

Matière molle = la matière condensée (grand nombre de particules à des densités suffisamment grandes pour interagir avec plusieurs autres) d'objets mous (par opposition aux matériaux durs comme les solides), tels que les cristaux liquides, les colloïdes (encres, peintures etc), les polymères, les membranes, des biomatériaux

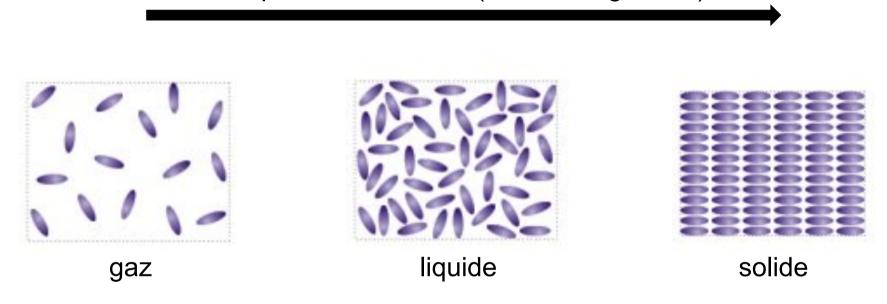
Propriétés des matériaux mous: - auto-organisation sur des distances beaucoup plus grandes que les constituants du système

- facilité avec laquelle ces matériaux répondent à de faibles contraintes extérieures: distorsions, défauts, écoulements, etc.

constituants et propriétés des phases cristal liquides et un possible lien avec le vivant, plus précisement avec l'ADN.

Les états « usuels » de la matière

température diminue (densité augmente)



particules: atomes, molécules, colloïdes, polymères, etc

Particules de forme anisotrope

(forme allongée « bâton » ou aplatie « disque »)

Positions et orientations des particules sont nécessaires pour décrire l'organisation

du système

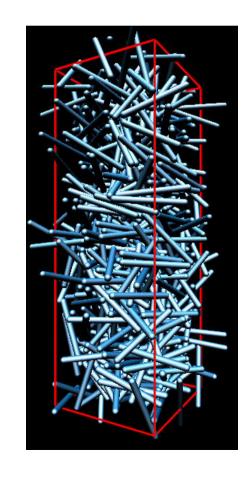


compactage plus efficace à forte densité

On peut imaginer des particules anisotropes qui sont obligées d'être proches les unes des autres mais qui essayent de garder la possibilité de changer facilement de voisins.

ordre d'orientation des particules sans ordre de position = phase intermédiaire (mésophase) **fluide** entre la phase liquide isotrope et la phase solide.

L'existence des mésophases est le résultat d'un équilibre entre différentes interactions.



Quelques particules de forme anisotrope

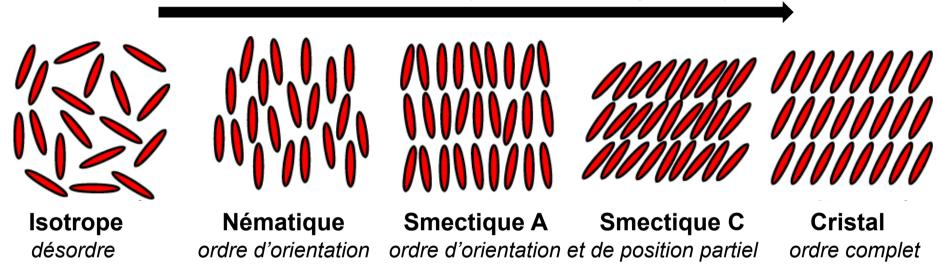
Particules inventées par la nature ou créées par les chimistes, qui s'auto-organisent

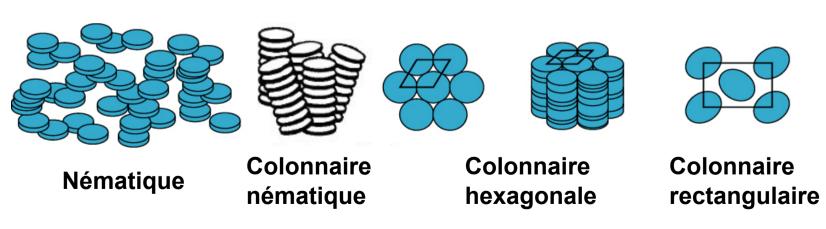
sous forme de corps purs fondus ou en solution.

Phases cristal liquides

Fluides organisées présentant un ordre intermédiaire entre l'état cristallin et l'état liquide Fluide = composé anisotrope pur fondu (thermotrope) ou en solution (lyotrope)

température diminue (ou densité augmente)





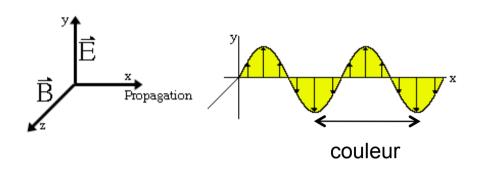
Contrôle de l'ordre d'orientation

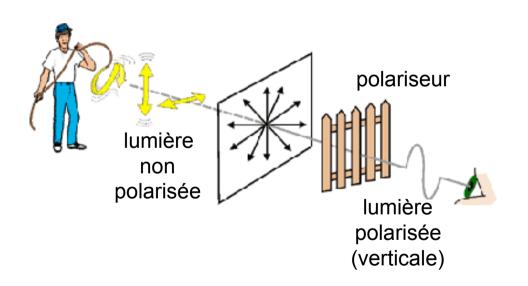
(« fondu » de petites molécules - thermotrope)

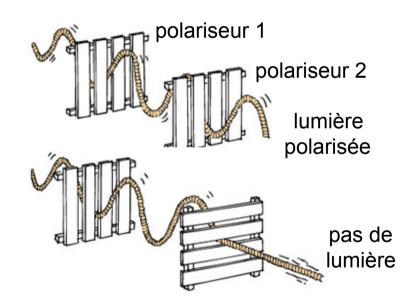
• Nature du composé cristal liquide et traitement des surfaces déterminent l'orientation des molécules sur les surfaces (ancrage)

• Molécules se réorientent sous l'action d'un champ électrique ou magnétique

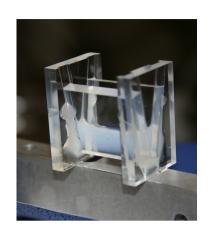
Lumière

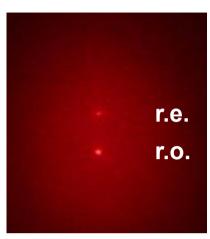






Biréfringence (double réfraction) dans un nématique

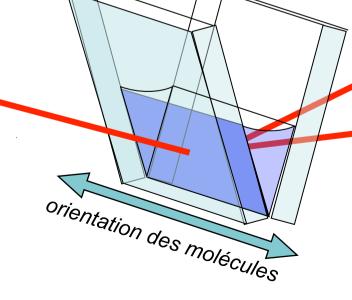




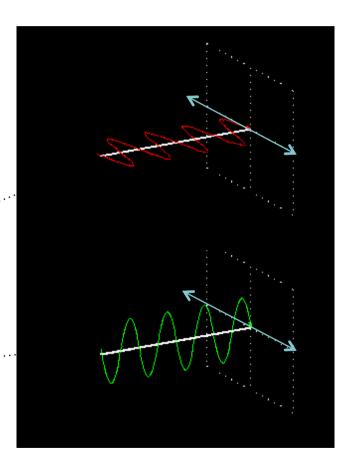


(P. Pieranski, Orsay)

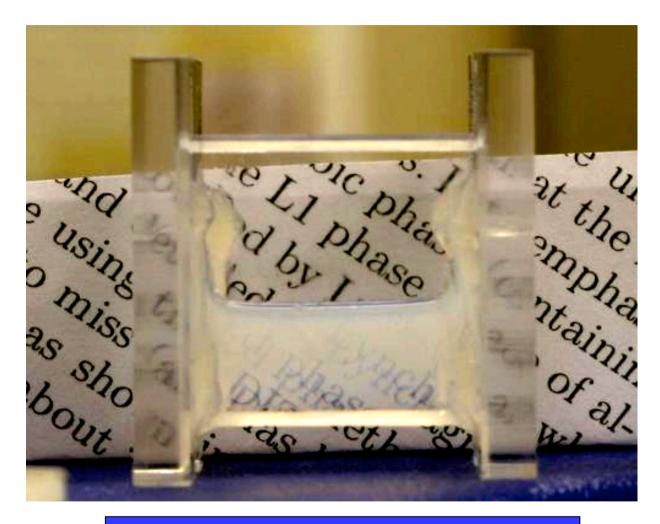
le rayon extraordinaire (r.e.) se propage moins vite et sa polarisation est horizontale – parallèle aux molécules



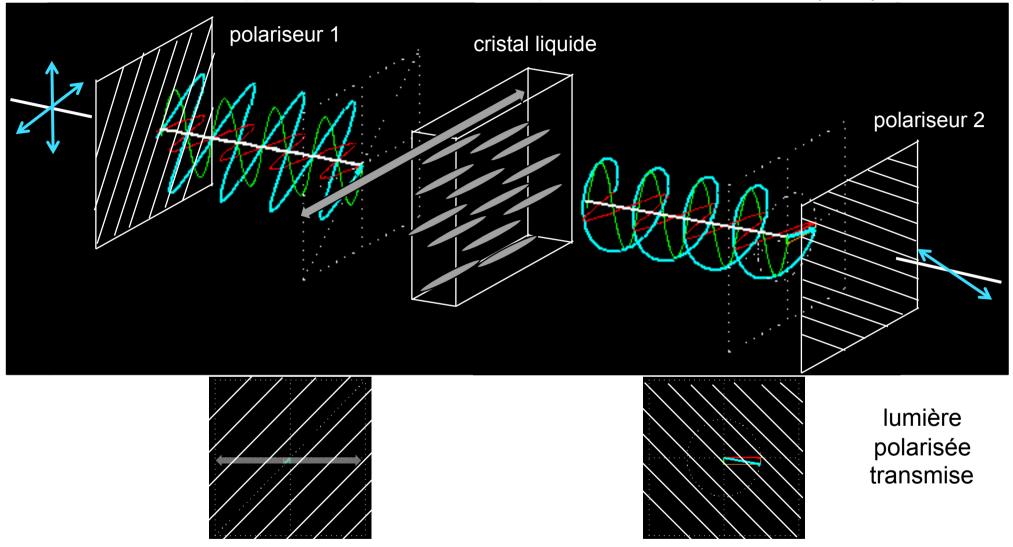
le rayon ordinaire (r.o.) se propage plus vite et sa polarisation est verticale – perpendiculaire aux molécules



Double réfraction



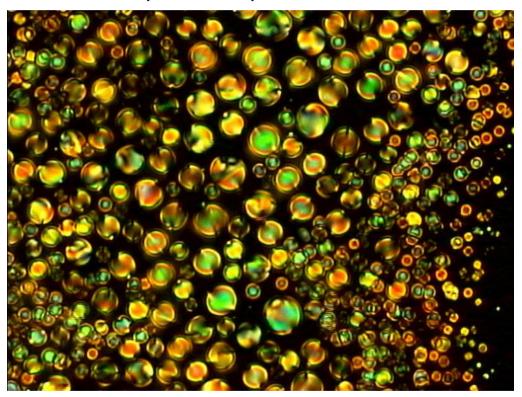
Cristal liquide uniforme entre polariseurs croisés (90°)



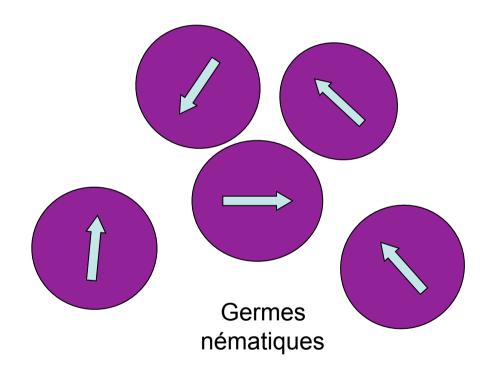
Si la lumière incidente est polarisée parallèle ou perpendiculaire à l'axe des molécules alors une seule vitesse de propagation est présente. Il n'y a pas de changement de la polarisation après traversée du cristal liquide et donc pas de lumière transmise à la sortie du polariseur 2.

Transition isotrope → nématique (thermotrope)

lorsque la température diminue

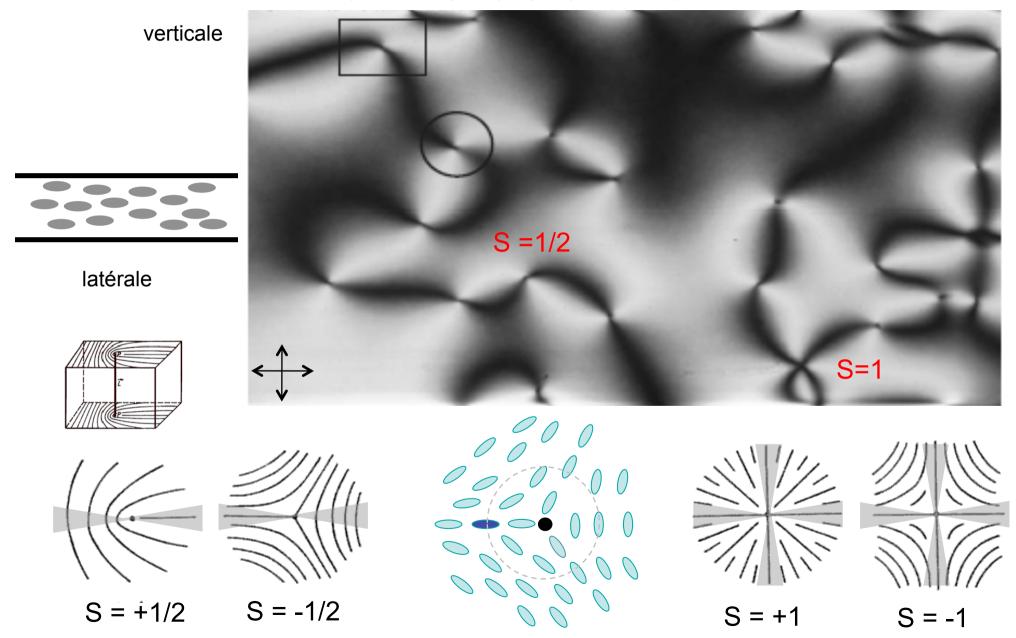


(A. Sparavigna)

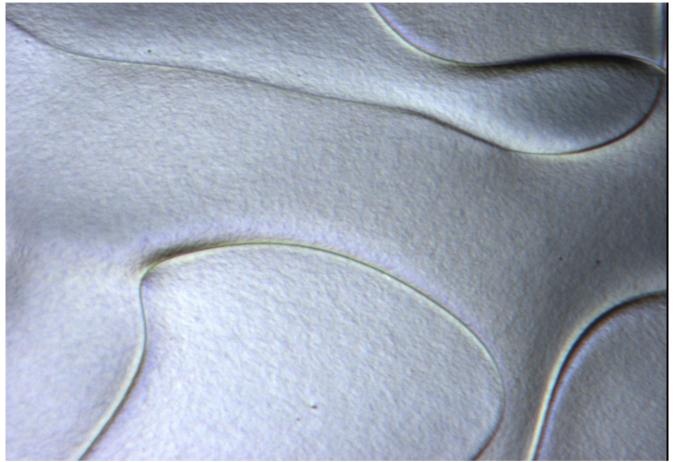


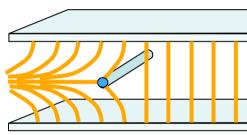
Phase nématique avec ancrage planaire

(microscope optique polarisant)



Echantillon nématique "épais"





(P. Pieranski, Orsay)



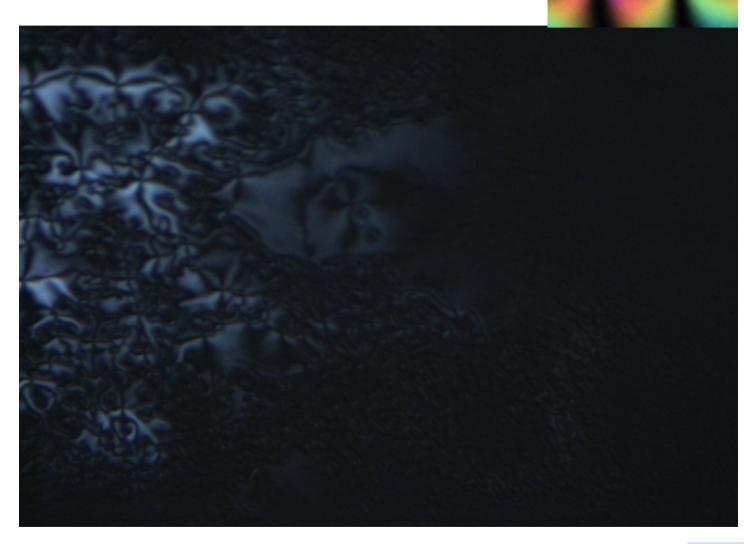
« J'appellerai **nématiques** ($\nu\eta\mu\alpha$, **fil**) les formes, phases etc. du second type (Flüssige Kristalle de Lehman; **liquides à fils**) à cause de discontinuités linéaires, contournées comme des fils, qui sont leur caractéristiques saillantes.»

G. Friedel « Etats mésomorphes de la matière » 1920

Défauts ponctuels à l'interface isotrope-nématique

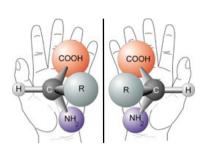
air



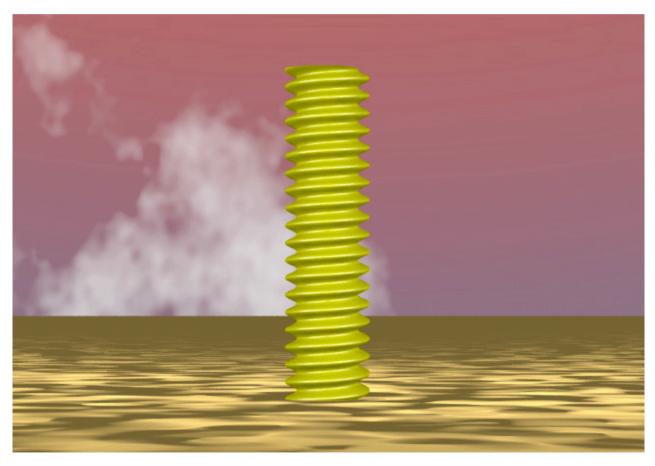




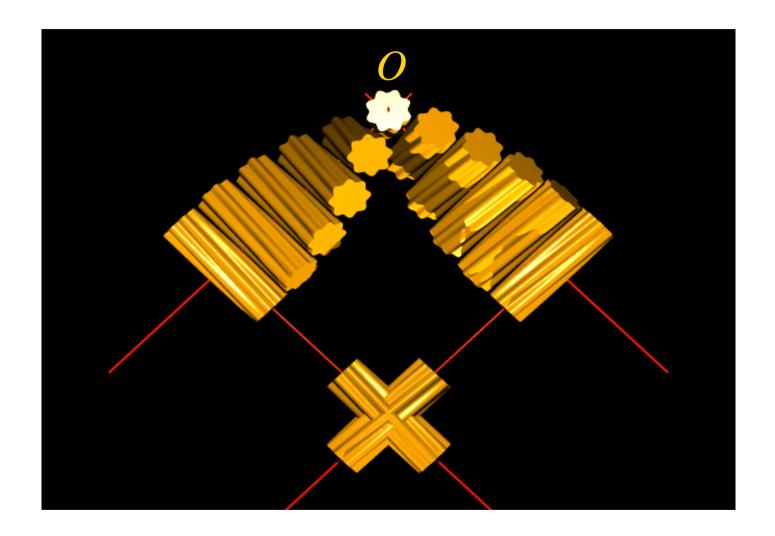
Essayons de "compacter" des molécules chirales...





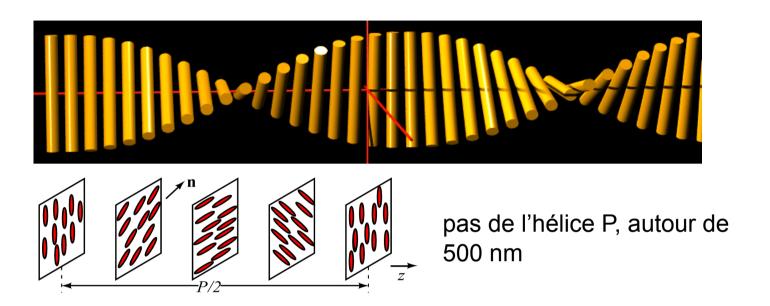


... cela conduit a des problémes

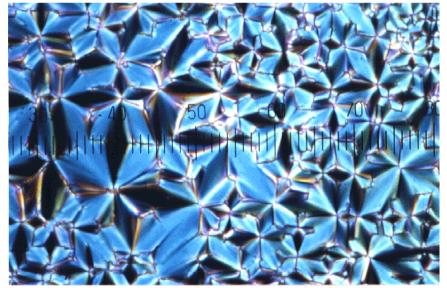


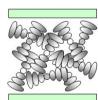
Les molécules cherchent donc un compromis...

Twist dans une seule direction = phase cristal liquide cholestérique



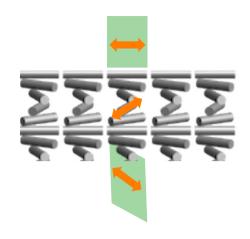






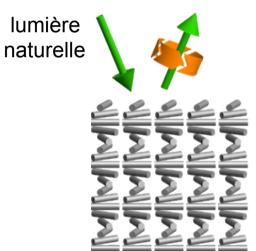
(I. Dierkling)

Propriétés optiques des phases cholestériques



La polarisation linéaire de la lumière tourne le long de l'hélice du cholestérique.

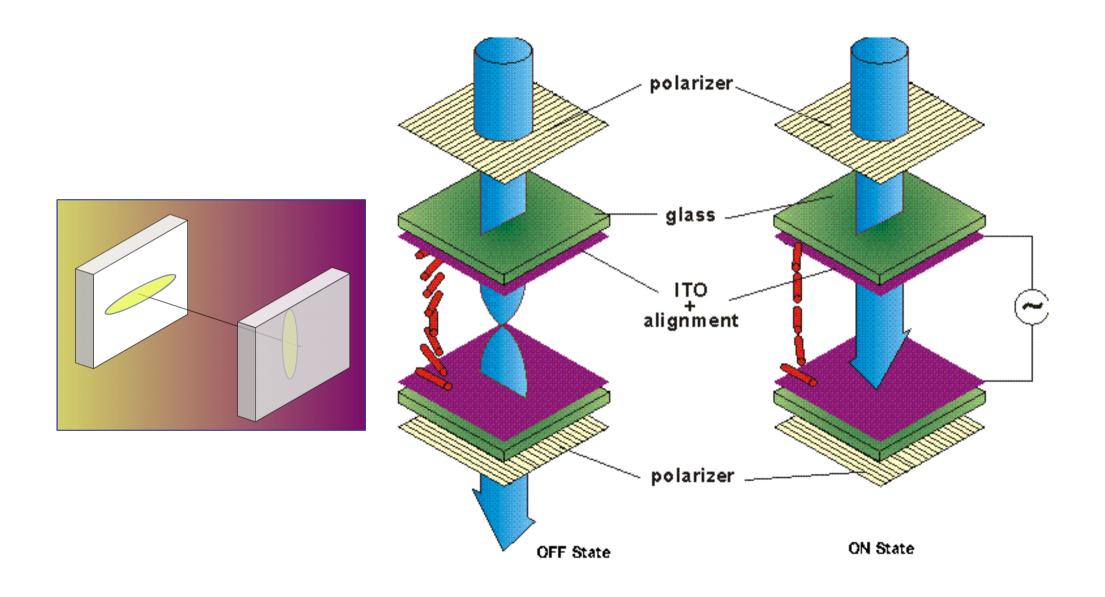




En fonction de sa couleur et de sa polarisation la lumière interagit différemment avec le cholestérique.

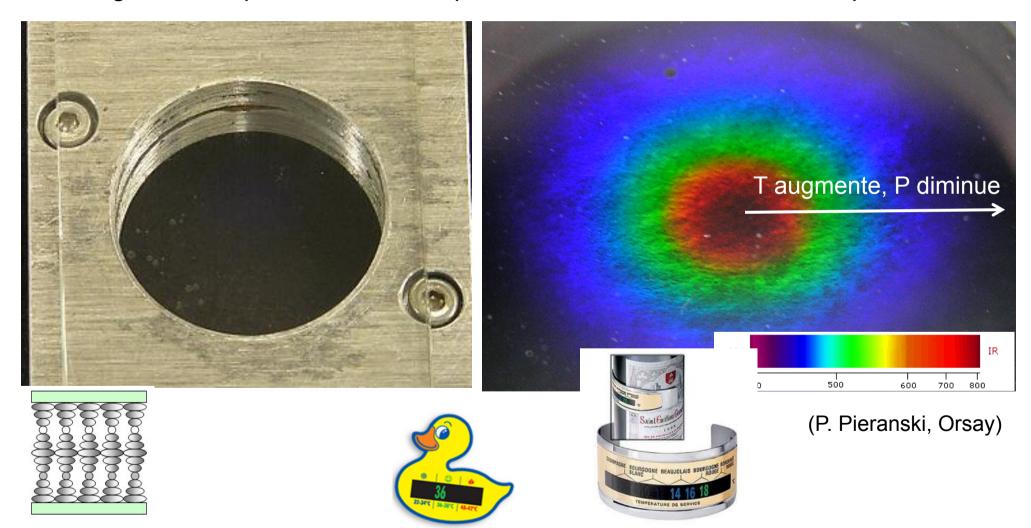


Un type d'écran cristal liquide: le nématique twisté



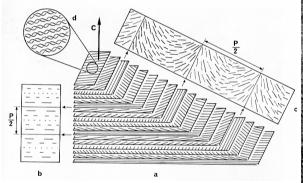
Variation du pas cholestérique avec la température = capteur de température

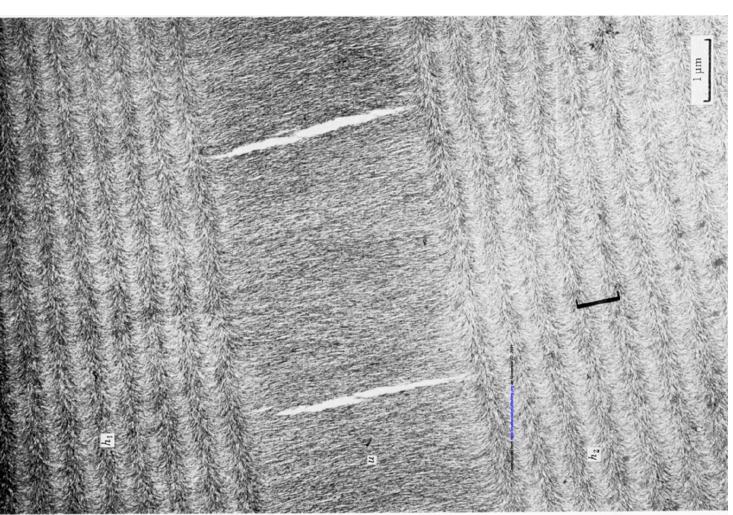
En général, le pas du cholestérique varie inversement avec la température



Cuticules de certains scarabées

coupes et microscopie électronique (S. Caveney, 1971)

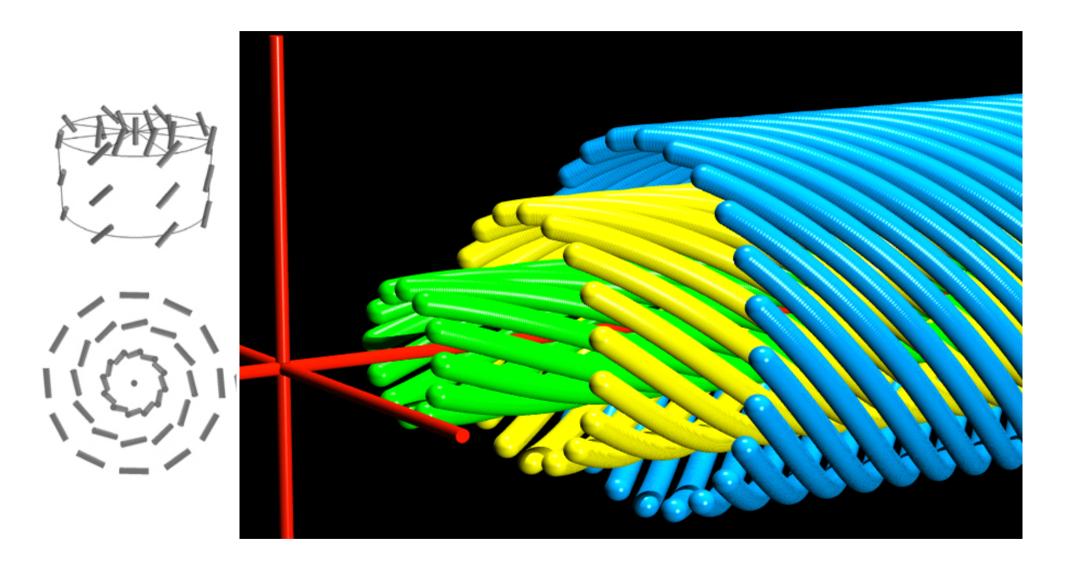




« ... the effect must be due to some screw structure of ultramicroscopic dimensions. » Michelson, 1911

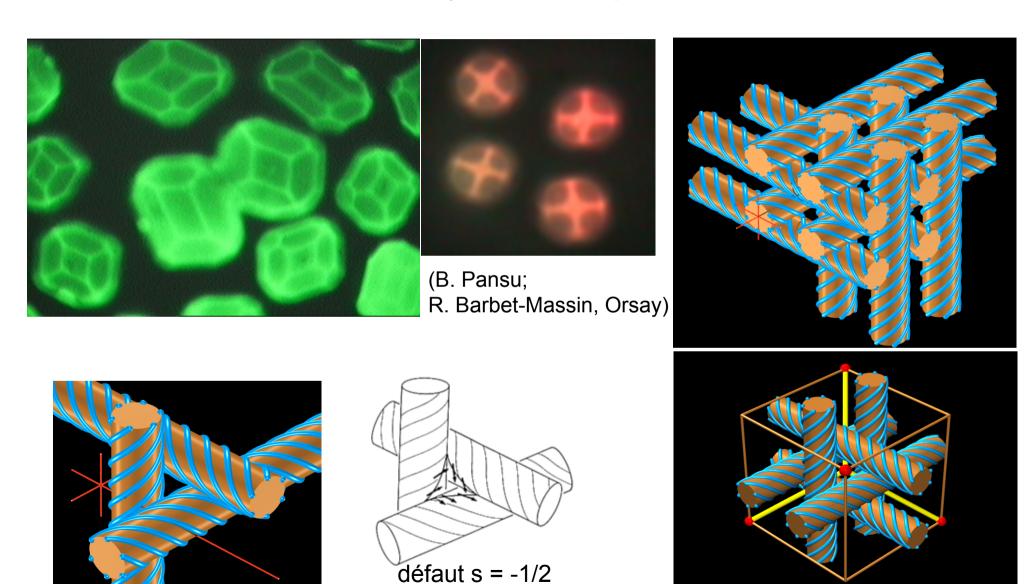


une autre possibilité: le cylindre double twist

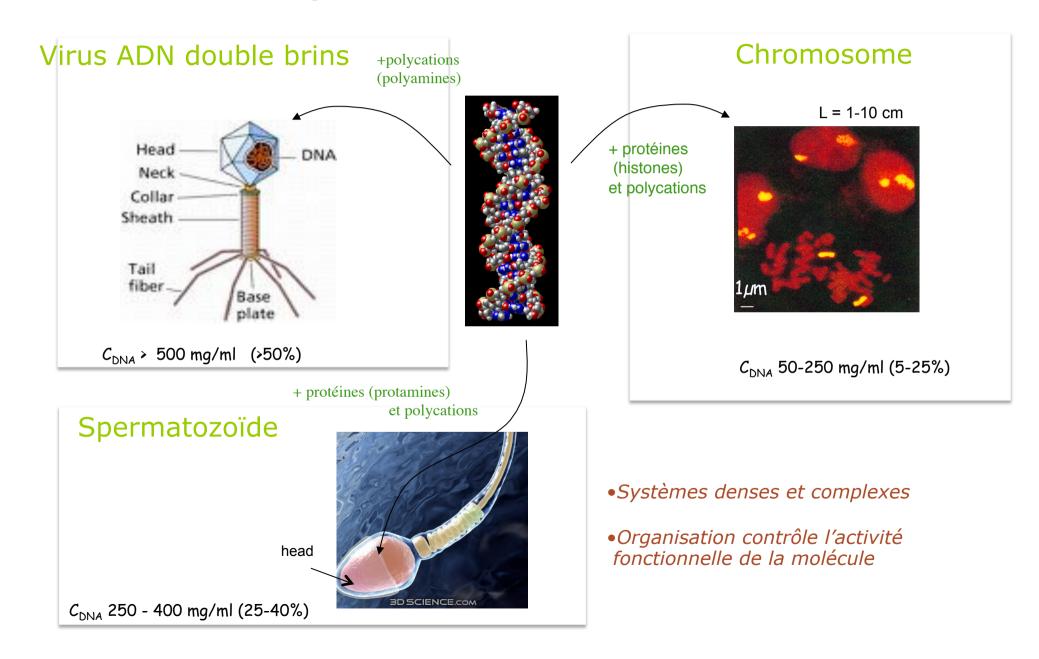


Auto-assemblage des cylindres double twist = phases bleues

Phases à symétries cubiques

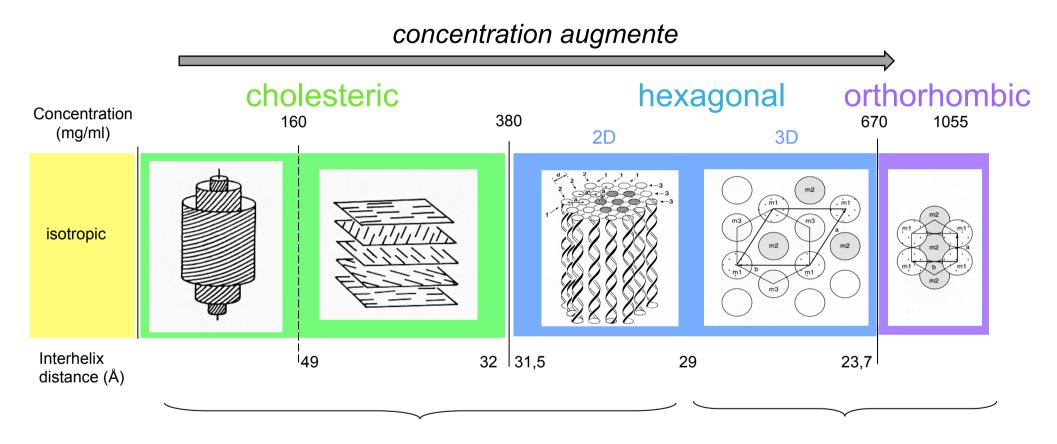


ADN in vivo



ADN en solution (fragments de 50nm)

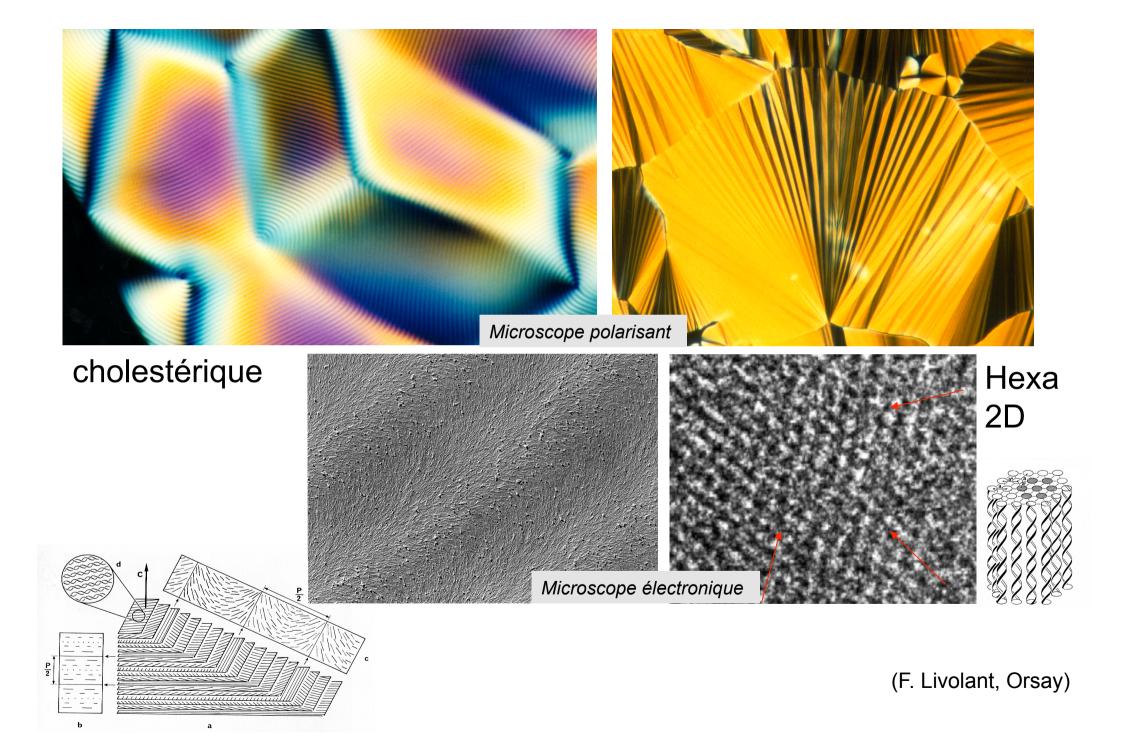
Robinson C. (1961, 1966); Luzzati & Nicolaieff (1959, 1963)



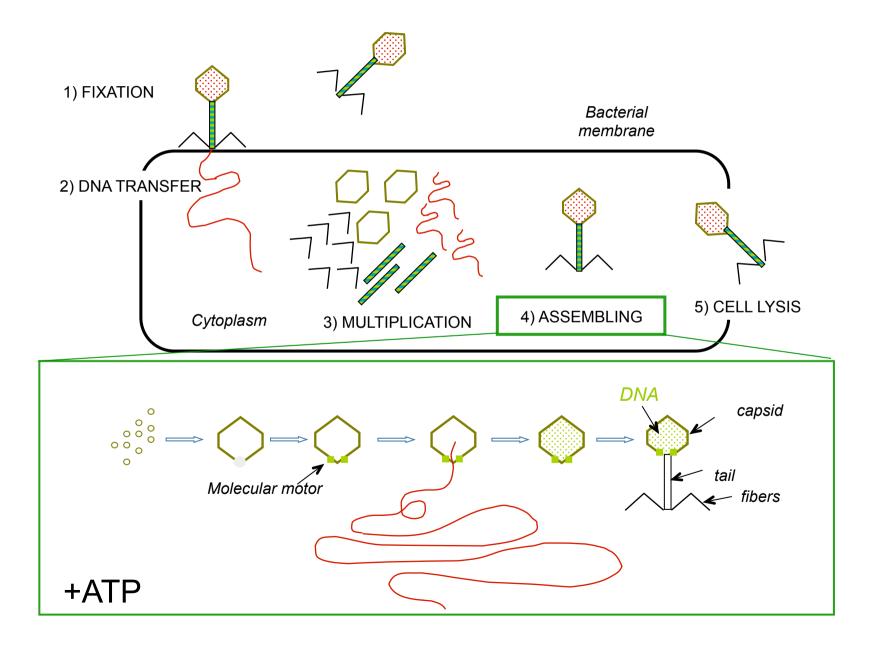
Liquid crystalline phases

3D crystals

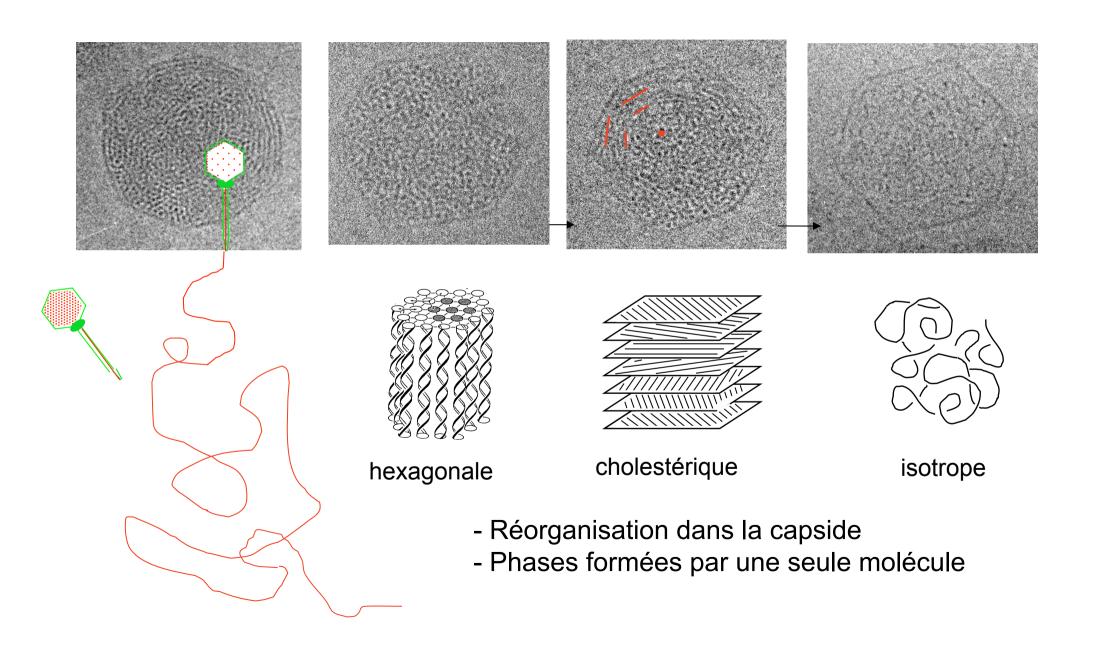
(Durand, Doucet, Livolant, Orsay)



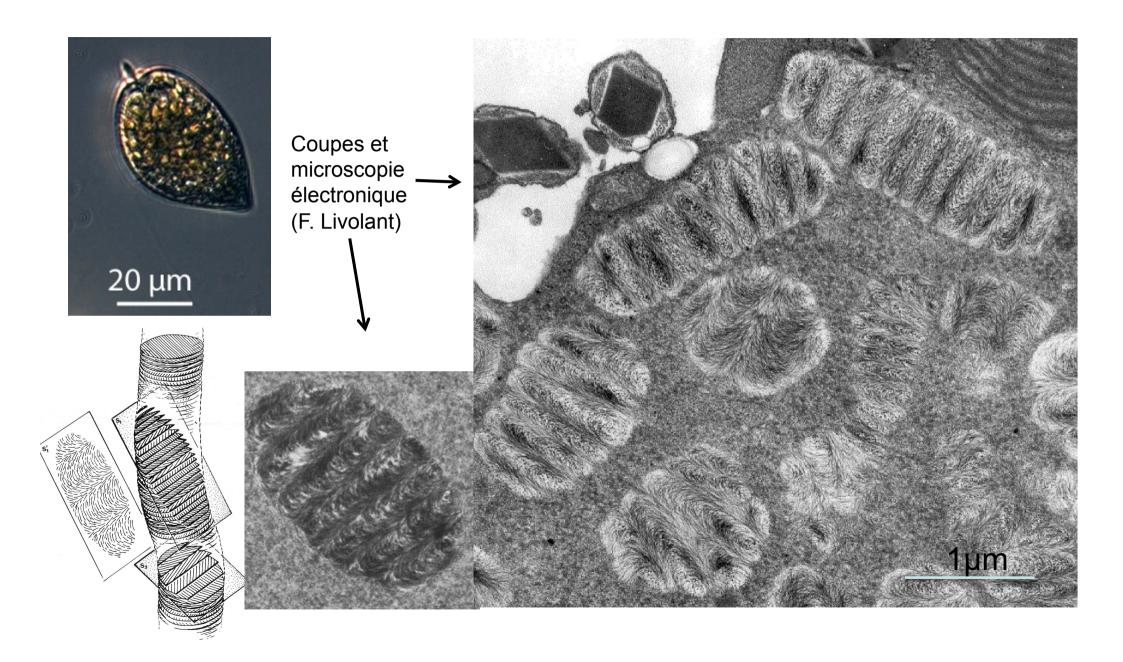
Cycle du bactériophage



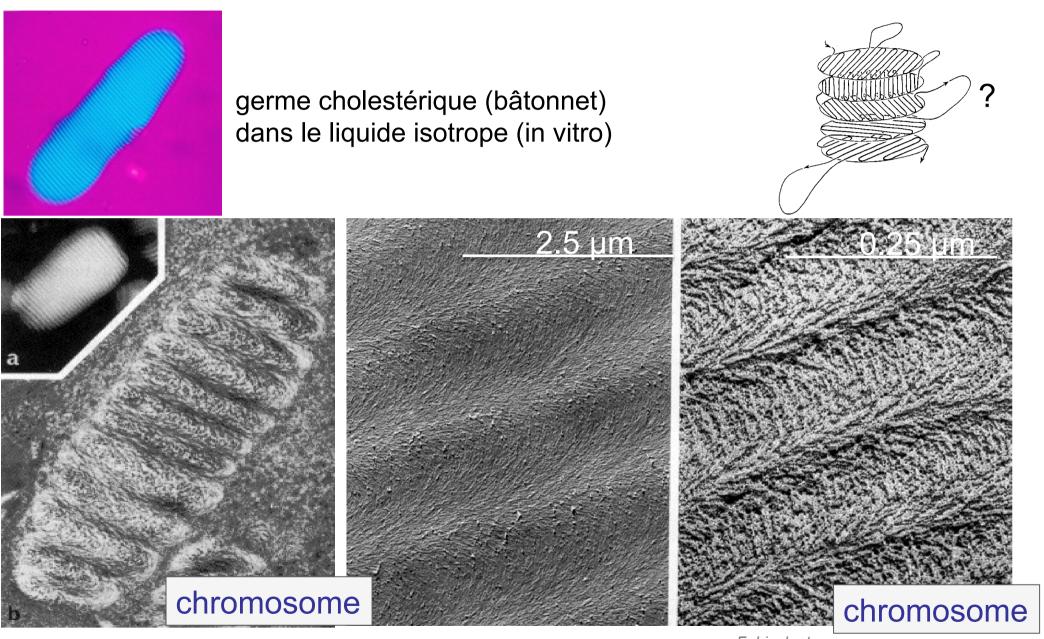
Phases cristal liquides en fonction de la concentration



Chromosomes d'algues unicellulaires (Dinoflagellé)



DNA en phase cholestérique in vivo and in vitro



F: Livolant



Naturistes du centre d'Arnaoutchot, Landes,France (43°55' N - 1°22' O). http://www.yannarthusbertrand.org