



COLLÈGE
DE FRANCE
— 1530 —

CHAIRE DÉVELOPPEMENT DURABLE- ENVIRONNEMENT, ENERGIE ET SOCIÉTÉ

Année académique 2014-2015

Georges Calas

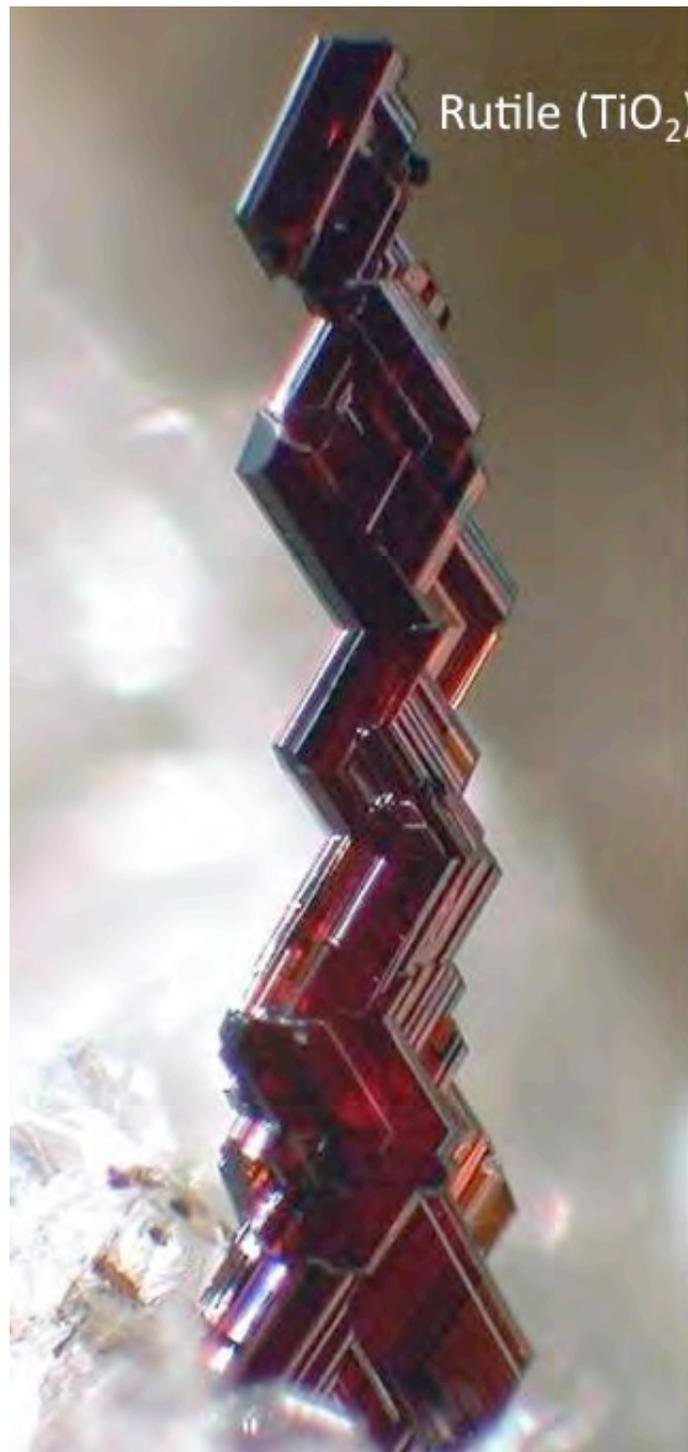
Jean-Claude Boulliard, directeur de la collection de
Minéralogie, Université Pierre et Marie Curie

François Farges, professeur au Muséum National
d'Histoire Naturelle,

Didier Nectoux, conservateur du Musée de Minéralogie,
Mines ParisTech

Minéraux exceptionnels, minéraux utiles





Des formes et des couleurs...



Béryls ($\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$)



Elements



Béryl bleu et schorl,
Shigar Valley, Pakistan

Mineralogical Record

Béryl/Aigue marine et grenat spessartite,
Pakistan



Galerie de Minéralogie et de Géologie, MNHN

Pyrite (FeS_2)
Cerro de Pasco, Pérou



Rob Lavinsky

Pyrite (FeS_2)



Musée de Minéralogie, Mines ParisTech

Fluorine bleue (CaF_2) et pyrite (FeS_2),
Illinois



Museo Storia Naturale, Milano

Fluorine (CaF_2) et Calcite (CaCO_3)



Collection de Minéralogie, UPMC



Galerie de Minéralogie et de Géologie,
MNHN

Fluorine "Laurent, Chamonix

1. Minéraux exceptionnels, minéraux utiles :

Collection de Minéralogie, Université Pierre et Marie Curie

Jean-Claude Boulliard



La création de la chaire de Minéralogie à la Sorbonne



Décret impérial du 14 avril 1809



René-Just Haüy (1743-1822)

Une histoire mouvementée

1809-1883 : une période de prospérité

1823 et 1847 : 2 grands achats

1883- 1889 : rue des Feuillantines

1889 – 1969 : La nouvelle Sorbonne

1954: collection Louis Vésignié

1970-2005 : 34 rue Jussieu

2005 – 20015 : 4 place Jussieu

2016 - ? :rue des Fossé-Saint-Bernard



Une histoire mouvementée

La crise du 20^e siècle (1890-2006)

Le désintérêt des scientifiques et du public pour les collections scientifiques héritières du 19^e siècle. Le musée sans objet (1980). L'hécatombe.

Une décision précoce (à partir de 1970)

Les minéraux exposés doivent être esthétiques et d'un niveau supérieur à celui des collectionneurs privés.

Un nouveau paradigme (1990)

« rejoindre le monde de l'art : la reconnaissance ultime »

J. Eidelman, A. Monjaret et M. Roustan, MAAO Mémoires, 2002

Des minéraux d'étude (multiples) au spécimen (unique) porteur de sens, d'histoire ,...

70% des minéraux exposés aujourd'hui ont été acquis ces 40 dernières années



Barytine
Frizington, Cumbria
Royaume-Uni

Les minéraux sources de culture

3 exemples

Science, Histoire et Contemplation



Un grand cuivre de la péninsule de Keweenaw, Michigan, Etats-Unis

Appartient à la 1^e classe minérale :
les natifs

Les critères d'appréciation

L'esthétique générale

La perfection

La dimension

La lisibilité

Les possibilités médiatiques (photogénique, ...)

Les associations, la gangue et les « flottants »

La forme cristalline

La couleur, la transparence et l'éclat

L'espèce

Les phénomènes (macles, épitaxie, pseudomorphoses, ...)

La rareté (raréfaction)

Le marché

Les classiques, les localités, le millésime, le pedigree



Un minéral historique un gisement classique



Deux métaux directement accessibles

L'or: un métal d'apparat

Le cuivre : le premier métal utile

- En Europe et Moyen-Orient, le chalcolithique entre 5000 à 2500-1800 av. J.-C.
- En Amérique du Nord. Le cuivre a été exploité dès 5000 à 1200 av. J. C. avec un sommet ca 3000.

L'exploitation moderne



Débuts en 1844

1850-1887 : 75 à 95 % de la production des Etats-Unis

1916 : 121000 tonnes

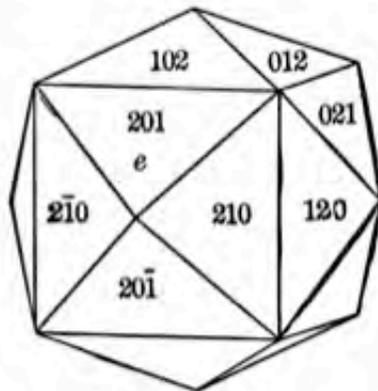
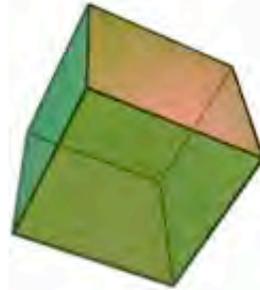
2015: plusieurs projets (exploitation des sulfures)



Un minéral pour la recherche

Une structure simple: des formes anormales

Les cristaux de cuivre du Michigan ont des formes anormales, qui ne s'expliquent pas par les théories classiques.

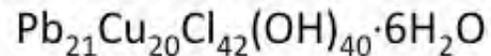




La cumengeite

Appartient à la deuxième classe: les halogénures

Chlorure de plomb et de cuivre :



Rares gisements d'oxydation des sulfures de cuivre et de plomb en milieu marin.

Les critères d'appréciation

Une forme (en étoile) concave unique

Des formes complètes (cristaux « flottants »)

Couleur indigo

Une très grande rareté (présence de boleite)

Minéral et localité classiques

12 mm est déjà une grande dimension.

Très recherché par les collectionneurs et musées

La collection de l'UPMC possède 7 des 9 meilleurs cristaux connus



16 mm



1885, El Boléo,
Basse Californie du Sud

La première grande mine de
cuivre du Mexique

Départ de l'industrie électrique
Paris 1881
Exposition internationale de
l'électricité

Une entreprise active (1885-1938) entre révolution, cyclones et crise économique



Miniers à l'œuvre au sein de l'usine.



Intérieur de la mine. À l'avant, deux pions de déplacement de charbon vers l'extérieur.



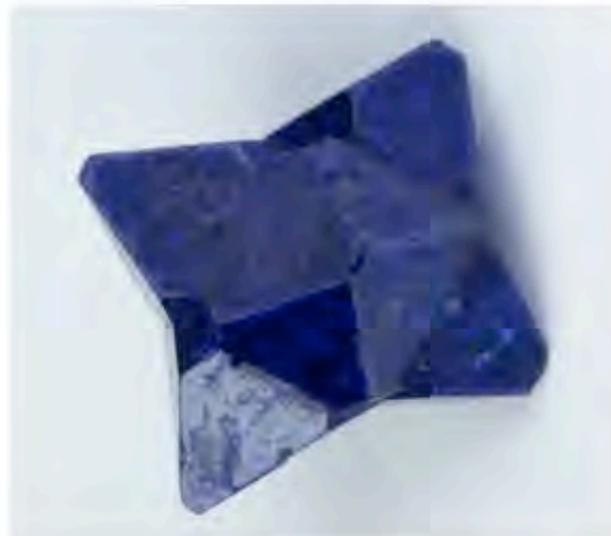
1891: des cristaux indigo de formes variées



Cube et cubo-octaèdres : boleite
Chlorure de plomb, cuivre, et argent



Octaèdre quadratique : cumengeite
Chlorure de plomb et de cuivre



Polyèdre étoilé : une pyramide de cumengeite sur chaque face carrée du cube



15 années de recherches
Sur la boléite et ses congénères (1906)

Georges Friedel (1865-1933)

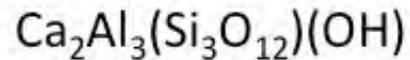
Première théorie sur la croissance orientée de cristaux d'espèces différentes

Louis Royer, élève de Friedel reprend l'étude ce phénomène et le baptise
épitaxie (1928)





Pour finir en bleu et beauté : la tanzanite



La zoisite: silicate de calcium et sodium

La tanzanite : une variété rare (à vanadium)

Les critères d'appréciation

L'un des plus beaux bleus

Cristal intact (sauf à l'attache sur la gangue)

La masse (critère fort pour les gemmes) :

> 800 carats

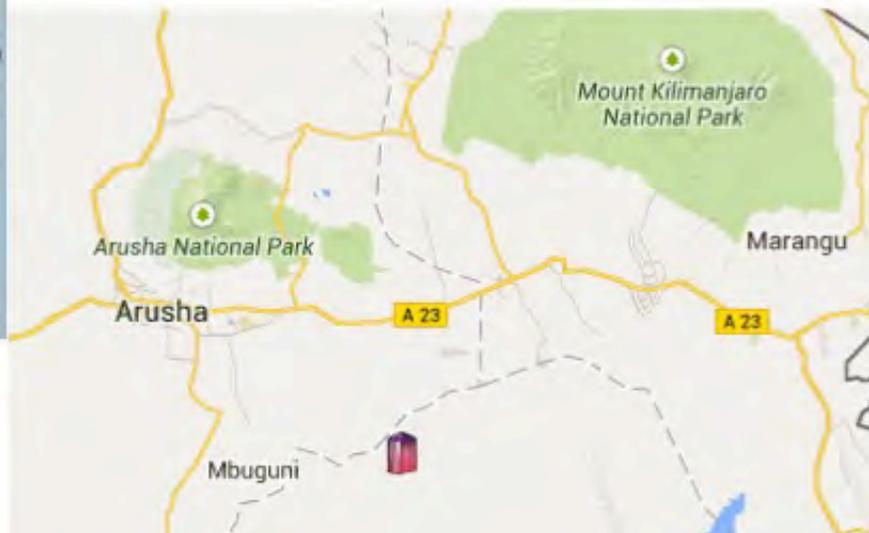
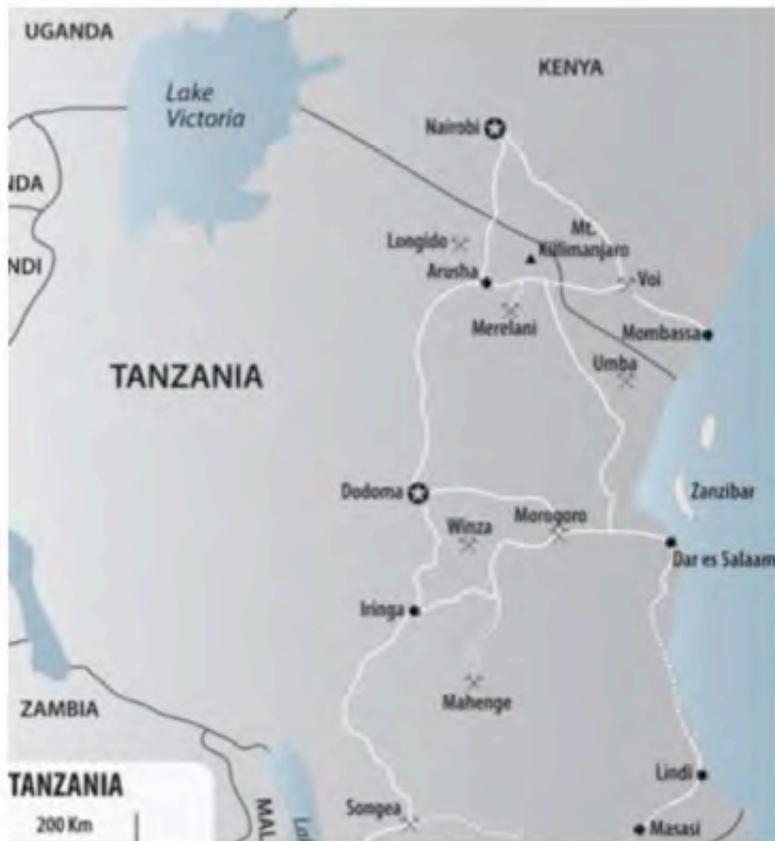
La dimension: 6,5x5x3 cm. Les plus grands cristaux atteignent 16 cm. Mais ils sont trop sombres

Transparence imparfaite (« jardins »)

Deviendra rare (à l'épuisement du gisement)



1967 : une gemme est née
Merelani Hills, Manyara, Tanzanie





Un seul gisement au monde sur zone de 2x8 km

900 m de profondeur.

Production de plusieurs dizaines de tonnes/an

Un facteur de progrès
50000 personnes tirent leurs
revenus de l'activité minière (2009)





Gypse
Naica, municip. de Saucillo
Chihuahua
Mexique

*« Que rien ne te
demeure étranger, ni
des pierreries et
fructices de l'Orient, ni
des métaux cachés au
ventre des abîmes »
Rabelais*

2. Minéraux exceptionnels, minéraux utiles :

Galerie de Minéralogie et de Géologie,
Muséum National d'Histoire Naturelle

François Farges

**l'étonnante redécouverte
du grand diamant bleu de Louis XIV
au Muséum national d'Histoire naturelle**



La pharmacopée royale



—
flacons de principes médicaux



Le Jardin du roi, Frédéric Scalperge (1636)



Bibliothèque centrale du Muséum

**Présents
d'explorateurs et
diplomatiques**



**disque inca en obsidienne
(Equateur, 1737)**



argent natif (Norvège, 1770)



Buffon, Histoire naturelle III, 13 (1749)

Donation des anciennes collections royales



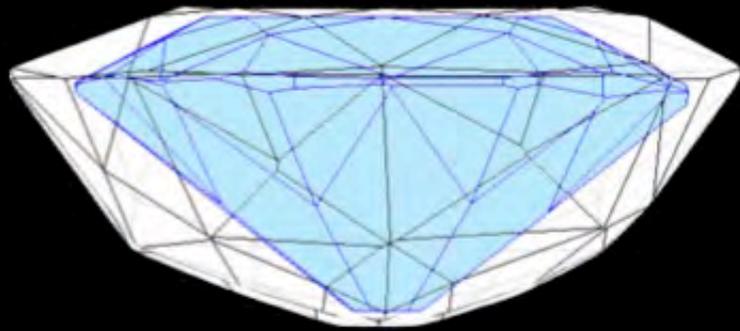
**Coupe en quartz
(Milan, 17e)**



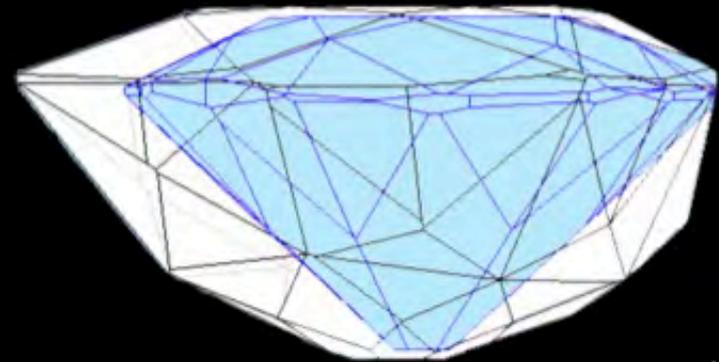
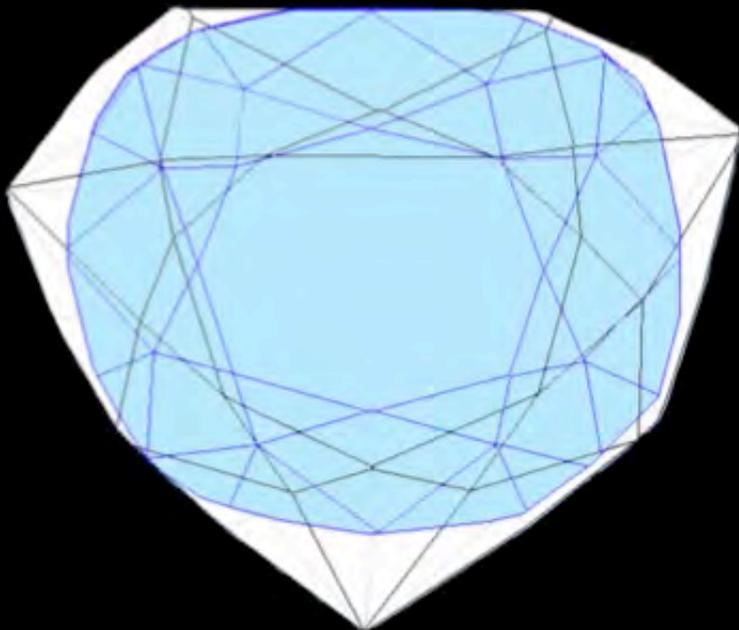
**Table de marqueteries de pierres fines (Florence,
17e)**

**modèle en plomb du diamant
bleu de Louis XIV (MNHN)**





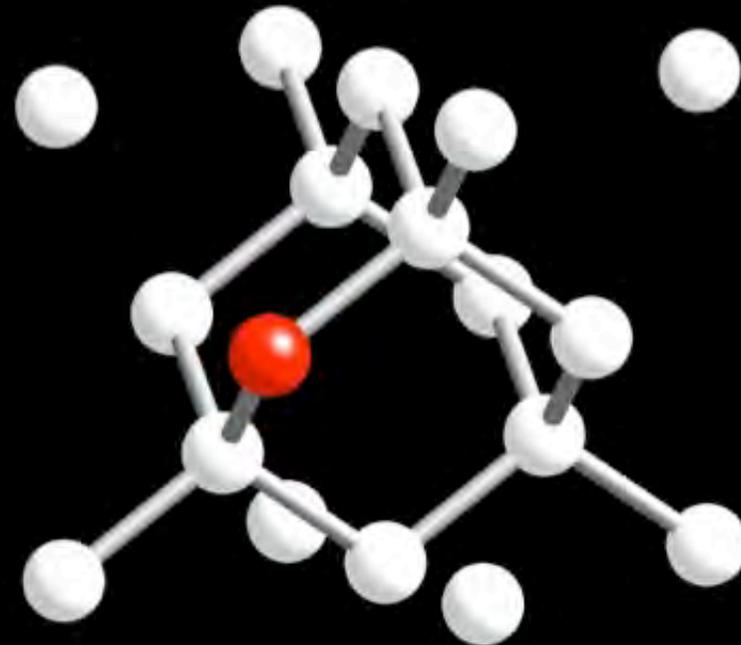
diamant bleu de Louis XIV



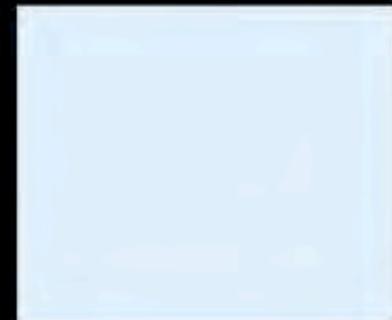
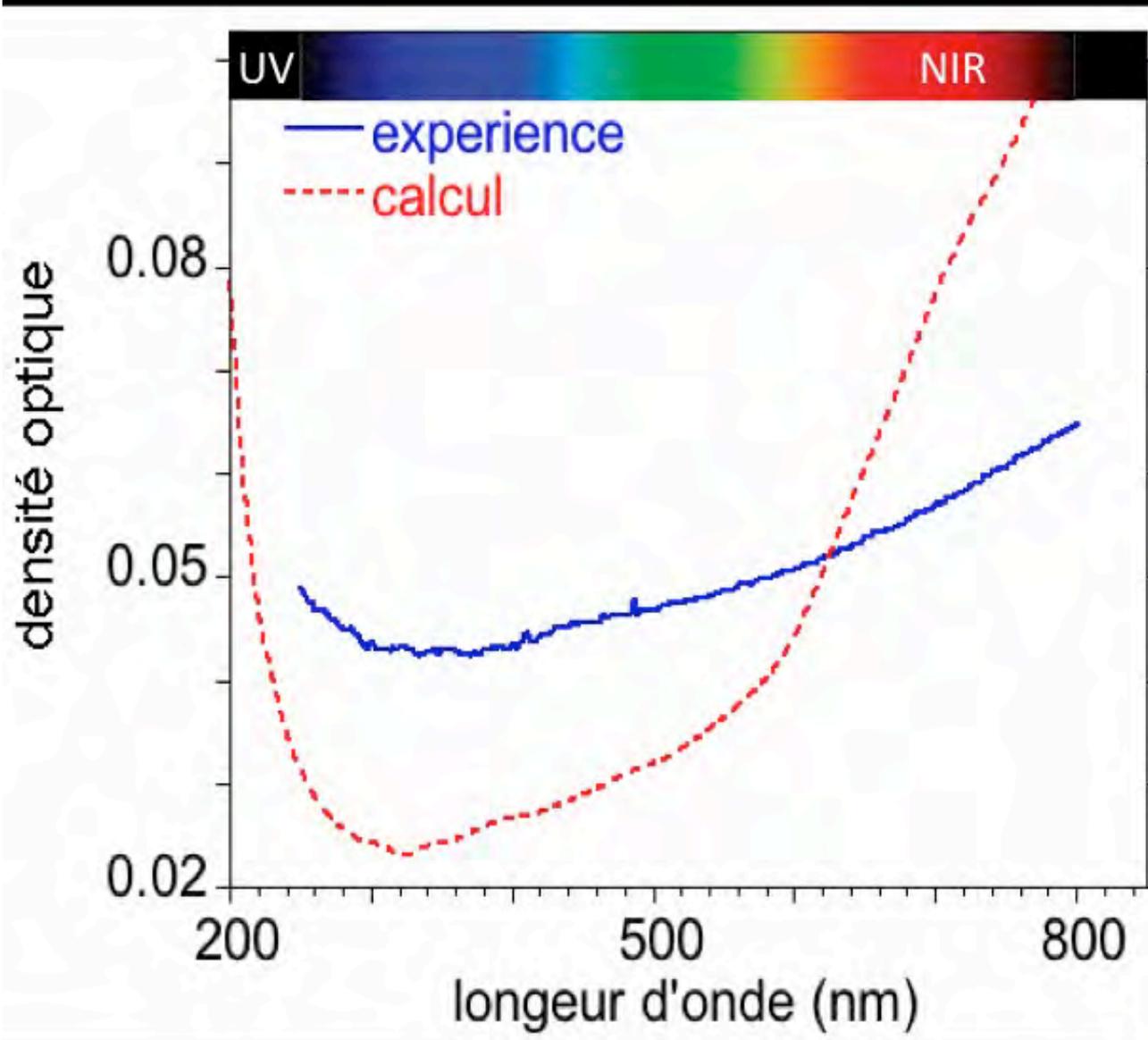
les diamants bleus et le bore



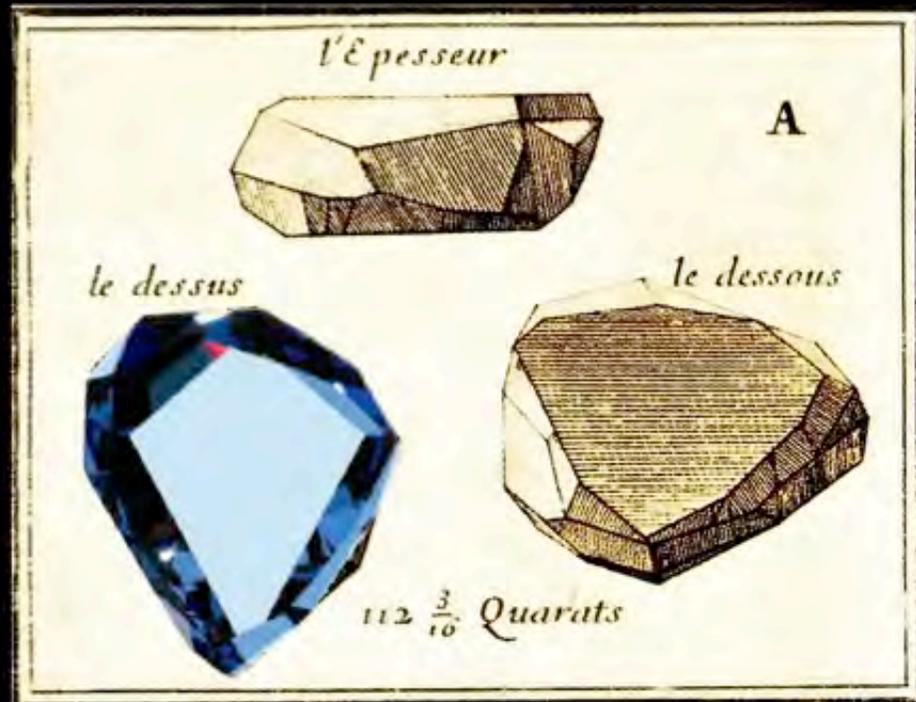
« Hope »
45,5 carats



diamant avec défauts autour
du bore ➤ couleur bleue



le diamant bleu indien (1668) et sa retaille (1673)



Jean-Baptiste Tavernier (1605-1689)
Les six voyages (1676)

retaille de 1669-1673

Détour par des archives royales

Un très grand diamant violet fort épais,
taillé à facettes, à la mode de ce deux côtés l'un
moins élevé que l'autre en forme de Coeur court à
finis par le haut très vive et nette, p^{es} 67. K. 1/2.
dans un bâton d'or émaillé par derrière estimé
quatre cent mille livres Cy.....

© Paris, Archives nationales, O¹ 3360, § 1, art. 2

**Un très grand
diamant**

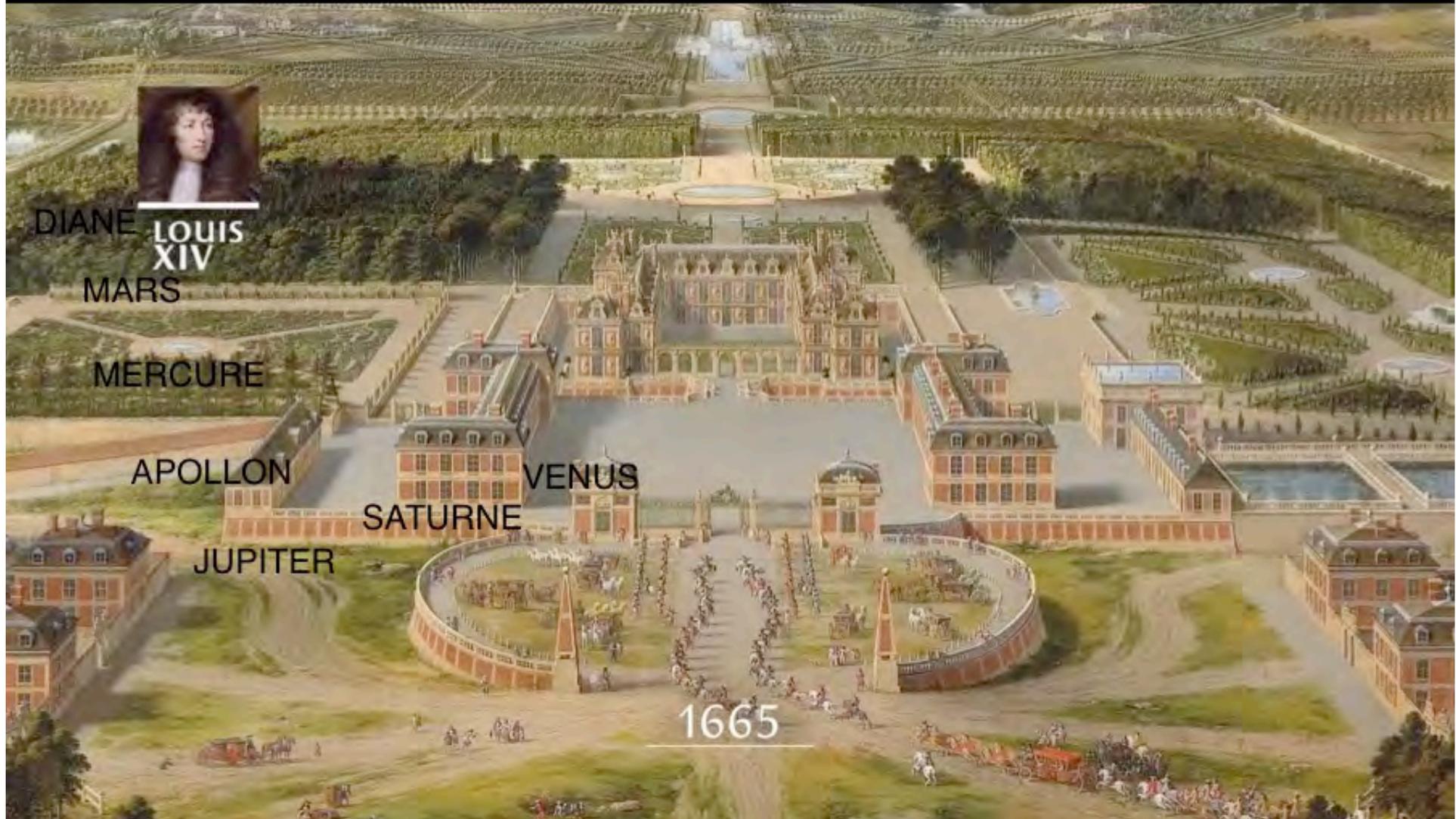
...

**dans un
bâton d'or
émaillé par
derrière...**



Versailles : GRAND APPARTEMENT DU ROI

© www.versailles3d.com



Les anciennes collections royales au Muséum



**« Grand Diamant
bleu »
69,0 carats
1669-1673
(simulation)**

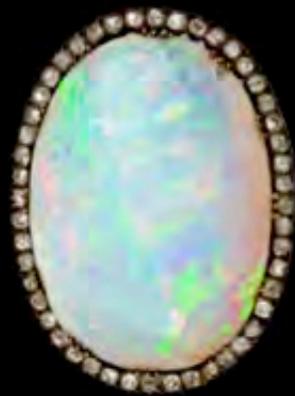


**« Grand Saphir »
135,7 carats
1669
(original)**

conservation et valorisation d'un héritage unique



—
modèle d'un
cristal (1820)



—
opale du
sacre
de Charles X



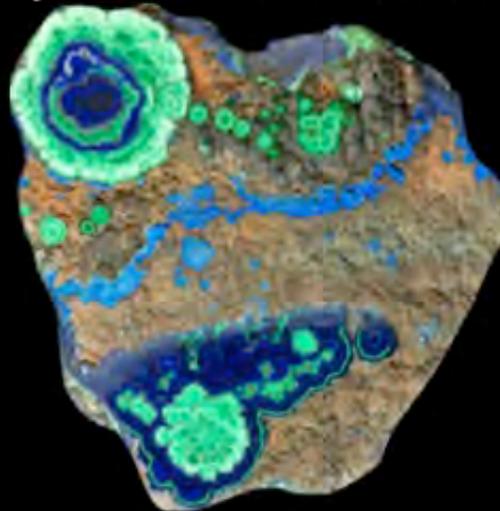
—
météorite d'Orgueil
(1864, Tarn et Garonne)



—
saphirs et rubis de
synthèse
(Verneuil, 1880)



—
pendentif mogol (17e)
or, diamants et émeraudes



—
azurite et malachite (USA)



—
pépite d'or
inca



—
pendentif impérial chinois
(20e) rubellite et jade

nouveaux mécanismes de patrimonialisation

UN GRAND MERCI À TOUS NOS CONTRIBUTEURS !

VOTRE SOUTIEN A PERMIS L'ACQUISITION D'UNE MAGNIFIQUE
SPHALÉRITE QUI SERA EXPOSÉE DANS LA GALERIE DE MINÉRALOGIE
DU MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE.



Sphalérite sur quartz améthyste
(Roumanie)



Fluorite sur quartz enfumé dite
« Laurent » (Haute Savoie)

Dations : Roger Caillois (1913-1978)

dendrites de
birnessite
dans rhodonite
(Madagascar)



« maternité magdalénienne »
(tranche de stalactite)



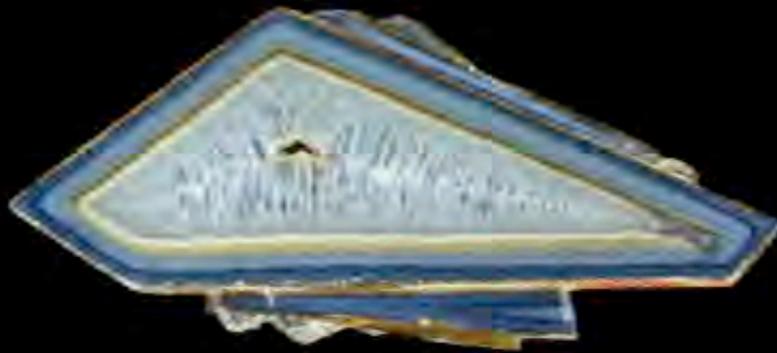
« *agates paradoxales* »

Roger Caillois (1976)



Depuis que je me suis entiché des agates polyédriques, je
cherche ce que je préfère en elles...

Je soupçonne parfois que la soigneuse dissymétrie de leurs faces et de leurs pentes
est de toutes leurs singularités celle qui me séduit davantage.



J'y distingue, sinon une réponse de la
nature, au moins une des métaphores
possibles de la cohérence aventureuse où
j'aperçois pour ma part l'ambition
commune de la science et de la poésie.

agates polyédriques dites
« *paradoxales* » (Parana, Brésil)

« Pierres aux mesures » (1969)



Sigmund Freud
Le délire
et les rêves
dans la *Gradiva*
de W. Jensen



folioessais



verre soufflé
(Montagne Pelé, 1902)



Une nouvelle exposition au Jardin des Plantes : « Trésors de la Terre »



3. Minéraux exceptionnels, minéraux utiles :

Musée de Minéralogie, Mines ParisTech

Didier Nectoux

L'Ecole des Mines





Aragonite - Autriche

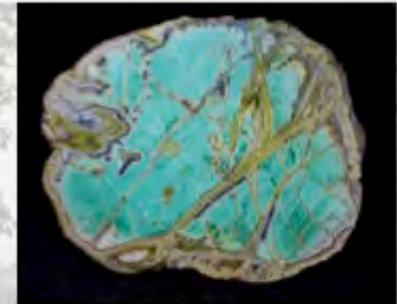
- Fondée en 1783
- Installée à l'hôtel de Vendôme depuis 1815
- 60 Bd Saint Michel PARIS 6^{ème}
- 2300 personnes dont 1300 étudiants, 400 Doctorants
- 18 centres de recherche
- 4 implantations : Evry, Fontainebleau, Sophia, Palaiseau

L'hôtel de Vendôme



L'hôtel de Vendôme

- Edifié en 1707 par les Chartreux
- Occupé notamment par:
 - la duchesse de Vendôme
 - le duc de Chaulnes
- Raboté par le percement du bd Saint Michel
- Agrandi au XIXe siècle
- Bâtiment, façade XVIIIe et jardin conservés coté jardin du Luxembourg



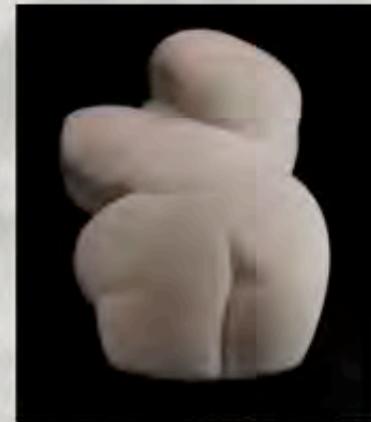
Variscite – Etats-Unis

Le Musée de Minéralogie



« Spectacle de la nature »
HUGARD 1855

- Des collections initiées au XVIIIe siècle
- Un écrin du milieu du XIXe siècle
- Décoration de l'escalier par:
Abel de Pujols
Hugard
- Un outil pédagogique et scientifique
- Un rôle stratégique : inventaire des richesses minérales pour leur exploitation



Sépiolite – Turquie

Les richesses minérales de la France
(Abel de Pujols 1856)



**Minéraux
beaux et utiles**



Les collections

- 100.000 objets et échantillons
- 4.000 pièces exposées
- Collections de minéraux
de roches
de météorites
de minéraux de synthèse
de gemmes
- Pierres des bijoux de la couronne de France



Gypse— Etats-Unis



Les rôles du musée

- Un lieu de culture et d'expositions
- Un espace de réception
- Un conservatoire des espèces
- Une base de données de gisements et de minerais



Orpiment – Russie

Minerais, une nouvelle donne

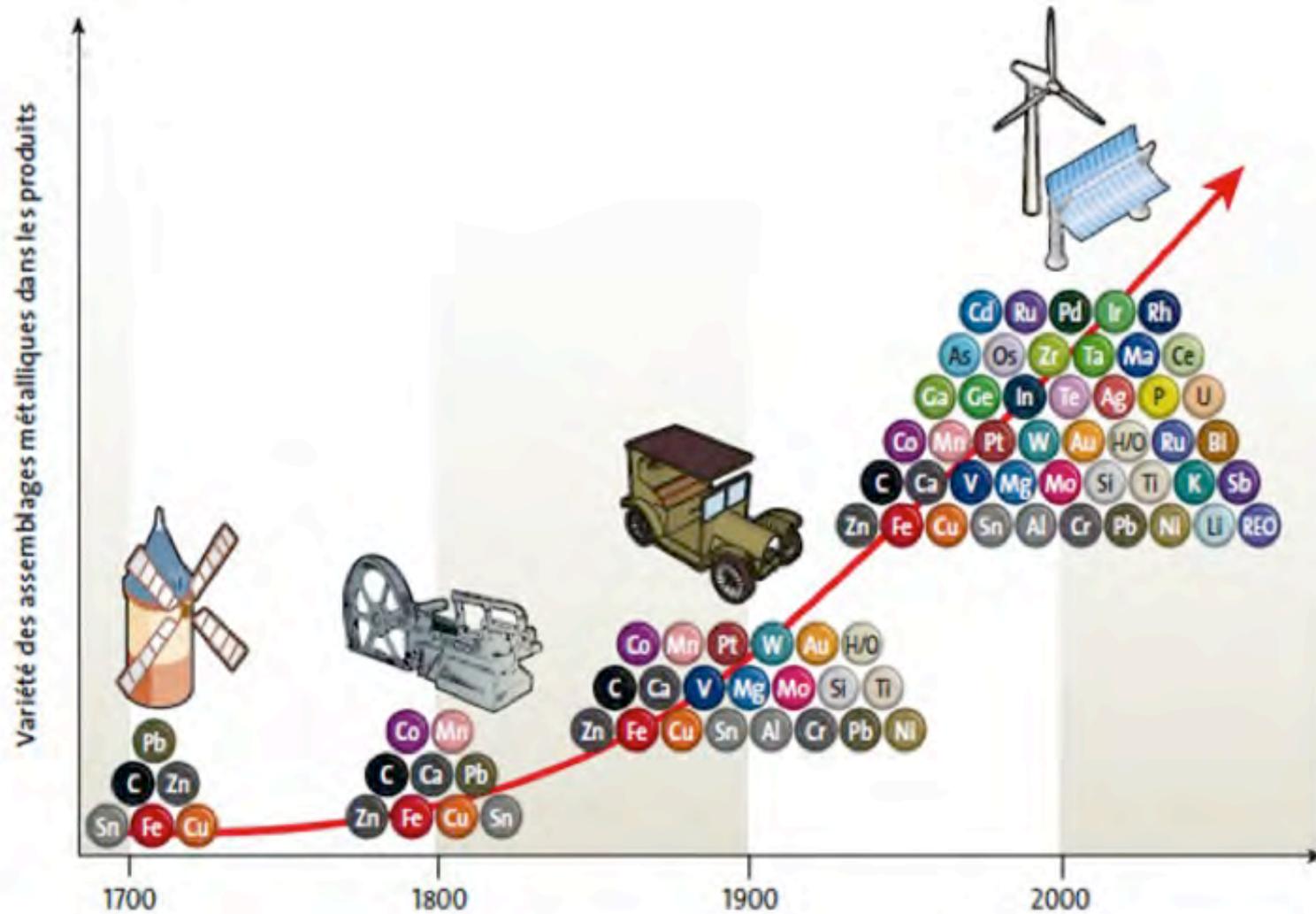


Fig. 6 : Augmentation de la complexité des assemblages métalliques dans des produits génériques.

Source : Van Schaik et Reuter, 2012 (adapté d'Achzet et Reiller).

Fig. 6: The increase in the complexity of metal assemblies in generic products.

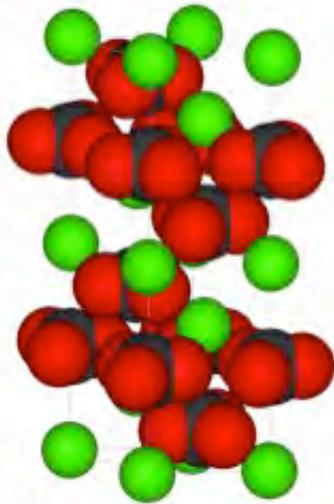
Source: Van Schaik and Reuter, 2012 (adapted from Achzet and Reiller).

Les minéraux
nous racontent
des histoires

La calcite nous raconte

la structure de la matière
l'histoire des sciences
l'histoire de la terre et de l'humanité
les matériaux
l'environnement

Calcium



Élément

Calcite



Minéral

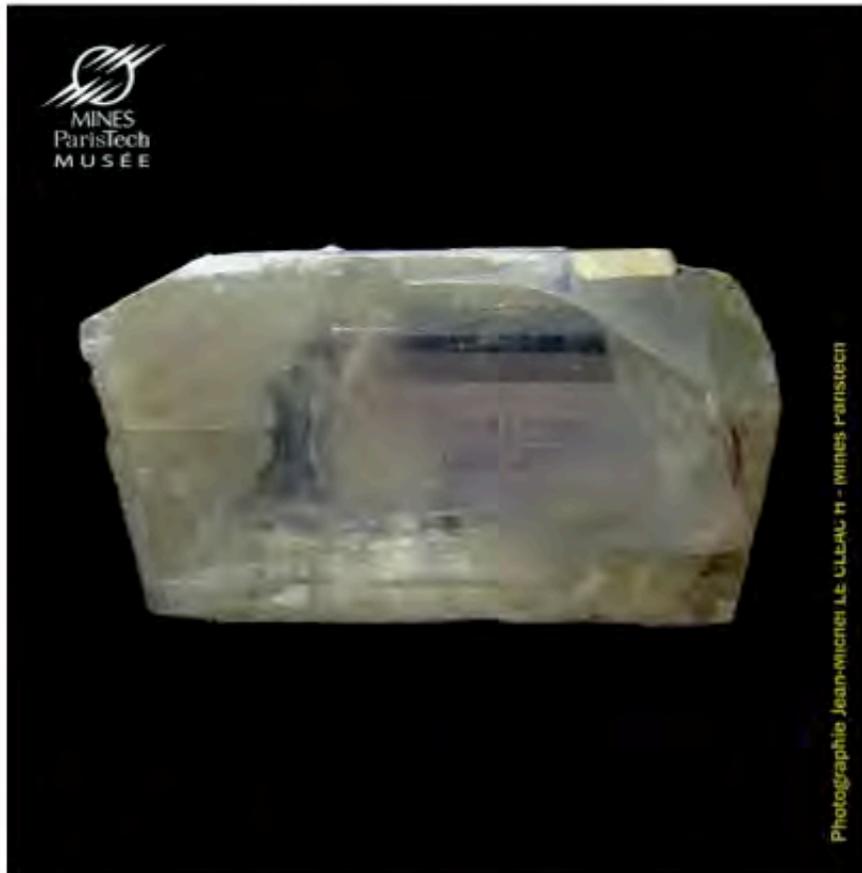
Calcaire



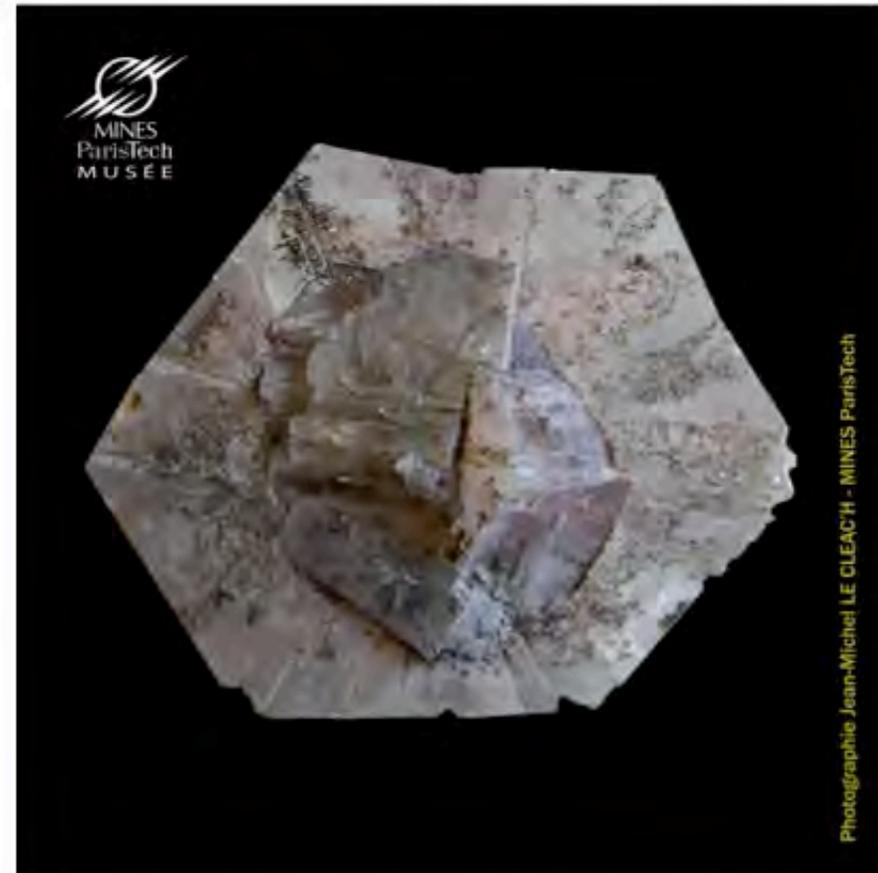
Roche

Calcite et structure de la matière

1 composition chimique et 2 espèces minérales



Calcite (Rhomboédrique)



Aragonite (hexagonal)

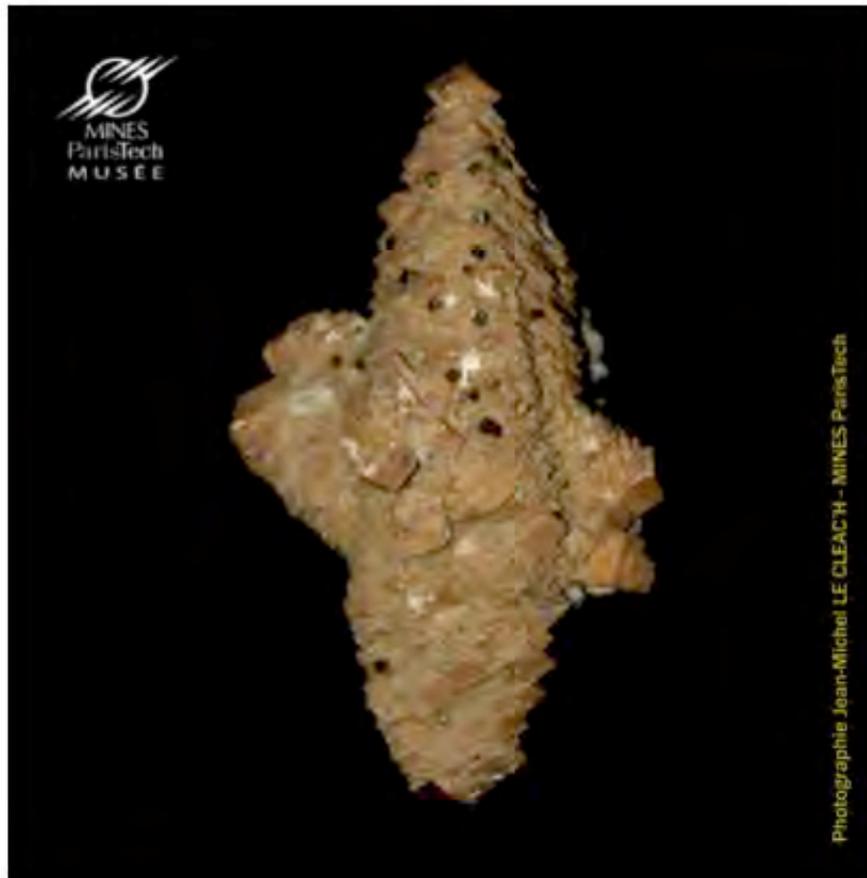
Calcite et propriétés optiques

Spath . Islande



La biréfringence

Bartholin, 1669 puis Huyghens



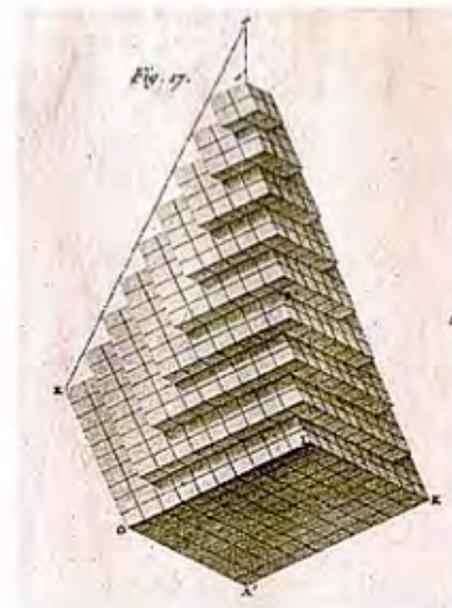
Expérience de Haüy

1782 Loi des accroissements

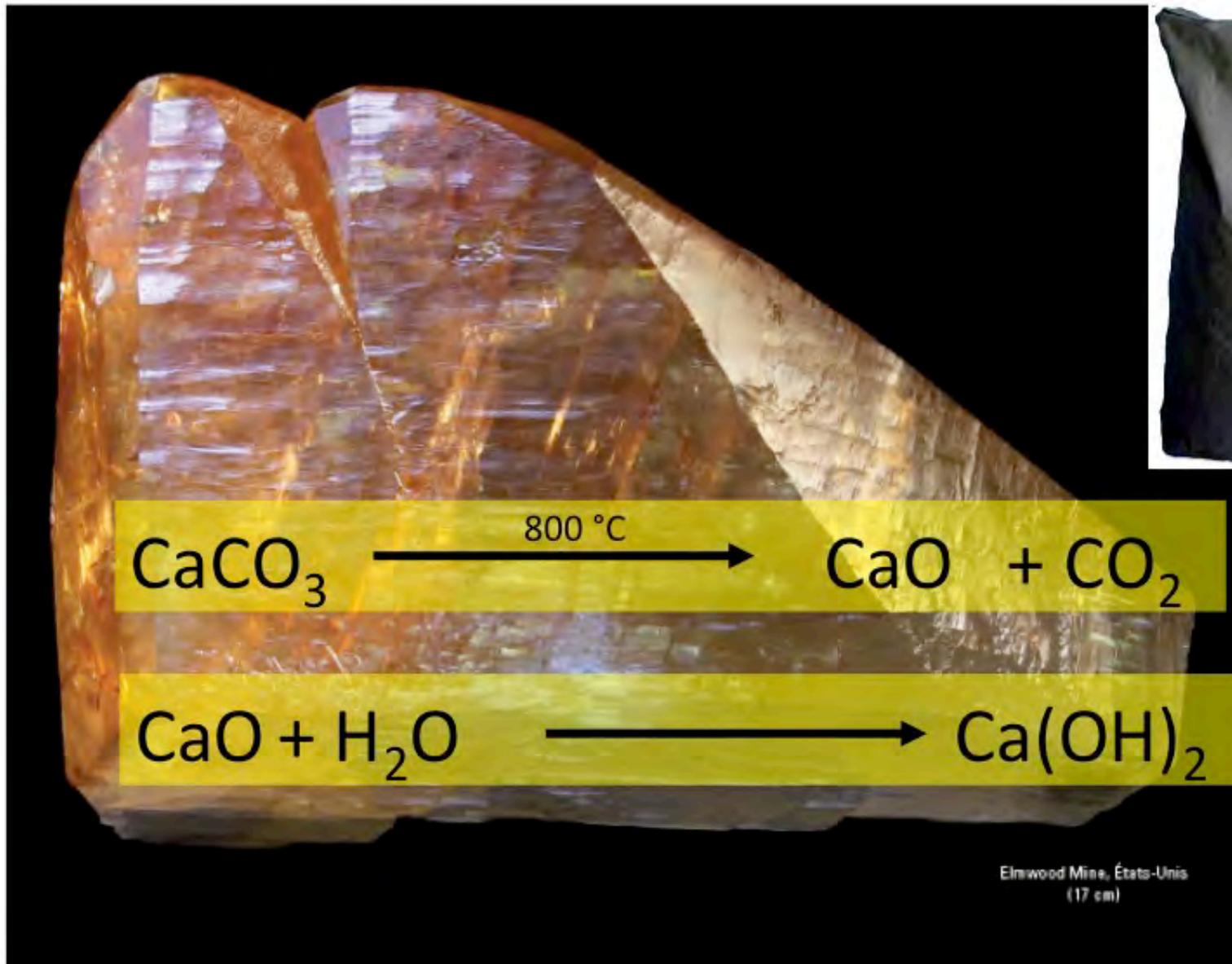
1784 Loi des décroissances

1802 Loi des troncatures

1815 Loi de symétrie



Calcite et matériaux



3 minéraux pour construire sa maison

Gypse



Calcite



Argile



Plâtre



Ciment



Chaux

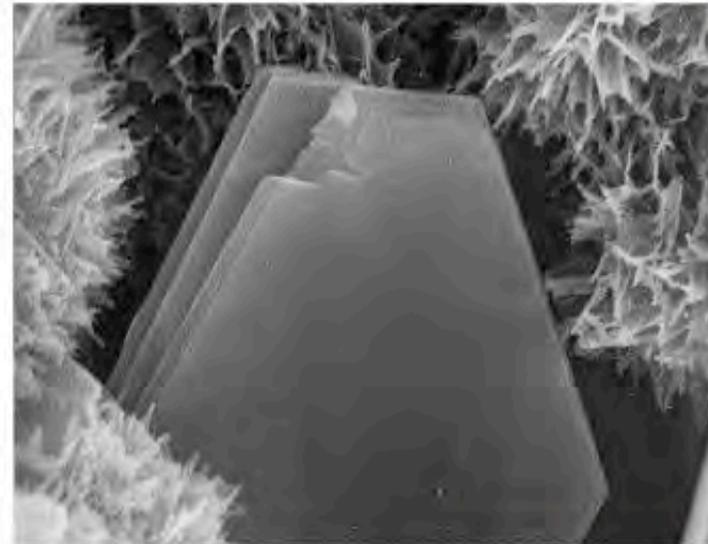


Tuiles
Briques

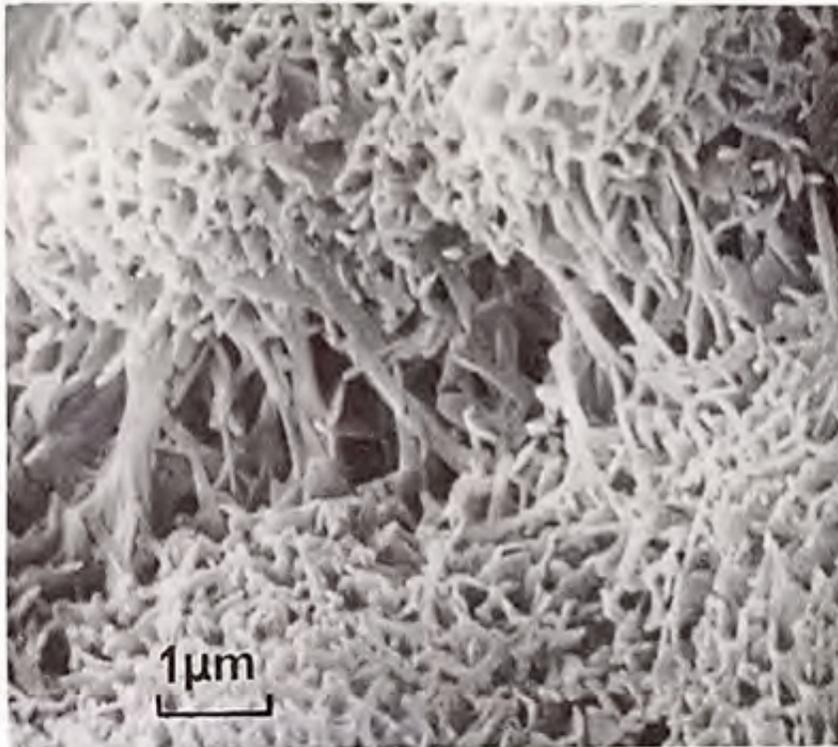


Les minéraux du ciment

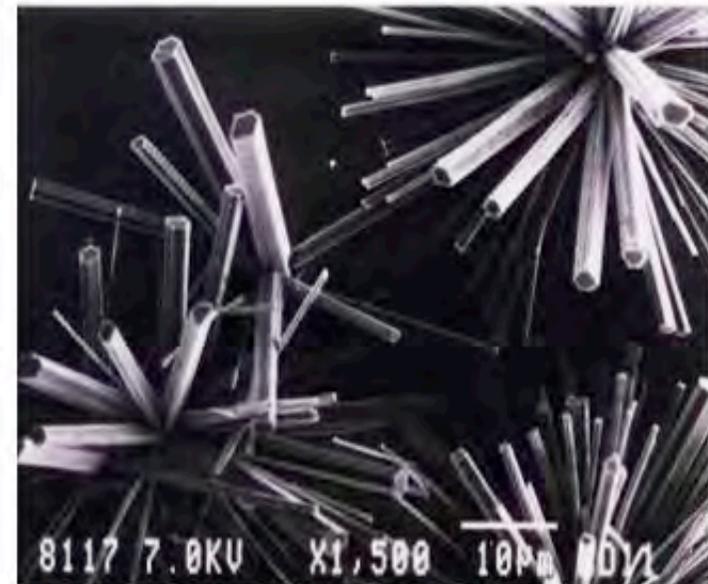
Portlandite



Silicates calciques hydratés



Ettringite

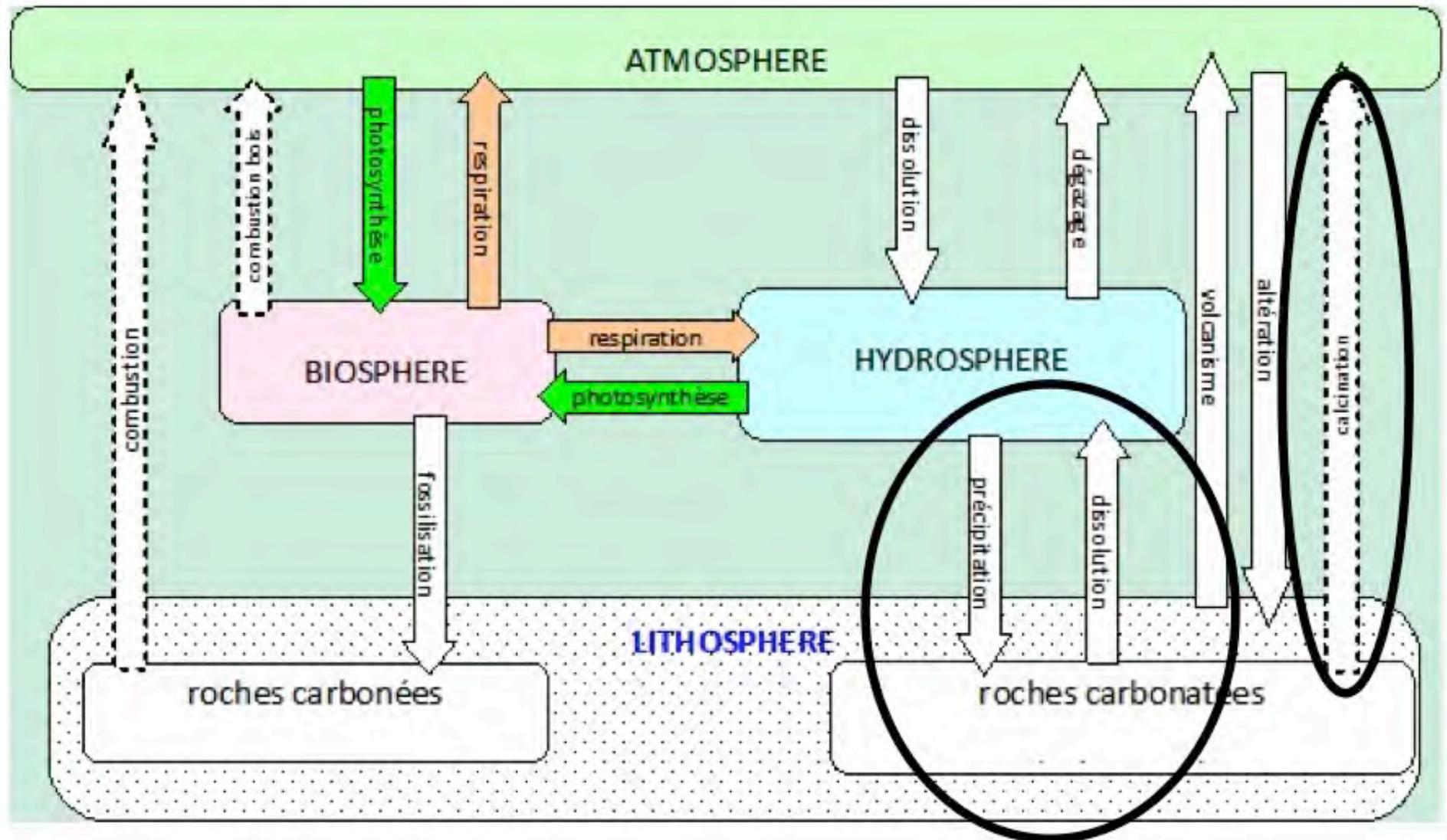


Calcite, aragonite et vie



Le monde vivant a joué et joue un rôle essentiel dans la précipitation du carbonate de calcium et donc dans la réduction du CO_2 atmosphérique

Calcite et cycle du carbone



Calcite, paysage, Homme

Modelé karstique



Les rôles du karst :

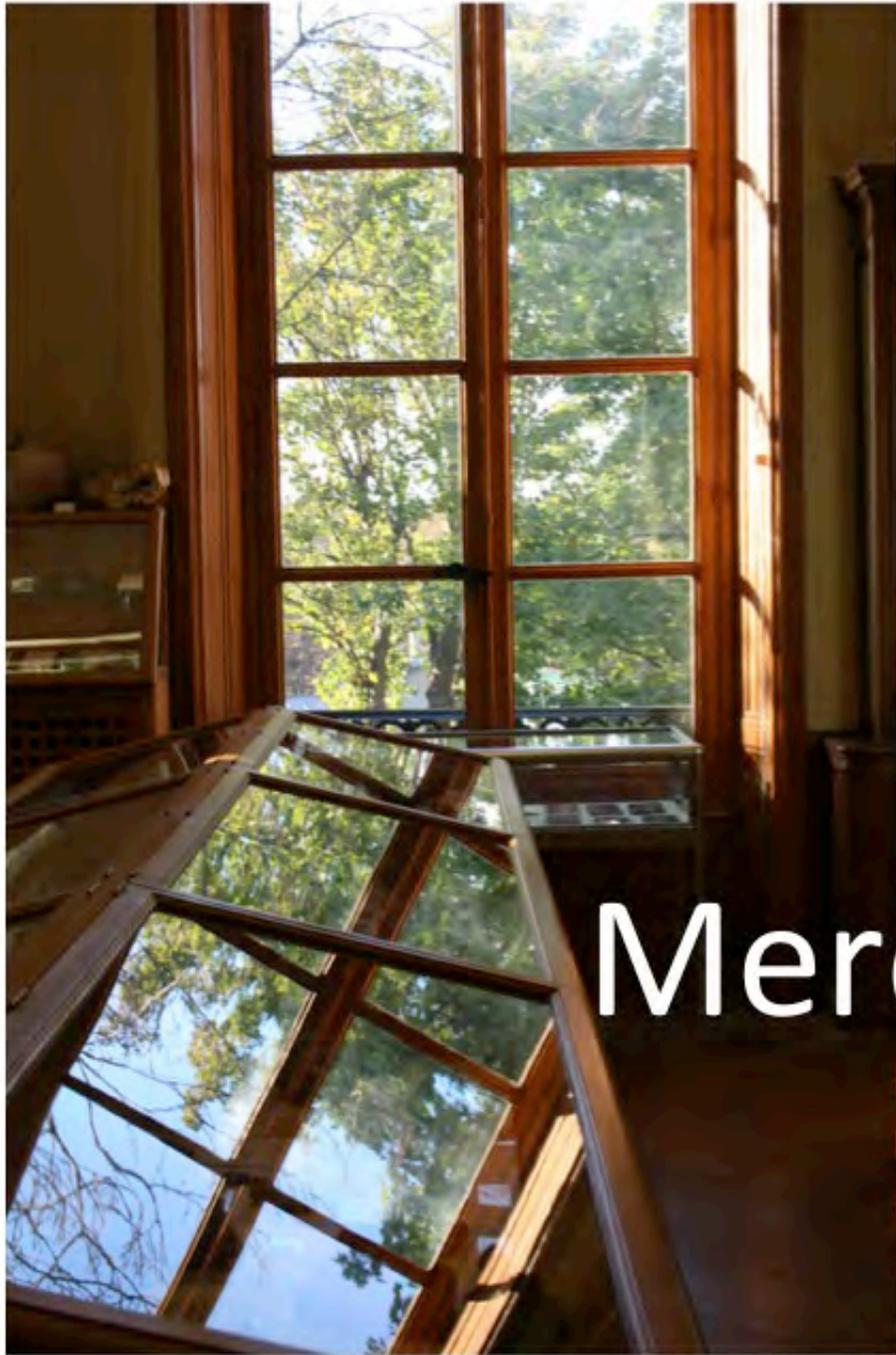
- Refuge
- Réservoir (eau, hydrocarbures)
- Piège (bauxite)

Les grands enjeux sociétaux

Ressources minérales – géostratégie, économie

Développement durable – Consommation, recyclage

Environnement – Biodiversité - Climat



Merci

SAGE 1740-1824

En guise de conclusion...

- Les minéraux ouvrent sur le fonctionnement de notre planète et son évolution, mais aussi sur des volets très divers qui vont de la création artistique jusqu'au développement économique et humain et aux grands défis environnementaux.
- Ces minéraux contribuent à la réflexion actuelle sur l'utilisation des ressources minérales dans un contexte durable.
- Les musées de Mines ParisTech, de l'Université Pierre et Marie Curie et du Muséum national d'histoire naturelle rassemblent trois collections de minéraux avec leur spécificité scientifique, technologique, historique et esthétique, formant un ensemble unique au monde.

Les trois collections de Minéralogie parisiennes

- Collection de Minéralogie, Université Pierre et Marie Curie, 4 Place Jussieu, 75005 Paris
www.imPMC.upmc.fr/fr/collection_de_mineraux.html
- Galerie de Minéralogie et de Géologie, Muséum National d'Histoire Naturelle, 36 rue Geoffroy Saint-Hilaire, 75005 Paris
www.galeriedemineralogieetgeologie.fr/
- Musée de Minéralogie, Mines ParisTech, 60 Boulevard Saint-Michel, 75006 Paris
www.musee.mines-paristech.fr/

Quelques références

- **Jean-Claude BOULLIARD, Orso MARTINELLI:** Minéraux remarquables, Editions Le Pommier.
- **François FARGES:** À la découverte des minéraux et pierres précieuses, Editions Dunod/Muséum National d'Histoire Naturelle.
- **Didier NECTOUX, Jean-Michel LE CLEAC'H, Cyrille BENHAMOU:** Curiosités minérales, Editions Omniscience.