

## **Sujet scientifique détaillé : Rôle des vésicules extracellulaires végétales dans l'adaptation au stress hydrique et salin (REVE-V)**

### **Contexte scientifique**

Dans un contexte de changement climatique accéléré, les stress abiotiques tels que la sécheresse et la salinité constituent des menaces majeures pour la sécurité alimentaire. Ces contraintes perturbent la physiologie végétale, réduisent les rendements agricoles et compromettent la durabilité des agroécosystèmes. Les plantes ont développé des mécanismes complexes pour s'adapter à ces stress, incluant des interactions dynamiques avec leur environnement, notamment via leur système racinaire et le microbiote du sol. Parmi les acteurs émergents de cette communication inter-organismes figurent les **vésicules extracellulaires** (VEs), des nanostructures lipidiques sécrétées par les cellules végétales. Ces VEs transportent des biomolécules (protéines, métabolites, petits ARN) capables de moduler les réponses physiologiques des plantes réceptrices ou d'influencer leur microbiote (Cai et al., 2021 ; Nemati et al., 2022). Bien que leur rôle dans les interactions plantes-pathogènes soit partiellement élucidé, leur implication dans la signalisation plante-plante sous stress abiotiques reste largement inexplorée. Des études récentes suggèrent que les VEs pourraient véhiculer des microARN (miRNAs) spécifiques, modulant l'expression génique et les réponses adaptatives chez les plantes voisines (Betti et al., 2021 ; Firmin et al., 2024). Ce projet vise à combler cette lacune en étudiant le rôle des VEs dans la résilience aux stress hydrique et salin, avec une perspective appliquée de développement de bio-solutions agricoles.

### **Description du problème et objectifs**

Malgré les avancées en biologie végétale, les mécanismes moléculaires sous-jacents à la communication interplantes via les VEs restent méconnus. Par exemple, comment les VEs issues de plantes stressées influencent-elles les réponses transcriptionnelles et physiologiques des plantes réceptrices ? Existe-t-il une spécificité d'espèce ou de génotype dans les messages véhiculés ? Ce projet propose d'aborder ces questions en caractérisant les VEs produites par *Arabidopsis thaliana* et le blé sous stress, puis en évaluant leurs effets sur des plantes receptrices. Les objectifs spécifiques sont :

1. **Caractériser les sous-populations de VEs** produites par des génotypes contrastés (tolérants vs sensibles) soumis à des stress hydrique et salin.
2. **Identifier les signatures moléculaires** (miRNAs, protéines, métabolites) associées aux conditions de stress.

3. **Évaluer l'impact des VEs** sur les réponses transcriptionnelles, physiologiques et biochimiques des plantes réceptrices.
4. **Valider le potentiel des VEs** comme bio-solutions pour améliorer la tolérance aux stress, en particulier chez le blé, une culture stratégique.

### **Approche méthodologique**

Le projet s'articule en quatre volets méthodologiques :

#### **1. Collecte et purification des VEs**

Des plantes donneuses (*Arabidopsis* mutants et sauvage, variétés de blé tolérantes/sensibles) seront soumises à des stress hydrique (réduction de 80 % d'irrigation) et salin (150 mM NaCl). Les VEs seront isolées à partir d'exsudats racinaires et foliaires via chromatographie d'exclusion de taille (système qEV). Des mutants d'*Arabidopsis* déficients en biogenèse des VEs (*pen1-1*, *tet8*, *exo70e2*) serviront à étudier les voies de production.

#### **2. Caractérisation multi-omique des VEs**

Les propriétés physiques (taille, morphologie) seront analysées par microscopie électronique et Nanoparticle Tracking Analysis. Les profils moléculaires seront établis via :

- **Protéomique et métabolomique** (LC-MS/MS, GC-MS/MS, RMN) pour identifier les protéines et métabolites associés aux stress.
- **Séquençage de petits ARN** (smRNAseq) pour cartographier les miRNAs. Ces analyses seront réalisées en collaboration avec des plateformes spécialisées (AGHYLE Unilasalle, BioEcoAgro UPJV).

#### **3. Étude des réponses des plantes réceptrices**

Des plantes d'*Arabidopsis* et de blé seront traitées avec des VEs issues de donneurs stressés. Les réponses seront évaluées à plusieurs niveaux :

- **Transcriptionnel** : RNA-seq et RT-qPCR pour identifier les gènes régulés (ex. gènes de stress, hormones).
- **Physiologique** : croissance, taux de survie, biomarqueurs (proline, peroxydation lipidique).
- **Biochimique** : activités antioxydantes (CAT, SOD), dosages hormonaux (ABA, jasmonates).

#### 4. Validation agronomique

L'efficacité des VEs sera testée en conditions contrôlées (serres, chambres de culture) et sous stress simulés (sécheresse, salinité). Les paramètres agronomiques (biomasse, rendement, résilience) seront mesurés pour évaluer le potentiel des VEs comme bio-stimulants.

#### Résultats attendus et implications

Ce projet devrait révéler :

- Une **cartographie des signatures moléculaires** des VEs liées aux stress, mettant en lumière des biomarqueurs potentiels.
- Des **mécanismes de communication interplantes** médiés par les VEs, avec une possible particularité interspécifique.
- Une **preuve de concept** pour l'utilisation des VEs comme bio-solutions naturelles, capables d'induire une tolérance accrue chez le blé.

Ces résultats pourraient ouvrir la voie à des applications innovantes en agriculture durable, réduisant la dépendance aux intrants chimiques tout en renforçant la résilience des cultures face au changement climatique.