

# Architecture et environnement lumineux



## Quelques définitions

**Rayonnement:** en physique, le terme **radiation** ou son synonyme **rayonnement** désigne le processus d'émission ou de transmission d'énergie sous forme de rayonnement électromagnétique (modélisé par une onde électromagnétique ou un photon). Le soleil rayonne des ondes électromagnétiques dont le spectre s'étend des ondes décamétriques aux rayons gamma en passant par la lumière visible.

**Lumière (visible):** désigne les ondes visibles par l'œil humain, c'est-à-dire comprises dans des longueurs d'onde de 380 nm (violet) à 780 nm (rouge).

**Photorécepteur:** ce terme désigne la molécule qui assure la transduction de l'énergie lumineuse en signal biochimique

**Photosynthèse:** (grec  $\phi\omega\varsigma/ph\acute{o}s$ , lumière et  $\sigma\acute{\upsilon}\nu\theta\epsilon\sigma\iota\varsigma/s\acute{\upsilon}nthesis$ , composition) est le processus bioénergétique qui permet aux plantes de synthétiser leur matière organique en exploitant l'énergie solaire. C'est la fabrication de matière carbonée organique à partir d'eau et de carbone minéral ( $CO_2$ ) en présence de lumière. Les besoins nutritifs de la plante sont le dioxyde de carbone de l'air, l'eau et les minéraux du sol. Les végétaux sont dits autotrophes pour le carbone. Une conséquence importante est la libération de molécules de dioxygène. La nuit, la photosynthèse est suspendue, mais la plante respire de manière continue le jour et la nuit. Sur 24h, la production de dioxyde de carbone issue de la respiration est moins importante que celle en dioxygène issue de la photosynthèse, durant la journée. La plante produit du dioxygène.



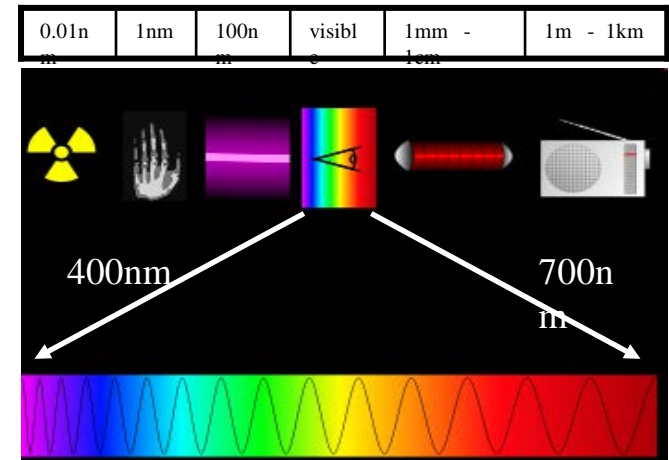
# Lumière et son utilisation par les plantes

- Les plantes sont des organismes **autotrophes** (du grec autos « soi-même » et trophê « nourriture »), qui produisent leur nourriture à partir du  $\text{CO}_2$  atmosphérique, de l'eau et des minéraux du sol.
- Plus exactement, ils sont **photoautotrophes** et utilisent la lumière comme source d'énergie pour synthétiser des glucides, des lipides et des protéines (producteurs primaires)
- Ce sont des organismes sessiles qui ne peuvent répondre aux changements de leur environnement que par des modifications physiologiques et/ou morphologiques

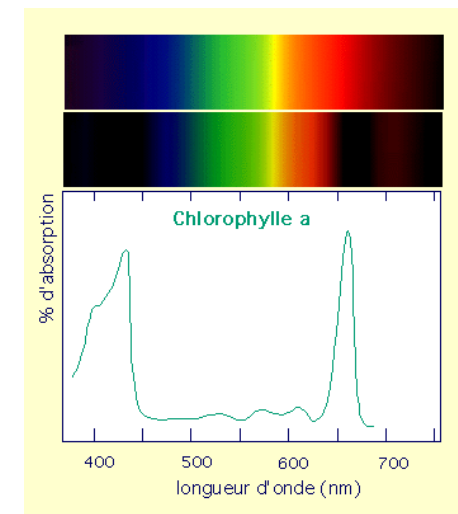
# Lumière et son utilisation par les plantes

## Domaine d'intérêt pour les plantes

Longueur d'onde	Domaine
>10cm	Radio (150 kHz - 3 GHz)
3mm - 10cm	Micro-onde et radar (10cm±1cm, 3-100GHz)
300µm - 3mm	Terahertz (100GHz-10THz)
1µm - 300µm	Infrarouge
400nm - 700nm	Lumière visible: Rouge/Orange/Jaune/Vert/Bleu/Violet
10nm - 400nm	Ultraviolet
$10^{-11}$ m - $10^{-8}$ m	Rayon X
$10^{-14}$ m - $10^{-11}$ m	Rayon $\gamma$

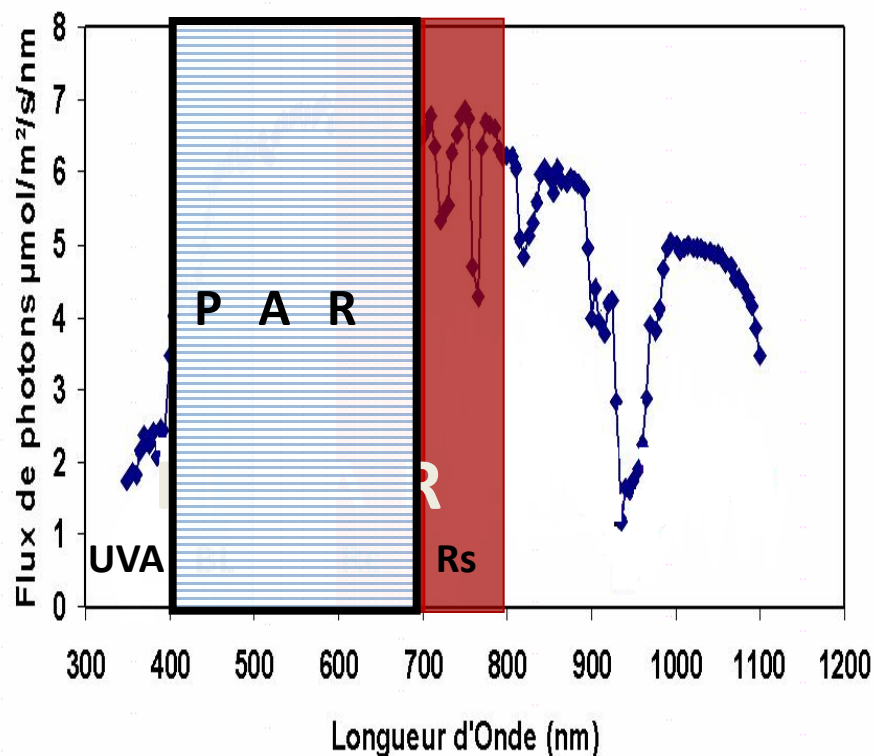


Source: <http://www.techno-science.net>



# Lumière et son utilisation par les plantes

- C'est une source d'énergie pour la photosynthèse (PAR)
- et
- un vecteur d'informations sur l'environnement lumineux (MAR)



Signaux actifs sur la morphogenèse  
(**Morphologically Active Radiation**)  
dans les domaines de longueurs  
d'onde :

☐ UVA-Bleu (via les cryptochromes)

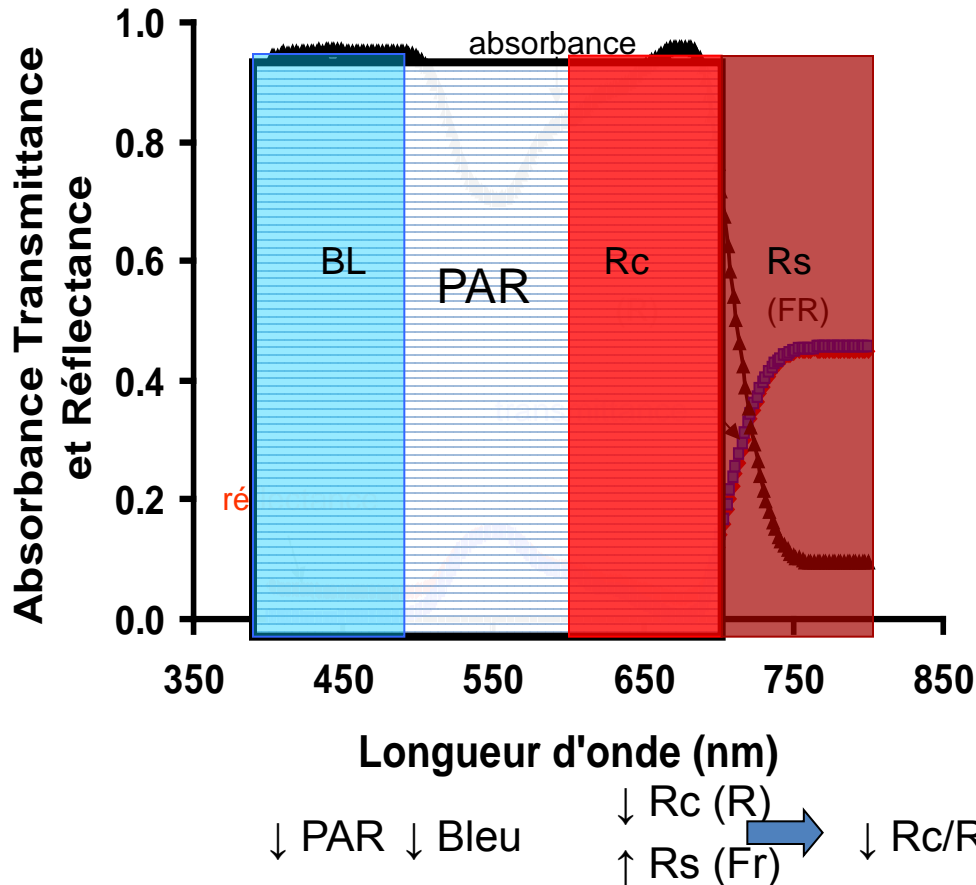
☐ Rouge clair/Rouge sombre (via les phytochromes)

**Rappel:** PAR (anglais) = RPA (Français) = Rayonnement Photosynthétiquement Actif

# Lumière et son utilisation par les plantes

Modifications de la composition spectrale du rayonnement par la végétation

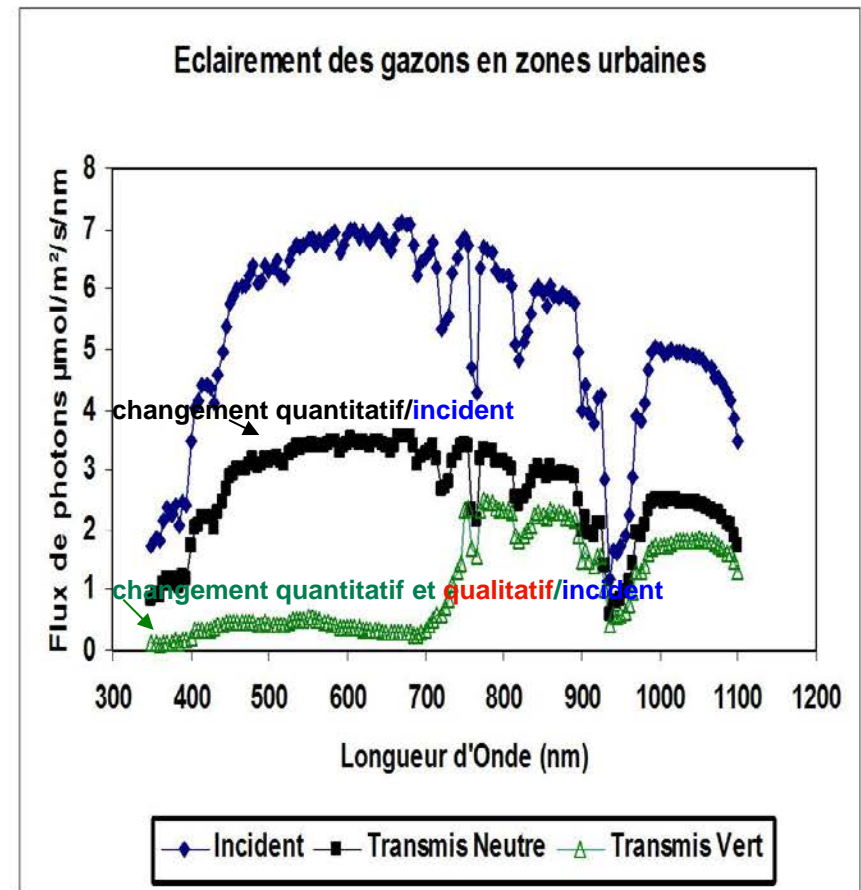
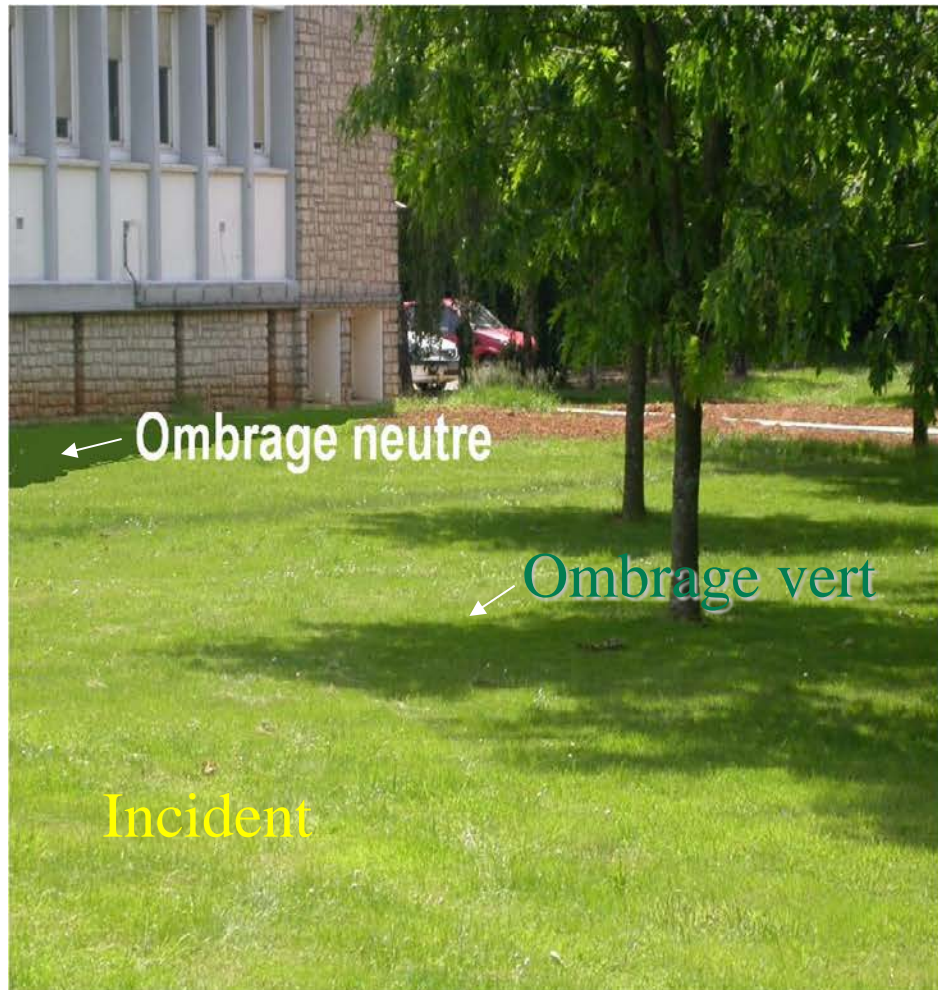
- ✓ Interception =  $f(\text{géométrie plante ou couvert})$
- ✓ Absorption, transmission et réflexion du rayonnement (propriétés optiques foliaires)



Modification des signaux:

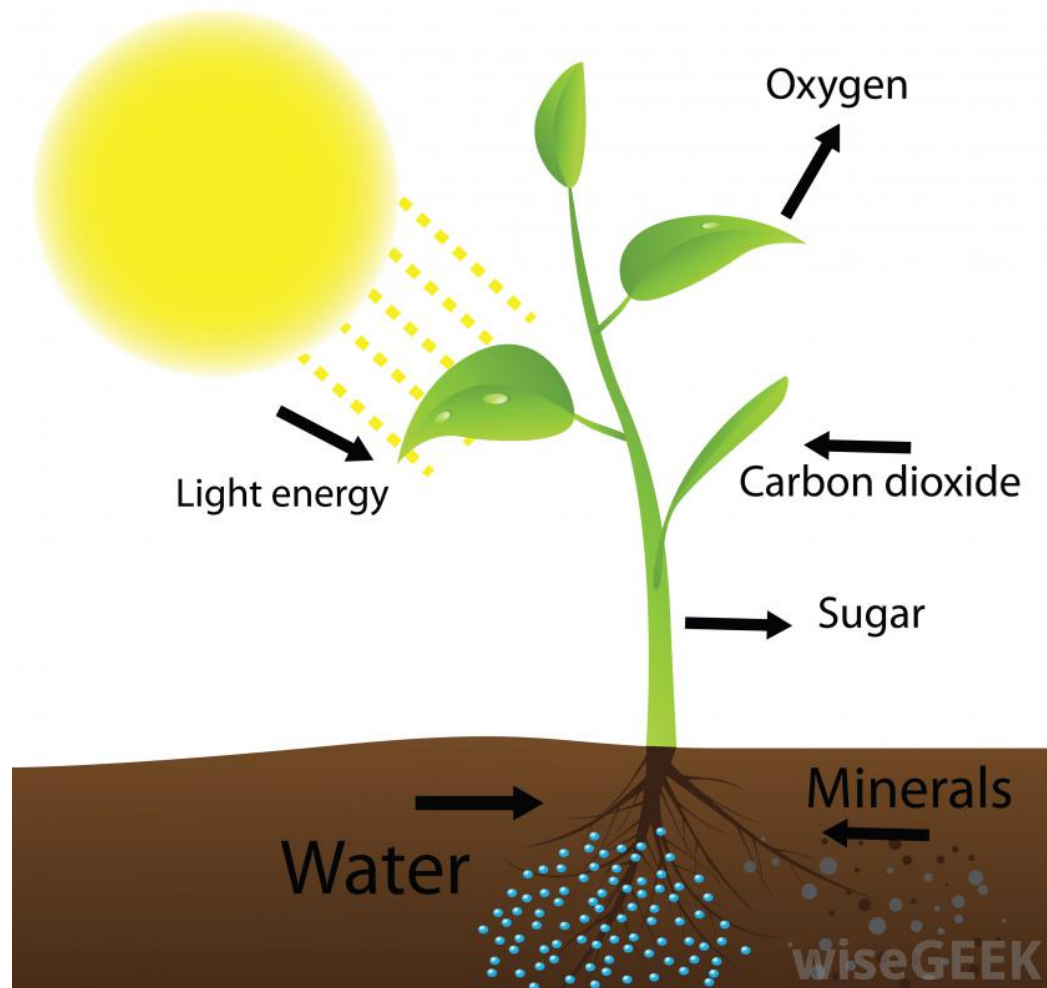
- renseigne sur la présence des voisines
- engendre des réponses morphogénétiques spécifiques  
Photomorphogenèse
- permet d'anticiper les aspects trophiques de la compétition pour la lumière

# Interactions à l'échelle du peuplement



- Changements quantitatif et qualitatif (composition spectrale) de la lumière dus à l'interaction avec la végétation

# Photosynthesis

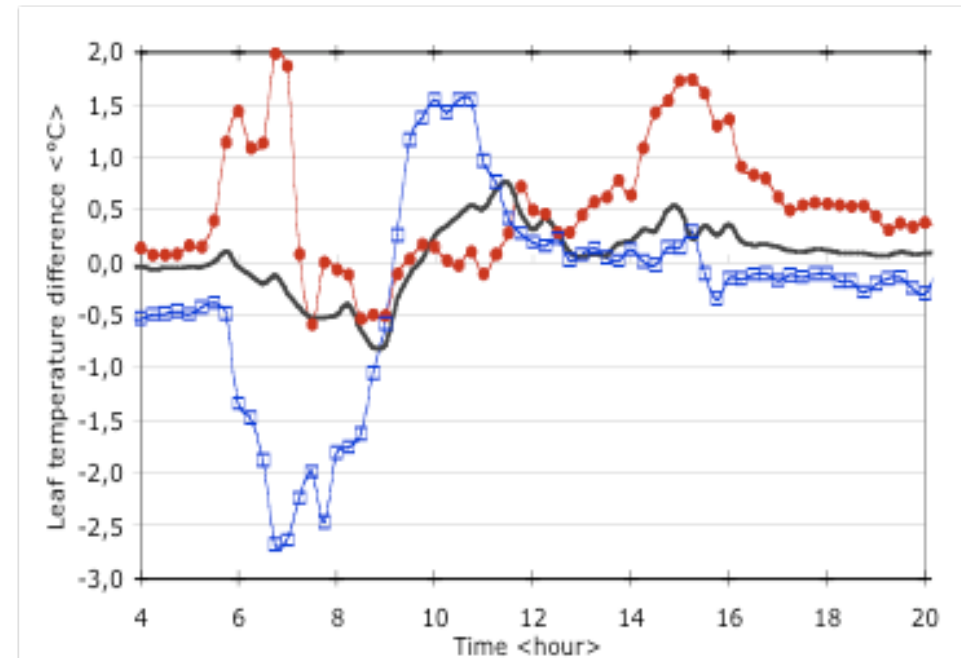
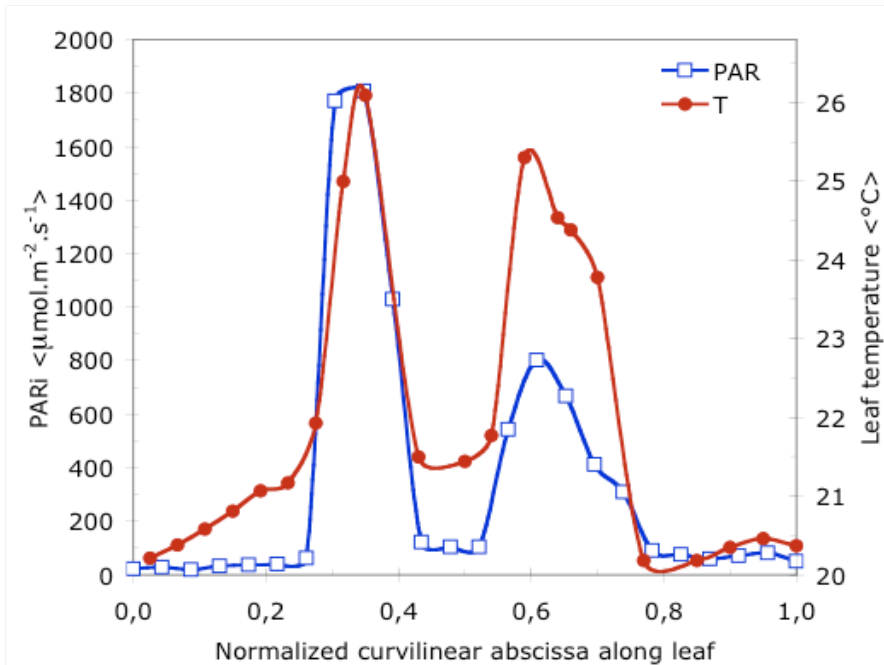
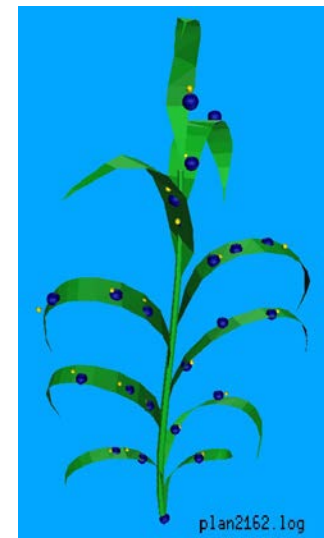




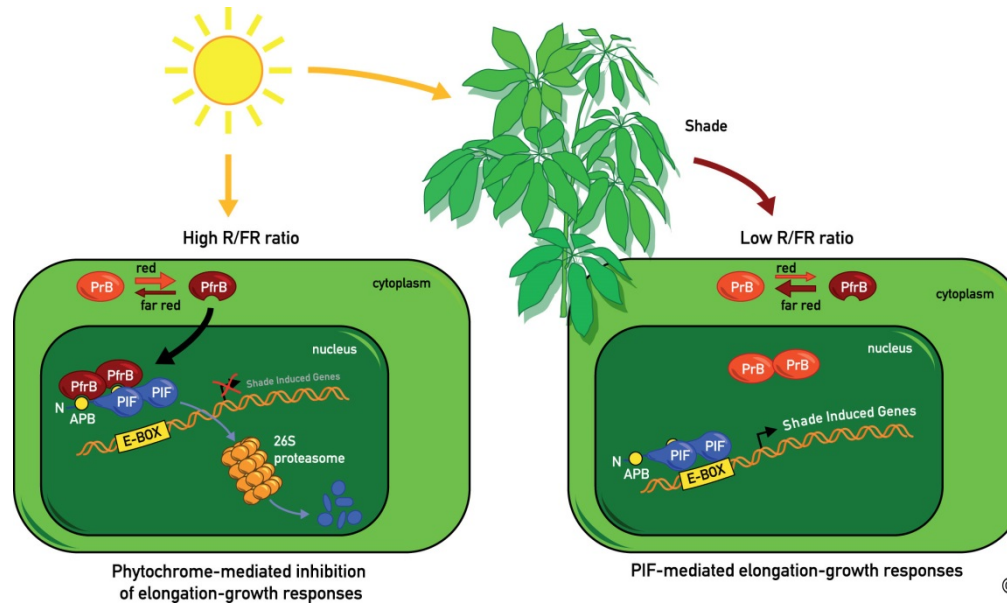
# Organ Temperature & Light

## *Variabilité spatiale et temporelle*

*Experimentation sur 2 pieds de maïs (Grignon, 2000)*  
*2-4 capteurs de lumière et de température par feuille*



# Photomorphogénèse

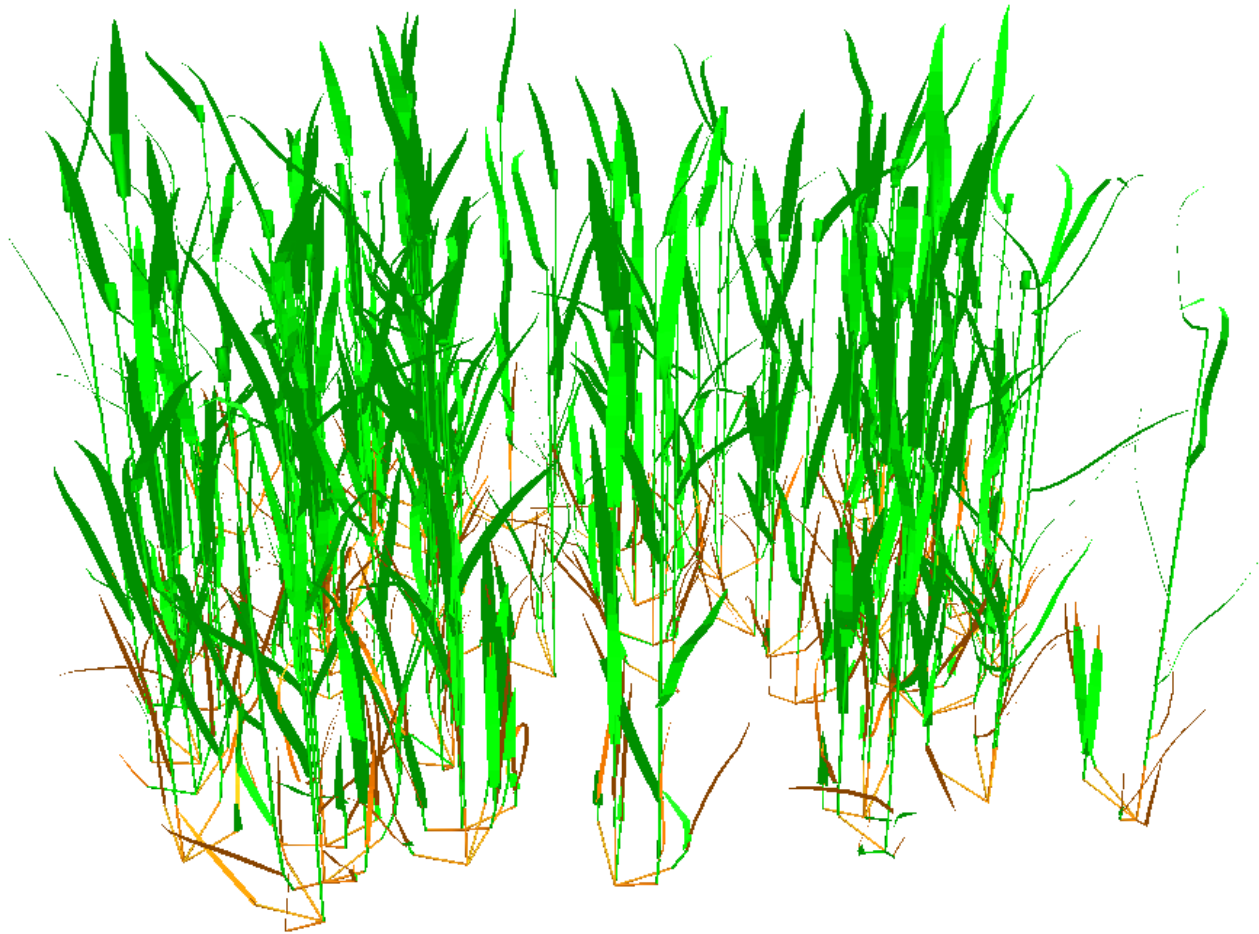


Par = 500  $\mu\text{moles. s}^{-1}$  R/FR = 1.15



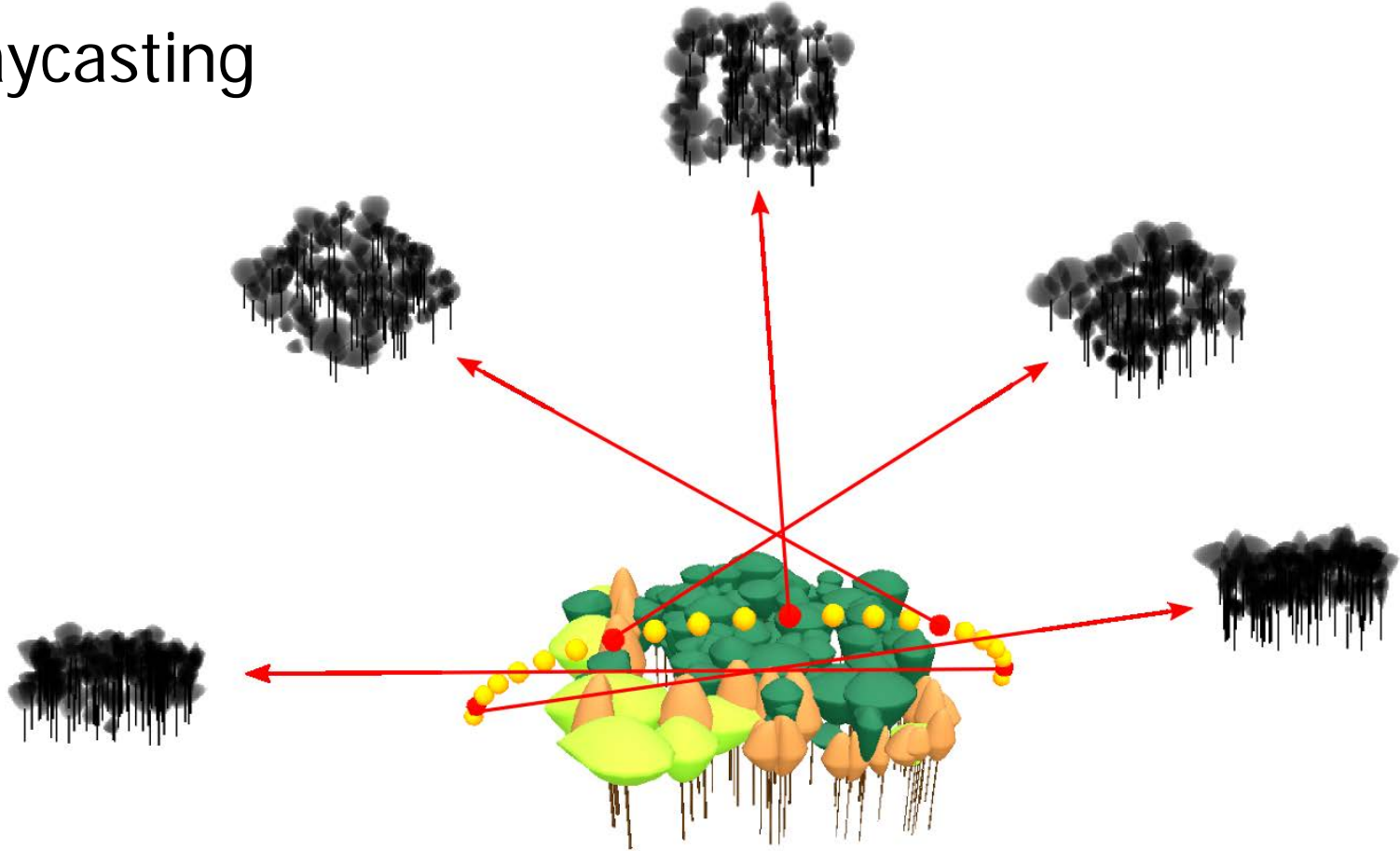
Par = 150  $\mu\text{moles. s}^{-1}$  R/FR = 0.1 (ombrage vert)

# 3D Geometry



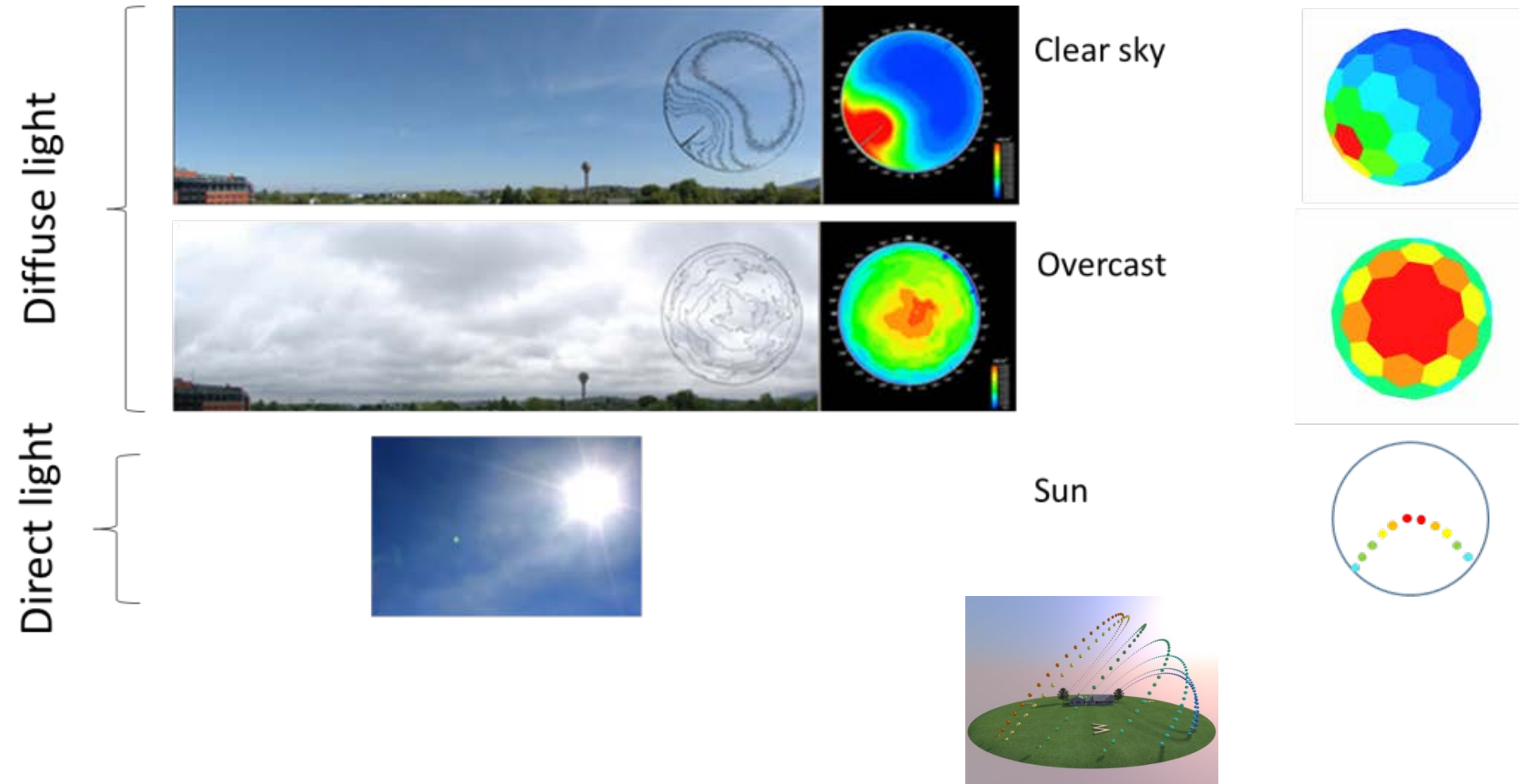
# Simulation de la lumière

Raycasting

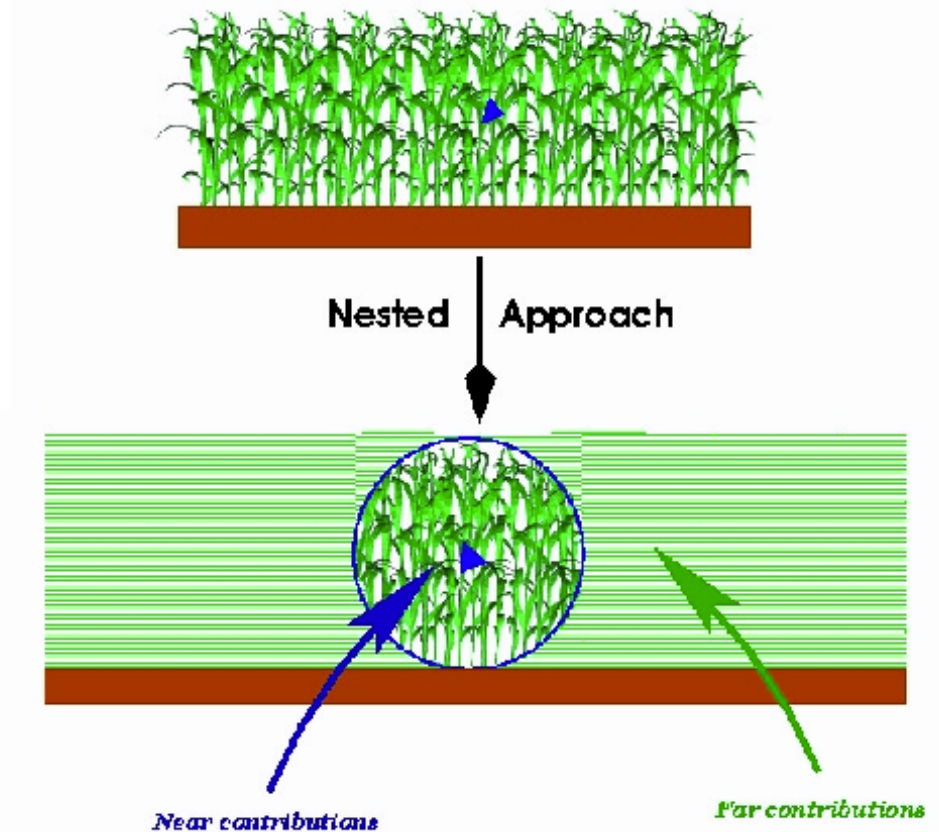
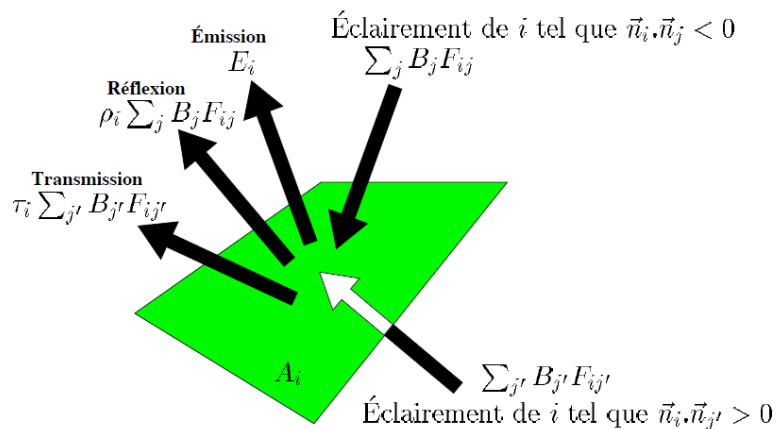
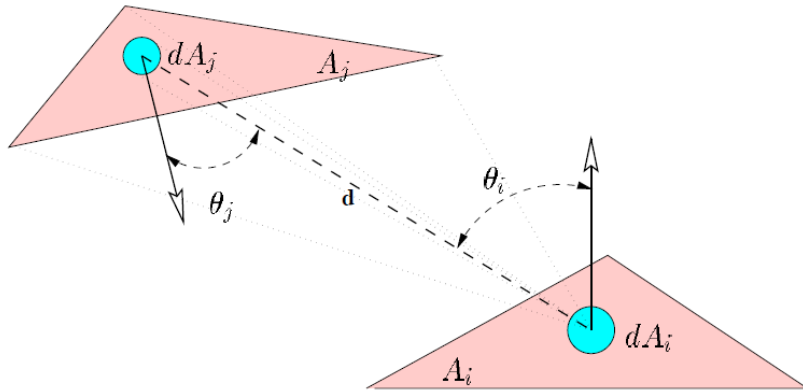




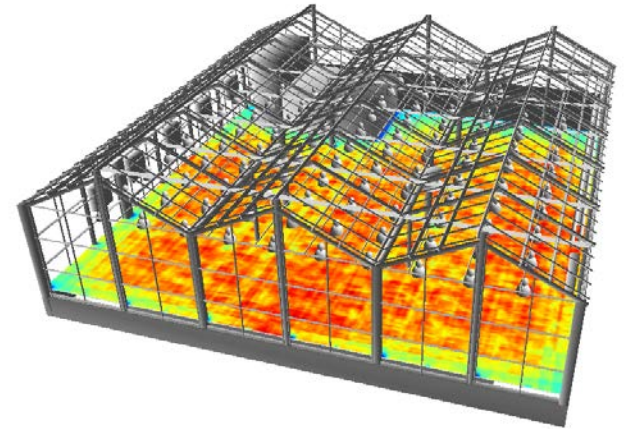
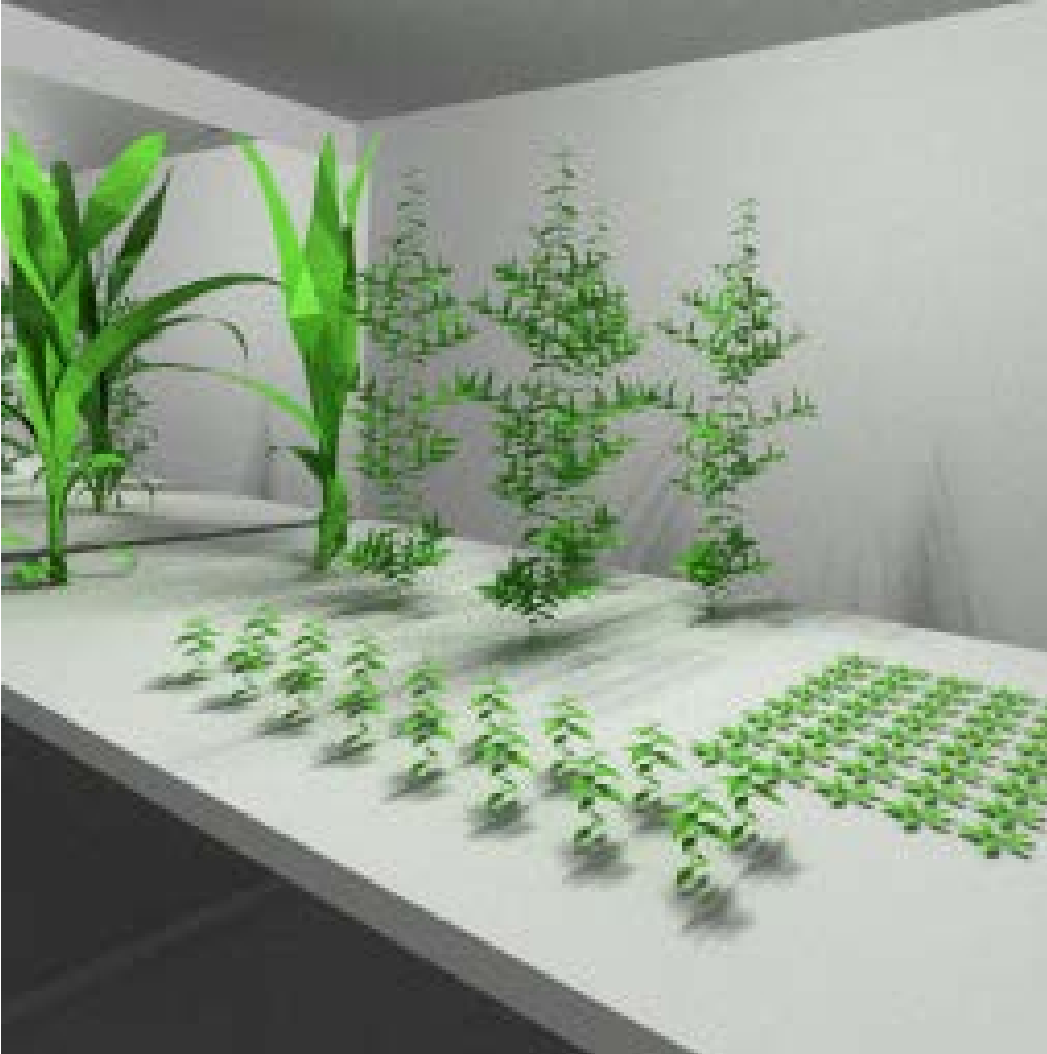
# Simulation de la luminance du ciel



# Multi rediffusion

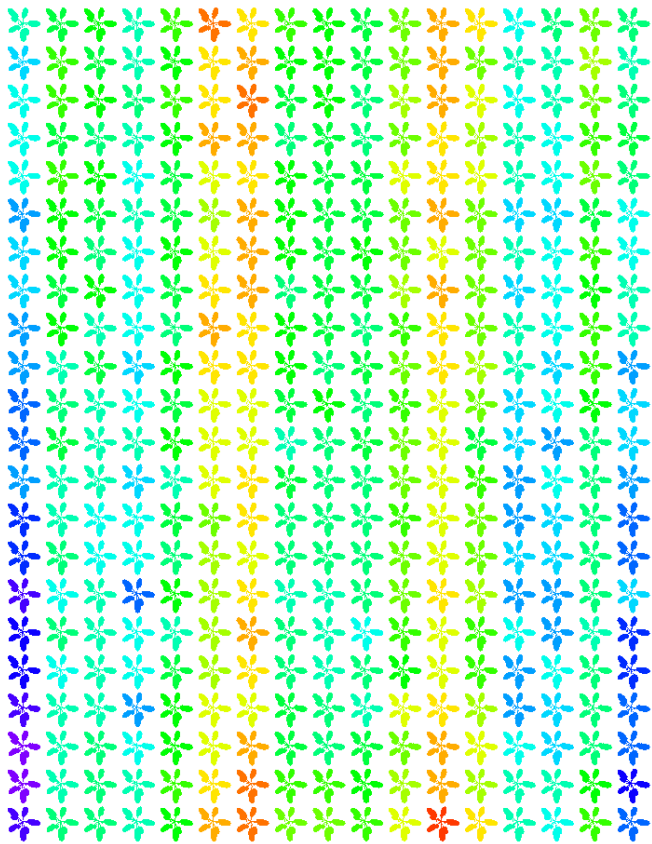


# Quantification du phylloclimat

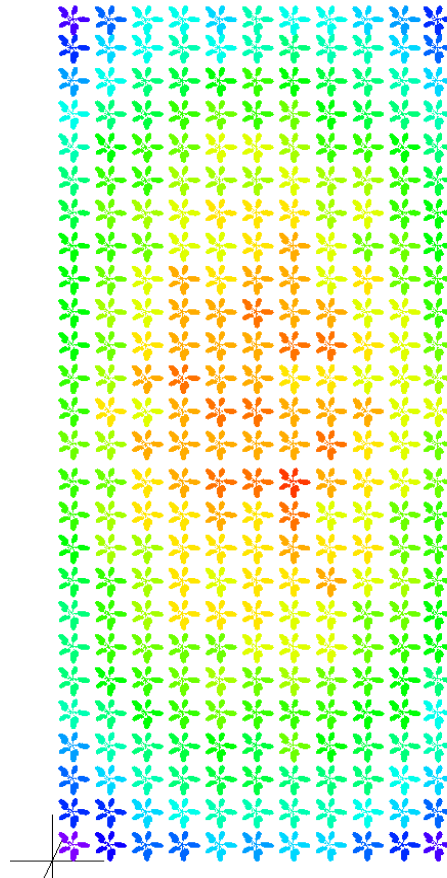


## ■ Plant irradiance simulation

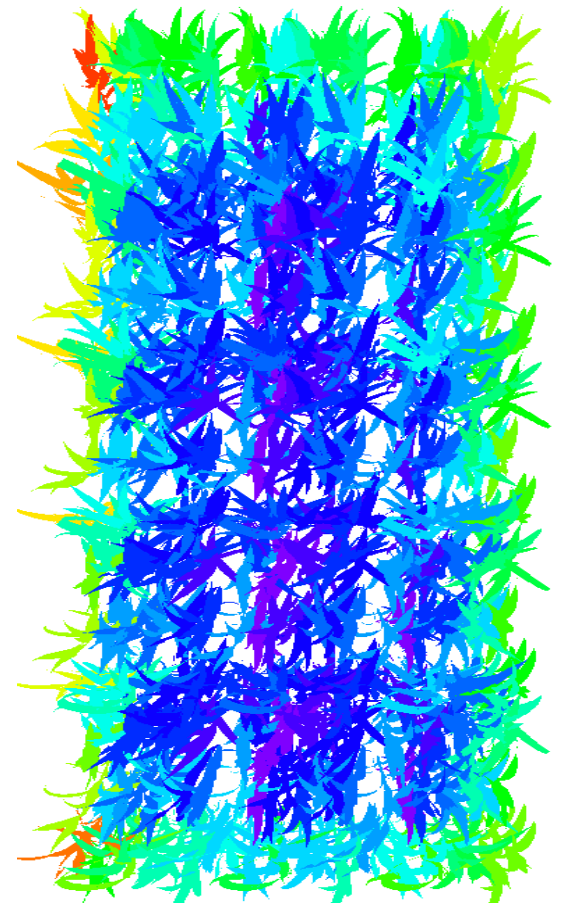
Arabidopsis & Strader



Conviron

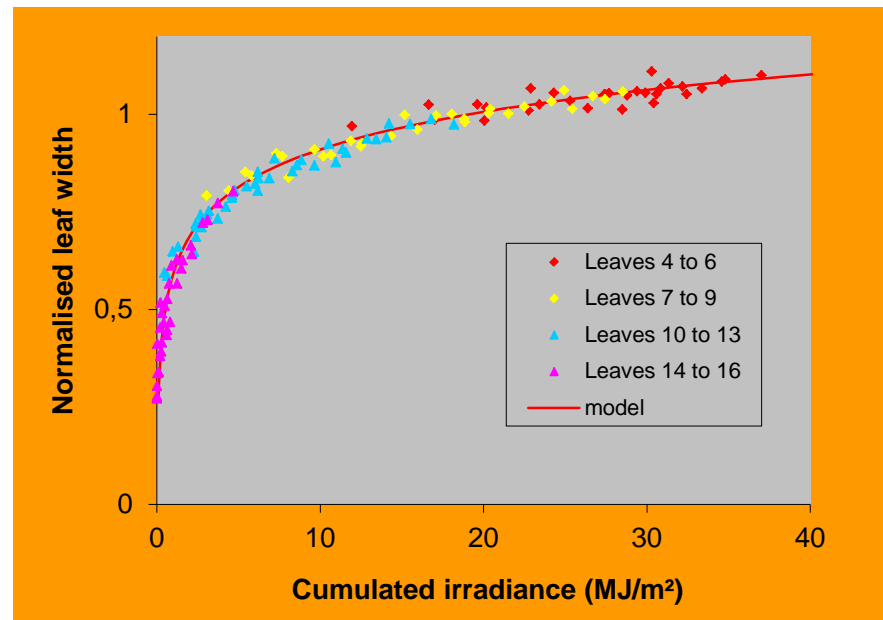
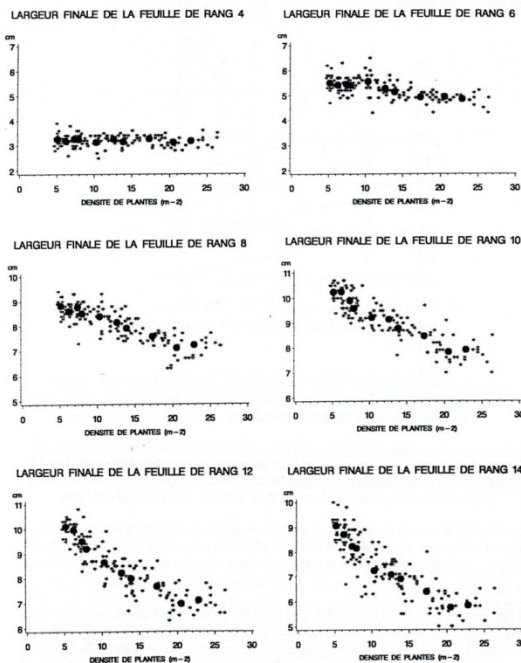
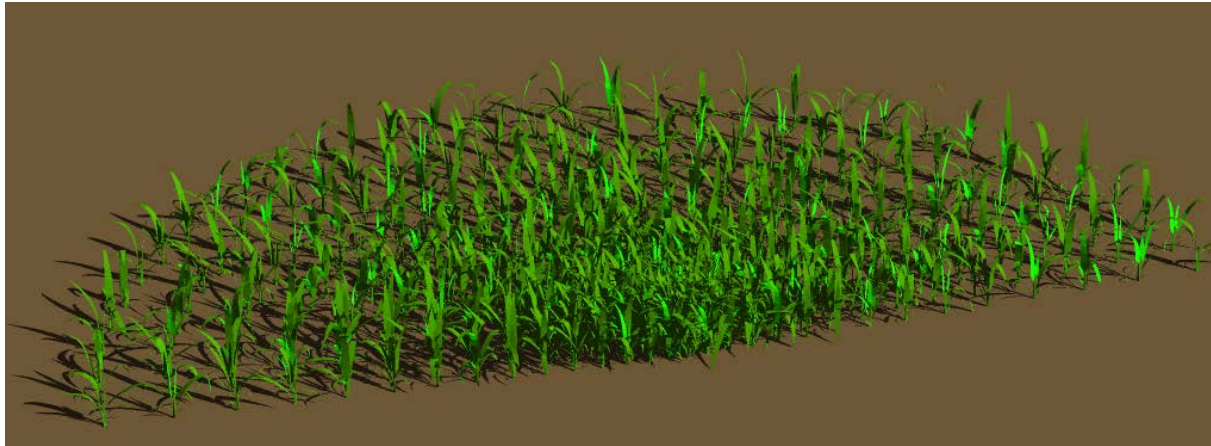


Maize & Strader



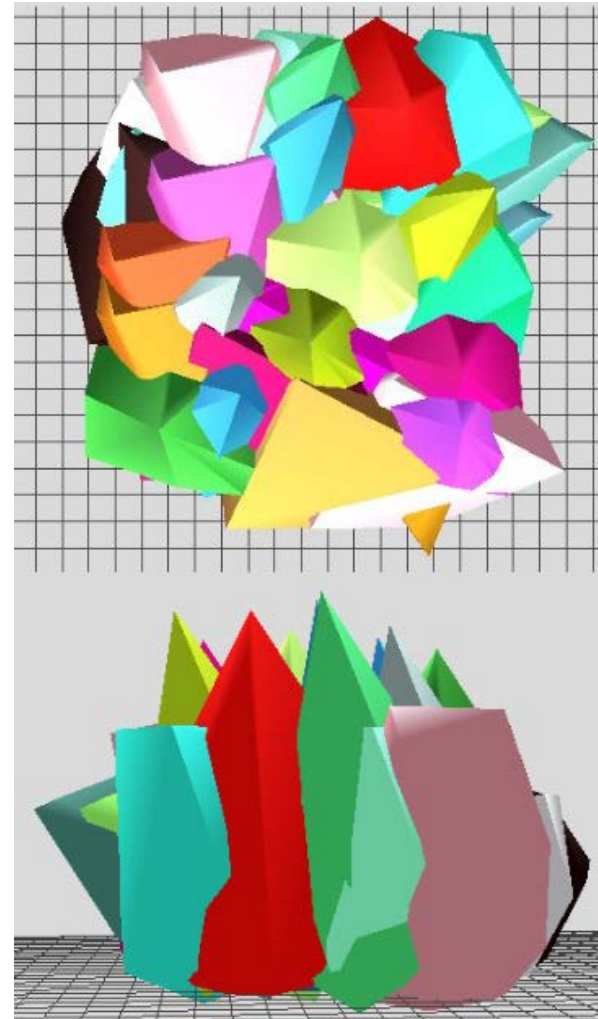
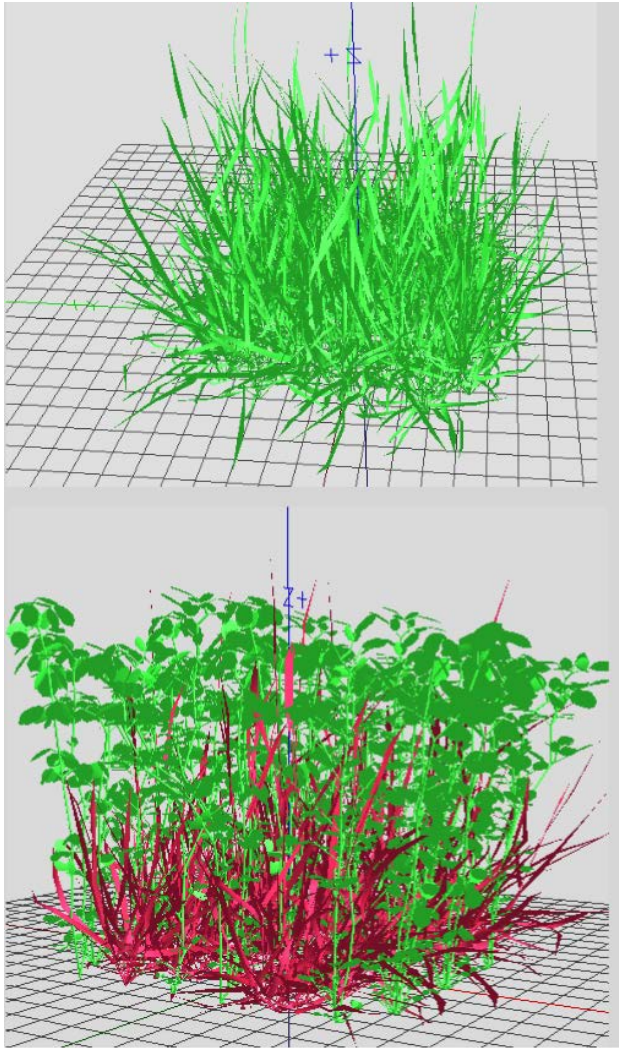


# Analyse de réponses



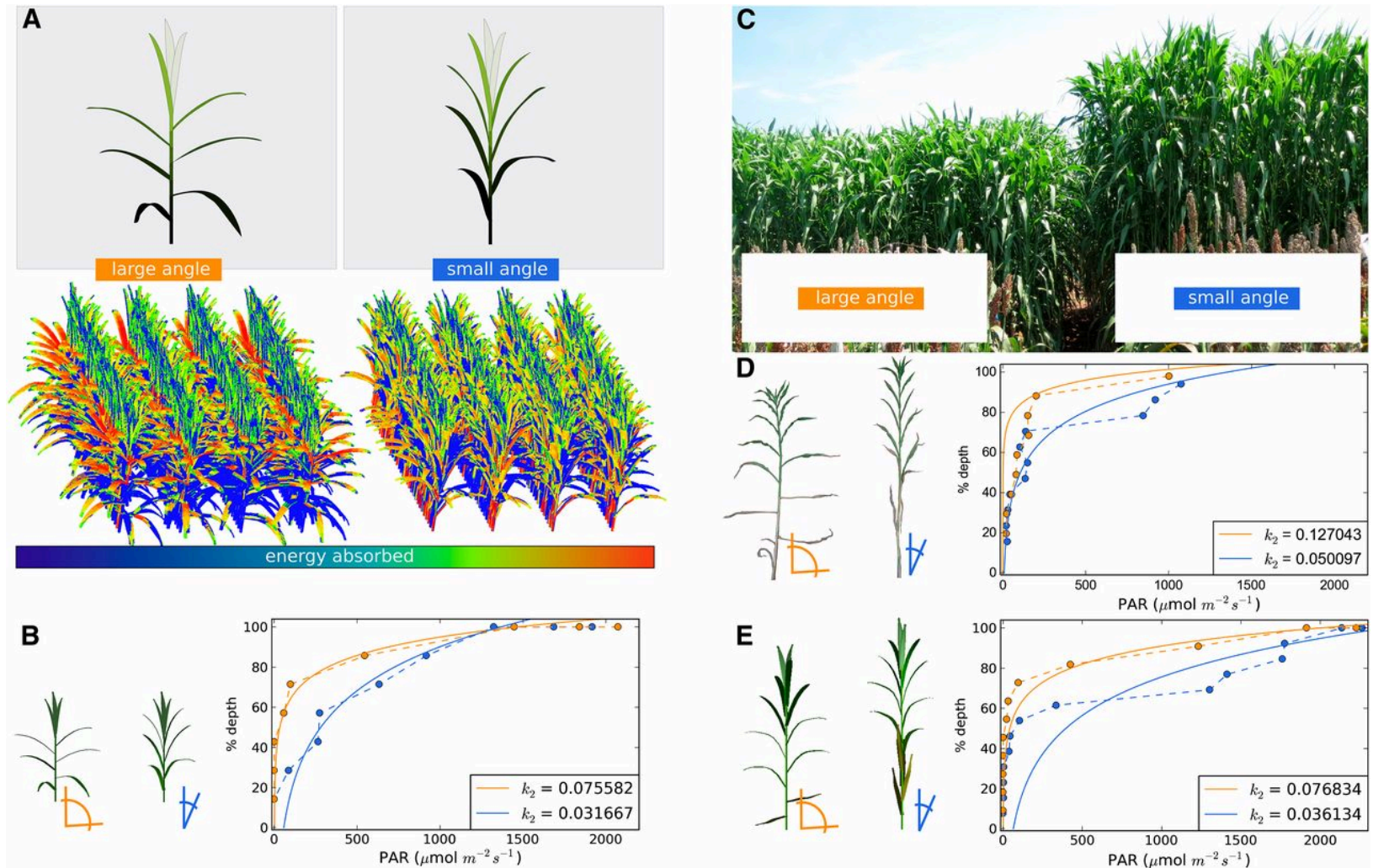
**Figure 4.5** Représentation plante à plante des largeurs, en cm, pour les feuilles de rang 4, 6, 8, 10, 12 et 14 en fonction de la densité de plantes; essai réalisé en 1994. Les gros points noirs sont les valeurs moyennes par traitement.

# Analyse de la competition





# Analyse de traits

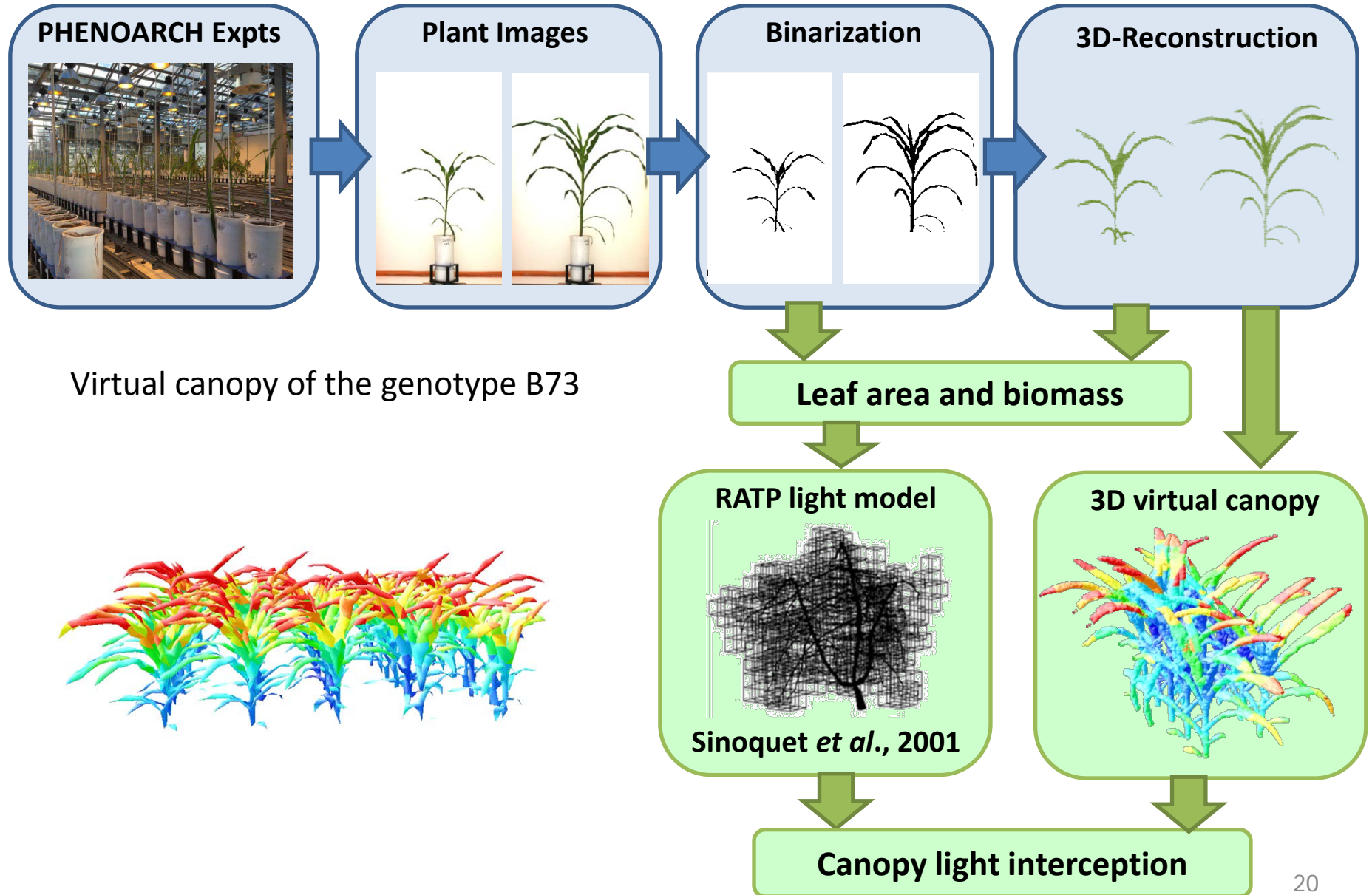


**Leaf inclination angle affects light distribution in sorghum canopies.**

Sandra K. Truong et al. Genetics 2015;201:1229-1238

GENETICS

# Analyse de la variabilité des traits





# Modélisation Structure-Fonction (FSPM)

