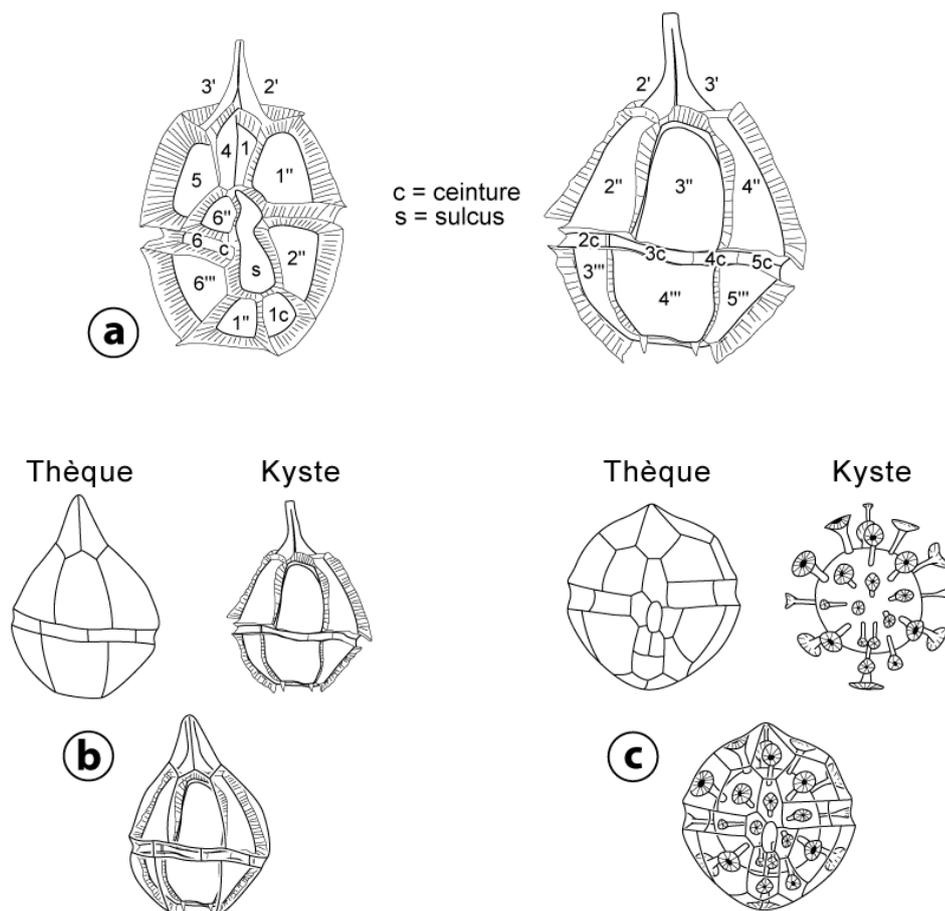


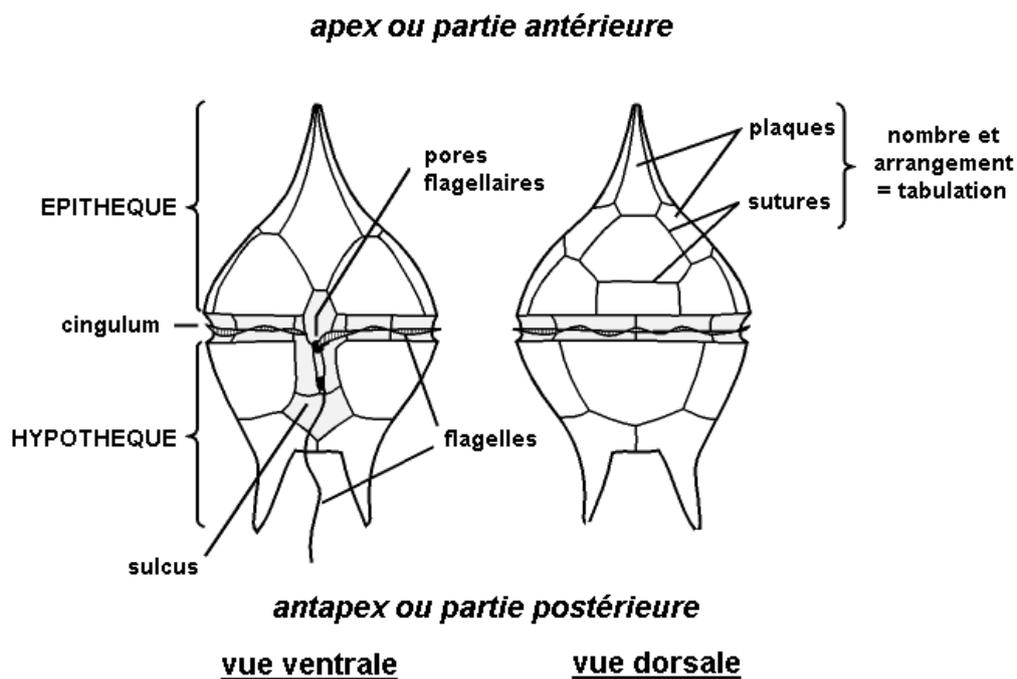
## COURS 03 : Dinoflagellés

Ce groupe d'organismes est très ancien. Au sein des dinoflagellés, qui appartiennent au groupe des Alvéolobiontes, les Dinophyceae appartiennent à une classe d'algues parmi la plus primitive, ce qui explique que les espèces qui y sont rattachées ont une distribution mondiale. Les dinoflagellés sont constitués de multiples organismes eucaryotes en majorité biflagellés et dont la morphologie, l'organisation cellulaire et l'écologie sont extrêmement variables. On estime aujourd'hui que ce groupe très diversifié contient environ 2300 espèces décrites (Gomez, 2012). Ces microorganismes sont des algues unicellulaires eucaryotes polymorphes, à paroi cellulosique ou minéralisée, à pigment brun-orangé (Bichontes, alvéolés) dont la taille est comprise entre 20 et 250  $\mu\text{m}$ . Les dinoflagellés vivants peuvent être autotrophes, hétérotrophes ou mixotrophes (c'est-à-dire à la fois autotrophe et hétérotrophe), phototrophes, symbiontes ou parasites, et possèdent deux flagelles qui peuvent être placés différemment selon les espèces.

La présence de flagelles est un élément important pour ces microorganismes car ils leurs permettent de se déplacer et donc de rechercher dans la colonne d'eau les strates nutritivement intéressantes ou de se diriger vers leurs proies (Sheng et al., 2010). Certaines de ces espèces possèdent une thèque (dinoflagellé armé) composée de plaques cellulosiques qui, par leur nombre, leur arrangement, représente un élément majeur de leur identification (Dodge, 1995; Faust, 1996; Lee et al., 2015; Okolodkov & Dodge, 1997; Taylor, 1975).



**Figure 01 :** a) Schéma d'un kyste de Dinoflagellé fossile ; b-c) Paratabulation du kyste reflétant b) directement ou b) indirectement la tabulation de la thèque (d'après W.A.S. SARJEANT, adapté par E. MASURE).



### 3.1 Écologie et distribution des Dinoflagellés

Ce phylum étant relativement ancien (Steidinger & Walker, 1984), les dinoflagellés sont largement distribués dans les écosystèmes marins et d'eau douce à travers le monde. L'immense majorité de ces espèces est distribuée dans les eaux marines. Un grand nombre de ces espèces montre aussi une sensibilité à l'agitation du milieu. C'est une des raisons qui explique que de nombreuses espèces de dinoflagellés (notamment le genre *Alexandrium*) sont présentes dans les estuaires, lagunes et ports. Etant donné leur grande diversité, il n'est pas étonnant que leur écologie soit aussi très variée. Ainsi, une grande variété d'espèces est planctoniques (Burkholder et al., 2006; Taylor et al., 2008), mais on observe de nombreuses espèces benthiques qui utilisent plusieurs types de substrat pour ce développer.

Ces espèces ont adapté leur mode de nutrition en fonction des conditions qu'elles ont pu rencontrer. Ainsi, on trouve un grand nombre d'espèces autotrophes (51 % décrites contenant un ou plusieurs chloroplastes). Aujourd'hui, une majorité de ces espèces sont décrites comme hétérotrophes (Gomez, 2012). Cependant, la présence de chloroplastes n'implique pas une autotrophie exclusive et de nombreuses études ont montré que la mixotrophie est très répandue chez les Dinoflagellés (Burkholder et al., 2008; Jeong et al., 2004; Jones, 1994, 2000).

Comme décrit précédemment, les Dinoflagellés sont majoritairement associés aux HABs. Ainsi, il a été démontré que ces espèces, et donc ces phénomènes, étaient en expansion (Glibert, 2005; Maso & Garces, 2006; Sellner et al., 2003; Van Dolah, 2000), ce qui indique leur facultés d'adaptation particulièrement remarquables.

### 3.2 Cycle de vie

#### 3.2.1 Reproduction asexuée et sexuée

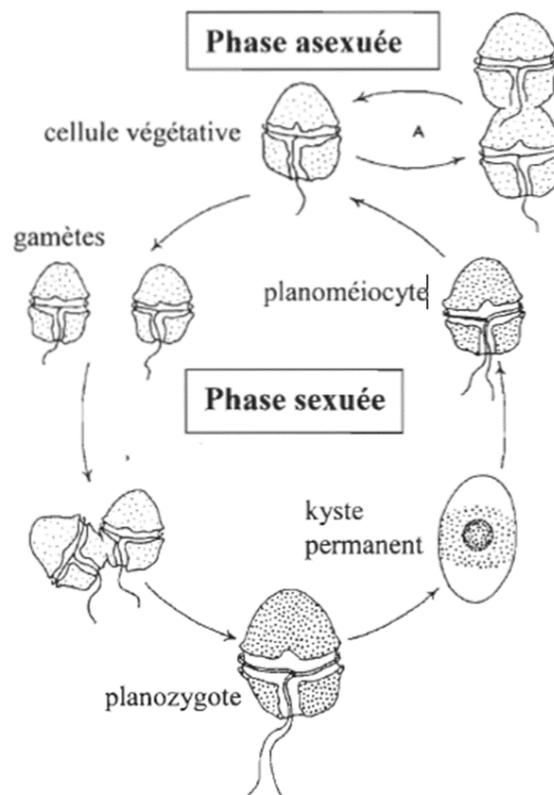
Malgré l'absence de données complètes sur toutes les espèces, on n'estime qu'une part importante de ces organismes présente deux phases distinctes dans leur cycle de vie.

La multiplication asexuée commence toujours par une phase haploïde. Chez certaines espèces, la cellule se divise le long d'une suture prédéterminée entre les plaques de la thèque pour produire

deux cellules filles qui héritent de la moitié de la thèque, du moins temporairement : c'est le processus de desmochisis (Figueroa et al., 2007).

D'autres espèces font appel à un autre processus de multiplication au cours duquel la cellule mère évacue sa thèque (ecdysis), puis sédimente sous forme de kyste temporaire : c'est l'eleutheroschisis. Cette cellule peut alors se diviser pour donner 2, 4 ou 6 cellules filles haploïdes. Ce processus a été observé chez plusieurs espèces du genre *Alexandrium* tel que *Alexandrium peruvianum* (Figueroa et al., 2008).

La reproduction sexuée reste une étape très importante dans le cycle de vie des dinoflagellés (Figure 16). En effet, c'est par ce processus que l'organisme va produire des planozygotes par la production de gamètes qui ont fusionné. Le plus souvent ces planozygotes se transforment en kystes de résistance. Cette phase sexuée est caractérisée par le passage du stade haploïde à un stade diploïde. Comme toute reproduction sexuée, un des intérêts reste le brassage génétique qui en résulte. Cependant des études récentes ont pu montrer que certains dinoflagellés étaient capables de produire des kystes de résistance asexués comme *Scripsiella hangoei* (Kremp and Parrow, 2006). La reproduction sexuée est souvent initiée par des facteurs abiotiques liés aux changements brusques des conditions environnementales (température, agitation du milieu...) mais aussi par le changement des conditions nutritives (limitation en nutriments à la fin du bloom). Plusieurs travaux ont montré que la fusion de gamètes et la production de planozygote pouvait intervenir à n'importe quelle phase de la croissance de l'organisme (Persson et al., 2008).



**Figure 16** : Cycle de vie simplifié des dinoflagellés (Fritz et al., 1989)

Le cycle de vie des Dinoflagellés reste en partie mal connu car il est délicat d'isoler des souches monoclonales du milieu naturel, de les maintenir en culture et de reconstituer *in vitro* les conditions environnementales complexes. En effet, il est communément admis que le kyste de

résistance est issu de la reproduction sexuée alors que le kyste temporaire serait issu d'une phase asexuée. Cependant, des études récentes ont montré que chez plusieurs espèces, le planozygote pouvait se diviser et redonner des formes végétatives ou même former des kystes temporaires diploïdes. De même, il a été montré que des cellules végétatives ont réussi à former des kystes de résistances haploïdes (Figueroa et al., 2008; Kremp & Parrow, 2006).

Il importe donc de bien étudier le cycle de vie (phases asexuée et sexuée) de chaque espèce ses stratégies de croissance, son écologie et ses facultés d'adaptation et de dissémination.

**Écologie :** Ils sont présents dans toutes sortes d'environnements et constituent un élément majeur du plancton moderne. Ils vivent dans les eaux salées, saumâtres et douces, une majorité (90%) peuplant les eaux marines. Ils dominent dans les eaux des mers tropicales et subtropicales (18 à 25°C) où les espèces autotrophes se répartissent dans la zone euphotique (de 20 à 70 m).

Certaines espèces sont à l'origine des marées rouges ; celles qui libèrent des toxines peuvent causer l'empoisonnement des coquillages et la mort des poissons, et peuvent parfois être mortelles si absorbées par l'homme. D'autres sont à l'origine des phénomènes de bioluminescence.

**Répartition stratigraphique :** Trias moyen à Actuel.

Importance pétrogénétique : L'accumulation de leur matière organique cellulaire contribue à la formation du pétrole.