

## **Morphogenèse et embryogenèse**

Martine Ben Amar

Membre de l'Institut Universitaire de France, Laboratoire de Physique Statistique, Ecole Normale Supérieure et Université Pierre et Marie Curie.

benamar@lps.ens.fr

La croissance est une étape essentielle de la vie. La matière vivante se développe, répond et se renouvelle continuellement. Contrairement à la matière inerte où les forces proviennent de l'extérieur, la matière vivante contrôle principalement sa morphologie. La beauté et la complexité du vivant commence avec les premières étapes de la croissance et la formation d'amas de cellules et tissus. Au niveau biologique, les processus sont complexes et souvent mal connus. Le plus souvent, ils ne sont pas mesurés ou quantifiés, sauf peut-être en botanique. Cependant des idées très générales peuvent être dégagées en utilisant une approche pragmatique à la Landau basée sur les symétries. En utilisant le concept de l'élasticité des tissus mous, prenant éventuellement en compte l'existence de fibres, les formes peuvent être expliquées par un traitement variationnel où l'incompressibilité des tissus est traitée grâce à l'existence d'une fonction courant comme en hydrodynamique. Malgré la complexité du formalisme, en particulier en 3D, une telle approche permet parfois de répondre à des questions ouvertes, dans la biologie du développement. C'est le cas pour l'embryogenèse des villis où le rôle du mésenchyme par rapport à l'épithélium reste un sujet de débat en biologie du développement.

A titre d'exemple, je décrirai les algues vertes, les fleurs à un pétale, les empreintes digitales et la formation des villis.

### **Morphogenesis and embryogenesis**

Growth is an essential feature of life. Living matter grows, responds and renews itself continuously. Contrary to inert matter where the driving forces are controlled by external parameters, living matter controls mainly its morphology. The beauty and complexity of living matter begins with the first steps of growth and with the formation of cell clusters and tissues. At the biological level, the processes are complex and often unknown, not measured and quantified, except perhaps in botanics. However quite general ideas can be given using a pragmatic approach based on symmetries following a "Landau" approach. Using the elasticity of soft tissues, eventually taking into account the existence of fibres, shapes can be explained by a variational treatment where incompressibility of tissues is treated via the existence of a stream function as in hydrodynamics. Despite the complexity of the formalism, especially in 3D, such an approach allows sometimes to answer to open questions, in the biology of development. It is the case for the embryogenesis of villi where the role of the mesenchyme versus the epithelium remains a matter of debate.

As examples I will describe the green algae, the sympetalous flowers, the fingerprints and the villi formation