

# Thème 4 : Son et musique, porteurs d'information

## Chapitre 2 : Musique et nombres

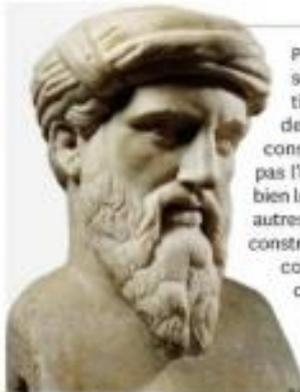
### Activité 2 : LA CONSTRUCTION DES GAMMES NATURELLES

Certains intervalles « sonnent bien », ils sont consonants. Mais pour écrire une musique agréable à l'oreille, deux notes ne suffisent pas, il faut un ensemble de notes qui peuvent s'harmoniser : une gamme.

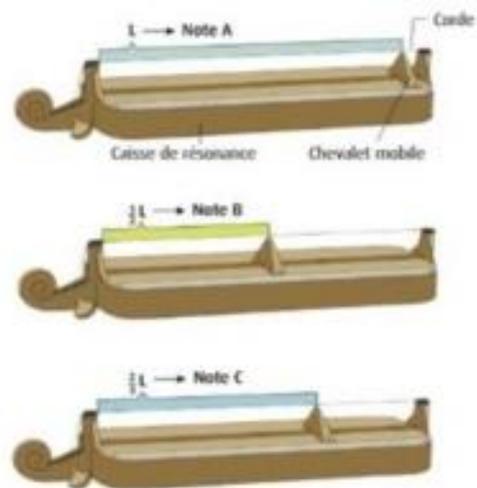
**Problématique** : Comment des intervalles consonants ont-ils permis de construire une gamme ?

### L'invention du cycle des quintes

#### DOC 1 : Musique et mathématiques

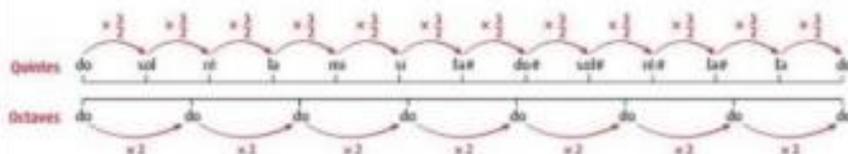
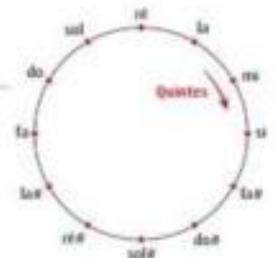


Pour Pythagore (570-495 avant J.-C.) et ses disciples, la sagesse des mathématiques et la beauté de la musique vont de pair. Ils comprennent que ce qui constitue la base de l'harmonie, ce n'est pas l'objet physique qui produit le son, mais bien les nombres qui lient les sons les uns aux autres. C'est grâce à ces nombres qu'ils vont construire une échelle musicale, ou gamme, constituée d'un nombre limité de sons classés du plus grave au plus aigu. Pour définir les nombres qu'ils vont utiliser, les Pythagoriciens ont recours à une monocorde, et à un chevalet qui permet de faire varier la longueur de la corde. À tension égale, plus la longueur de la corde est petite, plus le son obtenu est aigu. Ils remarquent que les notes A et B, dont le rapport des longueurs est  $1/2$ , se ressemblent beaucoup : elles forment une octave. Par ailleurs les notes A et C, dont le rapport des longueurs est  $2/3$ , sont consonantes : elles forment une quinte.



#### DOC 2 : Le cycle des quintes

Les Pythagoriciens utilisent la quinte et l'octave pour créer d'autres notes. Pour monter d'une quinte, il suffit de multiplier la fréquence fondamentale par  $3/2$ . Pour monter d'une octave, il faut la multiplier par 2. Au bout de 12 quintes et 7 octaves, ils retombent presque sur la même note : le cycle semble se refermer.

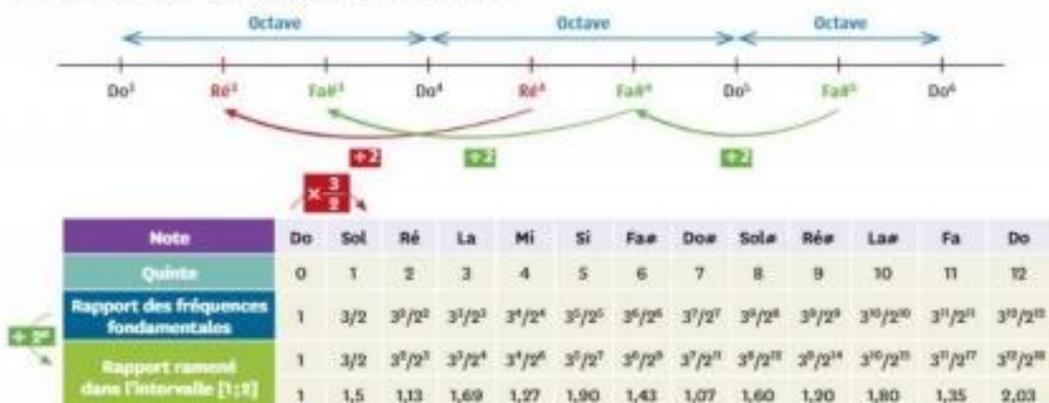




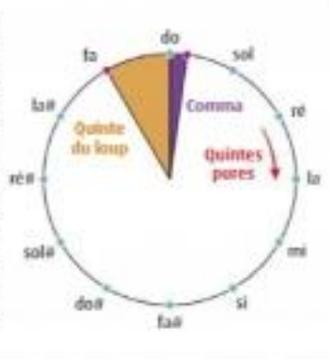
## Les gammes naturelles

### DOC 3 : La normalisation

Afin d'obtenir une gamme, il faut commencer par ramener les 12 notes créées grâce au cycle des quintes à l'intérieur d'une seule octave. Pour cela, il suffit de diviser leurs rapports par 2 jusqu'à ce qu'ils arrivent dans l'intervalle [1;2]. Cette opération s'appelle la normalisation.



On remarque que le rapport de la dernière note du cycle des quintes vaut 2,03 et ne retombe donc pas pile sur 2. En effet, l'intervalle des 12 quintes pures  $(3/2)^{12}$  représente une étendue légèrement supérieure à celle de l'intervalle de 7 octaves  $(2^7)$ . Dans la dernière étape de la construction d'une gamme naturelle, pour retomber sur 2, il faut donc raccourcir la dernière quinte d'un comma, qui correspond à la différence entre les deux intervalles. Cette quinte est appelée quinte du loup car, elle « hurle ».



#### 12 notes

La gamme chromatique, ou gamme de Pythagore, est l'ensemble des douze notes du cycle des quintes normalisées. Elle comporte sept notes principales et cinq notes dièse (#).

#### 7 notes

La gamme diatonique ne contient que les sept notes principales de la gamme chromatique.

#### 5 notes

La gamme pentatonique possède cinq notes : les cinq premières notes du cycle des quintes normalisées.

### DOC 4 La quinte du loup.

### DOC 5 Les gammes naturelles.

#### QUESTIONS :

1. Identifier les deux rapports que les Pythagoriciens vont utiliser pour construire une échelle musicale et expliquer ce choix (**doc 1**).
2. En partant d'un Do de fréquence 523 Hz, calculer la fréquence du Mi et du Sol # du cycle des quintes (**doc 2**).
3. Repérer dans quelles octaves du doc 2 se situent ces deux notes et en déduire les puissances de 2 à utiliser pour les normaliser (**docs 2 et 3**).
4. Placer les notes dans l'ordre croissant des rapports de fréquences pour construire une gamme (**doc 3**).
5. Calculer la valeur du comma (**doc 4**).
6. Ecrire, dans l'ordre en partant du Do, la liste des notes qui forment la gamme chromatique, la gamme diatonique et la gamme pentatonique (**doc 5**).