

Rencontre MOA

Gestionnaires d'infrastructures et territoires soumis à des risques gravitaires

Prise en compte des contraintes environnementales dans les projets de gestion des risques gravitaires

20-21/05/2025

Ambérieu-en-Bugey et Cerdon (01)



L'AMIANTE ENVIRONNEMENTAL

S. DAUPHIN 20/05/2025

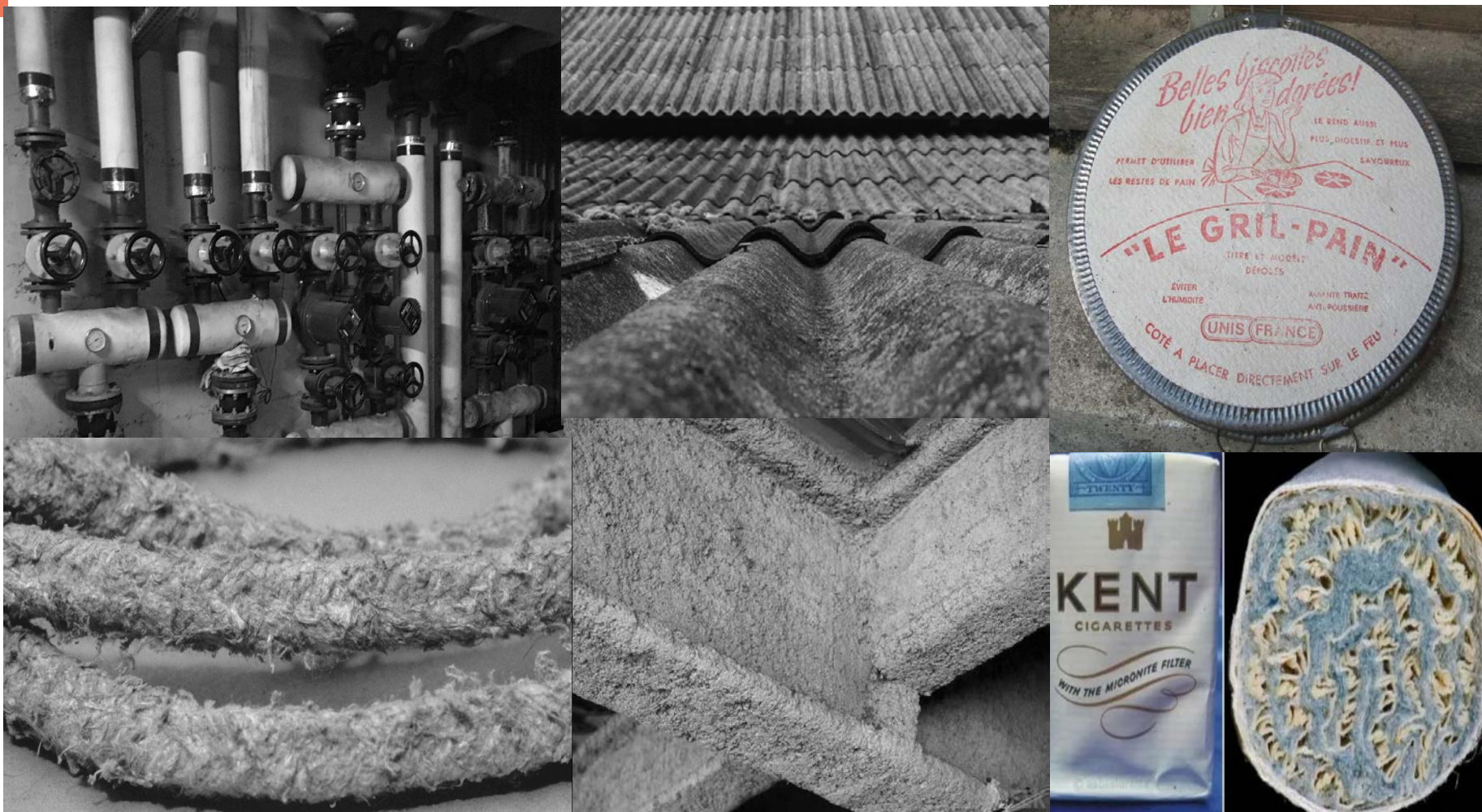
UNE BRÈVE HISTOIRE DE L'AMIANTE

Connue depuis l'antiquité, l'amiante a surtout été utilisée de manière marginale jusqu'à la révolution industrielle et surtout au début du XXème siècle.

A partir de la deuxième moitié du XIXème siècle et surtout après la seconde guerre mondiale, elle a été massivement utilisée, en raison de ses qualités multiples : résistance au feu, isolation thermique, résistance à la traction, résistance aux acides et aux bases, aptitude au tissage.

Les effets de l'amiante sur la santé, connus depuis la fin du XIXème siècle sont complètement occultés en raison des nombreux avantages de l'amiante.

UNE BRÈVE HISTOIRE DE L'AMIANTE



UNE BRÈVE HISTOIRE DE L'AMIANTE

Après de nombreuses alertes de santé publique, des restrictions à l'usage de l'amiante apparaissent petit à petit à partir de la fin des années 1970 avec notamment l'interdiction des flocages amiantés en 1978.

Ces restrictions se renforcent jusqu'en 1997 avec l'interdiction totale de l'amiante en France puis en 2005 avec cette même interdiction dans toute l'UE.

Ces interdictions tardives de l'usage de l'amiante ont eu pour conséquence une véritable épidémie de maladie liées à l'exposition aux fibres d'amiante :

LES MALADIES LIÉES À L'AMIANTE

De nombreuses maladies sont reconnues comme pouvant être liées à un contact avec l'amiante :

Par inhalation : plaques pleurales, cancers broncho-pulmonaires, mésothéliome (cancer de la plèvre)

Par ingestion : cancer des ovaires, du larynx, de l'œsophage.

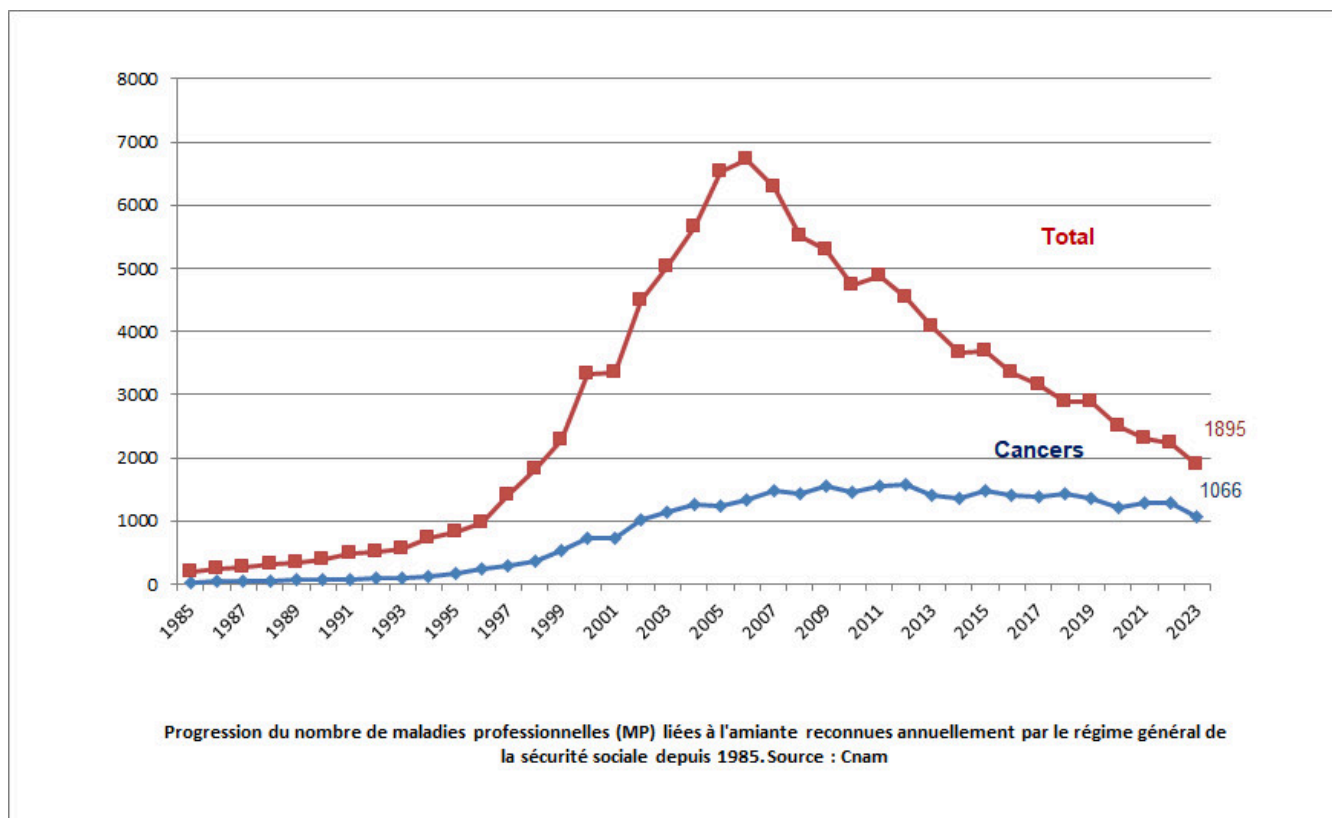
Des liens entre l'ingestion d'amiante et d'autres cancers sont soupçonnés, notamment le cancer colorectal.

LES MALADIES LIÉES À L'AMIANTE

En France, en 2014, un rapport du haut commissariat à la santé publique s'appuyant sur les données de l'InVS a estimé que sur 100 000 morts de l'amiante prévus de 2009 à 2050 (50 000 à 75 000 seront dus à un cancer du poumon et 18 000 à 25 000 à un mésothéliome).

Selon l'InVS, 61 000 à 118 000 décès ont déjà été causés par l'amiante entre 1995 et 2009, dont 25 000 à 36 000 dus à un mésothéliome (pour 36 000 à 82 000 dus à cancer pulmonaire professionnel).

LES MALADIES LIÉES À L'AMIANTE



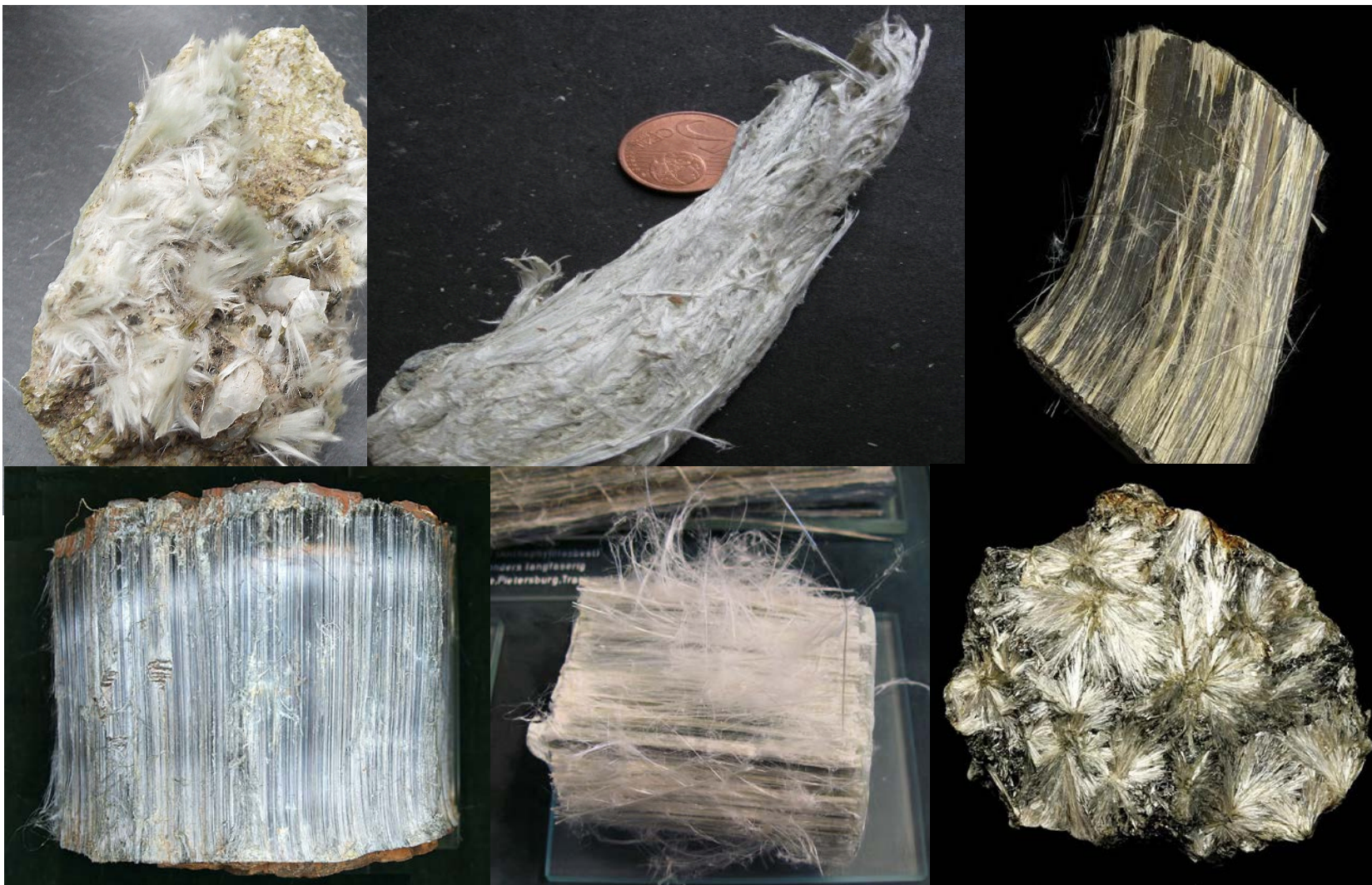
Pourquoi est-ce si dangereux ?
Revenons à ce qu'est l'amiante

DÉFINITION RÉGLEMENTAIRE DE L'AMIANTE

L'amiante désigne les variétés fibreuses (asbestiformes) de 6 minéraux appartenant aux groupes des amphiboles et des serpentines.

AMIANTES (N° CAS)	COMPOSITION CHIMIQUE	NON AMIANTES (N° CAS)
SERPENTINES		
CHRYSTILE 12001-29-5 132207-32-0	[MG3SI2O5(OH)4]	ANTIGORITE (12135-86-3)
		LIZARDITE (12161-84-1)
AMPHIBOLES		
AMIANTE ACTINOLITE (77536-66-4)	[CA2(MG,FE2+)5SI8O22(OH)2]	ACTINOLITE (13768-00-8)
AMIANTE ANTHOPHYLLITE (77536-67-5)	[(MG, FE2+)7SI8O22(OH)2]	ANTHOPHYLLITE (17068-78-9)
AMIANTE TRÉMOLITE (77536-68-6)	[CA2MG5SI8O22(OH)2]	TRÉMOLITE (14567-73-8)
AMOSITE (ou grunerite-amiante) (12172-73-5)	[(MG, FE2+)7SI8O22(OH)2]	GRUNERITE (14567-61-4)
CROCIDOLITE (12001-28-4)	NA2(Fe2+,MG)3FE3+ 2SI8O22(OH)2	RIÉBECKITE (17787-87-0)

Sources : ANSES « Effets sanitaires et identification des fragments de clivage d'amphiboles issus de matériaux de carrières », tab. 1 page 19 - décembre 2015 & arrêté du 1er octobre 2019 relatif aux modalités de réalisation des analyses de MPSCA



QU'EST CE QU'UNE FIBRE D'AMIANTE ?

Règlementairement (Arrêté du 1er octobre 2019) :

1 des 6 espèces minérales concernées par la réglementation

Rentrant dans la catégorie des fibres inhalables OMS :

Longueur $> 5 \mu\text{m}$,

Diamètre $< 3 \mu\text{m}$,

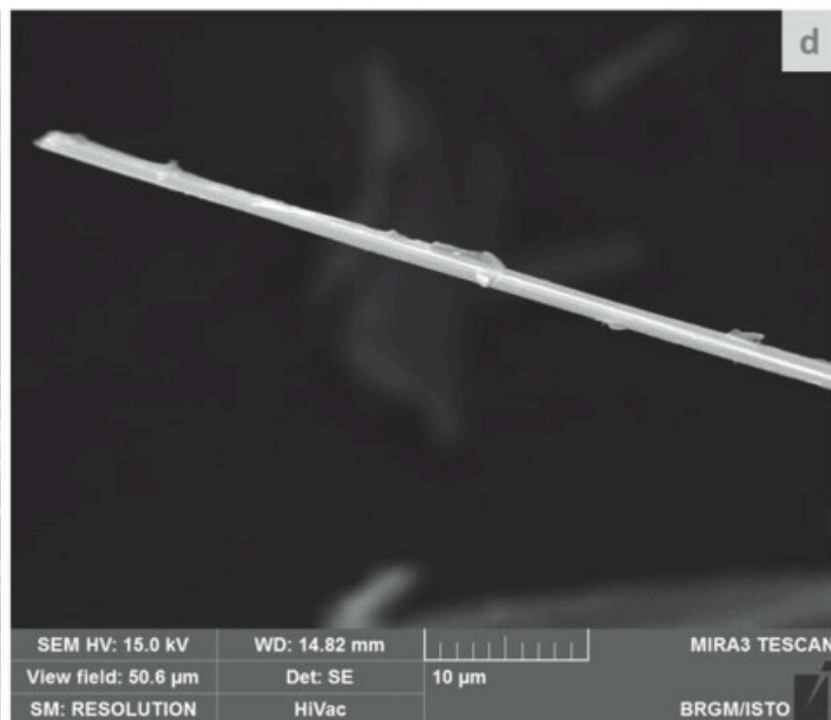
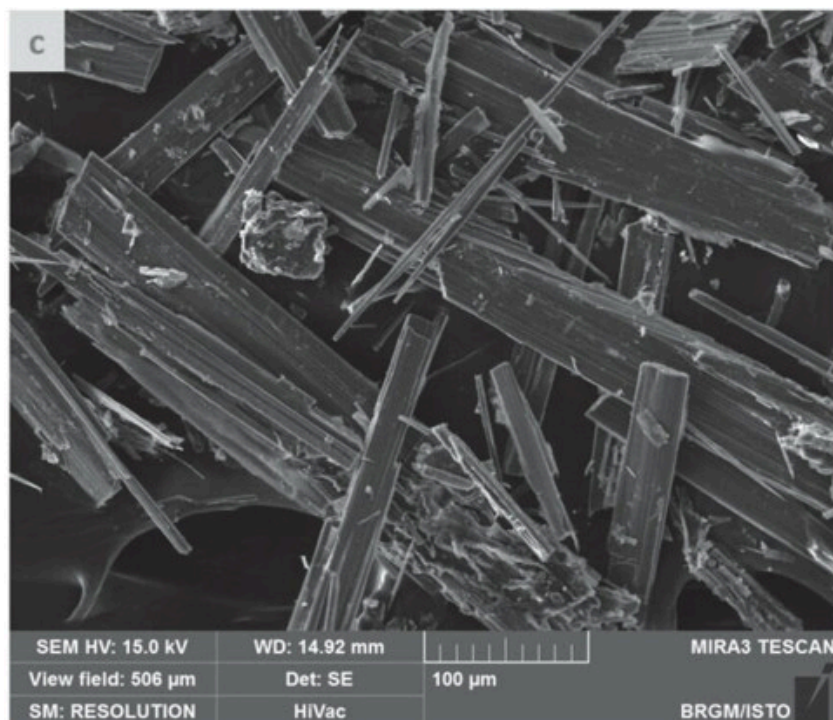
Rapport d'allongement (rapport L/D) > 3

fibres courtes d'amiante (FCA) : $0,5 \mu\text{m} < L < 5 \mu\text{m}$, $d < 3 \mu\text{m}$ et $L/d > 3$

fibres fines d'amiante (FFA) : $L > 5 \mu\text{m}$, $d < 0,2 \mu\text{m}$ et $L/d > 3$

QU'EST CE QU'UN FRAGMENT DE CLIVAGE ?

C'est une particule minérale allongée, issue de la fragmentation sous l'effet en général d'une action mécanique d'un cristal non asbestiforme.



POUR RÉSUMER

PMAi : Particule Minérales Allongées d'Intérêt (classification ANSES sur critères sanitaires)

Amiante réglementaire

Fragments de clivages issus d'homologues non asbestiformes des amphiboles d'amiante réglementaire

Autres minéraux d'intérêt car cancérigènes, asbestiformes et/ou à fragments de clivages

↔ minéraux homologues (même composition chimique mais morphologie (habitus) différente)

↔ minéraux polymorphes (même composition chimique mais cristallisation différente)

Poussières (aérosol inorganique < 100 µm)
(dont Silice Cristalline Alvéolaire)

Particules Minérales Allongées
(L < 5 µm, D < 3 µm, L/D > 3)

Amphiboles

Actinolite-Amiante
Trémolite-Amiante
Anthophyllite-Amiante
Amosite
Crocidolite

Actinolite
Trémolite
Anthophyllite
Grunérite
Riébeckite

Winchite
Fluoro-Edenite
Richtérite

Alumino-silicates
Erionite

Serpentines
Chrysotile

Antigorite

Autres PMA

PROBLÉMATIQUE ACTUELLE :

Comment déterminer le caractère asbestiforme des fibres OMS observées alors que de nombreux fragments de clivages rentrent également dans ces critères dimensionnels ?

CRITÈRES COMPLÉMENTAIRES PARFOIS UTILISÉS

- Rapport d'allongement élevés (> 20)
- Aspect des fibres observés :
 - bords parallèles ou étagés
 - Organisation en faisceaux de fibres
 - Forme de fines aiguilles
 - Forme incurvées
 - Présence d'amas de fibres entremêlées

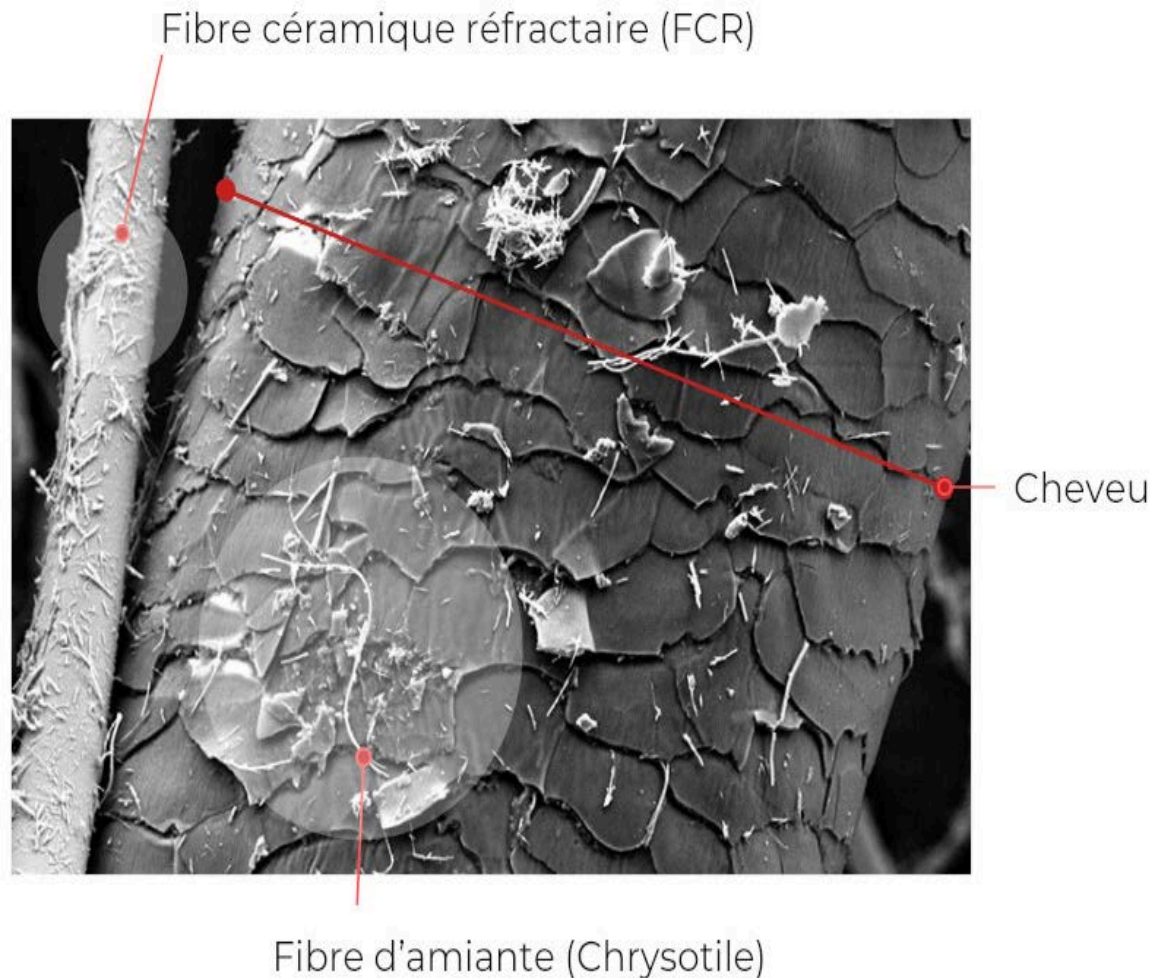
Attention : il n'existe pas d'indication que les fragments de clivage ne sont pas dangereux pour la santé. Il est conseillé d'utiliser les mêmes moyens de protection des travailleurs que pour l'amiante ou les autres fibres inhalables (note DGT du 09 juillet 2018).

QU'EST CE QUE ÇA REPRÉSENTE UNE FIBRE D'AMIANTE ?

Les fibres d'amiante sont 400 à 1000 fois plus fines qu'un cheveu.

Elle sont invisibles dans l'air.

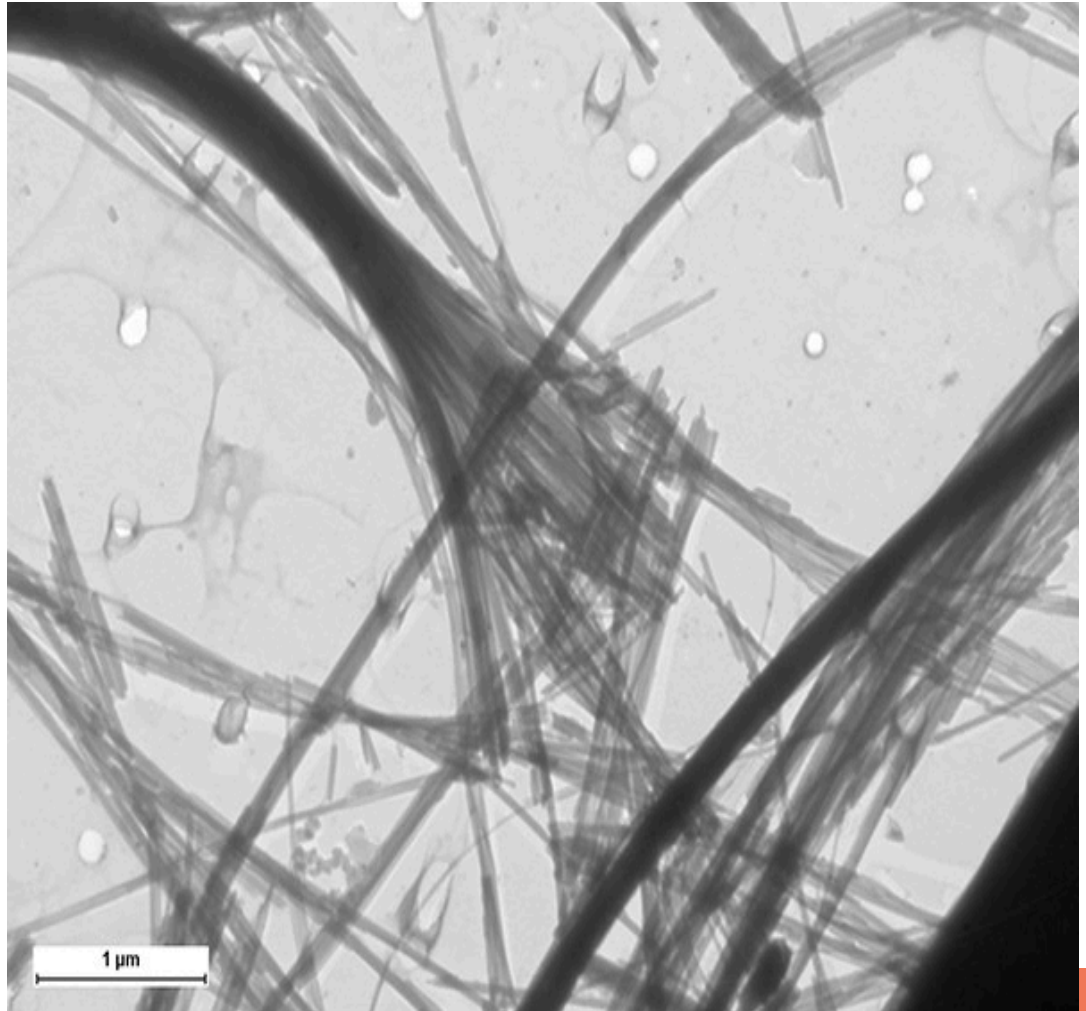
Elles peuvent pénétrer profondément dans les poumons et parfois traverser les alvéoles pour atteindre la plèvre.



DANGEROUSITÉ DES FIBRES D'AMIANTE

Leurs dimensions empêchent les globules blancs de les phagocyter et de les expulser.

Leurs compositions chimiques les rendent résistantes aux acides et aux bases et les rendent persistantes dans le corps humain



UN ARSENAL RÉGLEMENTAIRE POUR LUTTER CONTRE L'EXPOSITION À L'AMIANTE

Adaptation du code du travail pour la protection des travailleurs :

Code du travail, partie réglementaire

Quatrième partie : Santé et sécurité au travail

↳ Livre IV : Prévention de certains risques d'exposition

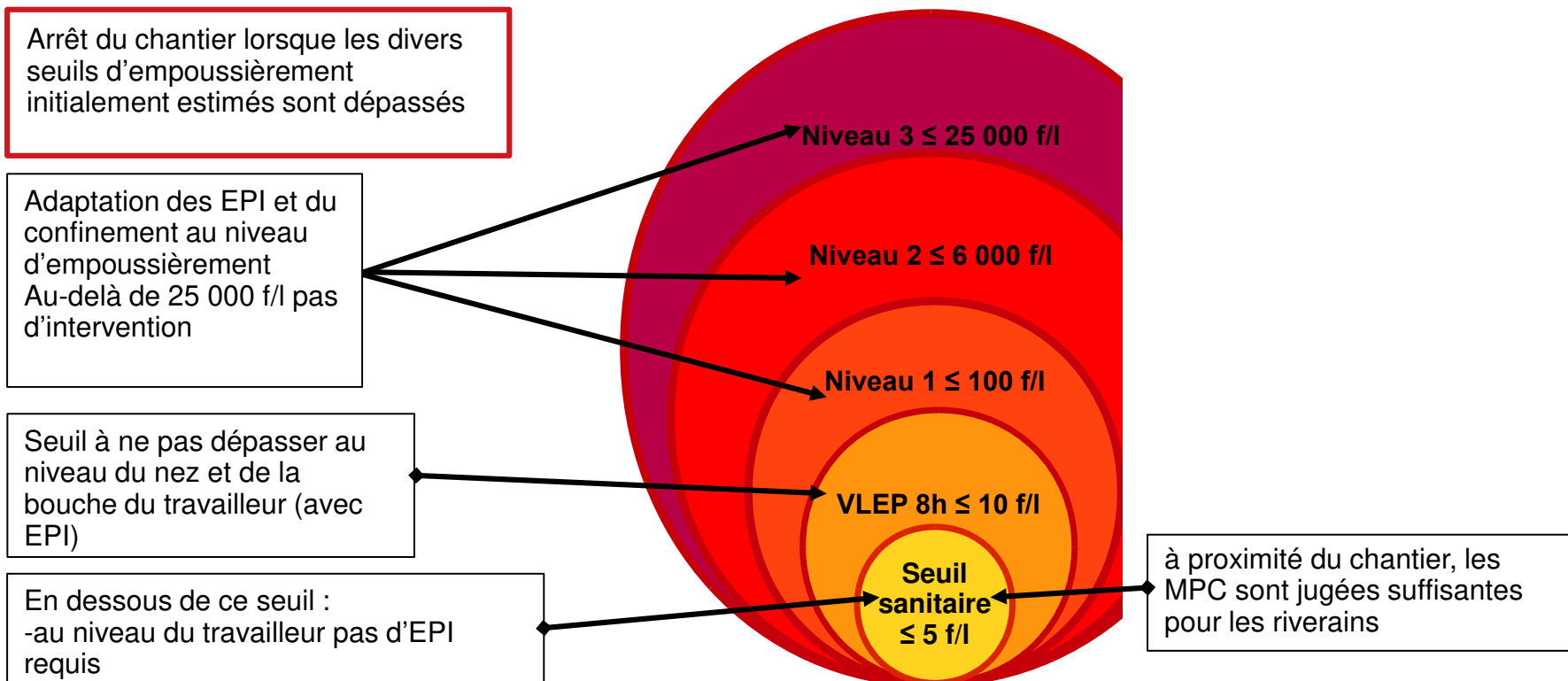
↳ Titre Ier : Risques chimiques

↳ Chapitre II : Mesures de prévention des risques chimiques

↳ Section 3 : Risques d'exposition à l'amiante

Sous-Section 1	Champ d'application et définitions
Sous-Section 2	Dispositions communes à toutes les activités
Sous-Section 3	Dispositions spécifiques aux activités de confinement et de retrait d'amiante
Sous-Section 4	Dispositions particulières aux activités et interventions sur des matériaux ou appareils susceptibles de libérer des fibres d'amiante

DANS LE CODE DU TRAVAIL, NIVEAU D'EMPOUSSIERÈMENT ET VLEP



DANS LE CODE DU TRAVAIL, NIVEAU D'EMPOUSSIÈREMENT ET VLEP

Niveau d'empoussièrement		EPI prescrits dans l'arrêté du 7.03.2013						Tenue étanche ventilée
		FFP3	Demi-masque ou masque complet avec filtre P3	TM2P VA demi-masque	TH3P VA cagoule ou casque	TM3P Ventilation assistée avec masque complet	Adduction d'Air (AA)	
Niveau 1	0 à < 100 f/L	Adapté mais limité à 15 min/jour et à la SS4	Adapté	Adapté	Adapté	Adapté	Non prescrit	
Niveau 2	= 100 à < 800 f/L	Interdit			Adapté	Adapté	Non prescrit	
	= 800 à < 2 400 f/L	Interdit			Adapté sous condition de réduire la durée d'exposition par jour (max de 2 400 f/L pour 2h/jour)	Adapté		
	= 2 400 à < 3 300 f/L	Interdit			Non adapté	Adapté	Adapté*	
	= 3 300 à <6 000 f/L	Interdit				Adapté sous condition de réduire la durée d'exposition par jour (max de 6 000 f/L pour 3h/jour)		
Niveau 3	= 6 000 à < 10 000 f/L	Interdit			Interdit	Adapté sous condition de réduire la durée d'exposition par jour (max de 10 000 f/L pour 2h/jour)	Adapté	
	= 10 000 à < 25 000 f/L	Interdit			Interdit	Non adapté	Adapté	

LOI TRAVAIL DE 2016 ET RAT

Loi n° 2016-1088 du 08 août 2016 (Loi El Khomri), articles L.4412-2 (principe et obligation de réalisation d'un RAT) et L.4754-1 (sanction pénale pour le donneur d'ordre).

Décret n° 2017-899 du 09 mai 2017 modifié le 27 mars 2019 codifié aux articles R. 4412-97 à R. 4412-97-6 du CT relatif au repérage avant travaux avant toute opération dans 6 domaines : Immeubles bâtis, **autres immeubles tels que terrains, ouvrages de génie civil et infrastructures de transport**, matériels roulants ferroviaires et autres matériels roulants de transports, navires, bateaux, engins flottants et autres constructions flottantes, aéronefs, installations, structures ou équipements concourant à la réalisation ou la mise en œuvre d'une activité.

Un arrêté et une norme par domaine sauf pour le domaine 2 qui a été scindé en deux arrêtés et deux normes.

LE REPÉRAGE AVANT TRAVAUX DANS LES SOLS ET ROCHES EN PLACES

Pour le domaine 2, il est apparu que les sols et roches en place constituaient un « sous-domaine » bien spécifique.

2 normes distinctes :

NF X 46 102 : Repérage amiante - Repérage des matériaux et produits contenant de l'amiante dans les ouvrages de génie civil, infrastructures de transport et réseaux divers - Mission et méthodologie (novembre 2020) ;

NF P 94 001 : Repérage amiante environnemental - Étude géologique des sols et des roches en place - Mission et méthodologie (novembre 2021) ;

Ces deux normes seront rendues d'application obligatoire par 2 arrêtés. L'un, pour la NF X 46-102 est paru le 4 juin 2024. L'autre est en cours de préparation.

GÉOLOGIE DE L'AMIANTE

Rappel :

Amiante = 1 serpentine et 5 amphiboles.

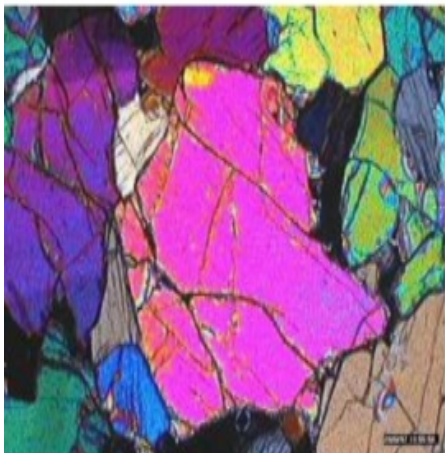
Les serpentines se rencontrent exclusivement dans des contextes d'obduction et de suture océanique.

Les amphiboles sont des minéraux très commun du métamorphisme. Les amphiboles ne cristallisent généralement pas sous forme fibreuse. Il faut des conditions particulières.

LES SERPENTINES

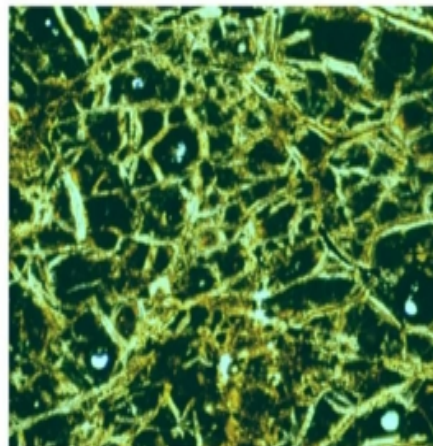
Manteau terrestre (olivine + pyroxènes) + Hydrothermalisme
= serpentine (Antigorite + Chrysotile).

péridotite



+ H₂O =

serpentine



+ brucite + magnetite + H₂

Chrysotile = 100 % amiante

OU PEUT-ON TROUVER DES SERPENTINES ?

Contexte d'obduction (chevauchement d'une lithosphère continentale par une lithosphère océanique) :

- Les Alpes avec des serpentinites d'âge alpin en Corse, dans les Hautes –Alpes et en Savoie et des serpentinites d'âge hercynien (Chamrousse, Isère) ;
- Les Pyrénées
- Massif hercynien : massif central, Limousin, Pays de la Loire, Bretagne ;
- Nouvelle Calédonie et Guyane

LES SERPENTINES



Photographie : Pierre Thomas

LE CHRYSOTILE



LES AMPHIBOLES AMIANTE

Les amphiboles sont des minéraux communs du métamorphisme. Elles se rencontrent donc dans de nombreuses roches cristallines :

- Massif hercynien ;
- Alpes ;
- Pyrénées ;
- Guyane ;

Les amphiboles ne cristallisent habituellement pas sous forme fibreuse mais plutôt sous forme de baguettes.

LES AMPHIBOLES AMIANTE



Amas d'actinolites prismatiques (non amiante)

COMMENT SE FORMENT LES AMPHIBOLES AMIANTE :

Dans tous les cas, intervient 1 phénomène d'hydrothermalisme.

À haute pression et haute température (faciès des schistes verts), de l'eau peut percoler très lentement à travers la roche qui contient des amphiboles non amiante.

Sous l'action de cette eau, 2 phénomènes peuvent se produire progressivement dans les amphiboles :

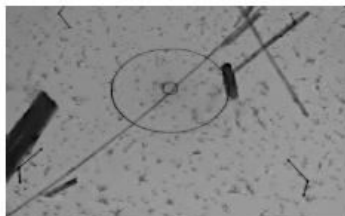
modification de la composition chimique ;

Réorganisation cristalline.

Différents stades d'altération peuvent être observés :

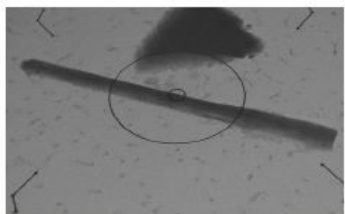
LES PARTICULES ISSUES DES AMPHIBOLES:

APAM



Proviennent de la partie apicale de minéraux asbestiformes

BPAM



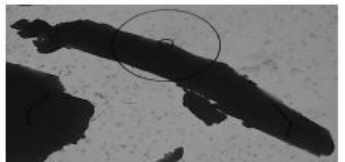
Proviennent de la partie basale de minéraux asbestiformes formés par épitaxie avec un mécanisme de Liquide-Vapeur-Solide

DSG



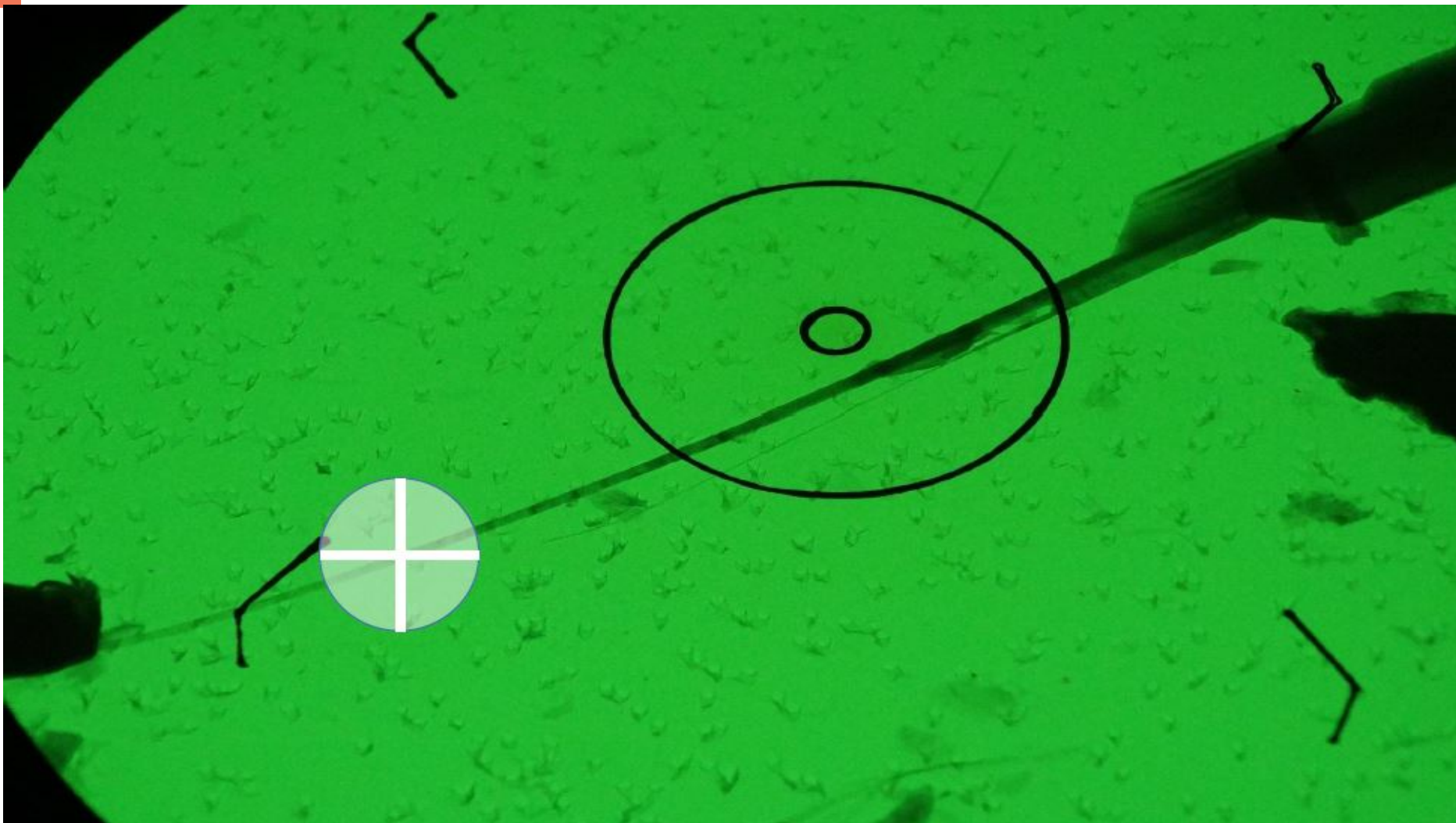
Proviennent d'amphiboles prismatiques altérées par des fluides hydrothermaux

FRAG



Proviennent d'amphiboles prismatiques non altérées

LES PARTICULES ISSUES DES AMPHIBOLES:



COMMENT SE FORMENT LES AMPHIBOLES AMIANTE :

Elles peuvent être présentes sous forme asbestiforme dans la matrice rocheuse.

On peut aussi observer des recristallisations complètes d'amphiboles fibreuses dans des zones de faiblesse de la roche : failles, fentes de tension notamment.

On observera souvent autour de ces zones des altérations de plus en plus importantes des amphiboles ainsi que l'apparition de minéraux précurseurs qui indiquent la présence de zones hydrothermalisées : Albite, épidote, axinite, préhnite, sulfures, etc. ce qui permet de mettre en place des mesures de protection.

ROCHES DONT IL FAUT SE MÉFIER :

- Roche métamorphique
- Contient des amphiboles
- Facies des schistes vert
- Amphibolites, roches magmatiques intrusives basiques (gabbros, dolérites, teschénites, ...), gneiss amphibolitiques, metabasaltes

Présence de minéraux accessoires : albite, épidote, préhnite, axinite

ROCHES DONT IL FAUT SE MÉFIER :



ROCHES DONT IL FAUT SE MÉFIER :





**Merci à l'ANSES, au BRGM, à Bureau GDA, au Cerema, à la DGT, à ITGA
et à Wikipédia pour les illustrations figurant dans cette présentation.**



Merci de votre attention
Place aux questions !