sylvinite
(25 % KCl, 60% NaCl, 15 % insolubles marnes et anhydrite)

Fort gradient géothermique (55° C au lieu de 35° C à 1000 m)
Gisement grisouteux

INERIS
maîtriser le risque pour un développement durable

Les mines de Potasse d'Alsace (Haut-Rhin)



1904 : découverte du gîte par hasard en 1904 (sondages recherche pétrole)
1910 : début exploitation souterraine (puits Amélie)

1918 : mine sous sequestre
1924 : rachat par l'Etat

1960 : récession, premiers démantèlement

1974 : production culmine à 13,4 Mt

2002 : arrêt de l'extraction anticipé suite à l'incendie des balles de déchets industriels stockés à Stocamine

2009 : dissolution des MDPA

Exploitation par chambres et piliers foudroyés puis par longues tailles mécanisées foudroyées (fronts de 800 m de largeur !)

37 concessions, 11 sièges d'exploitation, 24 puits,
production brute : 567 Mt de sel, 140 Mt de KCl

INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

Les mines de Potasse d'Alsace (Haut-Rhin)

15 terrils, 2 parcs à boue

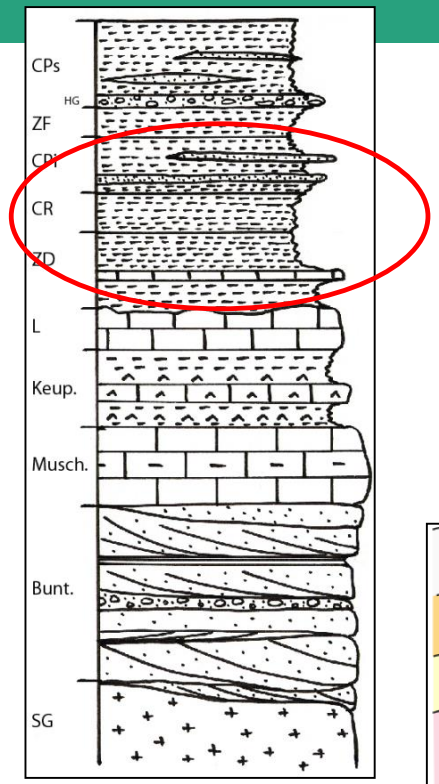
64,5 Mt de résidus contenant 18,6 Mm3 de sel

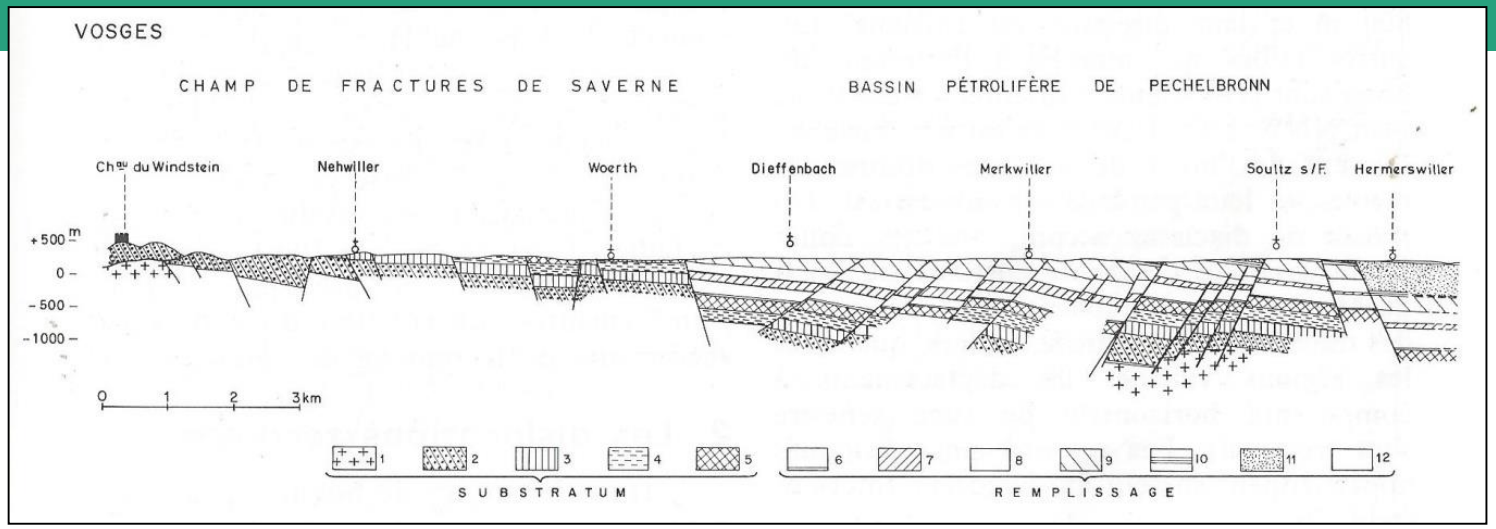
Pb salinisation nappes

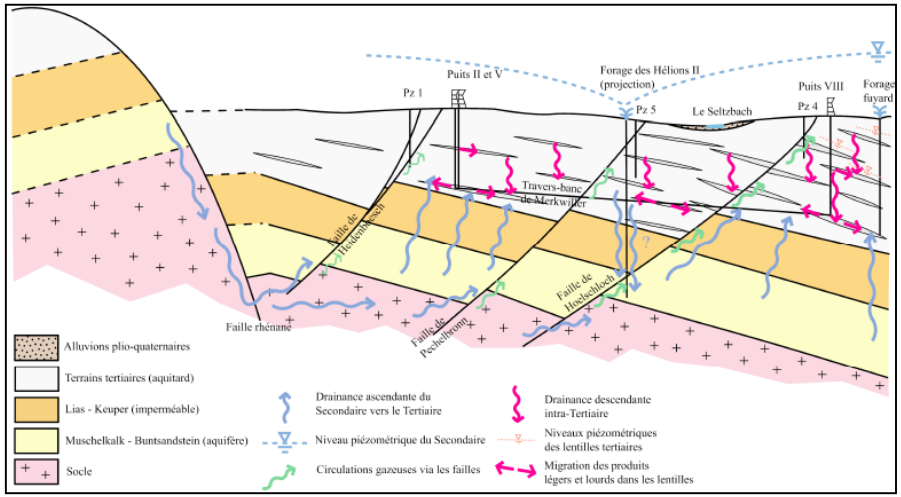
dissolution contrôlée, saumoduc vers le Rhin,

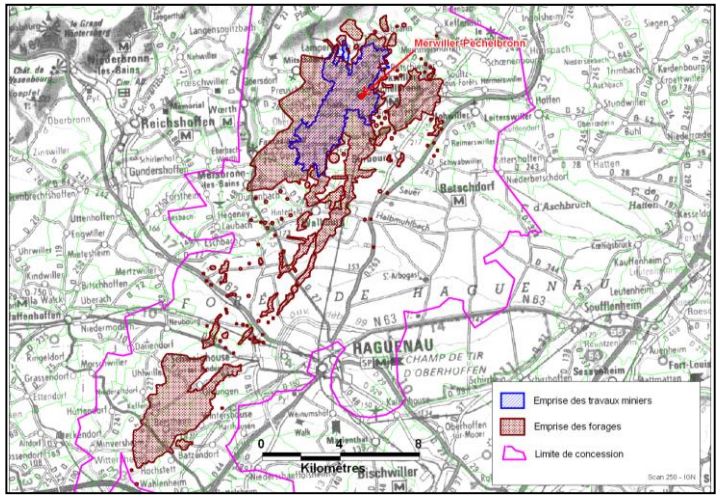
végétalisation, étanchéification

Le pétrole lourd de Pechelbronn (Bas-Rhin)









Puissante série marneuse tertiaire (oligocène) du fossé rhénane
(500 à 1000 m) contenant des lentilles sablo-gréseuses imprégnées de pétrole

Pétrole découvert au Moyen-Âge (sources jaillisantes)

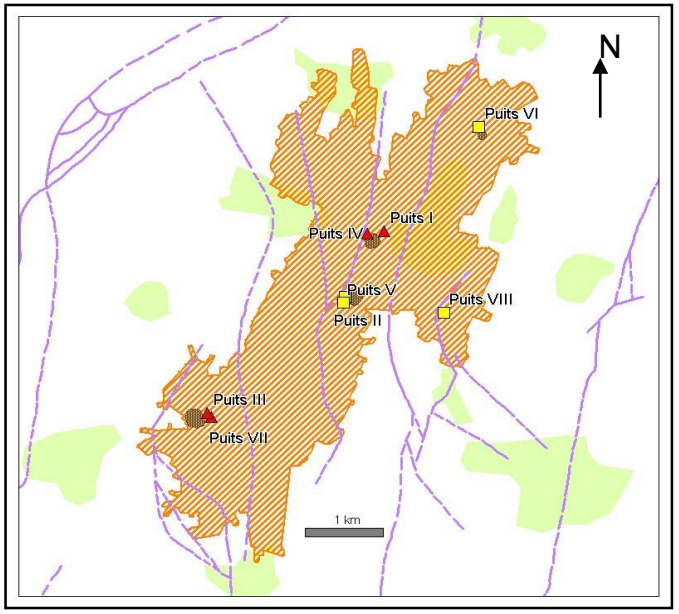
INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

Le pétrole lourd de Pechelbronn (Bas-Rhin)

Quatre grandes périodes d'exploitation

- **du Moyen-Age à 1745 : exploitation du pétrole par écopage de l'huile à la surface de la source**
- **de 1745 à 1888 : première phase d'exploitation minière (10 à 100 m, 30 puits)**
  Mine de La Sablonnière et Mine Le Bel
- **de 1888 à 1964 : exploitation par 5600 forages**
- **de 1917 à 1964 : deuxième période d'exploitation minière**
  - **4 sièges d'extraction**
    (Clémenceau, Le Bel, Daniel Mieg et De Chambrier)
  - **8 puits (150 à 410 m), 2 puits jumeaux par siège (gisement grisouteux), 4 terrils**
  - **430 km de galeries de drainage foncées (collecte du pétrole suintant dans les cunettes)**
  - **2 raffineries dont certains vestiges subsistent encore aujourd'hui**

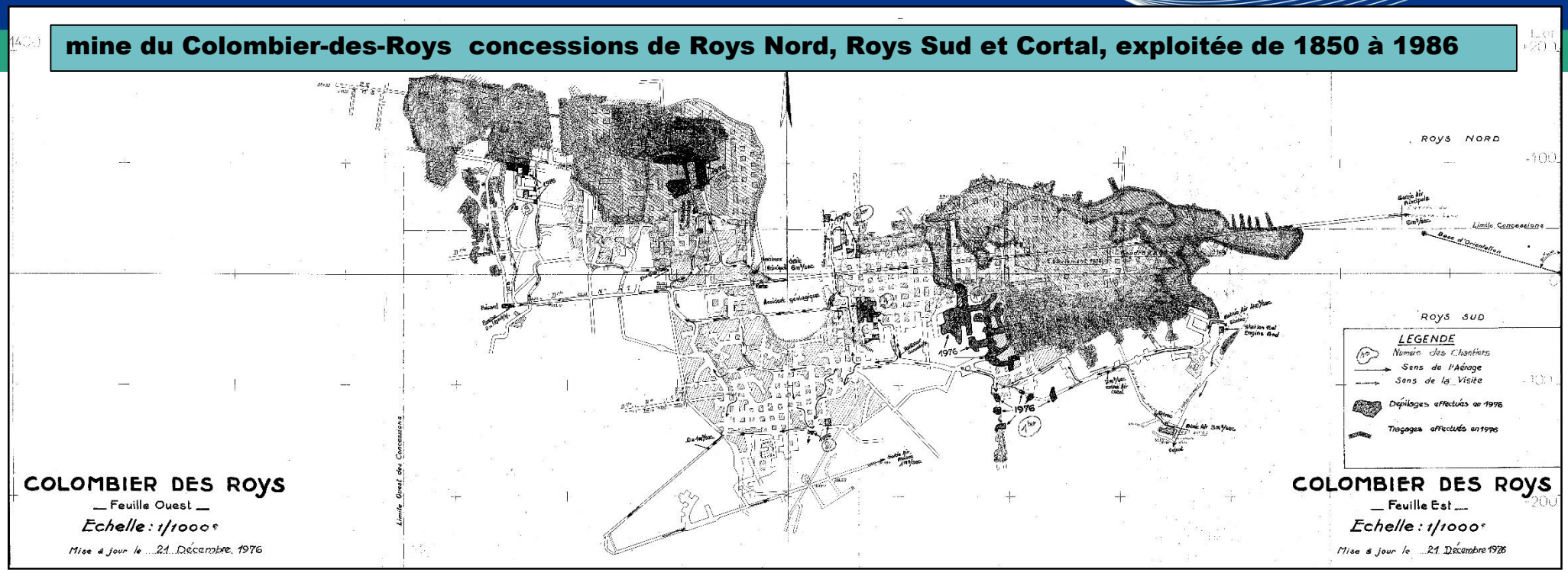
- **L'Etat français est devenu propriétaire de l'exploitation en 1921**

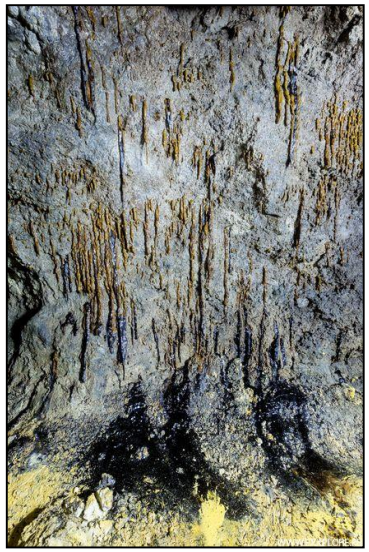


INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

Calcaire bitumineux de Limagne : Pont-du-Château - Dallet (63)

mine du Colombier-des-Roys concessions de Roys Nord, Roys Sud et Cortal, exploitée de 1850 à 1986

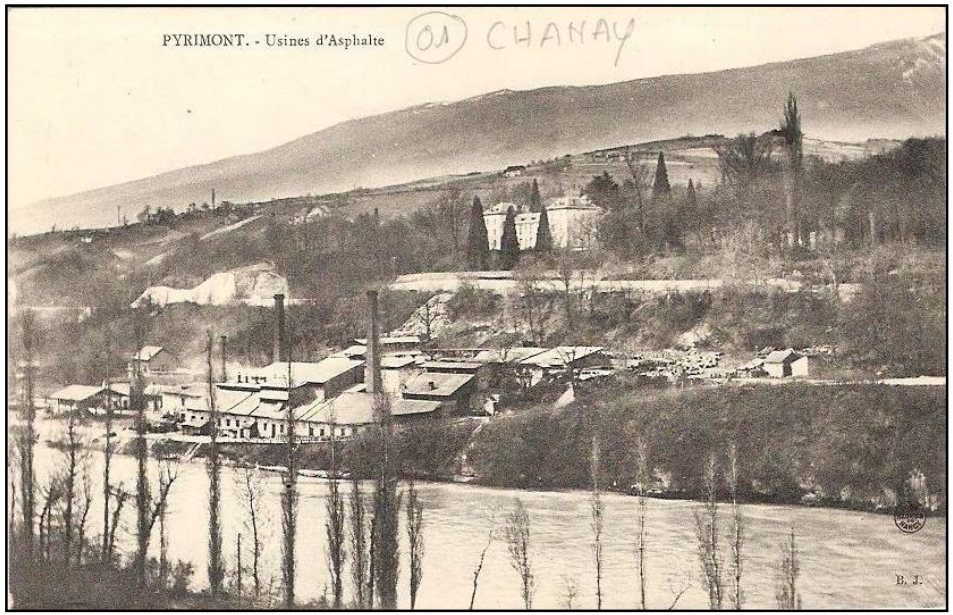


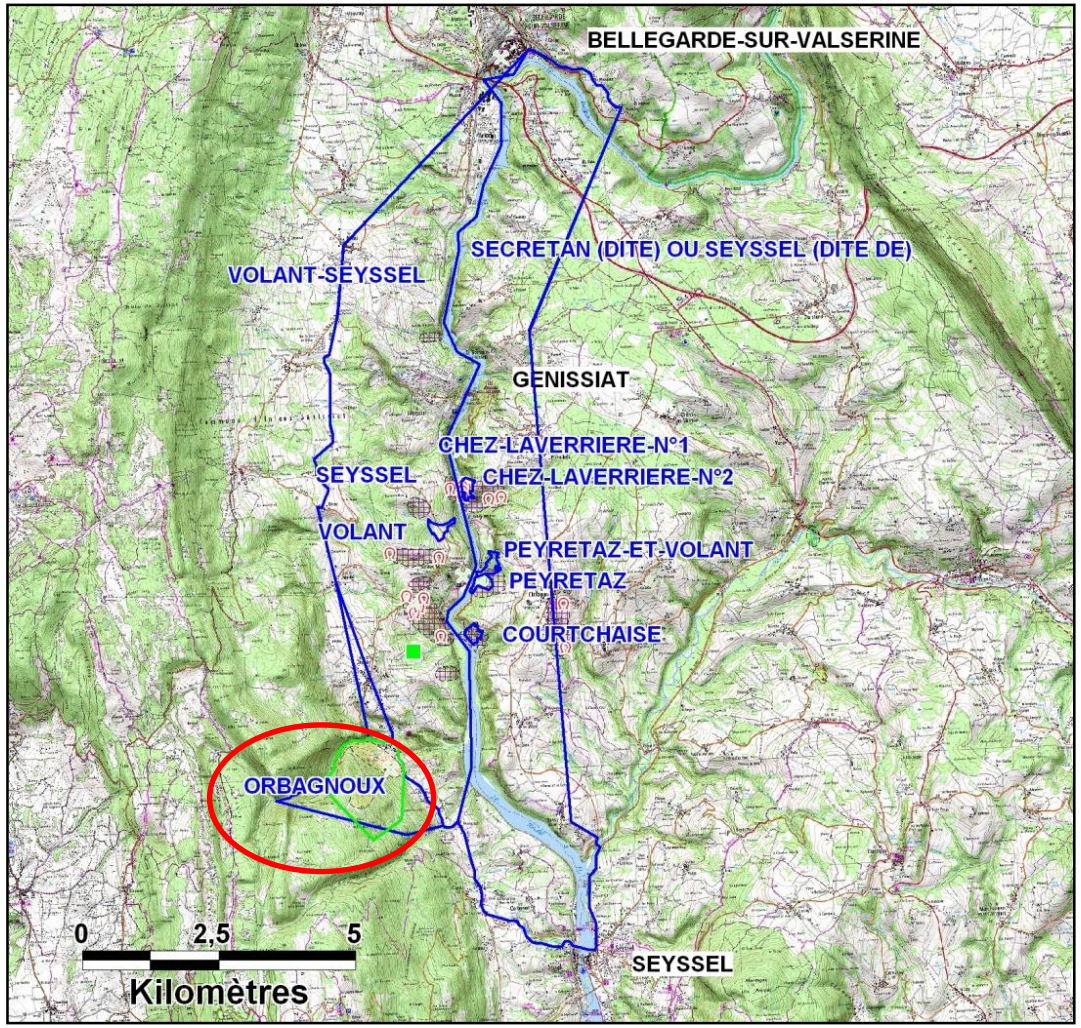


INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

Calcaires asphaltiques : sites de Seyssel (Haute-Savoie)

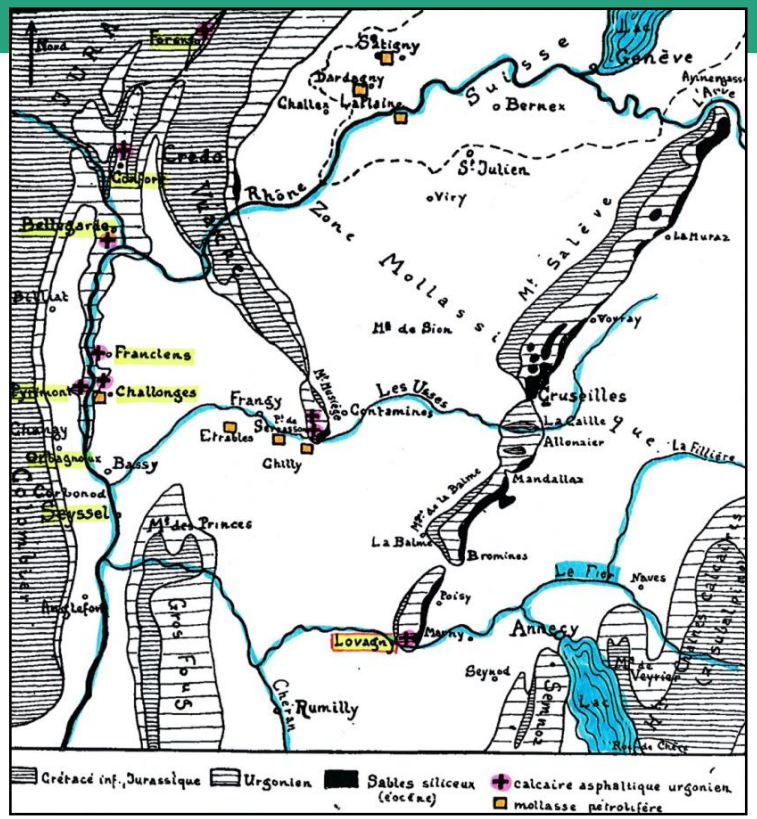
MINES D'ASPHALTE DE MONTROTIER ET DES TATES
(Bassin de Seyssel) LOVAGNY (Hte-Savoie) Admis aux travaux de la Ville de Paris, des Compagnies de Chemins de Fer et des Administrations de l'État
MM. BLAKE & REYDELLET, Propriétaires-Exploitants
Usines Électriques à LOVAGNY — Bureaux : ANNECY — R. du C. Annecy 3438
Pavage et Carrelage en lithofalt comprimé — Mastic d'asphalte pur en pains — Bitumes raffinés — Asphalte en roche et en poudre — Le Bituminol, peinture hydrofuge

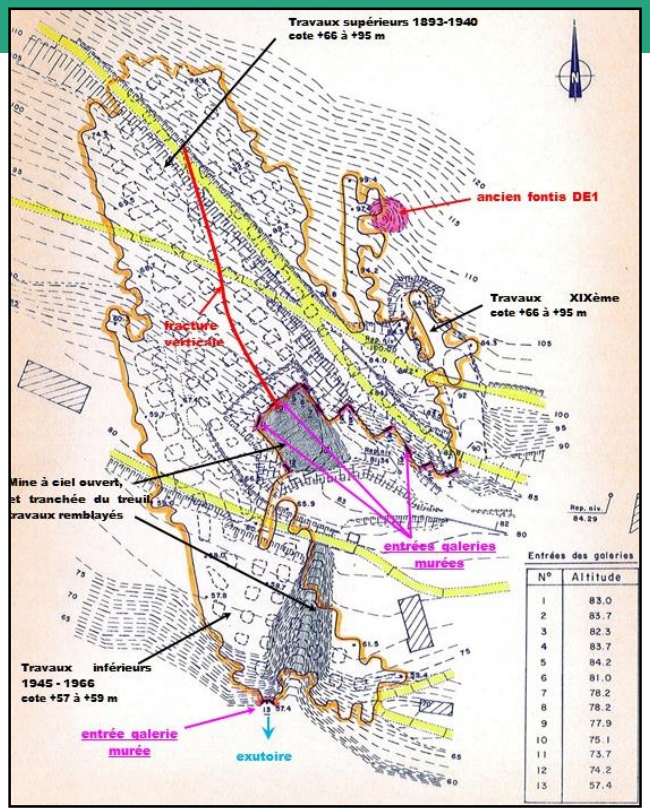


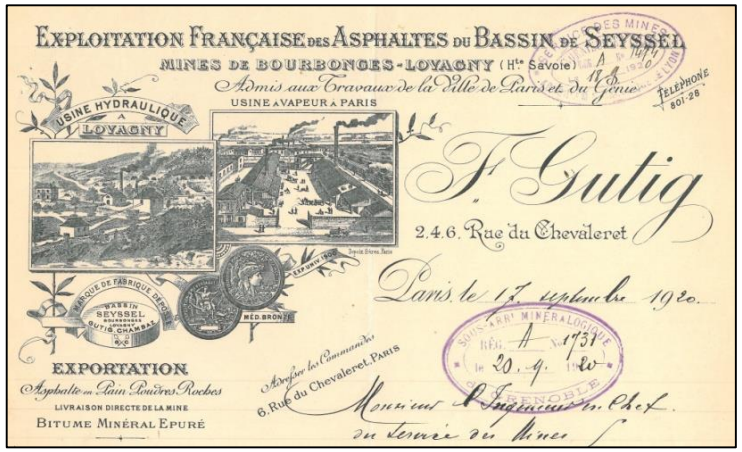


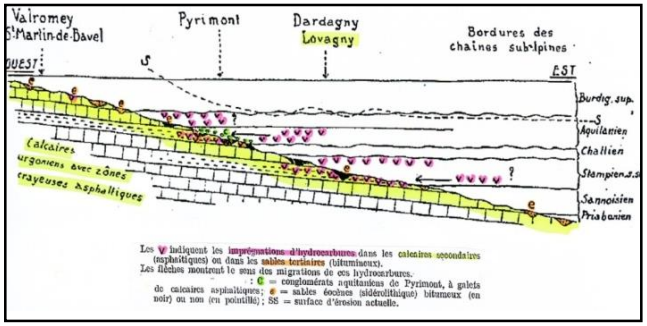
INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

Calcaires asphaltiques : site de Bourbonge-Lovagny (Haute-Savoie)



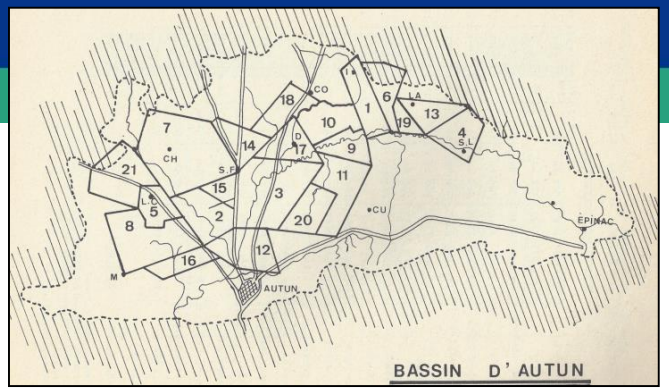


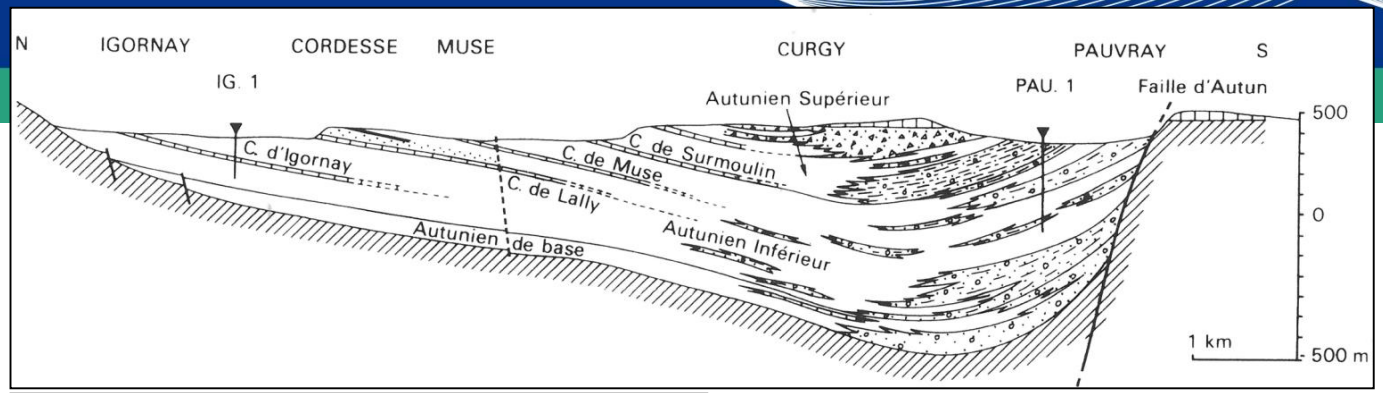


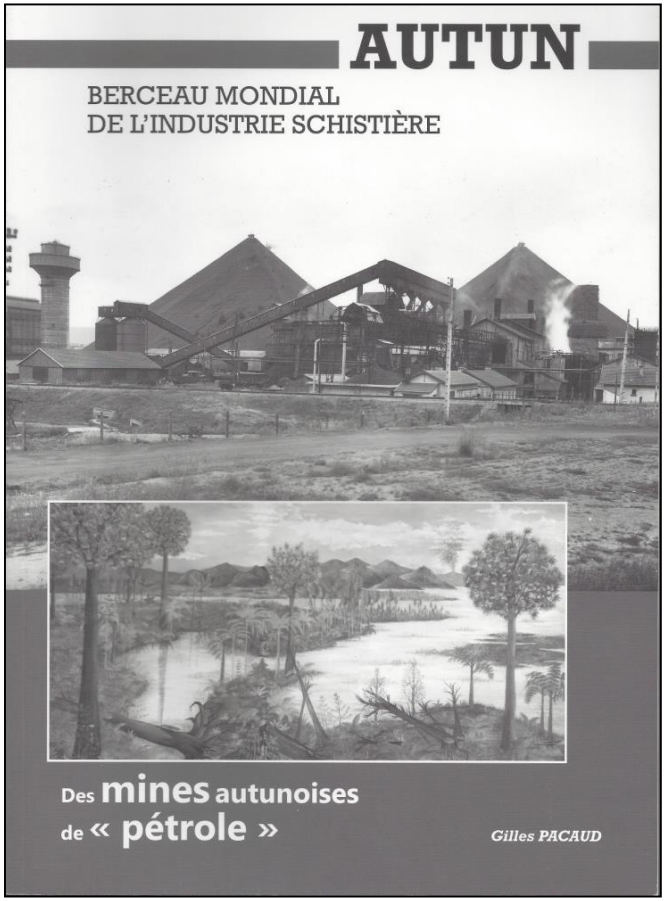


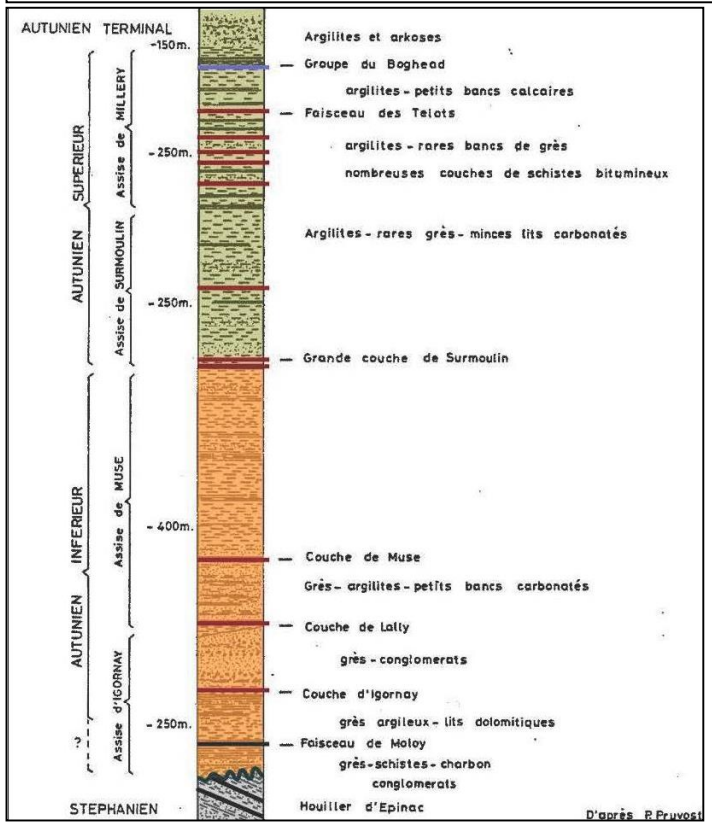
INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

Schistes bitumineux du bassin d'Autun (Saône-et-Loire)









SCHISTES BITUMINEUX

Exploitation de 1837 à 1957
21 concessions

Epaisse (1200 m) série autunienne de schistes noirs renfermant une douzaine de couches bitumineuses de 1 à 3 m de puissance exploitées essentiellement en travaux souterrains et par ciel ouvert

Extraction évaluée à 13 Mt de schistes bruts

Méthode des chambres et piliers abandonnés
160 puits,
une centaine de galeries et descenderies

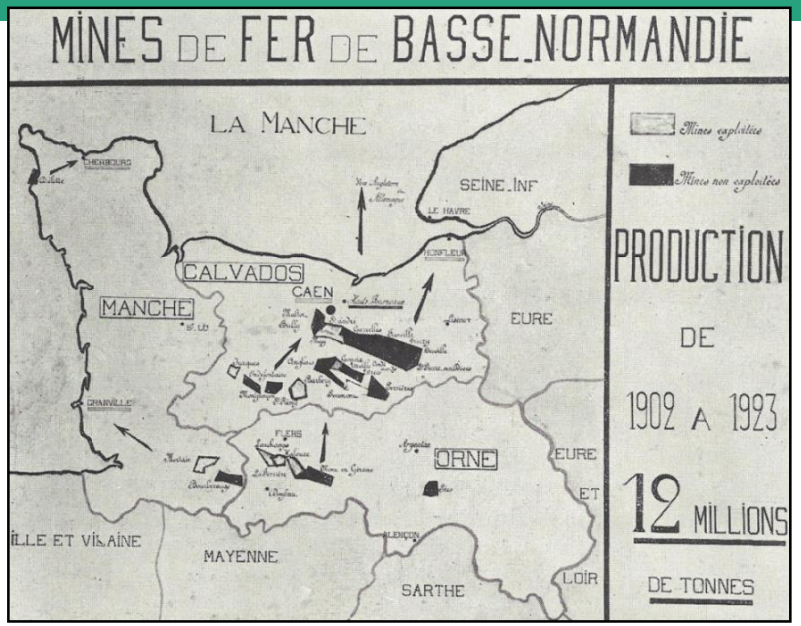
Usines de distillation (cornues) pour produire huiles et essences

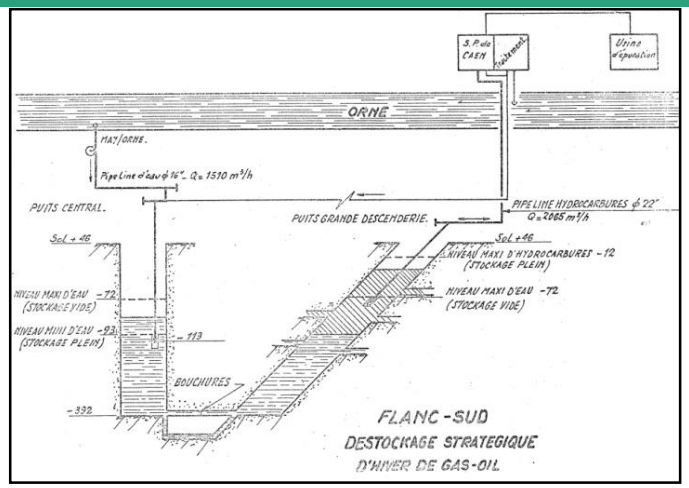
Autre exploitations :

- **schistes bitumineux autuniens de St-Hilaire (bassin de l'Aumance, Allier), travaux souterrains**
- **schistes cartons toarciens : Séverac-le-Château (Aveyron), ciel ouvert**

INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

Mines de fer normandes : May-sur-Orne (Calvados)



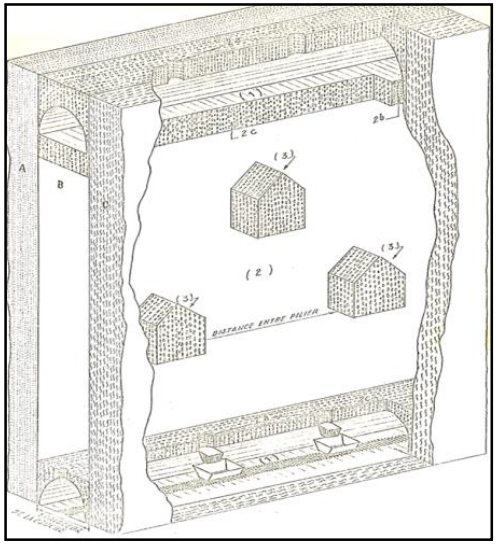


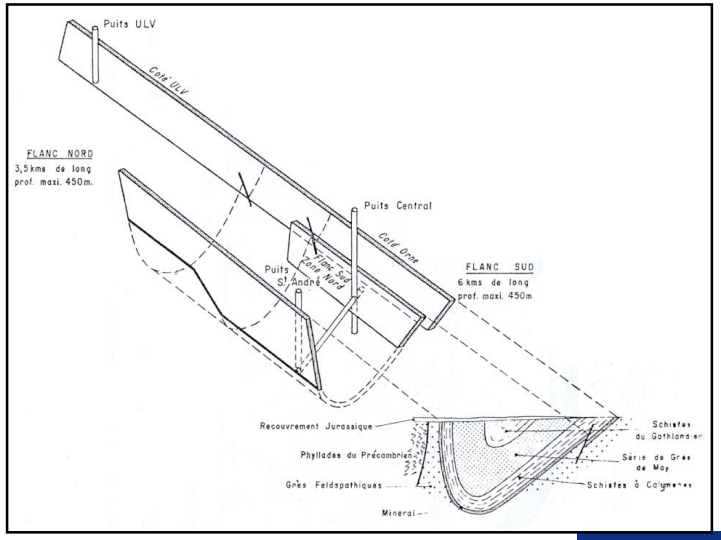
MAY-SUR-ORME

Exploitation 1891 – 1968
Profondeur 15 - 480 m
Flancs synclinal

Méthode taille chassantes puis (1925) chambres magasins

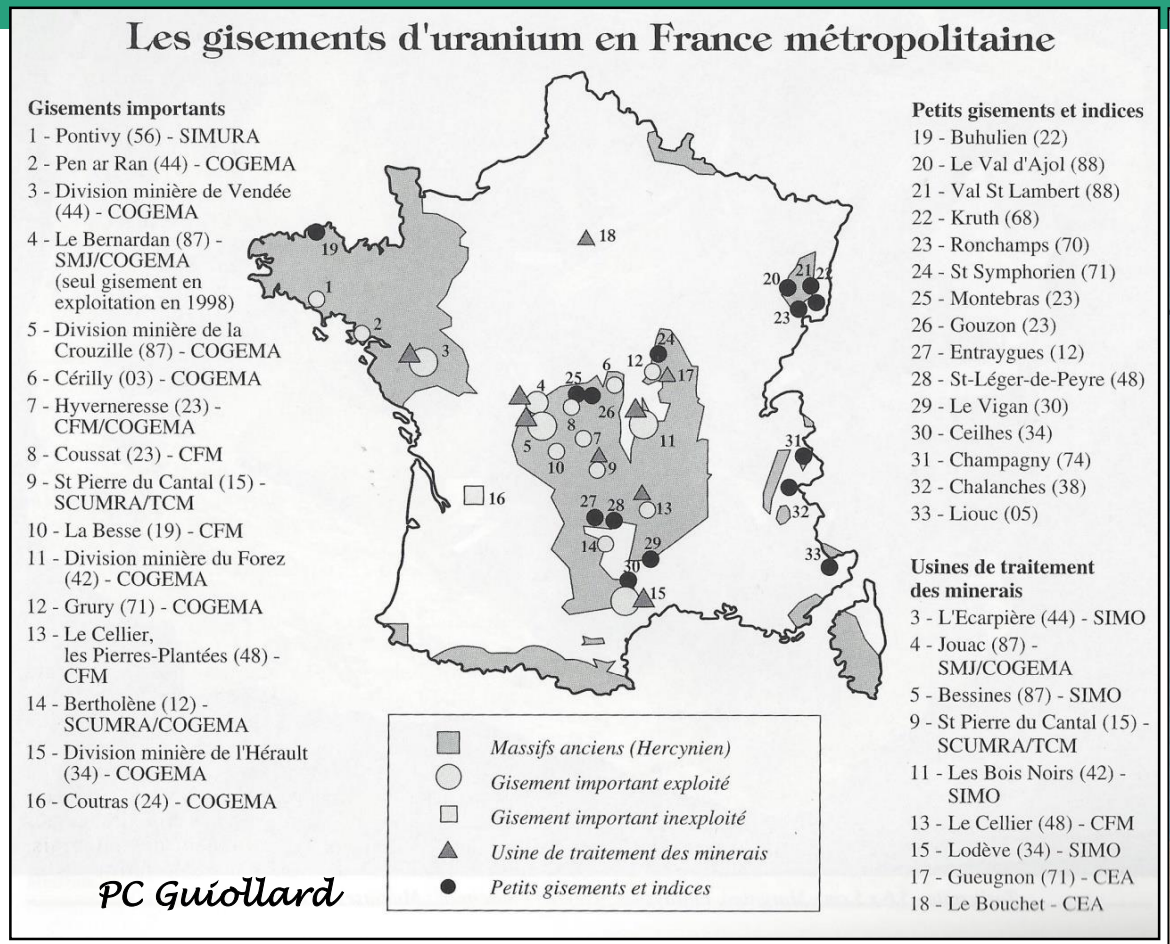
Site reconverti en stockage d'hydrocarbures stratégique (1975-1993)
Réservoir 1,5 Mm3 flanc Nord

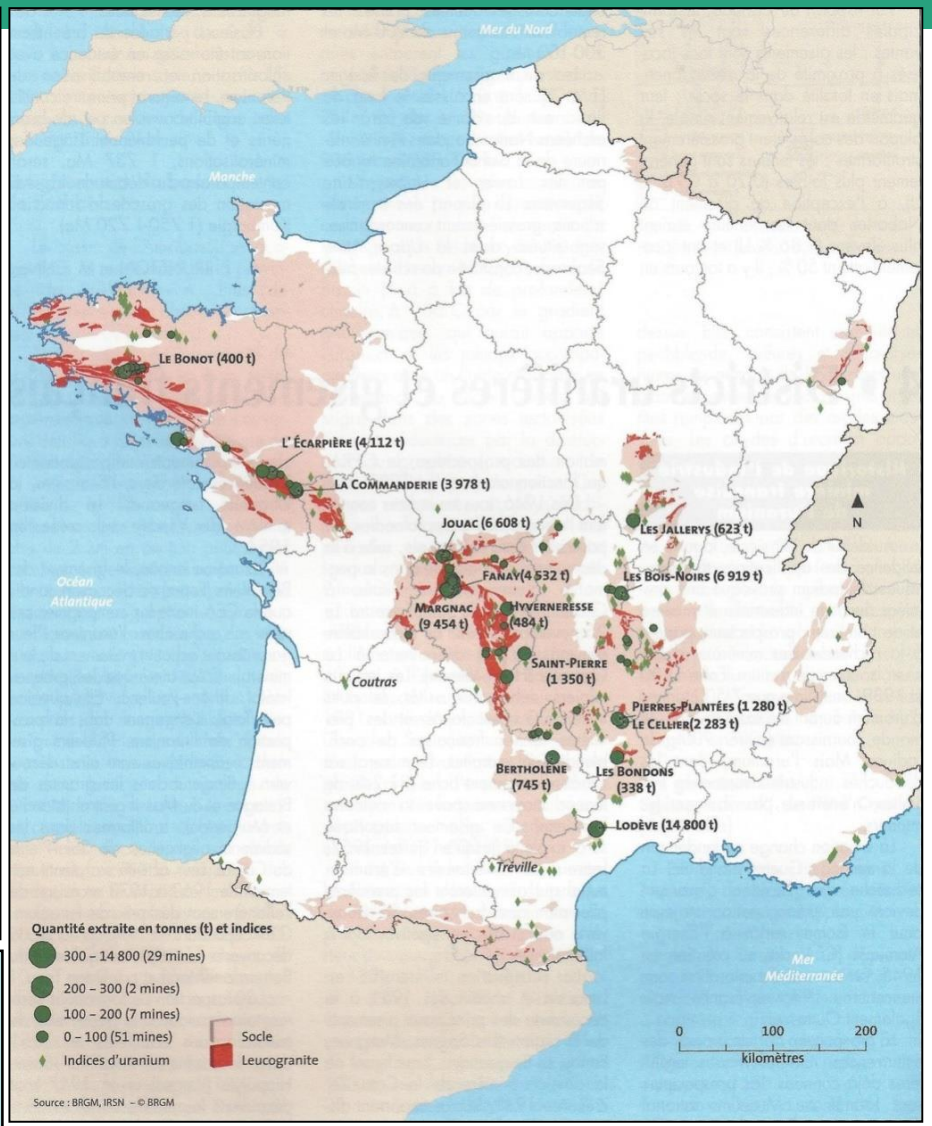




INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

L'uranium





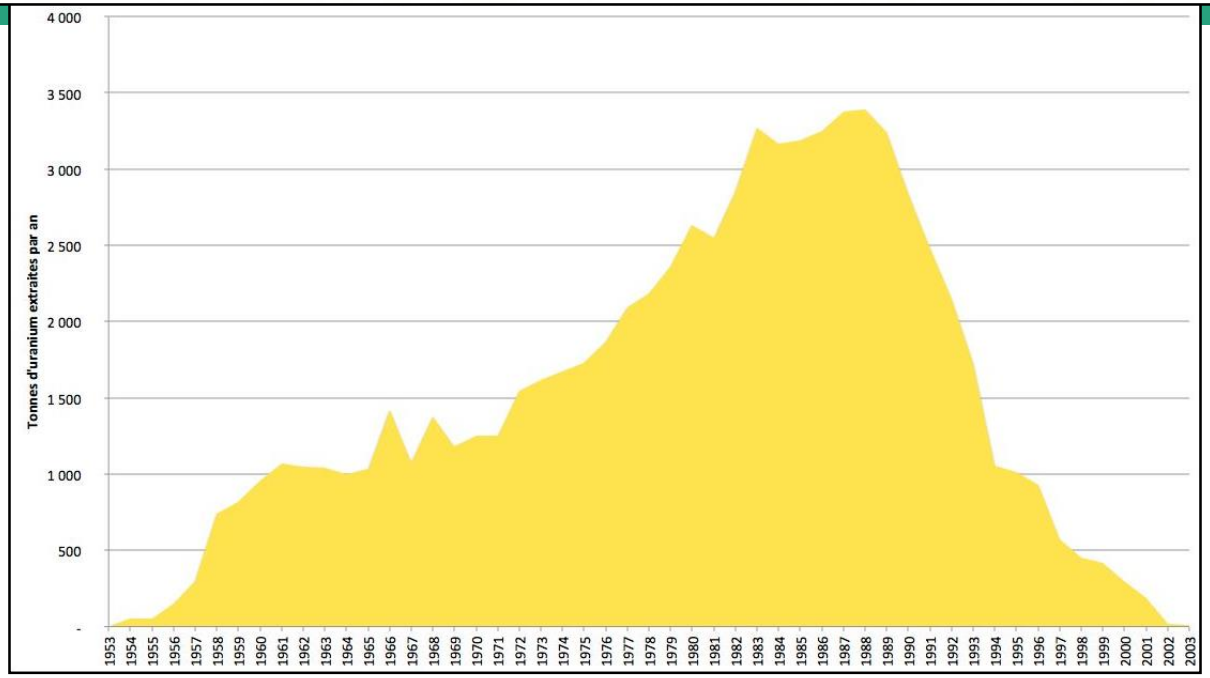
Inventaire des sites uranifères démarré en 1945 avec la création du CEA

Découverte des premiers gisements d'Henriette (Limousin) et des Bois Noirs (Forez) dans les massifs granitiques hercyniens.
Activation des prospections de pechblende dans le Massif Central et Armoricain
Découverte de gisements sédimentaires dans le permien de l'Hérault (Lodève) ou les fossés oliogocènes du Massif Central (Limagnes)
Fin années 1960 : les principaux districts unranifères étaient découverts et les Divisons minières créées
(Crouzille, Vendée, Forez, Hérault)
Exploitations par travaux souterrains ou découvertes

INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

L'uranium

Production d'uranium des mines en France, de 1953 à 2002. Production totale cumulée : 75 965 tonnes



2003 : début de l'inventaire national des sites miniers d'uranium

MIMAUSA
Mémoire et Impact des Mines d'urAniUm : Synthèse et Archives

(IRSN)

Principaux gisements

CANTAL : St-Pierre du Cantal	**(1958 - 1981, 1350 t)**
CORREZE : Auriac, site La Besse	**(1960 - 1993, 1046 t)**
HERAULT : Lodève, site du Bosc	**(1959 - 1997, 14630 t)**
LOIRE: St-Priest-La-Prugne, site des Bois Noirs	**(1955 - 1980, 6919 t)**
LOIRE-ATLANTIQUE : Gorge, site Chardon	**(1965 - 1991, 3570 t)**
LOIRE-ATLANTIQUE : St-Crespin, site L'Ecarpière	**(1955 - 1990, 4112 t)**
LOZERE : St Jean la Fouillouse, site Le Cellier	**(1956 - 1988, 2283 t)**
LOZERE : Grandieu	**(1958 - 1987, 1280 t)**
DEUX-SEVRES : Le Temple, site La Commanderie	**(1955 - 1991, 3978 t)**
HAUTE-VIENNE : Jouac, site Le Bernardan	**(1977 - 2001, 6608 t)**
HAUTE-VIENNE : St-Sylvestre, site Fanay	**(1951 - 1992, 4542 t)**
HAUTE-VIENNE : Razes, site Le Fraisse	**(1965 - 1990, 1069 t)**
HAUTE-VIENNE : Compreignac, site Margnac	**(1953 - 1995), 9454 t)**
HAUTE-VIENNE : Bessines, site Puy Teigneux,	**(1955 - 1972), 2124 t)**

2001 : arrêt de la dernière exploitation à Jouac (Haute-Vienne)

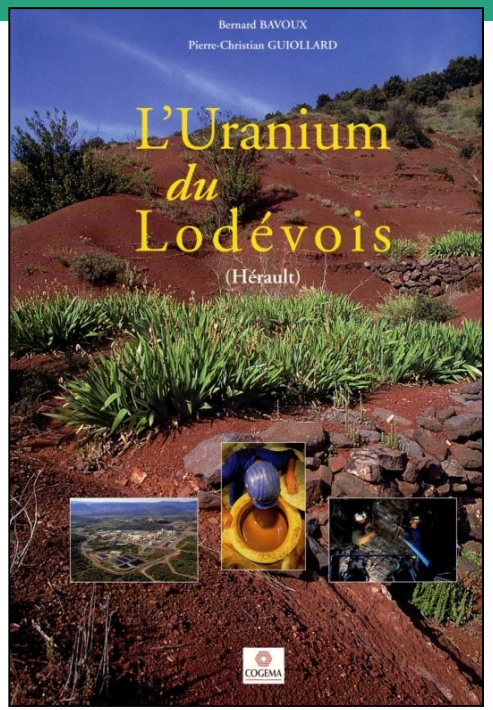
En France, près de 200 sites miniers et huit usines ont été exploités permettant une production totale de 76 000 tonnes d'uranium.

Les gisements français étaient assez petits et pauvres comparés aux gisements situés au Niger, Gabon, Australie et Canada.

La fermeture généralisée des mines a été entamée à la fin des années 1980

INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

Mine d'uranium de Lodève (Hérault)



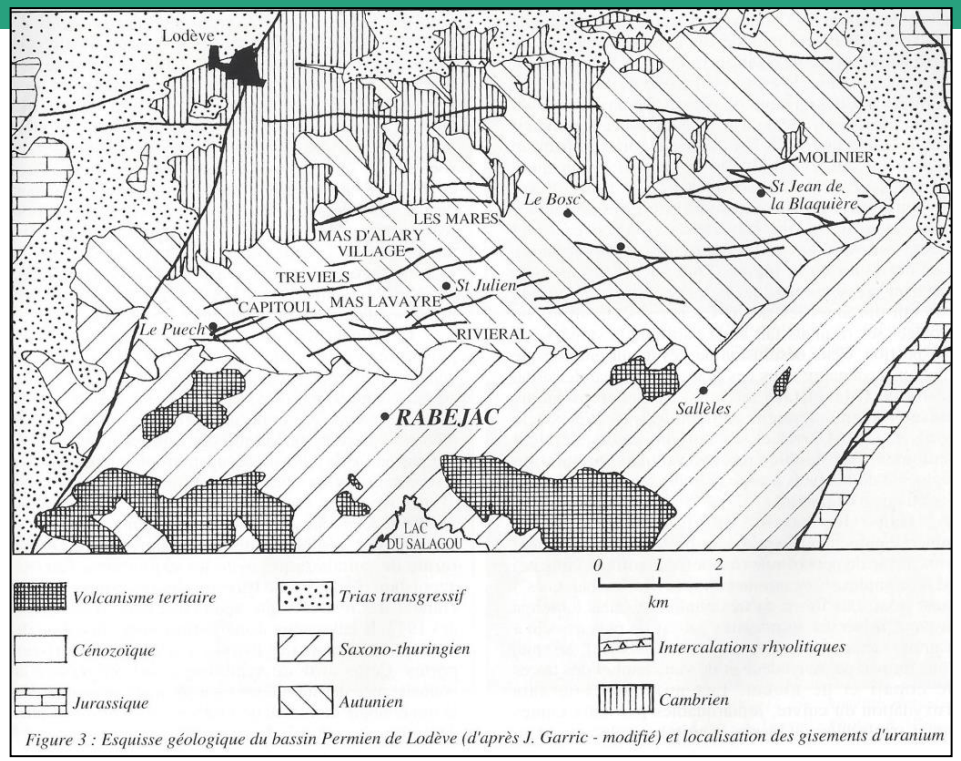
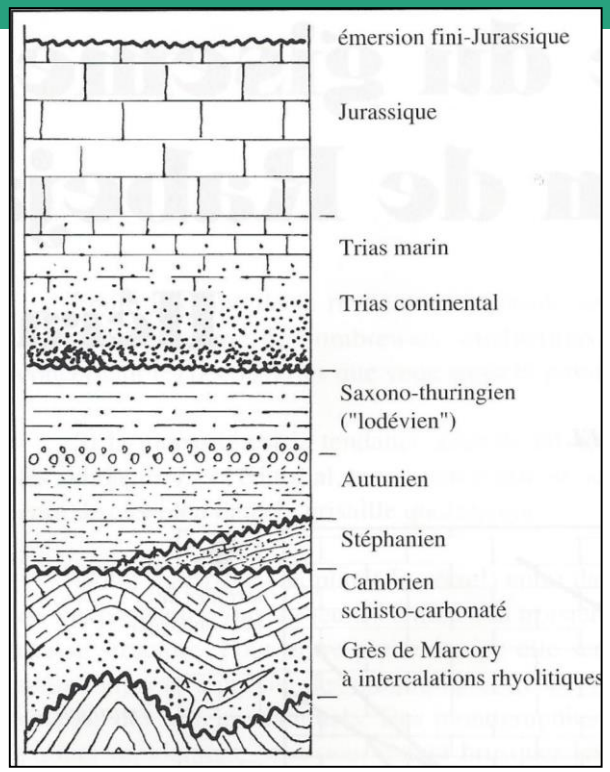
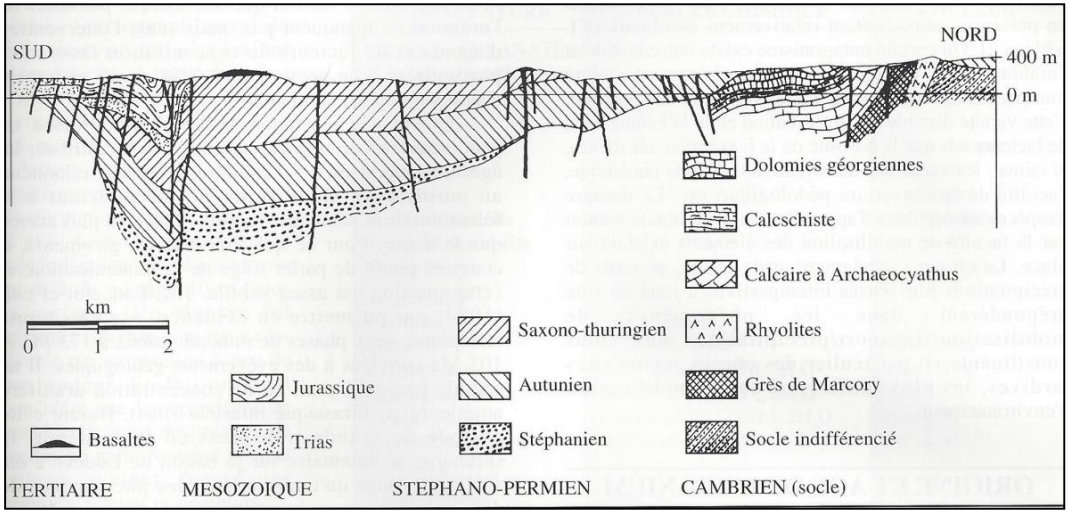


Figure 3 : Esquisse géologique du bassin Permien de Lodève (d'après J. Garric - modifié) et localisation des gisements d'uranium

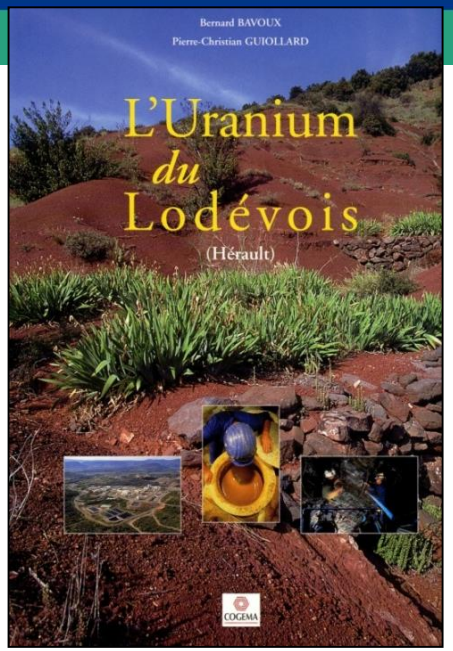


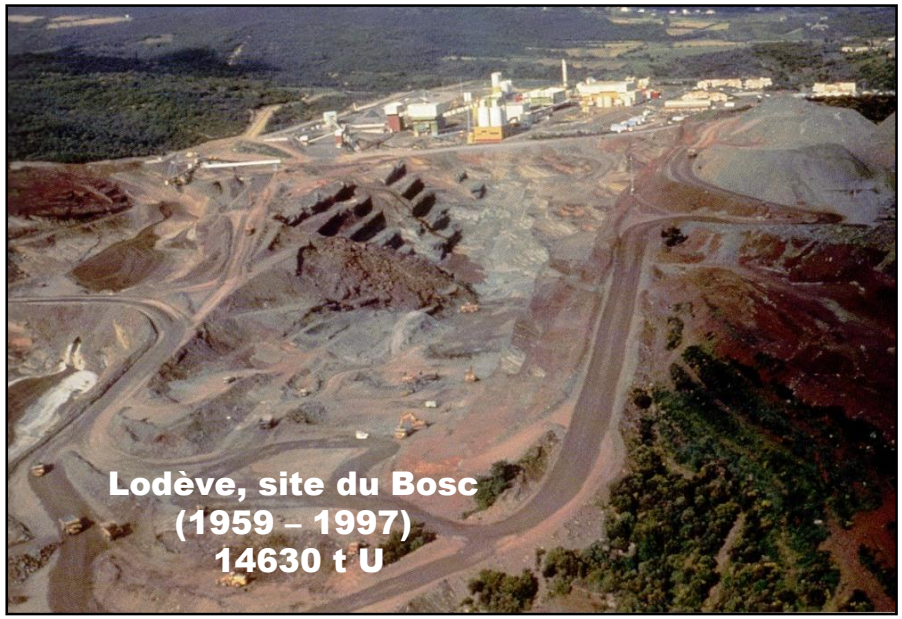
Lodève, site du Bosc
(1959 – 1997)
14630 t U

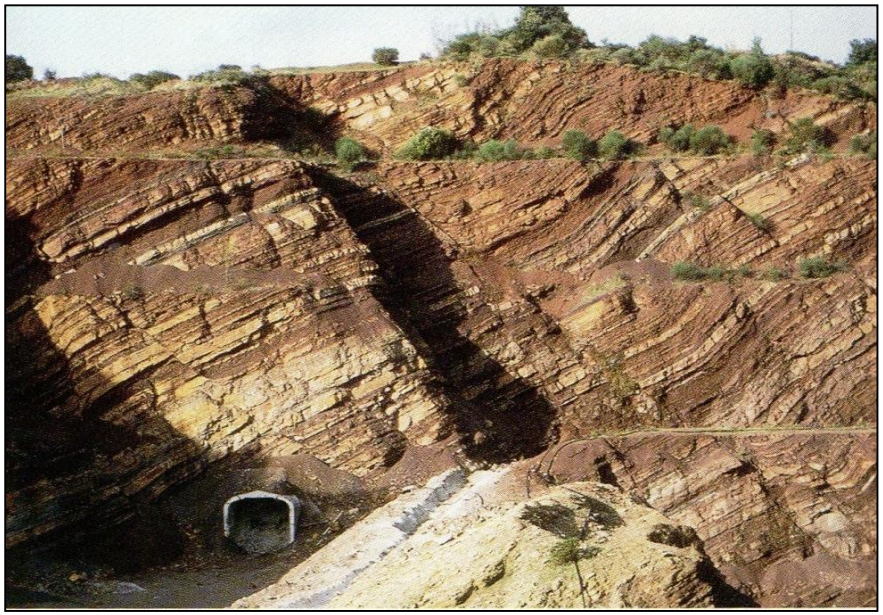


INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

Mine d'uranium de Lodève (Hérault)

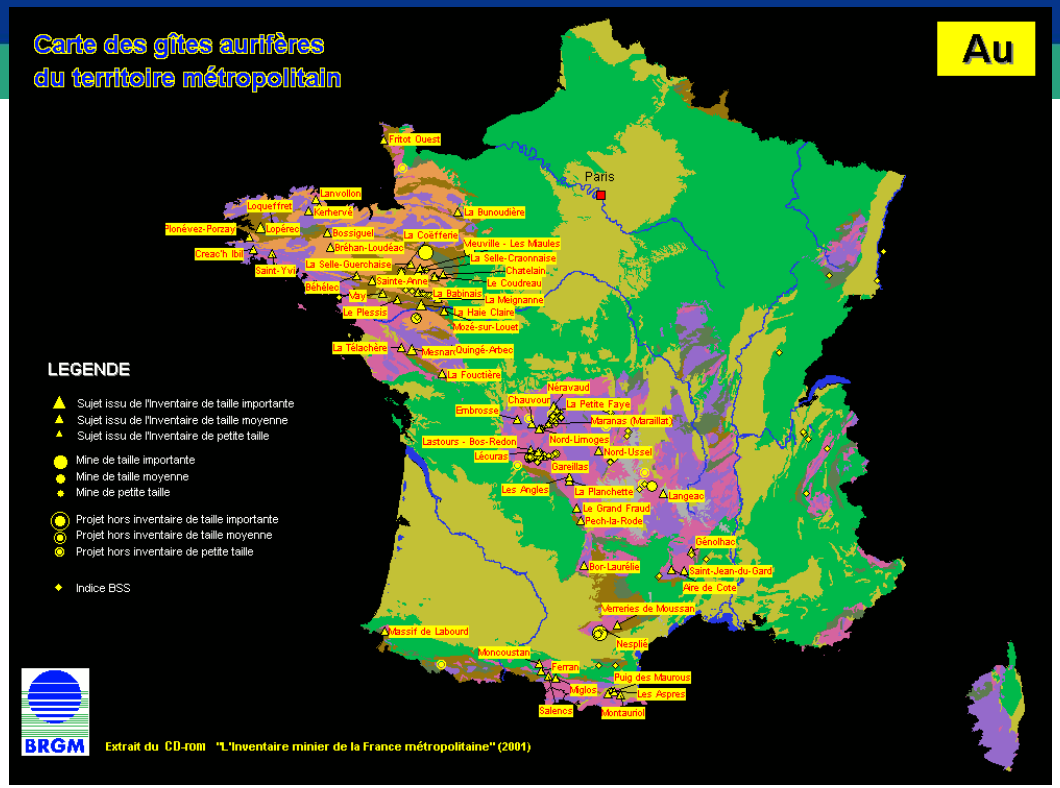






INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

L'or



Gisements alluvionnaires exploités depuis le néolithique (orpaillage)
Rhin, Rhône, Cévennes, Pyrénées, Var

puis mines celtes et gallo-romaines(Limousin, Morvan, Bretagne)

Le site de La Gardette (Isère) est la première mine moderne mise en exploitation (découverte 1717)

La première concession délivrée est celle de Pontvieux (Puy de Dôme, 1847)

Le procédé de cyanuration mis au point en 1888 relance l'activité minière de l'or.

Ruée début XX° vers les gîtes gaulois du Limousin découverts par Malllard en 1856 pour exploiter l'aval-pendage des gîtes :

Beaune-les-Mines (1912- 1934),
Le Chatelet (1906-1955),
Cheni (1919-1944),
Nouzilléras (1909-1931),
Cros-Gallet / Le Bourneix (1982-2001)
(Haute-Vienne)

La Petit Faye (Creuse, 1900-1910, 1951-1962)

La Bellière (Maine-et-Loire, 1907-1952)

La Lucette (Mayenne, 1895-1934), co-produit de l'antimoine

Salsigne (Aude, 1912-200)

Production métropolitaine évaluée à 800 t depuis l'antiquité, chiffrée à 185,6 t pour le XX° siècle dont une centaine de tonnes pour le district de Salsigne

INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

Mine d'or de Salsigne (Aude)

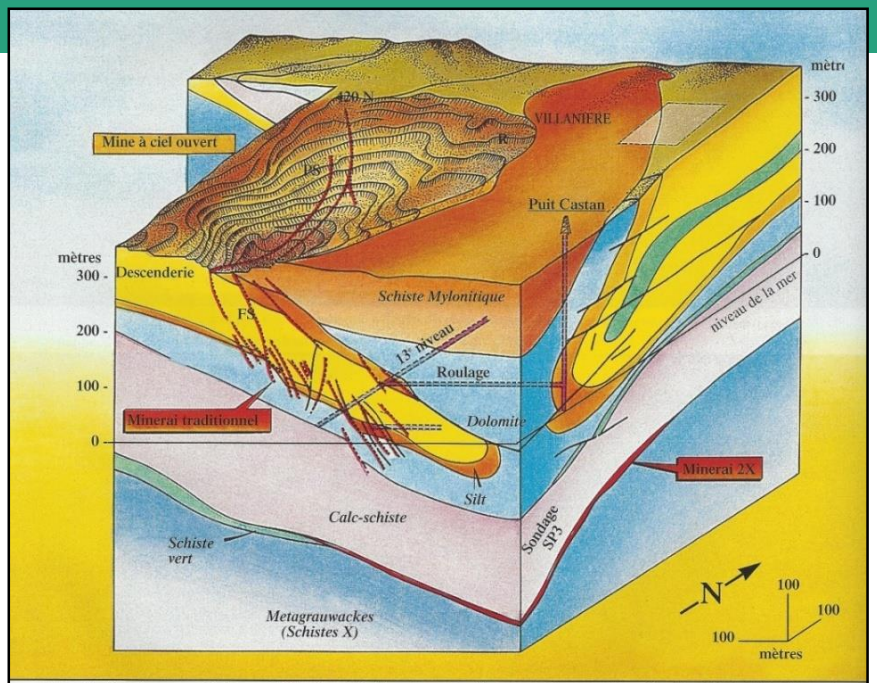


Figure 7 : bloc-diagramme du gisement de Salsigne. FS : filons du système Fontaine de Santé. R : Filons Ramèles. 420 N : faille 420 nord

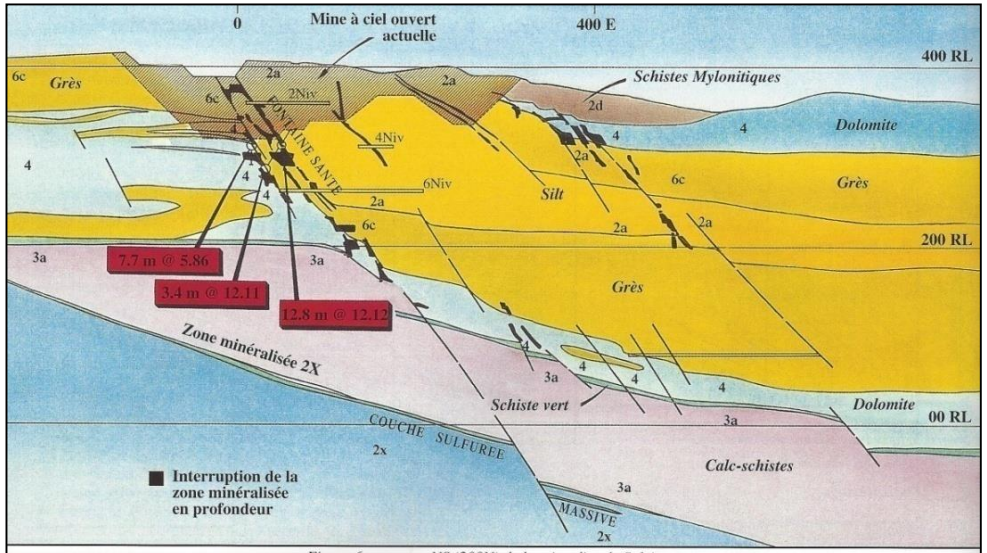
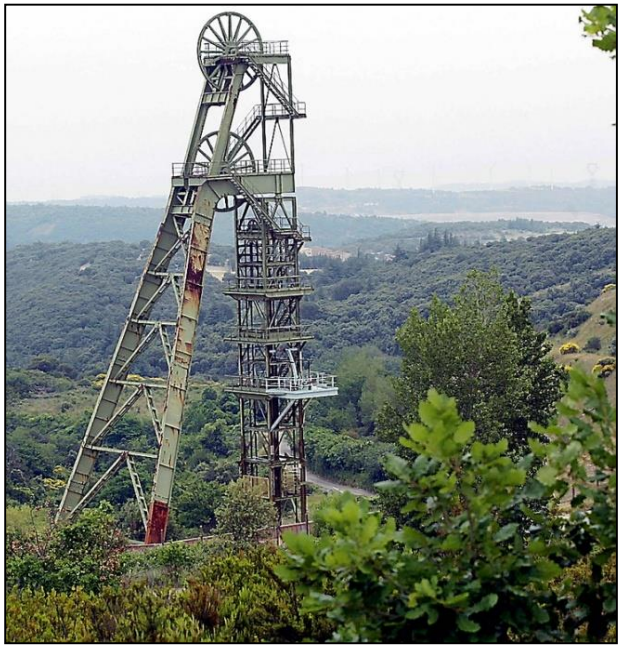
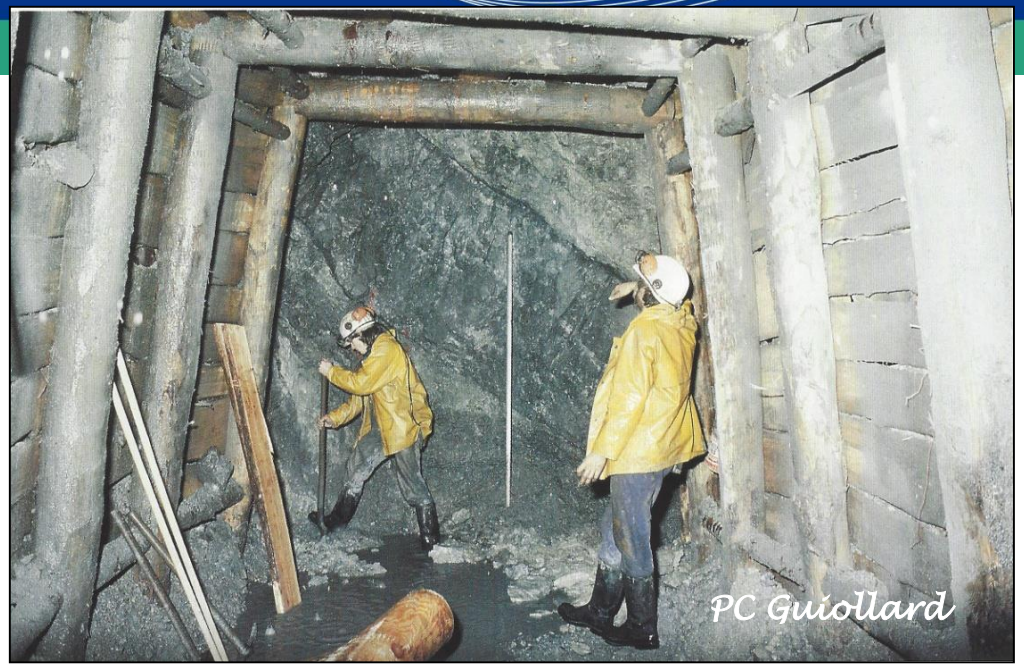


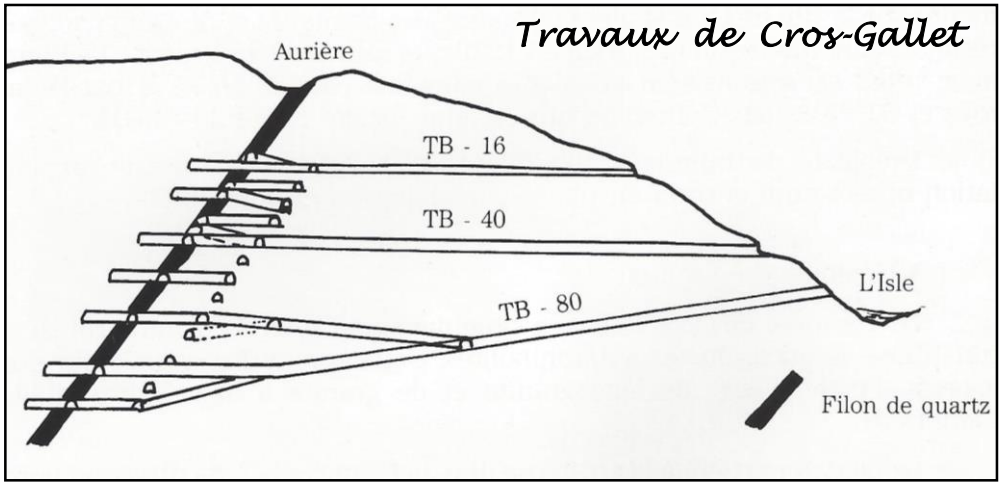
Figure 6 : coupe = NS (200N) de la mine d'or de Salsigne



INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

L'or du Limousin

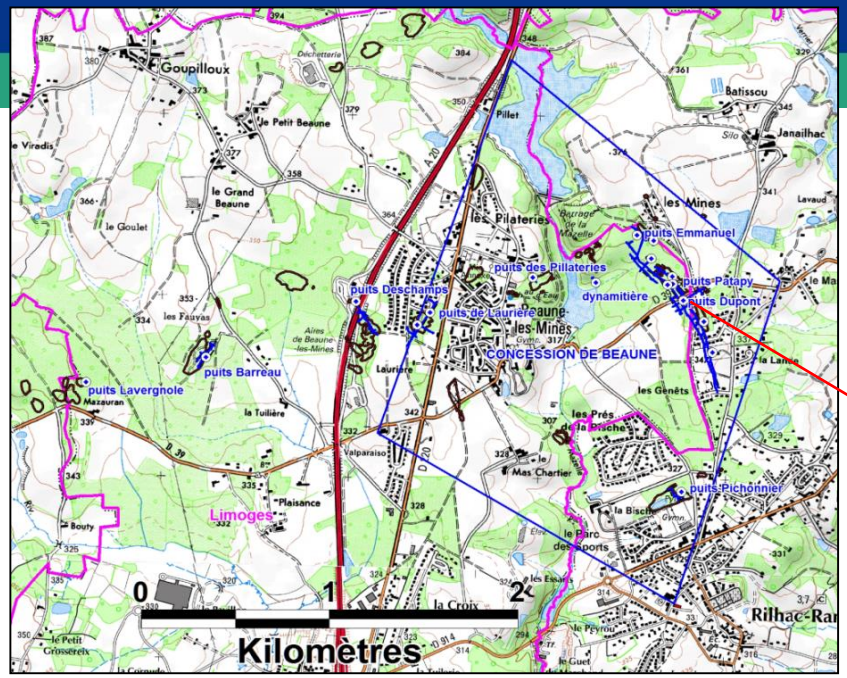


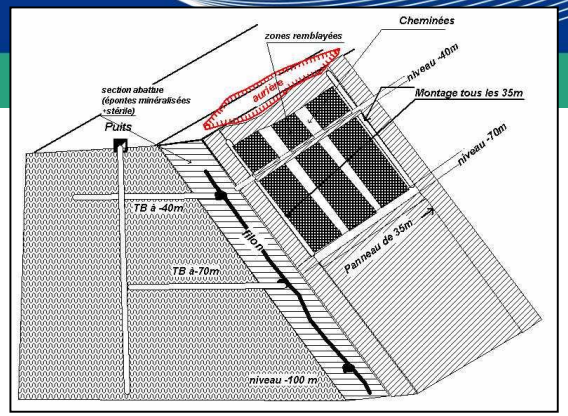


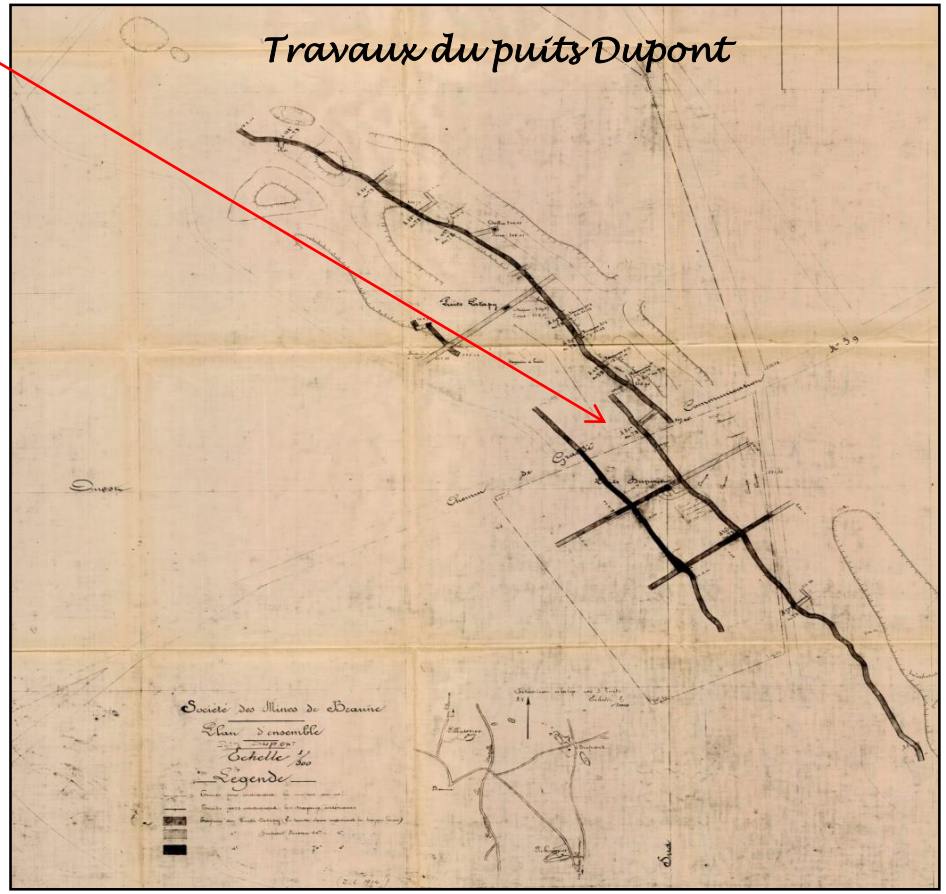
Chargeur à la mine d'or du Bourneix (Haute-Vienne)

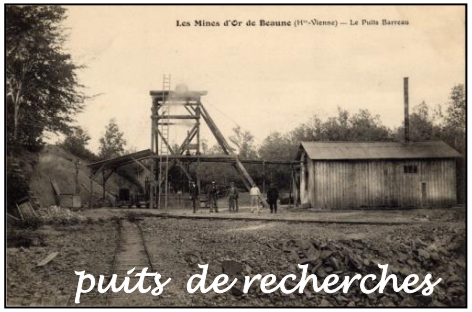
INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

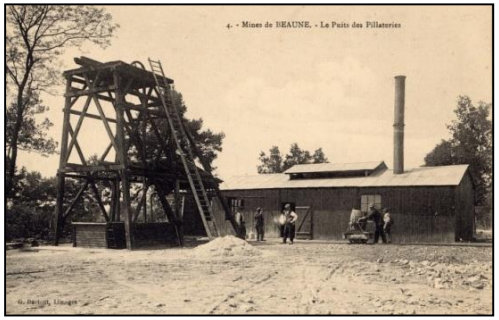
L’or du Limousin, exploitation de Beaune-les-Mines





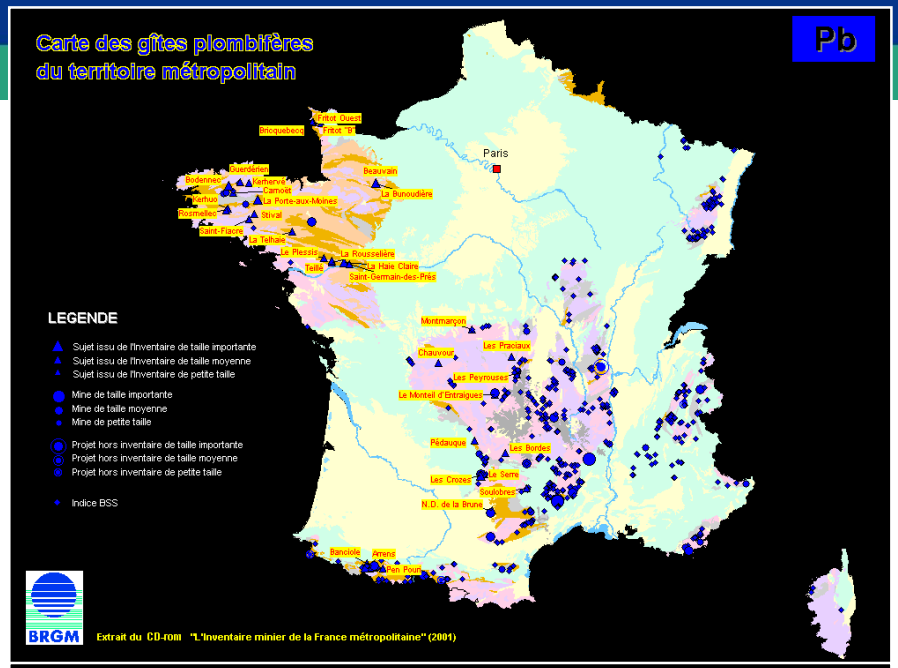


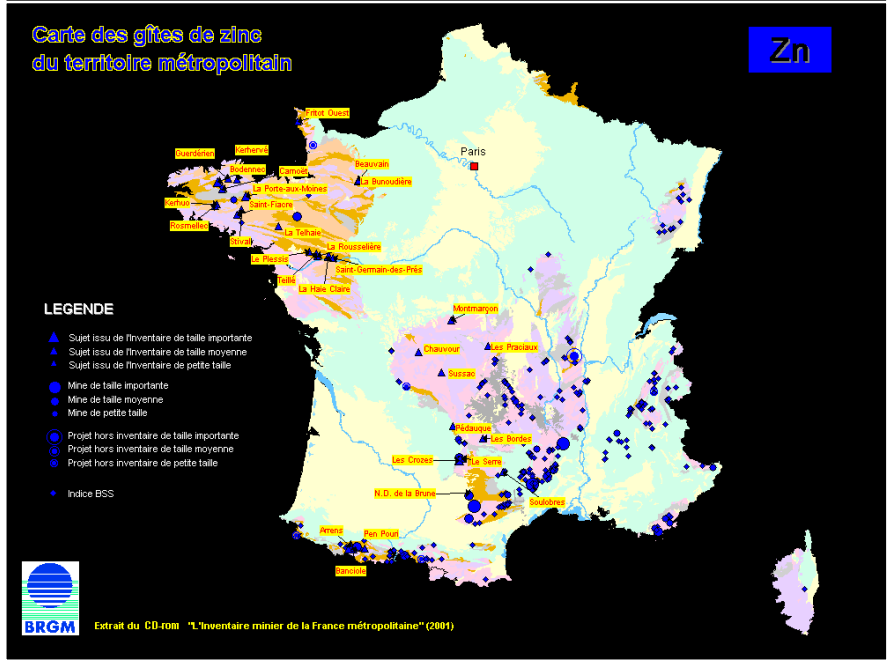




INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

Le plomb et le zinc





Minéralisation Pb Zn + Ag associées aux massifs anciens :
massif Central, Armoricain, Pyrénées, Alpes…

PLOMB

Plomb production estimée à 1,8 Mt métal de 1800 à 1991
Dernière mine : Les Malines (Gard)
60 mines ont fourni plus de 1000 t de Pb

Amas sulfurés, gisements filoniens, gisements stratiformes sur les bordures triasiques et jurassiques cévenoles ou morvandelles, gisements volcano-sédimentaires dévoniens

Largentière (30)	356 000 t
Pontpéan (35)	155 000 t
La Plagne (73)	126 600 t
Les Malines (30)	100 000 t
Ste-Marie-aux Mines (88)	100 000 t
La Croix-aux-Mines (88)	80 000 t
La Baume (12)	77 000 t
Peyrebrune (81)	64 000 t
Giromagny (90)	50 000 t
Pontgibaud (63)	50 000 t
La Loubatière (11)	48 000 t
La Rabasse (34)	48 000 t
Villemagne (30)	39 600 t
La-Croix-de-Pallières (30)	34 000 t
St-Sébastien-d'Aigrefeuille (30)	30 000 t

ZINC

Zinc : France; 3ième producteur mondial
production totale ?
20 mines ont eu des productions supérieures à 10 000 t, 15 de plus de 1 000 t

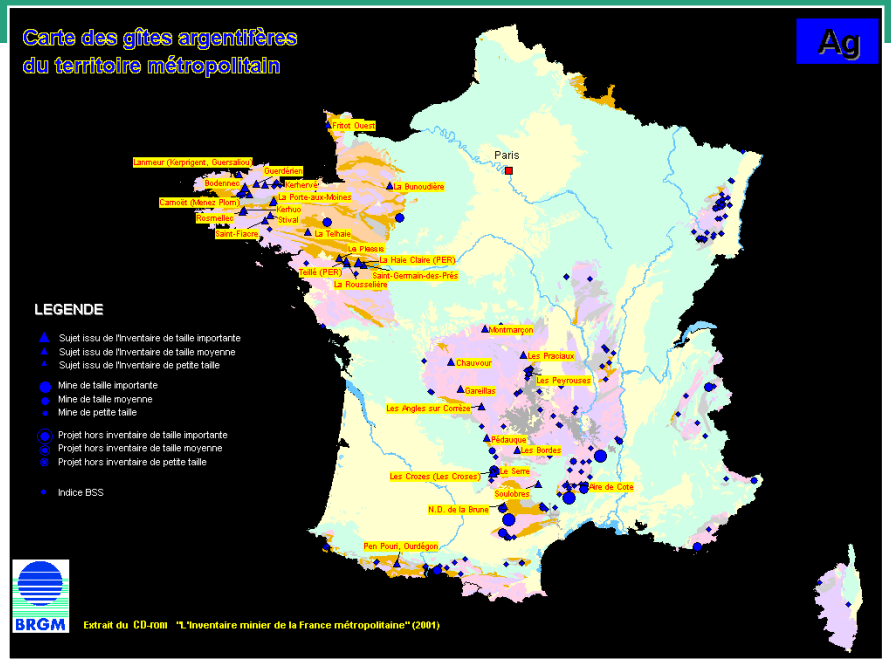
Production de classe mondiale pour les Malines (30) : plus de 1 Mt Pb + Zn

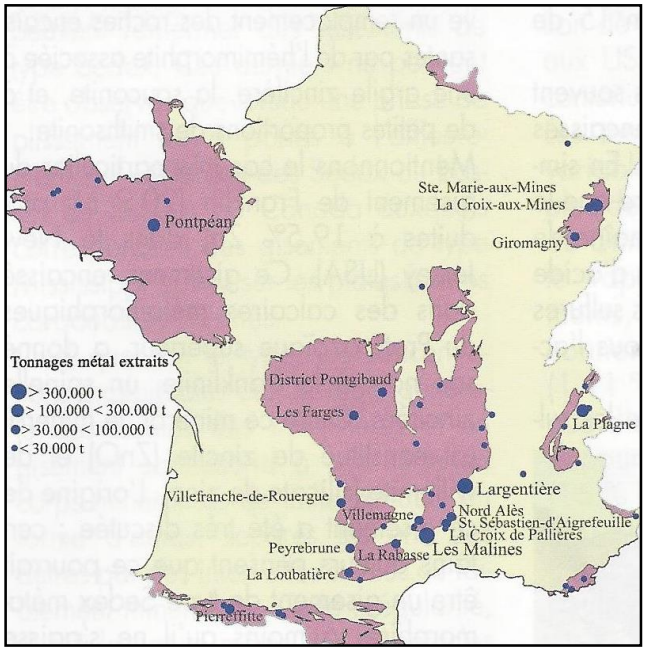
Principaux sites :

Saint-Salvy (81)	350 000 t
Pierrefitte (65)	180 000 t
Les Bormettes (83)	162 000 t

INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

L'argent





ARGENT : production cumulée évaluée à 5 t métal

Sous-produit des mines d'or et métaux de base (Pb, Zn, Cu)

Plomb argentifère exploité très tôt dans la Montage Noire (Hérault), les Vosges et le Poitou (Melle)

Principaux gîtes
Ste-Marie-aux-Mines (Vosges) 1 000 t
Largentière (Ardèche) 710 t

Les Malines (Gard)
La Plagne (Savoie)
Salsigne (Aude)
Saint-Salvy (Tarn)
Pontpéan (Ile- et-Vilaine)
La Baume (Aveyron)
Peyrebrune (Tarn)
Pierrefitte (Pyrénées-Atlantique)
La-Croix-aux-Mines (Vosges)
La Rabasse (Hérault), Giromagny (Belfort)
Pontgibaud (Puy-de-Dôme)

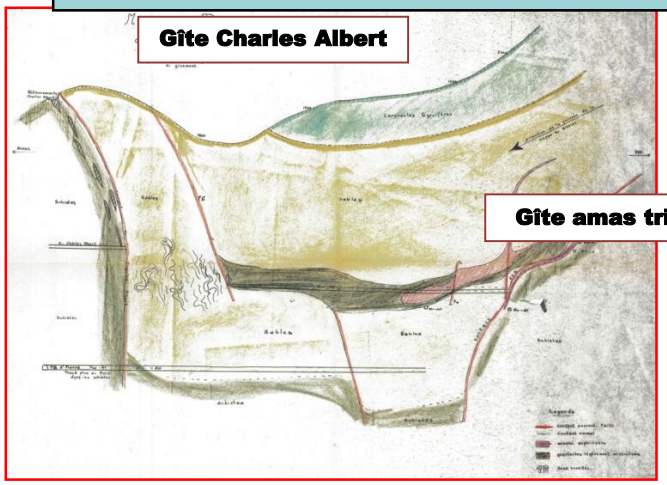
Dernière production importante :
mine de zinc de St-Salvy, fermée en 1993

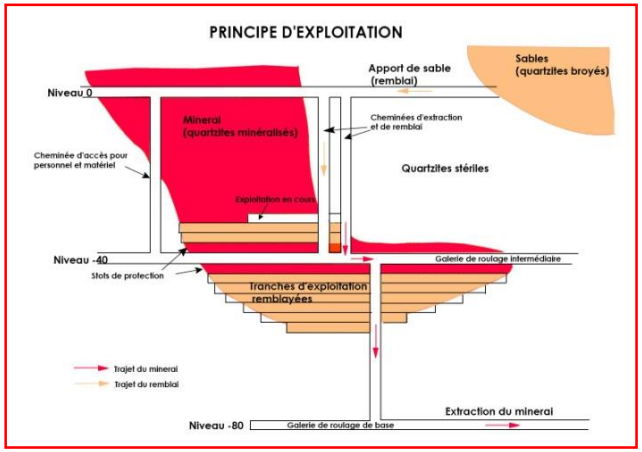
INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

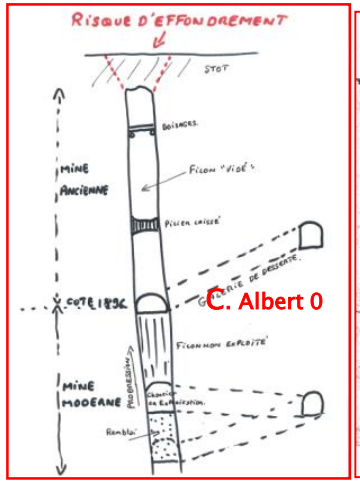
Mine de plomb argentifère de Macot – La Plagne (Savoie)

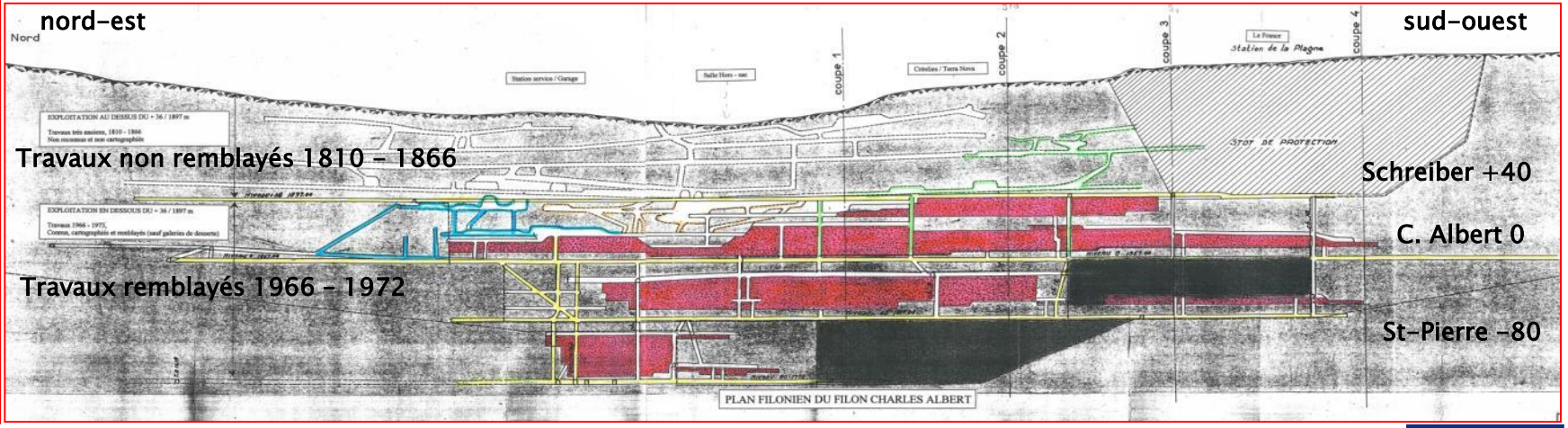
Exploitation antique (gallo-romains, sarrazins)
Travaux modernes de 1810 – 1866 (Franco-Savoisienne) puis 1901 à 1973 (Mines de La Plagne / Penarroya)
Production minerai brut galène argentifère : 3,1 Mt
141 000 t de plomb
367 t d'argent

Gîte permien Charles Albert : tranches montantes remblayées (sous-niveaux descendants)
Gîte triasique : gradins renversés , remblayage pneumatique puis remblayage par soutirage des sables du toit (cônes de soutirages)
Premiers travaux non remblayés (1810 – 1866)



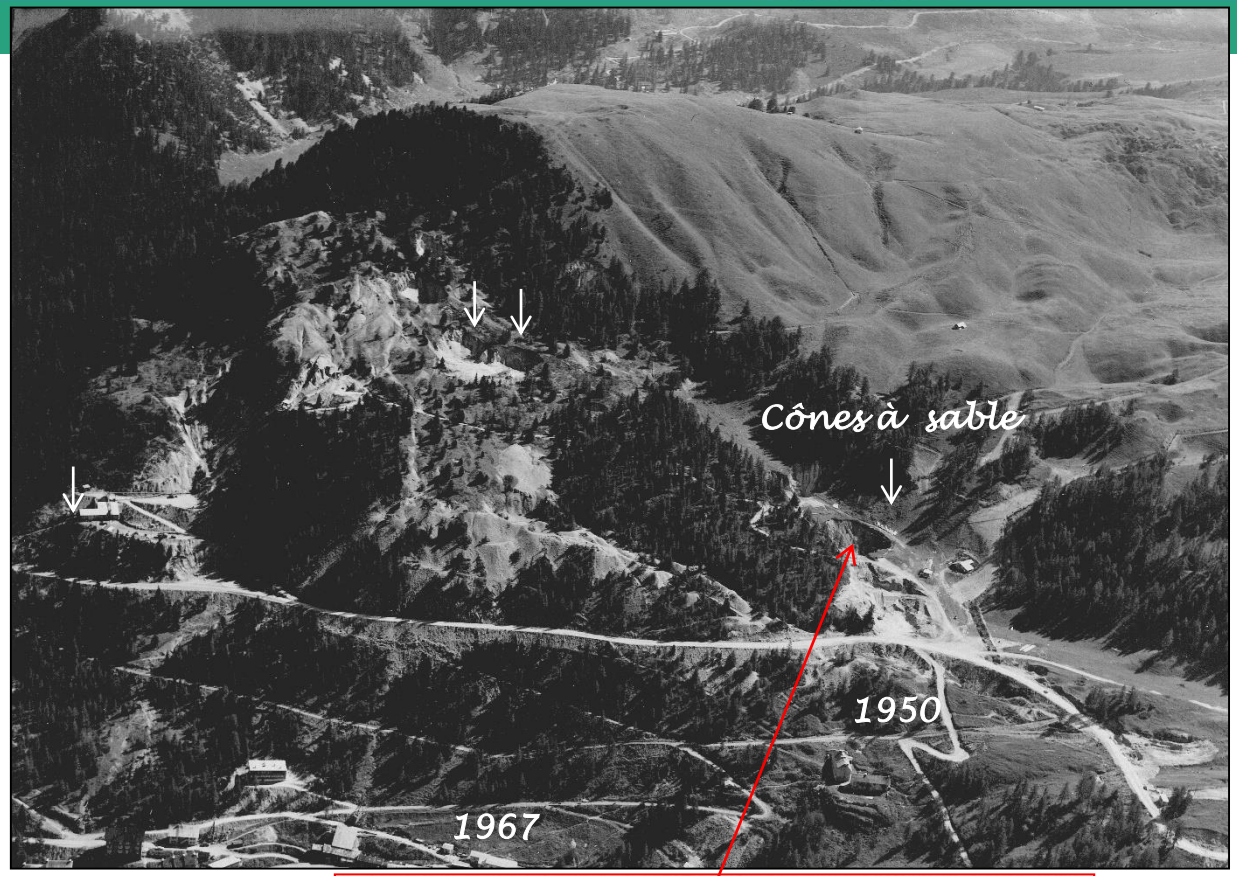


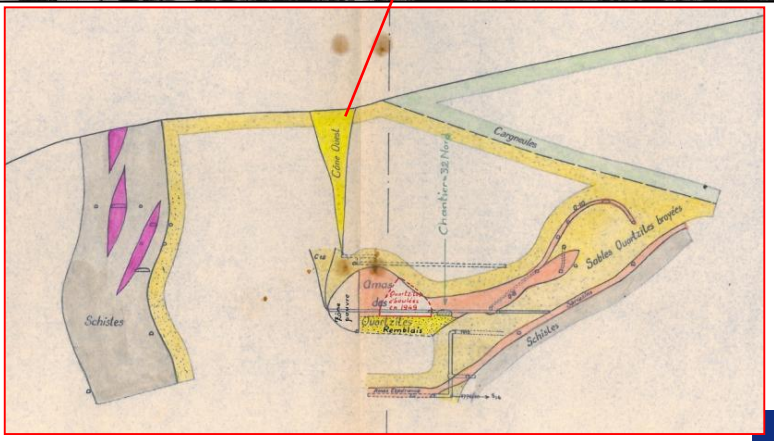




INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

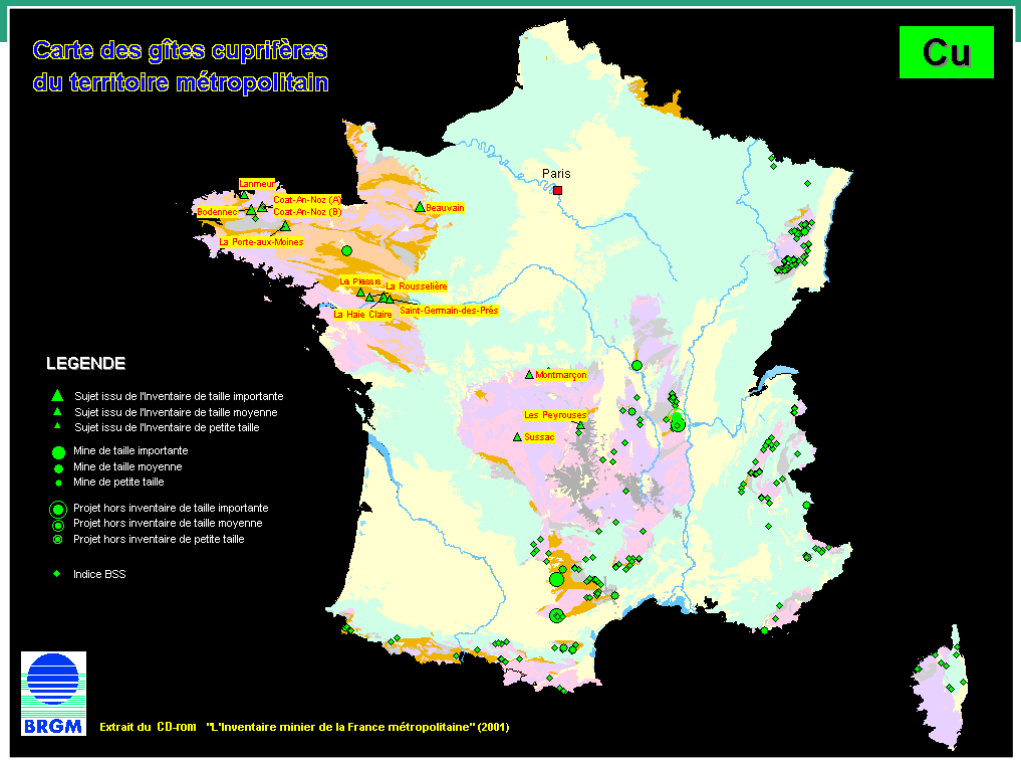
Mine de plomb argentifère de Macot – La Plagne (Savoie)





INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

Cuivre



CUIVRE

Production modique de 0,1 Mt métal

Gîtes antéhercyniens + couverture permo-triasique

Exploitation des gîte d'enrichissement supergène puis grillage de la pyrite des amas sulfurés (St-Bel, 69, Chizeuil, 71, Salsigne, 11)

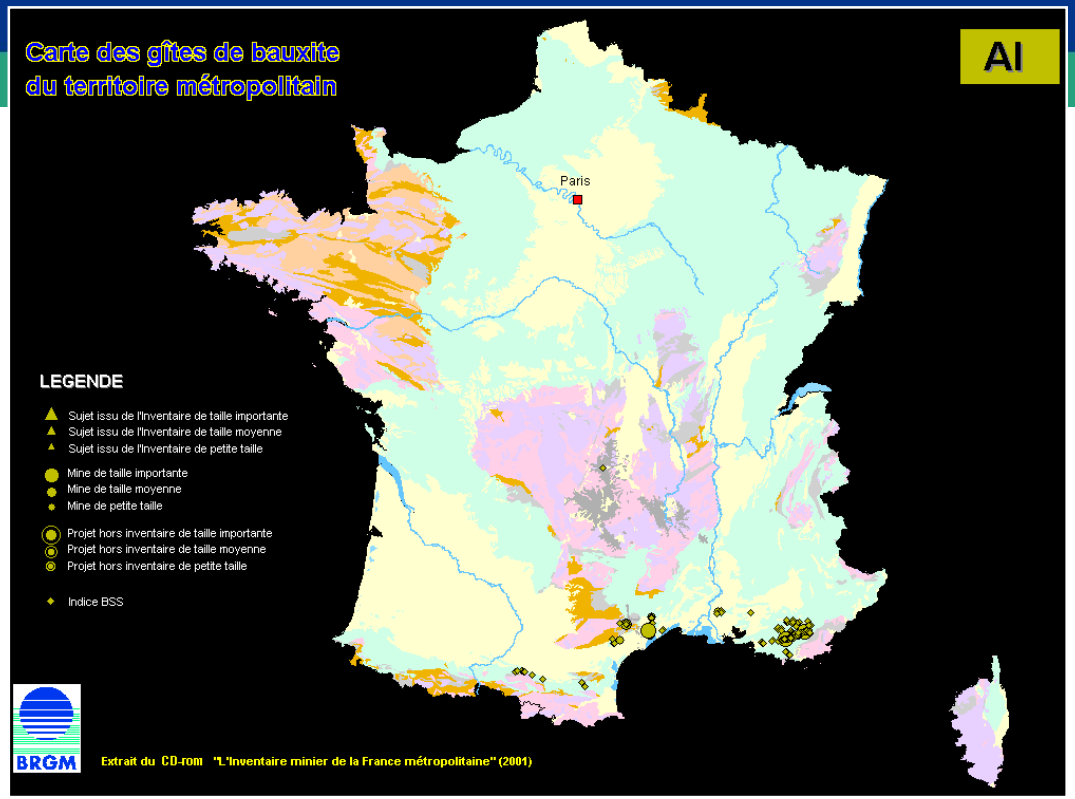
Une vingtaine de sites a fourni une production significative sur 200 indices miniers

Dernière production à Salsigne (sous-produit traitement or)

Salsigne (Aude)	30 000 t
Chessy-les-Mines (69)	15 000 t
Sain-Bel (69)	7 000 t
Ste-Marie-aux-Mines (Vosges)	4 000 t
La Croix-aux-Mines (88)	3 000 t
Cap Garonne (83)	80 000 t

Mine musée du cuivre, Cap Garonne (Var)

Aluminium



BAUXITE

Substance devenue minière en 1960

Nom dérivé des Baux-de-Provence

Roche d'altération complexe riche en hydroxydes d'aluminium

Valorisée en 1858
Traitement par attaque soude + électrolyse
(forte consommation électricité)
Sous – produits : vanadium, gallium

Formation bauxitique dans le Midi de la France :
Provence, Languedoc, Pyrénées

Origine : résidus des sols dcaltérations, en condition tropicale (latérites), des roches alumineuses, lors de l'émersion de l'isthme durancien au Crétacé inférieur

Gîtes primaires (altération in situ, Pyrénées)
Gîtes secondaires (érosion et transport des gîtes primaires vers les poches karstiques, Languedoc, Provence)

Gîtes lenticulaires

Production de 101 Mt de 1885 à 1991

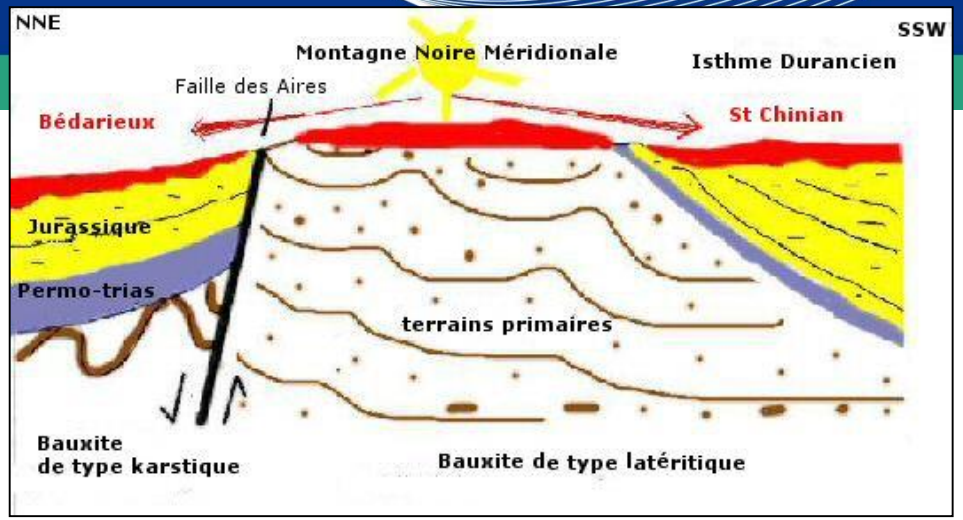
District de Brignoles (Var) plus de 40 Mt
District de Villeveyrac (Hérault) : 43,5 Mt

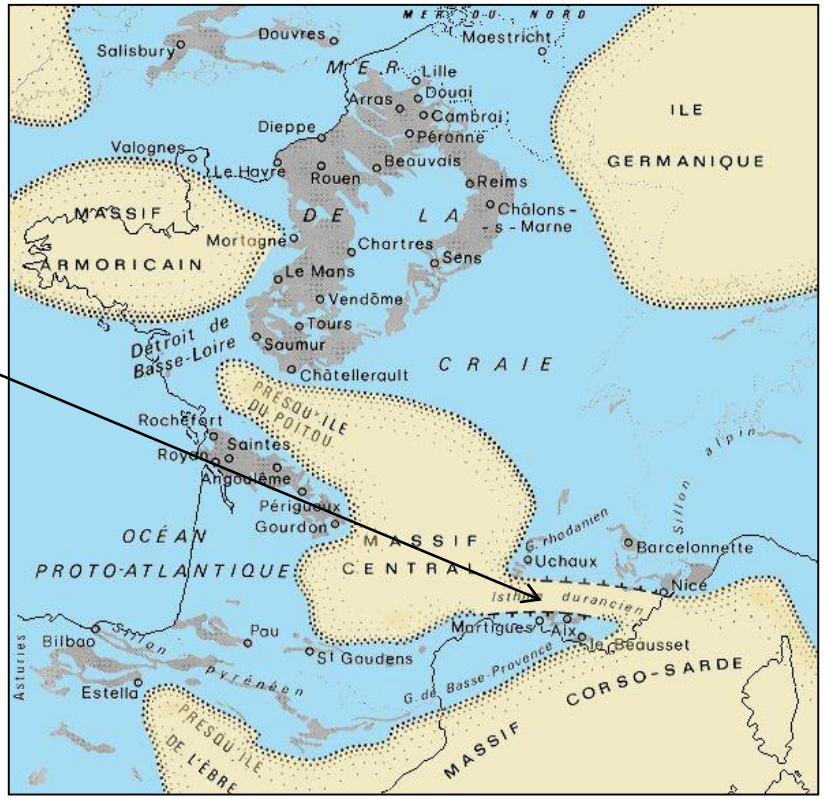
Exploitations à ciel ouvert et en chambres et piliers abandonnés

Projet de mise en exploitation du gisement souterrain de Villeveyrac par Vicat (cimenterie)

INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

Formation de la bauxite au Crétacé, isthme durancien





INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

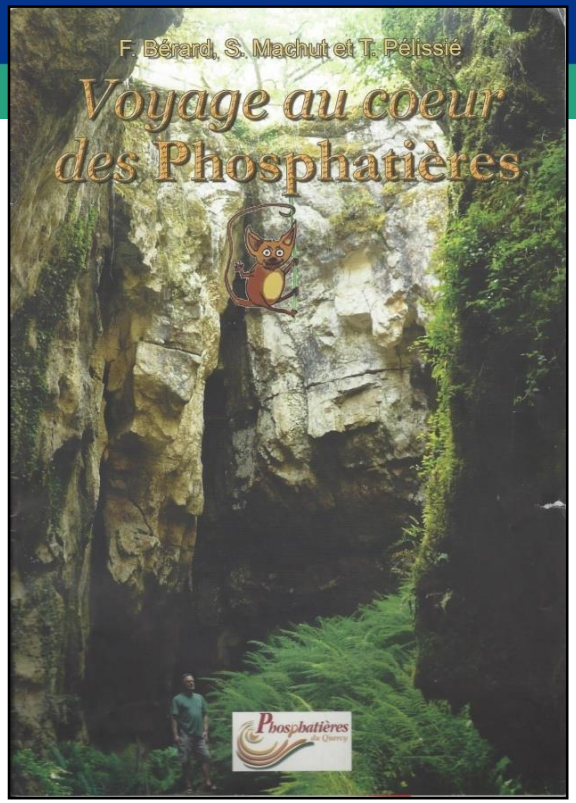
Bauxite

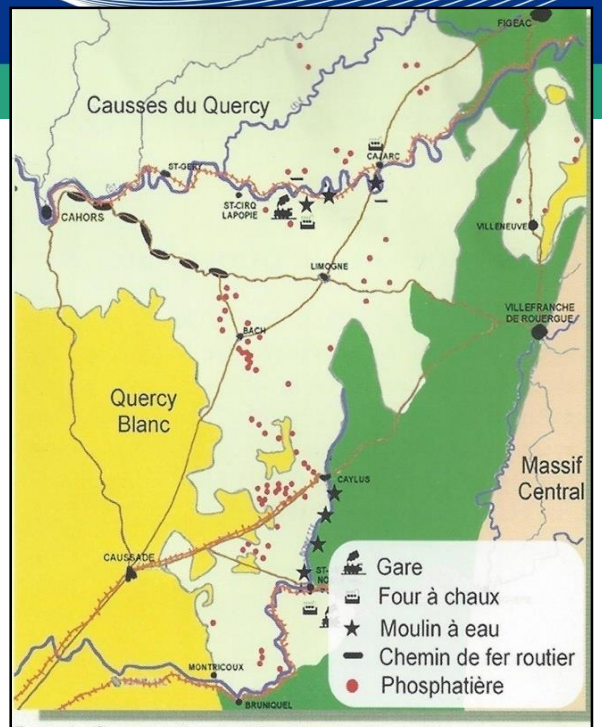
Affleurement bauxite (Var)

Brignole (Var)

Tour de l'Or (Hérault)

Phosphates : phosphorites du Quercy





Dans le Quercy, plus de 300 phosphatières s'étendent sur une zone de 10 km de large et de 50 km de long, de la vallée du Célé aux gorges de l'Aveyron.

PHOSPHATES

Brève activité minière au XIX°

Ruée vers le phosphate

Gisements karstiques du Quercy découverts en 1865

(parcelles de blé plus vigoureuse sur le causse de Caylus)

Pierres blanches affleurantes accusant 86% de phosphate de chaux tribasique

Exploitation de 30 000 t de minerai en carrière (poches karstiques) de 1870 à 1905

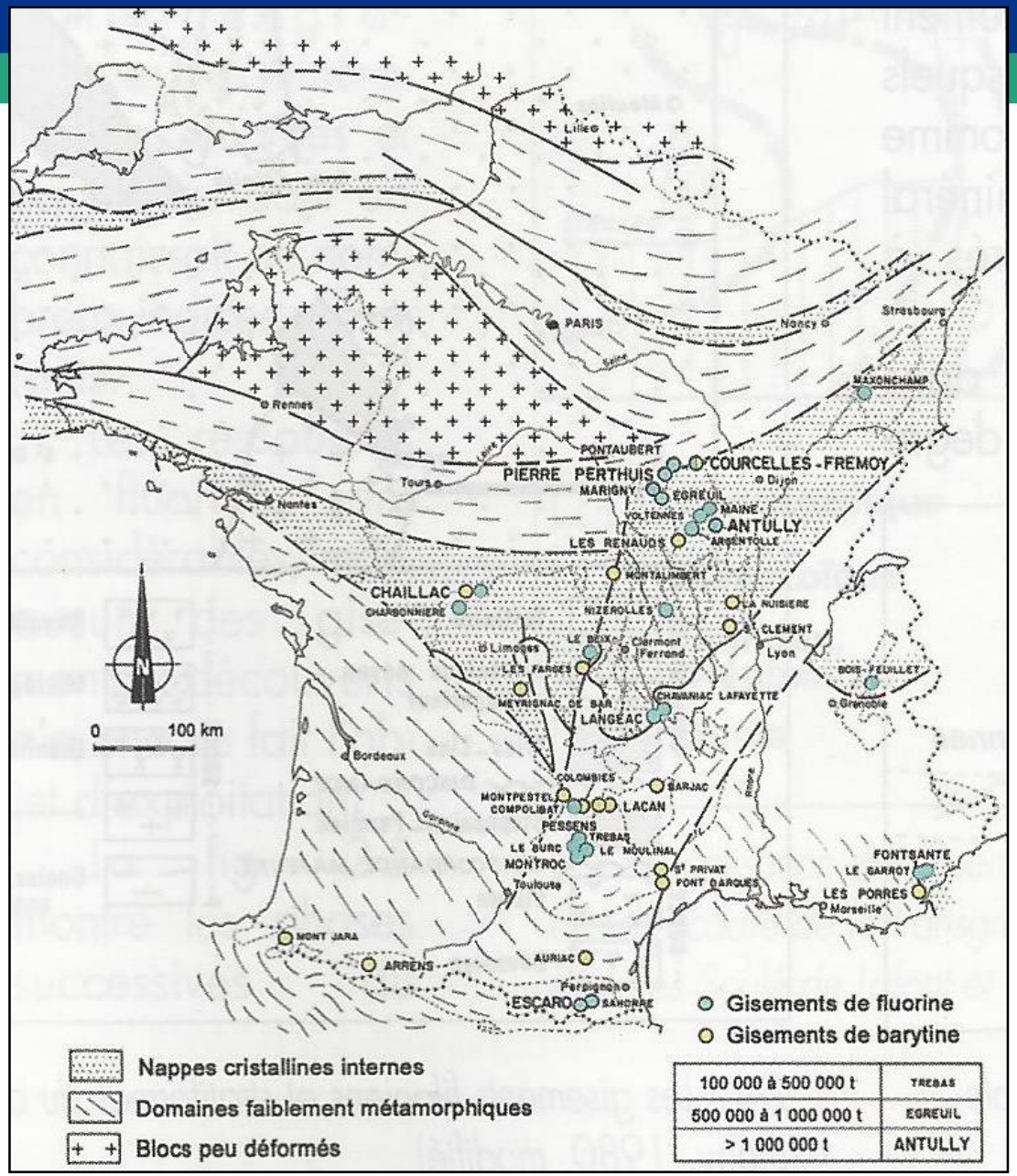
(1939 ouvriers dans 161 carrières en 1886)

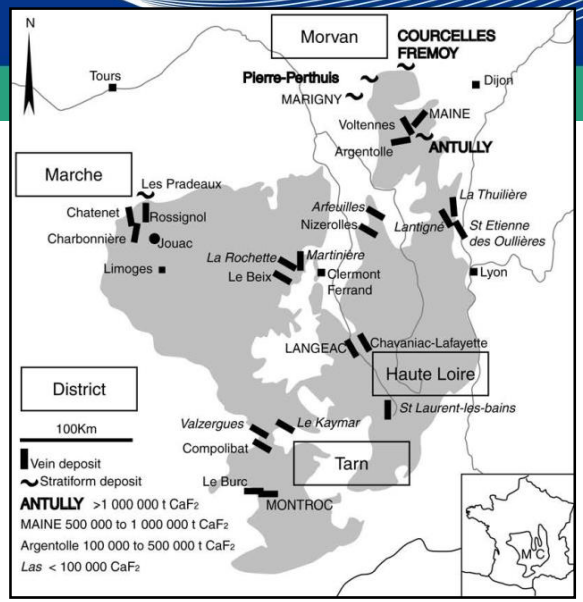
Remplissages des karsts jurassiques par les produits d'altération et d'érosion des sols émergés de l'Eocène supérieur jusqu'à l'Oligocène (pédogénèse sous climat tropical)

Plusieurs centaines de gisements exploités dans le Lot, le Tarn-et-Garonne, le Tarn, l'Aveyron (affleurements calcaires jurassiques)

Gisements du Bas-Languedoc exploités à Quissac, Uzès, Tavel (30) vers 1881- 1900 en galeries, de moindre importance

Fluorine





FLUORINE

Substance devenue minière en 1960 (besoins métallurgie)

Gîtes filoniens (socle hercynien) ou stratiformes (niveaux de base de la série mésozoïque transgressive sur le socle hercynien : trias, infra-lias)

Production 1861 - : 11 Mt

60 titres miniers

5 sites ont produit de 0,1 à 0,5 MT de spath-fluor CaF_2

Exploitations à ciel ouvert ou souterraines

Principaux sites

Escaro (66)	2,06 Mt
Fontsante (83)	2 Mt
Montroc (81)	2 Mt
Le Burc (81)	1,2 Mt
Langeac (43)	1,1 Mt
Maine (71)	480 000 t
Le Beix (63)	360 000 t

INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

Gîte de fluorine et barytine de Chaillac

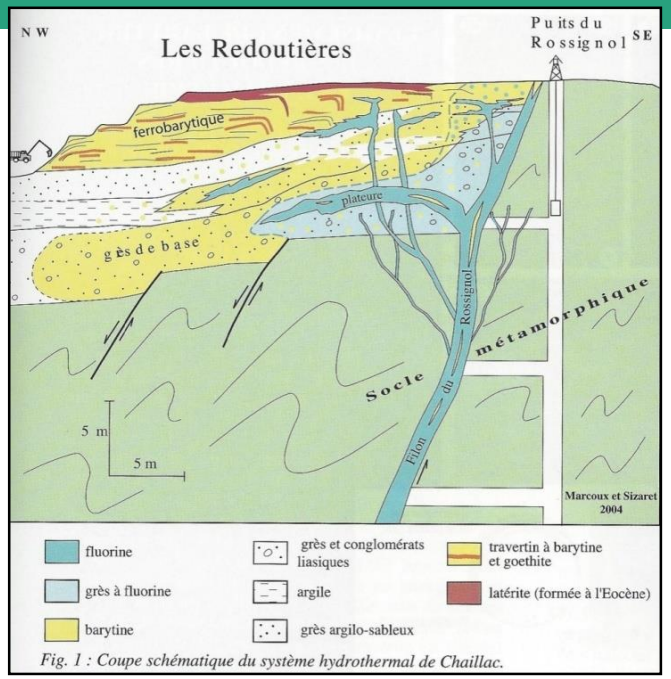


Fig. 1 : Coupe schématique du système hydrothermal de Chaillac.

fluorine et barytine sont les expressions d'un seul système hydrothermal, d'âge Hettangien

Stanislas Sizaret (2002)

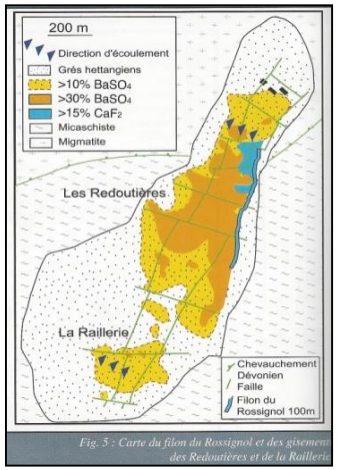


Fig. 5 : Carte du filon du Rossignol et des gisements des Redoutières et de la Raillerie

Gisement situé sur la bordure NW du Massif Central, à la limite du socle de la Marche et de la couverture sédimentaire du Bassin Parisien.

Composé d'un gisement stratiforme de barytine (Les Redoutières et La Raillerie), connecté à un gisement filonien de fluorine (Le Rossignol)

Gisement stratiforme de barytine encaissé dans des sables hettangiens (205 – 201 Ma) du bassin de Paris.

Gisement de 8 Mt de barytine (32,5% de baryte), de taille européenne, exploité à ciel ouvert depuis 1975 par la Société Barytine de Chaillac

(groupe allemand SBS, Solvay Baryum Strontium, leader mondial du carbonate de baryum).

Gîte associé de fluorine (filon plat du Rossignol) exploité entre 1966 et 1998 par puits et galeries

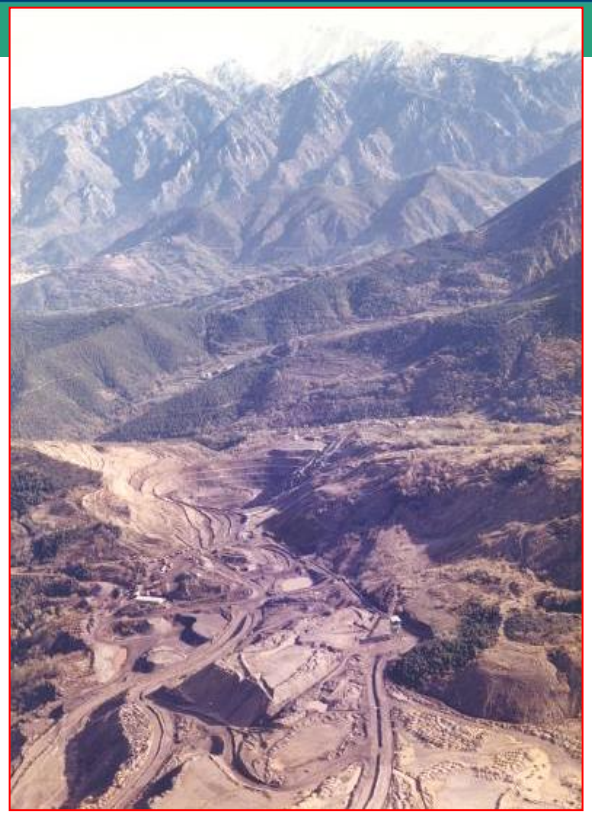
par la Société Industrielle du Centre

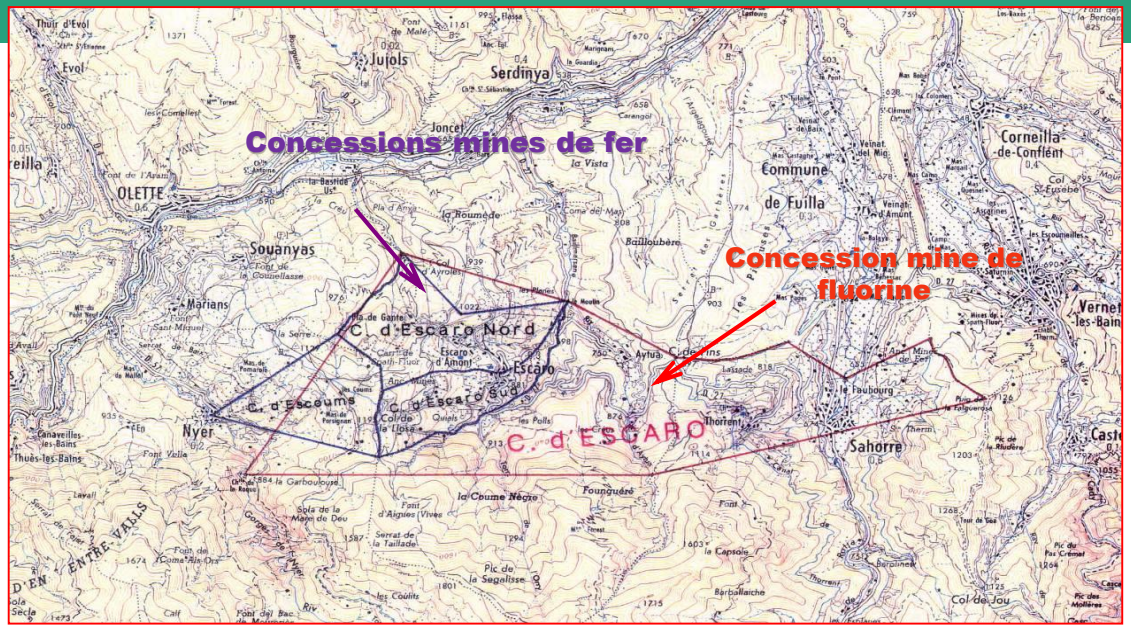
Le minerai était exploité par abattage en chambre magasin, puis soutiré et remonté au jour.

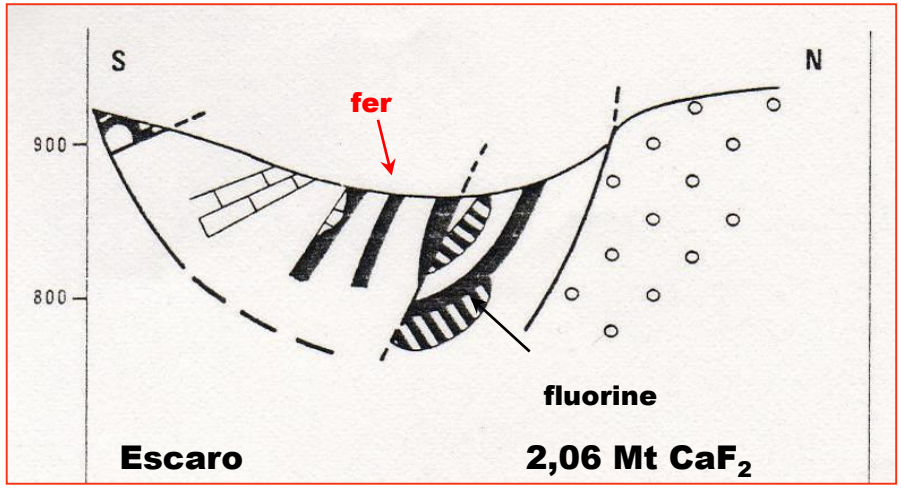
production de fluorine : 800 000 t à 60-65 %

INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

Mines de fluorine et fer d'Escaro (Pyrénées orientales)

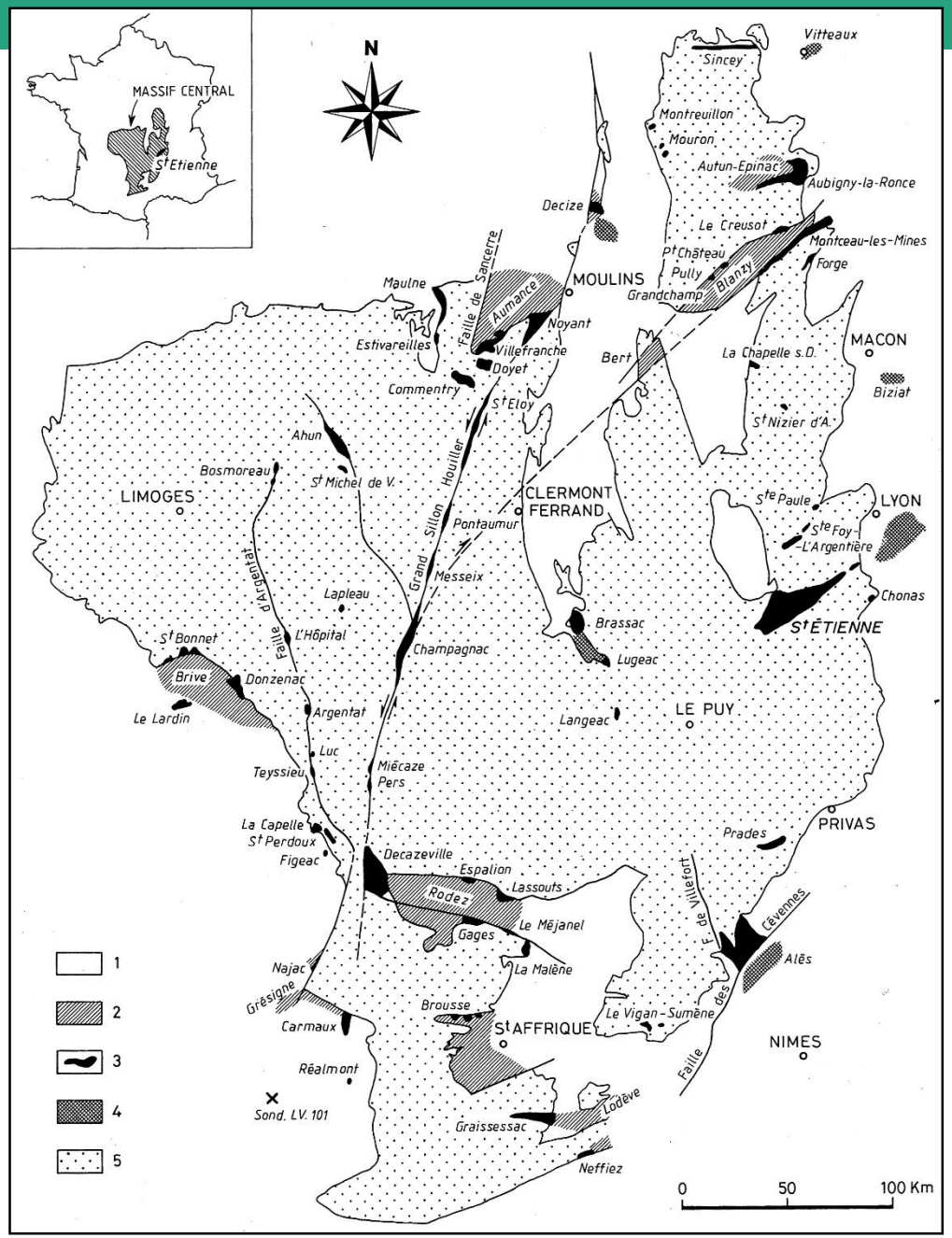






INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

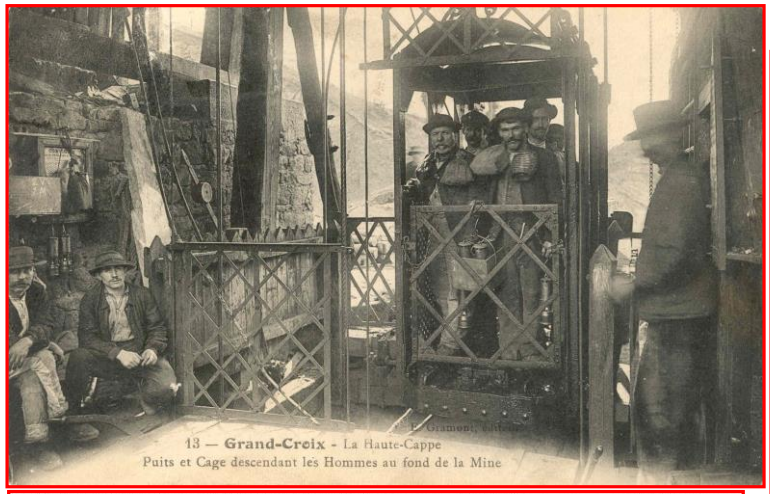
Bassins houillers du Massif Central



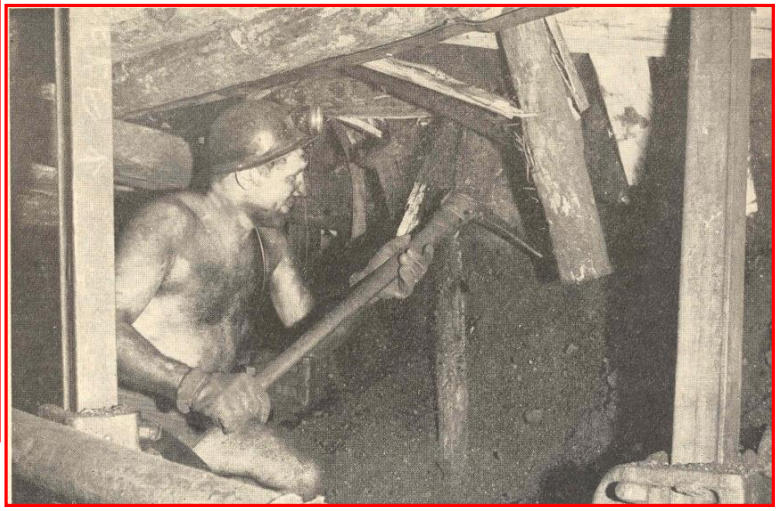
Bassin houiller de La Loire

période 1814 – 1983 : 426 Mt

total général évalué à 460 Mt (81,5 Mt depuis la nationalisation de 1946)

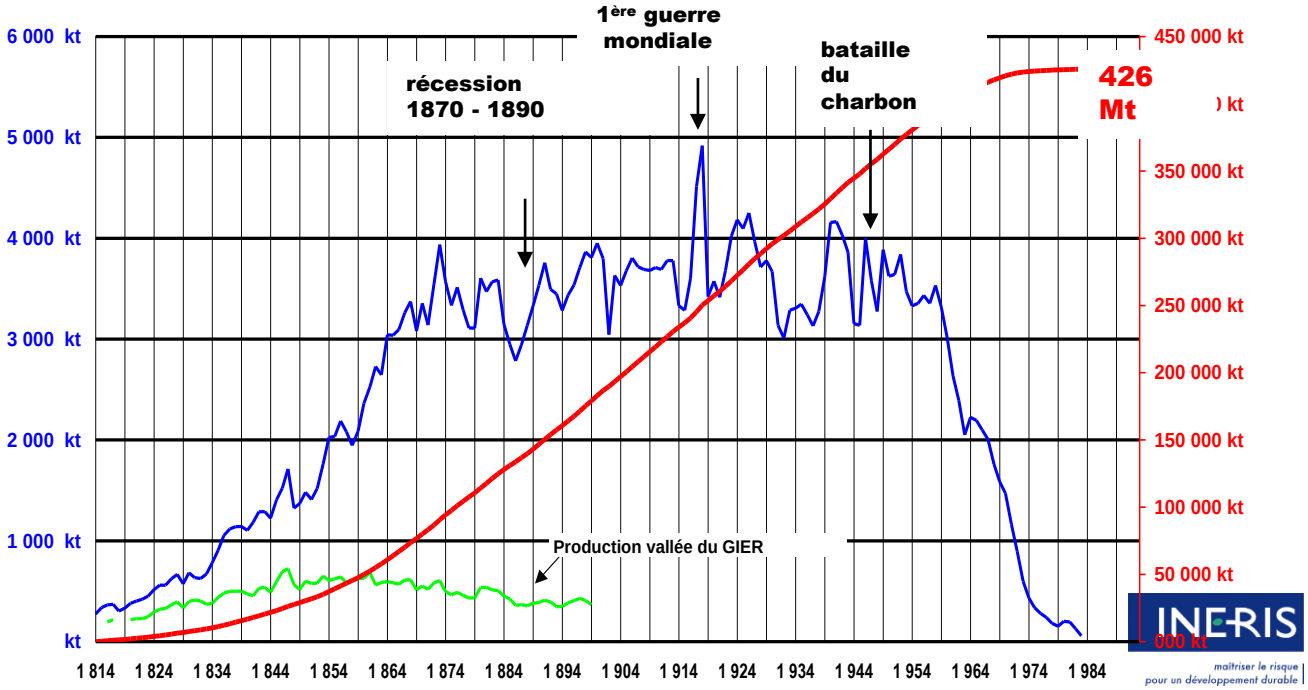


Verpilleux - 1964



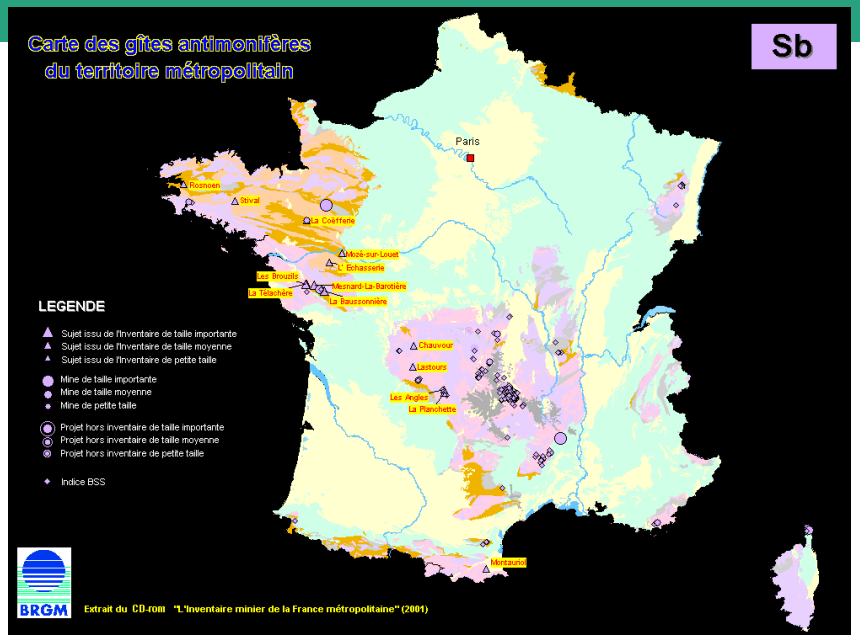
Couriot - 1968

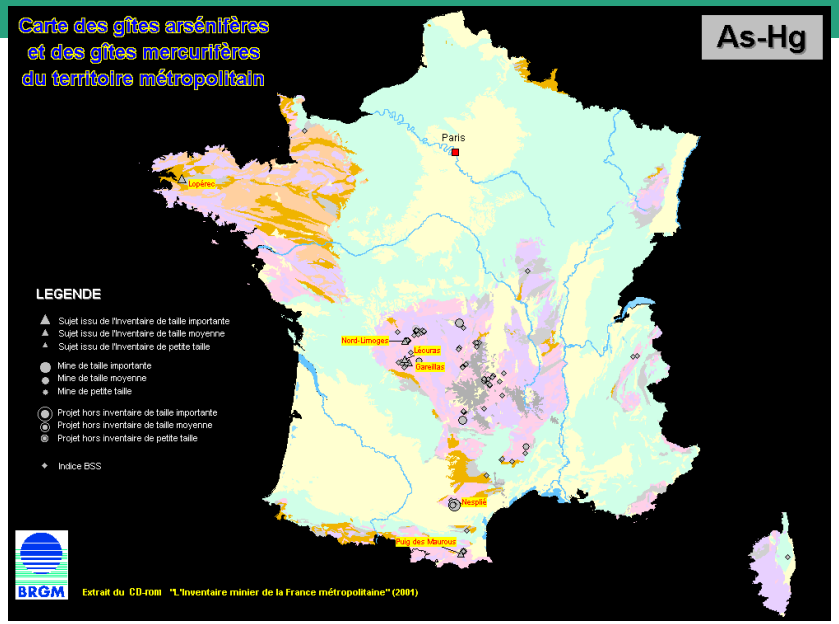
Liaison TB Isaac – Pigeot 1967

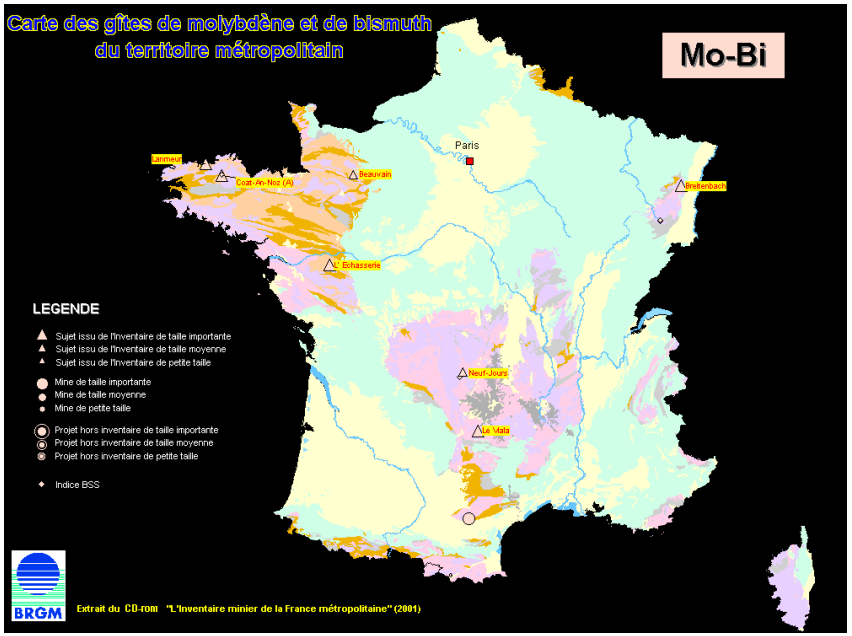


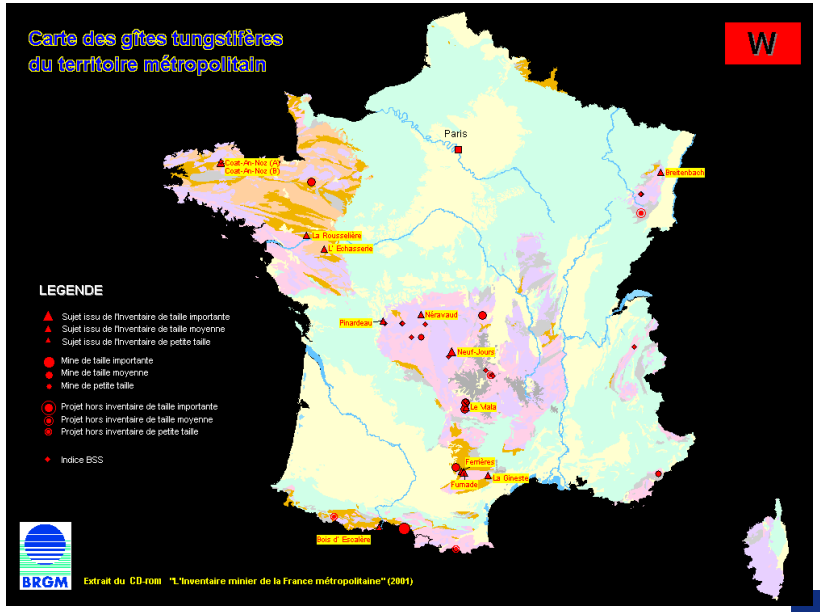
INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

Antimoine, Arsenic+mercure, tungstène, molybdène



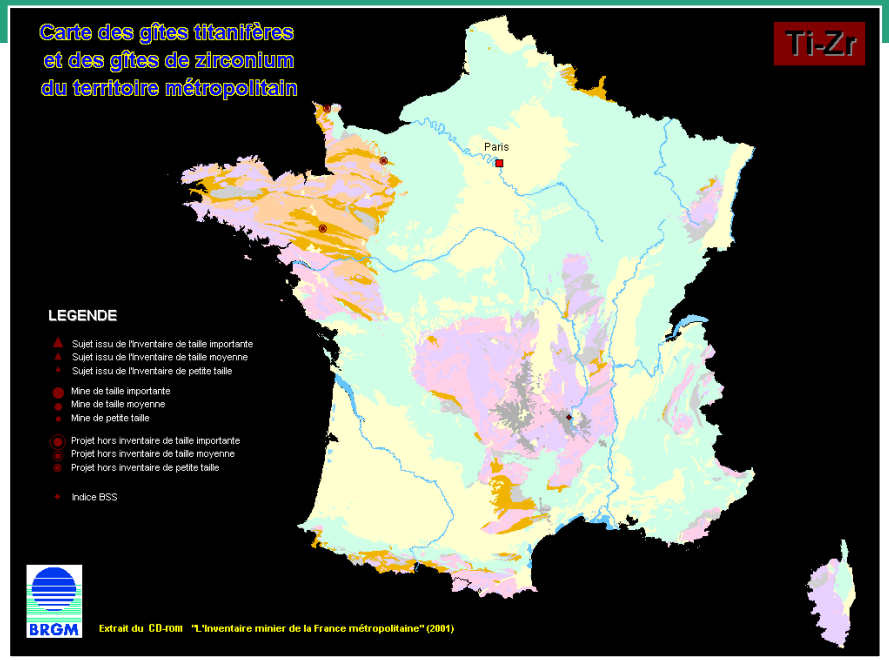


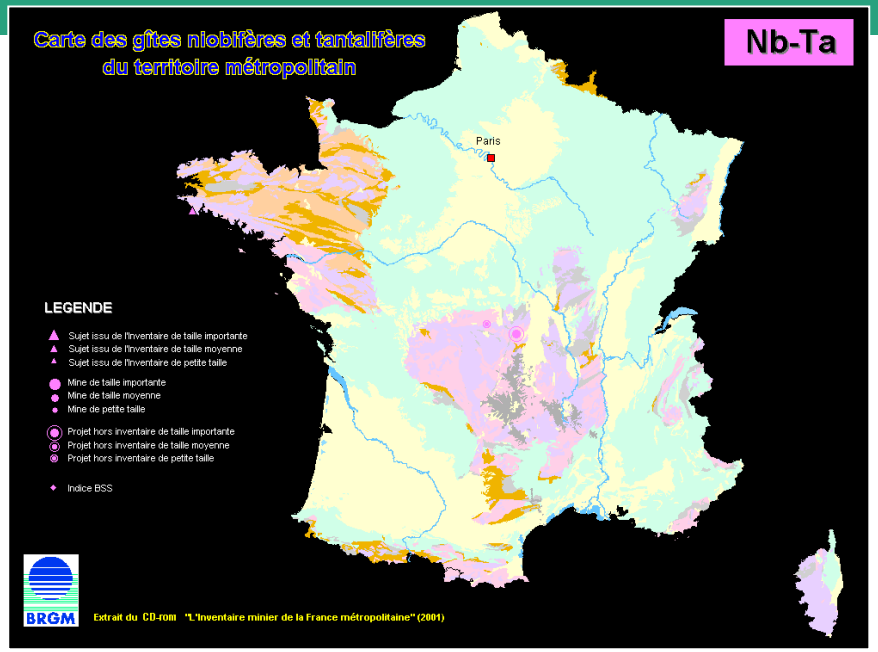


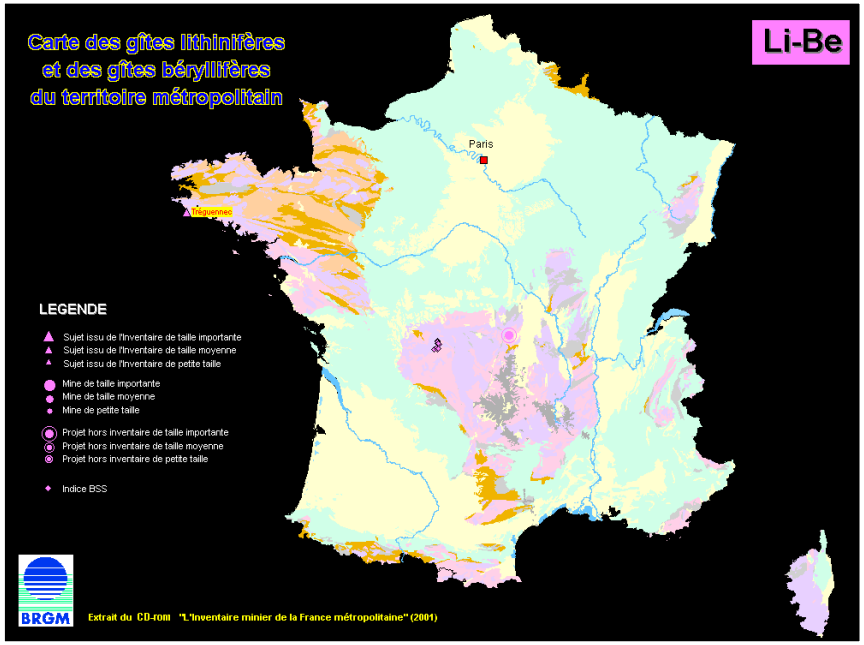


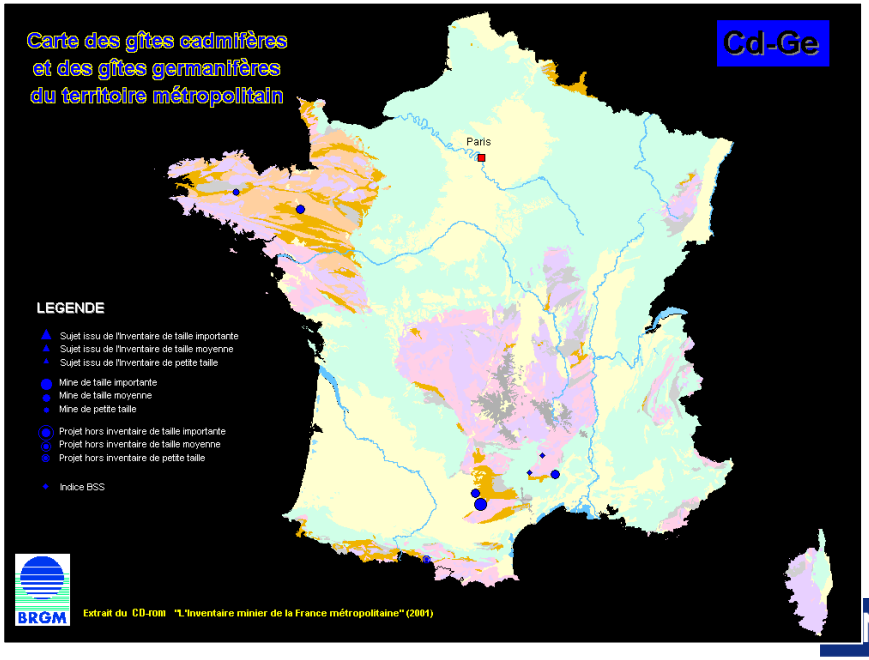
INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

Terres rares et autres ….









Ouf, c’est fini pour moi…. Merci de votre attention, à bientôt sur la plage.