



Région
Provence
Alpes
Côte d'Azur



Les outils analytiques de la plateforme de contrôle de l'environnement (3A)

Quels appareils ? Pour quoi faire ?

Pour qui ?

Comment les utiliser ?

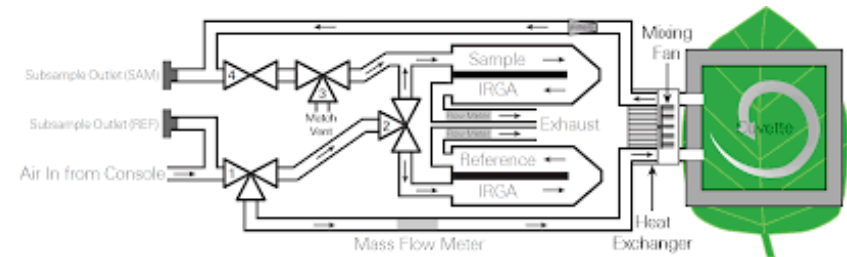


Région
Provence
Alpes
Côte d'Azur



Les appareils acquis (*et les appareils existants*)

1. LiCOR 6800 : *système portable de mesure des échanges gazeux et la fluorescence de la chlorophylle*



Principaux avantages par rapport aux appareils plus anciens ou concurrents

- Interface intuitive
- Mise en route simplifiée
- Mesures très rapides et très stables
- Intégration des OJIP

2. Dual PAM : *système de mesure de la fluorescence de la chlorophylle et de l'absorbance du P700*



Avantages et inconvénients

- Paramétrable à volonté
- Permet les analyses de *quenching* aussi bien que l'analyse des courbes d'induction de la fluorescence de la chlorophylle *a*
- Permet de combiner les mesures de fluorescence ET la mesure de l'absorbance du P700
- Ergonomie pas totalement aboutie.

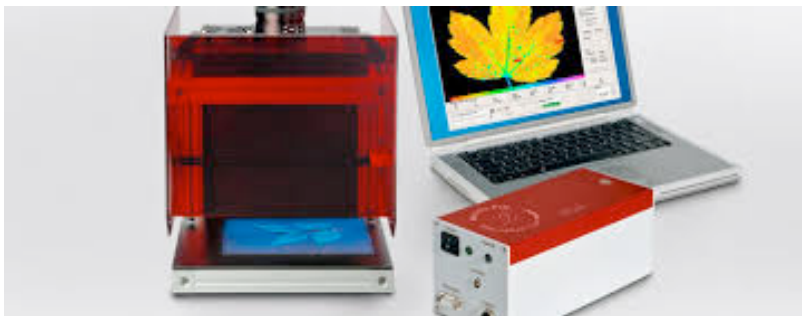
3. Multi-color PAM : *système de mesure de la fluorescence de la chlorophylle*



Caractéristiques

- Idem Dual PAM (sauf qu'il n'y a pas la possibilité de mesurer l'absorbance du P700)
- Offre la possibilité d'utiliser 6 longueurs d'ondes différentes pour les mesures en mode lumière modulée (400, 440, 480, 540, 590 et 625 nm) + 5 longueurs d'ondes pour la lumière actinique (440, 480, 540, 590 et 625 nm) + 1 source blanche (420-640 nm) et une source rouge lointain (730 nm).

3. Rappel sur les outils existants (UMR QUALISUD et enseignement)



4. Spectroradiomètres



Caractéristiques

- HERA : 190 à 1100 nm, résolution 2.3 nm avec fibre optique de 2 mètres et récepteur cosinus
- OPTOPRIM : 200 à 1100 nm, résolution 0.58 nm, avec fibre optique et sphère intégratrice



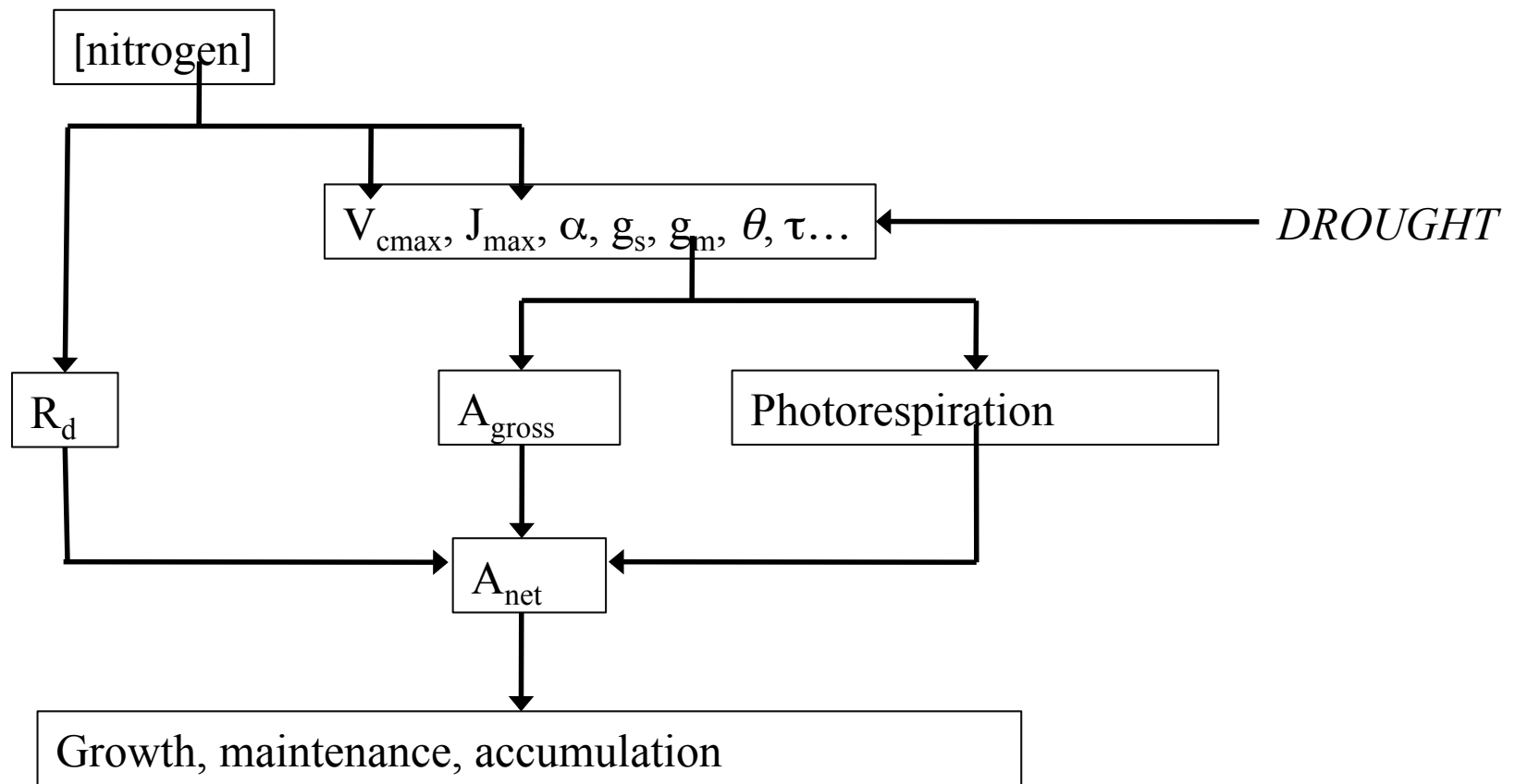
Région
Provence
Alpes
Côte d'Azur



Que peut-on analyser avec nos outils ?

Idée 1 : les composantes de la photosynthèse nette

Pourquoi c'est intéressant ? Parce
que la photosynthèse nette
détermine la croissance et la
productivité

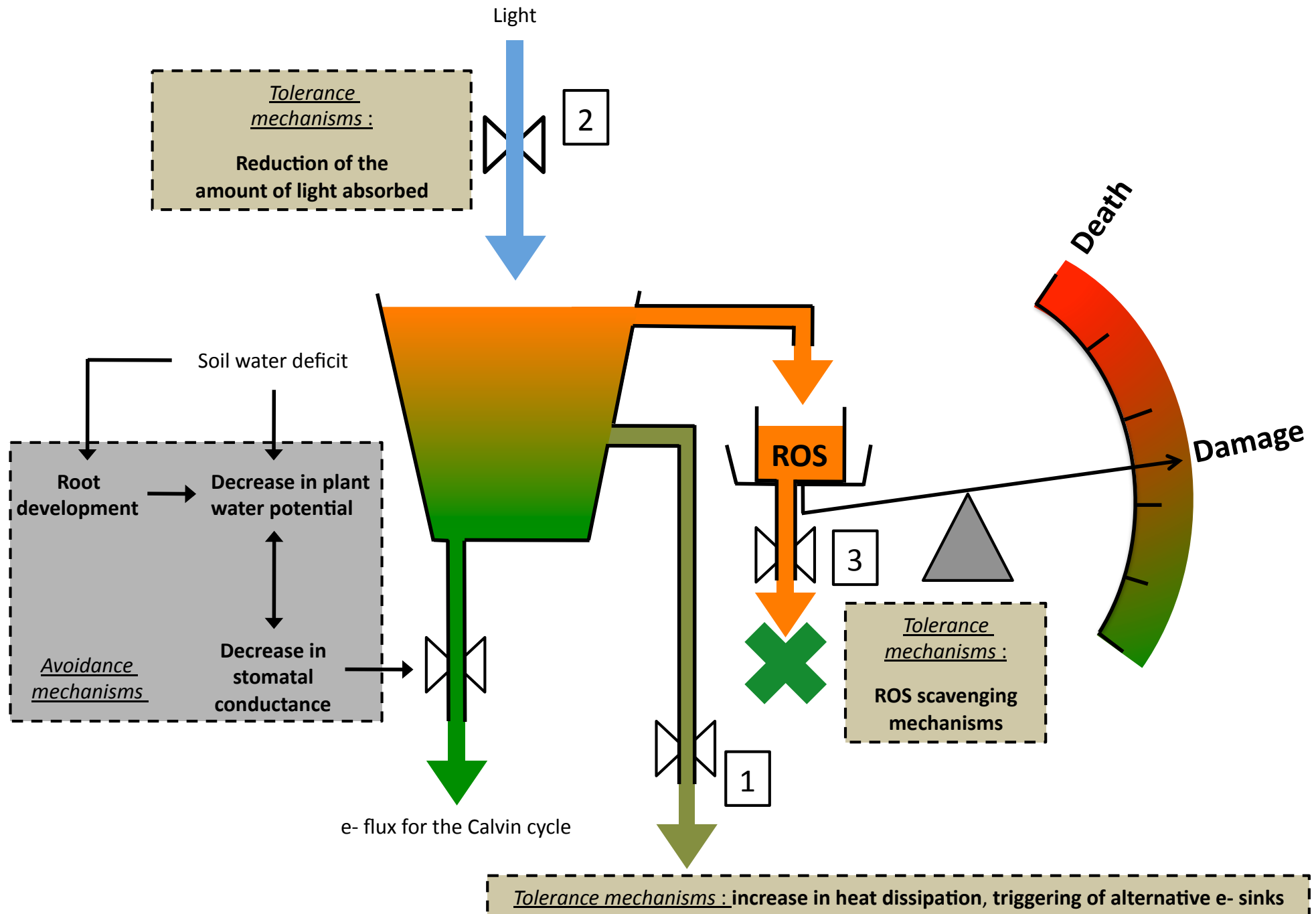


Quels sont les outils requis ?

- LICOR 6400 ou 6800
- Chlorophyll meter (absorption)

Idée 2 : évaluer le risque de stress photo-oxydatif et les dommages sur la machinerie photosynthétique

Pourquoi c'est intéressant ? Parce que tout stress se traduit par du stress oxydatif et que la production d'espèces réactives de l'oxygène, selon la dose, peut soit être impliqué dans des régulations ou à l'origine de dommages

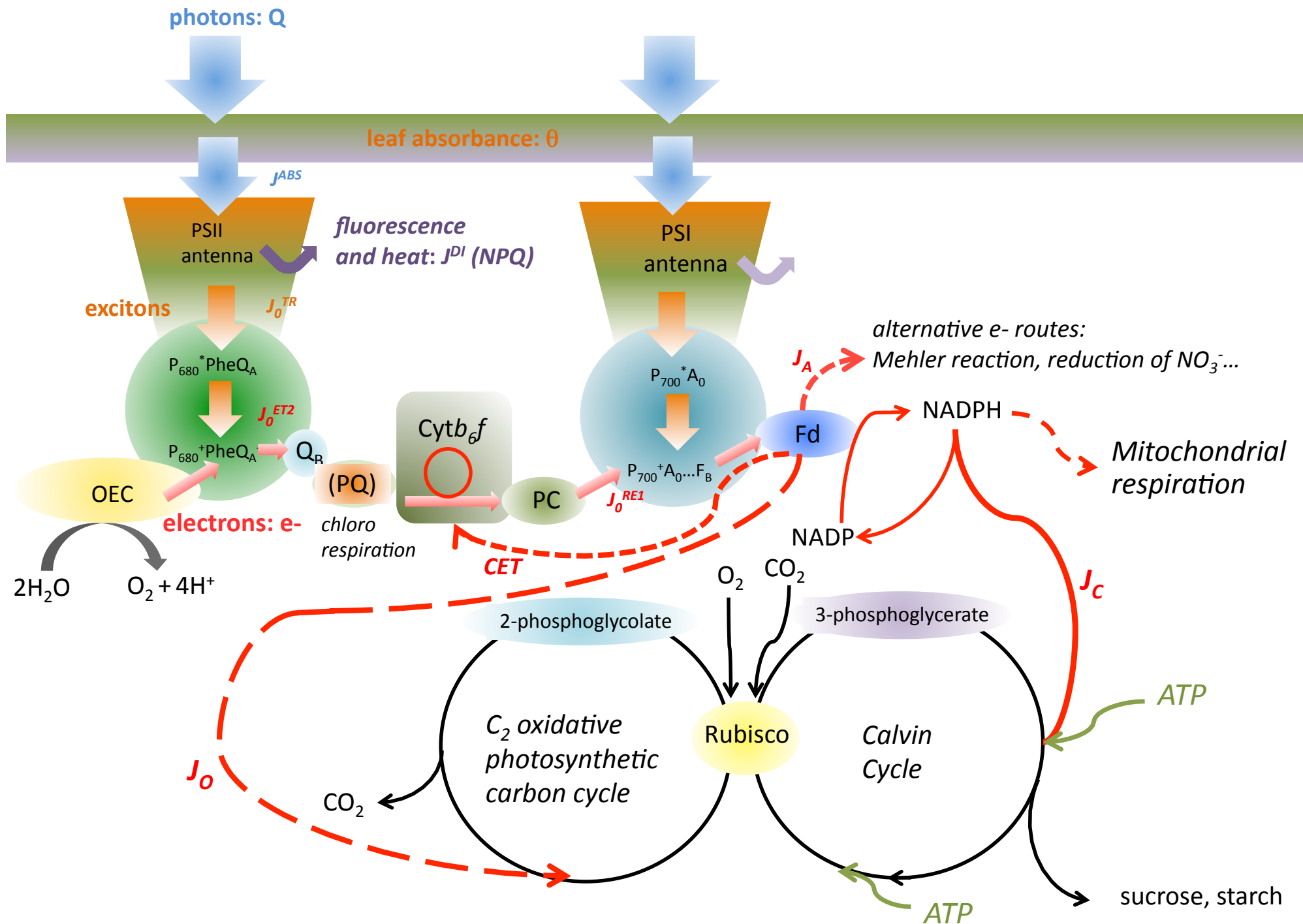


Quels sont les outils requis ?

- Chlorophyll meter : discutable
- Licor 6400/6800 (pour gs)
- Fluorimètres modulés (pour l'analyse de quenching) ou non modulés pour Fv/Fm et ses composantes, éventuellement en haute résolution, notamment pour les paramètres liés à la dissipation de chaleur et les paramètres de dégâts
- *Multiplex pour le dosage de certains composés antioxydants (anthocyanines, flavonoïdes) : prospectif et discutable*

Idée 3 : Analyser de manière exhaustive l'impact des stress sur et autour de la machinerie photosynthèse

Pourquoi c'est intéressant ? Parce que la plupart des stress impactent le fonctionnement de la machinerie photosynthétique, que cette dernière est au cœur du fonctionnement des plantes et de la performance agronomique, et que nous avons besoin d'améliorer notre vision des mécanismes adaptatifs mis en œuvre au niveau de la photosynthèse



Quels sont les outils requis ?

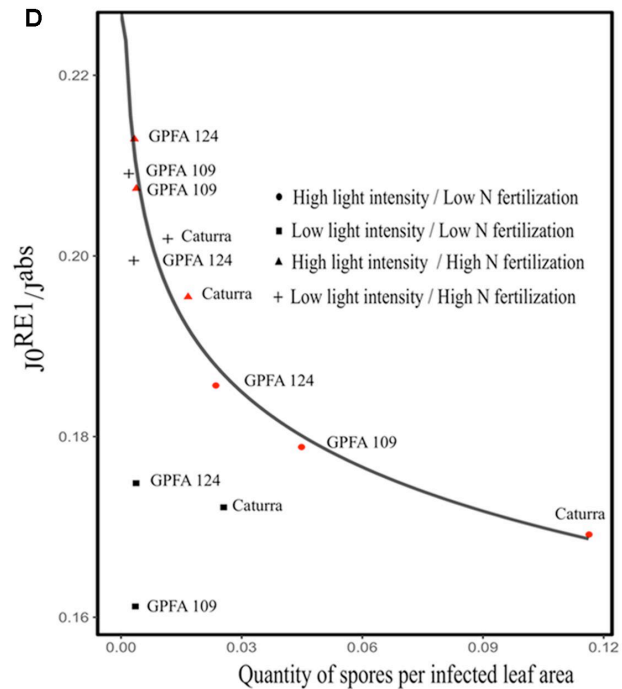
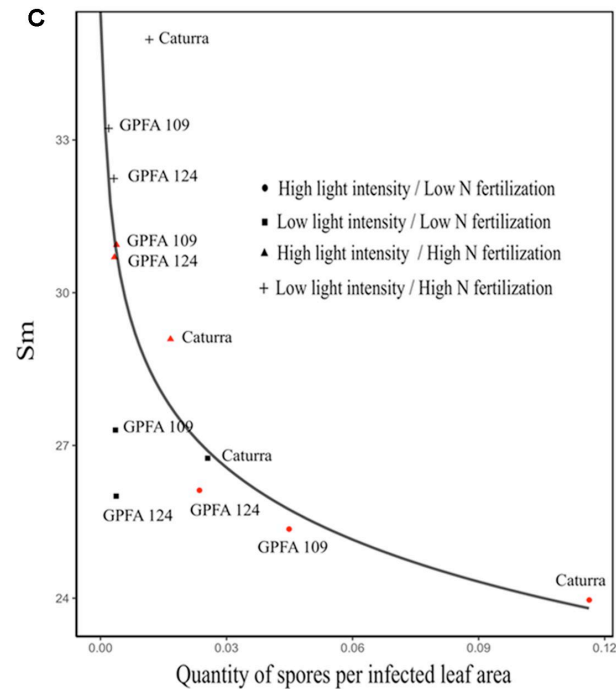
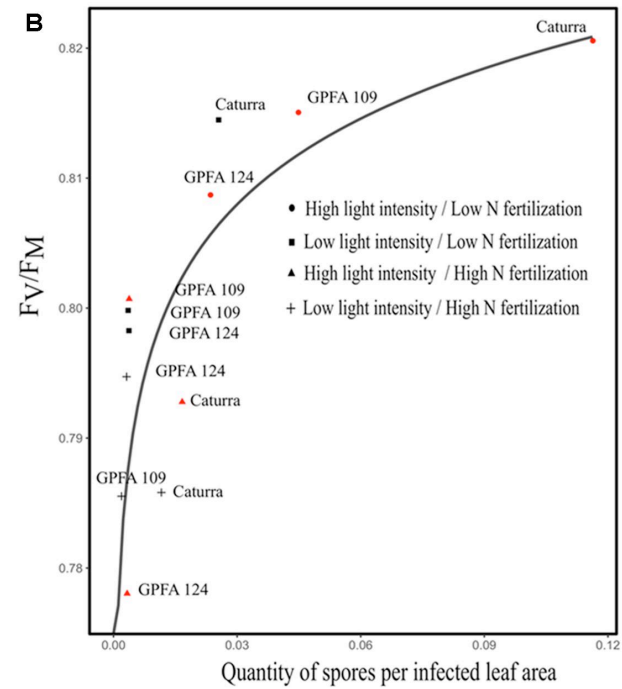
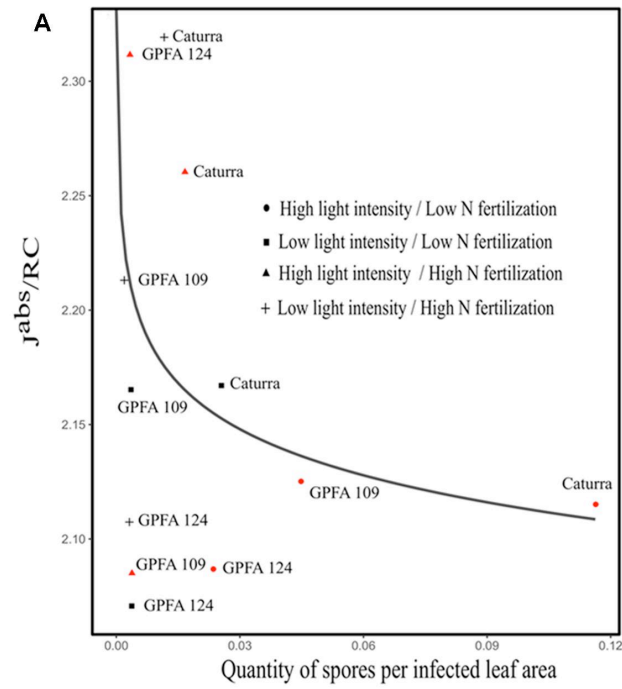
Tous à l'exception peut-être du
Multicolor PAM et du Multiplex

Idée 4 : Identifier des marqueurs ou des jeux de marqueurs physiologiques

Pourquoi c'est intéressant ? Parce que nos techniques sont utilisables sur le terrain, parce qu'elles ne sont pas destructrices et qu'elles donnent une information très rapidement exploitable.

Quels sont les outils requis ?

Tous, éventuellement combinés à
d'autres approches



Type of instrument	Nature of measurements	Typical parameters
Portable leaf gas exchange measurement systems	Steady state gas exchanges under controlled conditions A-C _i response curves A-Q curves	A _{net} , A _{max} , transpiration (measured << directly >>) g _s , C _i (calculated) R _d (light off + correction) V _{cmax} , J _{max} , TPU, Γ* α, Γ
Modulated fluorimeter	ChlF	F _v /F _m , F _o (on dark-adapted leaves) F' _v /F' _m , Φ _{PSII} (on light-adapted leaves) NPQ, qP (quenching analysis) J _{max} , α (Φ _{PSII} -Q curves)
Coupled leaf gas exchange and modulated ChlF measurement systems	Steady state gas exchanges under controlled conditions + ChlF	In addition to all the above-mentioned parameters: g _m , photorespiration and alternative routes for e-flow
Modulated fluorimeter + dual wavelengths absorbance spectrometer	ChlF + P700 absorption	Cyclic electron transport activity in addition to the usual parameters
Non modulated, high time resolution fluorimeter	Fast ChlF induction kinetics	F _v /F _m , F _o So-called OJIP parameters (Table 2)
Modulated fluorimeter based on the excitation ratio method	ChlF at different excitation wavelengths	[anthocyanins], [flavonols]
Chlorophyll meter	Leaf transmittance	θ



Région
Provence
Alpes
Côte d'Azur



Qui pourrait/devrait être intéressé ?

- Physiologistes du stress, écologistes, agronomes
- Généticiens (pour du phénotypage)
- Pathologistes pour des études de physiopathologie ou la recherche de marqueurs d'attaque ou de niveau de sensibilité



Région
Provence
Alpes
Côte d'Azur



Les conditions d'utilisation proposées

LI-6800

- Appareil robuste si utilisé par un chercheur compétent, exigeant un calibrage tous les 2 ans, estimé à 4000 Euros + des petites fournitures pour 1000 Euros par an -> coût annuel estimé à 3000 Euros hors réparations.
- Prise en main sur au moins une journée pour les fonctions de base + suivi des nouveaux usagers en mode hotline (10 heures/campagne de mesure de 3 semaines). Coût facturé : 1200 Euros pour les usagers du premier cercle ou gratuité en cas de collaboration scientifique effective.
- L'usage de l'appareil pourrait être intensif à terme, avec l'apparition d'utilisateurs de deuxième cercle. Toutefois il est proposé pour une première estimation des coûts à facturer, de tabler sur un usage de l'ordre de seulement 300 heures/an (3 journées de 8 heures/semaine x 12 semaines).
- Il est proposé de facturer à la journée plutôt qu'à la demi-journée, ce qui conduit à un coût de 80 Euros/jour.
- Il faut prévoir de demander à l'utilisateur d'assumer financièrement les réparations pour les dégâts.

Dual-PAM et Multicolor PAM

- Appareils optiques, robustes, réservés au laboratoire, exigeant un calibrage tous les 2 ans, estimé à 2000 Euros/appareil -> coût annuel estimé à 1000 Euros/appareil hors réparations.
- Prise en main sur au moins une demi-journée pour les fonctions de base (300 Euros pour les usagers du premier cercle ou gratuité en cas de collaboration scientifique réelle). Pour le moment les fonctions étendues ne sont pas encore maîtrisées.
- L'usage de ces appareils ne sera jamais intensif et ne concernera *a priori* que le premier cercle.

Spectroradiomètres Prolite et Optoprim

- Appareils robustes mais exigeant un calibrage tous les 2 ans de l'ordre de 1000 €/appareil.
- Prise en main relativement facile pour un usage de base, estimé à 2 heures/appareil.
- L'usage de ces appareils ne concerne a priori que le premier cercle et sera très épisodique et assez imprévisible. Il est proposé que les projets utilisant ces outils paient une somme forfaitaire de 300 Euros valable pour les deux appareils et pour la durée du projet.



Région
Provence
Alpes
Côte d'Azur



Lectures (hautement) recommandées



A User's View of the Parameters Derived from the Induction Curves of Maximal Chlorophyll *a* Fluorescence: Perspectives for Analyzing Stress

Juile Ripoll^{1,2}, Nadia Bertin¹, Luc P. R. Bidel³ and Laurent Urban^{2*}

¹ INRA – Centre d'Avignon, UR 1115 Plantes et Systèmes de Culture Horticoles, Avignon, France, ² UMR QualiSud, Université d'Avignon et des Pays du Vaucluse, Avignon, France, ³ INRA, UMR AGAP, Montpellier, France

Analysis of the fast kinetics of the induction curve of maximal fluorescence represents a relatively recent development for chlorophyll *a* fluorescence measurements. The parameters of the so-called JIP-test are exploited by an increasingly large community of users to assess plant stress and its consequences. We provide here evidence that these parameters are capable to distinguish between stresses of different natures or intensities, and between stressed plants of different genetic background or at different developmental stages at the time of stress. It is, however, important to keep in mind that the JIP-test is inherently limited in scope, that it is based on assumptions which are not fully validated and that precautions must be taken to ensure that measurements are meaningful. Recent advances suggest that some improvements could be implemented to increase the reliability of measurements and the pertinence of the parameters calculated. We moreover advocate for using the JIP-test in combination with other techniques to build comprehensive pictures of plant responses to stress.

Keywords: chlorophyll *a* fluorescence, JIP-test, potential and limits, *Solanum lycopersicum* L., stress response, water deficit

INTRODUCTION

There is a growing interest for ChlF since the last 15 years (e.g., 14400 articles in 2015 vs. 4870 in 2000; research made on google scholar using “chlorophyll *a* fluorescence” as a keyword). When excitation energy arrives in a RC where the donor side cannot evacuate energy toward an acceptor, energy is essentially lost under the form of heat and ChlF. Measurements of ChlF therefore gives insight into efficiencies of energy transfer and heat dissipation. Stress may impact all the steps from light energy absorption to electron transfer to the final acceptors. So, ChlF can be used to characterize the effects of stress on adaptive mechanisms (Misra et al., 2012; Kalaji et al., 2014, 2016).

There are several types of instruments for analyzing ChlF. Steady-state instruments are designed for quenching analysis and for coupled measurements of ChlF and gas exchanges which give insight into downstream processes. The focus here is on the analysis of OJIP fluorescence transients (JIP-test) which become increasingly popular among users, thanks to the development of relatively cheap and users-friendly devices (Kalaji et al., 2014). In

Abbreviations: CEE, cyclic electron flux; ChlF, chlorophyll *a* fluorescence; KMC, Kinetic Monte Carlo; NPQ, non-photochemical quenching; PC, plastocyanin; PQ, plastoquinone; PS, photosystem; RC, reaction center; WD, water deficit.

OPEN ACCESS

Edited by:

Vasileios Fotopoulos,
Cyprus University of Technology,
Cyprus

Reviewed by:

Amarandra Narayan Misra,
Central University of Jharkhand, India
Adeyemi Oladapo Aromu,
University of KwaZulu-Natal,
South Africa

*Correspondence:

Laurent Urban
laurent.urban@univ-avignon.fr

Specialty section:

This article was submitted to
Plant Physiology,
a section of the journal
Frontiers in Plant Science

Received: 21 September 2016

Accepted: 25 October 2016

Published: 11 November 2016

Citation:

Ripoll J, Bertin N, Bidel LPR and
Urban L (2016) A User's View of the
Parameters Derived from
the Induction Curves of Maximal
Chlorophyll *a* Fluorescence:
Perspectives for Analyzing Stress.
Front. Plant Sci. 7:1679.
doi: 10.3389/fpls.2016.01679



Assessing the Effects of Water Deficit on Photosynthesis Using Parameters Derived from Measurements of Leaf Gas Exchange and of Chlorophyll *a* Fluorescence

Laurent Urban^{1*}, Jawad Aarrouf¹ and Luc P. R. Bidel²

¹ UMR 95 QualiSud/Laboratoire de Physiologie des Fruits et Légumes, Université d'Avignon, Avignon, France, ² INRA, UMR 1334 AGAP, Montpellier, France

Water deficit (WD) is expected to increase in intensity, frequency and duration in many parts of the world as a consequence of global change, with potential negative effects on plant gas exchange and growth. We review here the parameters that can be derived from measurements made on leaves, in the field, and that can be used to assess the effects of WD on the components of plant photosynthetic rate, including stomatal conductance, mesophyll conductance, photosynthetic capacity, light absorbance, and efficiency of absorbed light conversion into photosynthetic electron transport. We also review some of the parameters related to dissipation of excess energy and to rerouting of electron fluxes. Our focus is mainly on the techniques of gas exchange measurements and of measurements of chlorophyll *a* fluorescence (ChlF), either alone or combined. But we put also emphasis on some of the parameters derived from analysis of the induction phase of maximal ChlF, notably because they could be used to assess damage to photosystem II. Eventually we briefly present the non-destructive methods based on the ChlF excitation ratio method which can be used to evaluate non-destructively leaf contents in anthocyanins and flavonols.

Keywords: water deficit, photosynthesis, chlorophyll *a* fluorescence, leaf gas exchange, stomatal conductance, tolerance mechanisms, induction curves of maximal chlorophyll fluorescence

OPEN ACCESS

Edited by:

Edmundo Acevedo,
Universidad de Chile, Chile

Reviewed by:

Thomas D. Sharkey,
Michigan State University,
United States
Carmon Arana,
University of Naples Federico II, Italy

*Correspondence:

Laurent Urban
laurent.urban@univ-avignon.fr

Specialty section:

This article was submitted to
Plant Breeding,
a section of the journal
Frontiers in Plant Science

Received: 30 August 2017

Accepted: 20 November 2017

Published: 14 December 2017

Citation:

Urban L, Aarrouf J and Bidel LPR
(2017) Assessing the Effects of Water
Deficit on Photosynthesis Using
Parameters Derived from
Measurements of Leaf Gas Exchange
and of Chlorophyll *a* Fluorescence.
Front. Plant Sci. 8:2068.
doi: 10.3389/fpls.2017.02068