

# PHÉNOLOGIE DES HÊTRES DANS UNE FORÊT ARDENNAISE: COMPARAISON DE MÉTHODES DE SUIVI ET RELATION AVEC LES FLUX DE CO<sub>2</sub>

Quentin Hurdebise<sup>(1)</sup>, Caroline Vincke<sup>(2)</sup>, Anne De Ligne<sup>(1)</sup>, Bernard Heinesch<sup>(1)</sup> and Marc Aubinet<sup>(1)</sup>

(1) Université de Liège, Gembloux Agro-Bio Tech, Dept. of Biosystem Engineering, Ecosystems – Atmosphere Exchanges, Belgium

(2) Université catholique de Louvain, Earth and Life Institute, Forest Sciences, Belgium

## 1. Objectifs

- Détermination d'indicateurs phénologiques à partir:
  - de capteurs de rayonnement photosynthétiquement actif (PAR),
  - de données météorologiques,
  - des flux de CO<sub>2</sub> obtenus par la méthode de "Covariance de turbulence".
- Comparaison des indicateurs et mise en relation avec les flux de CO<sub>2</sub>.

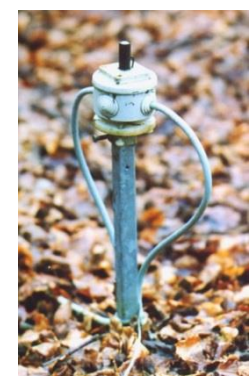
## 2. Description du site

- Site de mesure: Observatoire Terrestre de Vielsalm (OTV, ICOS Belgique).
- Milieu: forêt mixte (hêtres, épicéas, Douglas, sapins) tempérée mature de l'Est de la Belgique (altitude 450 - 500 m).
- Objet de l'étude: hêtres (dominants entre 90 à 330°N).
- Période d'intérêt: 1998 à 2014 (1 mesure par demi-heure).

## 3. Matériel

### Capteurs de rayonnement

- En dessous et au dessus du couvert
- 8 capteurs PAR en dessous (PAR<sub>u</sub>), 1 capteur PAR au dessus (PAR<sub>a</sub>)
- Filtres: mesures de jour (PAR<sub>a</sub> > 100 W/m<sup>2</sup>)



### Données météorologiques

- Au dessus du couvert
- Température (T), Rayonnement global (Rg), Humidité relative (HR),...
- Filtres: températures positives (T > 0°C)



### Covariance de turbulence

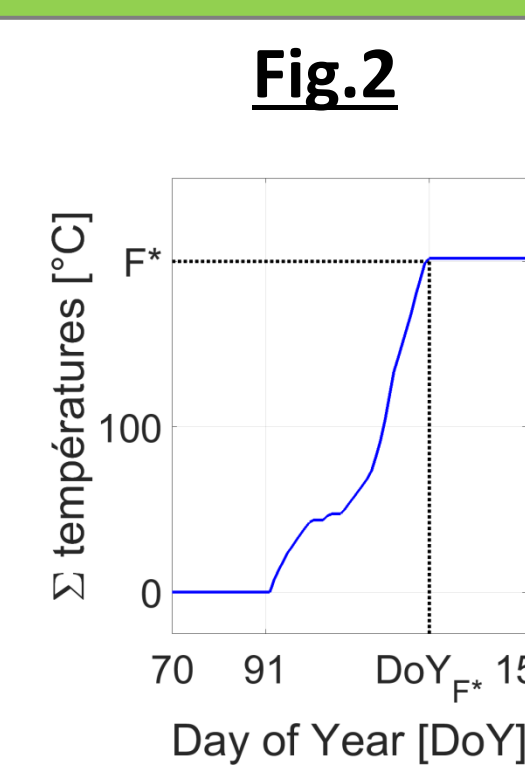
- Au dessus du couvert
- Anémomètre, analyseur de gaz
- Filtres: vents de 90 à 330°N, pas de stress hydrique foliaire (HR > 33%)



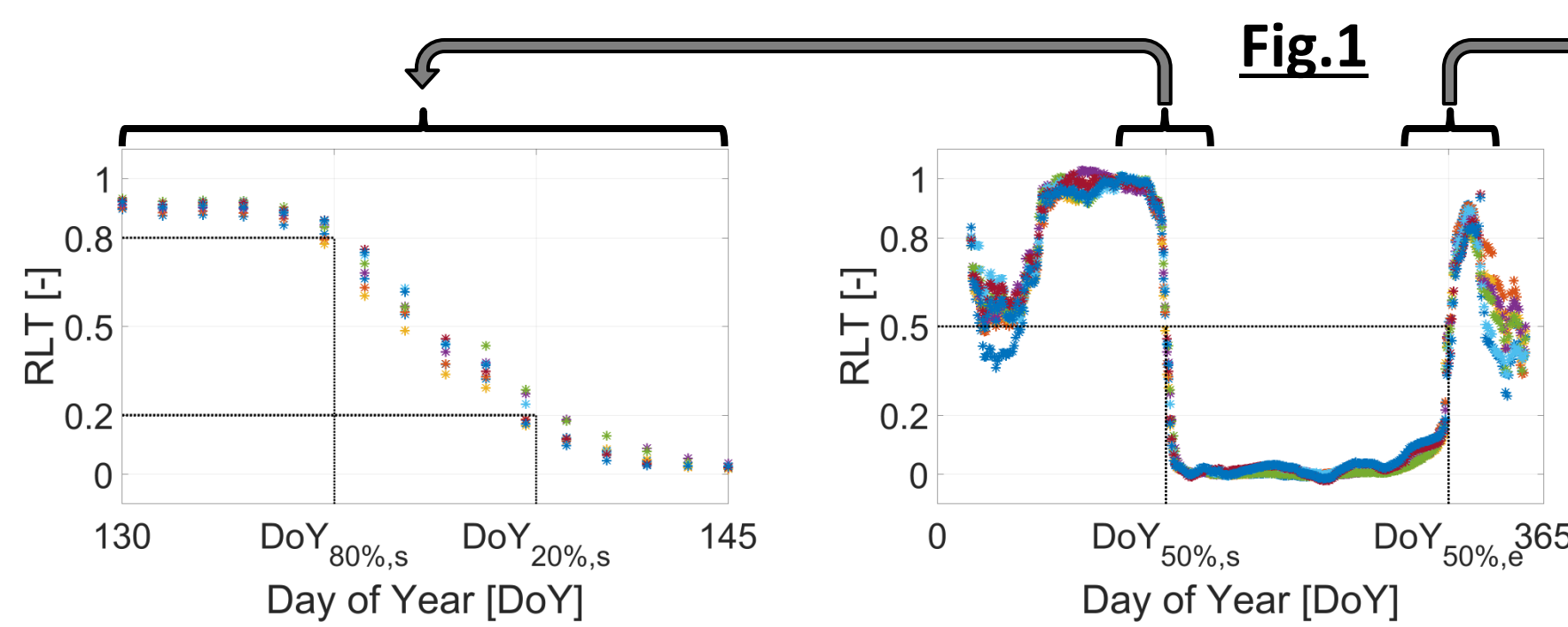
## 4. Méthode de détermination des indicateurs phénologiques

- A partir de la dynamique annuelle de la transmission relative de lumière (RLT=PAR<sub>u</sub>/PAR<sub>a</sub>) (Fig.1):
  - Détermination, en début de période de végétation, de DoY<sub>80%,s,RLT</sub>, DoY<sub>50%,s,RLT</sub>, DoY<sub>20%,s,RLT</sub>: les jours de l'année (DoY) où RLT atteint 80%, 50%, et 20% du maximum de transmission relative.
  - Détermination, en fin de période de végétation, de DoY<sub>50%,e,RLT</sub>: le jour de l'année (DoY) où RLT revient à 50% du maximum de transmission relative.

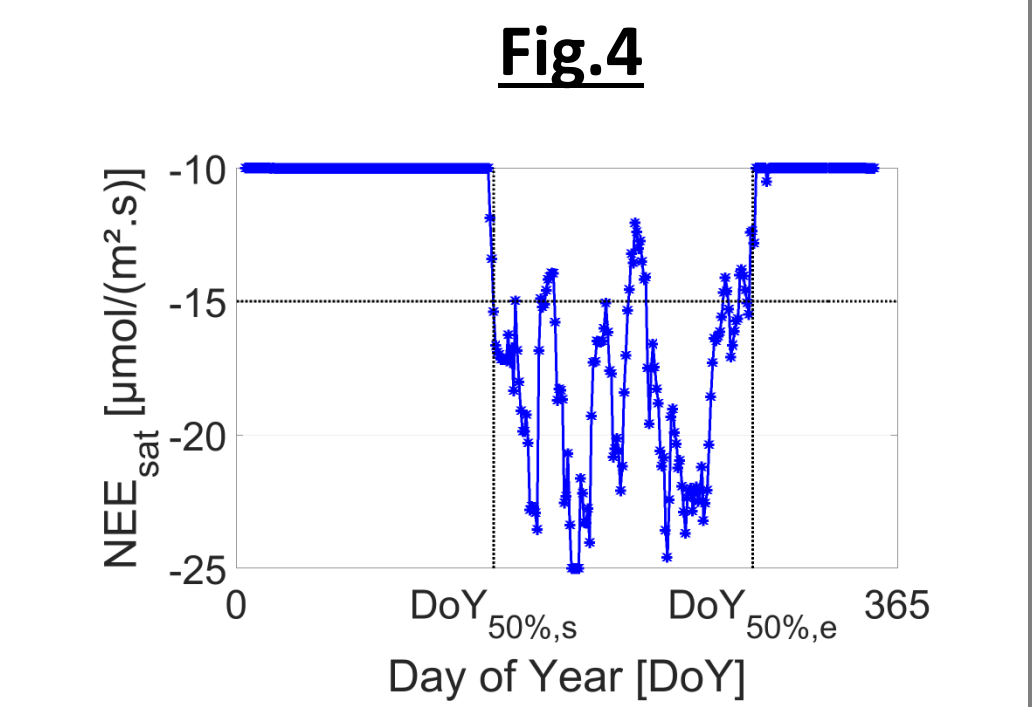
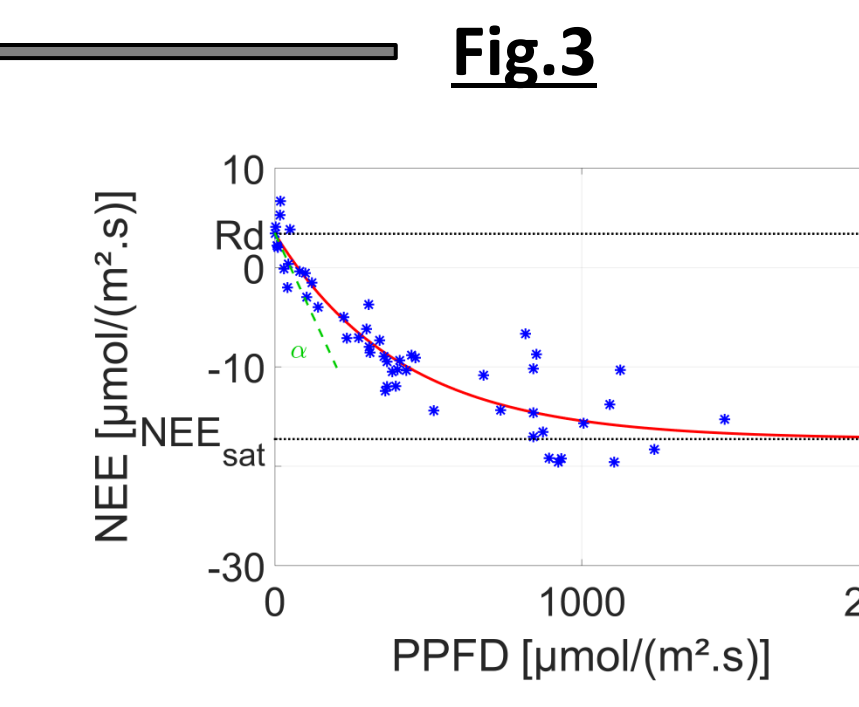
- A partir de la somme des températures depuis le 1<sup>er</sup> avril (Fig.2), pour chaque année:
  - Détermination de DoY<sub>F\*</sub>: le jour de l'année (DoY) où la somme des températures atteint une valeur critique (F\*) tirée de la littérature.



- A partir de la dynamique annuelle (Fig.4) de la valeur journalière du flux de CO<sub>2</sub> à saturation en lumière (NEE<sub>sat</sub>) obtenu par régression (Fig.3):
  - Détermination, en début de période de végétation, de DoY<sub>50%,s,NEE</sub>: le jour de l'année (DoY) où NEE<sub>sat</sub> atteint 50% du NEE<sub>sat</sub> moyen en été (de DoY 172 à DoY 263).
  - Détermination, en fin de période de végétation, de DoY<sub>50%,e,NEE</sub>: le jour de l'année (DoY) où NEE<sub>sat</sub> revient pour la dernière fois à 50% du NEE<sub>sat</sub> moyen en été.



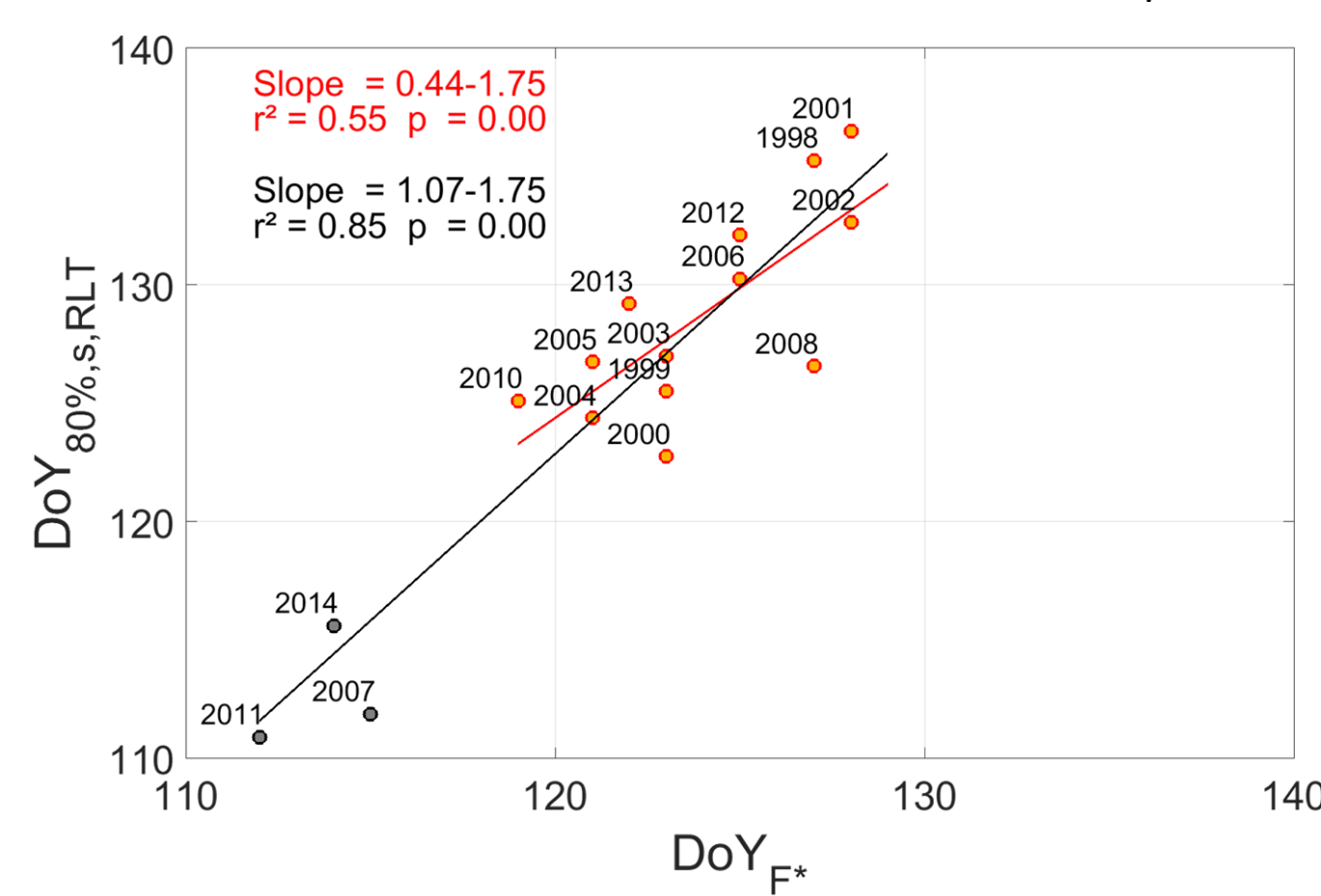
Optimisation, chaque jour, de la relation flux – rayonnement photosynthétique actif:  $NEE = (R_d - NEE_{sat})(1 - e^{-\alpha PPF}) - R_d$  où  $R_d$  est la respiration noire et  $\alpha$  est l'efficacité quantique



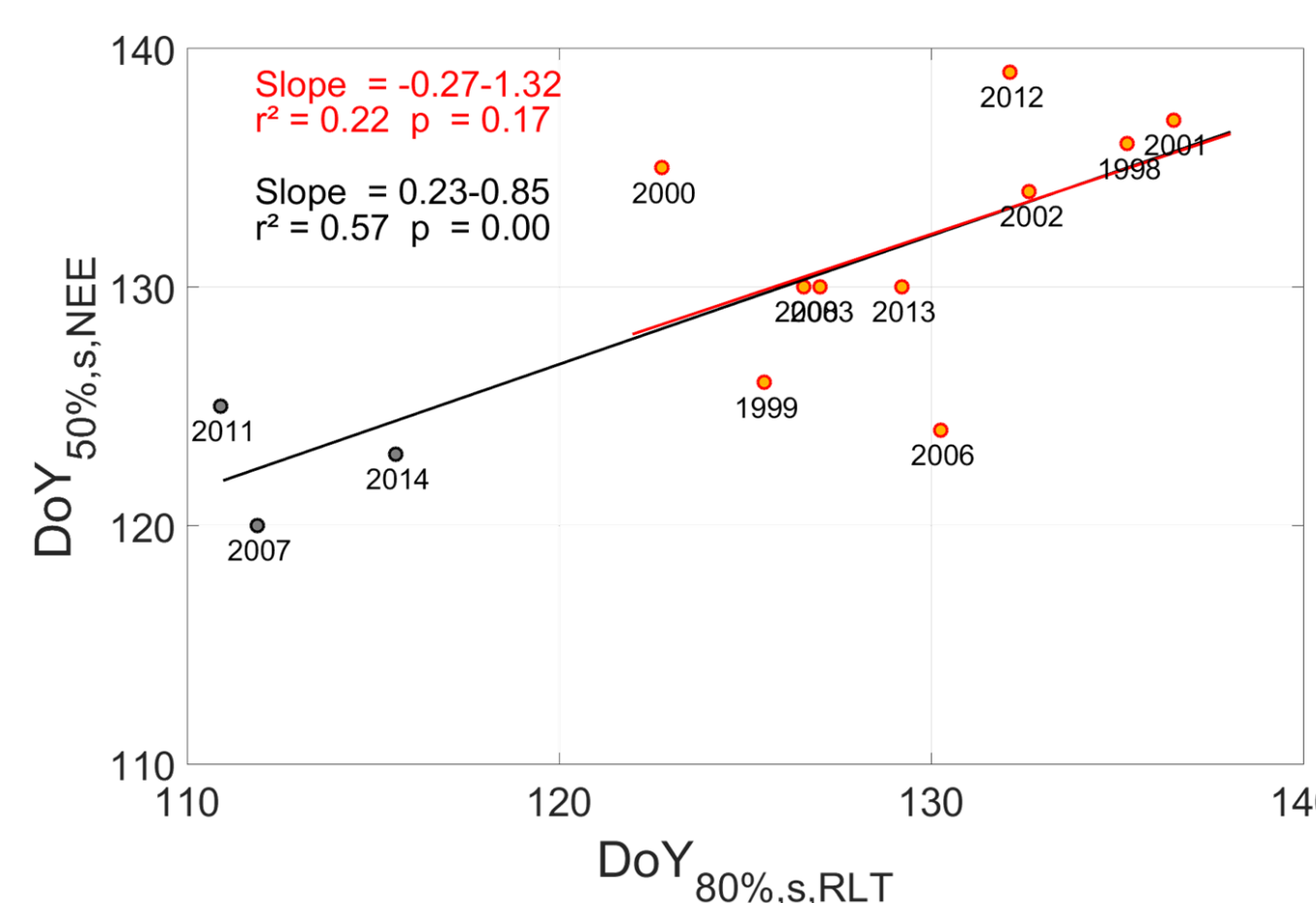
## 5. Résultats et discussion

### Comparaison des indicateurs

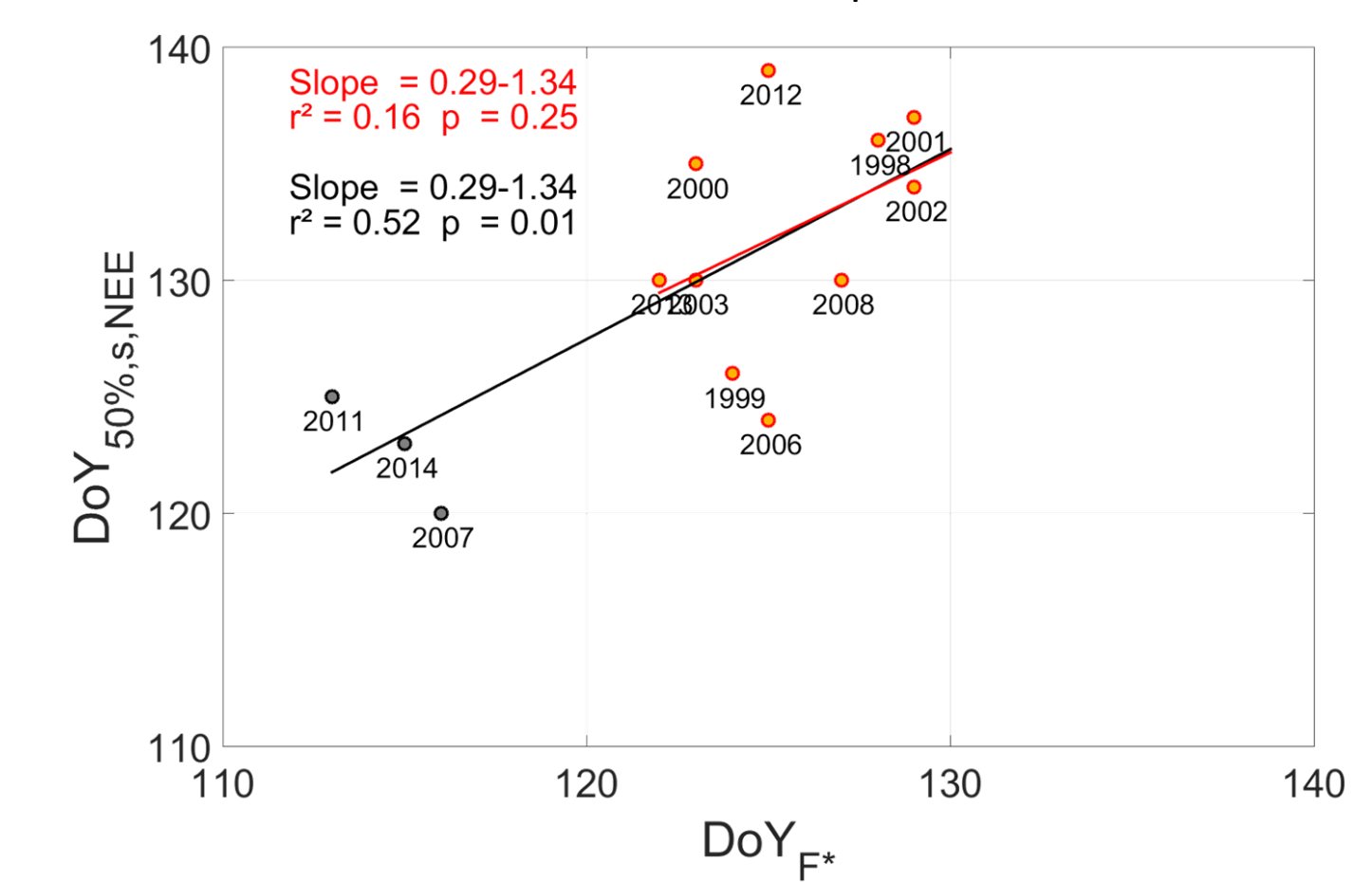
- Fig.5: Corrélation entre la date de début du débournement obtenue avec les capteurs PAR (DoY<sub>80%,s,RLT</sub>) et la date où la somme des températures est critique (DoY<sub>F\*</sub>).



- Fig.6: Corrélation entre la date de débournement obtenue avec les flux de CO<sub>2</sub> (DoY<sub>50%,s,NEE</sub>) et la date de début du débournement obtenue avec les capteurs PAR (DoY<sub>80%,s,RLT</sub>).

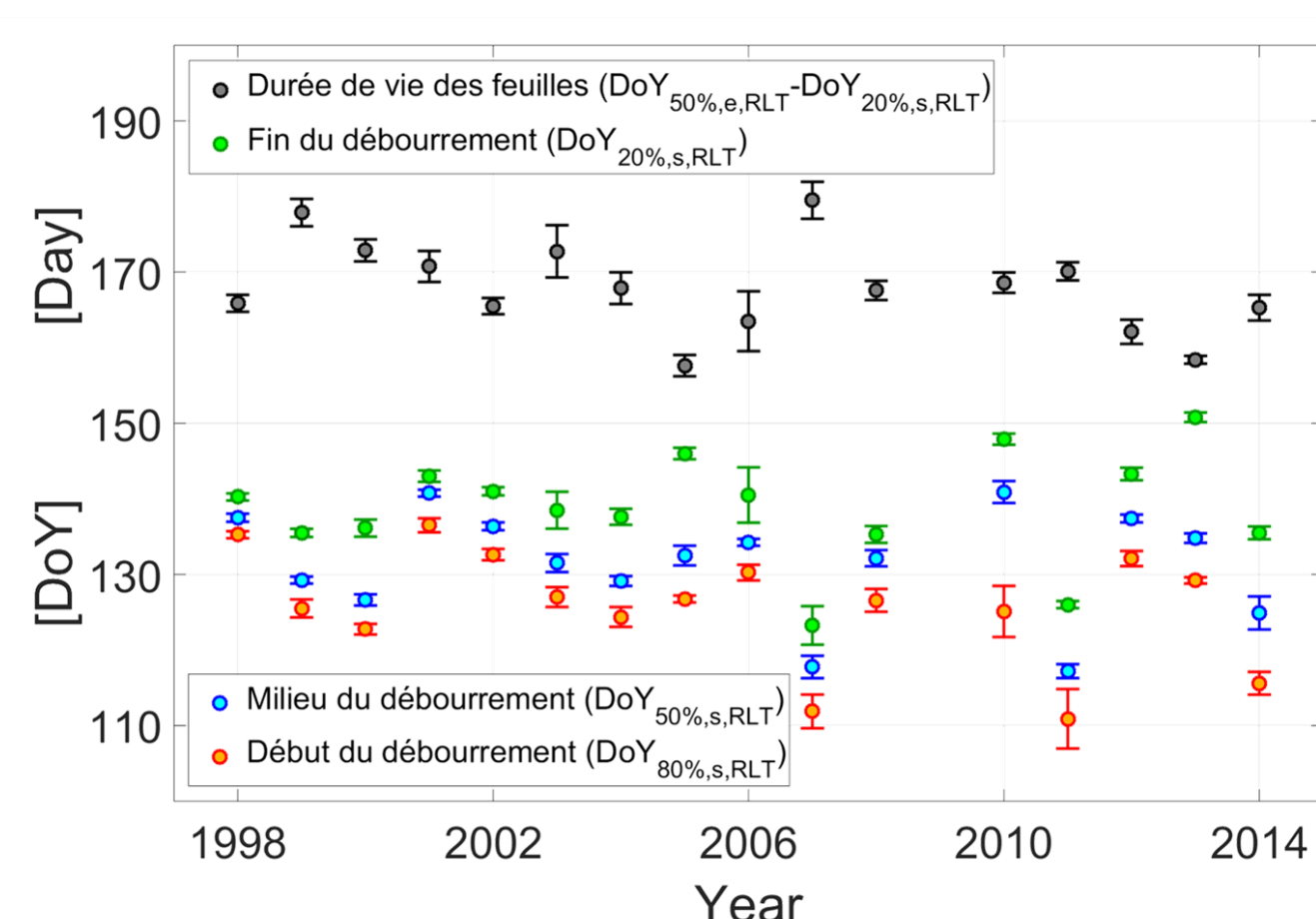


- Fig.7: Corrélation entre la date de débournement obtenue avec les flux de CO<sub>2</sub> (DoY<sub>50%,s,NEE</sub>) et la date où la somme des températures est critique (DoY<sub>F\*</sub>).

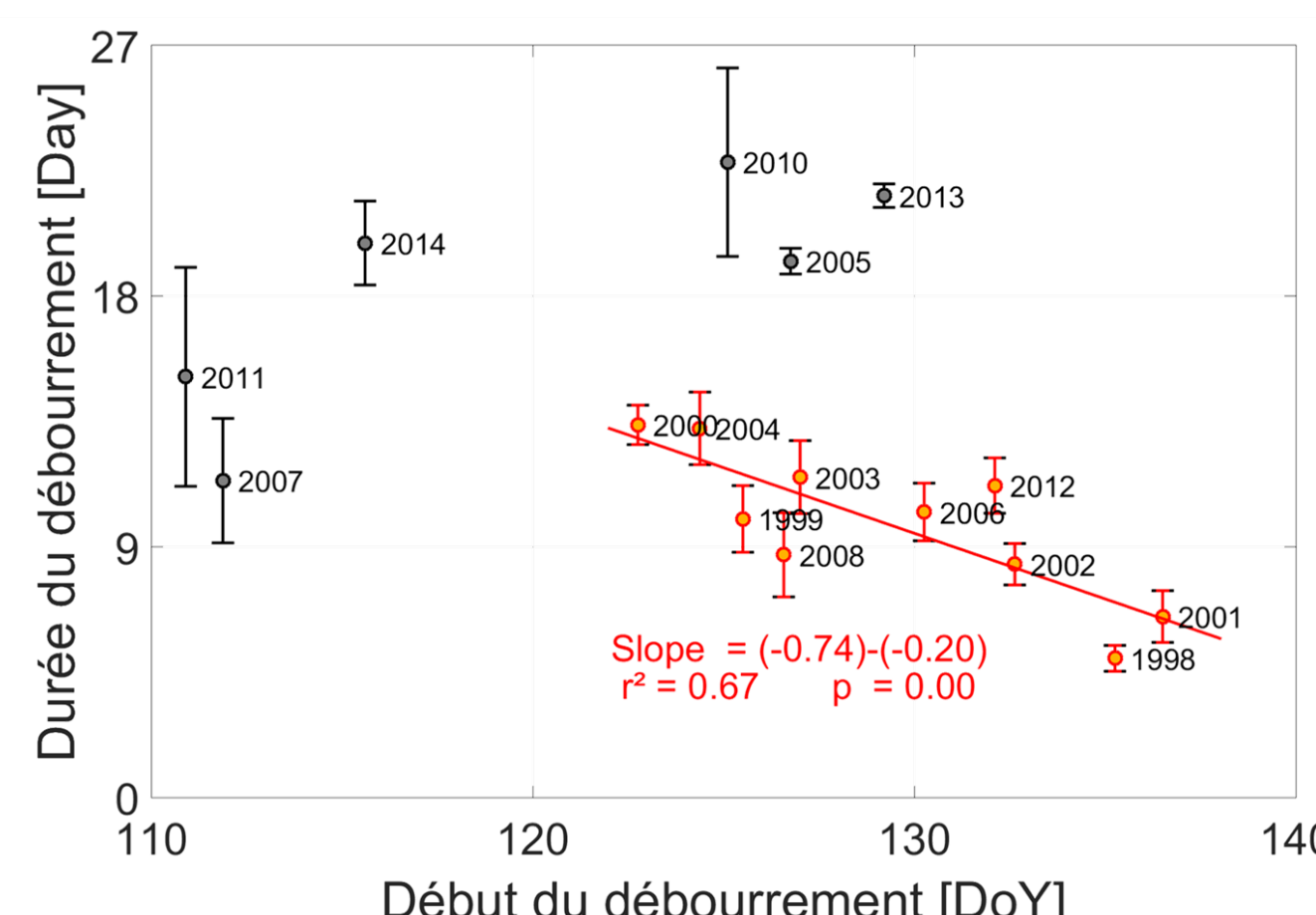


### Variabilité interannuelle des indicateurs obtenus à partir des capteurs PAR

- Fig.8: Variabilité interannuelle de la phénologie:
  - Débournement précoce (DoY<sub>80%,s,RLT</sub> < 120): 2007, 2011, 2014.
  - Durée de vie des feuilles (DoY<sub>50%,e,RLT</sub> - DoY<sub>20%,s,RLT</sub>) parfois courte (2005, 2012), parfois longue (1999, 2007).

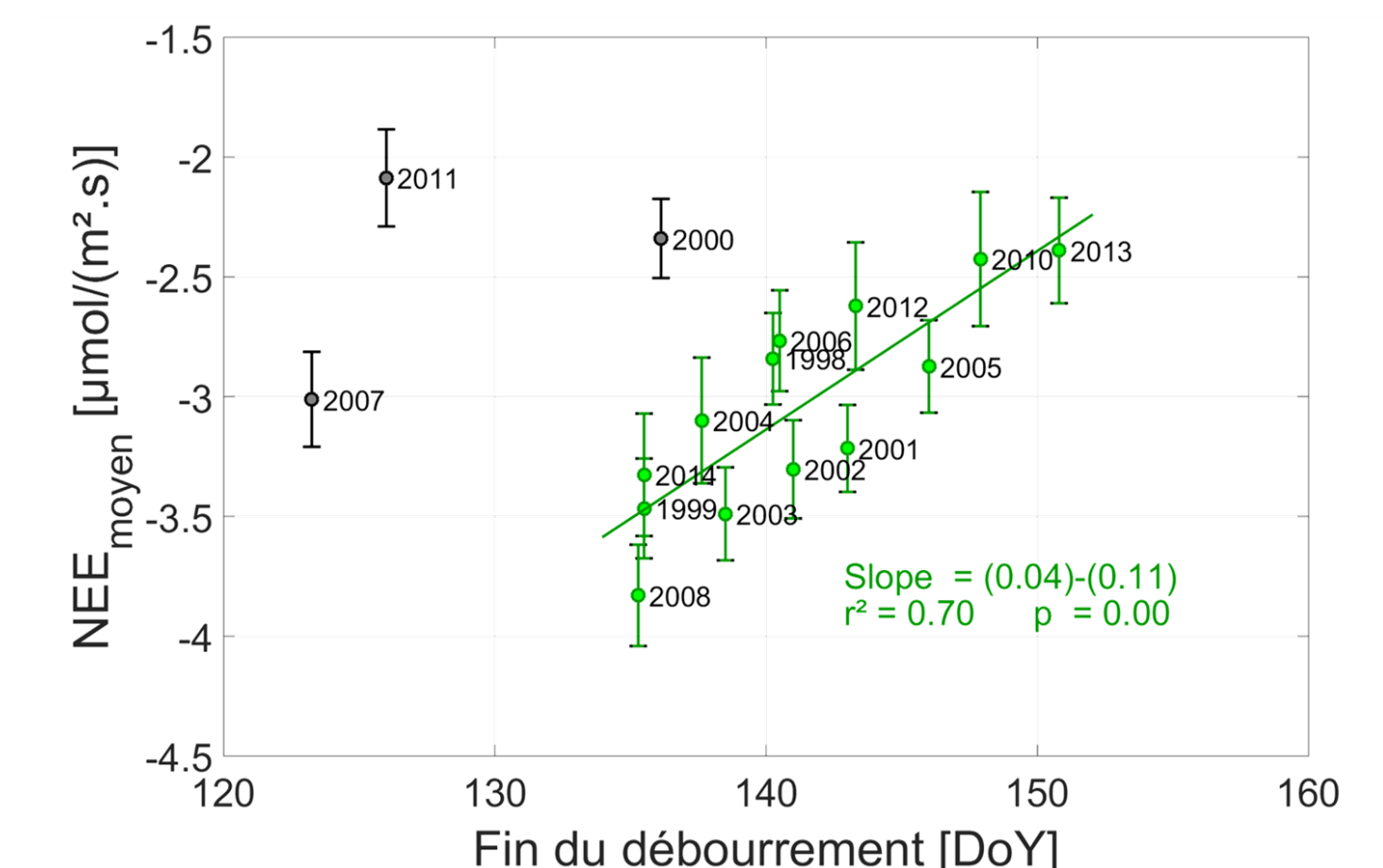


- Fig.9: La durée du débournement (DoY<sub>20%,s,RLT</sub> - DoY<sub>80%,s,RLT</sub>) est corrélée à la date de début du débournement (DoY<sub>80%,s,RLT</sub>), sauf pour les années précoces et les années à longue durée de débournement (caractérisées par des températures moyennes inférieures sur cette période).



### Relation phénologie – flux de CO<sub>2</sub>

- Fig.10: Le flux de CO<sub>2</sub> moyen de la période de végétation (NEE<sub>moyen</sub>) est corrélée à la date de fin du débournement (DoY<sub>20%,s,RLT</sub>), sauf pour les années 2000 (caractérisée par un déficit d'ensoleillement record), 2007 et 2011 (caractérisées par une sécheresse printanière).



## 6. Conclusion

- Corrélations entre les indicateurs phénologiques en début de période de végétation (Fig.5-6-7). Si les années précoces sont retirées de l'analyse, la corrélation entre le début du débournement et la somme des températures est maintenue (Fig.5), mais les autres disparaissent ce qui est notamment lié à la grande variabilité du flux de CO<sub>2</sub> à saturation en lumière.
- Pas de corrélation en fin de période de végétation (résultats non présentés): la chute des feuilles n'est pas liée à la somme des températures ou à la diminution de la valeur des flux de CO<sub>2</sub> à saturation en lumière, qui est plus précoce (Hurdebise, 2014).
- Pas de tendance significative des indicateurs phénologiques étudiés au cours des 17 dernières années (Fig.8).
- Relations multiples entre les indicateurs phénologiques obtenus à partir des capteurs PAR (Fig.9).
- La date de fin du débournement peut expliquer une part de la variabilité des flux de CO<sub>2</sub> pour le site étudié (Fig.10), à l'exception des années caractérisées par des événements climatiques extrêmes.

Référence: Hurdebise Q., Vincke C., Soubie R., De Ligne A., Heinesch B., & Aubinet M. (2014). Seasonal and inter-annual variability of photosynthetic capacity in a temperate forest. Poster presented at the 1<sup>st</sup> ICOS Conference, 23-Sept-2014, Bruxelles (Belgium).

Remerciements: Cette recherche est financée par le Service Public de Wallonie (Convention 1217769).

