

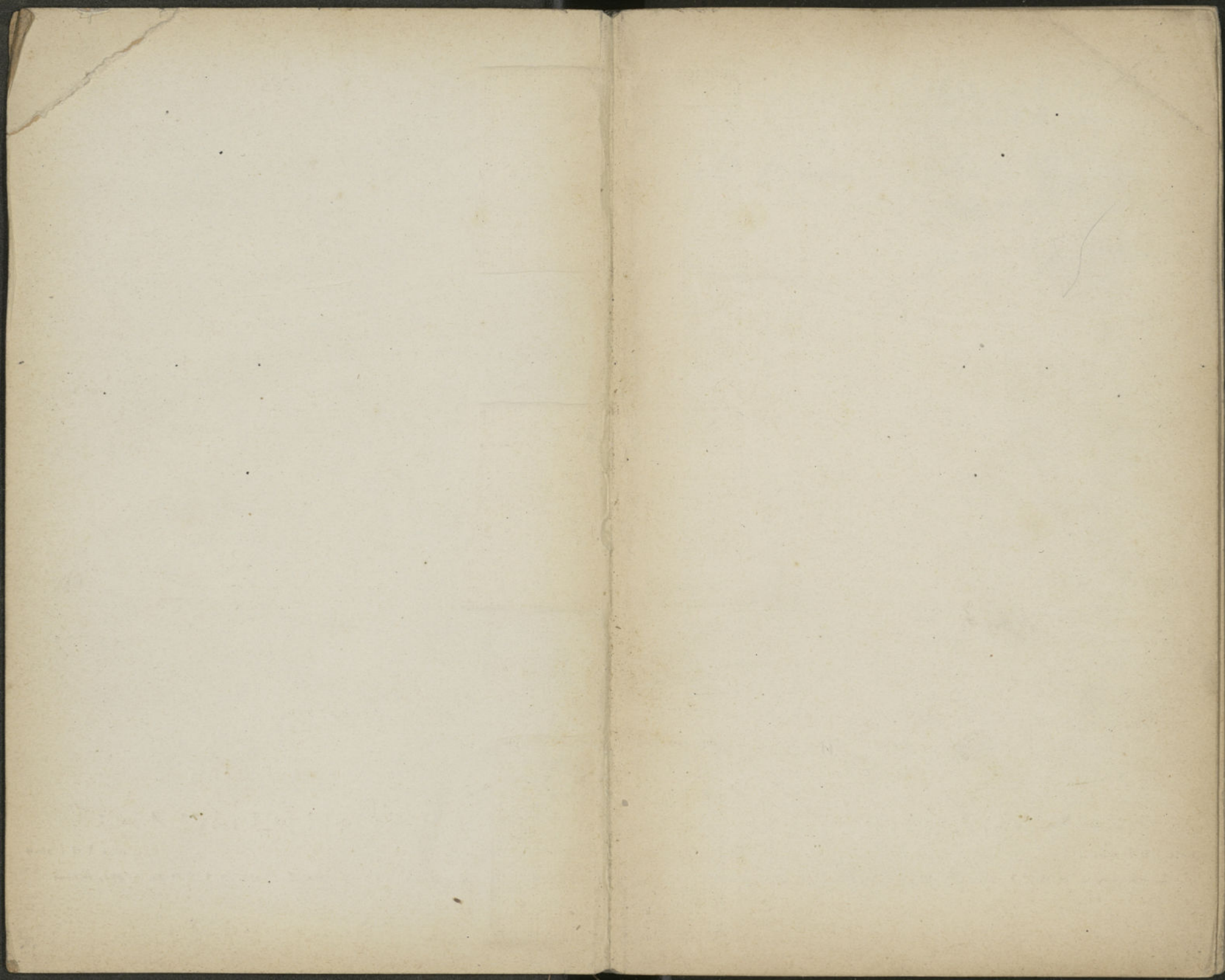
Minéralogie  
Cours de M. Barrois  
1903-1904 - I

Ch. Bruguier

Cambridge Univ<sup>ty</sup> Book

Contains 120 Leaves

Depôt DENYS-DENOIS, Papeterie, 4, Rue du Dragon, LILLE

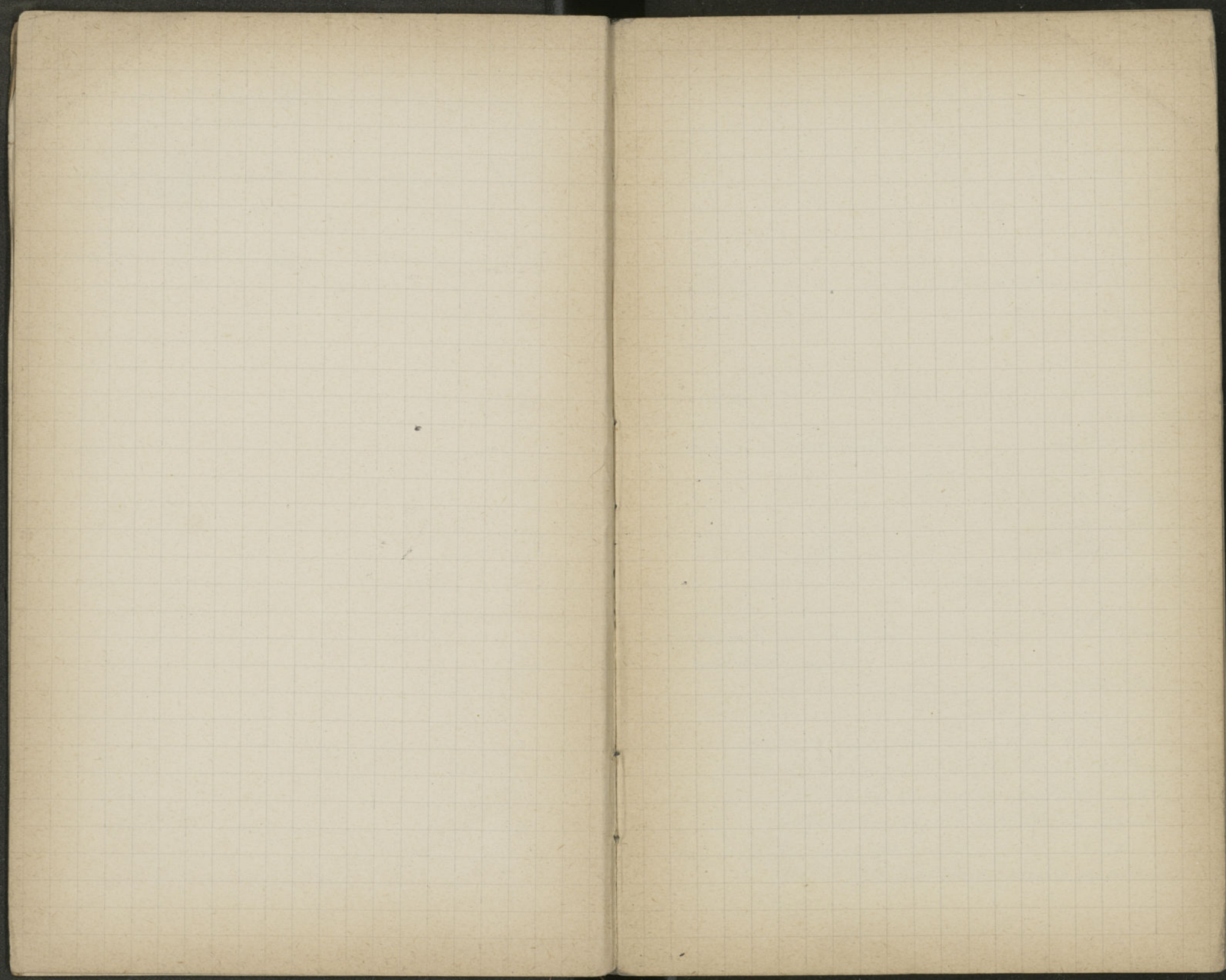


M. Barrois -

Jeudi 4 h. Conf. Paleont  
Vendredi 4 h. Cours mineral  
Samedi 4 h. Cours geologie

M. Bourcami

Lundi 2 1/2 Geologie  
Mardi 3 1/2 Mineralogie  
Jeudi 2 1/2 Conf. mineralogie



## Notion

Etude des formes cristallines

Etude des modif. des agents physiques  
par les cristaux.

## Minéralogie

Toutes les substances minérales ont des formes  
facées, qui se rattachent les unes aux autres.

D'où étude des formes cristallines que  
prennent les différentes substances.

C'est plus qu'une simple étude géométrique.

En minéralogie, l'h. reproduit à volonté  
ces différents cristaux, à la différence des  
plantes et des animaux qui en ont toujours  
à créer.

L'étude pénètre même les lois de l'organisation  
de la matière.

Dans cette discipline, on peut encore  
étudier le jeu d'agents physiques: la  
lumière éprouve des modif. en se traversant,  
la chaleur aussi, l'électricité, le magnétisme  
d'étude de ces modif. ont donné notions  
intéressantes sur la constitution de ces agents  
physiques eux-mêmes.

C'est le but de la vraie minéralogie,  
théorique.

ici, cours de minéralogie appliquée.

## Notion du cristal

Elements d'un cristal:

Faces

Angles solides

Arêtes (angles dièdres)

Rapports constants dans un cristal:

L'angle dièdre a une valeur constante

Le nombre des faces plus le n. Des angles solides est égal  
au n. Des arêtes plus deux

## Caractères des minéraux

### Cristal.

C'est un solide, polyèdre, terminé par des faces planes qui sont disposées symétriquement par rapport à certains lignes ou plans, les axes de symétrie.

Ces solides présentent ont des formes variées: On donne le nom d'angles aux angles solides compris entre différentes faces.

On appelle arêtes les lignes qui vont d'un angle solide à l'autre et séparent les faces solides entre elles. elles coïncident avec angles dièdres.

On mesure les angles dièdres au goniomètre, comparé avec un cercle gradué.

Une méthode plus parfaite emploie le goniomètre par réflexion, qui mesure l'angle normal, complémentaire de l'angle dièdre à mesure.

Règle capitale: pour une même forme cristalline, l'angle dièdre a une valeur constante.

D'où dérive le parallélisme des faces opposées.

Il y a rapport constants entre les faces, les arêtes, les angles.

L<sup>1</sup>

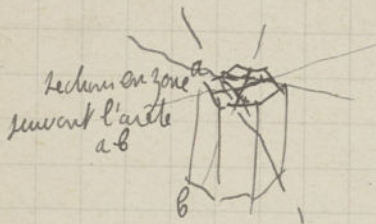
## Les axes de symétrie

Centre de symétrie

### Coupes

coupes principales

zones



## Les systèmes cristallins

Distinction des systèmes entre eux

Les six systèmes

: L<sup>n</sup> des faces + C<sup>n</sup>. Des axes <sup>solides</sup> et <sup>ab</sup> égal au n. Des arêtes + 2.

Les axes de symétrie réunissent les parties opposées et de symétrie, ils se rencontrent au centre, qui est à égal distance de tous les points de la périphérie.

De ces centres on peut faire des coupes en sens quelconque. On appelle coupes principales les coupes qui passent par les axes de symétrie.

Les sections en zone: on appelle zone la courbe de faces qui se coupent suivant des intersections parallèles. Elles ont la même des<sup>2</sup> est importante: les sections passant plus d'une même z ont les mêmes caract optiques en général.

### Systèmes cristallins

Tous les syst cristall peuvent se rapporter à un petit n. De systèmes: six.

D'une substance cristalline de un système, elle en présente tous la forme.

est donc syst présente un certain de modifications, mais sans jamais se confondre avec un autre système.

Elles en ont six:

1. Système régulier
2. quadratique
3. hexagonal
4. rhomboédrique
5. monoclinique
6. triclinique

Ces six syst sont acceptés de tout les pays, mais sous des noms divers.

Elles sont caractérisées par leur symétrie, en outre par le n, par leur et q<sup>de</sup> relative de leurs axes.

On peut aussi les reconnaître par la construction des plans de symétrie.

1. Système régulier  
Cristaux égaux et perpendiculaires

(comme de placer un cristal)

Symétrie tri-quaternaire

9 plans de symétrie

Système régulier

On y trouve trois ordres de formes. Mais on peut  
être les placer devant soi de sorte que l'on  
soit à l'équerre, à gauche, au-dessus; et que  
ceux trois directions soient perpendiculaires les  
unes aux autres.

(Il faut être certain par l'ordonnée de + de symétrie  
que mette un a. vertical; si par un 2  
hoiz de gauche, si par un 3. le hoiz au-dessus.)

Tous les angles sont égaux. De plus et autre  
un a. solide, les faces égales, les dièdres  
égaux.

De même au-dessus et derrière, le haut et le bas.  
De plus on compare l'avant à l'arrière  
le haut à l'arrière droit, etc..

Ce syst. régulier est caractérisé par la maxime  
symétrie.

Ces trois données sont égales entre elles, et  
perpendiculaires entre elles.

Ce cristal ainsi défini présente trois axes  
de symétrie et perpendiculaires entre eux: un  
vertical, un autre hoiz de gauche, un hoiz au-dessus.

Cette symétrie est la plus grande.

Ainsi les faces autour de l'axe vertical: elles  
sont égales, les dièdres égaux. De même  
l'a. solide de droite, etc. l'a. de

Il y a donc symétrie tri-quaternaire. (Don  
le nom de syst. triquaternaire. D'autres disent syst. cubique  
parce qu'ils font dériver les formes du cube.)

D'autres savants cherchent les plans de  
symétrie, coupent le cristal suivant ces plans,  
par l'axe, par un 2 autres, par 3.

Le syst. régulier présente alors 9 plans de symétrie.



2. Système quadratique  
3 axes, deux égaux et un inégal,  
tous perpendiculaires

Symétrie quaternaire

5 plans de symétrie

3. Système hexagonal  
4 axes, 3 d'un même plan, égaux,  
à  $60^\circ$ , le 4<sup>e</sup> inégal et perpend. aux autres.

Symétrie sennaire

7 plans de symétrie

2. Système quadratique  
Trois axes de symétrie. Deux égaux entre  
eux, le 3<sup>e</sup> inégal mais perpend. aux deux  
précédents.  
L'octaèdre quadrat se dit de l'octaèdre régulier  
On peut en plaç. pour qu'il ait  
~~deux axes de symétrie~~ et deux axes de symétrie, mais diff.  
du ht et du br.

La symétrie du syst. quadr. est la  
symétrie quaternaire. Elle est ég. à quatre  
faces autour d'un angle, à deux axes égaux:  
mais sont en une seule position. Donc  
par triquaternaire: du test qu'une fois  
quaternaire.

Enfin le n. de plans de symétrie bes.  
plus limité que de le syst. régulier:

Deux vertic. perpend. les deux autres dis.  
précédents. Au pl. horz. suivant les  
deux axes horz.: 5 plans de symétrie  
1) 3. Syst. hexagonal. présente 4 axes de  
symétrie d'après le t. f. car que 3 d'un  
même plan avec a.  $60^\circ$  et égaux entre eux,  
le 4<sup>e</sup> inégal perpend. au plan des 3 précédents  
et inégal.

On peut plaç. de 1 fac. que de l'octaèdre  
= a. ar et axe à  $60^\circ$  (SE SW) et que  
ces deux sont diff. du ht et du br.  
La symétrie dans ce syst. est dite sennaire.  
Il y a autour de lui 6 axes égaux. (à nom de  
la symétrie syst. sennaire).

Il y a 7 plans de symétrie: 3 con.  
a. vertic. a. vertic. avec a. horz. 3 autres  
derrière, c'est la base.

Sur ce syst. hexag. il y a trois

Hémédrie: système ternaire

4. Système rhombique

3 axes inégaux, perpend. entre eux

Symétrie binaire

3 plans de symétrie  
5. Système monoclinique

3 axes inégaux, un seul perpend. à deux autres

Convention de notation

facies qui se développent plus que les autres finissent par se rencontrer. Pour retrouver la symétrie, il faut doubler la symétrie: si la symétrie est ternaire, elle devient hexagonale et en sont des hémédries car former, on ne peut représenter que la moitié des faces.

Certains considèrent le syst ternaire comme différent du syst sénaire

4. Système rhombique

l'octaèdre rhomb. redit de grand pique. l'ar et un parallèles a dr et a gche. La base est un rectangle et non un car.

3 axes symétr. perpend. entre eux, mais inégaux entre eux.

On peut leur place de T pour que  $a = b$ ,  $c = c$ ,  $h = h$ .

Chaque des axes a un diff. ternaire de symétrie du syst rhombique est la symétrie binaire. D'ailleurs (ter binaire: (non pleine symétrie?) mais seulement deux fois binaire pour une position donnée.

Le n. de pl. symétrie est trois

5. Système monoclinique la forme la + simple est l'octaèdre oblique.

Un axe de symétrie, l'un perpend. aux plans des 2 autres qui sont obliques entre eux

Un des axes est perpend. de position verticale l'autre perpend. est de gche, le 3ème oblique un pl. des deux autres pl. se devant l'observation.

$a = gche$ ,  $b = ar$ ,  $c = bas$ .

Symétrie unibinaire

1 plan de symétrie

6. Système triclinique  
3 axes inégaux et non perpendicul.

Symétrie unitaire  
0 plan de symétrie.

Un seul pl. symétrique passant par les  
deux axes  $H_2$ -avant, une seule  
symétrie de part et d'autre de ce plan.  
1 syst. monocla à la symétrie unibinaire  
unibinaire: 1 pl. sym.

6. Syst. triclinique

Dans le syst. triclin. 3 a. symétriques entre  
eux et trois axes obliques des axes  $H_2$  rapport  
avec axes: ~~axes~~ <sup>axes</sup> ~~différents~~ etc.

La seule symétrie est que à chaque face  
(en cristal d'y en a par une égale  
et opposée

Le symétrique est unitaire - aucun  
plan de symétrie

(on peut avoir aussi des axes, la symétrie  
est pl. symétrique pour aucun à l'égard  
des systèmes).

---

# Notation des systèmes Cristallins.

La notation a pour but d'abréger la description  
et de noter ce qu'on appelle la dérivation,  
p. q. ch. de l'original fait une face simple  
pointe d'où on peut dériver par modification  
(truncation, biselement sur la longueur)  
des formes qui ont la même symétrie  
générale.

En réalité les faces <sup>ne sont</sup> pas définies par  
leur rigueur absolue, mais par leur  
position dans l'espace par rapport aux axes  
de symétrie.

Ainsi l'octaèdre régulier, une de ses faces coupe  
les 3 axes, à égale distance partir du centre  
Par conséquent la caractéristique de la face de l'octaèdre  
est de rencontrer les 3 axes à une  
distance du centre.

On prend l'habitude de désigner l'axe vertical  
par la lettre c, l'axe horizontal de droite par  
b, l'axe horizontal gauche par a  
ou plutôt on désigne par a, b, c, la mesure  
de la longueur de ces axes.

De sorte qu'à l'intérieur de cette face rencontrant  
les 3 axes partiellement désignés par a b c.

## 1. Notation du système régulier

Forme fondamentale: l'octaèdre  
Principe de la notation d'une face:  
le paramètre.

(Par un cristal naturel, on mesure  
 l'axe. Dieder, et on arrive à savoir par la  
 la valeur de a. b. c.)

Ces valeurs a b c qui <sup>se trouvent</sup> <sup>en face</sup> <sup>du centre</sup>  
 du cristal <sup>à la</sup> <sup>face</sup> <sup>rencontre</sup> l'axe, est lue  
 le paramètre du cristal: le paramètre  
 de la face de l'octaèdre est représenté  
 par la b c

Mais a, b, c sont <sup>une face</sup> <sup>de l'octaèdre</sup> <sup>rencontre</sup> les 3 a. à une distance du centre.  
 On peut donc les remplacer par un même nombre:  
 1, 1, 1, ou a, a, a.

Si l'octaèdre a des axes de valeur double:  
 le paramètre 2 2 2, ou <sup>en cas</sup> a a a.

C'est la base du syst de Weiss, un allemand;  
 a a a repr la face de l'octaèdre régulier, d'indiquer  
 les formes

Naumann simplifié: il représente  
 l'ensemble a a a par la lettre o, première  
 lettre du mot octaèdre: la face de l'octaèdre  
 est o

La notation montre la dérivation des faces,  
 soit le cube (ce qui résulte <sup>par</sup> <sup>une</sup> <sup>transformation</sup>  
 sur le motif de l'octaèdre, donc en vertu des  
 lois de cristallographie, un <sup>cas</sup> <sup>particulier</sup> <sup>de</sup> <sup>ces</sup> <sup>lois</sup>: on arrive  
 ainsi au cube <sup>à l'aide</sup> <sup>de</sup> <sup>la</sup> <sup>notation</sup> <sup>o</sup>

donc, <sup>quel</sup> <sup>est</sup> <sup>le</sup> <sup>paramètre</sup> <sup>d'une</sup> <sup>des</sup> <sup>faces</sup> <sup>du</sup> <sup>cube</sup>  
 elle rencontre l'axe vertical à une distance qui place  
 l'octaèdre a - elle rencontre l'axe horizontal à l'infini;  
 l'axe de gauche à l'infini; la notation  
 sera o, o, o

si par conséquent repr octaèdre par  
 a a a (Weiss), o (Naumann), le cube  
 b a o (Weiss), o o o (Naumann) (o est face oct, o est  
 paramètre de chaque face)

Notation de Weiss:  
 a a a

Notation de Naumann  
 o

Formes dérivées  
 1 Cube  
 (mode de dérivation)

Weiss: o a o  
 Naumann: o o o

2. Cube pyramidé

Weiss:  $ma, a, \infty a$   
Naumann:  $m \infty$

3. Dodecaèdre

Weiss:  $a, a, \infty a$   
Naumann:  $\infty$

4. Trapezoid

Weiss:  $ma, a, ma$   
Naumann:  $m \infty m$

5. Tetrahedron

Weiss:  $ma, a, na$   
Naumann:  $m \infty n$

cad: la face rencontre d'axe à un point quel  
la face frontale: l'oct, et à l'imples d'un autre  
axe,

Soit le cube pyramidé, solide à 24 faces,  
qui est un cube sur lequel on fait un  
demi-pyramide sur chaque face.

Si on place ~~un axe~~ <sup>un axe</sup> on constate que  
ch. des axes va rencontrer aux distances  
vert: a. vertical à dist a, et l'oct,  
art.  $\infty a + qd$  dist,  $2a = m$ ; le 3e  
axe à l'imples

Ainsi le cube pyramidé notation

$\infty a, a, \infty a$  ou  $m \infty$

On trouve la nature de ce solide par rapport  
à la bissectrice de l'axe pyramidé.

(Les faces se divisent en axes aux dist  $m, a, \infty$ )

Système Dodecaèdre - dérivé de l'octaèdre  
par tronçonnage chaque arête. notation?

La face rencontre l'axe vertical à distance  $a$  ou  $0$  quel que soit  
le tronçonnage. l'axe vertical à distance  $a$  ou  $0$  quel que soit  
à l'imples d'axe:

$a, a, \infty a$  ou  $\infty$

Trapezoid (= icosaèdre) - Les 3 axes et un  
point à l'imples, sur ces axes on met divisions  
égales à partir du centre; à chaque angle solide

on pose un pointement à faces cad. des biseaux  
qui rencontrent chaque axe à une distance  $m$  du centre

et la face se divise en incliné par suppression  
des biseaux. Donc notation:

$a, m, a, m, a, m$  ou  $m \infty m$

- Solide à 48 faces: Hexaèdre octaèdre - dérivé  
de l'octaèdre: On ramène, on fait pointements  
à 8 faces, de façon que chaque face se rencontre  
à l'axe b et a à des distances différentes

Formes hémiedriques  
Principe de l'hémédrie

Notation des

2. Notation du système rhombique  
Forme fondamentale: l'octaèdre

Détermination de la forme frontale

Notation de Weiss:

$$a : b : c$$

soit  $m$  et  $n$  ces deux valeurs, la face de l'hexaèdre <sup>à son</sup> purtéorie he :

$$a : m : n \quad \text{ou} \quad m : n$$

Mes ces formes représentent l'ensemble des faces du syst. rhomb. hémédrique. Les autres formes sont hémédriques.

Le développement de  $\frac{1}{2}$  des faces qui sont protégées jusqu'à leur terminaison :

soit l'octaèdre <sup>ou</sup> prolongé jusqu'à son sommet - et les 2 faces alternes du bas, se font qui renouent le 17, ou le tétraèdre régulier.

La notation de l'octaèdre est  $o$ , celle du tétraèdre  $\frac{o}{2}$ .

Demander ces formes hémédriques au fait de ces autres formes hémédriques.

Syst. rhombique - forme frontale, double pyramide rhombique, axes de deux égaux.

On la détermine par la mesure de demi-axes, ce qui se fait par la mesure de droites.

On peut avoir aussi même plus court, on choisit une face frontale celle de l'axe à supprimer plus de l'unité de mesure, et qui est typé celui de gauche.

On trouve à rec. que le n. des axes est le même, il y a une loi de rationalité des formes: si une f. est frontale, les autres formes sont des multiples de la 1<sup>re</sup>.

Soit la forme frontale du syst. rhomb. 3a. mes. prend. Car il y a une a. de façon que chaque oct. ren. les 3a. a. doit être la centre soit a. la  $\frac{1}{2}$  de l'axe ar. ar., & la  $\frac{1}{2}$  de g. d. - c la  $\frac{1}{2}$  de l'axe v., le param.

Notation de Naumann:

P.

Formes de rivies

par variations de l'a. vertical Pyramides plus ou moins hautes

m P.

P. syst rhombique 8 faces d'une pyramide

+P syst monoclinique 4 faces "

'P' syst hexagonal 6 faces (de 4 pyramides différentes)

Pinacoides

(m P<sub>∞</sub>) (m P<sub>∞</sub>) syst rhomb.

∞ P

(m P<sub>∞</sub>) (m P<sub>∞</sub>) syst monoclin.

Prismes

∞ P

2.) par variation de l'axe droite gauche (axe horizontal le plus long)

Pyramides plus ou moins longues

m P

Macrodôme

∞ P m

On met m en general pour indiquer que la nouvelle forme de rivie d'une forme déjà différente de la forme fondamentale.

D'une quelc des faces sera exprimé par a &c.

ce qui donnerait par ex 1/2, 1, 3/2, obtant pour un cristal (coupe par ex) ce sont les trois multiples qui revêtent le syst rhombique.

Naumann l'exprime par P.

On peut supposer que l'a. vertical sont prolongé indéf. en haut et en bas. On peut alors faire longer les faces comme d'habitude autour des arêtes horizontales.

On si sur les a. verticales aussi prolongés nous mettons des points, nous avons trois places aboutissant à aut 1, 2, 3, etc. serie de pyramides rhombiques plus aiguës et plus hautes. — De cette forme P on pent aussi faire d'innombrables serie de pyramides M.P ayant hauteur plus grande M est > P

On peut aussi dire d'innombrables serie de pyramides à base carrée mais hauteur moins grande. On en cette valeur de l'a. vert d'innombrables types finira par être = 0, les 4 faces pour suppl. sur la base représentant un plan ∞ P.

On les appelle des pinacoides

De même il y a une limite de les pyramides aiguës: si les faces de la pyramide finissent par être parallèles à l'axe vertical. On obtient à l'infini: on obtient des faces de prisme — la notation sera ∞ P.

Cette variation a été exprimé par la notation de Naumann: ∞ P.

Si au lieu de varier l'a. vert, on en fait varier un autre: l'axe b. droite gauche. (Supposons qu'il est plus long que l'axe antérieur) on y porte valeur égale à 1, 2, 3, on fait varier les faces de manière à rendre l'a. horizontal diff. d'innombrables fois: on obtient une serie nouvelle de pyramides rhomb. On en pose à la limite que ces faces sont parallèles à l'a. horz. On obtient



9 Macropinacôide  
OP

3 par variation de l'axe avant-arr.  
(axe horizontal le plus court)  
Pyramides plus ou moins larges  
in P (n P n)

Brachydôme  
OP (in P ∞)

Brachypinacôide  
OP (in P ∞)

- Cas particuliers: Deux axes infinis:

Pinacôides  
OP∞  
OP∞  
OP∞

si les axes faces s'appuient sur un meau même.  
plus ou moins on doit ..

De même si on diminue la valeur de l'axe, on a  
une série de pyramides de moins en moins larges, jusqu'à  
ce que les faces s'appuient sur le plan vertical  
on a des pinacôides.

Avant ces notes pour l'édit des faces et un  
a vertical — Comme l'axe ici modifie le  
plus long, nous mettrons le signe longue  
P MP OP OP

Si on fait varier encore un autre axe, on a  
MP n

De même pour les pinacôides:  
OP n

ce qui représente la différence de deux axes.

Considérons une 3<sup>e</sup> série de faces: sans varier  
axe ant-arr.

Prends la pyramide MP comme point de départ:  
si l'axe ant-arr est parallèle infini, les faces  
rencontre l'axe et doit devenir de plus en plus:

Cela fait donc serre MP n indiquant  
le déplacement sur un axe infini; à  
la limite meau même couché à faces  
parallèles à l'axe ch-arr.

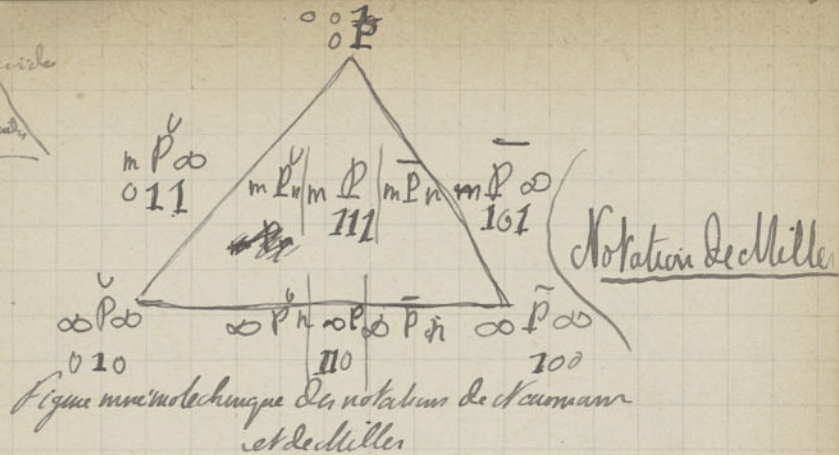
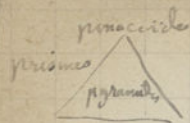
De même en faisant diminuer la valeur, on  
obtient un pinacôide.

Enfin les modes à ce prisme sont les  
suivants Pinacôides lorsque les  
OP∞

Deux faces deviennent le même plan.

De même OP∞ et OP∞:  
on met - à ceux parallèles à l'axe le + long  
à ceux parallèles à l'axe le plus court.

On peut remarquer les ces formes d'une façon



Notation de Levy

schéma : deux axes <sup>d'un axe</sup> sont des 3 perpendiculaires.  
 On utilise les pyramides  
 en dehors les premier plus aigus que les  
 premier et 2.

Les formes prism sont endessous.  
 En Angleterre et Amer on emploie la notation  
 de Miller. elle est plus simple a écrire en  
 typage car a sont des chiffres simples

En chimie on a pu a de une pyramide du  
 syst rhomboïde.

Soit ici  $a : 2b : 3c$   
 La notation de Miller prend ces index des coefficients

$\frac{1}{1} a \quad \frac{1}{2} b \quad \frac{1}{3} c$   
 pour effacer les lettres

reduit au mêm den  $\frac{1}{6} \quad \frac{1}{2} \quad \frac{1}{3}$

$\frac{1}{6} \quad \frac{3}{6} \quad \frac{2}{6}$

efface le denominateur  
 $6 \quad 3 \quad 2$

On obtien avec pour la pyram M P la notation 111  
 pyramide base  $001$   
 macrodome  $101$

brachydome  $011$

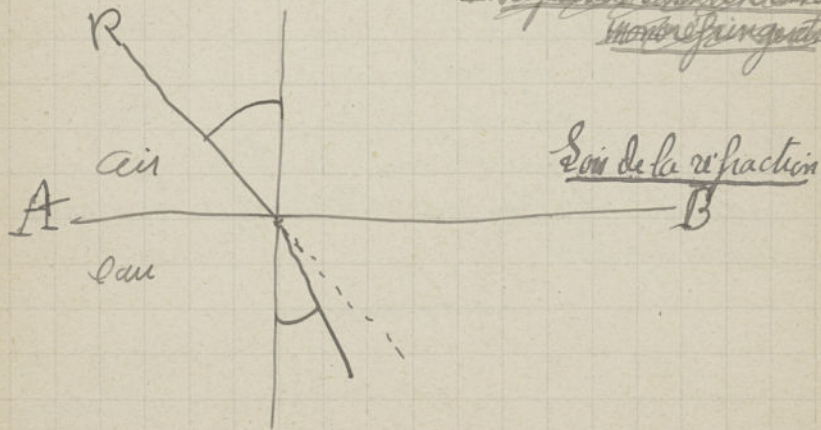
La notation de Levy est la not. de Levy  
 La not de Miller est celle qui se reprend  
 de plus en plus.

Les caractères optiques sont les caractères  
distinctifs des miroirs

Réflexion, Diffusion, Réfraction

## I. La réfraction dans les cristaux

1. Réfraction dans les cristaux  
*non réfringents*



Lois de la réfraction

# Caractères optiques des miroirs

Quel est le diff. miroirs en ordonnant leur  
forme cristalline, et les caractères sont fixes  
à gauche. De quel caract. distinct, et ont les  
car. optiques

Comment leur se présente?  
en l. d.

L'onde frappe un objet et se présente  
une partie se réfléchit sur la surface. si  
elle est polie, se diffuse et sur non polie,  
une partie traverse le corps.

Ce dernier rayon s'appelle de la réfraction : c'est la  
réfraction. Cette dernière est variable  
et les différents cristaux. Cette diff. de réfraction  
nous a fait les différents et les différents  
syst. cristallins.

Quelles lois de réfraction?

Soit pl. horz. AB sur un rayon R arrive.  
au lieu de se prolonger en l. d., il est dévié

Le rayon incident fait un  $a$  avec la  
normale au pt d'incidence. Le rayon  
réfracté fait aussi  $a'$ . Les deux rayons  
et la normale sont  
dans un même plan.

2<sup>o</sup> Loi de Snell  $a \cdot \sin a = a' \cdot \sin a'$

L'indice de réfraction

Cause de la réfraction:  
La différence de vitesse de propagation  
des milieux différents

Cause de cette différence:

réfracte tout d'un rapport constant:

$$n = \frac{\sin i}{\sin r}$$

$n$  est l'indice de réfraction. c'est un  $n$ . constant pour chaque substance, une cte optique pour h. univ. C'est d'ailleurs, en en observant non forme et courbes de la sub.

— D'où provient cette direction? elle est au rapport que vient par ray lumineux des diff. milieux:

$v_1$  en air,  $v_2$  en eau, en part égale

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{v_1}{v_2}$$

si on est en air = unité, on peut écrire:

$$n = \frac{1}{v_2}$$

L'ind. est en rapport inverse des vitesses de vibration du corps considéré.

On voit que  $\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{4}{3}$  pour l'eau et l'air.

On voit à même expérimental que pour la lumière, il a été  $\frac{3}{4}$  de ce que dans l'air.

La nature des vibrations:

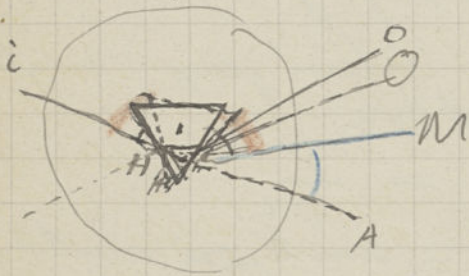
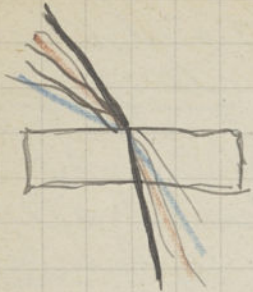
L'éther remplit tout l'espace, l'air, le vide. Ces rayons lumineux sont résultés de ses vibrations en vibrat. rect. de tous sens.

Un rayon rect. par une ligne de l'air. En vibrat. rect. de un pt perp. de l'air dans tout le sens de la direction rectiligne du rayon. c'est la vibration en plan de l'air. de lumière polarisée.

Lorsque ce rayon passe de milieu à autre,

Mesure de l'indice de réfraction

1. Cardu par un milieu moins réfractif à un plus réfractif l'angle de déviation minima (avec le prisme)



Dans le cas de déviation minima, l'angle de déviation minima est égal à l'angle d'incidence corrigé.



Même de l'angle de déviation minima avec le goniomètre

L'éther dans l'air est élastique, d'où la différence de vitesse de propagation.

Comment déterminer l'indice de réfraction  
La méthode la plus simple consiste à déterminer l'indice par la méthode de déviation minima.  
On ne reçoit un rayon lum. sur une face d'un corps transparent de t. sorte que peu de rayon le traverse, et on du rayon réfr. avec une angle varie selon l'angle d'incidence.

Du rayon.  
Si on fait varier la surface <sup>cela</sup> revient au même; on pratique un point tournant autour d'un centre, on reçoit le rayon d'incidence sur une face et on met le prisme au centre d'une circonférence et on fait tourner <sup>soit le prisme</sup> l'angle d'incidence. Le rayon est réfracté et c. d.

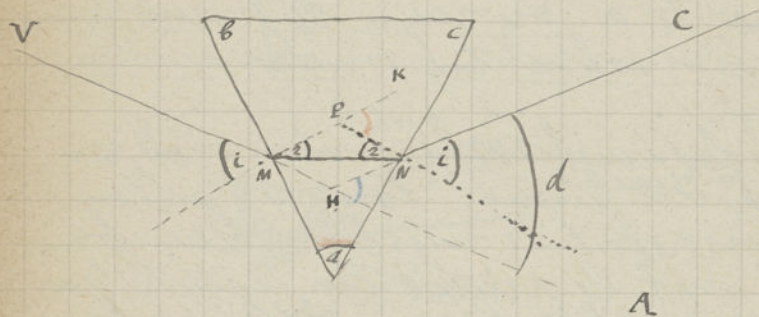
Si l'angle incid. varie, le rayon réfr. varie aussi et l'angle varie. Si l'angle incid. est égal, le rayon réfr. varie également.

Si on fait un grand angle d'incidence, on voit que l'angle OHA (angle de déviation) varie aussi, mais par la façon limitée: cet angle OHA donne une position au rayon, puis une déviation, ~~par~~ en M, plus l'angle de déviation normale.

Il y a un angle MHA pour lequel la déviation du rayon incid. est nulle.

On constate en même temps que lorsqu'on est arrivé à la déviation minima du rayon, l'angle incid. est égal à l'angle réfracté. que fait le rayon réfracté la surface avec la face du prisme (normale).  
Le goniomètre permet de faire tout cela prisme de façon à recevoir un rayon, et à son tour

Mesure de l'indice de réfraction en fonction  
de l'angle de déviation minima



cercle gradué l'a. de déviation minima, qu'on mesure  
en degrés

l'angle.

Appliquons cette donnée à la mesure de  
l'ind. resp, sachant que  $n = \frac{\sin i}{\sin r}$ .

On commence en mesurant l'a. de dév. minima  
puis s'ayant mesuré, on arrive à mesurer  
la valeur.

Prends un prisme de la substance étudiée  
on mesure la valeur de l'angle du prisme  $\alpha$   
(figure détachée).

Alors.

Sur pts M et N se fait rep, l'angle  $2r$  prend  
pour son angle d'inc. et de réfract.

son angle KPN, a des valeurs, on voit

$$KPN = \alpha$$

$$\text{et } KPN = PMH + PNM = 2r$$

$$\text{donc } r = \frac{\alpha}{2} \text{ qui est ainsi connu.}$$

Cherchons valeur a. incidence

L'angle CHA est la déviation minima

$$CHA = d \text{ par hypothèse}$$

Or CHA est égal à la somme MNH + HNM

$$CHA = HMN + HNM$$

ce sont les angles d'inc. minima sur a. resp:

$$= i - r + i - r$$

$$d = 2i - 2r$$

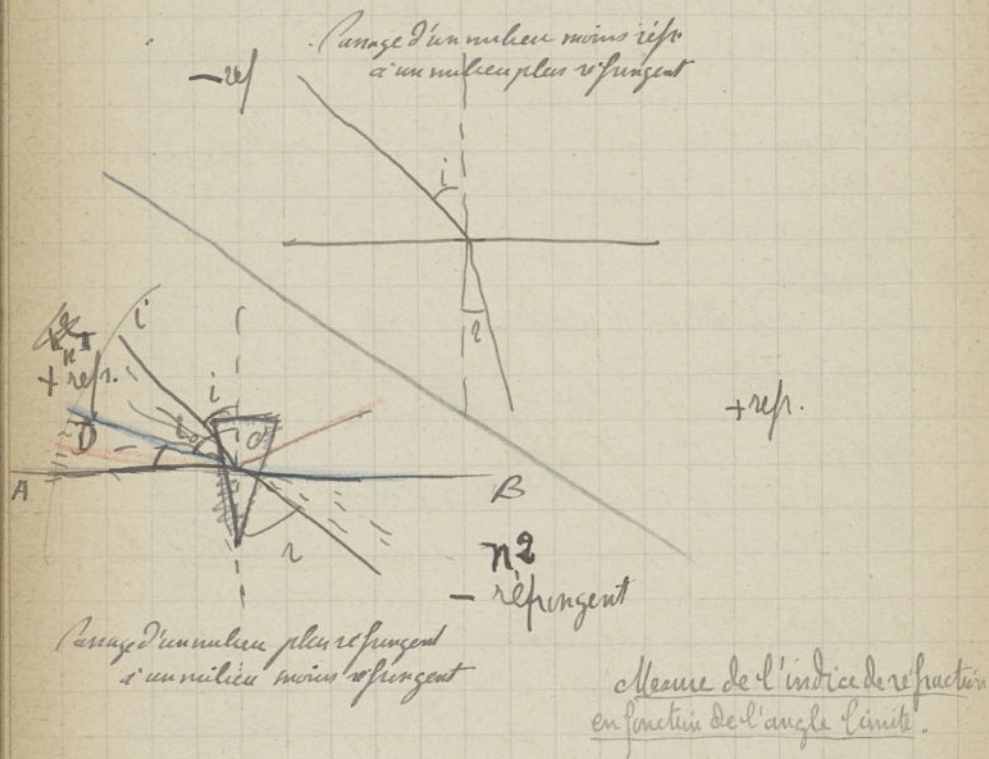
Mais  $r = \frac{\alpha}{2}$ , par conséquent

$$d = 2i - \alpha$$

$$d + \alpha = 2i$$

$$i = \frac{d + \alpha}{2}$$

2. Cas de passage d'un milieu plus réfr.  
à un milieu moins réfringent  
à angle limite.



On peut donc avoir

$$n = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\sin \frac{d+a}{2}}{\sin \frac{a}{2}}$$

n est connu comme.  
Pour avoir eu rayé le car + foy. on a rayé par une  
de milieu réfr. à mil + réfr. : air de eau,  
de verre, on voit l'un se fait invisible.  
Inversement : mil + réfr. à mil - réfr.  
de l'eau de l'air, d'un cristal de verre  
de l'air.

Le rayon au lieu de se rayé de la maille,  
s'en va de  
non fait varier l'0 de façon à ce que son indice  
varie, le rayon réfr. change valeur jusqu'à ce qu'il  
soit sur la surface, c'est là n'est plus  
réfracté, mais réfléchi.

Soit  $i_0$  le rayon tel que n réfr. sur  
spand. l'indice c'est l'angle limite  $i_0$ .  
Cet angle se même au contraire, il permet  
d'abstr. l'indice de réfraction.

On établit <sup>analyse</sup> la formule suivante:

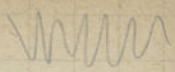
$$\sin i_0 = \frac{n_2}{n_1}$$

$n_2$  étant ind. réfr. du premier milieu,  $n_1$  de l'autr.  
Non suppose que  $n_1$  est l'air, la formule  
est  $\sin i_0 = \frac{1}{n_1}$   $n_1 = \frac{1}{\sin i_0}$

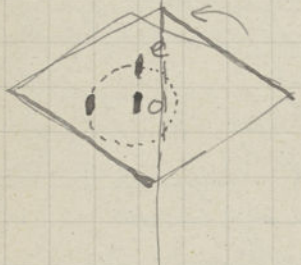
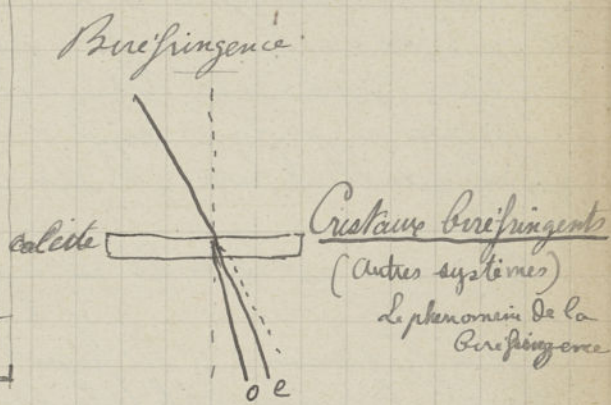
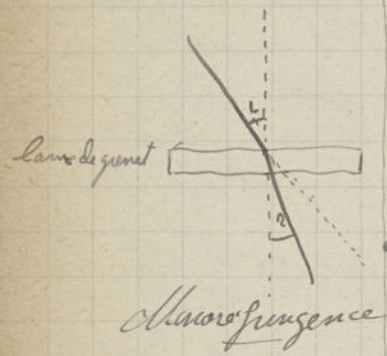
On a connu la valeur  $n_1$ , on même  $n_1$ ,  
on trouve la valeur de  $n_2$ .

Comme il y a des coefficients qui précèdent aux  
vibrations de lumière de milieu cristallin variés.

$n = \frac{\sin i}{\sin r}$ , et on peut peut-être de  
n par expr.  $n = \frac{\sin \frac{d+a}{2}}{\sin \frac{a}{2}}$   $n = \frac{1}{\sin i_0}$



Cristaux monoréfringents  
(Système régulier)



section principale

L'axe optique

ici s'appliquent aux cristaux monoréfr., ou bidirectionnels  
de l'éthérotisme la même chose les uns, j'en parle  
les autres, elle varie sur des directions.  
La valeur de l'indice de réfr. et les lois y déduites  
se réalisent de sorte que le rayon lumineux passe  
de l'air d'un milieu crist. appartenant au  
syst.: régulier <sup>multiaxial</sup> qu'il est quartz, fluorine, soufre,  
etc.

On dira à ts les uns de ce syst. le nom de  
cristaux isotropes ou monoréfringents  
Mais si au lieu d'être une lame de syst. cubique, on  
prend autre syst.: calcite <sup>ou système de 4 axes</sup>  
C'est d'un rayon, au point il y en a deux <sup>syst. quadratique à face rhomboédrique</sup>  
(quartz d'Inde est formé transparentement de calcite)  
Si on met crist. sur papier, on voit deux lettres  
pour une; on deux points.  
Non fait tourner le crist. autour de son axe,  
un des deux points comme p. d'axe l'autre reste  
immobile - le rayon qui se déplace est le rayon  
extraordinaire.

De plus de le moment de rotation les deux images  
viennent très parall. à la per. du axe du crist.  
du crist.: c'est dite dire est la section  
principale: elle comprend tout l'axe optique  
et la normale à la face <sup>inclination</sup> d'intercisé.

Sur le crist. on a taillé deux petites facettes  
perpend. à l'axe vertical du crist.  
Si on regarde sur ces facettes, il n'y a plus  
qu'une image; en tournant il n'y a jamais qu'une  
image. Cette direction unique est q. il n'y  
a qu'une image est la direction de l'axe  
optique: il n'y a qu'une seule direction qui  
présente ce q. de la calcite.

On appelle birefringents tous les cristaux



Essai

Birefringents  
Cristaux à un axe optique  
(Syst quadratique et hexagonal)

Cristaux birefr. à deux axes opt  
(Syst rhombique, monoclinique, triclin)

Rayon ordinaire et rayon extraord.  
Des cristaux ~~monorefringents~~ birefringents  
à un axe optique

Cristaux ~~monorefringents~~ birefringents  
à un axe optique positifs et négatifs

que lorsqu'ils reçoivent une image en leurant  
l'autre de leur

Les cristaux qui ne sont pas du syst régulier  
sont birefringents

Un crist. n. d'enble avec n'ont qu'un a. opt,  
c'est <sup>seule</sup> un ~~axe~~ est c. La lumière se partage comme  
en milieux isotrope: ce sont le syst quadrat  
et le syst hexagonal

Ds la calcite les 2 rayons sont très écartés,  
ce y se voit très bien.

Ds d'autres: apatite, les rayons se rapprochent  
peu

Ds les autres syst il sort aussi 2 rayons  
mais la 2<sup>de</sup> est q. les rayons incidents  
sont multiples: syst rhomb, monoc, triclin

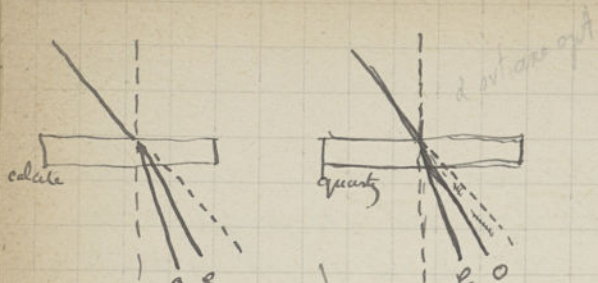
Si on peut de terminer sur un petit éclat s'il  
le minéral est mono ou birefr, à 1 ou 2 axes opt,  
on peut <sup>de</sup> déterminer avec approximation le  
système.

Il y a un rayon ord et un rayon extraord.  
Si on prend un cristal de calcite pour en faire  
un prisme après de mesurer n, on voit que  
l'image immobile d'une un nombre certain  
pour son indice refr, elle obéit aux lois  
de refr, d'où le nom d'image ordinaire  
L'autre extraord est celle d'où l'indice de  
refr n n'est plus constant, le rayon <sup>son</sup>  
vaire suit la prisme d'axe ou prisme de ce  
cristal.

On lui ds ts les crist de <sup>à un axe optique</sup> syst  
ces ray ord et extraord.

Chacun peut arriver qu'ils soient unilat  
refracting.

Ann ds calcite, le rayon o est plus rapide



Cristal uniaxial positif / Cristal uniaxial négatif

$n = \frac{\sin i}{\sin r} = \text{cte}$   
 $n_o = \frac{\sin i}{\sin r} = \text{cte}$   
 $n_e = \frac{\sin i}{\sin r} = \text{var.}$   
 $n_o = \frac{\sin i}{\sin r} = \text{cte}$   
 $n_e = \frac{\sin i}{\sin r} = \text{var.}$

- S. régulier -
- S. quadratique
- S. hexagonal
- S. rhomboïde
- S. monoclinique
- S. triclinique

Cristal monocristallin (anisotrope)  
 1 axe optique  
 2 axes optiques  
 Cristal bicristallin

Rayons extraordinaires  
des cristaux biréfringents  
à deux axes optiques

Refraction maxima et  
refraction minima des rayons  
extraordinaires

Elasticité optique maxima  
et élasticité optique minima

que le rayon ord. repasse plus loin du point d'entrée  
du rayon incident - calcul, amplitude  
d'un le cas inverse peut se produire. Ce rayon  
extra. peut être plus réfr. que le rayon ord.

quartz. réfraction régulière  
On apprécie + ces choses que ind. réfr. du  
ray. extraord. + gd que ceux du ray. ord.  
et crist. positif, celle des quartz  
- De la crist. à 2 axes optiques, si on fait  
un prisme, il y a 2 rayons à la sortie comme  
à la calc. mais sont les 2 extraord. <sup>de la calc.</sup>  
pour la calc. et ceux indiqués réfr. par cette.

Si on étudie successivement chacun d'eux, on  
constate que l'indice de refraction varie, et est  
proportionnel au prisme artificiel, la  
valeur ind. réfr. varie et incline du rayon  
qu'on voit.

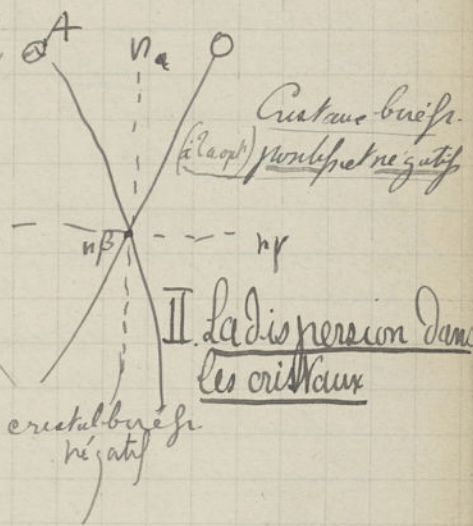
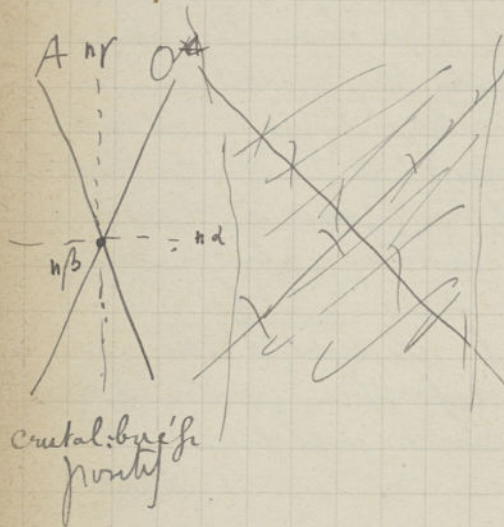
Cette valeur variant du réfract. un max  
d'un min. Nous représentons par  $n_1$   
 $n_1$  l'indice de réfr. maximum  
 $n_2$  l'ind. de réfr. minimum  
de ces rayons extraordinaires

De même on représentera par  $\gamma$  et  $\delta$  les  
directions que prennent les rayons qui convergent  
à ces indices de refraction de la crist.

Ces ind. réfr. sont en raison inverse de la  
vitesse (ou  $v$  a dem)  
 $n = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{1}{v_2}$  (si  $v_1$  est valeur d'un  
prisme unit.)

$n = \frac{1}{v_2}$

De sorte que  $n_1$  correspondra à vitesse minime  
de la lumière, son élasticité optique maximum



II La dispersion dans les cristaux



Couleurs complémentaires

III L'absorption dans les cristaux!

et n<sub>α</sub> à l'échelle maximum de la lumière.  
Ces deux lignes d'élant max et min  
sont typ (microscopie) et le plan des axes  
optiques

De plus on appelle n<sub>α</sub> et n<sub>β</sub> ces lignes coup  
à ces deux élant, on peut typ ordure une ligne  
raya à ces deux, qui correspond à l'axe  
d'élasticité maximum

Tous axes de typ a élant et les axes de typ  
a axes d'élant ont q la réfring. variable  
On y distingue également un positif et nég.  
positif qd l'axe n<sub>β</sub> correspondra à la  
birefringence négative des axes optiques.

Lorsqu'un rayon lumineux traverse un cristal  
anisotrope, et vit une lumière variable

Il n'y a pas élant une variation de direction.  
Lorsqu'un rayon lumineux traverse un prisme, celui  
de rayon est réfracté, mais il est décomposé  
le rayon est d'une couleur élémentaire,  
qui sont inégalement déviées

Les couleurs les plus réfractées sont violet  
la réfractation varie sur les autres crist.

Si on emploie un cristal biréfr., deux rayons à  
rode, deux q spectrales qui sont d'inégales  
réfract.

Si on intercepte une couleur: rouge, on n'a  
plus que deux complémentaires: verte; bleu on a  
violet, etc.

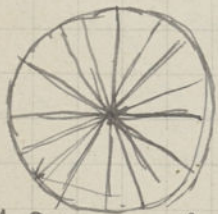
Ce sont les deux complémentaires.  
En outre les substances absorbent inégalement  
les couleurs: ainsi rayon lumineux à travers  
Cobalt sont affaiblis excepté rouge et  
bleu, on peut arriver à les éliminer compl.  
sauf rouge et bleu. De même d'autres substances

IV. La polarisation dans les cristaux  
birefringents  
 Faits par lesquels se manifeste la  
 polarisation

Nature de la polarisation  
 théorie mathématique

Confirmation expérimentale

Particularités de la lumière polarisée



Vibrot d'un rayon lumineux  
 perpendiculaire au papier

vibre dans le même rayon en  
 lumière polarisée

1/ Direction de vibration

Ce n'est pas la seule modification du milieu cristallin  
 et est une image. Et est deux escalates: on  
 met un second cristal calcite sur le premier  
 on obtient double le q. avoir 4 images:  
 on est égaré a deux. Et est 4. <sup>à l'usage des opticiens</sup>  
 De plus, si on reçoit une image déjà réfractée  
 sur un second prisme, et est égaré deux images  
 et par.

Non employé miroir (lumière réfléchi) le  
 rayon est réfléchi ou absorbé. Juste la seconde  
 fois <sup>en est la 1<sup>re</sup> fois</sup>

Donc rayon déjà réfléchi et plus réfléchi  
 ou réfléchi avec la 1<sup>re</sup> fois: c'est la  
 lumière polarisée

En quoi consiste cette modification?

Nevel a déduit de son mathém la théorie  
 de la polarisation de la considération de l'ellipsoïde  
 d'élasticité.

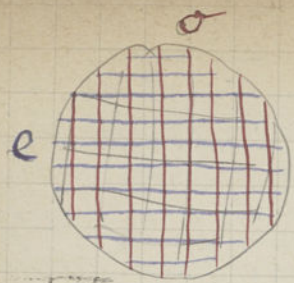
Le résultat de cette théorie, si j'ai pu le dire,  
 est de montrer qu'on peut se rendre compte du mode  
 de propagation de la lumière polarisée en disant que résulte  
 d'une modification de vibration et d'él.

théorie propagation lumière: un corps lumineux  
 un corps en vibre qui communique cette  
 vibration à l'éther qui l'entoure

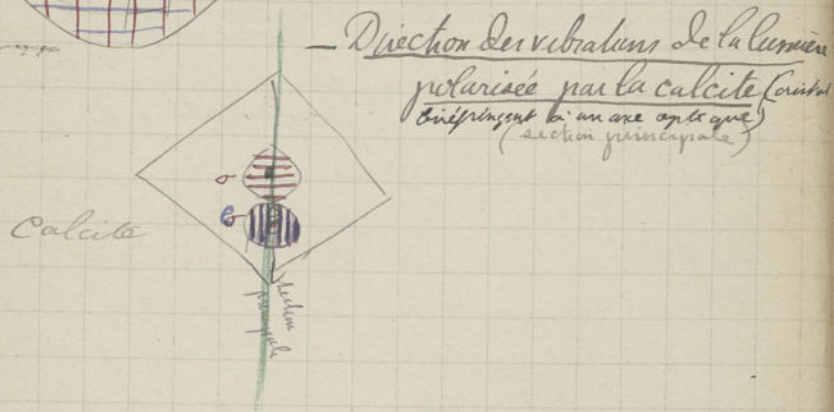
Etant donné que l'éther vibre, et que les corps  
 dévient <sup>etc.</sup> l'interférence.

Si le corps vibre librement (dans l'air), le rayon  
 se propage en ligne droite; mais <sup>il vibre</sup> dans  
 un sens perpendiculaire à la direction de propagation  
 du rayon lumineux

Et car lumière polarisée, elle ne se fera  
 plus que <sup>en ligne droite</sup> parallèle à l'axe, elle est comme la lumière  
 de plus égaré a 2 rayons: ord et extraordinaire.



2) Perpendicularité de ces vibrations  
pour les ~~deux rayons~~ <sup>deux rayons</sup> ~~en deux~~  
plans de polarisation



Direction des vibrations de la lumière  
polarisée par la calcite (cristal  
biprismatique à un axe optique)  
(section principale)

Instrument fondé sur les  
propriétés de la lumière polarisée

1. La pince à tourmaline

Propriétés de la lame verticale  
de tourmaline

Propriété de deux lames  
verticales de tourmaline superposées

Le ray ord et le ray ex sont polarisés  
à angle droit: si un vibre dans pl horz, l'autre vibre dans pl  
vertical.  
On appelle plan de polarisation les pl auxq<sup>elles</sup>  
les vibrations de la lumière sont perpend - pour q<sup>elles</sup>  
les plans de polarisation sont perpend entre eux  
- la petite diagonale du cristal est la section  
principale du cristal, d'où l'on tire un plan à l'optique  
et la perpendiculaire à la section principale  
est la section principale  
Or, on sait que le ray ord vibre à angle  
droit avec la section principale  
Le ray extraord vibre à angle droit  
à la section principale

Or, cela est résulté d'expérience,  
comme bon que résulté de calcul.

- Si on peut séparer le ray ord du ray ex,  
on peut étudier les vibrations de la lumière polarisée  
On a même pour l'étude de minéraux en  
lumière polarisée deux instruments.

1. Pince à tourmaline

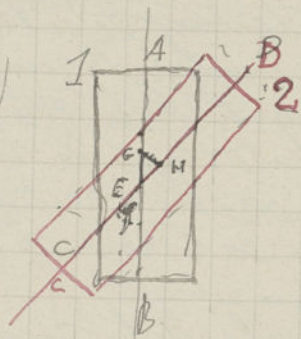
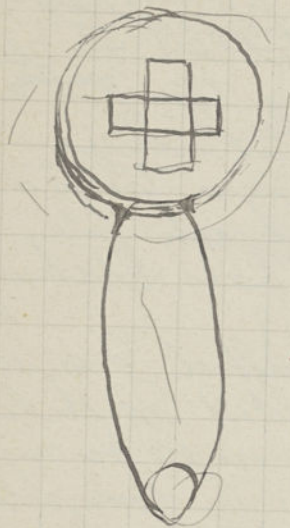
Tourmaline est un cristal en syst hexagonal  
avec hémédrisme

On la taille en lames verticales (parall à  
l'axe L<sub>z</sub> vertical). Ces lames sont biprismatiques,  
qqe colorées en jaune, brun, vert.

C'est un cristal bisp<sup>er</sup> à 1 a. opt, le rayon  
qui entre est réfracté deux fois en a 1 rayon,  
o et e.

Or la tourmaline a la propriété d'absorber le ray  
ord mais qui vibre perpend à son axe vertical  
et ne laisse passer que le ray ex qui  
vibre parallèlement à son a. vertical.

Cette lame est placée dans un cercle en métal,  
formant un des bras de cette pince en tourmaline  
Le second bras formé d'une autre tourmaline



2. Le microscope <sup>polarisant</sup> (à prisme de Nichol)

Si on juxtapose les deux tourmalines, on voit  
 la q. st. (les deux tourmalines peuvent tourner) : si  
 on fixe une point lumineux, en faisant tourner  
 les 2 tourmalines l'une d'axe à l'autre on a des motifs  
 d'extinction et d'axes de lumière.

Le maximum d'obscurité se produit qd les 2  
 tourmalines ont leurs axes optiques croisés.  
 Supposons la plaque 1 parall. de l. façon que  
 le rayon ~~optique~~ <sup>de vibration</sup> vibre en vibration ~~est~~ <sup>soit</sup> ~~sa~~  
 long. ~~pend~~ <sup>pend</sup> AB.

Si la 2<sup>e</sup> pl. tourmaline est placée sur elle,  
 à angle ~~quel~~ <sup>quel</sup>, le rayon qui vibre ~~est~~ <sup>soit</sup> ~~en~~  
 start de la 1<sup>re</sup> plaque, ne peut pas traverser la  
 2<sup>e</sup> pl. qui ne laisse passer que la vibration ~~est~~  
 CD.

Soit EG l'intensité de vibration ~~est~~ <sup>soit</sup> ~~AB,~~  
 elle passera à travers la 2<sup>e</sup> tourmaline ~~est~~  
 le parallélogramme des forces; les vibrations résultantes  
 de la décomposition de EG sont GA et EH.

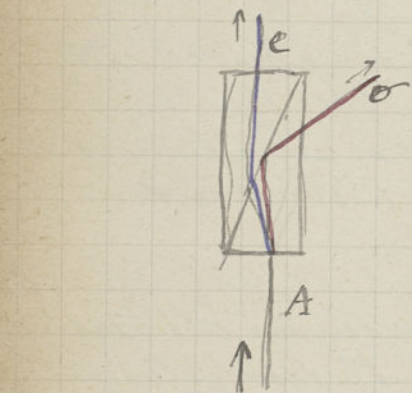
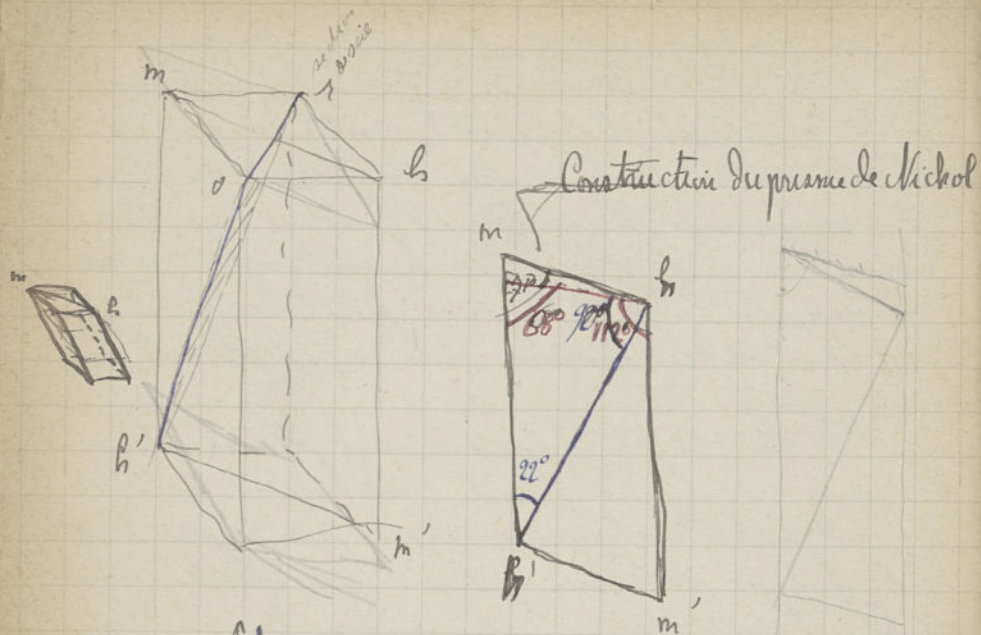
$$EH = EG \cos \varphi$$

$$GA = EG \sin \varphi$$

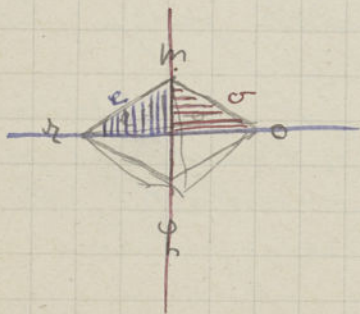
Mais on fait tourner l'inclinaison des tourmalines  
 si GA est plus petit, EH est plus grand,  
 la lum. est + forte jusqu'à lum. max.  
 qd les 2 tourmalines sont parallèles.

Au contraire qd EH est égal à 0,  
 il y a obscurité: les tourmalines sont croisées.  
 Donc lorsque parallèles, la 2<sup>e</sup> tourmaline  
 laisse passer la lum. polarisée, et non  
 qd croisées.

De la pratique, on se sert d'un prisme  
 de nichol au lieu de tourmaline. Il s'agit  
 de verre, et la 2<sup>e</sup> tourmaline est colorée  
 et opaque, le prisme de nichol est clair.



Propriété du prisme de Nicol



Le but est le même: recevoir un rayon de lumière, le diviser en 2, absorber le rayon o, laisser sortir le rayon extraord, on voit alors comment vibrent le rayon émergent.

### Construction du bichroïte

On prend un <sup>rhomb de</sup> prisme de calcite un peu allongé d'épaisseur <sup>de 2 à 3 mm</sup> de faces parallèles, au biseau d'angle <sup>de 50°</sup>.

Ce prisme de calcite présente une section  $m b m' b'$ . Cette section est telle qu'elle a un angle  $m = 71^\circ$  ou l'usage de son arête est cet angle à  $68^\circ$  l'angle  $b$  du  $o = 112^\circ$ .

On scie alors le cristal suivant l'axe des faces  $b b'$ , de façon qu'il ait un angle  $50^\circ$  avec la ligne  $m b$  moyenne,  $b' = 22^\circ$ .

Quand on a scie, on l'enduit la surface  $o b'$  de laque de Canada. On recolle des deux moitiés à la position primitive: on a le prisme de ~~l'isol~~.

Ce prisme <sup>est</sup> mis dans une gaine noire à l'intérieur, si on reçoit un rayon par son extrémité  $A$ , le rayon se divise en deux: le calcite ordinaire; comme elle est négative, le rayon  $o$  est plus dévié, et l'indice de réfr. du Canada est intermédiaire entre celui de la calcite et celui de l'air que le rayon  $o$  dépasse l'angle limite et est réfléchi. Le rayon  $e$  est simplement dévié et traverse la couche de Canada, il sort de l'instrument.

Ce rayon en sortant vibre parallèlement à la section principale du bichroïte, c'est la section  $m b$  perpendiculaire au  $o$  sur  $o b$  on a scie le bichroïte, c'est la petite diagonale du losange supérieur.

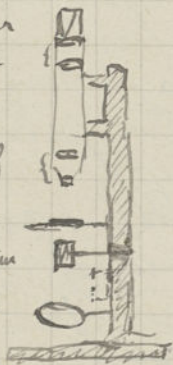
nichol analyseur  
oculaire

objectif

platine

nichol polarisateur

miroir



Adaptation des prismes de nichol  
au microscope.

C'est cet axe principal que vibre le rayon  
extraord, c'est perpendic à cette ligne que vibre le  
rayon ordinaire.

On appelle plan polarisé d'un rayon le plan  
perpendic au qu'il se fait. Les vibrations du rayon  
ne sera donc pl polarisé d'un rayon extra,  
m h des rayons ordinaire.

— D'un nichol, se rappelle que pet drag est la  
section principale c'est est elle que vibre parallèle  
le rayon extra.

D'un nichol le rayon o ne sort pas,  
nous avons donc tous des vibrations parall  
à la section principale du nichol.

— On se sert typ du nichol pour  
prendre mesurer précise au microscope.

— Le microscope est composé d'un bâti  
en laiton - un ~~miroir~~ prend rayons pour  
en faire entrer de l'axe <sup>des instruments</sup> on s'en  
sert pour éclairer le ~~miroir~~ placé  
sur la platine.

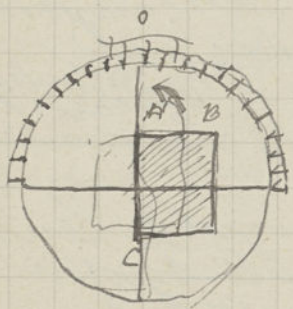
De le tube, 2 système de lentilles:  
un l'objectif pour but grossir l'objet;  
un oculaire grossit l'oeil, et se  
place à la partie sup.

En principe on se sert de microscope  
polarisant, c'est-à-dire <sup>de la lumière</sup> d'une  
polarisée pour éclairer à l'aide des nichol  
au microscope: sous la platine un étui  
en laiton mobile peut recevoir un nichol  
qui vient se placer ~~sur~~ devant de la  
platine, de manière à ce que sa section  
principale soit vert derrière.

Le ray lumineux qui en sort pour  
éclairer la préparation sera donc lumineux



Etude des minéraux au microscope polarisant  
 1. Mesure des angles



2 Détermination géométrique de l'intensité de la réfringence

polarisée. On l'appelle nicol polarisant.  
 Le second boudin la pince se pose sur l'oculaire, de t. façon qu'un objet étendu sur la platine, et tout compris entre les 2 nicols polarisants et analyseurs. La direction des réticules indiquent la position des sections principales, on voit dès lors également retenir ces sections principales.

On observe t. en de le microscope ainsi tenue.

Le microscope présente une platine sur on pose la préparation. C'est généralement un cristal, et faut pour mesurer ses angles, aussi a-t-on adapté un <sup>goniophage</sup> ~~goniophage~~ à la platine, celle-ci bouge avec le distal. Or un vernier est fixé au ~~distal~~, immobile, et peut mesurer tous les déplacements que subit le crist.

Si une arête d'un cristal A est amenée avec a coïncider avec un réticule, on lit sur le vernier q. position de l'angle, on le fait bouger, c'est A B qui coïncide <sup>à l'oc.</sup> avec le même réticule, on mesure le chemin parcouru sur l'arc gradué, i.e.  $90^\circ$ .

— On mesure aussi la réfringence avec ce microm.

Il y a <sup>des</sup> micromètres brefs qui a posou négat. quand il y a des crist + ou - réfringents, c'est d'hy qui l'indice n est <sup>très</sup> grand.

On peut voir avec ce microm. en une affaire à un cristal peu ou très refr.

Les minéraux en lame mince sont très collés sur lames verre avec la gomme

3. Distinction des cristaux monoréfringents et biréfringents  
 Extinction du rayon extraordinaire  
 dans les nichols croisés

Persistance de l'extinction quand  
 on interpose un cristal monoréfringent

Canada  
 Or l'indice du Canada est  $n = 1,549$ ,  
 on peut comparer à cet ordre les indices  
 de resp. du minéral quelc.

Une série a n moins élevée: quartz et  
 d'autres + élui: apatite, rutile.

Or sans mentionner cette valeur, on voit de  
 suite s'ils sont pour resp. moins que le  
 même, car ils paraissent <sup>faibles</sup> nimbés et  
 brillants, leur bord paraît peu épuré;  
 D'après les numéros + resp. paraissent gros,  
 en relief rugueux, leur bord très en  
 relief, forte et cadre noir.

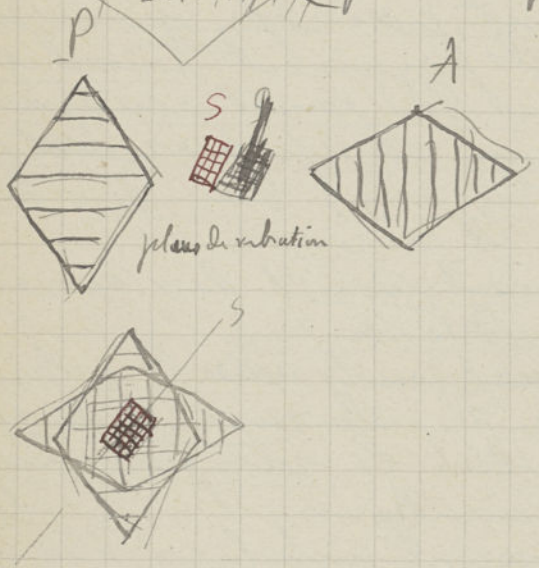
Cet instrument permet de s'en rendre compte  
 d'une pièce à l'autre:

Le ray lumineux traverse le polariseur  
 se divise en 2, le rayon extra en sort  
 seul, voire selon la rect. princ. Du polaris.  
 arrive à l'analyseur.

Si le second nichol est dirigé de  
 façon <sup>à ce que sa rect. princ. soit</sup> ~~faute~~ <sup>à 90°</sup> avec la rect. princ.  
 du 1<sup>er</sup> nichol. Le rayon se divise  
 et parallèles de axes, on a une lumière  
 d'intensité moyenne que ne le divise.  
 Non même le nichol analyseur à  
 faire à. plus petit, les 2 rect. princ.  
 a été parall. la lumière devient plus  
 si l'angle devient grand, <sup>car</sup> si rect. princ.  
 s'écartent, la lumière devient nulle,  
 qd les 2 nichols sont à 90° & à 0°.

Appareils  
 Si on place entre les 2 nichols une  
 lamelle cristalline: verre ou monoréfr.  
 aucune modification ne se produira: nichol

Quadruple alternance de lumière et d'extinction  
 quand on interpone un cristal biréfringent



croisé obliquement, nichol small lumière  
 Car le rayon polarisé arrivant de la source  
 ces vibrations se fournissent à travers le milieu  
 univoque arrivent à l'analyseur.

Si on place entre les 2 nichols une  
 lamelle cristalline biréfringente, de t. façon  
 que les plans de vibration de cette lamelle  
 soient obliques par rapport aux sections  
 principales des nichols.

Soient les plans de vibration des polarisateurs P,  
 et de l'analyseur A; Soient aussi les  
 sections principales de la lamelle de vibration  
 des deux rayons  $e$  et  $o$  ou  $e$  et  $e'$

Si on superpose tout le système  
 le rayon qui sort du polariseur n'est plus  
 horizontale de la lamelle, arrive à la lamelle  
 et se divise en deux rayons, le rayon  
 qui sort du plan  $e$  se divise en deux,  
 ces deux rayons se propagent avec intensités  
 inégales.

Ces 2 rayons arrivent à l'analyseur et  
 vibrent obliquement par rapport aux plans de  
 vibration de celui-ci.

Ces 2 rayons s'y réfléchissent à l'envers,  
 l'univers à rayons sur le retour.

Les 2 rayons qui vibrent avec un  
 sur réfléchis. Ces deux rayons arrivent à l'œil.

On voit par conséquent nichols étant croisés  
 il y a très peu de lumière on interpose entre  
 ces lamelles un cristal biréfringent  
 (d'un type univoque vibrant avec l'un)  
 alors si cette lamelle est biréfringente

4. Détermination des plans de vibration des cristaux.

Cas particuliers où l'extinction persiste quand on interpose un cristal biréfringent: section perpendiculaire à l'axe optique

Figure, d'univers un nœud où les plans de vibration sont coïncidés avec les plans de vibration des nœuds, et d'univers plus coïncidés et de nœuds coïncidés. Il y a donc 4 positions auxquelles l'extinction se produira. Les points d'extinction se produisent quand les plans de vibration coïncident avec ceux des nœuds. Donc 4 angles de l'axe et en tous les points de l'axe se produisent les 4 positions de la lamelle ~~et~~ <sup>seront parallèles</sup> celles des nœuds et inversement.

Pour reconnaître, moyen pratique de reconnaître la position des plans de vibration d'une lamelle quelconque.

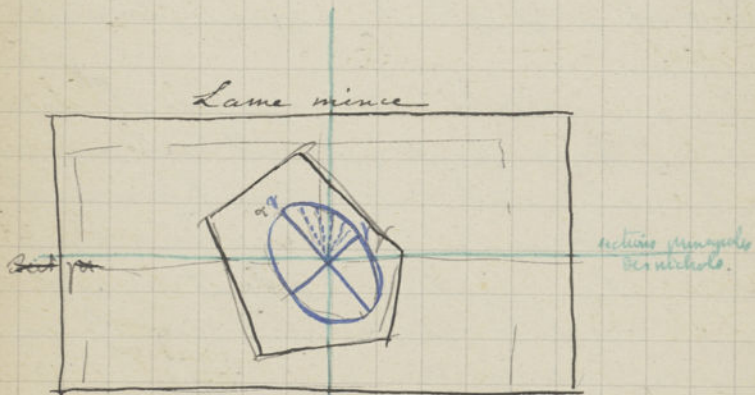
En effet si on se met sur un nœud et qu'on projette sur la lamelle la position des sections principales des nœuds, on aura celle des plans vibratoires des lamelles. Or les plans de vibration sont les directions d'élargissement et de rétrécissement.

Grâce à ce procédé, nous allons reconnaître de façon particulière un point sur une lamelle quelconque le système cristallin: car on peut dire si mon cristal est biréfringent ou non. Etant sur un nœud, on observe la position des sections principales. Or si l'extinction persiste, on a affaire à un système cristallin.

Il est évident que ces sections principales sont rectangulaires et que ces sections principales sont perpendiculaires à l'axe optique. On constate ainsi qu'un cristal n'est un

4. Distinction des systèmes cristallins

Détermination dans une lamelle  
de la position des axes d'élasticité



de optique, les autres deux (l'on 2 directions  
sur le rayon lumineux) traverse comme un milieu  
isotrope.

Cr. cub. - Syst. rég.

Cr. qu. à 1. a opt. syst. quadr., hexagonal.  
à 2 a opt. : syst. rhombique,  
monoclinique, triclinique.

- dans les 4 des moyens plus pratiques  
- l'on regarde une préparation et que cette pièce  
soit éclairée (par un <sup>ou plusieurs</sup> systèmes isotrope), si  
on fait tourner de manière à occuper positions  
différentes rapport aux sections principales du nichol:

est cette préparation sera éclairée et s'éteint.  
elle s'éteint dans 4 des positions à  $90^\circ$   
l'opposés c'est la plus facile du microscope  
l'œil l'homme, la préparation étant fixée sur lui;  
les nichols restent fixes.

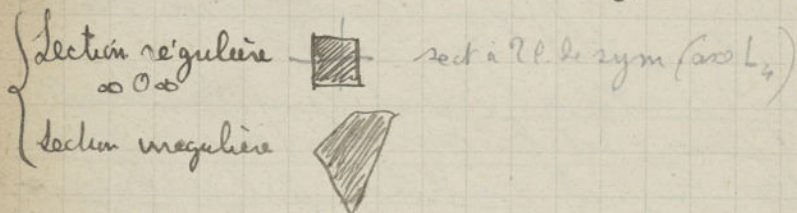
Or ces 2 directions. Doivent être la lamelle  
devient obscure est la direction des axes d'élasticité  
de cette lamelle (à des pl. vibrat. qui  
vibrent les 2 rayons polarisés à angle  
qui traversent cette lamelle.

Or la position de ces 2 pl. vibrat. ou axe  
d'élasticité pour aide à déterminer le syst. de  
la lamelle.

Soit lamelle de forme irrégulière, qu'on  
il arrivera 2 points à angle droit où elle  
sera éteinte. Or la lumière vibre dans 2 directions  
telle que les vitesses soient <sup>maxima</sup> et <sup>minima</sup>  
soient <sup>tr</sup> une ellipse et les rayons  
sepereront pour avoir <sup>tr</sup> l'amplitude  
de vibration des rayons à 2 positions  
pour q. Les rayons ont <sup>tr</sup> maxima  
d'éclat: axes de l'ellipse - est le commandant

Détermination du système cristallin  
 auquel appartient la lamelle dont la  
 position des axes d'élasticité est connue

### 1. Système régulier



### 2. Système quadratique

(notion de la zone)

avec les rectang. principaux des nichols, nous avons  
 la tension - cubentaine maximum d'éclairement  
 à 45°

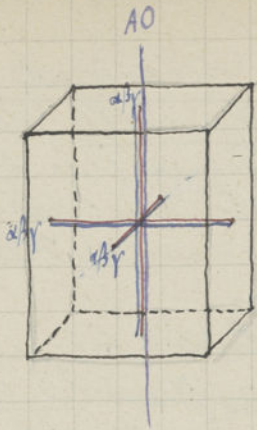
Nous passons donc à ces unités d'observation  
 marquées sur la lamelle des points  
 d'extinction, déterminés par les ~~rectang~~ sections  
 principales du nichols! Les lignes ~~de~~ <sup>de</sup> ~~la~~ <sup>de</sup> ~~rectang~~ <sup>de</sup> ~~principales~~  
 du rayon lumineux est max et min, & etc  
 sont concordantes.

Et une section irrégulière cela ne  
 nous apprend rien. Mais il y a relation  
 entre les axes optiques et l'axe de  
 symétrie. Les uns permettent de  
 trouver les autres.

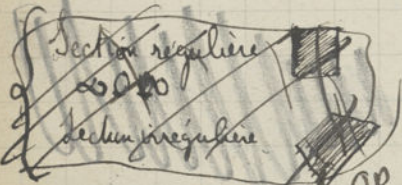
Sont réguliers...

Il peut présenter section de forme diverses  
 mais qu'on en a y seront régulières: celle  
 parallèles aux côtés sont des carrés;  
 triangulaires équilatéraux par troncature sur  
 un angle; on peut aussi avoir des rectangles  
 rhombes rég. est très facile à déterminer  
 sur un opt, tes les sections qu'elles soient  
 régulières ou non, présentent le caract.  
 (est de l'axe) stabilité sous les nichols  
 croisés

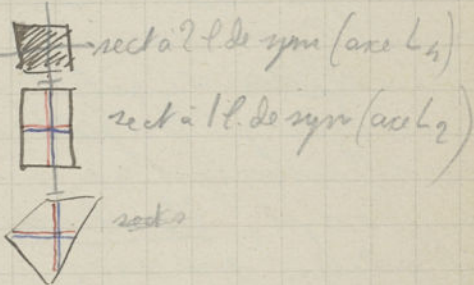
2. Syst quadratique.  
 Les sections sont isométriques, sauf  
 il y en a <sup>aussi</sup> de régulières: un dm seront  
 des carrés, des losanges, des rectangles,  
 On donne en minimale le nom de section  
 en zone tes les sections parallèles à une arête,  
 qui recoupent parallèlement; toutes les  
 sections parallèles à une arête du prisme  
 quadratique sont des rectangles en zone



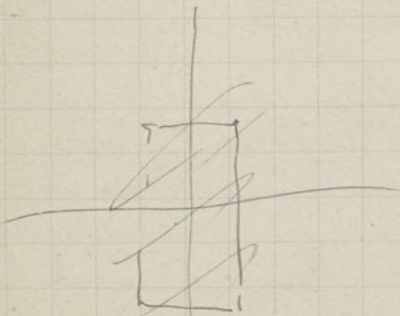
Position de l'axe optique  
et de l'axe de l'astigmatisme



Section régulière :  
Section irrégulière.



Lumière et extinction dans les sections



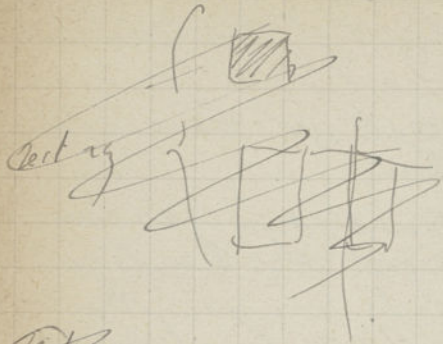
De la symétrie quadratique si les deux directions  
régulières irrégulières. Laissant voir sous les  
microscopes éclairés et s'éteignent  
de la position à angle droit.

De ce système les axes optiques et l'axe de l'astigmatisme  
occupent des positions fixes  
1) L'axe optique unique ~~est~~ correspond avec  
l'axe de symétrie principal ou vertical.  
2) Les axes de l'astigmatisme opt.  $\alpha, \beta, \gamma$   
concernent l'un avec l'axe vertical,  
et avec l'axe optique, les autres  
peuvent se trouver être également  
perpendiculaire et perpendiculaire entre eux, les axes  
des autres axes de symétrie.

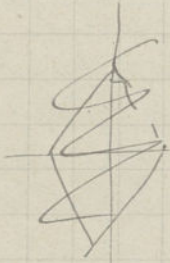
4) Si l'on nous faisons une section parallèle à l'axe  
base du prisme, elle sera perpendiculaire à l'axe opt.  
Le rayon de la traversée d'un isotope  
sera très élargi - Or cela forme secteur  
est des axes les sections de forme  
carrée seront très élargies.

2) Au contraire une section rectangulaire  
arrondie dans un angle de la  
il y a une que l'axe de l'astigmatisme un conique  
à l'axe de gde symétrie l'autre à l'astigmatisme  
axe de symétrie De sorte que cette section  
se s'éteint de la forme mais  
Les axes de l'astigmatisme ont des axes  
du cristal les - De sorte que  
les extinctions produites par l'axe de l'astigmatisme  
se produisent parallèlement aux lignes qui  
symétrisent la figure.

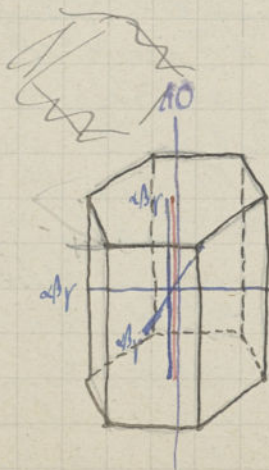
(De la manière il y a un réticule de  
l'oculaire sur les sections principales microscopiques  
pour les axes dans son œil)



Rect. 2<sup>e</sup>  
Rect. 3<sup>e</sup>



3. Systeme hexagonal  
et rhombœdrique



Ponction de l'axe optique  
et des axes d'elasticite

Lumiere et extinction dans  
les sections

Ainsi pratiquement le syst. quadratique revient  
à ce que l'on désigne par le nom de rhombo-  
Les rect. réj. revient à ce que l'on appelle  
les rect. réj. revient à ce que l'on appelle  
pinition; Les rect. réj. revient à ce que l'on appelle  
le tantes et Hot de l'axe et tantes ligne  
lignes de + gde symétrie conel. avec  
On rect. réj. revient à ce que l'on appelle  
faire confondre les 2 côtés du cristal avec  
Les 2 fils, pour être sur du parallèle

3) Les sections réj. revient à ce que l'on appelle  
au lieu de cela pour la détermination  
à l'axe réj. Les axes que se produisent les sections.  
Ces sections réj. revient à ce que l'on appelle  
d'un octaèdre, cette section revient à ce que l'on appelle  
l'axe réj. revient à ce que l'on appelle  
de l'axe réj. revient à ce que l'on appelle  
de l'axe réj. revient à ce que l'on appelle

Syst. hexagonal (et rhombœdrique)  
font sections réj. ou régulières ou irrégulières  
formes irrégulières.  
Ces formes réj. revient à ce que l'on appelle  
ont une des sections réj. revient à ce que l'on appelle  
vertical. (hexagone, triangle, triangle  
de rhombœdrique)

- 1) L'axe réj. revient à ce que l'on appelle  
l'axe réj. revient à ce que l'on appelle
- 2) Les axes réj. revient à ce que l'on appelle  
sont réj. revient à ce que l'on appelle
- 1) De l'axe réj. revient à ce que l'on appelle  
parallèle à l'axe réj. revient à ce que l'on appelle
- 2) Les formes réj. revient à ce que l'on appelle  
l'axe réj. revient à ce que l'on appelle



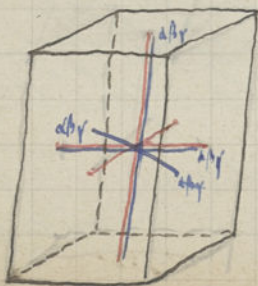


Section régulière OP, OP



Lumière et extinction  
dans les sections  
actes 1. sym (une L<sub>2</sub>)

Section irrégulière



5 Systeme monoclinique

Ponts de vison d'extinction  
et des axes optiques

1) L'on fait des sections celles éteintes ont  
celles perpend à un axe optique : ce sont  
soit des triangles équilatéraux (prisme)  
ou quadrilatères, mais plus des carrés  
ou des losanges

Donc sections éteintes n'ont plus les  
symétries régulières des syst réels

2) Les sections, ne'd'avaient les axes optiques  
longitudinaux.

2) Les sections régulières seraient habituelles  
de forme rectangulaire (de la prisme) - losanges  
(de l'octaèdre) - mais plus de carrés  
ou hexagones (il peut y en avoir  
de certains) cela ne changeant rien

De ce syst nous savons que les 3 axes  
sont éteints dans une 3<sup>e</sup> symétrie

Ainsi de ce syst. Monoclinique, les  
axes optiques réguliers éteints, sont  
les axes de + 90° symétrie

La forme des sections éteintes donc est  
régulière

On tue un d n. de sections qui éteintes  
sont les axes de + 90° symétrie

cela tient à ce que de une lamelle il y  
a 15 à 20 ~~directions~~ à la fois, on

choisit celles qui sont régulières :

si les axes optiques paraissent à l'unité  
on en choisit que l'un d'eux.

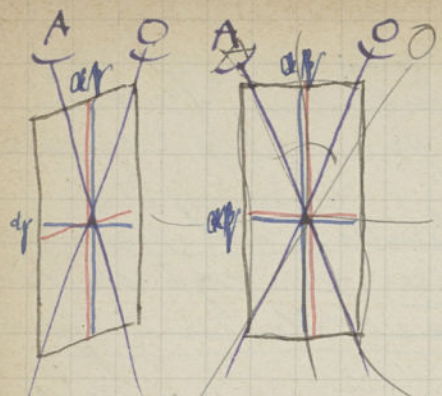
- Si monoclinique :

trois axes, un seul pt sym

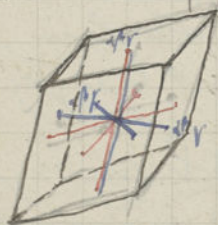
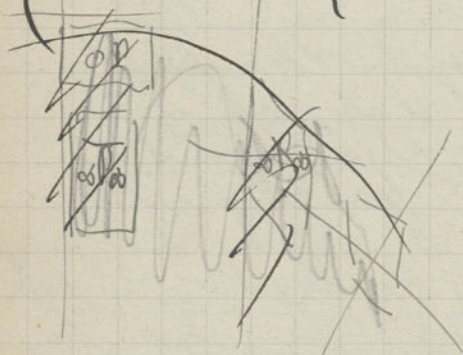
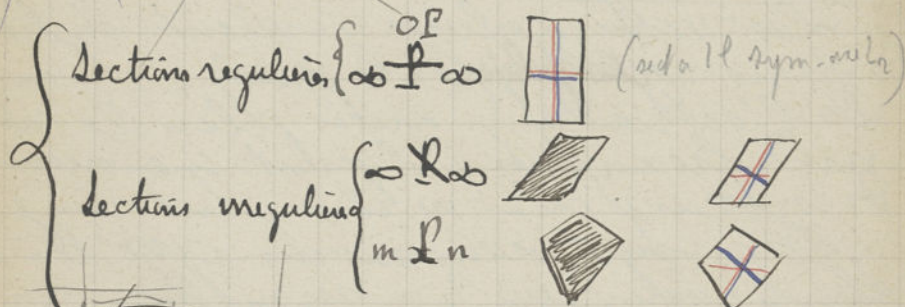
1) De ce syst, l'axe éteint optique  
un coincide avec l'axe vert, l'autre

avec l'axe horiz. l'autre, le 3<sup>e</sup> est

perpendiculaire au plan des 2 premiers. Donc oblique  
à l'axe des diagonales de symétrie



(Lumière extinction  
dans les sections)



### 6. Systeme trichinique

Sections régulières - n'existent pas

Sections irrégulières {

$\infty P \infty$



(ont un des axes  
de l'axe optique et des  
axes optiques)

(Lumière extinction  
dans les sections)

2) Description des axes optiques sont  $AOA$  de la  
même plan que  $L$  la verticale  $LOV$ , font  
des angles avec  $AO$ ;

Il faut au contraire le plan  $AOA$  est  
dans le plan de symétrie  $AOA$  et  $AO$  est  $AOA$

3) Il y a une zone de section de section  
à  $AOA$  optique et  $AO$  est  $AOA$

4) Les sections régulières sont les mêmes  
que les sections irrégulières

Les parallélogrames qui sont réguliers  
ne sont que ceux qui sont

l'axe orthogonale:  $AOA$  est  $AOA$

de cette section est celle du plan  
de symétrie, il n'y a que cette zone de  
symétrie qui représente des sections  
symétriques.

Des formes  $OP$ , les formes  $AOA$   
 $OP$  et  $AOA$  et  $AOA$  et  $AOA$

$OP$  et  $AOA$  et  $AOA$  et  $AOA$  et  $AOA$   
avec les axes de  $AOA$  et  $AOA$

$AOA$  et  $AOA$  et  $AOA$  et  $AOA$  et  $AOA$   
avec les axes de  $AOA$  et  $AOA$

avec les axes de  $AOA$  et  $AOA$  et  $AOA$   
et  $AOA$  et  $AOA$  et  $AOA$  et  $AOA$

En 5 directions  $AOA$  et  $AOA$  et  $AOA$   
et  $AOA$  et  $AOA$  et  $AOA$  et  $AOA$

Le syst rhombique  $AOA$  et  $AOA$  et  $AOA$   
et  $AOA$  et  $AOA$  et  $AOA$  et  $AOA$

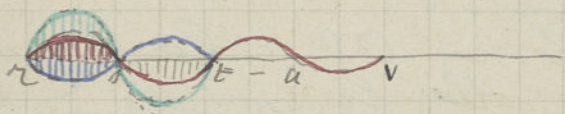
Syst trichinique - plus aucun plan  
de symétrie, plan de symétrie

Les 3 axes et les 3 axes  $AOA$  et  $AOA$   
un seul axe  $AOA$  et  $AOA$  et  $AOA$

Les sections régulières sont donc  $AOA$   
par rapport à l'axe  $AOA$

3. Détermination des minéraux  
 jolis ou neufs  
 Coloration des minéraux  
 naturels

Le phénomène d'interférence  
 1) en lumière isochromatique en



Pratiquent dans onze huit fait l'ordre 4 syst.  
 — Par conséquent les minéraux sont riches en  
 elles sont ~~très~~ teintées ou colorées  
 et ~~quand~~ éclairées elles sont colorées  
 minéraux naturels, avec le  
 quartz : jaune, rouge, bleu.

Agates est due à ce colorat. Tous  
 les grains de la Lanthane présentent des  
 couleurs vives et différentes les unes des  
 autres. Cette apparence finit les caract  
 pour être les minéraux : elle est colorée  
 est fonction de la réfringence des minéraux  
 considérés

Phénomène d'interférence.  
 Considérons lumière polarisée isochromatique  
 c'est une file de molécules d'éther en  
 vibration : soit le mouvement se produisant  
 rayon polarisé, il vibre sur le plan du tableau  
 la courbe représente les positions successives des  
 molécules vibrantes (très petites lignes), en  
 passant l'une est en  $r$  obtient la courbe  
 $r - t - u - v$

Si un second rayon de même amplitude  
 vibre sur le même plan <sup>et en même temps</sup> la molécule sera  
 sollicitée par 2 forces qui s'ajoutent,  
 on aura l'interférence

On au contraire si on peut y avoir un retard  
 de la vibration du second rayon, comme  
 demi longueur d'onde, la particule  
 vibrante sollicitée par ces deux forces,  
 restera au repos, il y aura obscurité.

Si donc les rayons vibrent en même temps  
 lumière — si retard d'une demi longueur  
 d'onde. Obscurité.  
 ou nombre impair,

2) en lumière blanche

Explication par le phénomène  
d'interférence de la coloration des minéraux  
dans le microscope polarisant

Causes de la variation de coloration  
des minéraux dans le microscope polarisant  
1. l'épaisseur de la lamelle



Avant Remplacement lumière blanche par  
lumière blanche pure de diff<sup>erents</sup> <sup>couleurs</sup> <sup>différentes</sup> couleurs  
Les couleurs d'interférence par les minéraux pour la  
diff<sup>erents</sup> <sup>couleurs</sup> <sup>différentes</sup> couleurs, de t. sorte que vont  
interférer: si certains <sup>couleurs</sup> <sup>différents</sup> <sup>couleurs</sup> ont leur  
longueur d'onde qui se superposent <sup>sur les</sup> <sup>autres</sup>  
pairs de <sup>longueurs</sup> <sup>d'onde</sup> d'autres <sup>couleurs</sup> <sup>différentes</sup> <sup>couleurs</sup>  
Supposons <sup>un</sup> <sup>minéral</sup> <sup>qui</sup> <sup>se</sup> <sup>superpose</sup> <sup>sur</sup> <sup>plusieurs</sup> <sup>couleurs</sup> <sup>différentes</sup> <sup>couleurs</sup>  
La lumière en sortant de la  
lamelle présentera donc les couleurs  
complémentaires de la lumière blanche  
entrée.

Cela explique aussi la sortie d'une  
lamelle de verre ou de mica.

C'est ce qui se produit si le minéral  
rayon lentement de polarisation il  
en sort 2, un réfléchi, un seul  
extraord, arrive à la lamelle.

D'icelle-ci, birefringent, ce rayon ordinaire  
Les rayons <sup>se</sup> <sup>vibrent</sup> <sup>par</sup> <sup>différentes</sup> <sup>interférences</sup>  
ils arrivent donc avec un retard <sup>par</sup> <sup>rapport</sup> <sup>à</sup> <sup>celui</sup> <sup>de</sup> <sup>la</sup> <sup>lamelle</sup>  
le <sup>rayon</sup> <sup>ordinaire</sup> <sup>qui</sup> <sup>ne</sup> <sup>peut</sup> <sup>pas</sup> <sup>sortir</sup> <sup>de</sup> <sup>la</sup> <sup>lamelle</sup>  
sortir que 2 rayons extraordinaires!

Ceux-ci vibrent sur le même plan:  
on est dans <sup>des</sup> <sup>conditions</sup> <sup>de</sup> <sup>différentes</sup> <sup>interférences</sup>  
interférences, les <sup>différentes</sup> <sup>couleurs</sup> <sup>se</sup> <sup>superposent</sup>  
on se retrouve <sup>à</sup> <sup>ainsi</sup> <sup>les</sup>  
distinguer du spectre <sup>de</sup> <sup>la</sup> <sup>lamelle</sup> <sup>ordinaire</sup>

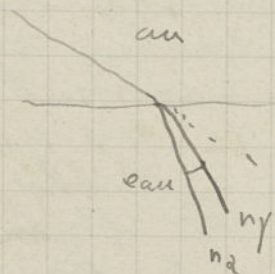
Expérience simple:

une lame mince de quartz, son niches  
croisé, présente toute l'épaisseur pour  
l'épaisseur moyenne de la lamelle.

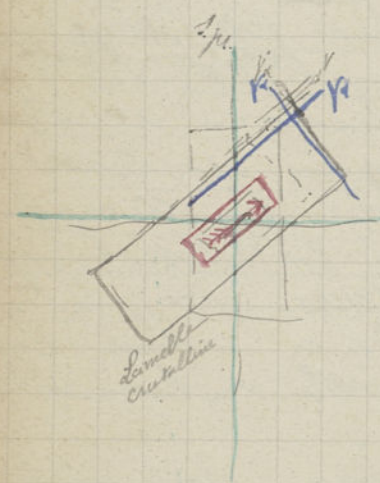
mais si au lieu de la faire à faces  
parallèles on fait un <sup>petit</sup> <sup>trou</sup> <sup>à</sup> <sup>travers</sup> <sup>la</sup> <sup>lamelle</sup>  
sous <sup>un</sup> <sup>microscope</sup> <sup>croisé</sup>, on voit <sup>des</sup> <sup>couleurs</sup> <sup>différentes</sup>

2. la position de la lamelle par rapport aux axes d'élasticité

3 la <sup>degré de</sup> réfringence du <sup>minéral</sup> minéral.



Moyens de reconnaître dans une lamelle d'un minéral la position des axes d'élasticité



teckens min. des minéraux

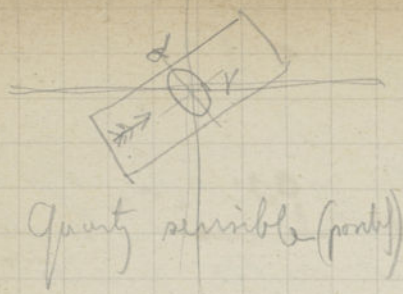
1 avec une lamelle de quartz donner

De A en B nous les niches très étendue du spectre <sup>réfracté</sup> 3 fois (à la 4<sup>th</sup> les tantes même lent) la couleur de la lamelle dépend en second lieu de la position de la lamelle par rapport à la position des axes d'élasticité car la vitesse varie avec cette position pour une épaisseur égale on a des teintes différentes.

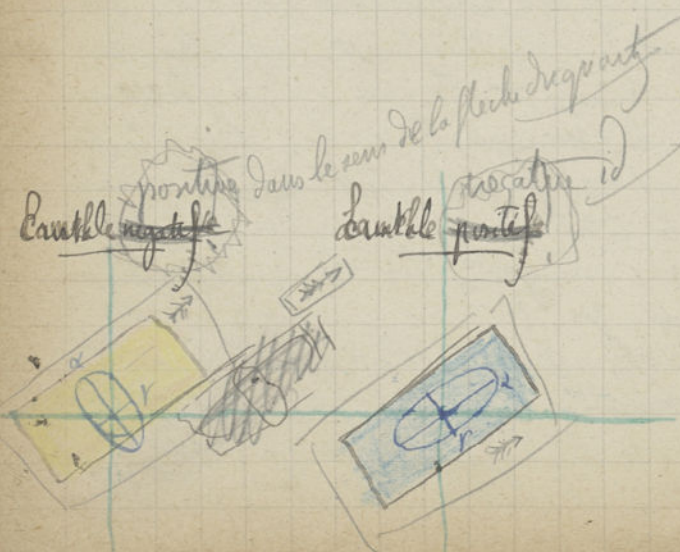
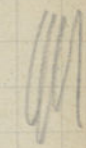
Enfin la coloration est fonction aussi de la réfringence: les minéraux + réfringents  $n_y - n_x$  sont les plus colorés. Minéraux à réfringence plus élevée que les autres  $n_x - n_y$  que pour les autres. Ainsi pour un angle plus il est grand, plus la réfringence est élevée.

Comment reconnaître la position respective des axes  $\alpha$ ,  $\beta$  et  $\gamma$ ? (D'une lamelle quelc. il y en a 2, le 3<sup>e</sup> est perpendiculaire par les  $\alpha$  de coloration. Supposons  $\alpha$  cristallin <sup>exposé</sup> à un angle  $\theta$  avec  $\beta$  on nous donne  $\theta$  et  $\gamma$  est perpendiculaire à  $\beta$  et  $\alpha$  est à l'angle  $\theta$ ?

On fait varier  $\theta$  de façon que l'axe un angle avec la section principale varie de teintes de t. sorte que prend teinte <sup>à 45°</sup> qui pour coloration maxima à 45°. Or  $\alpha$  et  $\gamma$  correspondent aux 2 axes  $\alpha$  et  $\beta$  est à l'angle  $\theta$ ?  
Pour cela on tourne la lame à 45° du niches, puis on prend un cristal de quartz ou de gypse. Le quartz est choisi de telle façon qu'il soit une <sup>lame</sup> avec mince lame



Quartz sensible (positif)



parallèlement à l'axe vertical du quartz  
 on dessine dessus petite flèche circulaire à  
 l'a. vertical (ou un fleuve à côté du  
 quartz) - Or on sait que le qz est un minéral  
 positif au pyroélectrique; plus c'est l'a.  
 de + petite lamblite  $\gamma$  correspond à l'axe  
 vertical - Les axes qui sont perpend  
 donc les axes  $\alpha$  et  $\beta$

Ceci compris, nous prenons ce quartz  
 on le pose sur son pré parati. La flèche  
 est à  $45^\circ$ : c'est la direction positive pour  
 le qz de horizontal en dessous a son

1) de même direction, nous avons point  
 le mu  $\gamma$  qui se <sup>est</sup> augmente l'épaisseur  
 du quartz: or + l'épaisseur gagnée est  
 le gris au degré, et on monte de l'échelle  
 de Newton visible par rouge v. r. r. g. o. r. etc.

Or le quartz a été un jusqu'à présenter  
 la teinte rouge R du rapport  
 dite teinte sensible, donc du rouge en  
 montant on passe sur blanc, si on  
 descend on passe sur jaune.

Si on a une épaisseur lamelle, on passe  
 Rouge à bleu: si donc la lamelle perd  
 teinte bleue, on a une <sup>est</sup> épaisseur de  
 plus épaisseur, c'est tout  
 son grain d'orientation du qz

2) Or c'est un <sup>est</sup> que fait dans cette question, c'est  
 du rouge au jaune  
 Si l'on monte au bleu, c'est  
 donc dit positive, si <sup>est</sup> négative  
 Cela prouve que l'ellipsoïde élastique  
 ait axes  $\alpha$  +  $\gamma$  et  $\alpha$ ,  $\alpha$  +  $\beta$  et  $\beta$ .

2. avec une lamelle de gypse

3. avec un biseau de quartz.

### Etude des minéraux en lumière convergente.

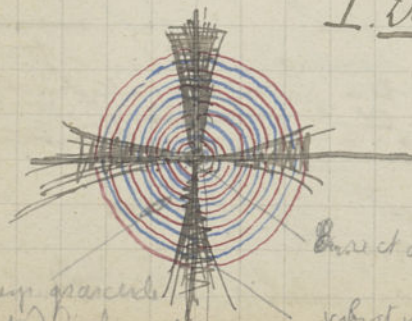
(lumière qui va par chemins de façon parallèle de la cristall.)

Minéraux vus en lumière convergente.

### I. Détermination du syst. cristallin

1. Minéraux vus perpendiculairement à l'axe optique

2. Lamelle perpendiculaire à l'axe optique  
Figure d'interférence.



On a et de 40 : obscurité (l'axe optique)

vibrat parall. à la 2e pr d'un nichol. obscurité

vibrat parall. perpendiculaire à un même retard d'onde : interférence (lumière blanche)

On peut remplacer le quartz par une lamelle de gypse ou de le pentaédroïde.

Encore un centre maché : qtz en biseau qu'on fait glisser sur la préparation avec un objet qui sert à maintenir les biseaux qui s'ajoutent à celle de la lamelle ou au centre de la série de Newton ; on a un centre qui pose sur une lame négative c'est une interférence d'épaisseur, à un moment il y aura compensation des rayons on aura un ton gris.

Observer les études de minéraux en lumière parallèle cad faire un biseau lumineux rectifié parallèle à l'axe du microscope, les rayons vibrent alors parallèlement.

Pour cela on se sert du miroir du microscope ; avec les nichols :

1) Prendre un minéral En outre une petite pièce, cadre en carton avec un biseau convergent, se place entre l'oc. et l'obj. Les rayons convergent alors, on reçoit de l'œil un focuse de lumière convergente.

2) Autre manière : on enlève l'oculaire, on remet le nichol le cristallin de l'œil sur l'objet alors l'œil a de lumière convergente

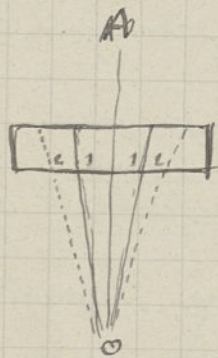
On voit dans ces 2 cas de mettre un grossissement fort.

Si on veut à une lame alors sous les nichols croisés une lame appétit d'un syst. cristallin à l'axe, on observe une figure d'interférence. Cette figure montre, perpendiculaire à l'axe optique unique, une croix noire et autour une série de cercles isochromatiques.

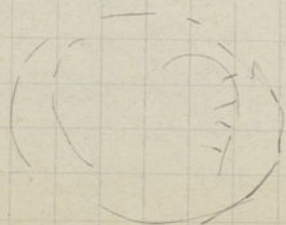
Si on regarde avec nichols parallèles, on a une



Explication de la figure d'interf.   
 Le centre noir



Les cercles colorés



La croix noire.

croix blanche et des anneaux colorés.

Quoi sont dues ces apparences?

Préférable d'observer en lumière croisée en <sup>normal</sup> ~~normal~~   
 un verre bleu ou rouge de la même épaisseur.

On constate alors une série de raies rouges et noires traversées par une croix noire (ne sent en lum. rouge)

Lequel est dû à l'interférence.

Les deux ray. lum. sort de polariseurs, c'est le rayon   
 qui n'est dans le deux de la lame mince   
 les rayons vibrent à a. droit, l'un parcourent   
 la lamelle avec des vitesses différentes. Ils   
 arrivent ainsi à le nichel noir, la redoublent   
 en deux, les deux sortent seuls, vibrent   
 dans le même plan que polarisés / parallèles l'un   
 à l'autre donc ils produisent de lum. polarisée.

Mais si l'on met quelque chose d'un nombre pair ou impair de demies   
 d'onde, il y a ~~interférence~~ plus grand ou <sup>moins</sup> grand   
 d'onde.

Mais si l'axe opt. de la lamelle tourne   
 la lum. n'aura que si invariable, c'est pour   
 on a l'éclaircie

Les cercles lumineux ou   
 ~~parallèles~~ <sup>un</sup> ~~parallèles~~ <sup>chemin</sup>   
 <sup>égal</sup> ~~parallèles~~ <sup>représentent</sup> ~~représentent~~ <sup>des points à</sup>   
 égale dist de l'AO dans la lamelle, par ex. les 2

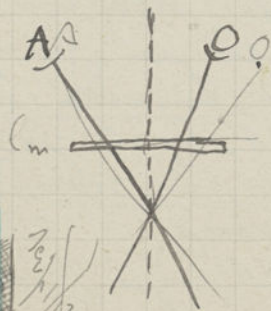
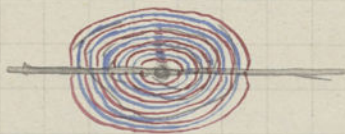
Les rayons qui plus éloignés concourent à d'autres   
 <sup>concentriques</sup> ~~concentriques~~ <sup>représentent</sup> ~~représentent~~ <sup>des</sup>   
 points à égale dist de l'AO, de sorte que les rayons   
 prennent des chemins égaux.

Quoi une croix noire?

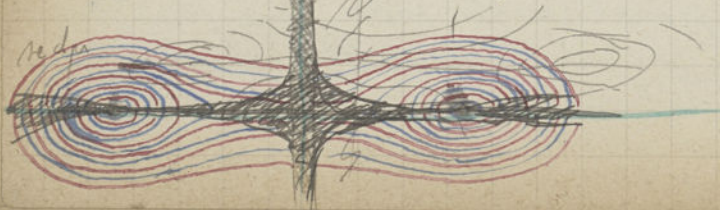
Il y a un seul rayon, une seule onde   
 isolée, une pour le rayon ordinaire, une pour le rayon   
 extra - une de ces ondes vibrent à l'angle droit   
 on a ces vibrations représentées par un paraboloïde   
 pour l'onde par le rayon du cercle. Mais

L'ordre des couleurs des cercles

2. clinéaux biréfringents à 2 axes optiques  
 1/ Lame mince perpend à un axe optique



2. Lame mince perpend à la bissectrice des axes optiques  
 1/ Figure d'interférence obtenue, le plan des AO estant de une sect. princ. de mica



comme c'est lumière plane, il y a une section  
 laquelle sera parall à l'axe optique  
 Le micros. donc observé; et les autres  
 points y aura l'écart de lumière  
 En lumière ordinaire les différentes  
 teintes vont se placer comme on les voit  
 d'un prisme ces différentes couleurs avec interférence  
 comme si on les différencie des couleurs au travers  
 des lames.

si ces différentes épaisseurs du quartz en l'air  
 sont obtenus par le rayon normale + obliquement  
 parallèle. si se présentent sur des cercles  
 concentriques ptu de l'axe optique.  
 et pratiquement donc très facile de distinguer  
 à la opt. d'un cr. à 2 axes.

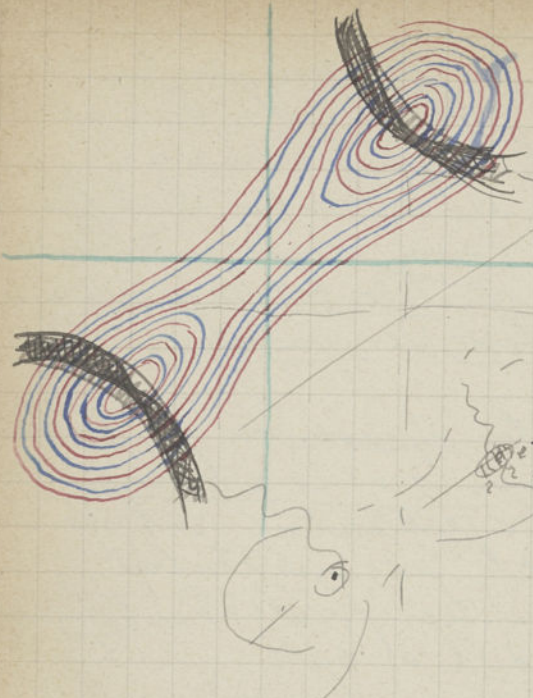
— Autant à 2 axes.  
 lorsqu'on l. mince perpend à l'opt, on voit  
 une figure d'interférence, mais ici on voit  
 ces courbes plus irrégulières, voisines  
 d'ellipses.

Une certaine bande noire, qui n'est plus une ligne,  
 et les ellipses sont isochromatiques.

La bande noire concave au plan des AO.

En lumière isochromatique des anneaux  
 étroits.

— si on regarde perpend à la bissectrice des AO,  
 qu'on obtient de façon à ce que l'angle A soit  
 aux aigres pour avoir les 2 axes de mica  
 on a la figure: ligne noire très mince concave  
 au plan des AO; et une ligne noire est tangente  
 perpend on voit concave aux 2 axes les figures  
 elliptiques; bientôt ces ellipses isochromatiques  
 changent de forme, se ronds en formant des  
 courbes en 8 on les cristallites, formant



e) Figure obtenue, le plan des AO étant oblique aux sect. princ. des nichols croisés

- Répartition des couleurs dans les figures suivant le système cristallin

coaleum isochromat...  
 Si au lieu de regarder la préparation de le plan des sect. princ. des nichols, on la voit sous un angle de 45° on voit un effet de diffraction. La croix noire à 2 branches inégales, un large et un petit, une partie noire, la diagonale, on a 2 branches d'hyperboles.

Ces apparences s'expl. une fois minéraux à l. agit.  
 Pour regarder les diff. combin. conçoit ces anneaux isotropes. L'un ordre varié.

Ainsi on voit ment le rouge situé en dedans de l'anneau, le bleu en dehors; et la couleur est toujours inversée sur les branches d'hyperboles.

On dit l'exemple de laquelle le rouge  $\rho$  (violet =  $v$ )  $\rho < v$ ; et l'autre  $\rho > v$ , c'est que l'angle des rayons rouges est  $>$  ou  $<$  que l'angle que font les rayons violets. Plus on a affiné en effet à des cônes coniques de sorte que soit.

$\rho < v$ , exemple aragonite  
 $\rho > v$ , exemple calcite, on voit alors les couleurs inversées à l'inverse.

En réalité avec les instruments on ne voit qu'une seule couleur, bleu et rouge.

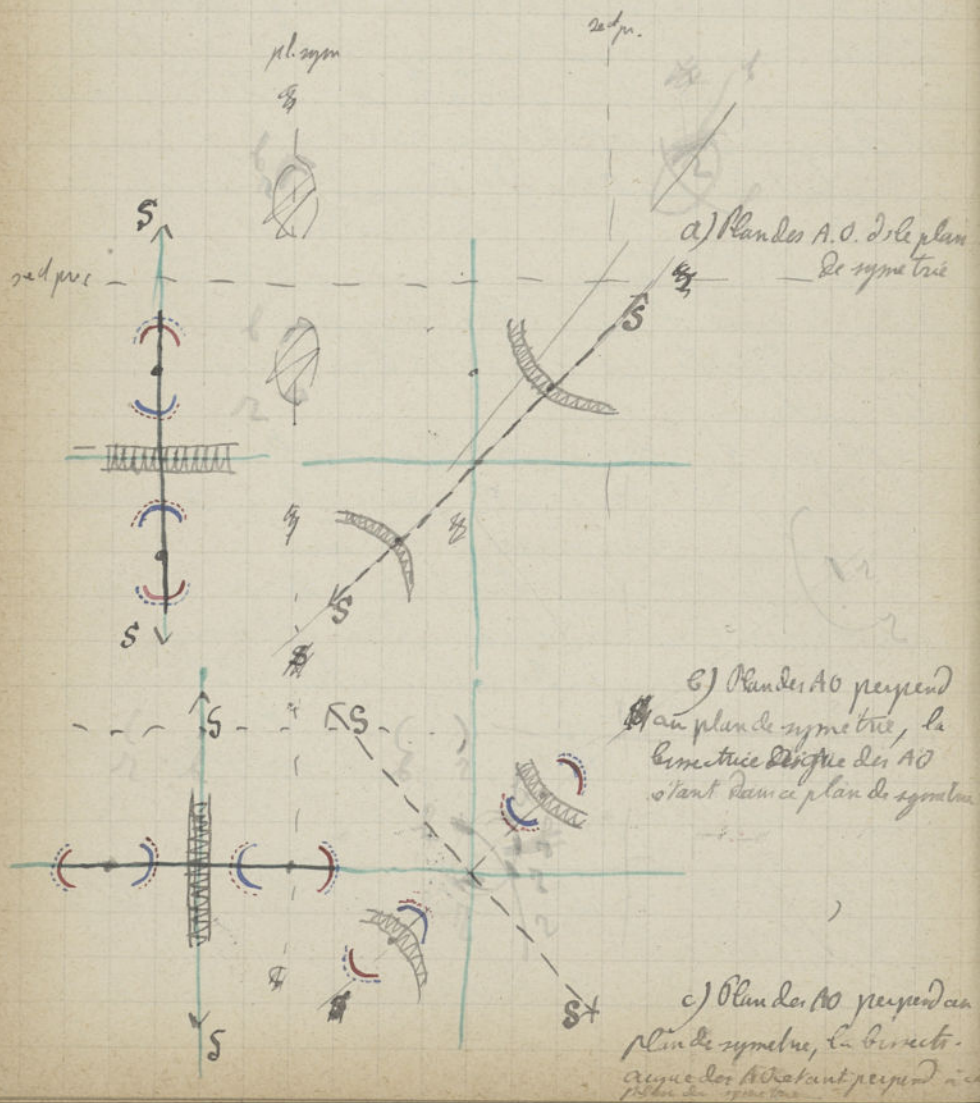
Il y a des rapports entre la dispersion de ces  $\rho$  et la sym. du syst.

Ces figures ont des formes spéciales, c'est-à-dire les deux ont des pentes d'inclinaison de 30° et 60° la dispersion des couleurs a des caractéristiques de ces diff. syst. cristallins et la position des a. d. et b. et c.

Syst rhomb (aragonite, calcite)  
 Dans ce système, il y a une loi de symétrie,

1. Système rhombique

2. Système monoclinique



Le rouge et le bleu sont matériaux qui supportent à l'apl de symétrie AB et CD - c'est la dispersion rhombique, ce sont deux la première.  
 Il faut pour les un  $\frac{1}{2}v$ , pour les autres  $\frac{1}{2}v$ .

Système monoclinique.

Dele syst rhomb. - Cera. él est coneur aux axes de symétrie, la a. opt. sont tous bissecteurs de  $\alpha$  et  $\beta$ . De l. st que tous  $\alpha$  et  $\beta$  de symétrie.

Maun de monocel, Cera. él est opt coneur à l'axe horiz, l'autres ds le plan de symétrie; mais le pl. de sym. de A.O. peut venir, e ne l'at ds le pl. de sym.  $\alpha$  et  $\beta$  sont la a él est - en perp au pl. sym, alors  $\alpha$  et  $\beta$  sont ds le pl. sym.

Dele premier cas, nous avons la fig. mte:

(gymn)  $\frac{1}{2}v$  ds un ds red pr nich, et est symétr par rapport au pl. de symétrie (blent de chicote, regard de chicote en bob) non font bouger, à droite et gauche cum des fig sym.

Mu'ya ds un pl. qui un plan de symétrie donc un au pl. de symétrie

C'est la dispersion uniaxiale  
 autre espèce: feldspat adular, où l'apl des A.O. est perp au pl. de a. opt, l'at ds l<sub>1</sub>, et l<sub>2</sub>

La fig est différente: à 45° ds l'ellipses sont perp au pl. de sym; c'est la dispersion biréfringente.

La bande A.O. est la biréfringente.  
 N's pouvons supporter la biréfringente se trouve sur l'a. horz, alors lieu de l'axe: Dicoes



1. Cristal mineral à l'oculif

2. Cristal mineral à l'oculif

La cour. auq. recuit peut au pl. dera. opt  
 On que precedant elle l'ent. de la p. de sym.  
 On a donc la figure du biray.  
 cad. p. en l'ext. de, en l'ext. qch, donc  
 couleur entrecroisées: d'où le nom de dispersion  
entrecroisée.

à 45° on a la fig. a centre  
 cette disp. <sup>obtenue</sup> a tr. crist. ou le pl. <sup>des</sup>  
 opt. <sup>pour</sup> du pl. sym. et bruta. auq.  
 peut a de un pl. sym.

— Cristal triclinique  
 on a la dispersion asymétrique: il  
 n'y a plus de symétrie  
 — On classe fig. en représentant <sup>les plus</sup> intéressantes  
 mais pour cha. de ces cour. on a bien d'ext.  
 ... analyse simile rat

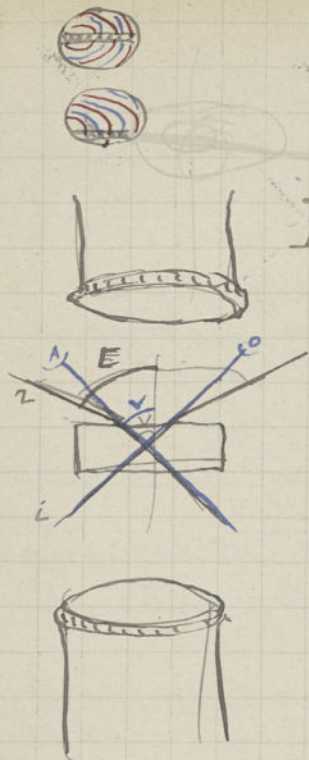
— Avec un microscope, ces figures sont  
 délicates à voir; en general on verra faibles  
 les cour. noires, mais non les différentes  
 couleurs, car on ne voit que le centre de la  
 figure.

— On verra s'il est un a aff. à un a a 1 ou 2  
 a. opt.

— La prep. est exacte pour l'A.O. unique,  
 mais on verra cour. avec au centre

— La rect. n'est pas pour l'A.O., en fait  
 pour la preparation on voit une série de déplacements,  
 on voit que la ligne verticale se déplace parall.  
 à elle même, et si a cour. on voit sur la  
 barre hach. de sorte qu'on a tr. de  
la de la prep. <sup>rotation</sup> une small rotation, par ch. de, on est la  
que re crois ent.

— On dit qu'une rect. a 2 a. opt. d'essai  
 ou on verra qu'une partie du fig.



## II Mesure de l'angle des axes optiques

Si on est perpend à un AO, on a une série d'anneaux elliptiques qui présentent une surface qui correspond à un angle des AO.

On fait de manière à avoir l'ellipse oblique par rapport à la chaux, c'est-à-dire la ligne normale se déforme, de même une br. d'hyperbole.

Pour mesurer l'angle des AO dans un cristal, qui est une criste optique très impure, on a un instrument particulier. (dont on a vu plus l'usage) on étudie une lamelle l'autre perpendiculaire à la première. Or l'instrument et les lentilles convergentes qui convergent un rayon de lumière à la balle.

Une série de vis permettent d'orienter la lame de manière que chaque axe optique coincide avec l'axe de l'instrument.

On voit alors que la fig. d'interférence change de sens;

on lit l'angle un uniquement en position de la crist.

Il faut s'occuper à faire pour en dire de millimètres 2 E (c'est-à-dire de 2 v)

Il y a une formule qui permet la correction

$$n = \frac{\sin i}{\sin r}$$

$$\text{D'où } \sin i = n \sin r$$

$$\sin r = \frac{1}{n} \sin i$$

$$\sin E = \beta \sin v$$

$\beta$  étant l'indice de ref. du minéral qui est étudié

$$\sin v = \frac{1}{\beta} \sin E$$

Or E est connue.

III. Détermination des minéraux  
positifs ou négatifs

1. Minéraux à 1 axe optique

Le mica quart d'onde.



Emploi du mica quart d'onde



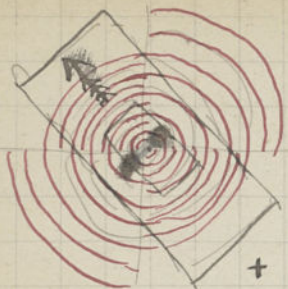
Placés à moitié quart de la distance de  $d$ , la cellule  
de p. (car p. plus petit que pl. de a. opt)  
La méthode est d'examiner le cristal en  
lumière convergente, sur des coupes faites sur  
une lame mince perpendiculaire à l'axe optique  
unique, on voit la couronne et les anneaux  
centriques des deux en spectre.  
On l'examine en lumière convergente.  
L'axe de sym. vertical est l'opt et un des axes  
d'élasticité; les autres d'élasticité sont dans le plan  
perpendiculaire à l'axe vertical, le cristal  
est dit positif ou négatif, c'est un cristal  
négatif.

Si on vient à glisser entre les 2 nichols une  
lame mince de mica quart d'onde, on voit un  
signal. C'est comme si une lame mince  
potentielle, mince est à l'opt qui montre les  
anneaux à 2 bras inégaux et deux alignés et les  
autres coupés avec l'optique la substance.  
C'est on a les bras hyperboliques résultant de la  
dilatation des 2 bras de la cour.

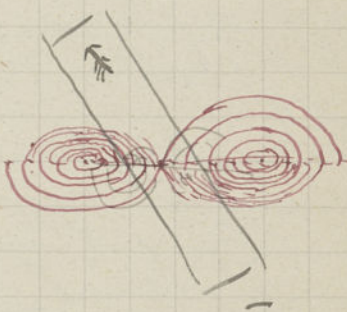
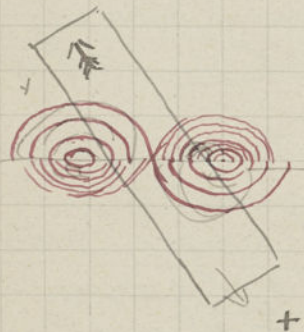
On prend la lamelle de mica d'une épaisseur  
telle que le retard qu'il y a entre les vibrations  
des deux rayons qui traversent la lamelle soit  
égal à un  $\frac{1}{4}$  d'onde.

On indique par petite flèche la direction  
du pl. des axes optiques;  
on prend cette lame de mica on la place à 45°  
de la ligne optique avec le cristal à l'axe qui on  
considère (réflecteur voir à la flèche  
et est perpendiculaire aux nichols)

On voit alors deux, qui montre que la figure  
qu'on a dit que. En continu on voit une autre figure  
mais les anneaux se déplacent: deux quadrants  
sont ils s'élargissent, s'élargissent, s'élargissent. On voit des



2. Minéraux à 2 axes optiques



## Polarisation rotatoire

Deux quadrants élargis se former 2 points noirs  
On peut alors changer position de la <sup>de mica</sup> ~~de mica~~ <sup>de mica</sup> ~~de mica~~  
par rapport aux quadrants élargis et aux points noirs  
2 cas: la flèche <sup>perpendiculaire</sup> la ligne qui réunit  
les 2 points - Ou parallèle à cette ligne  
Si la flèche <sup>perpendiculaire</sup> la ligne qui réunit les 2 pts  
le cristal est positif.

Si la flèche est parallèle à la ligne qui réunit  
les 2 points, le cristal est négatif.  
Cristaux à 2 axes optiques.  
On a les 2 signes d'élongation la croix noire  
mince de la pl de a.o., est toujours  
perpendiculaire.

On glisse la mica, 2 cas:  
Une pl de élargie et l'autre rétrécie  
et la flèche se trouve <sup>entre</sup> les diag des 2  
seuls élargis, <sup>entre</sup> les 2 cercles rétrécis  
On voit <sup>un</sup> diag <sup>entre</sup> cercles élargis, minéral  
est positif - On voit <sup>un</sup> diag <sup>entre</sup> cercles rétrécis  
négatif

Il s'agit de voir en fait si la ligne qui  
flèche est parallèle à la ligne qui réunit  
les 2 demi-cercles élargis, ou les rétrécis  
On place un quart de mica <sup>à l'extérieur de l'œil</sup> <sup>à l'extérieur de l'œil</sup> <sup>à l'extérieur de l'œil</sup>  
plus d'extinction, l'intérieur est un cercle  
jaune.

Si on place sur le cristal un quart de mica  
mica <sup>à l'extérieur de l'œil</sup> <sup>à l'extérieur de l'œil</sup> <sup>à l'extérieur de l'œil</sup>  
à l'extérieur de l'œil, on voit une spirale succéder  
à l'autre précédente

C'est la polarisation de rotation du quartz.  
Certains cristaux de quartz se placent  
le plan de polarisation, l'autre se placent  
selon son axe à droite (dextrogyre)  
ou à gauche (levogyre). Cette propriété



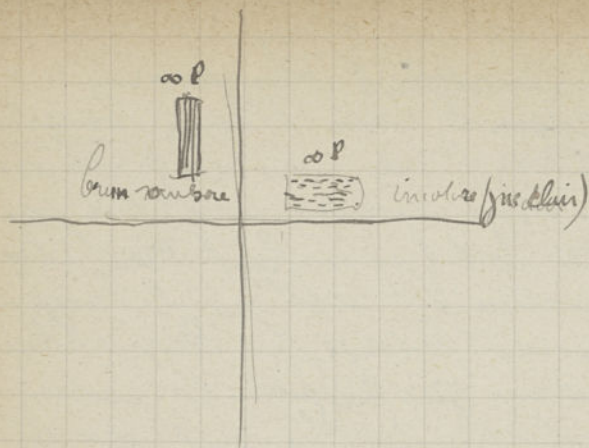
VI Polychroïsme Desminéraux  
 d'absorption totale  
 sur certaines directions

d'absorption de certaines  
 couleurs sur certaines directions

Di-, Tri-, Polychroïsme

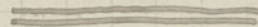
Exemples

employé en physique pour cet appli.  
 — Dich-, Tri-, Polychroïsme  
 Pour une lame à très faible épaisseur  
 taillée perpendic à l'axe, on voit la lumière  
 à travers si pas trop épaisse. Si on pose  
 un cristal un sur l'autre et qu'on fait très, il y a  
 un point d'extinction: c'est que le rayon  
 de 1<sup>re</sup> biréfringence est divisé en deux vibrations  
 parallèles perpendic aux sections principales. Or celui qui  
 vibre perpendic à l'axe, ne voit que le rayon  
 ordinaire perpendic à la section de biréfringence. Aussi  
 si les bords, par exemple, ou non sur que vibre  
 parall au rayon à cette 2<sup>e</sup> de biréfringence.  
 C'est le cas d'absorption, la lumière est  
 absorbée sur différentes directions.  
 L'anneau de la pyrite de vitreux qu'on  
 veut de briser tous les rayons, certaines  
 couleurs sont absorbées. Or cette absorption  
 est le diff direct, un cristal parait  
 être une tache, par exemple, l'axe.  
 Ainsi la corindon: blanc vert, et violet  
 (ce cas, observe aussi au microscope.  
 Une lame mince taillée parallèlement à  
 l'axe en lumière blanche (sans le violet supérieur)  
 (un cristal dichroïque si j'ose dire) teinte diffé-  
 rente en 3 teintes, polychroïsme.  
 Sur un axe à une épaisseur particulière  
 que dichroïsme peut perpendic à l'axe.  
 La corindon a une partie trichroïque  
 sur l'axe d'absorption. Ces variations sur  
 qu'on les peu remarquer; qu'on en a une  
 elle peut être un peu plus.  
 — Ainsi le mica change de teinte sur  
 que la lumière vibre sur une plaque de P,



Est les haigues de clivés de l'air; Si une portion  
différente il est clair. Si l'air de l'air  
est rayons sans rouge brun; Si l'air il n'est  
presque rien.

Si l'air est une lame d'air est jaune clair  
ou brun foncé Si les cas immerse de la pièce.  
— Dame Maurolde, andalouise.



# Etude des roches éruptives

## Les Roches

La croûte terrestre

Les roches sont la même que constitue la croûte solide du globe.

Elles se classent d'après leur mode de formation.

La croûte qu'elles constituent a environ 25 Kil de épaisseur (Himalaya + 8000m, Païpigne - 9000); on y ajoute évidemment un certain <sup>pour</sup> degré d'épaisseur, pour cette évaluation.

1. Roches d'origine interne

Les roches qui se forment se sont formées en conditions variées: les unes d'origine interne, résultent de la solidation du gl. terrestre, vraisemblablement à l'état igné à l'origine.

Elles sont l'écorce s'est formée, a laissé venir à la surface les roches d'origine interne, roches ignées.

2. Roches d'origine externe

Ces roches d'origine interne sont les + imparfaites, prennent naissance à travers les autres roches, rudimentaires ou organiques: c'est la dégradation par les agents atmosphériques qui se traduit en débris. Les roches éruptives, <sup>par</sup> ~~différentes~~ transformations venues: ce sont les roches charbon.

3. Roches d'origine organique

Qu'on a vu des animaux ou plantes qui se développent les roches, on a alors des roches organiques. Houille, varetes de sel, calcaire. Une classification permet donc de les

Int en roches d'orig interne (s. eruptives)

1. cristallines)

2. roches <sup>du</sup> basiques

3. roches organiques

Et 2 dernières séries de roches constituent essentiellement  
les roches sédimentaires, et étudiées l'année dernière  
— Le cours de l'année porte sur les roches  
éruptives

---

Bases de classification pour les roches  
éruptives

Importance prépondérante des  
caractères chimiques.

## 1. Caractères chimiques des roches éruptives

Prépondérance d'un petit  
nombre d'éléments chimiques

## Generalités sur les Roches éruptives.

---

Il faut réduire en un certain nombre de groupes.  
C'est-à-dire plus de types leur genre.

Il y a différents systèmes : trois bases de  
classification possible : caractères chimiques, miné-  
ralogiques ou structure des roches.

Caractères chimico-minéral et de structure.  
Ces roches étant d'origine interne ont été à l'état  
de fusion ignée.

Les autres caractères sont basés sur l'agencement  
des éléments composés. Ces caractères peuvent  
influencer sur la forme, la composition, la texture.

Il faut voir sur la composition élémentaire, qui rentrent  
à la base : c'est elle qui détermine au début  
à la classification, et ensuite les caractères physico-chimiques  
et.

Il faut dire l'importance de la composition chimique pour  
les roches d'origine interne, et faut se demander  
quels éléments chimiques sont entrés en jeu.

On reconnaît vite que les roches considérées comme  
formant la croûte terrestre se renferment qu'un petit  
nombre d'éléments chimiques : une dizaine seulement  
à eux seuls les  $97/100$  de la croûte terrestre

Les autres éléments sont limités à des sortes de  
lignes verticales ornées à travers. Les diff couches  
où se sont déposés la plupart des cristaux simples  
qui constituent l'objet de l'analyse.

Les corps peu nombreux qui constituent l'essence des  
roches sont des silicates, qui forment  
seuls l'objet de ces leçons.

Les roches des filons seront étudiées au cours  
de M. Doucarni.

Le plus important des éléments chim qui entrent  
dans la roche est la silice.

Elle forme 25 % en poids de la croûte terrestre.  
C'est un élément très important au point de vue  
à cause de son impuissance et inertie: la plus  
de silice formée lors de la solidation de la terre  
à des chances d'exister encore, les moyens mécaniques  
n'ont pu l'user un peu.

La silice est soluble dans les alcalis.  
elle va alors se précipiter par l'addition du point  
où elle a été dissoute: elle <sup>se précipite</sup> ~~se précipite~~ <sup>à l'état de</sup> ~~à l'état de~~ <sup>silice</sup> ~~silice~~  
la croûte terrestre.

L'oxygène. La plupart des minéraux sont  
oxydes, forme 50 % de la terre.

Aluminium.  
élément très répandu à l'état d'oxyde  
de silicate (argile sil. hyd).

La plupart des feldspaths sont des silico-alum.

Le corindon est oxyde d'alum.

L'aluminium est métal très léger qui n'existe  
pas à l'état de pureté.

Le magnésium.  
se trouve très répandu.

Notamment associé avec la silice, pour former  
silicates magnésiens jamais purs (amphibole, pyroxène,  
peridot).

1. Silice

2. Oxygène

3. Aluminium

silicates  
oxyde

4. Magnésium

silicates

Carbonates

5. Calcium

silicate

carbonate

6. Potassium et Sodium

silicate (verres)

8. Fer

9. Carbone

Durées en Roches acides, neutres, basiques

Dans l'antre cas se combine avec car: carbon

La magnésie

- Calcium -

Le tce tot allié a silice (silicate) tot  
a c<sup>2</sup> Carbochar

Potassium et Sodium

tot reproduit en carbon avec silice. Ils  
ont un de part a la silice, l'assoc de silice  
avec ces bases a formé la plupart des veines  
qui sont restés en l'état, on se sont cristallisés  
en roches veines.

6. Fer -

On le croit a peine plus abondant, parce  
qu'il est le grand colorant: sans lui les roches  
sont pâles.

Après l'oxyde ferrique, et l'oxyde se combine  
facilement, il forme avec des silicates a la  
surface des autres roches, pelure superficielle:  
le fer moins abondant qu'il ne paraît.

Carbone -

Partout répandu de couches sédimentaire  
carbone

dans combustible a oxygène, la zone a la surface  
de l'atmosphère.

- Ces 9 éléments constituent les 97/100 de  
la croûte terrestre

- Comment se sont groupés ces éléments?  
De diff. façons.

Il s'agit en essence d'y former groupes naturels  
au pt de chimique, la 1<sup>re</sup> classification celle qui  
répartit les roches en: acides, neutres, basiques

C'est la silice qui joue le rôle d'acide:  
Les diff. bases sont les oxydes des éléments ci  
dessus.

Proportion de silice des diff. groupes

Composition des diff. groupes.

1. R. acides (leuco crates)  
 { bases alcalines (K, Na)  
 aluminine
- 2 R. basiques (melano crates)  
 bases alcalino-terreuses (Ca, Mg, Al)

R. neutres

Hypothese sur le mode de formation des différents groupes de roches

1. Theorie de Branssen:  
 Les diff. magmas fondamentaux

Les roches dites acides ont generent 60% de silice

Les roches neutres 55 à 60%

Les roches basiques 40 à 55%

Ces différentes roches résultent de combins de silice avec les elements ci-dessus

1 R. acide:

combin silice avec alumin et oxyde alcalin (potasse, soude)

Ces roches ont en general l'aspect granulaire

2 Les roches basiques sont des combins de silice avec chaux, magnésie, fer, Ca, oxyde alcalino-terreux

Ces roches ont generent finesse, de densité plus grande

Les R. neutres intermédiaires au p. de densité, couleur, constitution

Les R. acides sont appelés leuco crates.

Les R. basiques: melano crates

— De l'origine, les savants se sont demandés q. relative la composition des roches et leur mode de formation

Branssen de Born a le premier proposé une théorie

Ces roches de nos j. sortent de terre a l'état fondu: comment les volcans le font. ils <sup>font les</sup> font-ils? En autres R. acides? y a-t-il autant de foyers distincts: et ces roches se séparent-elles à l'origine?

Branssen suppose que le magma ou masse primitive en fusion s'est divisée en 2 magmas principaux: magma trachytique, magma pyroxénique, l'un plus extrême l'autre plus basique seraient produits lors de l'émission des roches en fusion.



Magma Anclhyte (acid)      Magma Pyroxénique (basique)

SiO <sub>2</sub>	76,47	48,47
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,23	20,16
CaO	1,44	11,87
MgO	0,98	6,89
K <sub>2</sub> O	32,20	0,65
Na <sub>2</sub> O	4,18	1,96
	100,00	100,00
Oxyg de SiO <sub>2</sub>	5	3
Oxyg de bases	1	2

2. Données dont il y a beaucoup <sup>compte</sup>

l'état différent d'oxydation  
acides + oxydes  
bases - oxydes

Le quotient d'oxygène

$$Q = \frac{R_1 R_2 O_3 S_1 O_2}{a+b} c = \begin{cases} \frac{1}{5} \text{ acide} \\ \frac{2}{3} \text{ basique} \end{cases}$$

Le quotient de la densité par le quotient d'oxygène

$$\frac{D}{Q} = \begin{matrix} 10 & \text{acide} \\ 8 & \text{basique} \\ 6 & \text{basique} \end{matrix}$$

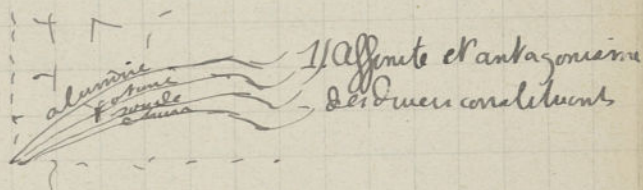
La Colonne I <sup>donnée la</sup> composition du magma trachytique normal - La II<sup>e</sup> le magma pyroxénique  
 Non cherché la latitude d'ytite d'oxygène par rapport à l'acide, d'autre pt de bases ou au rapport 5 pour magma trachyt 3 pour magma pyroxénique  
 2. After les analyses que nous venons de faire le résultat du mélange des deux magmas. Faut donc se représenter 2 réservoirs isolés et communiquant entre eux.

Cette théorie a beaucoup à invoquer on ne s'explique pas ces 2 réservoirs sans chaque volcan.  
 Mais en cette étude à l'ytite prise  
 Les roches acides et basiques encore très différentes par leur état d'oxydation  
 Les roches acides elles se oxydent à l'air s'altèrent (oxydation, carbonatation) mais l'aspect intérieur de la roche <sup>rest</sup> par change car le fer est déjà à l'état sesquioxide  
 Au contraire des roches basiques qui restent <sup>(le fer est FeO)</sup> mais oxydées, elles se transforme peu plus par altération, deviennent <sup>passer</sup> bases.  
 On peut donc conclure que ces 2. acides basiques se sont formés <sup>en</sup> milieu oxydant et basiques en milieu réducteur

Faut donc <sup>maintenir</sup> la division en 2. basiques et acides; mais en interprétant <sup>réellement</sup>  
 Bushoff a proposé caractériser les roches par leur quotient d'oxygène, c.à.d. division de toute l'oxygène des bases par l'oxygène des acides par rapport à l'oxygène de l'acide. Ce quotient est caract.  
 Le volcanisme émergeant a reconnu que si on divisait la densité par ce quotient d'oxygène on traitait du fer c'est pour les gdes Lavilles: 10, 8, 6 pour 2. acides, neutres, basiques

La nature des bases

3. Hypothèse de Rosenbuch



Manganite analysée	Proport molécul	Proport atomique	Proport atomique
SiO <sub>2</sub> 68,55	115,15	115,55	Si
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 15,22	15,09	20,18	Al
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 1,90	1,13	2,38	Fe <sup>2+</sup>
FeO 0,84	1,18	18	Fe
MgO 0,54	1,35	1,35	Mg
CaO 0,92	1,66	1,66	Ca
Na <sub>2</sub> O 5,145	8,85	12,90	Na
K <sub>2</sub> O 5,82	6,03	12,06	K
99,14	150,60	181,67	

On voit d'après cela que les lois chimiques générales  
prévalent à l'égard de ces roches les plus anciennes  
On a fait remarques plus récemment qu'on  
négligeait trop les bases.

L'Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Vieux) / Zirkel / Leyrus tendent à  
avoir rôle plus important aux bases, et d'ailleurs  
des roches par nature des cristaux de feldspaths  
qui s'y trouvent: Or les diff. feldspaths diffèrent  
entre eux que par la prépondérance de la silice: seule  
potasse haute.

Une théorie plus moderne, Rosenbuch.  
plus scientifique.

De l'examen chimique de ces roches, on  
peut conclure qu'il y a des relations générales entre ces  
différents simples; de la nature:

1. Si on analyse les roches d'analyses de roches  
et qu'on trace les variations d'un élément donné,  
par ex. aluminium on voit potassium et soufre  
varier la même manière: si aluminium augmente  
potasse et soufre augmentent; de même la chaux.  
Il y a donc relation entre les quantités d'aluminium  
potasse de chaux.

Au contraire on voit inverse de silice et  
magnésie: si silice augmente, magnésie  
diminue.

Enfin, antagonisme de l'alumine et magnésie  
qui se trouvent rarement ensemble, et basique.

Ainsi l'alumine abonde dans la. basique, mais  
de magnésie.

2. Une relation de nombre

Par ex. la magnésie / Manganite (non acides)  
Les 2 chiffres 1 et 182, sont les: si on  
analyse les roches, on a une type 150 molécule  
et 182 atomes.

- Théorie du foyer unique et  
de la différenciation

de par ailleurs qu'on ne puisse faire un verre d'un  
autre point de vue, les roches ne sont pas des combinaisons  
en projet définies,  
mais substantielles que la nature ne réalise  
que celles-ci entre:

Les roches éruptives <sup>naturelles</sup> ont caract par 150 moléc  
et 182 atomes, et on peut reconnaître par la <sup>analyse</sup> la <sup>composition</sup>  
roche est éruptive ou sédimentaire.

On peut dire qu'à l'origine la roche a été  
éruptive ou si sédimentaire <sup>crystallisée</sup> après  
comp.

On est parvenu à admettre que toutes les roches  
ayant cette proportion <sup>pondérale</sup>, découlent d'un  
foyer unique.

Cette théorie est la théorie de la différen-  
ciation elle s'appuie sur le passage de  
terre relatif aux dissolutions homogènes  
au dialut homag, inégalement chauffées  
permettent aux éléments saturés de se  
concentrer aux parties les plus froides.

On peut voir que le magma primitif  
s'est refroidi inégalement par suite les  
éléments qui approchent de saturation se sont  
centrés vers parties les + froides: L'expé-  
rience montre que ce sont les éléments les plus  
légers qui se produisent ainsi. La liquéfaction, éléments  
originaux se rapprochent des parties refroidies,  
éléments acides <sup>plus riches</sup> <sup>en silice</sup> <sup>et en potasse</sup> <sup>et en soufre</sup> <sup>et en magnésie</sup> <sup>et en chaux</sup>.

On voit qu'on ne se forme jamais dans les  
craques tendues, il peut y avoir roches plus  
basiques en acid qui arrivent à réintégrer, selon  
le point de vue s'est produite.

Si on compare plusieurs différents  
on voit pour une région être une série

De roches + on - Benton a des jus  
en serie d'eruptum basalt, neutres, acides  
man d'chape massif, un air de famille  
Donc par prépondérance base: potasse en  
avant, seule dominante, qui se compose  
de les diffés termes basiques, on acides.  
semble donc que ces deux minéraux  
seront toujours, a parties inégales  
supérieur, produit de différenciation  
la chemise <sup>de la</sup> <sup>roches acides ou basiques</sup> De jaunes, on  
d'un mélange:

Ainsi un magma se rec<sup>oupe</sup> en partie diffit  
acide qui ultérieurement se refroidit a la surface  
de globe

Caract minéral et structure  
Agents plus qui ont produit les roches crist.  
Région de l'acier au leverement  
chimiques: ils ont été trouvés a des endroits,  
ils ont été trouvés et agencés de ces endroits  
entre eux.

D'où l'aspect plus fondar: nature des miné.  
crist, structure qui précede a leur agencement.

1. Princip miné qui crist les roches.

Il sont peu variés, les elem chim ou crist  
et peu variés

du pdr. peuvent plus, on peut considérer des  
éléments essentiels: les uns sont blancs,  
les autres noirs.

Par les blanches, les + comm sont qtz,  
feldspath, les uns peridot, les autres trichite.  
plus les leucitides: leucite, pyroclite,  
nepheline, nauseane, haine

Cristaux colorés: mica, les biotites,  
magnésien: amphibole et pyroclite;  
les silicates magnésien: peridot,  
le fel oxyde Fe

## 2 Caractères minéralogiques et physiques des minéraux

### 1. Nature des minéraux

#### 1. Minéraux essentiels

a) Minéraux blancs:  
quartz  
feldspaths  
leucitides

b) Minéraux colorés  
micas  
biotites magnésien  
silicates magnésien  
fer oxyde

2. Minéraux accessoires

- Tourmaline
- apatite
- émeraude
- Zircon
- Topaze
- casitérite
- rutile
- grenat
- sulfures

3. Minéraux métamorphiques

- andaloucite
- staurolite
- diathène
- cordiérite
- grenat
- axinite
- sphène
- coryndon
- Wollastonite
- ~~Hydrocrose~~
- humite

4. Minéraux secondaires

Après les éléments <sup>minéraux</sup> essentiels, viennent les minéraux accessoires (bien qu'aucun répandus)

- Tourmaline,
- apatite,
- Émeraude,
- Zircon,
- Topaze,
- Cassitérite
- Rutile
- Grenat
- Sulfures.

Enfin les minéraux métamorphiques (basés sur des considérations de gisement).

- Notamment: andalousite,
- staurolite,
- Diathène,
- Cordiérite,
- grenat
- Axinite
- Sphène
- Coryndon,
- Wollastonite
- Hydrocrose
- Humite

— Ces minéraux sont les plus importants. Puis les minéraux secondaires ou de métasomatose: ne se forment plus au sein d'une masse en fusion, mais résultent de la décaup des premiers par agglomération et de leur reconstruction sous une forme nouvelle. Par suite, grossièrement diffusés, se sont formés par épanouissement des premiers ou se sont concentrés dans les zones formées par le décaup de certains éléments — ou dans les fissures des premiers roches.

chlorite  
stribilité  
Vale  
serpentine  
Kaolin  
epidot  
minéraux de fer  
carbonates  
sulfates  
chlorures  
zéolithe

5 Minéraux de sublimation  
(films)

Caractères des principaux

Fréquence des divers minéraux

1. Minéraux essentiels

1. Quartz

autres formes de silice:

Les principaux sont

Chloite

Stribilité

Vale

Serpentine

Kaolin

Epidot

Minéraux de fer (olig, limonite)

Carbonates (Alum, magn, fer)

sulfates ( " " )

chlorures

zéolithe (nic hydrate)

Enfin dernière liste recense minéraux  
de films, fournis par sublimation  
sur l'eau thermale

nitrate, borate, sulf, chlorure, fluorure  
etc, la plupart des minéraux (comme doct  
Dorville).

Caractères essentiels des minéraux des  
premières colonnes.

Le quartz est très important: Corderon a reconnu  
que fréquence de minéraux est q<sup>ts</sup> 35%  
feldspaths 18%, mica 8%, biotites  
magnésiens 1%

Quelques éléments (en 90%) viennent  
Vale, serpentine, 5%

L'argile 1% (Kaolin)

Carbonates 1%

Ceux-ci sont des minéraux secondaires, dérivés  
par alteration.

Le q<sup>ts</sup> peristallise syst borax, en forme  
général primat à pyram borax. Mais cette  
forme n'est réalisée que sur les roches. La  
silice même non combinée se consolide  
sans être sous forme crist, mais sous

## 2. Feldspath

Relation entre les quantités d'oxygène  
de la silice et de deux bases

Feldspath monoclinique

Feldspath triclinique

## 3. Leucitides

Forme de fibres orientées : calcédoine, lixite,  
ou même à état nullement cristallin : opale.

C'est une série d'états intermédiaires entre l'état  
cristallin et l'état amorphe, duant auxquels  
très diff. sous microscope.

Le Feldspat - Ce sont silice de pour  
 $2O^2 RO$  - mais la base varie bcp. la  
formule plus générale vient  
 $31O^2 RO R^2 O^3$

La base variant ronde, plume, chaux.

Ces felds ont varié aussi au p.d.v. crist.  
monocl. et triclinique.

Cette dit est en relation avec la composition.

- Ces diff. felds ont ces caractères généraux :  
Si a est la qte brute de  $RO$  &  
b de  $R^2O^3$ , c de  $11O^2$ , on a les :  
 $a : b : c = 1 : 3 : 3$

Les felds sont  
monocl. - orthose, sanidine, ~~microcline~~

ou la proportion est  $1 : 3 : 12$   
triclin. - albite, labrador, anorthite

albite  $1 : 3 : 3$

labrador  $1 : 3 : 6$

anorthite  $1 : 3 : 4$

3. Leucitides forment un groupe parallèle  
à celui des feldspats, les remplacent souvent  
dans les roches.

En général les leucitides ont les relat.  
 $a : b : c = 1 : 3 : n$

Leucite, nepheline  $1 : 3 : 3$

mais une est à base potasse, l'autre à  
base ronde (nepheline)

trassite, trassite  $1 : 3 : 4$  - mais en plus  
un peu de sulfure alcalin.

#### 4. Micas

Micas. - Minéraux colorés, noirs ou moyennement colorés, type ou paquettes hexagonales qui se défont très facilement - Ces micas forment une grande famille.

Pour ces micas, on voit que  $a+b:c = 1:1$   $a+b=c$

- La composition chimique des micas très complexe.

- Bisilicates magnésiens  $RO_2 10^2$   
 comprennent des minéraux, assés caractéristiques des roches basiques.

2 types essentiels qui dépendent de l'ampleur et de la pyrox, crist. tout deux des monocliniques.

amph. proutite et edenite par pyrox, et des magnésiens l'empêche sur la chimie.

plus variétés: tremolite, actinolite, hornblende

form: pyroxène en pr 87° chimie la même donne sur la magnésium - voir: Diagenèse, augite.

Augite, petit groupe de pyroxène rhomboïde magnésien, les plus variés, sont superstène, chromite et enstatite.

- Bisilicate magnésien: peridot s'exalte avec le quartz, prédomine des roches basiques, surtout sur des roches ultrabasiques.

$MO_2 10^2$   
 crist. syst. rhomboïde (fayonites voisine en fer).

Minéraux accessoires.

Les minéraux essentiels formés à peu près à la fin de partie des roches: gg, b - Ces éléments accessoires pour des centimes ou moins.

Mais il y a des problèmes complexes à élucider qd à l'ordre et à l'orientation cristallins.

#### 5. Bisilicates magnésiens

famille amphibole

famille pyroxène

pyroxènes rhomboïdes

#### 6. Silicates magnésiens

#### 2. Minéraux accessoires

Genèse de ces minéraux



grande lamelles polysynthétiques.

La roche formée par ces éléments est une syénite ordinaire à amphibole (peut être à pyroxène).

4<sup>me</sup>. Structure cristalline.

Minéral jaune brun, dichroïque (rouge brun, brun foncé), à clivages parallèles; pol. et 4 fois, non par. aux clivages - teinte polaire <sup>jaune brun</sup> ~~rouge~~ pyroxène ou amphibole.

Minéral vert clair, hercynite dichroïque, à clivages parallèles parfois liés serrés - pol. et 4 fois, non par. aux clivages - teinte polaire <sup>très transparent</sup> ~~rouge~~ pyroxène ou amphibole.

Minéral ~~bleu~~ à commun et plusieurs variétés grises pour dichroïque pol. et 4 fois, sont lamelles polysynthétiques, teinte polaire gris ardoise et mesurées: Labrador.

Minéral incolore typiquement <sup>non dichroïque</sup> trisémique, les étants, ~~sur~~ leur pol.   
 Curieuse? notable? hercynite?

Marguerite 91

Acides : { bases alcalines : K, Na . silice +  
          { alumine Al

Bases bases alcalino-terreuses : Ca, Mg, Fe silice -

Zones poreuses formées de pores arrondis, coniques, peu  
différents dans les ambulacres paires et impaires

Echinopragus  
(= Poxaster)

E. cordiformis  
(= E. complanatus)  
[Hauterivian]

Zones poreuses de l'ambulacre impaire formées d'une série  
externe de traits et d'une série interne de points; zones  
poreuses antérieures des autres ambulacres formées de deux  
lignes de points; zones poreuses postérieures formées d'une  
ligne interne de points et d'une ligne externe de traits

Heteraster  
[Cretac' inf.]

Forme allongée . . . . .

H. oblongus

Alcalis — potane, soude (fer  $Fe_2O_3$ ) } Roches  
 (2. acides) <sub>K Na</sub> } Atelles  
 (arsénite) } peu de silice

Terre alcalines, } — magnésie, chaux, fer. } Roches  
 oxyde alcalin terreux } <sub>Mg Ca FeO</sub> } basiques  
 (2. basiques) barille, } + } peu de silice  
 porphyre }

FeO — oxyde ferreux, fer oxydulé	potane, soude, chaux	
Fe $^2O_3$ — sesquiox. oxyde ferrique bleu vert	avec antyde	
Fe $^3O_4$ — fer cumant, magnétique	allumaine, silice antyde — magnésie	blanche X acides

1 Tourmaline  
longues prismes hexag, on a 9 faces

2 Apatite

3 Emeraude

4 Zircon

5 Topaze

6 Cassitérite

7 Rutile

8. Grenat

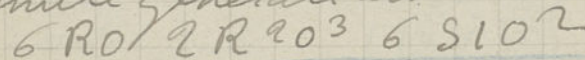
3. Minéraux de métamorphisme  
Général de ces minéraux

On rec. que le refroidissement seul ne suffit pas  
à expliquer l'antiallité des roches, des éléments de  
minéraux pour intervenir et ordre: rapidité, eau,  
différence de pression - En outre en fait on  
trouve en ligne les minéralisations  
Enclins, certains ont été affectés de borique et fluor  
ou phosphorique: si on entre dans les  
roches ils ont du influencer la cristallisation  
des silicates. Or dans les roches on trouve  
quelques traces de ces éléments minéralisateurs

Ces minéraux acc. ne reprennent que ces  
milliers de la roche et sont le résultat de  
la tourmaline: silicium, alumine, qu'on trouve  
fluor, chlorure ou ac borique et variés,  
au sein duquel  
Dapatite: plus de chaux avec du chl  
ou fl.

L'éméraude est double al et luam  
Zircon silicium zircon  
Topaze silicium et fluor silicium  
crist. Biotite et tan  
rutile oxyde titane

Grenat - se trouve en 2 colonnes, très  
régulière répandue. Tous syst régulière  
formule générale est



Al a varier ou RO et change d'oxyde  
ou de silicium MnO; Al<sup>203</sup>  
R<sup>203</sup> est tout alum et bismuth ou  
tout ac ferrique, tout Ca<sup>203</sup> oxyde  
diverse

Les roches éruptives, former par solid  
d'un magma. Comprend les minéraux de ces  
premières colonnes qd ont pénété dans des

## 2. Structure des roches

Ordre successif dans la formation  
des minéraux:

1) minerais et minéraux  
accessoirs

2) minéraux essentiels colorés

3) minéraux essentiels blancs

4) pâte

- Preuve de cet ordre  
dans les roches à enclaves.



## 4. Minéraux secondaires

Ici amobides, la température élevée et agents  
divers en sortent transformant roches  
enclaves <sup>ant</sup> remettent en jeu les act. mobile  
qui avaient précédé à cristalliser: ainsi naissent  
les minéraux de métamorphisme.

De l. note que les éléments chimiques étaient déjà  
existants, les aff. molécul. seules remises en jeu:  
silice, alumine, etc se sont comb.  
en divers specs, et ont formé d'actes  
silicates d'alumine, qui sont ceux de  
la 3<sup>e</sup> colonne.

- Minéraux secondaires

Encore, moins importants pour genre des roches:  
semblent d'être sous influence <sup>de</sup> minéraux

2) Orne les minéraux utilisés (structure des roches)

On observe une roche, avec qui les diff.  
minéraux formés les uns après les autres, selon  
constat, ainsi qu'on peut grouper d'une même  
roche les minéraux leur ordre de formation.

Les plus anciens formés sont généralement  
les minéraux: puis FeO; puis apatite  
ou tourmaline; et les uns accés

En 1<sup>er</sup> lieu, les éléments colorés

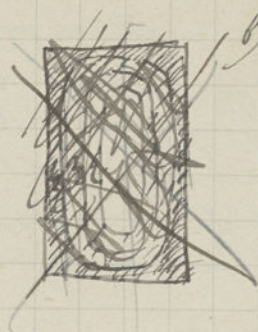
En 2<sup>e</sup> lieu, les silicates blancs

Enfin, la pâte.

Comment reconnaître ce fait?

Une roche est prise de petits morceaux justap.  
en tous sens, mais la roche cohérente,  
deuxième en contact sans qu'ils redéposent  
donc le 2 s'est formé sur le 1, s'est  
formé après.

De même les minéraux <sup>petits</sup> plus petits à l'intérieur  
plus grand - C



Dans les minéraux zonés

- Minéraux du premier et du  
deuxième temps

I

II

les microlithes de  
la pâte

avec une lentille incluse par le plus récent.  
Avec de suite.

La pâte est le remplissage ou cristalline qui  
est venue souder ensemble les diff. éléments.

— Marcet ordie de succ entre les diff miné-  
re usés sur ce est un cas comode a l'état  
isolé: la dépendance zone de minéraux  
sont de 3. caractères de zone la même miné-  
d'aspect un peu différents (esp de feldsp,  
d'orthoclase)

On voit alors que la che 1 plus basique  
2, et au de suite. surtout qu'a été  
cristallisation du centre vers périphérie.

On voit dans l'esp du parallèle des 2 faces,  
de une roche ce sont les bords les plus  
des 2 basiques cristallisation de ces  
des 2 acides, ordre de cristallisation de  
basique à acide.

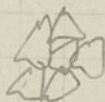
Les roches se forment lentement, au sein  
de la masse ignée s'isolent du centre  
basique qui s'augmente de plus  
acides; puis s'isolent mixtes à acides.

On voit un minéral du premier temps  
I ceux du premier temps de cristallisation à faces  
très bien déterminées qui ont pu se former  
sans être gênés par les autres minéraux  
et avant de second temps II les  
minéraux de la pâte.

En effet la roche qui s'est consolidée  
au bout d'un certain temps a résidu acide  
se fritte d'un seul coup, formant la pâte.  
de la pâte isolé et est très mal cristallisé  
de petites aiguilles cristallines très petites appelées



## Les trois types de structure



### 1. Structure granitoïde

### 2. Structure trachyloïde

Différents variétés de grâtes

microolithes, différent des premières par leurs  
dimensions extrêmement ténues

— Ces petits minéraux (microolithes de la pâte)  
sont étudiez surtout par rapport à leur forme et à leur  
forme rapidement — Les gros grains de ce  
centra sont toujours de composition chimique  
variable — et les enclaves des roches étrangères  
se trouvent entre ces roches

— Les roches qui peuvent être nommées des 2 temps  
peu des roches les variées.

On dit 3 types de roches:

granitoïde, trachyloïde, vitreux.

Dans le type granit, les éléments du 1<sup>er</sup>  
temps existent seuls en se touchant  
tous, et sont dispersés; gros petits vides  
(type: marbre blanc)

Le 2<sup>e</sup> sont grains de la pâte de reproduction  
très lent, sous pression, pour être  
par la suite qui ne peut être vu que  
à l'intérieur de la pâte, ou au milieu d'éléments  
cristallins: les parties supérieures resp. ~~supérieures~~  
le centre protège par cette croûte, se distingue  
clairement.

— Roches trachyloïdes: il y a des grains  
du 1<sup>er</sup> temps et une pâte qui les réunit, composent  
des microolithes.

Il y a une extrême variété de grâtes, l'arrangement  
de pâte et cristallin, en agencement des microolithes  
et pâte vitreuse —

Il y a des microolithes en relief; en relief  
à hauteurs formés et orientés (synclinales)  
enfin 99 fois ces aiguilles microolithes  
sont placés, entraînés par les remous de  
la pâte en travers fluides roches cristallines.



3. Structure vitreuse

Manière dont les agents physiques  
produisent la structure des roches

Le refroidissement est  
dans l'intérieur du globe

La diminution de la pression à  
l'arrivée à la surface.

Roche vitreuse: en théorie, pas de cristaux  
car 7. ont pris direction de l'état fusion à l'état  
solide, comme les verres modernes, ou  
on fait silicates de base variable, subit isotropie  
De certains cas, par accident en verre, il  
y a des débuts de cristallisation des points troubles  
de la veine: le verre se décolorifie: Ces roches  
vitreuses présentent <sup>parfois</sup> ces modifications: Roches  
ou traînées

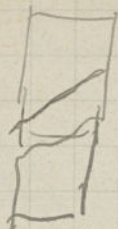
— Dans ce cas, nature de roche et de joints  
sont régies de façon évidente par la composition  
du magma.

Puis le principal agent qui a agi est le  
refroidissement — subit ou lent, la roche  
est formée en tant que cristaux de joints brusques  
ou lisses.

En fait le voyage d'une roche à l'intérieur  
ou au un silicate fondu que l'état de pression  
cette roche s'est élevée vers surface du globe,  
en se refroidissant graduellement à travers les  
parois froides. En se refroidissant, la roche molle  
entière est peu: cristaux <sup>de</sup> se sont  
formés, la roche devient alors une  
pâte <sup>de</sup> charge de cristaux de tourmaline  
de silicates magnésiens.

C'est de ces cristaux <sup>qui</sup> se cassent de le voyage  
cela se fait par que la roche est de la roche  
à la surface.

Enfin arrivée à surface du globe, et après  
elle se refroidit, et pendant diminution  
vapeur d'eau se échappe d'un seul coup.  
C'est très important, parce qu'un minéral est  
très pressé et est une si temps diminution  
si on diminue pression, c'est une si température  
augmente



à l'air par  
refabri



On voit ainsi que c'est une résultante qui se  
s'élève à la température certains éléments  
cristallin recouvrant à fondre: le  
contour cristallin devenant, devient rouge,  
mais change à l'int. Devenant régulier,  
le magma l'a corrodé.

Les plus qui agissent dans divers temps  
qui peut l'obtenir de même en un temps  
premier d'un, d'un refusion de l'élément.  
Etude des différents degrés

## Les Roches Eruptives et leurs minéraux

---

Au lieu de prendre la série des minéraux ou minéralog, et ensuite aborder l'étude des roches, il faut aborder à la fois les 2 études.

Nous parlerons de l'étude des roches, et nous considérerons les minéraux par rapport à leur gisement dans les roches. Ces minéraux sont des indicateurs (les autres de Doakani).

---

I - Roches de Paccolites  
(Fayalites)

Le Granite et ses  
mine'raux

---

La roche a etudier d'abord est une roche acide  
Le type le plus commun des r. acides est le granite,  
roche très repandue a la surface, qui se voit tres  
a peu pres partout ou on fait un trou aux profonds,  
parait la croûte s'abaisse de profondeur en profondeur.

C'est une roche qui parait grossiere, forme de  
grains de cleuve, forme et caract plus différents  
et discernables a l'oeil nu.

En these generale, ces grains sont des cristaux, mais  
tellement serrés qu'ils se sont genies en cristallites,  
et sont tous plus ou moins clivés. Ceci les aide de les  
determiner par q. optiques.

- A l'oeil nu ces minéraux se voient en trois catégories et 3  
espèces:

1. Quartz

1. De nombreuses blancs, même incolores, transparents  
Leur contour est fait irrégulier; on reconnaît que pour  
eux les uns ont des hexagones, autres triangles.  
ces minéraux sont du quartz

2. Feldspaths.

2. Minéral blanc lustré, opaque - plus de couleur  
hexagone ou triangle, plutôt rectangulaire ou en parallelogrammes.  
Ces lames bl. sont remplies par leur aspect irregulier  
des surfaces très belles, deux faces de clivage. C'est  
une esp. feldspathique. Une 1. face de clivage est  
pendulaire, les autres parallèles les unes autres. C'est  
donc un pendulaire diff. (la face d'un clivage)

3. Mica.

— Structure microlithique Daguerre

Cette espèce blanc (ou teinte jaun, rose, vert), a clivage  
faible, est ~~du~~ Feldspath.

3. La couleur est noire; ce sont des lamelles  
très brillantes, on les separe selm. en petits feuillets  
parall., indistinct clivage les faibles. Les lamelles isolées  
sont élastiques. Ces lam sont très laxo orales  
empilés les uns sur les autres; prend a cette point  
elles ont fine en orange et fibreux: c'est le mica.

Noté est noir, très blanc éblouissant, incertain  
très caractéristique

Panc effect fine de quartz, feldspath, mica.

Aucun ciment ne les réunit, c'est pour ce  
qu'une roche est grasse, entre eux il y a des  
vides (pores) roche microlithique.

Il y a les grains de quartz

— Donc clivage gtz, Feldspath, et mica.

Formule generale  
 $M^+ Si^3 O^8$

Differentes varietés chimiques

1. Base alcaline (monoclinique)  
 1) Orthose:  $(K Na) Al Si^3 O^8$   
 2) Anorthose  $(Na K) Al Si^3 O^8$

2. Base sodocalcique (triclinique)  
 3) Albite  $\{ Na Al Si^3 O^8$   
 4) Anorthite  $\{ Ca Al^2 Si^2 O^8$

Formes cristallines  
 systemes.



Formes frequentes

# Feldspaths

Représente une famille de minéraux qui sont des silicates aluminés, d'alumine et d'une autre base  
 $H^+ Si^3 O^8$

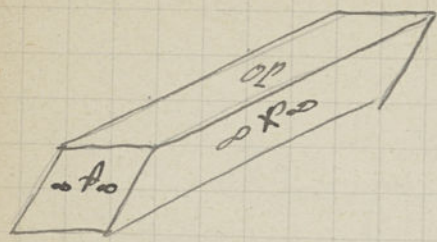
Cette famille nous présente trois variétés principales:  
 $(K Na) Al Si^3 O^8$  Feldspathose (ou Orthose)  
 $(Na K) Al Si^3 O^8$  Anorthose

$Na Al Si^3 O^8$  Albite  
 $Ca Al^2 Si^2 O^8$  Anorthite

Ces différentes variétés regroupent en 2 familles:  
 Les uns à base alcaline, les autres: Orth et Anorth  
 Les autres ont des bases sodocalciques  
 La présence des feldspaths est à peu près cristalline  
 Or peut monoclin, la 2<sup>e</sup> peut triclin.

Il y a donc un rapport entre forme crist et composition chim.  
 Comme ces minéraux présentent des formes pseudocubiques  
 des autres.

(De la feldsp, l'a. orthodim est très peu inclinée  
 sur l'axe vertical pour les feldsp biclin,  
 on peut donc les reconnaître <sup>pour la morphologie</sup> par leur forme monoclin.)  
 Les formes dominantes sont les  $OP$ ,  
 $OP$ ,  $OP$ ,  $OP$



aspects fréquents

Phénomènes optiques



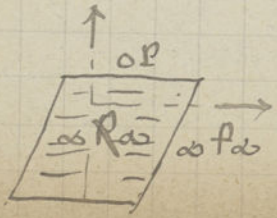
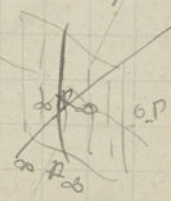
Feldspaths microclinsques



Feldspaths tricliniques

Clivages

Aspect des clivages  
Et les lames minces.



On y voit aussi le  $P_{\infty}$ ,  $\pm$  - mais ces faces sont moins importantes, parce qu'elles sont minces ou a faiblement des faces. Mais, les autres il a fait d'après.

Les formes sont généralement verticalement, mais plus souvent sont l'a. L'endrogne, le cristal change il a fait de forme. Le cristal pourvu d'un aplatissement OP.

Une autre face d'aplatissement favorise et cause  $\infty P_{\infty}$ , de sorte qu'on a cristaux aplatis ou mince en aiguilles, les fréquents.

Les lames minces régulierement  $\infty P_{\infty}$ , OP, cad celles de zone (OP) ( $\infty P_{\infty}$ )

Alors ces faces sont perpendiculaire au plan de sym. unique.

Ces autres faces seraient parallèles ou presque entre plus de sym. unique.

Elles seraient donc les faces des 4 cristallites pour un même cristal.

Faudrait chercher q. peut être pl. d'entree par rapport au coté des fig: elle sera quel pour les formes d'après; au centre coincideront avec les faces de la fig pour les faces rectang. OP et  $\infty P_{\infty}$ .

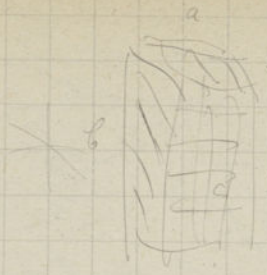
Ceci pour les feldsp microcl.

C'est les feldsp triclin. s'en dit ici, il n'y a pas plan de rectang rectang les sont des parallélog.

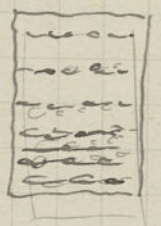
En dernière nature, elles sont caractéristiques:

Tout section rectang. <sup>ou</sup> parallèle à ses cotés, on voit par

- 1) Les sections montrent des fentes en l'alignement. Ces fentes rectang. ou quasi rectang. de bout à bout, mais plus souvent pas.
- 2) Au centre les sections montrent, certaines en des fentes analoges par position, il y en a une



Les deux cleavages  
OP  
 $\infty P \infty$



Enclaves dans les cleavages

Formations secondaires  
dans les cleavages

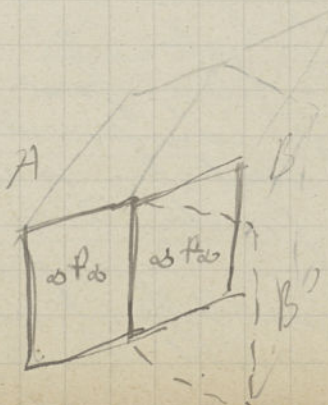
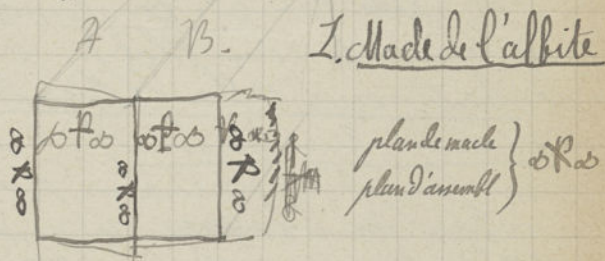
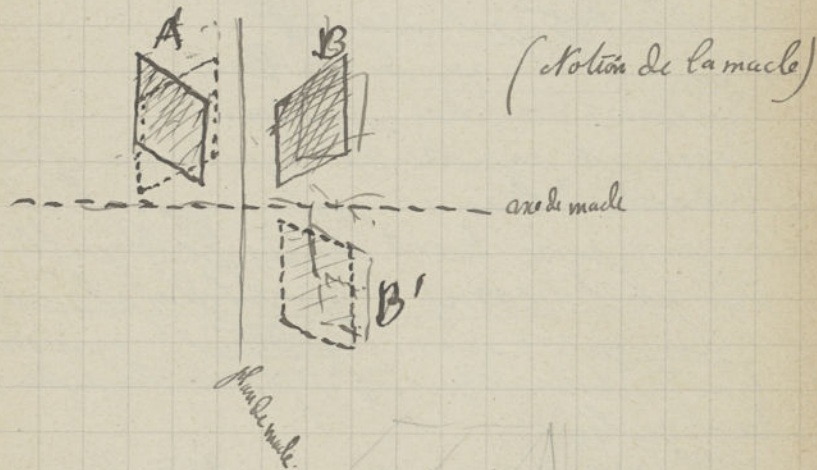
Zones

qui maintiennent 2 yeux de droites à d. droit.  
Or les cleavages des feldspars sont caractéristiques: il y a un  
cleavage sur OP, qui est le principal sur OP, mais qui  
vient sur les  $\infty P \infty$   
Un  $\infty P \infty$  est moins facile pour  $\infty P \infty$ , se  
voit donc sur OP et sur  $\infty P \infty$ .  
Par conséquent les faces parallèles ne présentent un  
seul cleavage  
Les faces sont d'une OP  
L'autre a l'élévation de  $\infty P \infty$ .  
- Ce cleavage donc très important.  
il permet en outre de repérer un feldspath.  
- Examen observé au microscope: les corps  
étrangers qui se trouvent dans les feldspaths.  
Ils sont très souvent logés sur des plans parallèles  
au cleavage: ces inclusions sont représentées  
des traits minces d'un côté, puis des traits volumineux  
de l'autre.  
Il arrive qu'un des lamelles la lumière se réfléchit  
très bien (sur leur plat) - c'est ce qui explique  
le bruitement des feldspaths, réfléchis en part  
(pièce de lune de soleil) - on les taille parallèles  
avec faces des inclusions pour obtenir les reflets  
- D'après l'inverse se produit, le cristallin  
feldspathique supprime et se voit attaqué par les  
agents atmosphériques.  $CO_2$ , ac humique des végétaux  
Déplacent la silice, forment des carbonates, des humates.  
L'attaque commence alors par les cleavages  
et les cleavages puis vient alors s'étendre, et l'eau  
à propos la formation d'un minéral nouveau.  
Ces zones sont larges, par de hautes, en usage.  
Elles seignent différents pour les niches.  
Autres modèles: les feldspaths encastrés  
Ces plaques minces présentent des zones, forment





# Macles



cadre pour que entourent le feldspath, série de mactes centigues.

Ces cristaux de quartz de couleur d'orangé, le feldsp, acide va croissant vers l'intérieur.

## Macles

La feldsp se mactent volontiers.

On connaît des points de termin. optiques, propre renseignements sur la position des cristaux qui s'assemblent.

— La plaque macle est la projection sur un miroir net d'un cristal réfléchi de la macle. et l'axe <sup>de macle</sup> sera l. perpendiculaire à ce plan: si on fait tourner B de 180° autour de cet axe, on obtient un cristal orienté comme A.

Plan d'assemblage. D'exemple le plan d'assemblage est avec le pl. de macle.

Mais on peut supposer que le pl. d'assemblage au lieu d'être perpendiculaire au tableau, soit parallèle au tableau, l'ayant ainsi un A.

1<sup>re</sup> macle: la macle s'assemble la loi de l'albite.

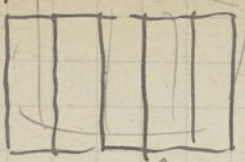
Soit deux cristaux  $\infty P \infty$  et  $\infty R \infty$ , c'est la face de macle.

Or si on regarde un cristal monoclinique sur  $\infty P \infty$ , et qu'on le place à côté d'un autre du même espèce, macle de 180°, et qu'on regarde par le sommet de la forme cristalline, typ. ligne droite au sommet.

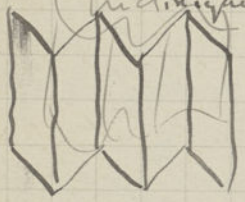
Mais si le cristal est très mince, ces deux faces  $\infty P \infty$  sont  $\infty R \infty$  par suite de l'obliquité de l'axe <sup>de l'axe cristallin</sup> pour cette disposition: <sup>de l'axe cristallin</sup>

1<sup>re</sup> macle: la macle affecte un aspect monoclinique, la macle par suite. Elle affecte tristement il y aura un toit au lieu d'une ligne droite et de la base un arête ou sautoir.

monoclinique



triclinique



2. Macle de Karlsbad.

{ plan de macle  $\infty R\infty$   
 plan d'ensembl  $\infty P\infty$

3. Macle de Baveno

{ plan de macle }  $m R\infty$   
 { plan d'ensembl }  $= e \frac{1}{2}$

4. Macle de Manzbach

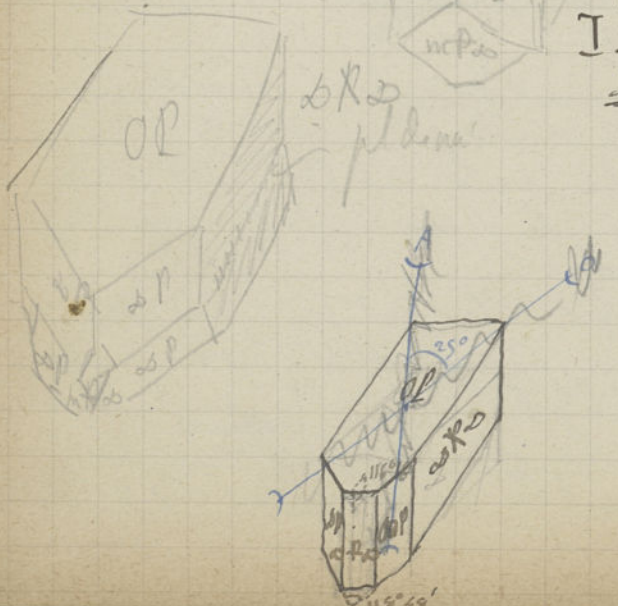
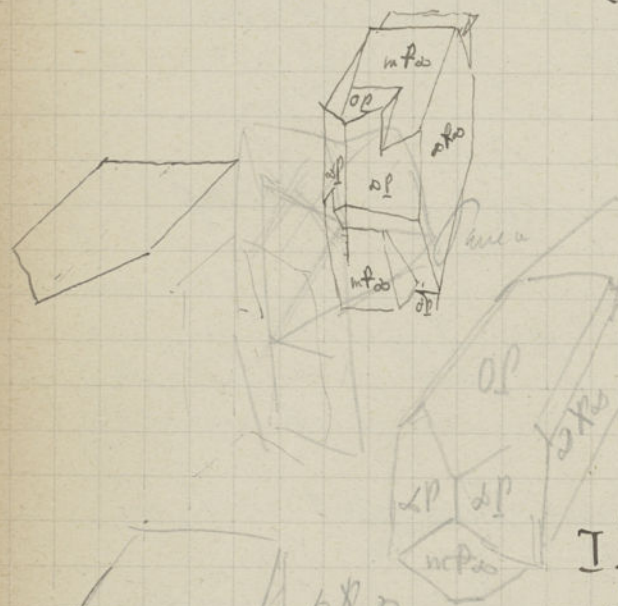
{ plan de macle }  $OP = p$   
 { plan d'ensembl }

I. Feldspathes monocliniques

1. Orthose

1. Sanidine  
 $K^2 AP^2 S_6 O^{16}$

Formes cristallines



Hauteur d'a cristalliser en plus ou moins entre eux, Or  $\infty$  (monoclinique) telle de macles qu'on ne reconnaît pas, extinction se produit en même temps si l'axe triclinique, même l'œil nu, on verra goutteux (ces gouttes beaucoup plus petites en réalité), en une série de stries.

Le pl macle conyssia pl assembl.  
 Macle de Karlsbad.

Le pl d'ander cristalliser sur  $\infty R\infty$ , d'a. de macle pur - mais le pl assembl est sur la face  $\infty P\infty$  (le second cristall apres rotation de face est parallèle à  $\infty P\infty$ )  
 Il faut supposer l'axe de macle une direction de rotation de  $180^\circ$

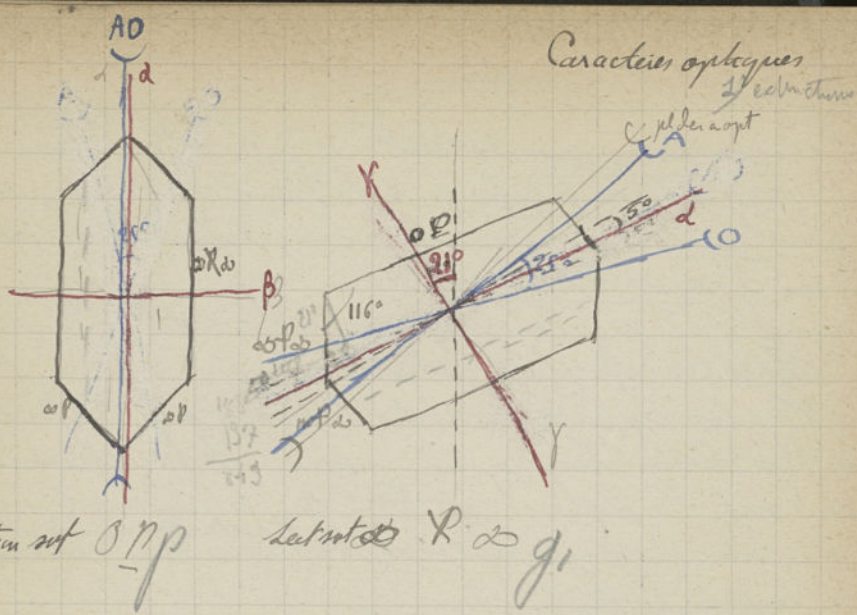
Macle sur la face de Baveno  
 se fait sur le clinodome  $m R\infty$  (demi part de  $\infty R\infty$ )  
 cette face d'un coin avec l'axe de macle, et l'axe de rotation est pur.

Macle de Manzbach ou Foulaboua  
 se fait sur  $OP$  - c'est la + sym, elle pur 2 pl sym:  $\infty R\infty$  et  $OP$   
 Macles de Feldsp. vert. (font des aopt de la diff. des.)

Feldspathes orthocline  
 1. La sanidine  
 Cristalline variété particulière par sa blancheur parfois rose ni jaune comme les orthoclines pyroclitiques. Ce blanc est transparent, vitreux. Cette particularité est en relation avec l'axe du gissement, c'est une partie des lameres modernes  
 $K^2 Al^2 Si_6 O^{16}$  - c'est le type le plus pur (forme de  $\infty P\infty$  les formes de l'ancien au début)

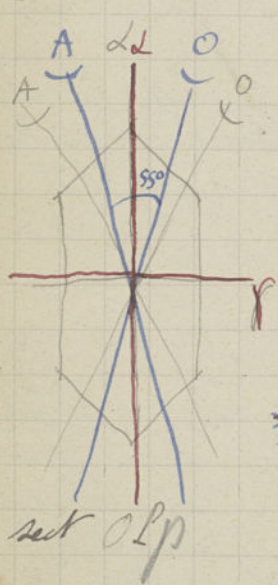
La forme la plus simple donne les  $\infty P$   
 $\infty R\infty$ ,  $OP$ ,  $\infty P\infty$

Les caractères sont les angles des  $\infty P$ :  $118^\circ 42'$   
 L'a  $OP$  avec  $\infty P\infty$  est  $116^\circ 16'$

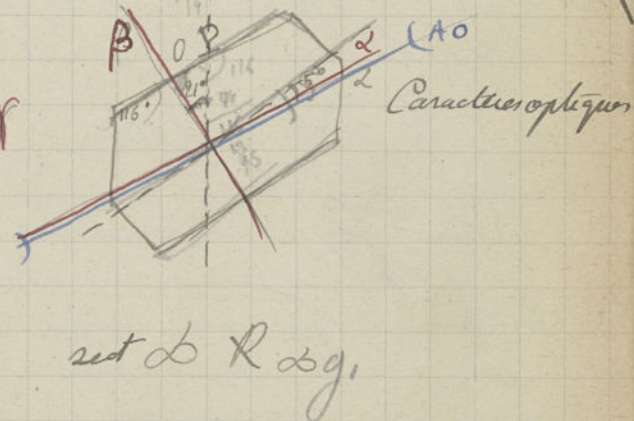


sect sur O P

sect sur R & g



sect O P



sect sur R & g

Explication de la modif. des caractères optiques

Ces cristaux au p'droit sont des cr. a 2 a opt, et le plus gros de R & g (dans un axe de)

L'axe de a opt est égal à 25°. Ces cristaux sont négatifs: car na est dans l'angle aigu des diagonales AO. - y d' l'angle obtus, B d' le pl perpend.

Section suront la face OP un seul clivage parallèle à R & g; trace de 2 MP, donc les lamelles unies sur OP et. le for s'alignent des deux a elastic, cad sur les cotés et clivages y sect sur R & g -

L'angle de y avec le côté de la figure est 21°. Dans les red fcs sur la zone OR, P & g s'alignent parallèlement aux axes - les red sont parallèles à R & g

et s'alignent obliquement, en formant un a. de 21° avec l'axe de R & g. Le bon caract de déterminat rendent de faible réfringence des lamelles (quelques fois) sur la préparation, sont noyées de celle du sursur, en lum nat ne redistinguent presque plus.

Orthose ppunt dite. Présente plus d'opacité, d'une jaune ou rose au p'droit, redist avec p'droit de la rambrine sous q. d'extinction, mais l'adiff est que le plus de a. opt n'est pas de 21°, et l'angle est pas de 25°, l'est beaucoup plus grand.

Elle sont de un plan perp à R & g, mais de la zone OR & P & g - et l'angle est de 55°. Sect O P - le pl des AO au est parallèle. La diff est po le pl des AO est indéfini.

Hydrovariations inconnues: Ces cristaux ont dépendamment de vitesse vibration du cristallin les diff direct: cela varie avec température si parer on prend un cristallin rambrin à 0 et de R & g, l'axe de a opt est de 25° d'axe de a opt = à 0, puis de

notre au grand en passant d'un pl. pers. jusqu'à  
 $55^\circ$  qui est la valeur d'orthose.  
 Mollé à  $500^\circ$  on le laisse refroidir l'ang.  
 des AO redit = à 0 et repur de R de  
 jusqu'à  $25^\circ$ .  
 Mais non chauffé de cristall à  $600^\circ$ ,  
 la modif. de dent disparaît, le pl. de AO reste  
 pers à R de.

Les premières vacuoles: ramolles, sont des  
 feldspaths non déformés. Les autres sont  
 des orthoses déformés.

On peut déduire de la coloration les cristall. des  
 feldspaths sont formés: la roche on se trouve  
 des feldspaths déformés  
 et les parties à différentes températures.

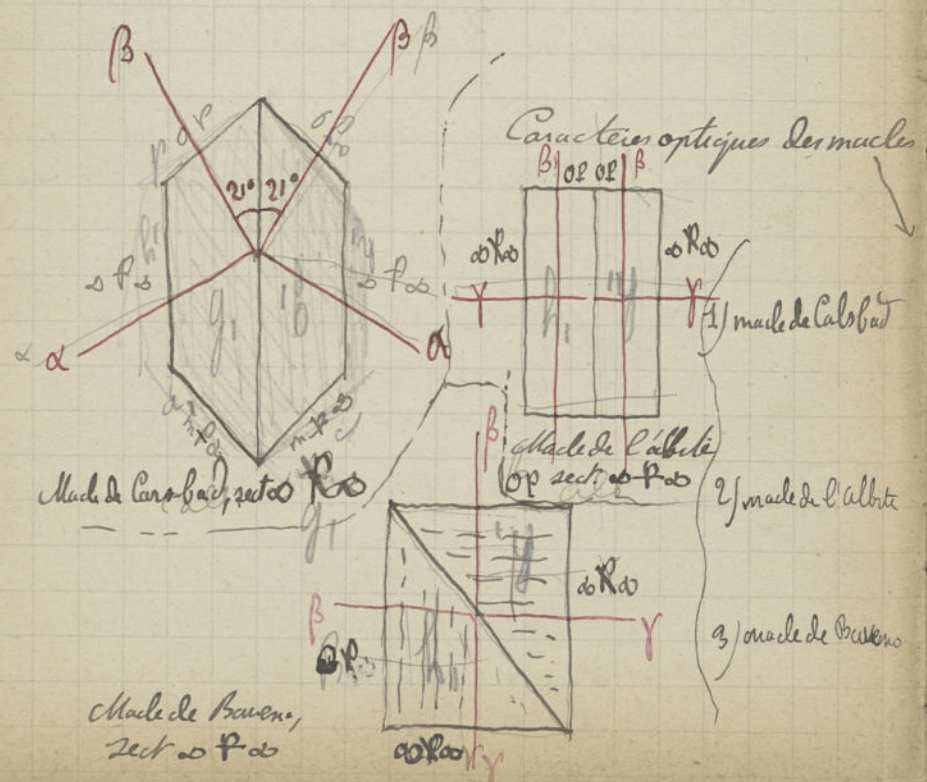
On a reconnu que de nos jours les laves modernes  
 les feldspaths ont l'aspect non déformé; la roche  
 est amorphous et n'a pas subi de chauffage notable.  
 - On que porphyroclastes, tous les feldspaths  
 non déformés et on peut supposer que portés à plus  
 leur consolidat à une temp. très élevée -  
 on peut être que de l'abundance à temp.  
 sup. supra celle des laves.

La part de ces a d'élasticité se voit de les  
 mailles.

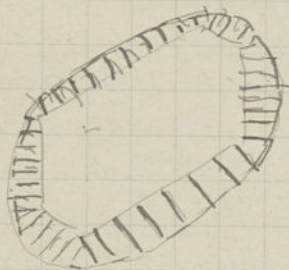
Un maille de Labrador: la ligne de sép.  
 peu vis en lumière nat, mais très visible en lumière  
 polarisée extinet ne coïncide pas. en effet  
 les a et b sont sur les joints de cote.

Le maille de l'albite, les 2 mailles s'étendent  
 en même temps, la maille n'est pas visible; d'aut  
 plus qu'on ne voit pas la jointure.

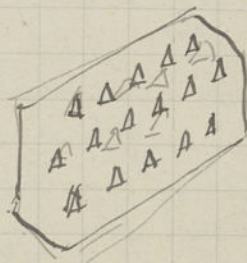
Le maille de Baveno, la sect. qui est très  
 à angle, montre clivage à angle droit, et pl. de la que  
 à angle droit.



Association de l'orthose et d'un  
feldspathes triclinique



Association de l'orthose et du  
quartz



Mais l'orthose se mêle qq fois avec ortho basal:  
l'albite avec l'orthose.

Cette association est très variée et se présente en mélange méca-  
nique. Elle se forme albite forme des plannets de  
l'orthose, elle est limitée à certain plan. <sup>noté la ligne albite</sup>  
3) Des d'autres cas les lamelles d'albite se mêlent  
avec les lam. d'orthose, <sup>à tout paraît fibreuse</sup>,  
on l'appelle autrefois apertite, on l'appelle  
depuis microperthite, avec une certaine teneur  
en soude.

4) On voit les f. triclin (plagioclase) au lieu de  
s'associer à l'orthose et la base de l'albite,  
venant s'enrouler autour d'un cristal d'albite  
formant une couronne de l'ensemble  
un aspect arrondi (ce cristal dans pas toujours comm.  
on l'avait cru).

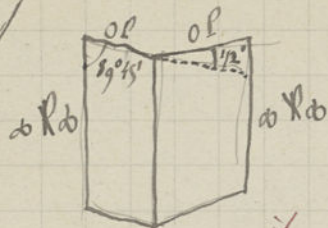
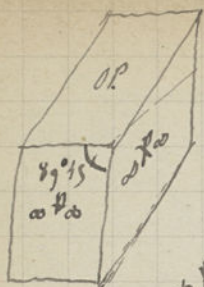
Cette variété très abondante de la Rappahannock  
de Virginie, riche d'un beau rose, présente des  
cristaux de feldspathes présentant ces contours  
globuleux: grosses boudes rouges entourées d'une  
lamelle de feldspathes triclin un peu différentes de  
couleur.

Enfin le feldsp orthose s'associe qq fois avec du  
quartz: qq fois associés. Non orientés:  
le cristal d'orthose de quartz est disposé de façon que  
que tous ses cristaux disposés parallèles les uns aux autres  
à l'intérieur d'un cristal d'orthose (une réciproque  
montrant les nettes allongues: associés  
prismatique).

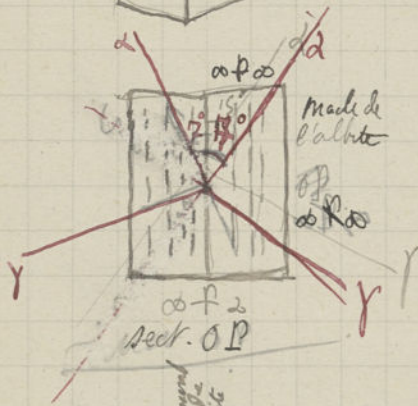
D'autres fois l'association est plus obscure, on  
voit autour d'un cristal d'orthose une série de  
gouttelettes de quartz: associés pélicyptique?  
(orth en ellip m - et se un avec basal,  
avec quartz).

En p. de

### 3 Microcline



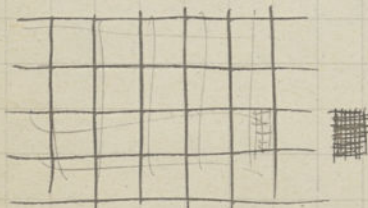
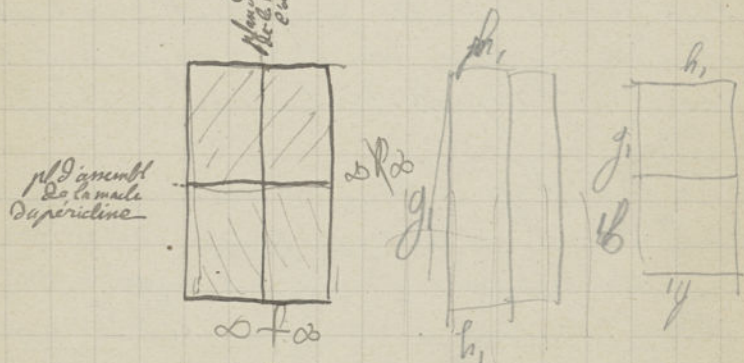
Caractères optiques



Macles

- 1) m. de Carlsbad?
- 2) m. de l'albite
- 3) m. de la pericline

pl. de macle:  $1/2^\circ$   $\infty P \infty$   
 pl. de macle:  $90^\circ$   $\infty P \infty$



Gisement

Help microcline can fold orthose, une  
comp. hirsuta mais il est un peu triclinal  
 car l'a de OP sur  $\infty R \infty$  est égal à  $89^\circ 15'$   
 au lieu de  $90^\circ$ .

Une lame  $\infty P \infty$  macle, présenterait donc un  
 angle rentrant de  $1/2$  degré

Mais au microscope se reconnaissent par l'angle  
 de  $\infty P \infty$  élastique plus facile à apprécier.

Ann. face OP, on voit l'extinction à  $15^\circ$  de l'axe

Pour ce qui concerne cela est nul

Le feldsp microcline est ment macle, les macles  
 sont faciles à reconnaître:

Les 2 macles se trouvent Carlsbad et l'albite  
 dans une 3<sup>e</sup> macle est leur caract. macle,  
 sur la face de la pericline: ce peut se faire dans  
 $\infty R \infty$  une macle, sans exp. que c'est une  
 face hexagonale perpendiculaire à l'a. ortho diagonal,  
 c'est  $1/2^\circ$  avec la face de  $\infty P \infty$ .

Chaque plan d'assemblage est plus le même que  
 de l'albite, il vaut soit une face de  $\infty P \infty$

soit de une face perpendiculaire de l'albite, de  
 sorte que vous n'avez pas OP les 2 macles

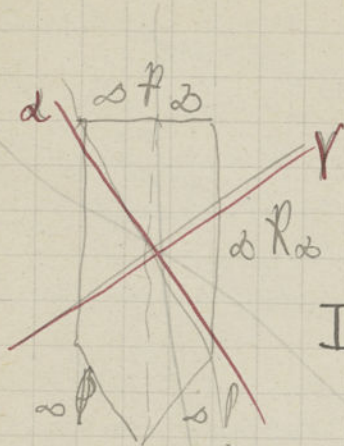
l'aspect de 2 cristallites: si on superpose  
 une de la pericline macle de l'albite on a 2 cristallites  
 réunies.

Mais jointement un g. a de cristallites macles  
 réunies, et sont à l'angle par d'autres l'axe macle  
 sur pericline, l'ensemble est un treillis  
 fin et fin que sous la loupe on voit, on a  
 l'aspect d'un tissu très fin, moine

Le feldsp microcline se trouve avec la plupart des  
 feldsp ortho, il se voit plus plutôt avec les  
 cristallites réunies en roche.

Il est plus résistant que l'ortho qui se voit  
 est recherché pour les verres.

## 2. Anorthose



Forme cristalline

Maclés

Caractères optiques

## II. Feldspaths tricliniques ou plagioclases

Somorphisme des f. tricliniques

Les deux types extrêmes

Les cinq types.

variation de l'acidité

variation de la densité

Anorthose. Découvert par Bouquet à l'autosite  
 Res. b. au microclim, mais s'enduit par analyse  
 plus de soude que de l'orthose, c'est un microcline  
 subarside potique.

Subforme est celle du microcline, est un peu  
 allongé sur arête du pr, clinopim. moins développé  
 des lamelles polygonaux (malin) y sont  
 plus fines encore.

Pont de a opt.  
 face op. - Le pld de A est de O, donc une  
 pour orthose déformée

(Albite) Caract. genre du feldsp. plagiocl.  
 ou triclinique, présente tout d'un système  
 les sont extrêmes, y compris M de Schernack sera  
 pour grouper de la thèse l'isomorphisme de feldsp.  
 Les f. tricliniques sont des microsomorphes de  
 2 types, albite et anorthite.

De l. sorte que la formule générale suit un  
 mélange isomorphe des 2 types extrêmes:  $Alb_{1-x} + An_x$

On a une avec a accept un art n. de types:  
 albite, oligoclase, andésine, labrador,  
 anorthite. Entre les on en a un calculé par

Albite	la formule $Alb^4$	0	68,7	2,12
Oligoclase	$Alb^3 An^1$	25	62	2,66
Andésine	$Alb^2 An^2$	50	55,6	2,69
Labrador	$Alb^1 An^3$	75	49,3	2,33
Anorthite	$An^4$	100	43,2	2,76
		$An^7$	$Sil^9$	$OS$

On a une que les feldsp. heur diff au p. de leur  
 acidité: la roche ac. ayant + de 65°  $FeO$   
 Les bas - de 55°, on voit que les roches peuvent  
 être basiques ou acides:

albite caract. d'une roche acide, gîte pp  
 anorthite de r. basique: basaltes, etc.

En relat. avec l'acidité dans la densité:

variation de l'angle d'extinction

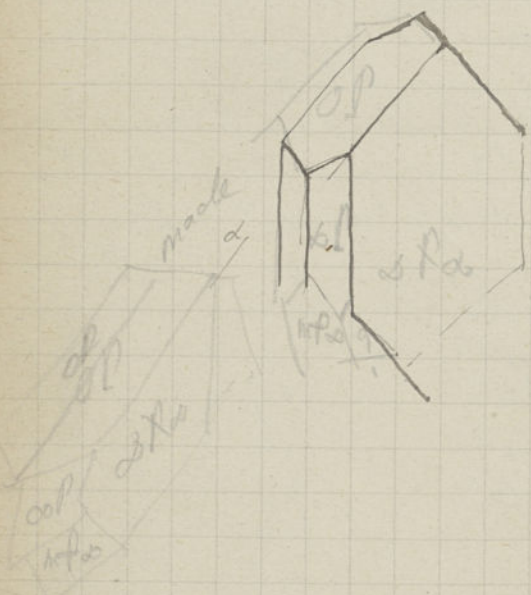
Il y a encore une relation entre la campylisme et la forme cristalline, en mesurant extinctions sur feldspats trichin on peut en deduire la genese de l'angle et de feldspats.

	comme sur	comme sur	macle habituelle		maximum de l'angle des sections de la lamelle, qui se trouvent symétriques par rapport à la ligne de macle
	angle avec OP - 0° R00	angle avec OP - 0° R00			
Albite	+7	+19+20	-18°	36°	
Alésoc	+1	+4+5	+12°	24°	
Andène	-5	-16+10	+21°	42°	
Labrad.	-14-9	-29-24	+31°	64°	
Anorth.	-37	-36-37	+45°	90°	

Propriétés physiques

Propriétés chimiques

Formes cristallines



Tous les feldspats trichin se ressemblent surtout par leur anclage qui est moindres. Plus un peu redoublé à travers normal ± aplatis. Les anclages sont moindres que ceux en état très variable.

Les plus déviés ont une similitude avec les cristaux. Les feldspats trichin sont produits de celles de feldspats moindres.

Une variété est aplatie sur 0° R00, c'est une forme favorite de ceux de feldspats trichin. Un autre allongement commun rappelle les feldspats orthoclase: sur 10° R00 R00.

La macle est sur 0° R00, on a des petits goutteaux. De certains les feldspats trichin ont des cristaux prismatiques à 9. symétriques à a. d. r., mais les uns ont des aplatis sur 0° R00, les autres sur (0° R00 R00).

Ces 2 allongements facilitent la mesure, car l'angle avec l'axe d'allongement est plus facile à mesurer. Cette relation à OP ou à 0° R00 est facile à perdre sur les cas.

Caractères optiques

La position des axes d'élasticités est très compliquée. Les 20 et les 40 élasticités sont plus de





Microcline. Le parente en g<sup>de</sup> places de recode et l'abite, principalement de la gneiss, granulites et pegmatites; il est however par les plinies de g<sup>de</sup> et d'abite. Les inclusions sont monies et present le quadrillage caractéristique ne s'observe que sur une ption de la section

Plagioclases - Albite relat. rare; oligocl. de les 2. beaucoup et surtout, Labrador et anorthite. De la roche baryte. En l'ancien inclues ou salis par le corps et baryte - Quantités de p<sup>res</sup>. Schistes ou granites, plus rares de le Labrador et l'Anorthite.

Les lamelles hémihydrates de l'albite sont fines et espacées; celles de l'oligoclase sont très nettes et d'épaisseur très régulière, l'un des axes est tout le plus fin que l'autre. De le Labrador les lamelles sont également très nettes et distinctes, mais l'épauement des bords de la melle à l'autre et même d'un point à l'autre d'une lamelle. De l'Anorthite les lamelles de l'albite sont larges et régulières, de plus les lamelles de l'oligoclase sont caractéristiques de certaines des familles lamelles.



Oligoclase. Labrador. Anorthite.

On trouve les feldspaths en g<sup>de</sup> cristaux de 1<sup>re</sup> solidation, en places granitoides de recode solidation et en microclites. Ici les cristaux allongés ont pg, ou (Labrador et Anorthite) aplatis perpend. à g.

Les microclites d'albite et d'oligoclase ne sont pas très maclés; ils sont le + souvent fibreuse. Ceux du Labrador, surtout fibreuse que les précédents, sont très maclés.

L'orientation des cristaux se détermine avec pour l'orthose, puisque l'angle pg, diffère peu de 90°. La maclure de l'albite <sup>aussi</sup> est les mêmes caractères que la maclure de l'orthose, le plan de maclure étant le même d'une section appartenant à la 3<sup>re</sup> perp. à g, les lamelles de la maclure de l'albite et celle de la maclure de l'orthose s'éloignent symétriquement de part et d'autre de la ligne de maclure.

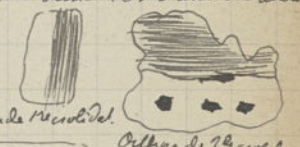
Les cristaux de recode solidation en g<sup>de</sup> + c'est-à-dire ceux de première, q<sup>de</sup> les cristaux de 1<sup>re</sup> solid. sont de l'oligoclase, les microclites sont de l'orthose, et aussi de l'albite.

Orbit. on se tient les cristaux de feldspath - Les gros cristaux se sont formés par 2<sup>de</sup> fusion, la composition du bain se modifiant avec le temps, et au des feldspaths en apatites, l'extinction ne se produit plus alors sans un temps pourcentage et periphérie.

En outre des inclusions y existent. Il y a donc avantage à étudier les petits cristaux plus purs, car par leur plus uniformes et qui se voient en entier sous le microscope.

Orthose. En l'ancien, inclues ou coloré par de n. inclusions; ses cristaux de polaris. sont bleuâtres ou grisâtres; les traces de cloisonnement très fines, rectilignes, opposées.

De les granulites, granulites et microgranulites, se voit à l'état de cristaux auteurs conoides, brisés, maclés sur la loi de Carlsbad: il présente généralement 2 g<sup>de</sup> bandes de l'un et de l'autre p<sup>res</sup> que l'autre est élargi. Les g<sup>de</sup> cristaux sont allongés sur la droite la g, on a pg.



De les porphyres, trachytes et andésites, on les voit à l'état de cristaux auteurs, fendillés, montrant la maclure de Carlsbad et présentant souvent une structure fine. De les granulites et les granites on les voit de grandes places de recode solidation; de les granulites et microgranulites de petits grains affectant des formes cristallines. De les trachytes, l'orthose se voit à l'état de microclites peu allongés sur 4 pg, à 22 et rectang, généralement non maclés et s'éloignant sur les bords.

Zone pg, - Les traces de cloisonnement p<sup>res</sup> g, sont parall. à l'axe de g<sup>de</sup>. Si les cristaux sont maclés sur la loi de Carlsbad, les droites pg, de les cristaux s'étant peu parallèles, la section ne peut appartenir à cette zone que d'un des 2 cristaux, de ce cristal les 2 cloisons sont parallèles à la ligne de maclure; de l'autre la cloison g<sup>de</sup> est également parallèle, mais la cloison p<sup>res</sup> fait avec elle un angle variant de 58° à 90°.

Zone perpendiculaire g, - L'axe de g<sup>de</sup> est tant un a. de symétrie du cristal, les cristaux sont symétriques et les 2 syst. de cloisonnement sont à angle droit - De même q<sup>de</sup> deux cristaux sont maclés sur la loi de Carlsbad. Zone la g, - De la maclure de Carlsbad, les deux cloisons g, sont parall. à l'axe de g<sup>de</sup>, cad à la ligne de maclure; les 2 cloisons p<sup>res</sup> font entre elles un angle variable, ayant pour bissectrice cette ligne de maclure et les cristaux sont symétriques de part et d'autre de cette ligne.

# I. Silice hydratée: Opale

$D = \frac{9,2}{23}$

Différences avec le quartz:

1. Densité

2. action de la potasse

Forme extérieure

Gisement.

1. Fumées des volcans  
acides

# Quartz

C'est un élément important du granite, un des minéraux les plus répandus de la nature.

Forme essentiellement de silice.

2 formes principales de silice des roches:

silice hydratée ou opale

silice pure dite quartz

L'opale a pour  $D = 2,2$  à  $2,3$ . (Poussin 1864)  
a pour densité 2,6.

Cette diff. de densité est la plus importante au point de vue pratique.

Autre moyen de les distinguer est la réaction par potasse caustique: opale devient opalescente et se dissout dans la potasse, quartz non. Etfois à la loupe la opale finissant par s'attacher.

L'opale présente des fines entées (à fait amorphes). On la voit sous forme de rainures enduites à la surface des diff. roches: Or les finesses des roches volcaniques (c'est-à-dire riches en silice?)

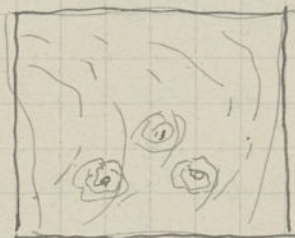
Diff. variable.

Etot (à fait incolore) (à fait reflets caractéristiques à cause de mailles étrangères) reflets opalescents à tons irisés. Cette apparence due à un q. de lames minces: opale formée par adhérence de couches superposées très minces.

2. Roches sédimentaires  
formations d'eau douce

formations organiques  
gypse

Caractères optiques  
lumière polarisée  
lumière naturelle

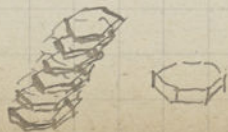


II. Silice anhydre: Quartz

$D = 2,65$

1. Tridymite

$D = \begin{matrix} 2,2 \\ 2,3 \end{matrix}$



Caractères de l'analyse chimique

Il s'agit de celui des roches sédimentaires.

Opale n'a plus ses reflets brillants, mais gris opaque: cela tient au mélange mécanique de parties fines jaunes de la mélalibite, nodules du terrestre (gypse) enroulé de Paris, amalatum. est caract.

Autre variété meulière: roche avec g. cristallin à Paris: roche jaune, comme carnée, et meulière, formée d'opale.

Ce sont anciennement d'eau douce siliceuse.

Les geyser actuels en Depuy ont aussi

3<sup>e</sup> geyser forme de Depuy d'aujourd'hui: radial forme le tridymite.

Opicules de spinelles sont communs en opale; et ces débris s'accumulent, et se forme terrestre de première bl, le tridymite: au microscope opaque est petite opale.

Au microscope, notion s'éteint sous rubis

En lumière naturelle une l. opale paraît et a fait typique, comme du verre sur lequel on aurait passé le doigt, ressemble à tridymite tridymite tridymite: ces apparence les intersections de lamelles tridymite, entre lesquelles on a la lumière

Si on voit se développer ces lamelles de tridymite sphériques: ce sont des sphères de matériau, ils s'éteignent aussi.

Quartz

Varient entre opale et qtz.

1. Tridymite

Il y a de l'opale ou qtz (+ de 10000) et qu'on le tridymite, au lieu de cristallin qtz on parle d'opale, on obtient tridymite tridymite en forme de tridymite.

La densité de ces lamelles n'est pas celle

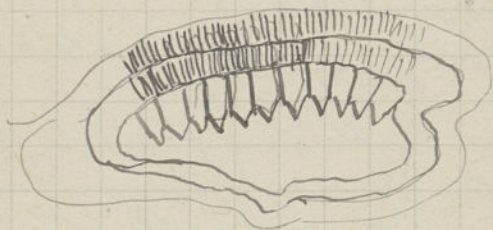
La crist. se présente le + souvent sous la forme de  
petits hexagones umbriqués les uns d. les autres.

Gisement

Variétés de quartz chauffé

## 2. Calcedoine

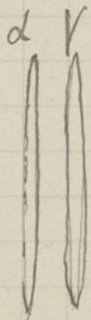
Aspect naturel



Variétés.

silex  
phtanite  
agate  
jaspe

Minéraux constituant la  
calcedoine



Quartz, man de l'opale, 2, 3.  
On trouve la tridymite de la fente des r. volcaniques  
ou formée en même siliceptée a temps suffisant  
et refroidit.

On y inter par états par un  
à 570° conserve sa forme mais change  
phtanite  
à 1000° son état cristallin se passe par  
reprend à la tridymite - fusion ignée.

Les variétés de quartz d'orig. chimale (eau)  
ont des différents  
on les a le plus d'orig. près sous le nom de calcedoine  
(agate vulg.)

Le plus caract. est sa disposition en 3 orientations  
Chacune de ces 3 au microscope forme de petits  
fibres orientées de même façon

La partie centrale formée par des cristaux de quartz  
embrassés sur les bords de la feuille

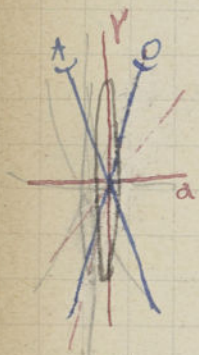
De l'indubitable on a une que mélange et opaque  
C'est souvent son aspect qui par l'usage le  
silex commun: on ne voit plus la disposition  
en fibres - La pierre de touche des joyelliers  
est aussi calcedoine (phtanite ou lydronne  
en mineralogie) - mais avec grossier et opaque  
ce sont que des fibres

Reichenbach a reconnu que ces fibres au  
microsc. sont positives en long, négatives en  
largeur. (avec le quartz perméable)  
à app. calcedoine pour les négatives  
en long, quartz pour les positives en long.

M. Villot a dit de l'ancien Calc

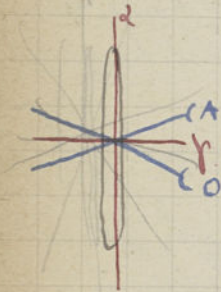
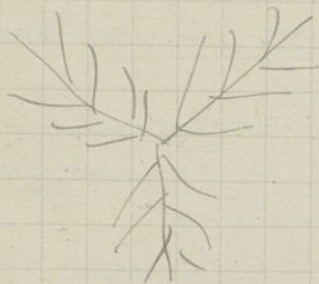
3 minéraux différents:

Opale, calcedoine, phtanite  
Ce 3 minéraux associés forment la calcedoine



1. Quartzine

groupement

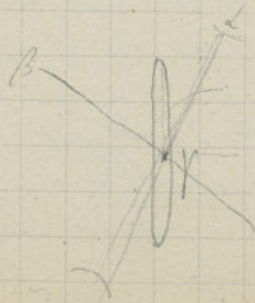


2. Calcedonite

groupement



3. Sulecite



Il sont tous  $510^\circ$ , se variant que par apparence  
 moléculaire tous appartiennent à la crystallisation  
 mais différencient par les aiguilles et accidents  
 allongés, et de directions différentes de chaque  
 espèce. Une aiguille allongée par moles  
 de direction d'un axe (ou direction), sur les 3.  
 Ma distinction 3 variétés, parce qu.

1. Opaline avec aiguilles positives, en long  
 ces aiguilles seront allongées sur y, qui  
 sont binaires l'angle des AO.  
 Il dirait l'allongement des aiguilles  
 de le pl des AO et sur y.

2. Le plus certains ont de facilité  
des agregats tenues. de la calcedonite  
 et mode de groupement des axes. la calcedonite  
 Elle est negative, les aiguilles sont allongées  
 sur x, et se trouvent en ce qu' est le  
pl des AO.

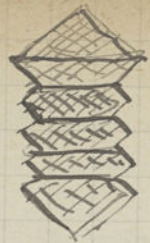
Ces aiguilles de calcedonite sont en groupes  
paralleles ou le plus suivent en radices  
(sphaerulites)

3. Il trouvent des fibres positives sur leurs quêtes  
des différentes réfringences, soit radiales ou obliques  
ou verticales de z ou non ou blanches.  
 On interprète ce fait que l'axe  
 de la direction d' allongement de ces fibres.

3. Sulecite.  
 Les fibres de sulecite sont allongées de le plus  
de x et de y, et celle direction qu' est un  
angle de 29° avec x.

Par donc la direction d' allongement à peu près  
peut être plan des AO.  
 Cette direction encore peut être allongée  
 (si la fibres peut, ou se de AO ou peut)

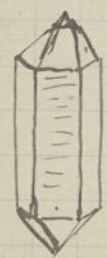
Grouperment



cut  
quartz  
cool

3. Quartz  
Observations relatives à sa formation

Formes cristallines  
système hexagonal  
= made du syst rhomboid



Formes principales:  
abP  
+ R, - R

Ces fibres luteales se trouvent en made complexe qui ont l'aspect d'un étage

C'est diff. de la diff. z et de la z exacte

Le fait principal est le même à cause par voie thermique (mélange) - entre l'opale.

Le qtz par exemple reproduit à l'échelle. On le trouve seul à température élevée, ou bien associé à un produit (base) à température voisine. Il ne se reproduit qu'en subst colloïdes.

Tous les essais se butent à difficulté. Dans un concrète granité, les cristaux feldspats se font les plus plus micas, puis de qtz.

On devrait supposer qu'en l'état reproduit qtz se cristallise avant mica puis feldspats. Or de nature c'est très qtz qui est le premier à cristalliser avant mica, et a rempli les fentes entre les autres avant? c'est du qtz.

qtz est très  $SiO_2$

C'est très hexagonal ou très pyramidal très hexagonal. Les faces du crist n'ont pas été le même aspect très f. du p. plus très, très très 3 faces plus très.

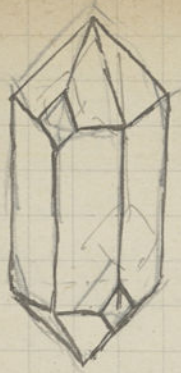
Le p. très 3 faces très très et 3 petites plus très, a caract très, très différent à l'acide très.

On est arrivé à très très très rhomboédrique.  $2 R + R - R$

Le crist est donc très de 2 p. rhomb. Les f. très  $2 R - R$  très  $+ R$  et  $- R$ .

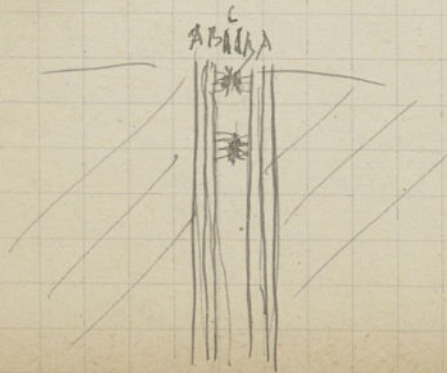
2 P 2 (m l m)

6 P 5 / 6



Caractères optiques

Caractères plagioclines:  
Le polarisation rotatoire



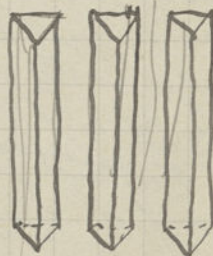
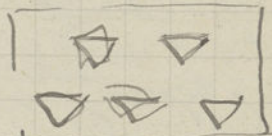
Extinction  
Films:  
prisme

Autre forme: S, P, R, et les faces rhombes  
 du q<sup>te</sup> bien haut, bien bas, allongé  
 D'autre fois au lieu de l'usage on a des faces  
 diff, incliné diffnt: forme plagiocline  
 Ces faces proviennent de même façon, les unes  
 inclinées à gauche, les autres à droite: plagiocline  
gauche et plagiocline droite.  
 Ces petites faces sont les plus importantes au point  
 Les 4 rhombes sont des pyramides <sup>opt.</sup> régulières  
 Il notat est m p n = 2 P 2  
 Les faces plagiocline sont 6 P 5 / 6: ce sont des  
 tétraèdres.  
 Elles sont des tétraèdres, on se  
 voit développer les faces de la 1/2 de...  
 (Encore se n'a d'autres faces?) (voir livres)  
 Ces faces ont un <sup>axe</sup> positif et un  
 négatif.  
 Donc lames minces, et sont bien d'usage  
 être terminées rectangulaires à cette base se voit  
 être parallèles aux axes.  
 Mais les cristaux plagioclines font except:  
 un cristal <sup>qui se voit</sup> ne s'éteint pas  
 complètement.  
 Si on regarde la lumière <sup>usage on s'en</sup> monochrome  
 on voit qu'elle s'éteint si on change  
 un peu la position <sup>un peu</sup> et <sup>un peu</sup> varie pour  
 les différents du spectre, c'est pour on  
 n'arrive pas à l'éteint en lumière blanche.  
 Ces cristaux sont très ronds et les roches  
 présentent les mêmes caractères des films.  
 Ce sont fentes des roches, qui pénètrent <sup>de l'eau</sup>  
 chargées de matières minérales à mesure qu'elles se  
 encharpentées par la compression.





*Roche.*  
 Elément constituant  
 de quartz  
 quand 4 pyramide



prismatique



(12, 12)



qs, fels

quartz améti ou  
 vermicale



sphérolithe

caux ou les vapeurs.

Après un de numéraire + représente ces filons,  
 représente tous les cristaux enroulés sur le  
 mur rocheux

Tous les beaux cristaux de qtz ont petite origine.

— Si on cherche le qtz de la roche que contient  
 ce filon, le qtz y forme minéraux différents:  
 ainsi de quartz, le qtz tend à prendre  
 forme ou f. ou prisme ou pyramide, le  
crystal ou prisme ou rhomb. arrondi. Fel-  
 — En même temps, on constate que les faces de ce  
crystal hexag. sont conodées

— D'autre fois c'est l'impression que se produit.  
 ce sont les f. du prisme qui se développent  
 le prisme ou rhomb. ou simple  
prisme ou trigonal. Il arrive que sous  
 forme crystal ou prisme, on obtient des prismes  
graphiques ou cad. ou minéraux ou prisme

— Le qtz reste plastique de la roche.  
 on la voit s'allonger et se raccourcir:  
 s'allonger: cad est roulé, forme quelque  
 et s'aligne par penétration ou prisme.  
 Il arrive que silice se redépose ou prisme  
 et éprouve les formations ou crystal ou  
 et non la ou centri; le crystal se reforme.

— Le qtz forme ou prisme ou fibres ou crystal  
 d'imprégnation ou prisme ou crystal  
 mais n'en est pas caractéristique encore ou prisme  
 de feldspat. Le qtz forme parties entre  
 lesquelles ou prisme ou crystal ou prisme  
 Ce t'annonce d'un noyau avec a des  
 globules arrondis, ou prisme ou crystal  
ou prisme ou crystal ou prisme  
 orientés ou prisme ou crystal  
 qtz ou prisme ou crystal ou prisme

Caract. des l. minces In qtz.



qtz de 1<sup>re</sup> cristallin



qtz granulaire



qtz microgranulaire



qtz micropegmatique

en fait, on voit alors croissance immobilité  
 on trouve fibres venant se plier sous sections  
 principales chacune leur tour et s'éteignent.

Les qtz se rec. à ce qd est uniaxial, incolore et limpide, avec des traînées  
 d'inclusions généralement liquides et présentant une belle mobilité. Il présente des  
 signes de polarisation très limpide.

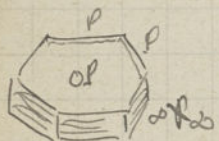
On le voit à l'état de cristaux de 1<sup>re</sup> cristallin. Les granules, microgranules  
 et porphyro (p. e.  $\frac{1}{2}$  mm) le plus e<sup>2</sup> fait généralement depuis) Ses arêtes sont souvent  
 corrodées et même le magma pénètre à l'int. du cristal.

À l'état de 2<sup>de</sup> cristallin, les qtz se présentent de forme cristalline, enveloppe  
 les autres éléments; il les pénètre même (quartz de corron, qui se présente alors dans  
 les rechs. des roches sous forme d'une goutte arrondie à l'intérieur du cristal, d'où  
 l'apparence d'une inclusion pipée. La section ne passe pas par le canal suivi  
 par le qtz.

Modif. de structure: Dans les granules, il forme des <sup>on</sup> des places, de la <sup>on</sup> quartz granulaire  
 et quartz fragmenté qui en plusieurs est par la même orientation <sup>on</sup> de l'axe principal.  
 Dans les microgranules, les places arrondies de ces cristaux se composent en  
 granules arrondies, orientés différemment: quartz microgranulaire. Les granules  
 présentent des fines cristallines, c'est le quartz granulaire.

Dans les granules, microgranules, on rec. le quartz fragmentaire: tous les  
 cristaux de qtz à fines cristallines, <sup>on</sup> et les lobes d'un cristal d'ailleurs, la même  
 orientation. Ici les faces e<sup>2</sup> sont nettement développées, et d'autres faces brisées  
 d'où l'aspect des brisures.

## Caractères généraux



Les faces  $\infty P$  sont  
absentes de la structure  
mKob, nKob...

Ventable système du mica:  
monoclinique



Formes cristallines

$OP, \infty P, \infty R$   
 $+P, -P$

mP

Couleur.

## Mica.

Les mica cristallins sont  
les chloritoides  
et les muscovites qui se rapprochent  
par leur position les chloritoides.

Mica hexagone le  $g$ , <sup>angles  $120^\circ$</sup>  mais se reconnaît  
à sa forme prismatique aplati, et à un développement  
très facile parallèle à cette base: les lamelles sont  
assez flexibles mais se déforment aisément par pression: mica  $\infty P$  et  $\infty R$   
On a  $\infty P$  - on  $\infty R$  <sup>comme les chloritoides</sup>

On a aussi un mica qui se reconnaît par sa forme  
à faces prismatiques <sup>très saillantes</sup> et à un développement  
des lamelles <sup>très tendues</sup> dans les directions  $\infty P$  et  $\infty R$   
De plus on a un mica qui se reconnaît par sa forme  
à faces prismatiques <sup>très saillantes</sup> et à un développement  
des lamelles <sup>très tendues</sup> dans les directions  $\infty P$  et  $\infty R$

On a aussi que les mica sont monocliniques  
mais les  $\infty P$  <sup>très saillantes</sup>  $\infty R$  <sup>très saillantes</sup> que se rapprochent  
à devenir hexagonal: on a alors des faces  $\infty P$  et  $\infty R$

De plus <sup>assez</sup> on a un mica qui se reconnaît par sa forme  
à faces prismatiques <sup>très saillantes</sup> et à un développement  
des lamelles <sup>très tendues</sup> dans les directions  $\infty P$  et  $\infty R$

Mica prismatique  $\infty P, \infty R$   
On a aussi que les mica sont monocliniques  
mais les  $\infty P$  <sup>très saillantes</sup>  $\infty R$  <sup>très saillantes</sup> que se rapprochent  
à devenir hexagonal: on a alors des faces  $\infty P$  et  $\infty R$

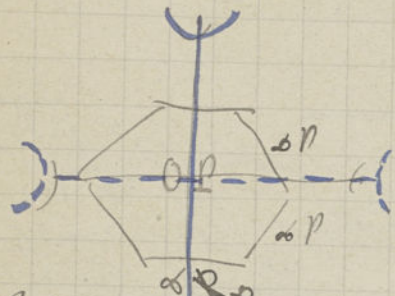
De plus <sup>assez</sup> on a un mica qui se reconnaît par sa forme  
à faces prismatiques <sup>très saillantes</sup> et à un développement  
des lamelles <sup>très tendues</sup> dans les directions  $\infty P$  et  $\infty R$

Les faces prismatiques sont souvent modifiées  
en vertu d'hermination. On a  $mP$   
- Les faces qui paraissent être des faces modifiées  
sont très rares. Ordinairement on ne voit que de  
belle faces de prisme et  $\infty P$ .

- Il y en a de verts, noirs ou blancs  
comme à composition chimique différents.

Les différents variétés  
Distinction de plusieurs espèces

Dist. suivant la position du plan des AO  
 basique

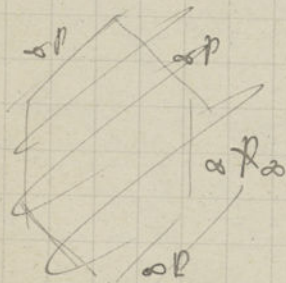


Dist. suivant la position du plan des AO

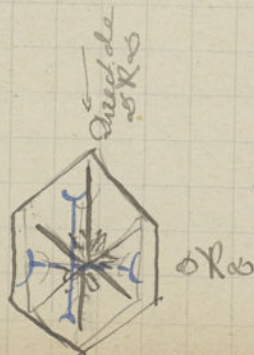
Points possibles du plan des AO dans les micas.

1. Micas noirs (Mg)

2. Micas blancs (K)



Moyen pratique de déterminer la position du plan des AO



Pour les micas qui sont composés chim et caract opt ont les caract adin Et opt a mbis un du epiers de le genre: Le 1<sup>er</sup> caract est de de Khermann.

Ma recorum les esp sur:

- Biotite } magnésien
- Phlogopite } magnésien
- Muscovite } potassiques
- Margarite } potassiques

Les premiers micas ont base monox plus de Mg, et la autre plus de K.

Ces diff se caract par cad opt. (le plan des AO est perpendiculaire à l'axe c)

	Plan AO normal à c	Plan AO parallèle à c	autres
Biotite	Anovite	Muscovite	Lepidobolite
Phlogopite	Lepidobolite	Phlogopite	Zinnwaldite
Muscovite	Muscovite		
Margarite	Margarite		

Les deux a. a. ont un pl perp à OP, leur caract est négatif, cad perpend à OP.

Les différents micas se rep. en 2 types importants sur la position du plan des AO

(La position des plan des AO se voit en lum. convergent, c'est la base descendante des luyptobolite)

La diff se voit d'avoir des lamelles de mica on en coupe d'avance la position du plan des AO diagonal (αR0).

Un moyen commode est d'obtenir les figures de pericline: on prend lame mica

En la place sur lame coarctée on frappe avec un clou, il se développe une figure autre

On peut faire: La figure pericline se reconnaît avec un et orienter. Et on reconnaît par l'aspect





Lamelles  $\sigma P$

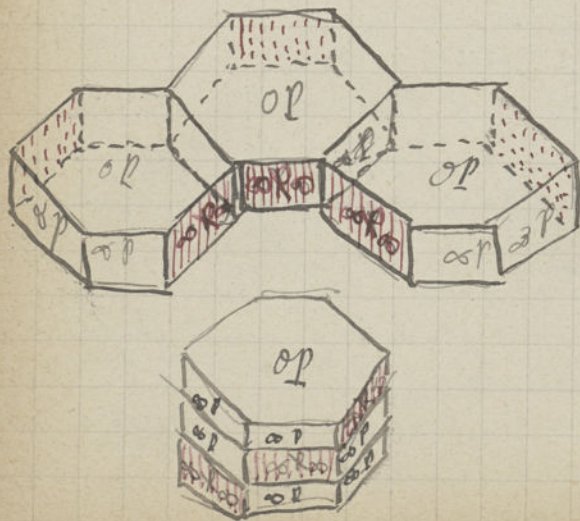


inclusions:

1) tourmaline

2) oligiste

monochrome



Macles

{ grande macle  $\sigma P$   
petite macle  $OL$

Elles n'éteignent pas d'un seul coup, elles polarisent.

Elles sont remplies par teintes irisées sous microscopie, tout qu'incolores en lumière; cette irisation du vert au rose sur les points de préparation.

Les lamelles  $\sigma P$  incolores, lumineuses, se reconnaissent à leur <sup>sur</sup>clivage, petites, fines, parallèles, sur q. infiltrations fréquentes d'épices minérales, variées qui soulignent les clivages.

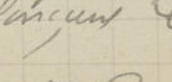
Il y a présence d'inclusions de mica. Ces inclusions appartiennent à tourmaline ou oligiste, présentent la disposition qu'elles se sont formées entre lamelles de clivage, de sorte qu'elles ont pris forme aplatie:

ainsi tourmaline est presque triangulaire, mais à angles très peu développés.

Oligiste qui est hexagonale, a fait aplatissement basé sur rhomboédrique et présente macles en étoile avec  $OP$  très développés et  $R$  et  $R'$  très réduits.

Si on regarde ces lamelles de mica blanc avec un seul microscope, on ne voit pas de dichroïsme, teinte est toujours la même.

— macles des mica.  
Ces macles très fréquentes, très souvent une face  $\sigma P$ . Difficile à voir, ne se voit qu'en présence de stries sur  $OL$ .

La 1<sup>re</sup> lamelle avec avec  $OL$  cristallise sous  $R$  fait  $60^\circ$  avec la 1<sup>re</sup>, de sorte que superposées ces lamelles de mica s'enfoncent. Les macles ont l'aspect 

Les faces mûles sont  $\sigma P$ , les faces avec  $OL$ . C'est pourquoi on a entièrement disparu des lamelles irisées, et les teintes vertes et roses.

## 2. Lepidolithe

Comp. chimique

Reaction

Gisement

## 3. Paragonite

Comp. chimique

Gisement

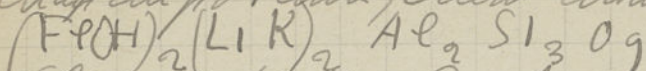
Caractères communs aux  
muscovites blanches

## 4. Margarite

Comp. chimique

Lepidolite — Blanc, lames hexagonales diffuses  
& distinguées de la muscovite.

Elle au p. d. chim., tient lithine & fluor.



fluor se trouve avec un mica, lithine  
(2.6 g) est caract. de lepidolithe.

Pratiquement reconnaît au chalumeau (fl. bougie)  
p. que fond rapidement — (les muscovites à  
température plus élevée)

Le produit a teinte bleu violacée.

Diff. chim. de gisement:

(muscovite caract. granites riches  
en potasse)

Muscovite lepidolite sont locales de des variétés  
partic. de granites (pas conn. au muscovite  
Dietum (Canada)) Les paragonites stannifères  
Paragonite.

Chaque var. de mica blanc a 1<sup>re</sup> var. ident.  
avec préc. d'entes.

Elle au p. d. chimique, pot. y est remplacé  
en partie par soude: c'est un mica blanc rouge.

Le type de roches riches en soude, et son  
gisement est de des sch. métamorphiques  
à stannohé et bismuth?

Cous les micas blancs ont p. v,  
rouge + resp. préc. v. mal.

Sont tous assez riches en fer.

Margarite — Mica blanc a caract.  
habituel ont des préc. d.

Mauv. diff. chimique: Chaux remplacé soude  
ou potasse.

p. v. aussi

Ce mica plus oxygéné, a un aspect  
plus rouge.

général

## II. Micas noirs

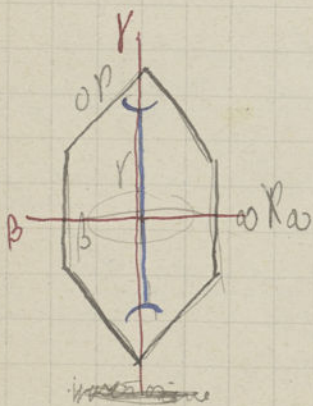
— Aspect palmé des m. blancs

## II Micas noirs

Formes cristallines

Caractères optiques  
pendant du p. de AO

valeur de l'a. de AO



sect OP

(mica noir seul l'anomite)



sect de P

I. Anomite

caractères des lames  
Micas  
I lames OP

général spécial: ordmt de roches calcaires  
H. chert 1,65 a 1,653. De chaux.

Ces calc. peuvent avoir la sch. métamorph.  
on en tire une quantité considérable de corindon  
De l'oe à raxos on est abondant en corindon

— Micas noirs broches  
faibles à reconnaître

— Les micas blancs s'assemblent souvent en  
guillemets qui s'associent en palmés  
(micas palmés) c'est un aspect habituel  
du mica blanc au microscope

Les micas noirs présentent caractères cristallins  
des micas blancs

Formes typ. hexagonales OP, SP, etc.

On voit sur les cristaux de pyrite

$\frac{1}{2} \frac{1}{2} - 2 \times a$

La plupart des micas noirs ont l'axe AO  
d'un p. perp. à celui de m. blancs

— l'angle des AO de l'anomite est égal à celui de phlogopite  
(part. caractéristique) biotite sont voisins  
les AO des bcp plus écartés et plus  
et écartés plus petits que de mica blanc

l'anomite est due de l'hexagone seule  
que son plan AO est perpendiculaire à OP

l'anomite est au p. de opt, mais il allonge  
est le double est positif.

En général l'anomite se voit bcp plus irrégulièrement  
arrondies sur OP, on trouve un à 120°.

On l'a vu sur les cristaux de mica blanc  
2 AO très rapprochés.

— Avec un seul nichol on distingue  
pour OP, mais l'est fort pour les autres.



OP

sect de P

non brus

sect sans  
Dunndol

sect

Dichroïsme

lamé

Caractères chimiques

1) Micas biotite

2) Anomite

p/v (+)

grossier

2) Meroxène

p/v (-)

3) Lépidomélane

p/v (+)

2) Micas phlogopite

4) Phlogopite

p/v (-)

5) Zinnwaldite

p/v (+)

2-lames de P

Ces lames de P par forme ou les arêtes OP sont  
très nettes, et se pèlent les arêtes du même  
Ces lames sur OP sont brunes ou jaunes,  
sous les rich croques elles se détachent  
divac.

Non en lue un sect on les voit très distinct  
C'est le meilleur caract de mica noir en min  
cote, mica noir est et Dichroïsme sur lamelles  
absont l'un des différents que l'un des  
parallèles peignés sur l'axe

Caract d'un mica noir, même  
 $(K, H)^2 (Mg, Fe) (Al, Fe)_2 (Si, O_4)_3$   
Variétés sont très grandes.

Différents minéraux  
Anomite.

Plan de AO perpendiculaire à P et v.

Ce minéral non mais un peu vert.

Le plus généralement de roches calc métamorph.  
(roche en fer.)

Meroxène - plan de AO parallèle à P et v.  
teinte plutôt brun.

Le plus commun de la granito

p/v (rouge foncé + petit que v. v. v.)  
plus pauvre en fer que l'anomite

Lépidomélane

plus non, plus fin - plus riche en  
fer que ce précède.

Le plus commun de la granito  
Phlogopite - mica noir rhomboédrique  
Plan de AO perpendiculaire à P et v.

Phlogopite p/v pauvre en fer.

Zinnwaldite: p/v, un peu plus de fer.  
elle contient aussi un peu d'Alumine  
sa ment avec le plan. Zinnwaldite

$(Fe, H)_2 (Li, K)_3 (Fe, Al)_3 Si_5 O_{17}$

En tre le <sup>Zinnwald</sup> ~~Blanchisse~~ <sup>de</sup> ~~les~~ <sup>à</sup> ~~stain~~ <sup>une</sup> ~~le~~  
Cylindrique  
Phlogopite triseculaire et surpolarisante

Mica blancs - En l. mince, les mica blancs sont ambrés et offrent des reflets variés. Ils se laissent briser de façon régulière, mais sont presque tous en lamelles déclinées, faisant plusieurs et dupariés en humeur. - Les lamelles parallèles à  $\mu$  sont en leur tout, très bien rombes. Ce n'est qu'à l'œil qu'on constate l'existence de deux directions d'extinction. - Or les lamelles obliques sur la face  $\mu$ , on voit très des traces très nettes de divergence. Les couleurs de polarisation sont les violet, orange, le jaune et le rouge dominant.

Mica noirs - En l. mince ils sont noirs, jaunes ou bruns, très polychromes. Ils se laissent en lamelles déclinées, mais offrent des traces très nettes de divergence. Parallèles à  $\mu$  ils restent complètement éteints. En fait obliques ils se laissent parallèles aux traces de divergence. Les limites de polarisation sont de la même couleur.



Caractères essentiels du granite

1. éléments

2. structure.

I. Caractères des éléments minéraux

du granite

1. Minéraux essentiels - 1. Feldspath

Espèces du feldspath dans le granite

1. Orthose

2. autres feldpaths alcalins

Androsine  
albite

Granites.

Ces roches eventent caractrisées par leurs éléments minéraux: quartz, feldsp, mica.  
par leur structure grenue, saccaroid, à cristaux juxtaposés maintenus par ciment dans les ouvertures et les des bords <sup>(murs)</sup>. C'est le marbre lithique, gran de mortier ou ciment.

— Tend à se fendre re rombre à l'oeil nu.

— Blanc. Quelques fois mica noir, ou mica blanc, ou les deux.

Cristaux peut être de 1/2 pouce, gros ou petits

— Caractères des minéraux du granite

— Le feldsp essentiel du granite est le feldsp alcalin ou orthose.

— Il se présente en grains désformés lorsqu'on parle de granites grenus.

D'autres fois des cristaux violents, crivent leur form régulier, la roche présente alors aspect parfaitement: des cristaux d'orthose naissant dans le reint de la roche: granite porphyroide.

— Le couleur blanc rose des orthoses dépend de la présence d'un peu de fer.

— Avec cette orthose on trouve chaus exp de pluss alc: muscov et albite et al

Modes du feldspath de granite  
Karlsbad  
Bavaria

Altérations du feldspath

1. mica blanc.

2. Kaolin

font en <sup>semble</sup> caroc dite microperllites  
Les quartz sont très meut mâlés: mâlé de  
Karlsbad, de Bavaria (tous les crust d' alté quartz  
y sont en n. de Bavaria)

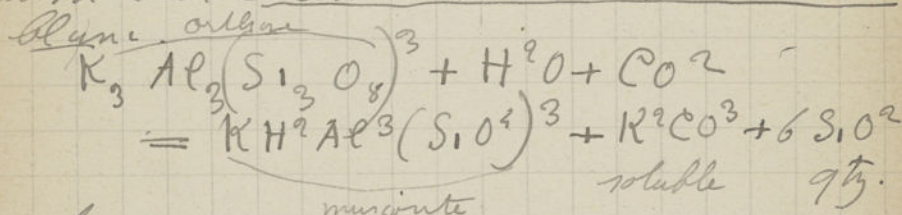
Ce sont les 2 associés les 2 crust de l'ortite  
— Ces minéraux très meut altérés de les  
roches: altération par l'air, l'eau.  
D'où combustion luminique variable.

Cette altération changement altère quartz, mica,  
feldsp.

Pour feldsp., l'ac carb chaun quartz manne  
à des variétés de mica blanc hydraté,  
variétés de muscovite.

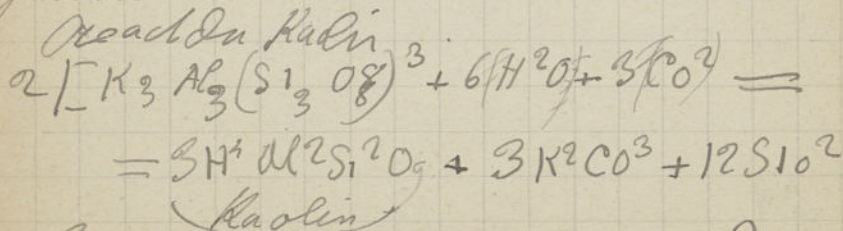
quand celle altération est plus profonde, et  
produit du kaolin: argile très fine, très pure.

La réaction qui donne le mica blanc est plus commune.  
dans les crêtes subtiles riches en mica



La muscovite crystal de les trous microscopiques  
ainsi que le quartz, le carb dipote une  
se vo avec l'eau.

La roche est donc presque aussi dure qu'un  
granite.



Les quartz altérés quartz solubles, mais  
qu'on incorpore le grès, suble pour  
construction des pays granitiques.

2. Minéraux accessoires

Amphibole, pyroxène

Grenat

Tourmaline

Topaze

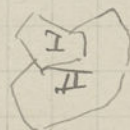
Apatite

Zircon

Cassitérite

minéralisation

Ordre de formation des minéraux



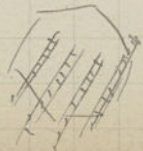
1. Minéraux essentiels  
et accessoires

I<sup>er</sup> temps

min. acides

II<sup>e</sup> temps

min. basiques



On voit que se forme du Kaolin - si rate associé  
à du quartz n'a plus de valeur - on en a fait un très  
grand usage - industrie font le usage.

Faut aussi Kaolin sans fer

Un grand client autre chose que les minéraux: feldsp. mica  
qtz: a été de minéraux en est on peut venir. des minéraux  
accessoires

Un des princip. de ces min. sont amphibole et  
pyroxène: berylle ferreux magnésien de couleur verte,  
gris. Il y a également des min. d'amphibole, au pt  
qu'en l'air p. un usage de granule à droite.

On trouve aussi le grenat. (syst. régulier, rouge)  
les inégalités réparties des granites.

Amalins en longs prismes triangul on à 6 faces.  
caract. q. var. v. de granite.

Il y a aussi à l'amalins sont avec à des variétés  
à topaze et à apatite.

Enfin des granites ont le zircon (ou zirconium)  
et la cassitérite (ou étain)

Ces min. (depuis berylle jusqu'à étain et) sont habituellement  
appelés minéralisation ont les éléments acides hercynite,  
on leur attribue un rôle d'isomorphisme du granite.

Ces diff. éléments pas formés en même temps:

Ordre de consolidation.

Ces divers éléments sont peut-être de la même race chimique,  
mais on rec. que certains sont enclavés de certains

(En de ces une roche, on établit avec ch. Branner un  
tableau représentant les différents temps de consolidation:  
+ II III IV)

I Le plus anc. s. crist. sont les min. accessoires: tourmaline,  
zircon, grenat, oxyde de fer, zircon (silico titanate chun)  
cassitérite, topaze, apatite

II Les minéraux les amphibole, pyroxène et surtout  
le mica noir magnésien (après le mica blanc)

III<sup>e</sup> temps *de l'apogée*  
 IV<sup>e</sup> temps *de l'apogée*  
 2. Minéraux secondaires

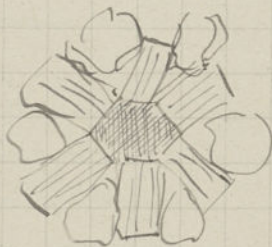
## II Structure du granite

Structure microscopique



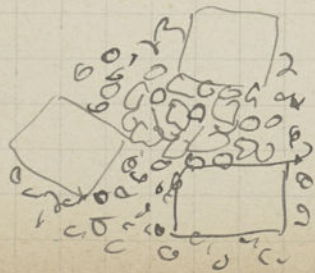
Cavités microscopiques

1) remplissage par les minéraux de sublimation



2) remplissage par des minéraux secondaires

Tendance à une structure orientée



## Différentes structures du granite

1. Granite porphyroide

On voit la bande lamellaire étroite de mica non pénétrant des *quartz* par des *spats*.

III. Le gneiss orthoaxe, puis triclinique  
 IV. Quartz

Les minéraux ~~qui~~ sont des résultats de cristallisation opérée successivement. Plus tard il se forme des minéraux secondaires par altération (ne pas confondre avec minéraux accessoires): micas blancs, Kaolinite, chlorite

Ces différents minéraux pas tous enclavés: sert même le cas exceptionnel; mais on voit un agencement général à tous ces éléments, tous ces cristaux sont juxtaposés, se touchent les uns les autres: c'est un ensemble continu, dans lequel il y a des vides, cavités microscopiques qui ont vertement vides, HS se remplissent de 2 facons:

1) La roche est fraîche, par des *q.* de sublimation de fumeroles qui accomp. la roche des roches cristallines: la roche se fendille, par ces fentes sort de l'intérieur la laine de fumeroles qui déposent crustalure de vides: ce sont en général les minéraux du I<sup>er</sup> temps, c'est une nuille formation de quartz.

2) D'autres fontes sont les minéraux secondaires qui se forment.

Les éléments du granite sont disposés au hasard, ce q. ont une tendance à s'orienter: autour de la laine de mica on tend avoir serre de quartz feldsp, et seule est quartz: HS à une structure centrale.

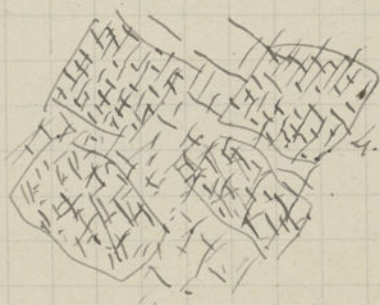
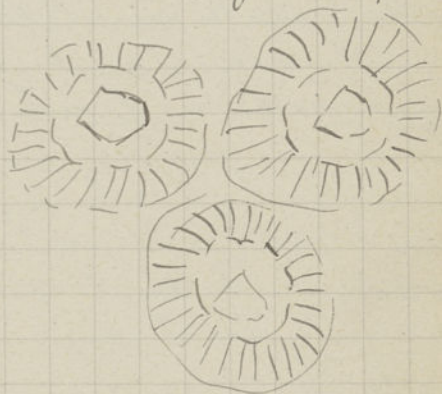
Cette orientation sera thé les variétés de granite

1. Gr. porphyroide.  
 2. Le mica minéral formé est de la nuille, seule est en forme de plus petits, la roche présente en durant en 2 temps bien nettes. Les grs cristaux sont les grs crustaux, les petits sont la  pâte de ces roches est grs cristaux ne peut être qu' un spat.

## 2. Granite granoplyrique



## 3. Granite sphéroïdal



## 4. Granite brechoïde

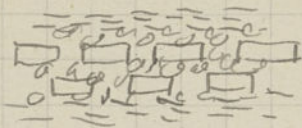
sont appelés porphyres. Le granite qui s'en rapproche  
 est dit porphyroïde <sup>grande, très porphyroïde</sup> par sa suite divisée en péristyles.  
 Les variétés porphyroïdes sont nées de ces variétés  
 granoplyriques: autour d'un gd cristal (ou d'un petit)  
 d'un I temps on voit d'autres éléments se grouper, mais  
 les autres espèces y crist. en même temps, les pet.  
 crist. se développent et crist. en même temps d'un temps  
 donc de une amphi et qd, plus et amphi:  
 Il y a des ensembles granoplyriques (variétés)  
 Celle qui peut s'appeler ainsi bien la disjoints  
 porphyrique

Granite sphéroïdal - Ces variétés types  
 analogues aux précédents mais on voit un centre  
 felsé ou mica autour des centres nombreux  
 prennent direction régulière en sphères multiples  
 De ces cas les plus centraux sont les + riches  
 en bases (muc. noir, amph) de + en + acides  
 de ptin perph. sphéroïdal  
 Ces granites pas répartis uniformément de <sup>princip.</sup> l'ouest  
 manque de ces régions (Bretagne) abonde en  
 Vendée - Ces variétés sphéroïdales sont très au  
 centre des massifs, ceux-ci sont répartis par  
 perph., l'est donc de partous les + l'état fin  
 qui se sont formés.

## Granite Brechoïde

La roche présente des divisions polyédriques, de sorte  
 que ces parties paraissent plus jointes que les autres  
 comme si forme de micas. On en voit 9  
 penche avec granite - Mais en réalité les  
 éléments des micas et des joints sont les mêmes  
 mais ceux des micas <sup>sont</sup> plus noirs, plus plus  
 longues.

Or ces gr. Brech. sont plutôt vers les périphéries  
 des massifs, on suppose origine simple: on croit  
 que reproduit l'abst. par les breches, puis

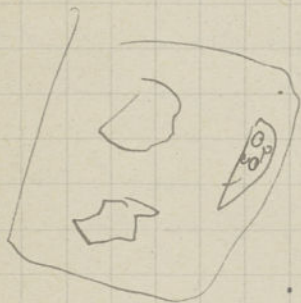


### 5. Granite gneissique

#### Enclaves du granite

##### 1. Enclaves polyédriques

Deux modes de formation possibles des enclaves:



théories admises

##### 2) Enclaves lenticulaires

### III Classification nomenclographique

#### 1. Granites proprement dits

1. Granite ordinaire

2. Granite

micacé

les veines de l'intérieur des rochers. Ces parties ont à côté d'elles, d'où la ressemblance des roches: même raison. Elles sont dans la plupart des cas, sont des taches noires ou grises.

Granites gneissiques:

Plusieurs éléments se trouvent sur des lignes parallèles. C'est de mica, de quartz, de feldspathes sur un fond de granites. C'est le granite gneissique. On le nomme de granite gneissique.

— Enclaves: on voit des taches, forcées de la bordure des roches de l'île. Ce sont des enclaves rares et sur un fond de granite. C'est le granite brisé ou sur trois sensés.

Ces enclaves varient, en ce que des minéraux rares, à cause de leur rareté sont des enclaves rares en place par ressemblance des éléments de la roche. D'autre part, on trouve des roches amoncelées par le granite à l'acheminement, il a remis en jeu. Ces actions molles, ces éléments ont recristallisé. C'est l'origine de gîtes minéralogiques très intéressants.

Théories: En Allemagne on indique que les éléments sont formés en place par ressemblance; en France on trouve que ce sont des éléments amoncelés avec chemins.

Il y a d'autres enclaves, en forme de lentilles (ou plus polyédrique) en Allemagne on indique que ce sont des roches, en France que ce sont des fentes de roches remplies après coup d'un élément du second temps: on voit les taches de mica sur les bords et on y voit mica blanc, etc.

— Classification nomenclographique:

1. Les granites proprement dits 2. Les granites alpins

1. Les granites proprement dits ont les éléments ordinaires.

4. veruler: 1. granite ordinaire les 2. mica, des feldspathes et quartz (feldspathes orthocline perpendiculaire).

3. Granite: mica non feldspathes, quartz (manque dans le mica blanc); et le feldspathes orthocline est perpendiculaire.



3. Granite à amphibole

4. Granulite  
m. blanc

2. Granites alcalins  
(redigez)

sur feldspathes, à l'insu du granite propre dit, sont obligés.  
- Granite plus ou moins riche en mica que granite  
3. Granite à amphibole - c'est une granulite avec  
un peu d'amphibole (usage avec quartz)  
4. Granulite (granite à muscovite des alpins) ou  
mica blanc à carnot: de plus feldsp et qtz. C'est  
la var la + acide, la + riche en qtz, la + peu  
mica non et feldsp trichinque

Le mica blanc tend à y prendre fines en éventails  
pailles de cristallin de autre manière - qtz et mica  
sont ment cristalline en un temps.

Aussi le qtz forme le dernier de ces autres granites  
par de fine propre, mais celle de mica: des granules, il tend  
à avoir des fines pyrop: pyram-hexa-chaire (du pyrop  
du pyropide). ces petites pyramides sont ment  
coriodes, les a alors les part globules.

C'est de granulite qui en tire et tend de numériser ces  
- Ces diff variantes prouvent les diff structures.

2. Granites alcalins.

Impression distinguera l'œil nu. Et puis on a reconnu  
que ces marais sont plus riches en soude que d'autres,  
et qu'ils ont caractéristiques certaines: ils sont  
plus pâles, plus riches en mica noir, plus riches  
en albite; on y voit des variantes d'amphibole  
approximativement sodique

Essaiement des granites.

Le granite très répandu, fine molette de la superficie. Ces  
ne s'en forme pas à l'époque actuelle; en laboratoire  
qu'on en a de le reproduire on obtient qu'on des roches, les  
différentes. On ne saurait pas comment s'est formé

à l'équiment éventuels:

1. en marais: plumes et tendues fines de granites  
(plumes, m. blanc, qtz).

2. en filon: Des roches en cette des fentes, à bords  
de filon, +- larges, se sont répandus kilom. de long.

W. B. B. B.

