

## Avant-propos

L'utilisation des algues marines est une pratique séculaire en agriculture sur le littoral de nombreuses contrées. La ressource algale, issue de l'échouage, a parfois été mélangée avec du sable, voire du fumier, pour constituer un humus propice aux cultures. C'est le cas notamment de la couche de sol superficielle que l'on trouve sur l'île d'Aran située au large de la côte ouest irlandaise. De manière traditionnelle, les algues connues sous l'appellation de « goémon » ou « varech » sont employées pour l'amendement ou la fertilisation des sols. Elles sont également intégrées dans le processus d'élevage au travers de leur apport nutritionnel en alimentation animale. Cet ouvrage fait le point sur les applications traditionnelles et actuelles des algues en agriculture et dans l'élevage des animaux de rente. Ce dernier aspect est traité même s'il ne répond pas à la définition stricte d'*agri cultura* (culture des champs). L'implication des animaux de rente dans les travaux agricoles et dans la fourniture de protéines alimentaires a effectivement contribué au succès indéniable de l'agriculture.

Le rôle joué par l'emploi des algues dans le développement des cultures vivrières et maraîchères sur le littoral européen (Irlande, Royaume-Uni, France) ou dans l'alimentation du bétail (ovins, bovins, chevaux) est initialement développé comme préambule historique de l'ouvrage.

Un bilan sur les activités d'intérêt agronomique ou vétérinaire issues des macroalgues ou des cyanobactéries est proposé. Il se focalise notamment sur la description des hormones et des oligosaccharides algaux impliqués respectivement dans la croissance des plantes, dans la tolérance aux stress abiotiques (choc thermique, stress hydrique, stress salin) et la résistance aux stress biotiques (infections virales, bactériennes, fongiques).

L'ouvrage traite également de l'effet des algues, qu'elles soient macro ou microalgues, sur la performance zootechnique (croissance) et sur la santé des animaux de

rente. Il fait état des propriétés immunostimulantes des polysaccharides ou des extraits algaux sur des animaux de rente ou sur des espèces d'intérêt aquacole (saumon, daurade).

Utilisées de tout temps en agriculture, les algues sont des intrants d'origine biologique et répondent ainsi à l'attente d'une activité de production plus écologique. Les études agronomiques qui leur sont associées répondent pleinement à l'agrobiologie qui est définie comme étant « l'ensemble des recherches biologiques appliquées à l'agriculture » (voir *Le Robert*).

Une autre définition donnée par le dictionnaire de l'environnement définit l'agrobiologie comme « l'ensemble des techniques agricoles qui visent à respecter la nature par le retour à des pratiques ancestrales ».

D'autres définitions rattachant l'agrobiologie à l'agriculture biologique ou raisonnée sont aussi fréquemment mises en avant.

Mais quelle que soit la définition retenue, l'emploi des algues en agriculture s'inscrit dans les objectifs de l'agrobiologie. Elles répondent également aux attentes du secteur connexe de l'agriculture qui est celui de l'élevage durable des animaux de rente qu'ils soient d'origine terrestre ou aquatique.

## Introduction

Les algues sont des organismes eucaryotes photosynthétiques vivant principalement en milieu aquatique. On distingue les algues unicellulaires ou microalgues des algues pluricellulaires ou macroalgues. Les microalgues sont des organismes que l'on peut trouver dans les eaux marines, saumâtres, douces, mais également en milieu aérien humide comme l'atmosphère, sous forme d'aérosol, ou sur des façades de bâtiments (Fleurence 2021a). Les macroalgues représentent la ressource traditionnellement utilisée en agriculture, que ce soit pour l'amélioration du rendement des récoltes ou pour l'élevage. Les microalgues ou des boues contenant ces dernières sont parfois testées comme biofertilisants de nombreuses cultures. Depuis près de 70 ans, les microalgues se sont imposées dans la nutrition des animaux produits par aquaculture (poissons, crustacés, mollusques).

Les algues sont classiquement répertoriées en groupes botaniques sur la base de leur composition pigmentaire (voir tableau I.1). Au regard de la systématique phylogénétique, cette classification apparaît aujourd'hui désuète et donc moins appliquée par les scientifiques. En revanche, elle est conservée par les naturalistes, certains biologistes et les professionnels impliqués dans la valorisation des algues, car elle s'avère très utile pour procéder sur le terrain au tri taxonomique des algues.

En systématique classique, trois grands groupes d'algues ou phyla se distinguant par leur contenu pigmentaire ont été établis, à savoir les Chlorophytes (algues vertes), les Rhodophytes (algues rouges) et les Chromophytes (algues brunes) (voir figure I.1).

Les phyla sont organisés en classes dont les principales sont rappelées dans le tableau I.2.

Phylum	Pigment principal	Pigments secondaires
<b>Chlorophytes ou algues vertes</b>	Chlorophylle a	Chlorophylle b
<b>Rhodophytes ou algues rouges</b>	Chlorophylle a	– Phycoérythrine – Phycoérythrocyanine – Allophycocyanine – Chlorophylle d
<b>Chromophytes ou algues brunes</b>	Chlorophylle a	– Chlorophylle c – Excès de caroténoïdes (carotène, xanthophylle, fucoxanthine)

**Tableau I.1.** Classification des algues selon leur composition pigmentaire

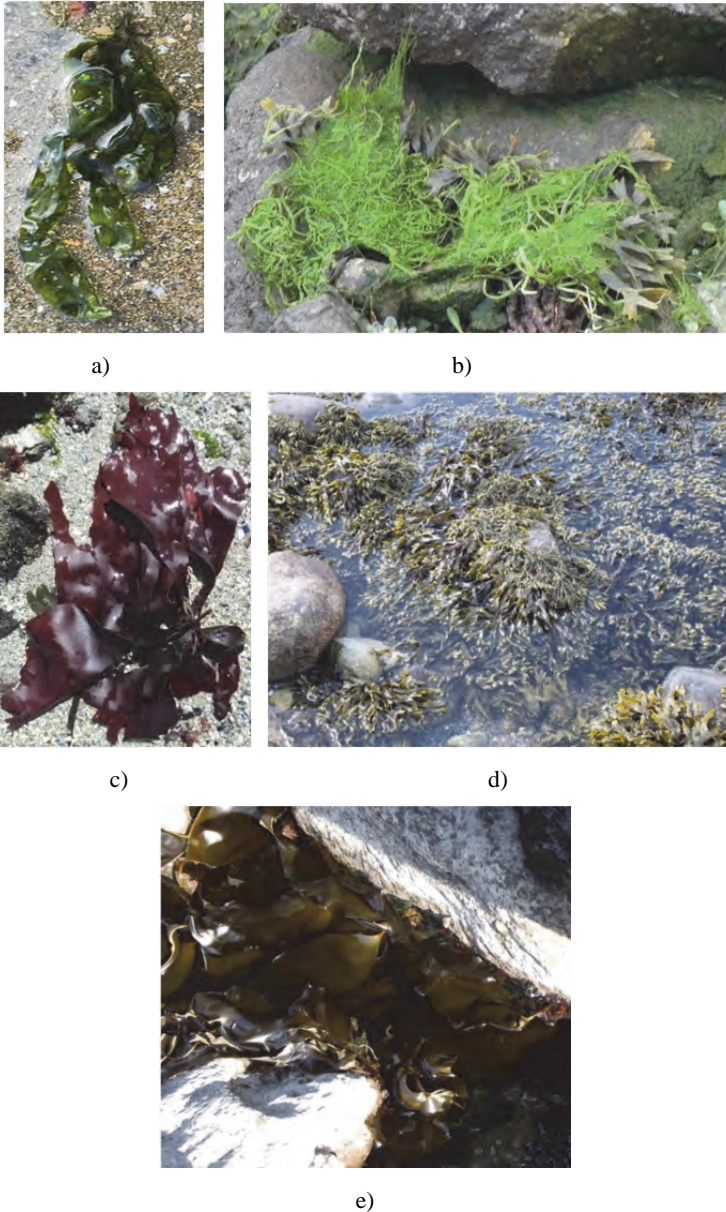
Phylum	Principales classes
Chlorophytes (algues vertes)	– Chlorophycées – Ulvophycées
Rhodophytes (algues rouges)	Rhodophycées
Chromophytes (algues brunes)	Phéophycées

**Tableau I.2.** Principales classes de macroalgues associées aux phyla des Chlorophytes, des Rhodophytes et des Chromophytes (d'après (Dawes 2016))

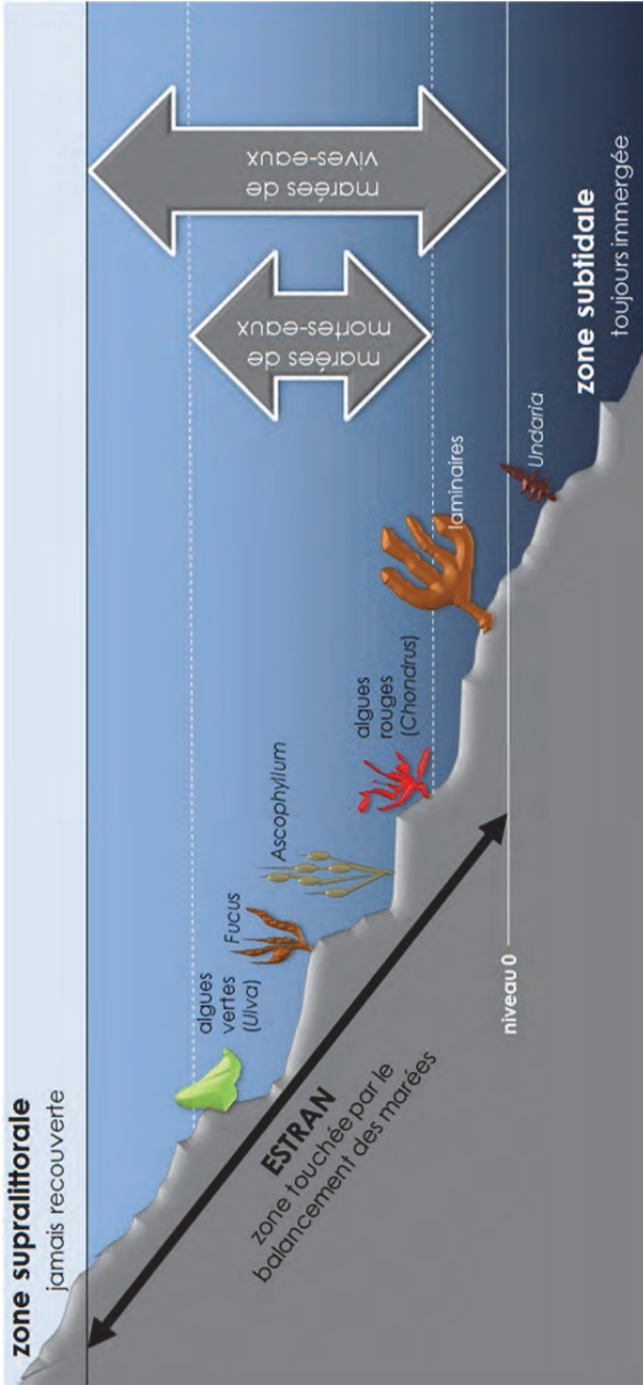
Cette dichotomie basée sur la composition pigmentaire a été enrichie par l'application de la théorie endosymbiotique aux algues. Selon cette dernière, il convient maintenant de distinguer les phyla des Chlorobiontes (algues vertes), des Rhodobiontes (algues rouges) et des Chrysobiontes (algues brunes) (Perez 1997).

Pour des raisons pratiques liées aux usages en matière de valorisation des algues, seule la classification traditionnelle précédemment décrite (voir tableau I.1) servira de base de référence.

Le phylum des Chlorophytes ou algues vertes regroupe près de 6 000 espèces se présentant sous la forme de micro ou de macroalgues. La majorité de ces espèces vivent en eau douce (90 %) et seulement 10 % dans les eaux marines (Dawes 2016). Parmi ces dernières figurent les espèces appartenant au genre *Ulva*, qui sont des algues marines vivant sur le haut de l'estran et facilement accessible à marée basse (voir figure I.2).



**Figure I.1.** Photos de quelques algues sur l'estran appartenant aux phyla des Chlorophytes (a, b), des Rhodophytes (c) et des Chromophytes (d, e) : a) *Ulva* sp. b) *Enteromorpha* sp. (algues vertes). c) *Palmaria palmata* (algue rouge). d) *Fucus* sp. et *Ascophyllum nodosum*. e) *Laminaria* sp. (algues brunes) (crédits photos © Florence J., 2010, 2019).



**Figure 1.2.** Répartition bathymétrique de quelques algues, par exemple le goémon, valorisées en agriculture (source : Pouchus Y.-F. d'après (Fleurence 2018))

Les Rhodophytes sont considérées comme l'un des plus anciens groupes d'algues eucaryotes (– 1,7 milliard d'années) (Perez 1997 ; Baweja *et al.* 2016). Certaines espèces comme *Lithothamnium calcareum* (maërl) font l'objet d'une exploitation intensive pour les besoins agricoles liés à l'amendement des sols (voir section 2.1).

Les Chromophytes ou algues brunes se caractérisent, quant à elles, par une très grande diversité morphologique. Elles constituent le groupe majoritairement représenté dans les régions subpolaires et équatoriales. Les algues brunes de la classe des Phéophycées font l'objet de nombreuses valorisations, que ce soit dans le domaine agricole, alimentaire, pharmaceutique ou cosmétique. Les principales espèces concernées sont des macroalgues de l'ordre des Fucales (*Ascophyllum* sp., *Fucus* sp.) ou des Laminariales (*Laminaria* sp., *Undaria* sp.). Les Fucales se situant vers le haut de l'estran, elles sont facilement accessibles *via* la pêche à pied, ce qui n'est pas le cas des Laminariales qui poussent généralement à la limite de la zone subtidale (voir figure I.2). Les espèces *Ascophyllum nodosum* et *Fucus vesiculosus* représentent les principales espèces composant le mélange d'algues bien connu du public sous le nom de goémon ou encore varech. Ces algues étaient récoltées par les populations côtières pour de nombreux usages agricoles tels que la fertilisation des cultures ou l'alimentation du bétail.

Outre les applications séculaires du goémon dans l'amendement des sols et la fertilisation des cultures, les algues sont aujourd'hui utilisées comme biostimulants des productions végétales et comme intrants dans la nutrition animale. Ces emplois sont justifiés par la présence dans les algues de molécules originales et variées comme des phytohormones, des éliciteurs des mécanismes de défense aux stress biotiques et d'autres substances impliquées dans la physiologie de la nutrition végétale ou animale. Toutes ces activités d'intérêt agronomique ou zootechnique sont à l'origine de l'engouement actuel des algues en agrobiologie.