

# CLIMAGIE\* : un projet INRA multidisciplinaire sur l'adaptation des prairies au changement CLIMatique : Amélioration Génétique et Intensification Ecologique

Jean-Louis Durand<sup>1</sup>

\* <http://www.inra.fr/climagie> ; participant à ce projet : Lina Ahmed<sup>1</sup>, Bruno Andrieu<sup>2</sup>, Karim Barkaoui<sup>3</sup>, Philippe Barre<sup>1</sup>, Didier Combes<sup>1</sup>, Lorena Coronas<sup>1</sup>, Pablo Cruz<sup>4</sup>, Marie-Laure Decau<sup>5</sup>, Jérôme Enjalbert<sup>6</sup>, Abraham Escobar-Gutiérrez<sup>1</sup>, Florian Fort<sup>4</sup>, Ela Frak, Marc Ghesquière<sup>1</sup>, François Gastal<sup>1</sup>, Isabelle Goldringer<sup>6</sup>, Laurent Hazard<sup>4</sup>, Claire Jouany<sup>4</sup>, Bernadette Julier<sup>1</sup>, Christophe Le Carpentier<sup>6</sup>, Isabelle Litrico<sup>1</sup>, Gaëtan Louarn<sup>1</sup>, Frédéric Meuriot<sup>5</sup>, Annette Morvan Bertrand<sup>5</sup>, Jean-Paul Sampaoux<sup>1</sup>, Catherine Picon-Cochard<sup>7</sup>, Julien Pottier<sup>7</sup>, Marie-Pascale Prudhomme<sup>5</sup>, Florence Volaire<sup>3</sup>, Serge Zaka<sup>1</sup>

1 : URP3F INRA, F-86600 Lusignan ; jean-louis.durand@lusignan.inra.fr

2 : EGER INRA, F-78850 Grignon

3 : CEFÉ CNRS-INRA, F-34293 Montpellier

4 : AGIR INRA, F-31320 Toulouse

5 : EVA Univ Caen-INRA F-14032 Caen

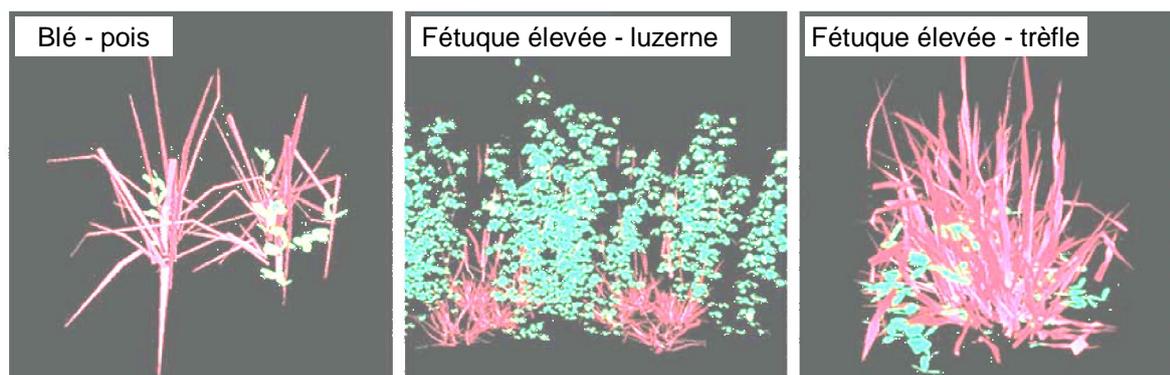
6 : UMRGV INRA F-91190 Gif-sur-Yvette

7 : UREP INRA F-63039 Clermont Ferrand

On s'attend à ce que le changement climatique en Europe provoque des déficits hydriques estivaux plus fréquents et plus intenses avec une augmentation de l'amplitude des températures exposant les mêmes cultures pérennes autant au gel qu'à des vagues de chaleur et des sécheresses sévères. Leurs impacts sur des prairies semées mono-spécifiques ont été évalués en utilisant des modèles de culture (DURAND *et al.*, 2010). Cependant, les réponses des plantes aux sécheresses extrêmes et aux vagues de chaleur ne sont pas bien prises en compte dans les modèles actuels. **La gestion future des prairies sera basée sur des faibles intrants (fertilisation, irrigations réduites) demandant l'utilisation de prairies plus diverses génétiquement**, montrant un usage plus efficace des ressources du milieu (DARWIN, 1859 ; DE SCHUTTER, 2010). Pour l'heure, la variabilité génétique intra-spécifique a été moins étudiée. Ainsi, tant la gamme de conditions climatiques que celle de la variabilité génétique doivent être explorées de façon plus approfondie. Les réponses de la phénologie et de la productivité à l'eau, à la température et à l'azote doivent être réévaluées sur la pleine gamme des températures projetées dans le futur. On veut tester si une certaine variabilité de températures et déficits hydriques seuils au sein de populations et d'espèces cultivées en mélange confère à la prairie semée une plus large capacité de résilience.

Le programme de recherche pluridisciplinaire INRA **CLIMAGIE** doit **produire des connaissances et concevoir des innovations pour adapter les prairies au changement climatique**. Les collaborations entre les écologistes fonctionnels et des communautés, les éco-physiologistes et les généticiens quantitatifs proposeront des règles d'assemblage d'espèces, d'écotypes et de cultivars. CLIMAGIE construira un cadre pour proposer une série de solutions pour chaque condition pédoclimatique et fonction de la prairie, permettant aux agriculteurs et aux améliorateurs de faire face aux incertitudes liées aux scénarios de climat futur. Ce cadre sera testé expérimentalement et *in silico* grâce aux modèles en construction dans nos équipes. Ceci contribuera à la définition de nouveaux idéotypes et schémas de sélection des principales espèces pour l'amélioration des plantes en étroite collaboration avec les obtenteurs d'un côté, et directement avec les utilisateurs finaux à travers des programmes de sélection participative d'un autre côté.

**FIGURE 1 – Des modèles numériques pour 2 à 5 espèces en mélange.** Modélisation des interactions et compétition pour la lumière (qualité et quantité), l'eau et l'azote en utilisant des morphologies dynamiques et des fonctions physiologiques génériques (photosynthèse, respiration, transpiration, absorption et fixation de l'azote). Des outils de simulation pour tester l'adaptation à base individuelle du génotype aux événements extrêmes (chaleur et sécheresse) utilisant des paramètres d'espèces, de populations ou de génotypes spécifiques pour la phénologie, la morphogenèse et les fonctions trophiques. Adaptation de BARILLOT *et al.*, 2011).



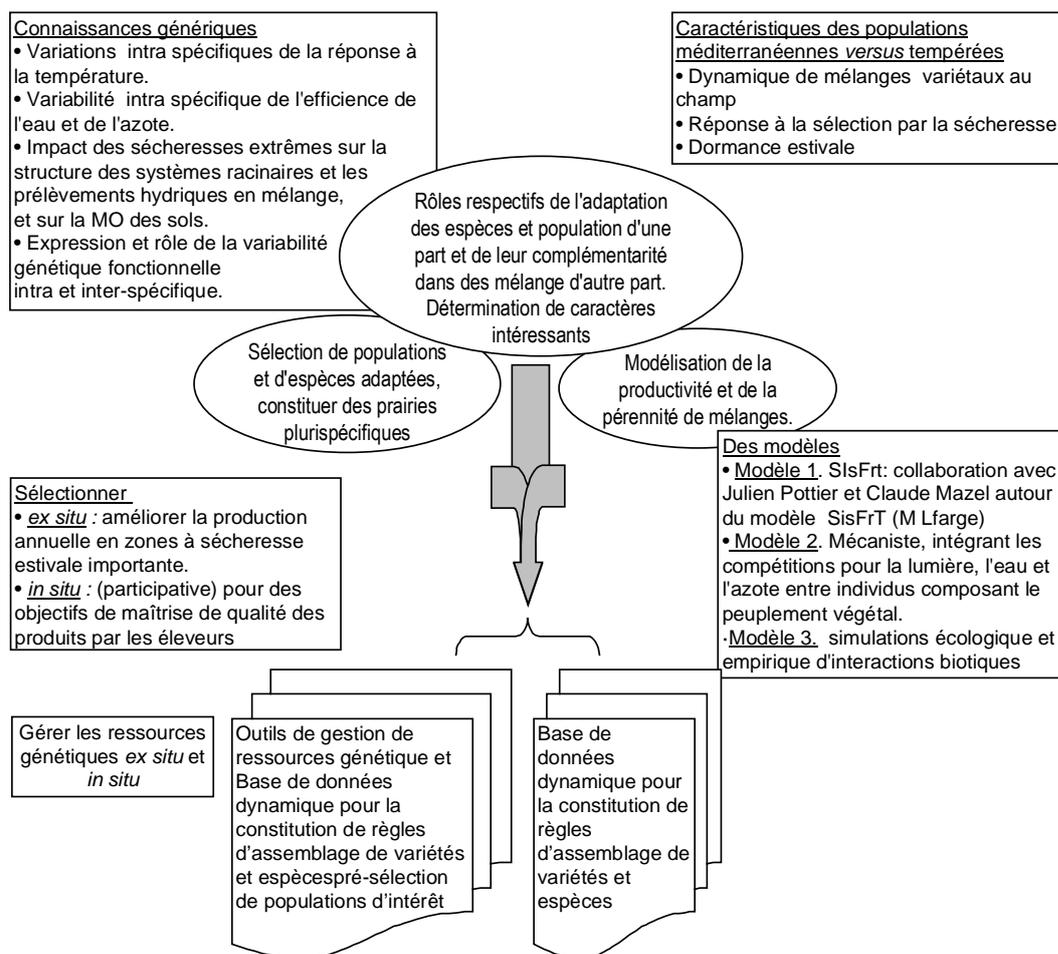
Trois groupes de tâches intégrées sont définis (Figure 2):

- **Analyse de la variabilité génétique inter et intra spécifique des réponses physiologiques aux températures et sécheresse** chez les espèces fourragères (légumineuses et graminées). En particulier, la réponse morphogénétique à la pleine gamme de températures (5-45°C) sera étudiée pour différentes populations de 5 espèces importantes des prairies. La capacité d'évolution génétique de populations de graminées sous déficit hydrique sévère sera également étudiée. De nouvelles méthodologies seront testées afin de pouvoir étudier la variabilité génétique de l'utilisation de l'eau par la plante, de l'efficacité de l'eau et de la dormance estivale.

- **La modélisation de la dynamique de long terme de la production** de prairie. Trois modèles seront testés : (i) tallage spatialement explicite dans un mélange de graminées, (ii) compétition individu-centrée impliquant graminées et légumineuses, (iii) communautés prairiales complexes utilisant une modélisation d'écologie fonctionnelle.

- **Schéma de sélection opérationnels, idéotypes et règles d'assemblage pour prairies mixtes.** Cela inclut (i) de nouvelles méthodologies pour évaluer et gérer des ressources génétiques tant *ex situ* que *in situ*, y compris les approches biogéographiques, (ii) et de mettre au point des procédures de sélection pour des prairies semées en mélange.

FIGURE 2 – Structure du projet CLIMAGIE.



Le projet se déroule sur 4 ans (jusqu'en 2015). Il est ouvert à des collaborations externes (ARVALIS, Agroscope, obtenteurs...) et a pour vocation d'irriguer tant les structures de recherche publiques en amont que le tissu de l'innovation génétique, en aval.

### Références bibliographiques

- BARILLOT R., LOUAN G., ESCOBAR-GUTIÉRREZ A.J., HUYNH P., COMBES D. (2011) : "How good is the turbid medium-based approach for accounting for light partitioning in contrasted grass-legume intercropping systems?", *Annals of Botany*, 108, 1013-1024.
- DARWIN C. (1859) : *The origin of species*. Modern library Paperback Edition (1998).
- DURAND J.L., BERNARD F., LARDY R., GRAUX A.I. (2010) : "Climate change and grassland: the main impacts", Brisson N. & Levraut F. (eds), *Green book of the CLIMATOR project - Climate change, agriculture and forests in France: simulations of the impacts on the main species*, ADEME. 181-190.
- DE SCHUTTER O. (2010) : *Report submitted by the special rapporteur on the right to food*, ONU, GE.10-17850.