

Thèse : Sophie CLOWEZ

Résumé : Le processus photosynthétique se traduit par un flux d'électron impliquant différents complexes de la membrane thylacoïdale. Ce flux peut adopter deux chemins différents : le transfert d'électron linéaire (Merchant, Prochnik et al. 2007) à travers lequel les électrons sont transférés de l'eau oxydée au niveau du Photosystème II (PSII), au NADPH réduit par le PSI ; et le transfert d'électron cyclique autour du Photosystème I (PSI) et du complexe cytochrome *b₆f*. Ces flux d'électrons sont couplés à un pompage de proton du stroma vers le lumen générant une différence de potentiel transmembranaire, permettant la synthèse d'ATP (Allen 2002). La coexistence de ces deux flux est considéré comme nécessaire à la fixation et la métabolisation des molécules de dioxyde de carbone (Seelert, Poetsch et al. 2000 ; Munekage, Hashimoto et al. 2004) dans un rapport stricte ATP / NADPH.

Cette coexistence qui semble essentiel soulève la question des mécanismes qui prévalent à l'implication des mêmes acteurs photosynthétiques, dans une même membrane, dans l'un ou l'autre mode de transfert d'électron. Chez l'algue verte *Chlamydomonas reinhardtii*, nous avons démontré que la commutation entre les deux transferts était dépendante de l'état redox des cellules, mais contrairement à ce qui avait été suggéré dans les études précédentes (Bulté, Rebeillé et al. 1990 ; Finazzi, Rappaport et al. 2002) indépendante du phénomène de transition d'état (Takahashi, Clowez et al. 2013), qui implique la migration latérale des complexes antennaires au sein de la membrane.

L'association de ces antennes au Photosystème I conduirait à la séquestration, dans une même entité biochimique, des différents acteurs du mode cyclique. Cette formation de supercomplexe dans les conditions anoxiques, à fait l'objet d'une étude fonctionnelle *in vitro*, laissant quelques questions ouvertes sur leurs capacités fonctionnelles.

Ce travail de thèse présente aussi la caractérisation d'une limitation transitoire des accepteurs du Photosystème I, en début d'anoxie pendant laquelle il n'est pas possible d'observer d'oxydation de P₇₀₀, à 705 nm. Ce phénomène dû à la recombinaison de charge est créé par un engorgement du pool de NADPH.

L'oxydation spontanée du PSI au bout d'un certain temps d'anoxie implique l'induction de l'hydrogénase, acceptant les électrons du PSI. Il reste possible d'induire cette évolution de l'oxydation de P₇₀₀ lorsque les cellules sont constamment sous illumination dans les conditions anoxiques, impliquant cette fois ci, la voie de l'ATP chloroplastique. L'ATP synthétisé à la lumière permettrait la consommation de NADPH via le cycle de Benson Calvin.

Abstract : The photosynthetic process relies on an electron flow involving several complexes in the thylakoid membranes of photosynthetic organisms. This flux can follow two possibly competing pathways: the linear electron transfer through which electrons are transferred from water (which is oxidized) to NADP⁺ (which is reduced), which is coupled to the generation of a transmembrane potential difference allowing the synthesis of ATP (Allen 2002); the cyclic pathway (around PSI and Cytochrome *b₆f* complex) which only allows the production of ATP. These two pathways are thought to be essential for the reduction of CO₂ and must likely coexist to allow the photosynthetic ATP/NADPH ratio to meet the requirement of the reduction of CO₂ into carbohydrates (Seelert, Poetsch et al. 2000 ; Munekage, Hashimoto et al. 2004).

This mere statement raises the question of the mechanisms that prevail in the implication of the same actors, within the same membrane, in either one of the two functional modes. In the green algae *Chlamydomonas reinhardtii*, our results show that the regulation of cyclic electron transfer is controlled by the redox poise and not by the lateral migration of antennae (Takahashi, Clowez et al. 2013), and disprove with the conclusion drawn from previous studies (Bulté, Rebeillé et al. 1990 ; Finazzi, Rappaport et al. 2002) according to which state transition would determine this switch.

The association of these antennae to Photosystem I would promote the sequestration, within a single unit, of all the actors of the cyclic mode. Functional studies, *in vitro*, of supercomplex formation under anoxic conditions, questions on their functional capacities.

This PhD work presents also the characterization of transient "acceptor side limitation" of PSI, upon the onset of anoxia where it is not possible to observe an oxidation of P₇₀₀ in 705 nm. This phenomenon due to the charge recombination is created by an accumulation of NADPH.

The spontaneous oxidation of the PSI acceptor pool, after some time under anoxia, involves the hydrogenase induction, accepting the electrons from NADPH. It's also possible to induce this PSI oxidation as soon as cells are constantly under illumination, involving chloroplast ATP pathway. ATP synthesised in the light, allow the consumption of NADPH through Benson-Calvin cycle.