

# FACES

## version 4.4

**Introduction**

**Fichier**

**Système**

**Ajout forme**

**Oter forme**

**Profondeur**

**Maille**

**Paramètres**

**Stéréogramme**

**Info**

**Boutons de contrôle de l'affichage**

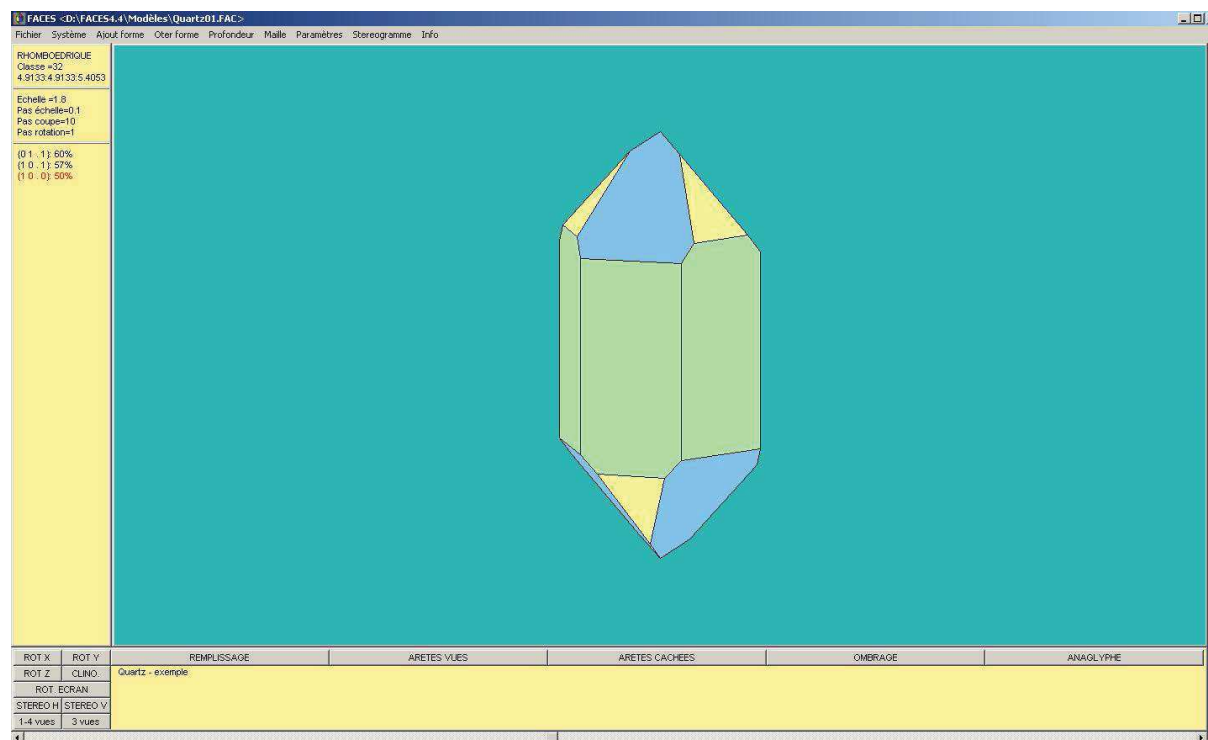
**Touches de fonction (F1...F9, F11, F12)**

**Exemple pratique : construction d'un cristal de quartz**

**Paramètres physiques de 60 minéraux courants**



# Introduction



*Figure 1 : Exemple d'écran FACES*

## Le logiciel FACES

FACES est un logiciel interactif permettant la conception d'un solide en trois dimensions, son affichage graphique sur un écran d'ordinateur ou sur une imprimante.

FACES a été conçu pour être simple d'emploi et accessible à tous. Il est conforme toutefois à la réalité des structures cristallines et propose l'emploi des 32 classes de symétries théoriquement possibles.

Par la manipulation aisée des indices de formes, des profondeurs de forme et des paramètres de maille, il est possible de comprendre comment ces grandeurs influent sur l'aspect d'un cristal.

FACES n'est pas SHAPE. Nos buts ne sont pas les mêmes. SHAPE est bien plus complet et propose par exemple les dessins de macles. FACES a été conçu comme un outil didactique destiné à l'apprentissage de la modélisation des formes cristallines et à la modélisation de monocristaux.

Le logiciel est ouvert et permet le transfert des graphismes vers des logiciels comme WORD. Les tracés issus de FACES peuvent donc être utilisés pour illustrer un article... ou même pour vous permettre la réalisation originale de cartes de vœux ou de papier à lettres personnalisés. Il a déjà servi à de nombreux articles et plusieurs livres.

Dès sa conception, il a été conçu pour être ouvert à des utilisateurs étrangers, et une version en anglais, allemand et italien est également disponible.

Les possibilités de FACES sont très nombreuses; il en résulte que, malgré la très grande quantité de tests effectués, il peut subsister encore quelques erreurs. D'autre part, il est toujours possible d'améliorer une application après expérience, aussi les suggestions et remarques des utilisateurs seront les bienvenues!

A vous de jouer maintenant!

## L'installation du logiciel

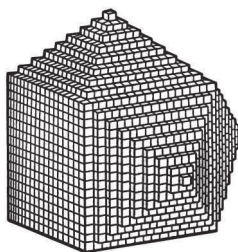
L'installation du logiciel est très simple et très rapide : il suffit de copier sur votre disque dur au sein d'un même répertoire les fichiers FACES.EXE, CONFIG.DAT, README.TXT et de recopier les exemples de modèles fournis (fichiers \*.FAC).

Il convient ensuite de configurer le fichier CONFIG.DAT selon votre type d'imprimante si vous souhaitez réaliser des impressions directes (voir paragraphe "Imprimer"), et selon les choix de couleur que vous souhaitez.

## L'utilisation du logiciel

### Principe de base

Si on excepte le cas des quasi-cristaux, fort peu répandus dans la nature, les cristaux résultent de l'empilement périodique d'un motif élémentaire, la maille (c'est le principe de la « molécule intégrante » de René-Just Haüy, voir figure ci-dessous illustrant la construction d'un dodécaèdre rhomboïdal par empilement de cubes). Il est possible de les dessiner et arriver au même résultat en utilisant une autre approche, qui consiste à découper un solide. C'est le principe de base de FACES.



Un cristal idéal étant limité de toutes parts par des facettes, sa création dans FACES débute par un prisme élémentaire prédéfini ayant les symétries de la classe choisie et les dimensions de maille saisies par l'utilisateur.

L'utilisateur va ensuite effectuer des troncatures sur ce solide par un certain nombre de formes dont il maîtrise l'orientation (par les indices) et l'importance (par la profondeur). Ces formes sont définies par une face initiale, caractérisée par ses indices de Miller, répliquée autant de fois que nécessaire par les symétries de la classe cristalline. FACES est un logiciel de conception en trois dimensions. Au cours du travail, il sera possible à tout instant de faire tourner le solide autour de son centre afin de l'appréhender en trois dimensions.

La visualisation des faces appartenant à une même forme est rendue plus aisée par l'emploi d'une même couleur : ainsi dans un cubo-octaèdre, toutes les faces du cube (forme {100}) seront affichées avec la même couleur, tandis que les faces de l'octaèdre (forme {111}) se partageront une autre couleur. L'influence de chacune des formes sera ainsi mise en évidence de façon intuitive. Ces couleurs peuvent être définies par l'utilisateur.

L'utilisateur peut choisir de travailler sur la dernière forme créée (ce qui est l'option par défaut), ou bien sur une forme créée auparavant. On nommera forme courante celle qui subit les modifications.

Des raccourcis au clavier (cf. § « Touches de fonction ») permettent de modifier de façon naturelle et rapide la profondeur de forme sans saisir de nombres (difficiles à évaluer).

Plusieurs paramètres permettent de régler l'aspect du solide (visualisation en trait plein, pointillés, affichage des axes, ...). Ces paramètres sont appelés paramètres de visualisation.

## **Le « contexte »**

L'ensemble des formes, y compris la forme courante, leur profondeur, la classe, le système, les paramètres de maille (dimensions et les angles pour les systèmes monoclinique et triclinique), le commentaire du modèle et les paramètres pour le positionnement ou la modification de la visualisation (échelle, pas d'échelle, pas de coupe, pas de rotation) sont appelés contexte.

Le contexte est réaffiché automatiquement à tout changement des paramètres le constituant. Il est structuré en trois parties :

- paramètres du système cristallin/ classe de symétrie / dimensions et angles de la maille,
- paramètres de visualisation et de modification du modèle : échelle, pas d'échelle, pas de coupe, pas de rotation,
- indices de Miller et profondeur des différentes formes.

Par simple sélection à la souris, il est possible de modifier facilement les éléments du contexte de la façon suivante :

- dimensions de la maille : la sélection provoque l'affichage de la boîte de dialogue de saisie des dimensions,
- angles de la maille : la sélection provoque l'affichage de la boîte de dialogue de saisie des angles,
- échelle : la sélection provoque l'affichage de la boîte de dialogue de saisie de l'échelle,
- pas d'échelle, pas de coupe, pas de rotation : la sélection provoque la validation de la valeur prédéfinie suivante (voir définition de ces paramètres).

## **Saisie de données et notations**

Dans cette documentation, la notation "XXXX/YYYY" signifie élément YYYY du menu XXXX (exemple : "Fichier/ouvrir" représente l'élément "ouvrir" du menu "Fichier").

Les nombres réels sont saisis de la façon suivante "xxx.yyy" : partie entière et décimale sont séparées par un point, et non une virgule (ex : 10.5, 0.01). L'affichage et la saisie des nombres réels sont effectués avec une précision de  $10^{-4}$  et des arrondis sont effectués automatiquement. Ainsi, si on saisit, par exemple, un paramètre de maille de 4.91349, le système arrondit à 4.9135 (max. 4 chiffres après la virgule). La géométrie est, elle, sauvegardée avec 6 décimales pour plus de précision dans les logiciels d'imagerie. Les angles sont saisis en "degrés décimaux" : 107° 30' est saisi 107.5.

Les polices de caractères informatiques ne permettant pas d'afficher des caractères surlignés, ceux-ci seront affichés comme des nombres négatifs (noms de classes et indices de faces).

Des ascenseurs sont disponibles (à droite et en bas de la fenêtre) pour effectuer une rotation du solide selon les axes de l'écran (voir paragraphe "Rot. Ecran"). Les flèches à chaque extrémité des ascenseurs sont actives, ainsi que le curseur. Une sélection dans la zone entre le curseur et les flèches est sans effet.

### **Ressources informatiques nécessaires**

Le programme a été conçu pour nécessiter très peu de ressources, que ce soit sur disque ou en mémoire.

- Système d'exploitation : FACES fonctionne actuellement Windows 95, Windows 98, Windows NT, Vista, Windows 7. FACES ne fonctionne pas sous Windows 3.1.
- Disque : le programme est très compact (environ 170 kilo-octets). Le fichier FACES.EXE inclut toutes les ressources graphiques (icône, fenêtres, ...) et de texte (messages et menus). Chaque fichier de sauvegarde de solide (\*.FAC) compte de 1 à 2 koctets seulement. Les fichiers d'échange avec WORD (métafichiers améliorés \*.EMF) ne représentent que quelques centaines d'octets chacun.
- Unité Centrale : les processeurs actuels peuvent calculer l'intersection de nouvelles formes en quelques fractions de seconde.

### **Lancement du logiciel**

Se fait simplement en lançant le fichier exécutable "FACES.EXE" selon les mécanismes classiques de Windows. Dans ce cas, le solide par défaut (un cube) s'affiche et la fenêtre occupe tout l'écran. Il convient ensuite de sélectionner un modèle éventuel par "Fichier/Ouvrir".

Il est également possible de lancer FACES en double-cliquant un fichier d'extension "FAC" dans le Gestionnaire de Fichiers ou l'Explorateur. Dans ce cas le travail est initialisé, non avec le cube, mais avec le modèle choisi. Ceci est possible après avoir associé les fichiers d'extension "FAC" à "FACES.EXE" par le mécanisme "Fichier/Associer" du Gestionnaire de Fichiers. L'association des fichiers ".FAC" avec "FACES.EXE" fonctionnera si CONFIG.DAT figure dans le même répertoire que les fichiers ".FAC".

Le nom du modèle courant est affiché, en respectant la casse, dans le bandeau de la fenêtre FACES (voir Figure 1).

Si un fichier FACES.BMP existe dans le répertoire de l'exécutable, il est affiché en début de session (panneau d'accueil).

### **Limitations et caractéristiques du logiciel**

Les paramètres du système sont les suivants :

- nombre maximum de faces : 4096,
- nombre maximum de formes : 4096,
- nombre maximum de points par face : 128,
- échelle de visualisation : comprise entre 0.1 et 100,
- maille du solide : paramètres a, b, c compris entre 0.1 et 100.

## Fichier

Ce menu est destiné au contrôle général de la session de travail : il permet en particulier de réinitialiser son travail, effectuer des sorties (fichier ou imprimante) ou bien quitter l'application.

### Init

Réinitialise la session de travail sans quitter l'application. C'est un moyen rapide pour supprimer toutes les modifications apportées au solide de départ.

Le bandeau de la fenêtre FACES devient "aucun modèle".

L'affichage du contexte est mis à jour. Les paramètres sont réinitialisés aux valeurs suivantes :

- système : CUBIQUE,
- classe : 4/m -3 2/m,
- maille :  $a=b=c=1$ ,
- orientation : les trois angles = valeurs définies dans CONFIG.DAT (rot X, rot Y, rot Z, entre 0 et 360°. La valeur pour une projection clinographique est 0;9.5;-18.4),
- aucune forme définie.

### Ouvrir

Permet de lire un solide précédemment enregistré (voir "Fichier/Enregistrer") : système cristallin, classe de symétrie, maille, formes, échelle, orientation, commentaire et paramètres de visualisation.

Le pas de rotation, le pas d'échelle et le pas de coupe conservent leur valeur courante.

Le dialogue se fait par la fenêtre standard Windows d'enregistrement de fichiers.

Les noms de fichiers suivent les règles de nommage du système d'exploitation. Le type de fichier est "FAC" (ajouté par le programme si elle est omise). Le nom du dernier modèle chargé ou enregistré est proposé par défaut.

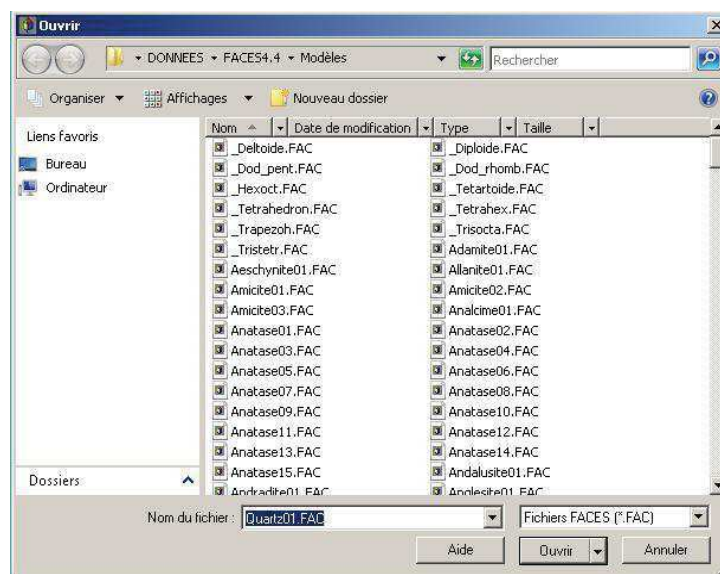


Figure 2 : La fenêtre Fichier/Ouvrir

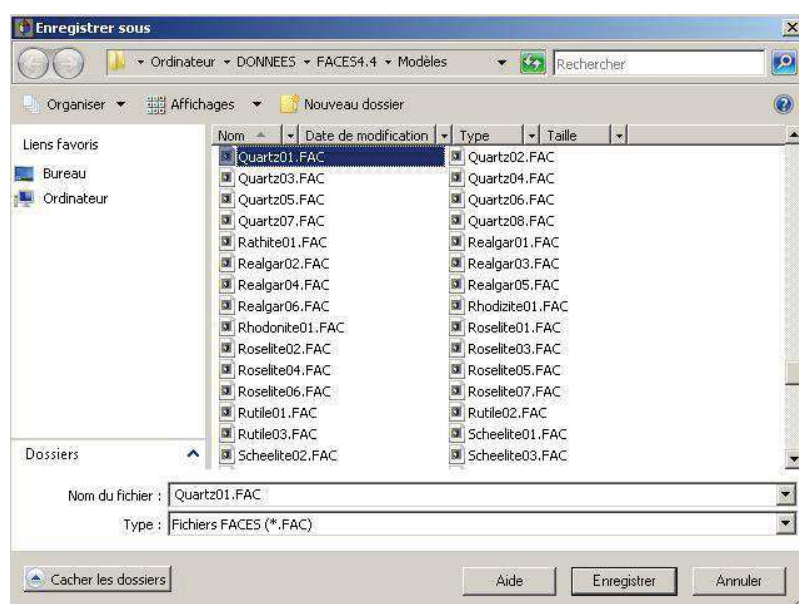
Sélectionner le fichier choisi et cliquer "OK" ou saisir "Entrée". Il est possible de lire des fichiers situés dans n'importe quel répertoire, le répertoire par défaut étant celui où se situe FACES.EXE.

Le bandeau de la fenêtre FACES affiche le nom du dernier fichier ouvert et son répertoire.

### Enregistrer

Il est possible de sauvegarder dans un fichier la définition du modèle, c'est à dire son système cristallin avec sa classe de symétrie, sa maille, ses formes, son échelle d'affichage et l'orientation courante du cristal. Les paramètres de visualisation et le commentaire sont également sauvegardés.

Le modèle pourra être rechargé ultérieurement dans cet état par la fonction " Fichier/Ouvrir". Le dialogue se fait par la fenêtre standard Windows d'enregistrement de fichiers.



*Figure 3 : La fenêtre Fichier/Enregistrer*

Saisir le nom de fichier et cliquer "OK" ou saisir "Entrée". Le type de fichiers est "FAC" (ex : QUARTZ01.FAC, ...). Le programme ajoute automatiquement l'extension "FAC" si elle est absente. Le nom du dernier modèle chargé ou enregistré est proposé par défaut.

Les fichiers sont éditables à l'aide d'un outil comme "Bloc notes", mais il est préférable d'utiliser FACES pour modifier un modèle. Les fichiers \*.FAC ne sont pas limités en taille. Le bandeau de la fenêtre FACES est mis à jour avec le nom du dernier fichier enregistré.

Enregistrement rapide : Il est possible de sauvegarder très simplement le travail courant (dans le dernier fichier ouvert ou le dernier fichier enregistré) par pression simultanée sur "Ctrl" et "S". Si aucun fichier n'a été ouvert jusqu'alors, la boîte de dialogue "Enregistrer" s'affiche.



### Sauver géométrie

Cette fonction est une des fonctions destinées à faire le lien entre FACES et des logiciels d'imagerie.

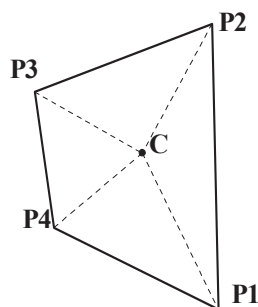
Ces logiciels permettent une visualisation plus réaliste des cristaux (transparences, ombres portées) et permettent de compléter les fonctions de FACES en autorisant les associations de plusieurs cristaux (éventuellement d'espèces différentes, comme anatase sur quartz). Ceci permet en particulier de réaliser des macles et des épitaxies (ex : macle du Japon, rutile sur hématite).

Les coordonnées en trois dimensions des sommets du modèle sont enregistrées dans des fichiers d'extension ".GEO". Un fichier.GEO est un fichier observable à l'éditeur de texte, dont chaque ligne décrit une face (de trois points et plus) sous la forme d'une suite de triangles, composés de deux sommets consécutifs et du centre de la face. Ceci permet de s'affranchir d'éventuelles imprécisions dans la planéité des faces. Lors de la sauvegarde de la géométrie, les faces rigoureusement triangulaires dans le modèle ne sont pas découpées à nouveau en 3 sous-triangles afin d'alléger le nombre de faces résultantes.

Les données enregistrées avec cette fonction peuvent être par exemple utilisées dans le logiciel POV-Ray, "freeware" d'imagerie "ray-tracing", disponible sur Internet (<http://www.povray.org/>). L'image de couverture a été réalisée par POV-Ray à partir de modèles sauvegardés avec la fonction "Fichier/Sauver géométrie".

Une boîte de dialogue classique est affichée pour l'enregistrement du fichier. Le nom du fichier ".GEO" est initialisé avec le nom du modèle.

L'orientation du modèle n'est pas stockée, car les logiciels d'imagerie disposent de fonctions pour orienter les objets.



Maillage: (P1P2C) (P2P3C) (P3P4C) (P4P1C)

Figure 4 : Principe de maillage d'une face du modèle en facettes triangulaires

### Sauver format DXF

Cette fonction est également une des fonctions destinées à faire le lien entre FACES et des logiciels d'imagerie.

Elle permet l'exportation de la géométrie au format DXF, compatible avec le logiciel d'imagerie Bryce 2 (si aucun modèle n'est en cours, le fichier n'est pas créé). En complément du fichier ".DXF", le fichier de sauvegarde de la géométrie (".GEO") est automatiquement créé et conservé.

### Données goniométriques

FACES peut automatiquement créer un modèle à partir de résultats de mesures au goniomètre. Ces résultats sont mis dans un fichier texte ".ANG", sélectionnable par les moyens classiques.

Les fichiers ".ANG" ne sont pas limités en taille.

Une ligne du fichier représente une facette mesurée et a la forme suivante : " $\rho$   $\phi$  profondeur", où  $\rho$  et  $\phi$  sont les deux angles mesurés et la profondeur est estimée à partir de la dimension de la facette.

Chaque ligne est terminée par un espace et on peut insérer autant de lignes de commentaires que l'on veut, ces lignes débutant par le caractère "#" et ne dépassant pas 127 caractères.

**Les angles sont donnés ici en degrés et minutes : 107.30 signifie 107°30'.**

Exemple :

# La syntaxe d'une ligne est : rho <espace> phi <espace> profondeur <espace>

# la profondeur est donnée en pour cents ([0, 100[)

# ne pas oublier l'espace final de la ligne

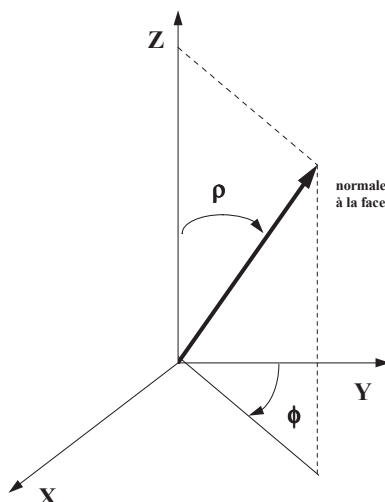
# les commentaires débutent par le caractère '#'

0 49.5 15

90 50.12 25

180 51.3 5

270 52.3 40



Le solide généré appartient au système triclinique (classe 1) avec  $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$ .

L'opération est possible pour les systèmes cubique, quadratique, orthorhombique et monoclinique.

Les paramètres de visualisation (pointillés, axes, stéréo, ...) et la maille (dimension + angles) sont inchangés.

On partira obligatoirement de la classe de symétrie et de la maille exacte du minéral, sinon les angles ne seront pas conformes à ce qui a été mesuré. Les indices de faces sont simplifiés autant que possible (nombres premiers entre eux), mais suite à des imprécisions de mesures, ces chiffres ne sont pas toujours simples.

Il est du ressort de l'utilisateur de les simplifier davantage.

Exemple :

Si le calcul fournit h k l = 26 24 0, le logiciel simplifie à 13 12 0.

L'utilisateur décide ensuite si les indices peuvent être simplifiés à 1 1 0.

## Capturer

La fonction "Capturer" permet d'enregistrer les tracés du cristal dans des fichiers au format compris par le traitement de texte Microsoft WORD (métafichiers améliorés).

L'extension est "EMF" (ajoutée par le programme si elle est omise). Le dialogue se fait par la fenêtre décrite dans "Fichier/Enregistrer".

Pour insérer les graphismes FACES dans WORD, utiliser dans cette application : *"Insère/Image" + Type de fichiers "Méta fichiers Windows \*.EMF"*. Cette fonction a été utilisée pour réaliser le présent document.

Il est possible dans WORD d'éditer ces dessins en double-cliquant dessus, par exemple pour supprimer des textes d'indices de faces.

**Lors de la capture des tracés dans un méta fichier ".EMF", le solide doit être entièrement vu. En effet, la taille du tracé obtenu dépend de sa visualisation et non de la taille réelle du solide.**

## Imprimer

Permet de sortir sur papier le modèle tel qu'il est couramment visualisé (orientation courante, avec/sans axes, etc.).

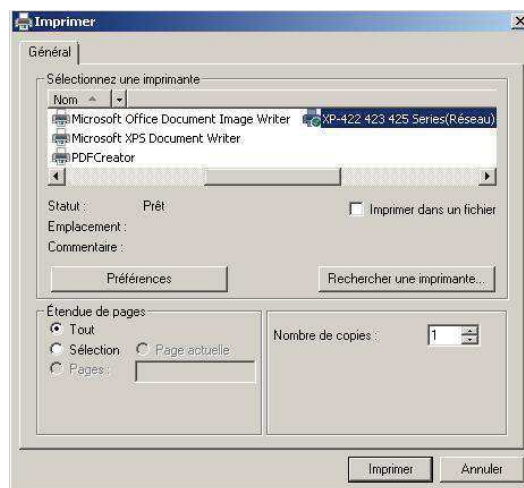
La taille du dessin sur papier dépend de l'échelle d'affichage. La position du centre du dessin peut être modifiée en éditant CONFIG.DAT (voir plus bas).

Le dialogue se fait par la fenêtre standard d'impression de Windows. Elle permet les opérations classiques de mise en page (ex : orientation de la page en portrait/paysage) et de sélection des imprimantes.

L'impression comporte une ou deux vues, selon le mode d'affichage (stéréo ou non). Les vues sont imprimées selon le mode d'affichage courant : "fil de fer", "avec faces cachées", "avec remplissage des faces", "ombrage" ou "anaglyphe".

De plus, il est possible d'imprimer les indices des faces vues, le trièdre de référence XYZ. La couleur de fond n'est pas imprimée. Si l'affichage est inversé (fond noir, traits blancs), le fond imprimé est blanc.

Le texte de description du modèle s'imprime automatiquement en haut de la page. La police est fixe (police système par défaut).



*Figure 5 : La fenêtre Fichier/Imprimer*

La deuxième ligne du fichier CONFIG.DAT contient les caractéristiques de l'imprimante sous la forme de quatre nombres :

- la taille horizontale de l'espace d'impression,
- la taille verticale de l'espace d'impression,
- l'abscisse du centre du solide (ou du milieu des 2 centres en stéréo),
- l'ordonnée du centre du solide (ou du milieu des 2 centres en stéréo).

On ne peut ni ajouter, ni déplacer les lignes de commentaires.

Afin de personnaliser les commentaires, utiliser les lignes existantes, débutant par "#" (maximum 127 caractères).

Exemple :

```
#largeur, hauteur, xcentre, ycentre pour impression/width, height, xcenter, ycenter for
printing
940 1320 1192 1017
#angles de rotation initiaux(axes frontal, vertical, horizontal)/initial rotation angles(front,
vertical, horizontal axes)
0 9.5 -18.4
#couleur de base pour ombrage (RVB 0..255)/basis color for shaded mode (RGB 0..255)
255 200 165
#couleur vue gauche anaglyphe (RVB 0..255)/color of left anaglyph view (RGB 0..255)
150 0 0
#couleur vue droite anaglyphe (RVB 0..255)/color of right anaglyph view (RGB 0..255)
0 0 200
#couleur fond menus (RVB 0..255)/menu background color(RGB 0..255)254 240 188
254 240 154
#table des couleurs RVB(1e=fond cristal)/RGB color map (1st= crystal background)51 204 204
0 45 182 179
1 248 248 154
2 127 196 243
3 169 249 175
4 254 193 94
5 255 163 165
6 78 183 204
7 226 231 117
8 252 96 96
9 156 214 142
10 176 131 225
11 69 213 117
12 244 185 38
13 220 163 186
14 93 93 255
15 158 134 248
16 152 250 248
17 249 153 249
18 14 80 244
19 2 160 2
20 135 27 120
21 122 114 40
```

22 138 95 24  
23 231 23 23  
24 63 31 223  
25 74 236 163  
26 151 251 5  
27 216 191 240  
28 237 95 166  
29 222 134 110  
30 245 254 160

Les paramètres d'impression de CONFIG.DAT ne doivent être modifiés qu'en cas de nécessité, par exemple si l'imprimante présente des particularités qui influent sur l'échelle ou la position de sortie. Pour adapter CONFIG.DAT à votre imprimante, procéder par essais successifs comme suit : imprimer un couple stéréo, augmenter en premier les 2 derniers nombres, pour faire apparaître les 2 vues, au moins partiellement (valeurs typiques de 600 à 4000). Mesurer la distance séparant 2 points analogues (ex : le sommet du cristal) parallèlement au bord de la feuille. Cette valeur doit être 6 cm. Si ce n'est pas le cas, multiplier les 2 premiers chiffres par 6/valeur lue. Essayez à nouveau : la distance doit maintenant être 6 cm. Vous pouvez maintenant positionner plus finement vos images en modifiant les deux derniers chiffres, par exemple pour centrer dans la page.

Il est également possible d'utiliser la fonction "Capturer", puis un traitement de texte comme WORD pour imprimer des dessins.

## Quitter

Permet de sortir de l'application. Cet élément de menu est équivalent à l'élément "Fermer - Alt+F4" du menu système (en haut à gauche de la fenêtre).



*Figure 6 : Dialogue de fin de session*

Une fenêtre de dialogue s'affiche alors pour demander si le travail courant doit être sauvé (même si aucune modification n'a été apportée depuis la dernière sauvegarde).

"Oui" permet de sortir en sauvant les dernières modifications (équivalent à "Fichier/Enregistrer"),

"Non" permet de sortir sans sauver les dernières modifications,

"Annule" permet de continuer le travail.

## Système

Ce menu permet de fixer les symétries du solide par le choix de sa classe de symétrie.

Les 32 classes de symétrie sont accessibles dans FACES. Elles sont organisées en 7 systèmes cristallins : cubique, rhomboédrique, hexagonal, quadratique, orthorhombique, monoclinique et triclinique.

Pour chaque système, un sous-menu permet de préciser la classe (la classe à laquelle appartient chaque minéral se trouve dans les livres de minéralogie ou sites web spécialisés).

Certaines sources ne fournissent que le groupe d'espace (230) des minéraux, et non leur classe de symétrie (32). Pour pouvoir utiliser cette information et effectuer la correspondance, le fichier texte POINTGRP.TXT a été créé. Il fournit la classe de symétrie selon la syntaxe utilisée par FACES.

Dans les menus FACES, les classes sont organisées par symétrie croissante : la dernière de la liste est toujours celle qui possède les éléments de symétrie les plus importants ("holoédrie").

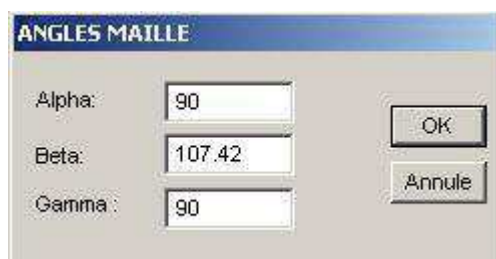
Lors du choix d'une nouvelle classe, les paramètres de définition et de visualisation du solide sont inchangés :

- maille : inchangée,
- orientation : inchangée,
- les formes couramment définies sont conservées : ceci permet de visualiser l'impact des symétries d'une classe sur le solide résultant,
- paramètres de visualisation : inchangés.

Quand les angles entre les axes X, Y, Z peuvent être variables (systèmes monoclinique et triclinique), une fenêtre permet d'en fixer la valeur (cf. ci-dessous).

- alpha est l'angle entre Z et Y,
- beta est l'angle entre X et Z,
- gamma est l'angle entre X et Y.

Le logiciel assure la cohérence des valeurs avec les contraintes de la classe (gamma = alpha=90° pour le système monoclinique, par exemple). Il vérifie de plus que ces trois angles sont compatibles, et dans le cas contraire remet les trois angles à 90°.



*Figure 7 : Définition des angles de la maille*

### **CUBIQUE**

Classes 23,  $2/m$  -3,  $-43m$ , 432 et  $4/m-32/m$  (holoédrie).

### **QUADRATIQUE**

Classes 4,  $-4$ ,  $4/m$ ,  $4mm$ , 422,  $-42m$ ,  $4/m2/m2/m$  (holoédrie).

### **HEXAGONAL**

Classes 6,  $-6$ ,  $6/m$ ,  $-6m2$ ,  $6mm$ , 622,  $6/m2/m2/m$  (holoédrie).

### **RHOMBOEDRIQUE**

Classes 3,  $-3$ , 32,  $3m$ ,  $-32/m$  (holoédrie).

### **ORTHORHOMBIQUE**

Classes  $mm2$ , 222,  $2/m2/m2/m$  (holoédrie).

### **MONOCLINIQUE**

Classes  $m$ , 2,  $2/m$  (holoédrie).

### **TRICLINIQUE**

Classes 1,  $-1$  (holoédrie).

### **Oter symétries**

Transforme le cristal en solide de la classe 1 (triclinique) : toutes les faces sont indépendantes. On peut ainsi définir une profondeur propre par face, ce qui permet de tracer des cristaux plus proches de la réalité (cristaux déformés, ex : anatase tabulaire, quartz faciès comprimé, ...).

## Ajout forme

Ce menu permet d'ajouter de nouvelles formes au solide.

Les symétries de la classe sont appliquées à la nouvelle forme pour déterminer toutes les nouvelles faces découpant le solide.

Ces faces appartenant à une même forme sont tracées avec la même couleur, ce qui permet de mieux appréhender les modifications dues à la forme.

Ces couleurs sont paramétrables dans CONFIG.DAT (voir exemple ci-dessus) : les lignes du fichier contiennent le numéro de couleur, les composantes rouge, vert, bleu de la couleur:

- Le numéro de couleur va de 0 (fond de la zone d'affichage du modèle) au nombre maximum de formes.
- Les composantes de rouge, vert, bleu vont de 0 à 255 (0, 0, 0) = noir, (255, 255, 255) = blanc.

La couleur de fond de la zone d'affichage du modèle est uniquement visualisée à l'écran, elle ne s'imprime pas. La couleur du fond des menus et celle de la zone d'affichage du modèle sont paramétrables de façon indépendante dans CONFIG.DAT

Les couleurs sont définitivement attribuées à la création de la forme. Les couleurs libérées par une destruction sont réutilisées.

La couleur inverse de fond est toujours le noir.

Les couleurs des traits et des textes ne sont pas paramétrables.

Les couleurs non définies dans CONFIG.DAT sont par défaut gris clair.

Le nombre maximum de formes est égal au nombre maximum de faces du solide.

La profondeur par défaut d'une nouvelle forme est variable. A l'ajout d'une nouvelle forme, elle est calculée automatiquement par le programme de manière à rendre au moins une de ses faces visible (certaines autres formes pourront devenir non visibles, en particulier si leurs faces étaient de petite taille).

La profondeur minimum est de 5% et le pas de calcul 2%. Ces deux constantes ne peuvent pas être modifiées.

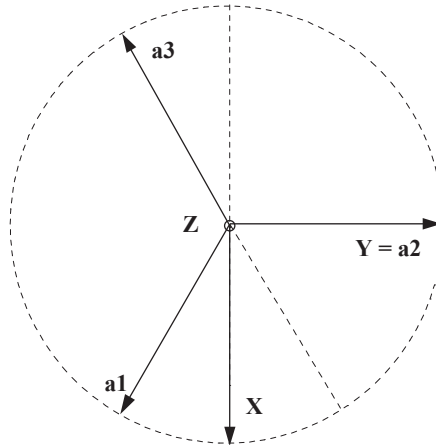
Le solide mis à jour est automatiquement réaffiché par le programme sans aucune autre action de l'utilisateur.

### *Indices d'une forme*

Pour les systèmes rhomboédrique et hexagonal, la notation est la notation de Miller-Bravais "allégée", comportant trois indices et un point (hk.l). On passe de la notation (hk.l) à la notation à 4 indices (hkil), classiquement en ajoutant  $i = -(h+k)$ . Il n'est pas nécessaire de saisir le paramètre "i", qui sera calculé automatiquement par le système.

Les formes les plus courantes sont prédéfinies afin d'en faciliter la sélection. Elles dépendent du système cristallin courant.





*Figure 8 : Axes de coordonnées*

Pour saisir des formes non prédéfinies (ex : 1 -1 0, 5 1 -6 1, ...), utiliser l'élément de menu "Autre...". Ceci permet de saisir les trois indices séparément.

Dans la fenêtre ci-dessous, "h" représente l'indice de Miller pour l'axe X, "k" correspond à Y et "l" à Z. Pour les systèmes rhomboédrique et hexagonal "h" est l'indice de Miller pour a1, "k" correspond à a2 (=Y), "l" correspond à Z, les trois axes étant les axes classiques de base, avec a1 et a2 écartés de 120° et orthogonaux à Z.

Cliquer sur "OK" pour signaler la fin de saisie.

*Figure 9 : Saisie des indices d'une forme*

A l'ajout d'une nouvelle forme, la forme courante est la dernière créée. Quand une nouvelle forme a été créée, sa profondeur peut être modifiée par le menu "Profondeur" ou les touches de fonction F3 et F4. Le pas de coupe garde sa valeur courante.

### **Modification des indices d'une forme existante**

Il est possible de modifier de façon très rapide les indices de la forme courante, par action sur le clavier :

- CTRL-H augmente de 1 le paramètre h,
- CTRL-K augmente de 1 le paramètre k,
- CTRL-L augmente de 1 le paramètre l,
- CTRL-Y diminue de 1 le paramètre h,
- CTRL-I diminue de 1 le paramètre k,
- CTRL-O diminue de 1 le paramètre l.

Un moyen mnémotechnique est le suivant : les touches H K L permettent d'incrémenter h k l, les touches Y I O sont les touches de la rangée suivante du clavier sur un clavier français et effectuent l'opération inverse de ces touches : par exemple, Y est au dessus de H et a pour action de diminuer h. Enfin, CTRL-M permet de modifier les trois indices, par l'emploi de la fenêtre décrite ci-dessus.

### ***Création automatique d'une nouvelle forme entre deux formes existantes***

Cette fonction particulièrement utile permet de créer une forme intermédiaire entre deux formes déjà définies.

Par exemple, elle permet de créer la forme {110} à partir des formes {100} et {010}.

Plus généralement, les formes {h1, k1, l1} et {h2, k2, l2} permettent de créer {h3, k3, l3} où  $h3=h1+h2$ ,  $k3=k1+k2$  et  $l3=l1+l2$ .

Les indices sont simplifiés autant que possible par le programme, par exemple {422} devient {211}.

Pour créer la nouvelle forme, sélectionner la une première face à l'aide du bouton gauche de la souris sur le dessin : les indices de la face sélectionnée sont ceux de la première forme. Cliquer ensuite sur la 2<sup>e</sup> face avec le bouton droit de la souris. La nouvelle forme est calculée avec la profondeur minimale qui la rend visible.

## Oter forme

Cette fonction permet de supprimer la forme courante (affichée en rouge dans le contexte).

Les autres formes demeurent inchangées.

Quand une forme est supprimée, le solide est recalculé automatiquement et la dernière forme existante devient la forme courante. Le pas de coupe est inchangé.

Quand aucune forme n'est plus définie, on revient bien sûr au solide de base, c'est à dire celui obtenu après sélection de la classe et choix des paramètres de maille.

La touche "Del" du clavier a une action identique à celle de la fonction "Oter forme".

L'action simultanée sur " CTRL " et " Z " permet d'annuler la dernière destruction (remis à zéro après le chargement d'un nouveau modèle ou création d'une nouvelle forme).

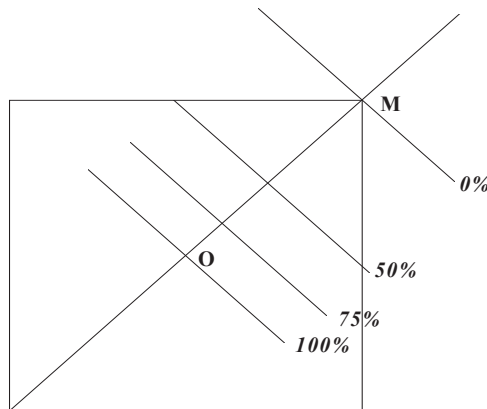
La forme est restaurée à la place qu'elle occupait dans la liste des formes avant la destruction.

Cette annulation ne peut être annulée.

## Profondeur

Cette fonction permet de contrôler l'importance des facettes. Elle agit sur la forme courante.

La profondeur est la proportion de solide enlevée sur une ligne reliant le centre (M) d'une face "posée" sur le solide de base et le centre du solide (O). Les valeurs vont de 0 à 99.99 % (voir ci-dessous) et sont limitées à ces valeurs par le logiciel. Si la profondeur d'une forme est inférieure à 0.01 %, elle n'est pas prise en compte pour les calculs de faces.



Les valeurs les plus courantes sont directement accessibles dans le menu : 5 %, 10 %..., 70 %; ceci permet de "dégrossir" rapidement le solide.

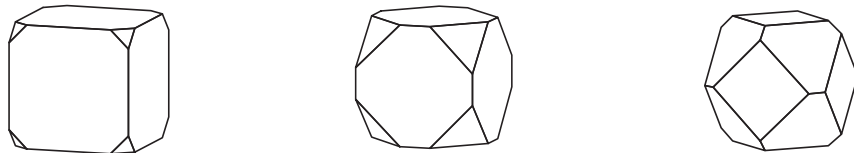


Figure 10 : Influence de la profondeur : troncature à 10%, 25%, 40% d'un cube par un octaèdre

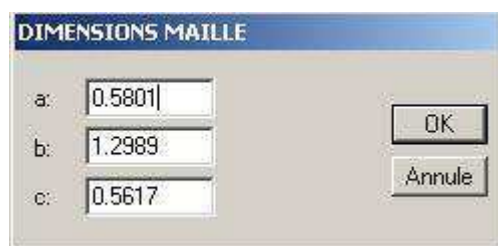
Dans certains cas, il peut être souhaitable de régler avec précision la profondeur ou de couper à plus de 70% : on utilisera pour cela l'élément de menu "Autre", qui permet de saisir la profondeur en pourcentages (ex : 71.5, 54, ...).

### En cas de problème :

Il se peut que pour des valeurs bien particulières de la profondeur, le logiciel ne parvienne pas à calculer le solide. Plusieurs solutions peuvent permettre de résoudre le problème :

1. augmenter ou diminuer très légèrement la profondeur : ceci modifie le calcul sans affecter de façon notable l'aspect du solide à l'écran (voir touches de fonction F2, F3 et F4).
2. changer l'ordre dans lequel sont définies les formes. Pour cela, il faut les noter et créer un nouveau solide où un ordre différent sera adopté.
3. diviser les dimensions de la maille a, b, c par un facteur commun (ex : 10) en se souvenant que ces paramètres doivent rester dans l'intervalle [0.1, 100].

## Maille



*Figure 11 : Définition des paramètres de maille*

Les trois éléments dans la boîte de dialogue permettent de fixer les trois paramètres de la maille.

Les paramètres de maille pour chaque minéral pourront être trouvés dans les livres ou sites web de minéralogie. 60 exemples relatifs à des minéraux courants sont donnés en annexe.

Le logiciel assure la cohérence des valeurs avec les contraintes de la classe ( $a = b = c$  pour le système cubique,  $a = b$  différent de  $c$  pour les systèmes hexagonal et rhomboédrique, ...). Seules les valeurs pertinentes du système en cours sont demandées (ex :  $a$  pour le système cubique,  $a$  et  $c$  pour les systèmes rhomboédrique, hexagonal et quadratique).

Par défaut, après réinitialisation par "Fichier/init" la maille est initialisée à  $a = b = c = 1$ .

Le système met automatiquement l'affichage pour que, quels que soient  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , le solide à l'échelle 1 tienne dans l'écran.

Les unités pour  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , sont sans importance, seules comptent leurs valeurs relatives :  $a = 2$ ,  $b = 1$ ,  $c = 3$  est équivalent à  $a = 4$ ,  $b = 2$ ,  $c = 6$  ou bien à  $a = 1$ ,  $b = 0.5$ ,  $c = 1.5$ .

## Paramètres

Ce menu sert à définir les paramètres qui influent sur la façon dont le solide est affiché : les paramètres de visualisation.

Le solide lui-même reste inchangé, ce qui fait que la prise en compte de ces éléments est instantanée (pas de recalcul des intersections entre faces).

Quand ces éléments ne peuvent prendre que deux valeurs (actif, inactif), l'élément est coché lorsque sa valeur est "actif".

### Visu axes

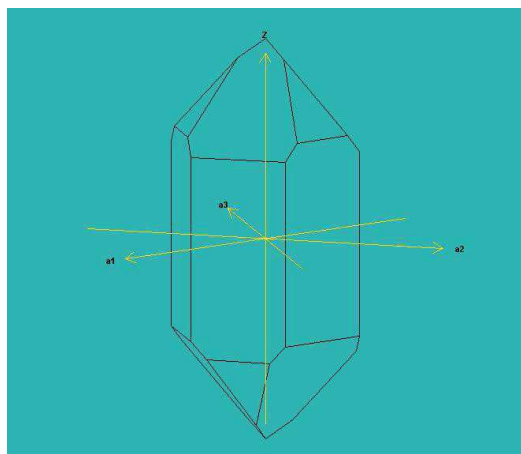
Conditionne l'affichage du trièdre X, Y, Z (ou  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$ , Z dans les systèmes rhomboédrique et hexagonal), symbolisé par trois flèches (ou 4 en rhomboédrique et hexagonal) et une lettre à la fin de chaque axe.

La longueur de chacun des axes est indépendante de l'échelle ainsi que de la maille, et est égale à 1/3 de la hauteur de la fenêtre.

L'affichage des lettres X, Y et Z (ou  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$ , Z) est indépendant de la police utilisée pour afficher les indices de faces.

Les axes sont jaunes à l'écran, noirs dans les métafichiers (.EMF) et sur imprimante.

La valeur par défaut est "sans visualisation des axes".



*Figure 12 : Visualisation des axes*

### Inversion aff.

Permet d'afficher le solide sur un fond noir.

Les traits et les textes sont alors affichés en blanc (indices de faces, trièdre).

La sortie sur imprimante ne se fait pas sur fond noir.

### Sens rotation

Permet d'inverser le sens de rotation pour les fonctions Rot X, Rot Y, Rot Z (c'est à dire selon les axes du solide).

Pour ce qui est des axes écran, les ascenseurs permettent de se déplacer dans les deux sens.

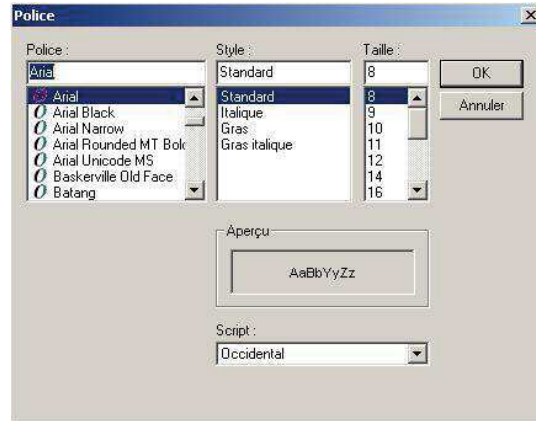
Ceci est utile en particulier quand on dépasse une position intéressante et souhaite y revenir sans faire un tour complet.

La valeur par défaut est "sens direct" (sens de rotation positif).

### Style indices

Contrôle l'aspect des indices de faces : la police (Arial, Times, ...), la hauteur (8, 10, ...) et le style (italique, gras, ...).

Les valeurs saisies sont conservées à l'intérieur d'une même session. Elles sont remises à zéro par la fonction "Fichier/Init".



*Figure 13 : Contrôle de l'aspect des indices de faces*

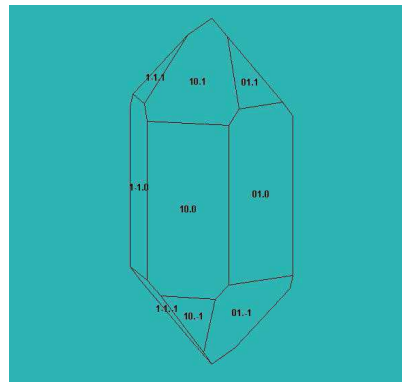
### Affiche indices

Définit si les indices de faces sont affichés ou non. La valeur par défaut est "sans indices".

Les indices seront affichés automatiquement au centre de gravité 3D exact de toutes les faces vues, avec les caractéristiques (hauteur, police, style) définies dans "Style indices".

Les indices sont affichés sans parenthèses : hkl ou hk.l pour les systèmes rhomboédrique et hexagonal.

Quand cette fonction est activée pour la première fois, la fenêtre "Style indices" s'affiche automatiquement.



*Figure 14 : Affichage des indices de faces*

### Echelle

Définit l'échelle de sortie du solide à l'écran et sur l'imprimante.

La valeur par défaut est 1, la valeur maximum est 100, la valeur minimum est 0.1.

## Commentaire

Il est possible de donner une description à chacun des modèles par la fonction "Paramètres/Commentaire" (256 caractères max.).

Ceci permet par exemple de donner l'espèce décrite, la provenance de l'échantillon, l'ouvrage de référence, etc.

Ce texte (optionnel) est stocké dans le modèle et sera rappelé chaque fois que le fichier sera chargé. Il s'affiche en bas de l'écran. En cliquant sur ce texte, la fenêtre permettant de le modifier s'affiche automatiquement.

## Couleur ombrage

La couleur de base définit la couleur du solide affiché en mode "ombrage".

Elle peut être modifiée dynamiquement par le menu "Paramètres/Couleur ombrage", qui demande successivement les composantes rouge, vert, bleu de la couleur de base (de 0 à 255).

La couleur de base est également modifiable par des raccourcis clavier. Ils ajoutent ou retranchent à la valeur courante une valeur égale au pas de rotation (touche F1).

- CTRL-R : augmente la composante **Rouge**,
- CTRL-G augmente la composante verte (anglais **Green**),
- CTRL-B augmente la composante **Bleue**,
- CTRL-E diminue la composante rouge, (touche à gauche de R sur un clavier français),
- CTRL-F diminue la composante verte, (touche à gauche de G sur un clavier français),
- CTRL-V diminue la composante bleue. (touche à gauche de B sur un clavier français).

La couleur de base est un nouvel attribut du solide et est stockée avec le modèle.

CONFIG.DAT sert à donner une valeur par défaut aux modèles provenant d'une version antérieure.

## Paramètres fichier

En plus de la définition du solide lui-même (maille, formes), il est possible de stocker la façon dont il est visualisé (stéréo, visibilité des axes, ... c'est à dire tous les paramètres de visualisation).

Trois scénarios sont possibles lors de la restauration d'un fichier ".FAC" stocké, en fonction de l'élément de menu choisi :

- **"Inchangés"** : lors du chargement d'un modèle, les paramètres de visualisation ne subissent aucun changement. Par exemple si on est en mode "pointillés" et que le modèle est stocké en "ombré", le nouveau solide est affiché en "pointillés".
- **"Réinitialisés"** : les paramètres de visualisation sont remis à leur valeur par défaut (celles utilisées lors de "Fichier/Init"). Avec l'exemple précédent, le solide est affiché en "remplissage" (polygones de couleur).
- **"Dans fichier"** : les nouveaux paramètres de visualisation sont pris dans le fichier. Le solide est alors affiché exactement comme il apparaissait lors du stockage. Avec l'exemple précédent, le solide est affiché en "ombré".

Par défaut, au démarrage de la session, le mode de travail est "Dans fichier".



## Stéréogramme

Il est possible de générer le stéréogramme correspondant aux faces **visibles** du solide en cours.

Rappelons que les pôles situés au dessus de l'équateur (ainsi que sur l'équateur) sont figurés par un cercle, les autres par une croix.

### Afficher

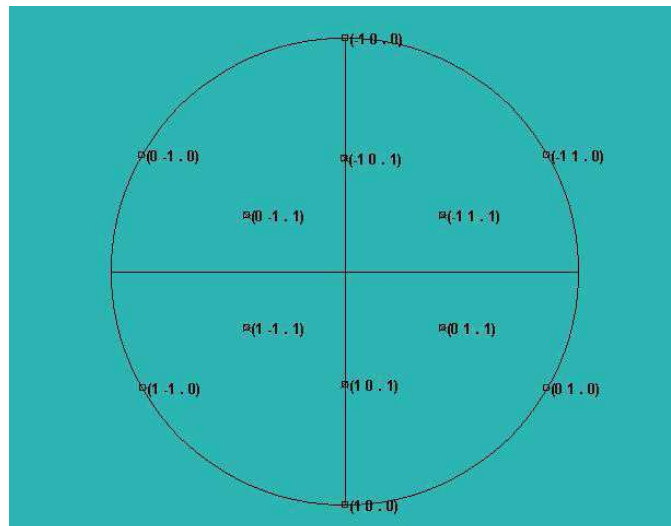
Le stéréogramme s'affiche à la place du solide.

Sa taille à l'écran est fixe et indépendante de l'échelle de visualisation courante, ceci permet d'avoir toujours un dessin bien dimensionné.

Si l'affichage des textes est actif, ceux-ci sont affichés pour le demi-espace supérieur (pour les systèmes rhomboédrique et hexagonal, seule la forme est affichée).

Le contrôle de recouvrement des textes se fait par ajustement de la taille de la police de caractères.

Toute action sur le modèle (ex : réaffichage, rotations) fait réapparaître le solide.



*Figure 15 : Stéréogramme du cristal de quartz exemple*

### Capturer

Cette action permet de stocker le tracé du stéréogramme dans un fichier ".EMF" utilisable dans un traitement de texte de la même façon que les fichiers ".EMF" générés par "Fichier/Capturer".

Comme pour la sortie écran, l'échelle de sortie est constante : le logiciel de traitement de texte pourra modifier la taille de l'objet ultérieurement.

### Imprimer

Permet de sortir le stéréogramme sur imprimante, en utilisant les caractéristiques (taille espace, position centre) définies dans CONFIG.DAT.

La taille sur le papier du stéréogramme dépend de l'échelle.

Modifier l'échelle d'affichage du cristal pour changer la taille sur le papier.

## Info

Informations diverses sur le logiciel.

### *A propos de FACES*



Figure 16 : Affichage du numéro de version

Permet d'afficher le numéro de version de FACES.

Ce numéro est également inscrit dans les fichiers ".FAC", ce qui permet d'assurer la compatibilité ascendante (modèles créés avec la version N lisibles par la version N+1)

### *Informations légales*

Provoque l'affichage du fichier README.TXT, contenant les informations légales du logiciel.

Si l'affichage ne se fait pas correctement, vérifier que le programme NOTEPAD.EXE (Bloc notes) figure bien dans un des répertoires de la variable PATH.

## Boutons de contrôle de l'affichage

Ces boutons, situés dans le coin inférieur gauche de la fenêtre, ont pour but de définir de façon très facile l'orientation du cristal ainsi que son mode de tracé.



Figure 17 : Boutons de contrôle de l'affichage

### ROTX, ROTY, ROTZ

Le logiciel permet de faire tourner le solide autour de son centre en utilisant deux jeux d'axes : les axes liés au cristal (dénommés X, Y, Z) ou bien les axes liés à l'écran (axe horizontal, axe vertical, axe frontal). Ces derniers ont bien évidemment une position fixe qui ne peut être modifiée.

Les boutons "Rot.X", "Rot.Y" et "Rot.Z" permettent de faire tourner le solide autour de ses axes de référence X, Y, Z, quel que soit le système cristallin (on ne tourne pas autour de  $a_1$  en système hexagonal ou rhomboédrique).

Le pas de rotation, c'est à dire la valeur ajoutée aux angles de rotation, est défini par la touche F1.

Son signe est positif par défaut (ou négatif si on a inversé le sens par "Paramètres/Sens rotation") et sa valeur par défaut est  $10^\circ$ .

### CLINO.

La représentation conventionnelle d'un cristal se fait en vue dite "clinographique".

C'est un cas particulier de rotation "écran" pour lequel les angles sont (0, 9.5, -18.4).

Le bouton " Clino " est un raccourci pratique pour réorienter son cristal après de nombreuses rotations.

### ROT. ECRAN

Permet de définir les angles (en degrés) de rotation du solide dans le référentiel de l'écran (à la différence des boutons Rot X, Rot Y, Rot Z qui permettent de faire tourner le solide autour d'axes qui lui sont liés).

Ce référentiel est fixe, quelle que soit la position du solide : axe vertical de l'écran, axe horizontal de l'écran et axe frontal perpendiculaire aux précédents.



Figure 18 : Saisie d'une rotation en axes écran

Les rotations selon les axes écran peuvent également se faire directement par l'usage des ascenseurs et de la souris :

- Rotation selon l'axe vertical de l'écran, par usage des flèches "gauche" et "droite" ou le curseur de l'ascenseur horizontal. On peut effectuer les mêmes rotations en pressant sur le bouton gauche de la souris et en le gardant enfoncé, tandis qu'on déplace la souris horizontalement.
- Rotation selon l'axe horizontal de l'écran, par usage du curseur ou des flèches "haut" et "bas" de l'ascenseur vertical. On peut effectuer les mêmes rotations en pressant sur le bouton gauche de la souris et en le gardant enfoncé, tandis qu'on déplace la souris verticalement.
- Pour le troisième axe (perpendiculaire à l'écran), une solution différente a été retenue : presser sans relâcher la touche "Ctrl" ainsi que le bouton gauche de la souris et déplacer la souris dans la zone d'affichage du solide, dans n'importe quel sens. Chaque mouvement élémentaire provoque une rotation dans le sens des aiguilles d'une montre. Ce sens peut être inversé si on presse "majuscule" au lieu de "Ctrl".

La sensibilité de rotation, définie par la touche F1, s'applique également aux rotations en axe écran.

Afin d'initialiser rapidement l'orientation d'un cristal (ex : pour la réinitialiser à (0, 0, 0)), le bouton "Rot. écran" est toujours actif, mais son contenu n'est pas actualisé après rotations XYZ ou écran. Les rotations écran sont appliquées dans un ordre approprié pour fournir des vues clinographiques avec axe Z vertical pour tous les systèmes : valeur des rotations (0; 9.5, -18.4).

## **Stereo H**

La meilleure façon d'appréhender un solide en trois dimensions est d'en réaliser des images en relief. La génération d'images en relief est possible de deux façons différentes :

- la première consiste à réaliser des prises de vues une par une, dont l'ensemble, observé à l'aide d'un stéréoscope fournira l'impression de relief. Pour ceci, utiliser la fonction "Rot. écran" pour positionner le solide à votre convenance et notez les angles saisis. Ceci étant fait, demandez à nouveau la rotation en angles écran, en ajoutant 3° à la rotation autour de l'axe vertical et stockez la première image. C'est la vue de l'œil gauche. Répétez l'opération en enlevant cette fois 3° à la valeur initiale. C'est la vue de l'œil droit.
- la seconde permet de réaliser des couples stéréo sur papier, qui faudra observer à l'aide d'une petite visionneuse. Cette fonction est entièrement intégrée au logiciel et s'utilise de la façon suivante :
  - Utiliser la fonction "Rot. écran" pour positionner le solide à votre convenance. Ici, nul besoin de stocker les angles saisis (sauf si bien sûr vous voulez les faire évoluer par la suite).
  - Ceci fait, sélectionnez le bouton "Stéréo H". Le solide apparaît cette fois en deux exemplaires disposés horizontalement, chacun représentant la vue de l'œil correspondant. L'échelle n'est pas modifiée : il est du ressort de l'utilisateur de choisir l'échelle satisfaisante permettant d'éviter les superpositions sur le papier.

### Astuces :

- 1- Avant impression, activez l'option "Pointillés", le résultat final n'en sera que plus saisissant.
- 2- Pour faire varier l'écartement des deux vues, et s'adapter ainsi à d'autres stéréoscopes, voici comment il faut procéder. En premier lieu, multiplier la première ligne de CONFIG.DAT (taille espace et position centre) par  $xx/6$  où  $xx$  est l'écartement souhaité, en centimètres, entre les deux vues. Ceci provoque à échelle constante des affichages plus gros si  $xx > 6$ . Pour conserver

la même taille, reprendre l'échelle de sortie et la multiplier par 6/xx. Ainsi les graphiques auront toujours la même taille, mais seront différemment écartés.

- 3- En jouant sur la largeur, la hauteur de la fenêtre, l'échelle de sortie et la distance par rapport à l'écran, il est possible de voir directement en stéréo sur l'écran. L'action sur les touches clavier "page précédente" et "page suivante" (flèches barrées de 3 traits) permet de faire varier l'écartement des vues à l'écran (à l'écran seulement, pas sur papier).

Le mode stéréo est un mode de travail à part entière et les opérations suivantes sont possibles, tout en affichant les 2 vues : modification des paramètres d'affichage (pointillés, axes, échelle, ...), ajout/suppression de formes, changement de classe cristalline et surtout rotation en axes écran.

En mode stéréo, les rotations autour des axes X, Y, Z du solide sont valides, ainsi que les rotations en axes écran (à l'aide du menu, des ascenseurs ou de la souris). Les couples stéréo utilisent la position courante du solide (+ ou - 3° autour de l'axe vertical de l'écran), que celle-ci ait été obtenue par des rotations écran, XYZ ou les deux.

### **Stereo V**

"Stereo V" permet la visualisation de couples stéréo, placés l'un sous l'autre et non l'un à côté de l'autre comme dans "Stereo H".

Ceci permet l'emploi de certains stéréoscopes à miroir. Les reste des fonctionnalités est identique.

### **1-4 vues**

Cette fonction partage l'écran en 4 parties égales.

Dans chacune, le solide est affiché avec un mode d'affichage différent (non modifiable), mais une orientation commune.

Ceci permet aux utilisateurs non familiarisés avec les différents modes d'affichage 3D d'appréhender la même réalité sous 4 formes différentes.

La sortie sur imprimante ne prend en compte que la première vue, en haut à gauche.

### **3 vues**

Cette fonction partage l'écran en quatre parties égales.

Dans trois d'entre elles, le solide est affiché avec l'œil placé le long de X, Y ou Z.

Ceci permet de voir le cristal simultanément de face, de profil et de dessus.

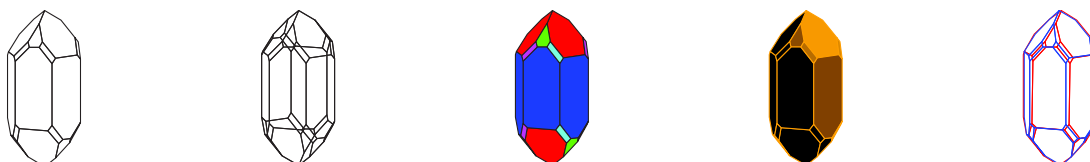
La sortie sur imprimante ne prend en compte que la première vue, en haut à gauche.

### Boutons « mode d'affichage »

En complément des boutons de contrôle de l'affichage situés en bas à gauche, un bandeau de boutons situé directement sous l'affichage du modèle, permet de sélectionner rapidement le mode d'affichage.



*Figure 19 : Boutons de sélection du mode d'affichage*



*Figure 20 : Les cinq modes d'affichage d'un solide*

### Pointillés

Visualisation des faces vues en trait plein et des faces cachées en pointillés.

Dans ce mode, si on visualise les indices de faces, ceux-ci sont affichés sur toutes les faces. En mode d'affichage avec pointillés, la sélection d'une face à la souris retourne celle qui se trouve à l'avant du cristal.

Pour sélectionner celle qui est derrière, faire une rotation de 180° autour des axes horizontaux ou verticaux de l'écran.

### Remplissage

Affichage des faces vues uniquement avec un remplissage de couleur unie.

La définition de ces couleurs est effectuée dans CONFIG.DAT.

### Trait

Visualisation en trait plein des arêtes des faces vues uniquement.

### Ombre

Visualisation du solide éclairé par une source de lumière d'intensité constante.

Dans ce mode toutes les faces du modèle sont affichées en dégradés de la couleur de base de CONFIG.DAT ou définie par menu (voir Paramètres/couleur ombrage) ou par raccourcis clavier (Ctrl-R...).

Le contour des faces n'est pas affiché et une valeur minimale (couleur ambiante) est appliquée aux faces, pour un rendu plus réaliste.

La source de lumière est placée par défaut sur l'axe (1, 1, 1) en coordonnées écran (en haut, à droite et en avant). On peut la déplacer en utilisant les touches "flèches" du clavier : "flèche haute" monte la source, "flèche basse" la descend, "flèche gauche" la fait tourner dans le sens gauche - derrière - droite - devant, "flèche droite" la fait tourner dans le sens opposé.

A chaque action clavier, la source se déplace d'un angle qui est le même que celui de la rotation du solide (sensibilité définie par F1).

La valeur par défaut est "remplissage" (faces remplies uniformément).

### **Anaglyphe**

La fonction anaglyphe permet l'affichage en 3D d'un cristal unique en mode ligne ou pointillés.

Les anaglyphes sont observables à l'aide de lunettes anaglyphes, produisant une impression de relief.

Deux images superposées sont affichées sur un fond noir : une pour l'œil gauche (rouge par défaut) et une autre pour l'œil droit (bleue par défaut).

Les couleurs sont paramétrables dans CONFIG.DAT.

Il est possible d'afficher les axes et indices de faces en 3D ainsi que le contexte (comprenant la définition des formes).

La désignation à la souris de la forme courante s'opère sur la vue de l'œil gauche.

Les fonctions suivantes ne sont pas actives en mode anaglyphe : remplissage, ombrage, stéréo, inverse.

L'affichage en mode anaglyphe est stocké dans le fichier du modèle.

Le retour du mode anaglyphe (sélection à nouveau sur le bouton "Anaglyphe") est le mode "Trait" (avec ou sans pointillés).

## Touches de fonction (F1...F9, F11, F12)

Afin de permettre des modifications rapides du solide, les touches de fonction F1 à F9, F11 et F12 ont été associées à des traitements pratiques.

<b>F1</b> PAS ROTATION	<b>F2</b> PAS COUPE	<b>F3</b> COUPE +	<b>F4</b> COUPE -	<b>F5</b> PAS ZOOM	<b>F6</b> ZOOM +
<b>F7</b> ZOOM -	<b>F8</b> SUIVANT	<b>F9</b> PRECEDENT	<b>F10</b> -	<b>F11</b> VITESSE ROT +10%	<b>F12</b> VITESSE ROT -10%

*Figure 21 : Signification des touches de fonction*

### Contrôle de l'affichage (F1)

F1 permet de définir le "pas de rotation", c'est à dire la valeur de l'angle (en degrés) qui sera ajoutée ou retranchée à la valeur courante par Rot X, Rot Y ou Rot Z ou par les rotations.

La valeur initiale est de 1.

Une action sur F1 permet de passer à la valeur 0.1, puis 10, puis 1 et ainsi de suite.

La valeur courante du pas de rotation est affichée dans le contexte (cf. vue générale de l'écran FACES).

**NB : F1 est aussi utilisée par d'autres fonctions nécessitant une sensibilité (ex : couleur ombrage, position source de lumière).**

### Contrôle de la profondeur de coupe (F2, F3, F4)

F2 permet de définir le "pas de coupe", c'est à dire la valeur de la profondeur qui sera ajoutée ou retranchée à la valeur courante par F3 et F4.

La valeur initiale est de 10 (10%).

Chaque action sur F2 divise par 10 le pas de coupe, c'est à dire que la coupe devient plus précise. Les valeurs suivantes sont donc 1, 0.1, 0.01. Quand la valeur vaut 0.01, l'action sur F2 remet le pas de coupe à 10 (ceci se passe à la création d'une nouvelle forme, suppression d'une forme, chargement d'un modèle depuis fichier).

La valeur courante du pas de coupe est affichée dans le contexte (cf. vue générale de l'écran FACES).

Rappel : la profondeur de coupe est comprise entre 0 et 99.99 % Elle est affichée avec une précision de 0.01 %.



F3 ajoute pour la forme courante le pas de coupe à la profondeur de coupe.

La forme courante coupe davantage le solide, les faces résultantes sont plus grandes.

F4 retranche pour la forme courante le pas de coupe à la profondeur de coupe.

La forme courante coupe moins le solide.

Les fonctions F3 et F4 peuvent servir à régler avec précision la profondeur de coupe et éviter les singularités lors des calculs d'intersection.

### ***Contrôle de l'échelle (F5, F6, F7)***

F5 permet de définir le "pas d'échelle", c'est à dire la valeur d'échelle qui sera ajoutée ou retranchée à la valeur courante par F6 et F7.

La valeur initiale est de 0.1.

Une action sur F5 permet de passer à la valeur 0.01, puis 1, puis 0.1 et ainsi de suite.

La valeur courante du pas d'échelle est affichée dans le contexte (cf. vue générale de l'écran FACES).

L'échelle est comprise entre 0.1 et 100.

F6 ajoute le pas d'échelle à l'échelle courante. Le solide apparaît plus grand (Zoom+).

F7 retranche le pas d'échelle à l'échelle courante. Le solide apparaît plus petit (Zoom-).

### ***Sélection de la forme courante (F8, F9)***

Par défaut la forme courante est la dernière créée. Quand la forme courante change, la nouvelle forme courante est visualisée par un hachurage temporaire noir (blanc en cas d'affichage inversé) qui disparaîtra dès le prochain réaffichage.

F8 définit la forme suivante comme la forme courante.

Si la forme est déjà la dernière, cette touche est sans action.

F9 définit la forme précédente comme la forme courante.

Si la forme est la première, cette touche est sans action.

Il est également possible de sélectionner directement la forme courante par action de la souris. Il suffit pour cela de positionner le curseur dans la face considérée et de presser le bouton gauche de la souris..

Si le mode "anaglyphe" est actif, la face sélectionnée correspond à la vue de gauche (habituellement rouge).

Il est possible de sélectionner une forme directement dans le contexte (même si cette forme ne résulte pas dans des faces visibles).

La sélection d'une forme dans le contexte à l'aide du **bouton droit de la souris** a aussi pour effet de la sélectionner, mais en plus le programme calcule automatiquement la nouvelle profondeur qui rendra la forme visible. C'est un moyen rapide pour voir à nouveau une forme rendue invisible par d'autres opérations. Le calcul automatique a les mêmes caractéristiques que celui qui est effectué à l'ajout d'une nouvelle forme (profondeur min., précision, réaffichage automatique).

La forme courante est affichée en rouge dans le contexte

Le solide de base n'est pas sélectionnable car on ne peut pas faire d'opération de modification de profondeur, suppression sur ses faces.

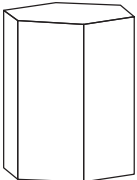
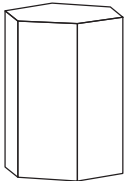
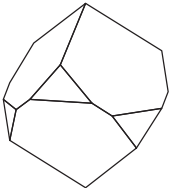
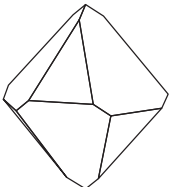
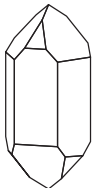
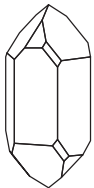
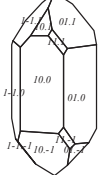
### ***Vitesse de rotation automatique (F11, F12)***

Il est possible de demander une rotation automatique du modèle. Pour cela, placer le pointeur de la souris dans la fenêtre d'affichage du modèle, presser la touche de droite de la souris, déplacer la souris en maintenant la touche enfoncée et la libérer en fin de mouvement. L'axe de rotation est défini par l'orientation du segment reliant les deux points. Plus la longueur de ce segment est importante, plus la rotation automatique est rapide.

La touche F11 permet d'augmenter de 10 % la vitesse rotation ainsi définie, F12 de la ralentir d'autant. La touche F1 permet d'attribuer une vitesse de rotation prédéfinie.

L'animation s'arrête en cliquant avec le bouton gauche dans la fenêtre d'affichage du modèle.

## Un exemple pratique : construction d'un cristal de quartz

Résultat	Opération
	Fichier/Init Système/Rhomboédrique/32 Orientation clinographique (bouton " Clino. ") <i>Les paramètres d'affichage précédents sont réinitialisés</i> <i>Le solide est initialisé avec un prisme, puis orienté</i>
	Maille/a=4.9133 c=5.4053 <i>Les paramètres cristallins du quartz sont saisis</i>
	Paramètres/Echelle 1.5 Ajout forme {011} Profondeur 60% <i>Création du rhomboèdre direct (r).</i>
	Ajout forme {101} Profondeur/Autre 57% <i>Création du rhomboèdre inverse (z).</i>
	Ajout forme {100} Profondeur 50% <i>Création des faces du prisme, celles ci ayant été supprimées par les deux rhomboèdres.</i> <i>Cette opération est particulièrement intéressante, car c'est elle qui permet de faire varier l'allongement du cristal.</i>
	Ajout forme {111} Profondeur/Autre 62% <i>Création de la forme 's'.</i>
	Paramètres/Style indices/Arial + italique + 8 Paramètres/Affiche indices <i>Habillage final du solide.</i>

## Paramètres physiques de 60 minéraux courants

<i>Espèce</i>	<i>Système</i>	<i>Classe</i>	<i>a:b:c</i>	<i><math>\alpha, \beta, \gamma</math></i> (notation décimale)
ADAMITE	orthorhombique	2/m 2/m 2/m	8,306:8,524:6,043	
ALLANITE-(Ce)	monoclinique	2/m	8,932:5,770:10,158	$\beta=114,69^\circ$
ANATASE	quadratique	4/m 2/m 2/m	3,73:3,73:9,37	
ANGLESITE	orthorhombique	2/m 2/m 2/m	6,959:8,482:5,398	
ARSENOPYRITE	monoclinique	2/m	5,74:5,68:5,79	$\beta=112,17^\circ$
AZURITE	monoclinique	2/m	10,35:5,85:5,00	$\beta=92,20^\circ$
BARITE	orthorhombique	2/m 2/m 2/m	7,157:8,884:5,457	
BASTNAESITE-(Ce)*	hexagonal	-6 m 2	7,16:7,16:9,79	
BERYL	hexagonal	6/m 2/m 2/m	9,21:9,21:9,17	
BOURNONITE	orthorhombique	m m 2	8,168:8,712:7,811	
BROCHANTITE	monoclinique	2/m	12,756:9,863:6,030	$\beta=90^\circ$
BROOKITE	orthorhombique	2/m 2/m 2/m	5,436:9,166:5,135	
CALCITE	rhomboédrique	-3 2/m	4,98:4,98:17,02	
CASSITERITE	quadratique	4/m 2/m 2/m	4,738:4,738:3,188	
CELESTITE	orthorhombique	2/m 2/m 2/m	6,870:8,371:5,355	
CERUSITE	orthorhombique	2/m 2/m 2/m	5,172:8,480:6,130	
CHALCANTHITE	triclinique	-1	6,12:10,7:5,97	$\alpha=97,35^\circ \beta=107,10^\circ \gamma=77,33^\circ$
CHALCOPHYLLITE	rhomboédrique	-3 2/m	10,77:10,77:57,5	
CHALCOPYRITE	quadratique	-4 2 m	5,24:5,24:10,30	
CINABRE	rhomboédrique	3 2	4,160:4,160:9,540	
CUIVRE	cubique	4/m -3 2/m	3,615:3,615:3,615	
CUPRITE	cubique	4/m -3 2/m	4,252:4,252:4,252	
EPIDOTE	monoclinique	2/m	8,90:5,63:10,20	$\beta=115,4^\circ$
ERYTHRITE	monoclinique	2/m	10,118:13,433:4,762	$\beta=101,9^\circ$
FERROAXINITE	triclinique	-1	8,957:9,218:7,163	$\alpha=102,7^\circ \beta=98,03^\circ \gamma=88,03^\circ$
FLUORAPATITE	hexagonal	6/m	9,368:9,368:6,884	
GROSSULAIRE	cubique	4/m -3 2/m	11,851:11,851:11,851	
GYPSE	monoclinique	2/m	6,286:15,213:5,678	$\beta=114,1^\circ$
HEMATITE	rhomboédrique	-3 2/m	5,032:5,032:13,737	
HEMIMORPHITE	orthorhombique	m m 2	8,370:10,719:5,120	
LANGITE	orthorhombique	m m 2	6,02:11,2:7,12	
LINARITE	monoclinique	2/m	9,691:5,650:4,687	$\beta=102,66^\circ$
MAGNETITE	cubique	4/m -3 2/m	8,374:8,374:8,374	
MARCASSITE	orthorhombique	2/m 2/m 2/m	4,436:5,414:3,381	
MIMETITE*	hexagonal	6/m	10,26:10,26:7,44	
MONAZITE-(Ce)	monoclinique	2/m	6,761:6,966:6,473	$\beta=103,58^\circ$
NATROLITE	orthorhombique	m m 2	18,295:18,615:6,603	
OLIVENITE	orthorhombique	2/m 2/m 2/m	8,22:8,64:5,95	
PHARMACOSIDERITE	cubique	-4 3 m	15,961:15,961:15,961	
PROUSTITE	rhomboédrique	-3 2/m	10,77:10,77:8,67	
PYRITE	cubique	2/m -3	5,405:5,405:5,405	
PYROMORPHITE*	hexagonal	6/m	10,00:10,00:7,33	
QUARTZ*	rhomboédrique	3 2	4,913:4,913:5,405	
REALGAR	monoclinique	2/m	9,27:13,5:6,56	$\beta=106,55^\circ$

RHODONITE	triclinique	-1	7,669:12,22:6,702	$\alpha=93,97^\circ$ $\beta=93,07^\circ$ $\gamma=68,20^\circ$
RUTILE	quadratique	4/m 2/m 2/m	4,58:4,58:2,95	
SCHEELITE	quadratique	4/m	5,246:5,246:11,349	
SCHORL	rhomboédrique	3 m	16,095:16,095:7,136	
SCORODITE	orthorhombique	2/m 2/m 2/m	10,36:10,05:8,98	
SOUFRE	orthorhombique	2/m 2/m 2/m	10,45:12,84:24,46	
SPHALERITE	cubique	-4 3 m	5,43:5,43:5,43	
TETRAEDRITE	cubique	-4 3 m	10,33:10,33:10,33	
TITANITE	monoclinique	2/m	6,56:8,72:7,44	$\beta=119,74^\circ$
TOPAZE	orthorhombique	2/m 2/m 2/m	4,649:8,796:8,390	
TORBERNITE	quadratique	4/m 2/m 2/m	7,06:7,06:20,54	
VANADINITE	hexagonal	6/m	10,323:10,323:7,346	
VESUVIANITE	quadratique	4/m 2/m 2/m	15,5:15,5:11,80	
WULFENITE	quadratique	4/m	5,435:5,435:12,11	
XENOTIME-(Y)	quadratique	4/m 2/m 2/m	6,904:6,904:6,035	
ZIRCON	quadratique	4/m 2/m 2/m	6,612:6,612:5,994	