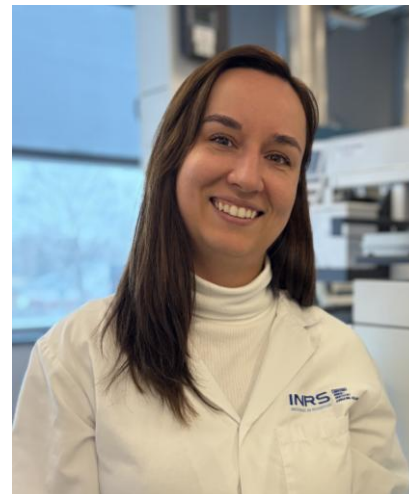




Modélisation prédictive de l'impact de la diète sur la croissance et la composition des vers de farine (*Tenebrio molitor*)



Charlène Morand

Étudiante à la maîtrise en science de l'eau

**IN
RS**

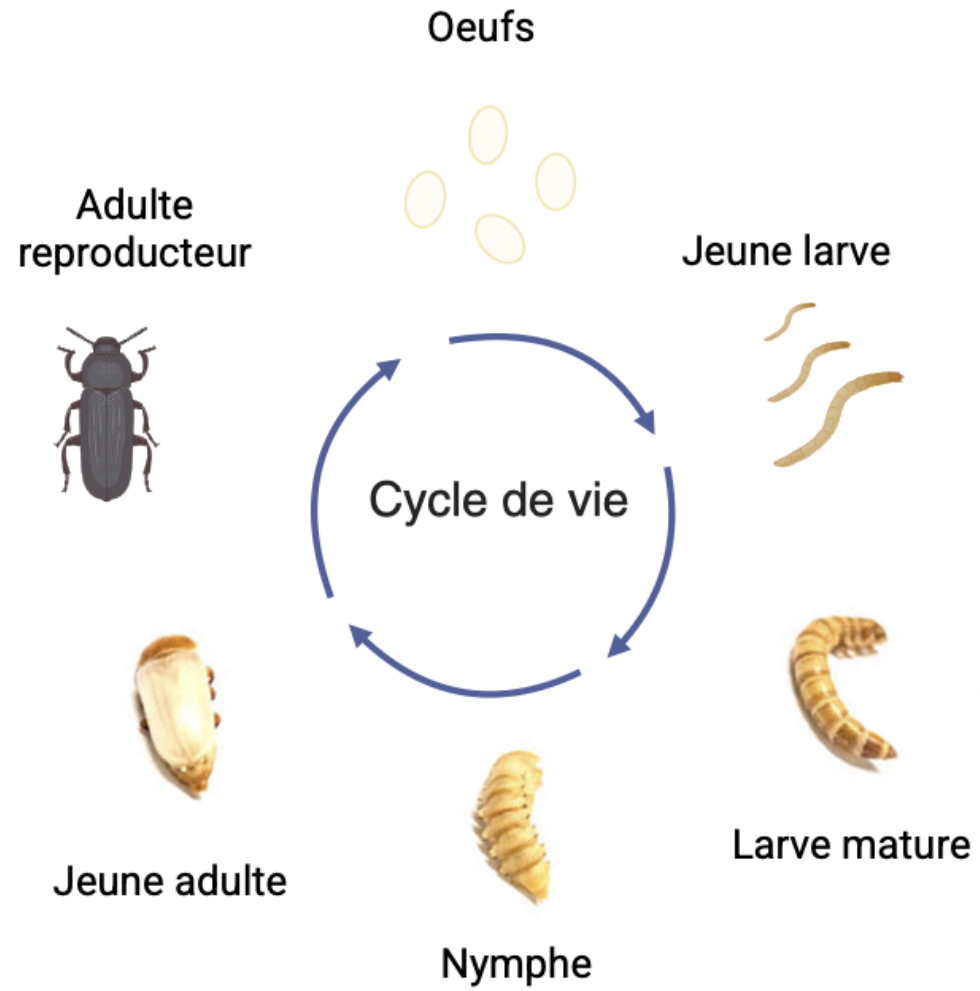
Institut national
de la recherche
scientifique

Ténébrion meunier

Tenebrio molitor

Cycle de vie

- 3-4 mois
- Phase d'intérêt : larve

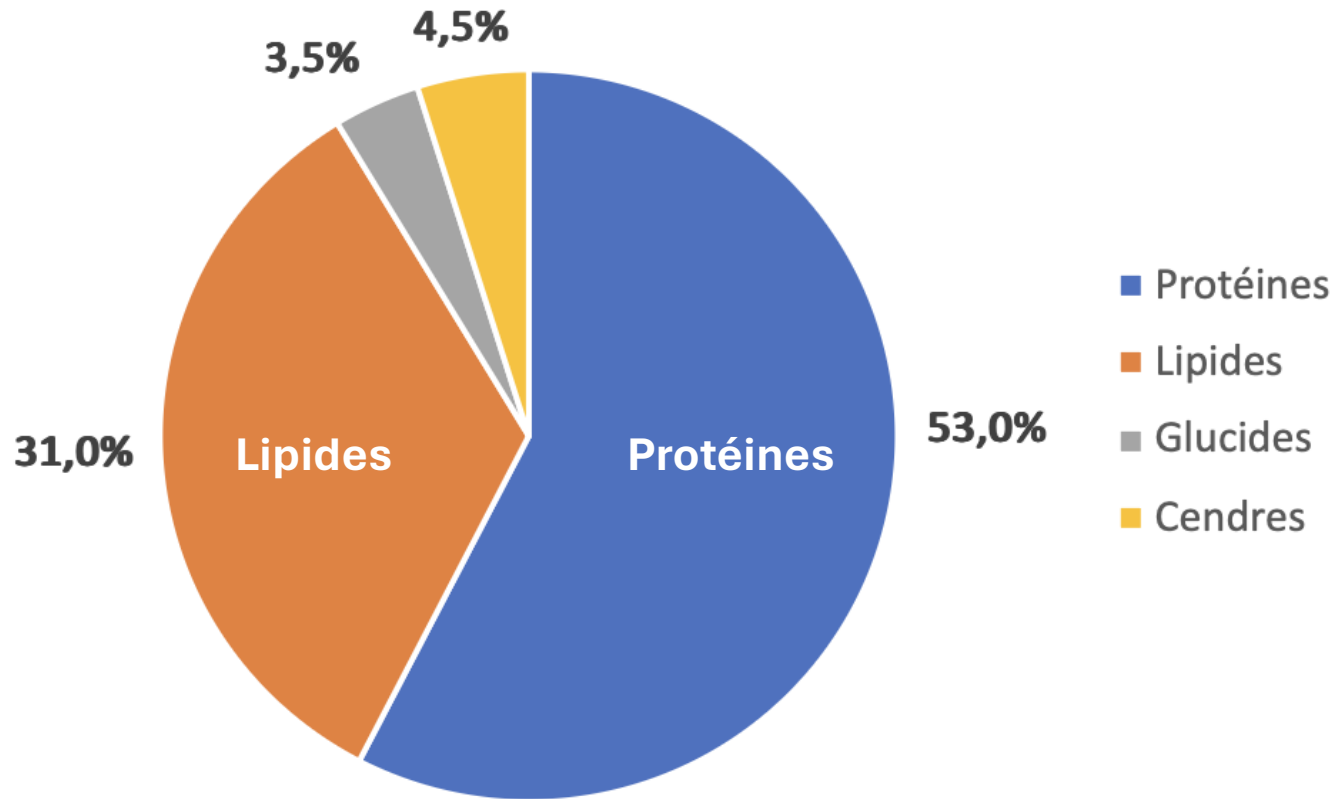


Alimentation des larves

- Diète standard : Son de blé et source d'eau
- Surcyclage de sous-produits agro-alimentaires variés



Profil nutritionnel



Composition nutritionnelle (% MS)

Protéines : 29 – 76 %

Lipides : 6 – 52 %

Glucides : 1 – 7 %

Profil très variable

Problématique

- **Approvisionnement des sous-produits**
Coûts, disponibilité, quantités, valeurs nutritives
- **Variabilité de production**
Rendement : performance, profil nutritionnel



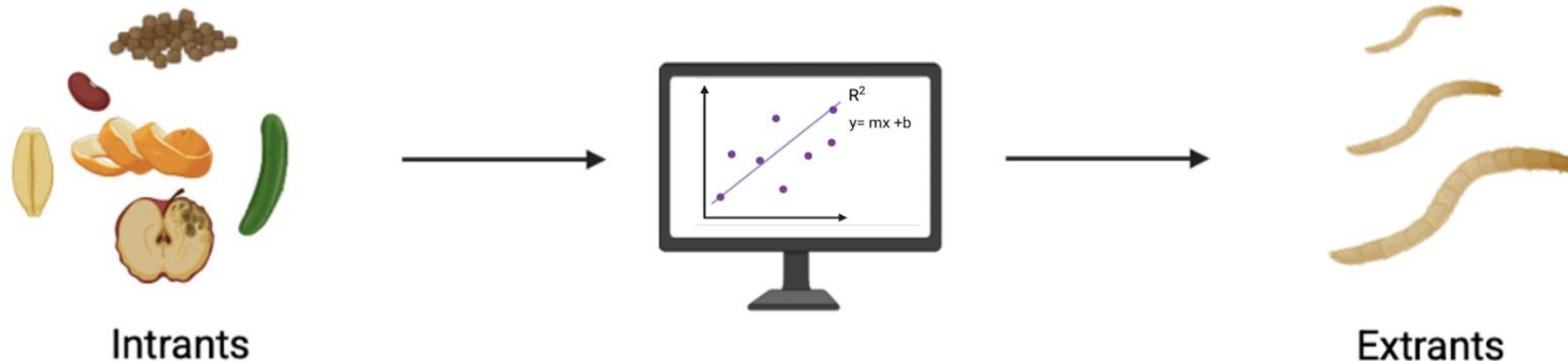
Hypothèse et objectif

Hypothèse

- La composition de la diète (*intrant*) influence la réponse des larves (*extrant*). Cette relation pourrait être modélisée à partir des valeurs nutritives des intrants.

Objectif

- Développer des modèles mathématiques prédictifs servant d'outil d'aide à la décision sur l'utilisation des sous-produits



Sous-objectifs

1- Conception d'une base de données

2 - Essai de validation

3 - Élaboration des modèles prédictifs

Sous-objectifs

1- Conception d'une base de données

2 - Essai de validation

3 - Élaboration des modèles prédictifs



Conception d'une base de données

Revue de la portée (*Scoping review*)

1) Performance des larves



- Masse individuelle des larves
- Efficacité de conversion alimentation (ECI)
- Ratio de conversion alimentaire (FCR)
- Temps de développement
- Taux de survie

2) Composition nutritionnelle



- Azote (N)
- Protéine, glucide, lipide
- Fibre, amidon
- Cendre, phosphore, potassium
- Humidité
- Calorie

Conception d'une base de données

Revue de la portée (*Scoping review*)

1) Performance des larves



- Masse individuelle des larves
- Efficacité de conversion alimentation (ECI)
- Ratio de conversion alimentaire (FCR)
- Temps de développement
- Taux de survie

Études incluses (n = 36)

2) Composition nutritionnelle



- Azote (N)
- Protéine, glucide, lipide
- Fibre, amidon
- Cendre, phosphore, potassium
- Humidité
- Calorie

Études incluses (n = 33)

Conception d'une base de données

Jeu de données

42 articles



Données inédites



37 variables



n = 274



Sous-objectifs

1- Conception d'une base de données

2 - Essai de validation

3 - Élaboration des modèles prédictifs



Essai

Objectif :

Valider les analyses statistiques théoriques

- Été 2025
- La Centrale agricole
- Échelle de production
- 10 traitements alimentaires
- Variation nutritionnelle des protéines



Traitements

Traitement	Abbréviation	Protéine (%MS)
Son de blé (Contrôle)	WB	15
Son de blé + Levure	WB-Y	16
Son de blé + + Levure	WB-YY	17
Drêche de brasserie	BSG	35
Drêche de brasserie + + Amidon de maïs	BSG-SS	31
Drêche de brasserie + Amidon de maïs	BSG-S	33
Okara	O	25
Okara + Amidon de maïs	O-S	25
Okara + Levure	O-Y	24
Moulée pour animaux	CF	13

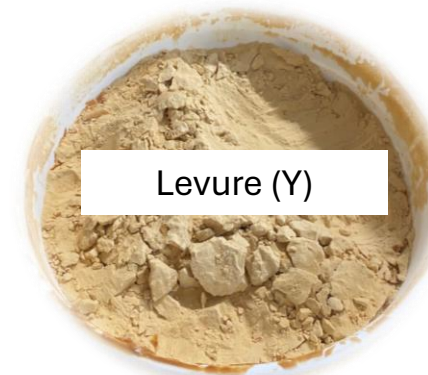
6 répliques

Teneur en protéine : 13 à 35%

Intrants principaux



Supplément nutritionnel



Protocole

Protocole standardisé de Derruyter et al (2024)

- Durée : croissance de 5 à 11 semaines
- Prise de données : densité, masses, mortalité, nymphose, échantillons

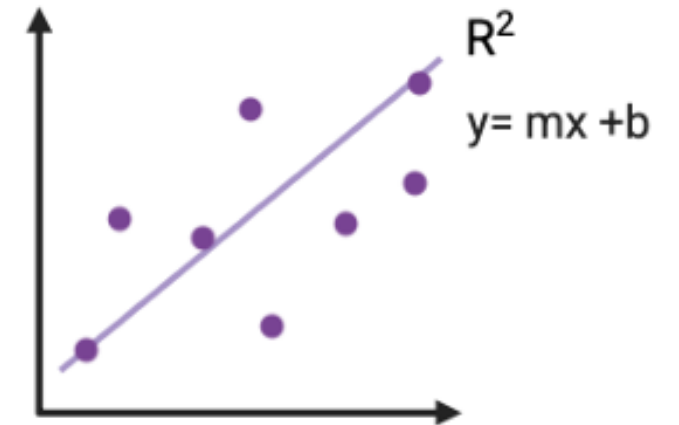


Sous-objectifs

1- Conception d'une base de données

2 - Essai de validation

3 - Élaboration des modèles prédictifs

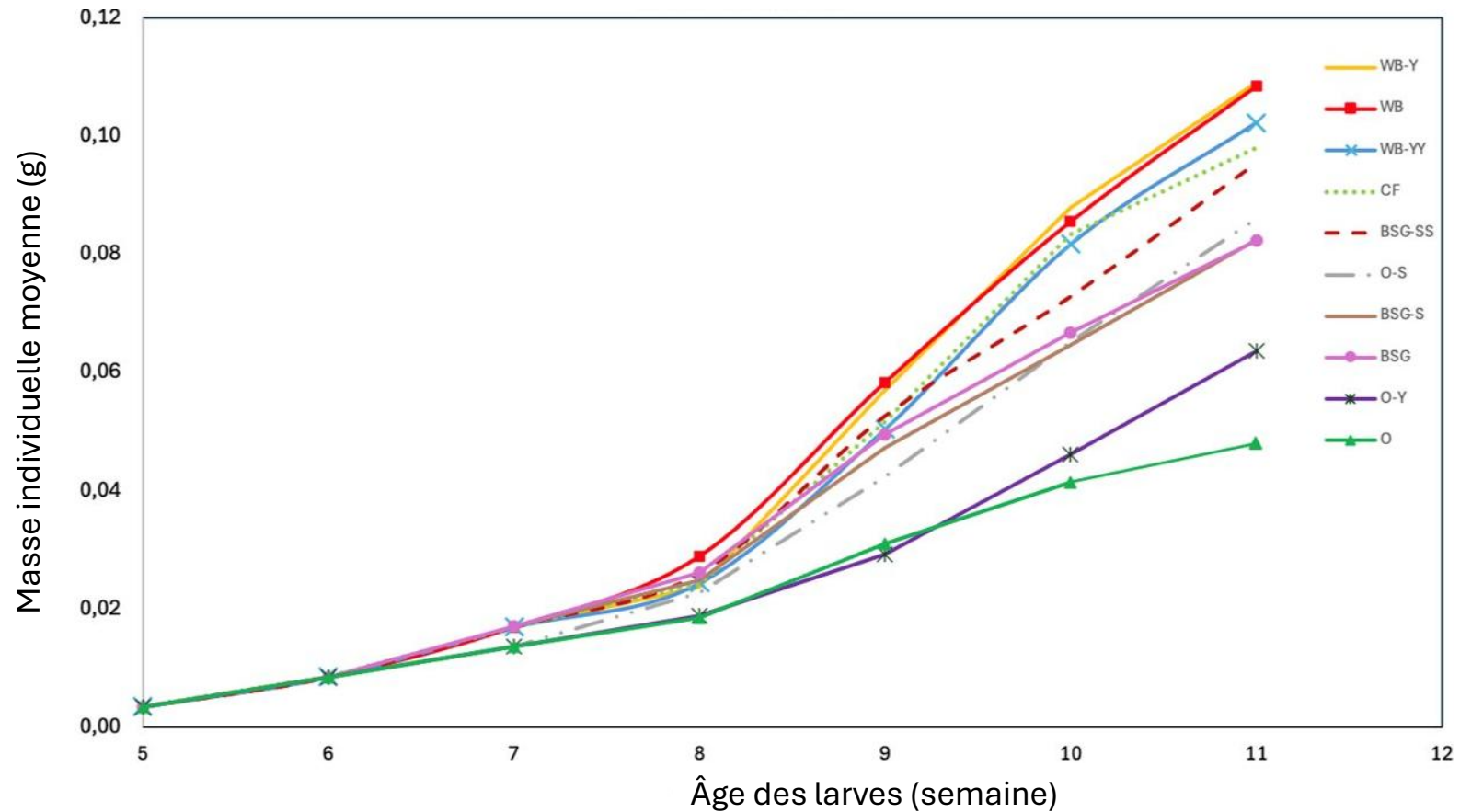


Modélisation - Masse individuelle des larves

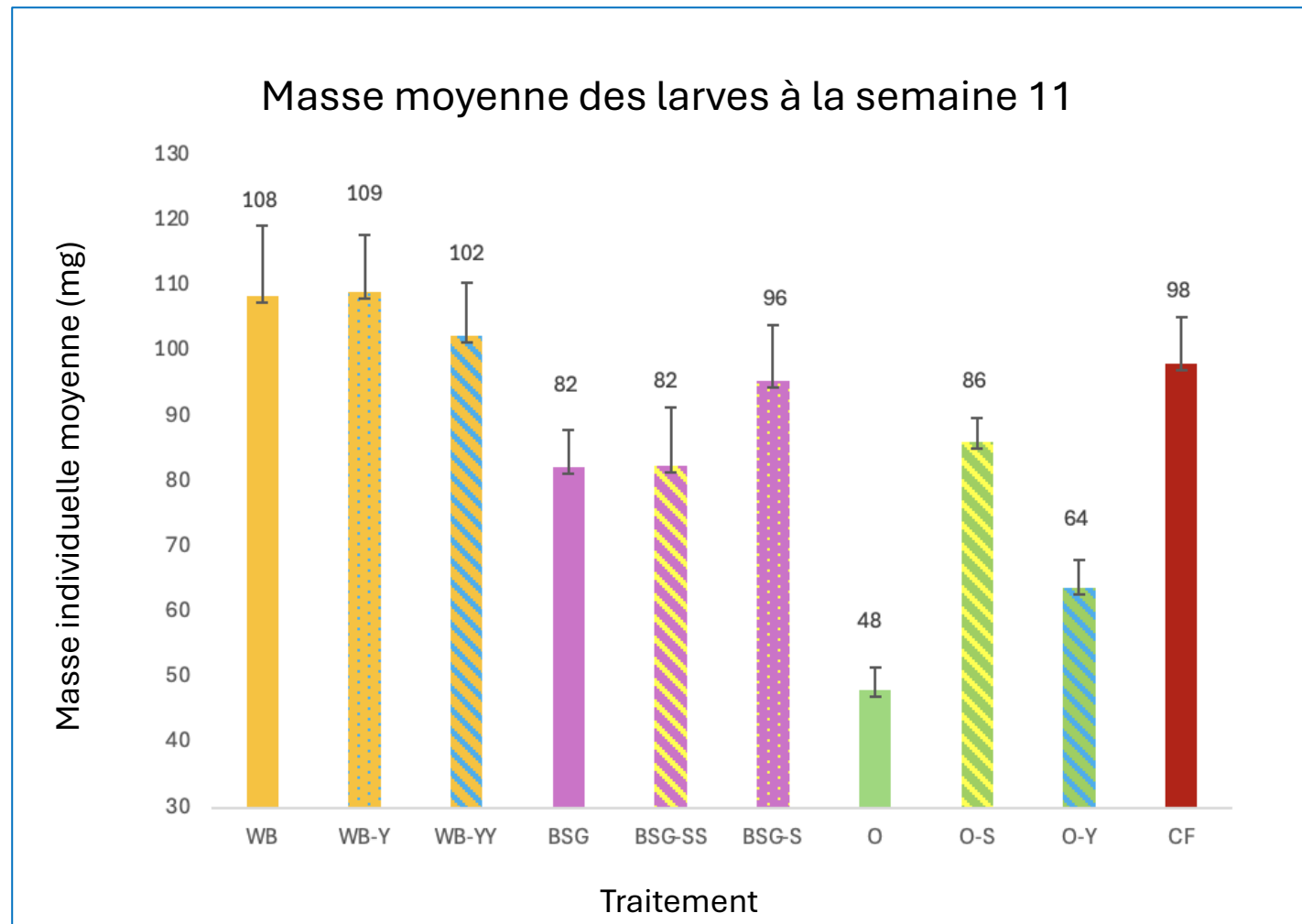
Modélisation - Masse individuelle des larves

Résultat des essais

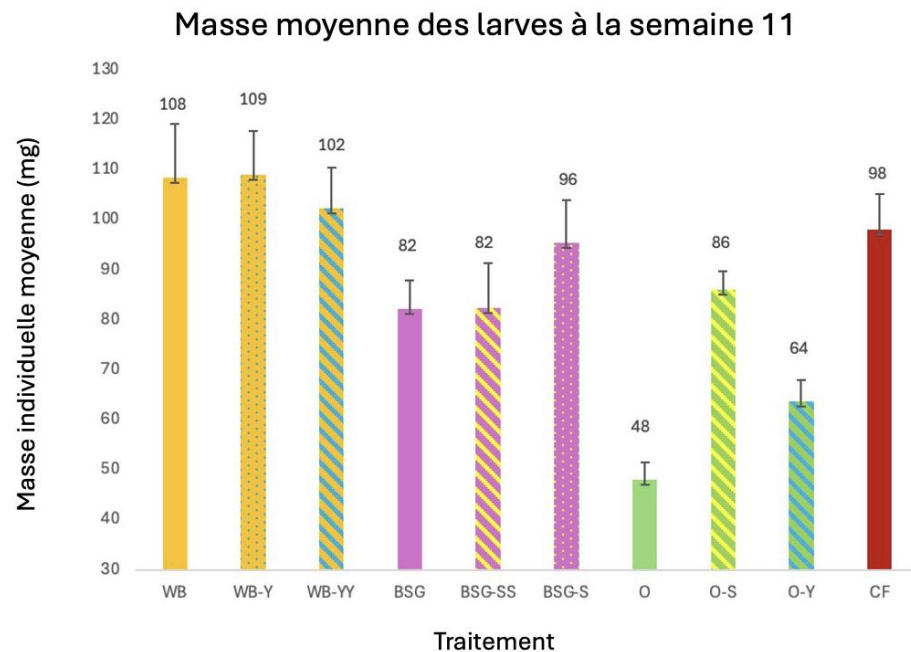
Masse larvaire en fonction de l'âge des larves pour les 10 traitements



Modélisation - Masse individuelle des larves



Modélisation - Masse individuelle des larves



Modèle significatif ($p < 0.05$)

Prédicteurs (intrait):

- Azote
- Fibre

Masse larvaire prédite = $0.11 + 0.006 \cdot \text{azote} - 0.005 \cdot \text{fibre}$

R^2 ajusté = 0.64

Modélisation – Composition des larves en azote

Modélisation – Composition des larves en azote

Base de données

Modèle : $p < 0.05$

Prédicteurs (intrant) :

- Azote
- Fibres
- Cendres
- Lipides
- Masse des larves

R^2 ajusté = 0.62

Modélisation – Composition des larves en azote

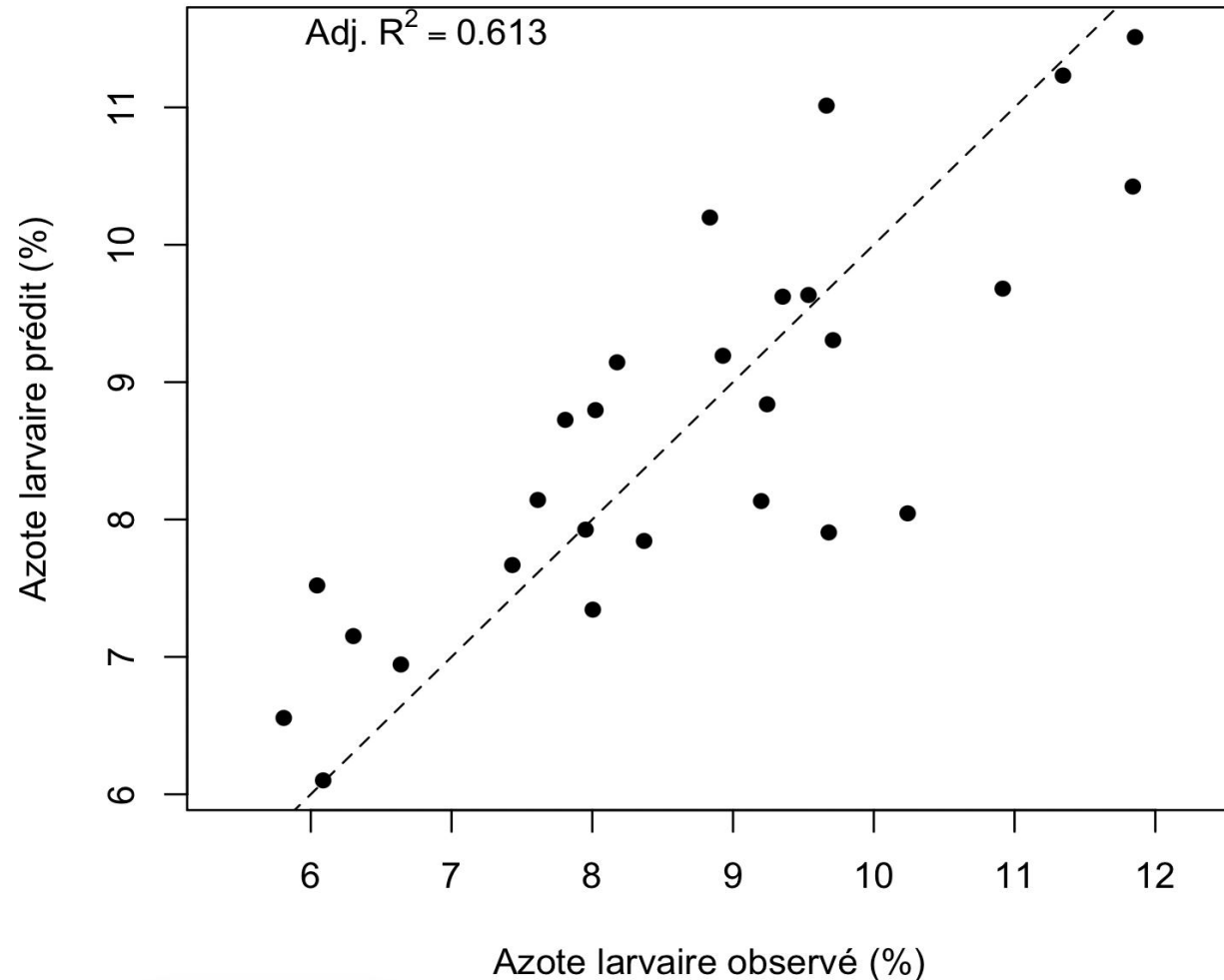
Base de données

Modèle : $p < 0.05$

Prédicteurs (intrant) :

- Azote
- Fibres
- Cendres
- Lipides
- Masse des larves

R^2 ajusté = 0.62

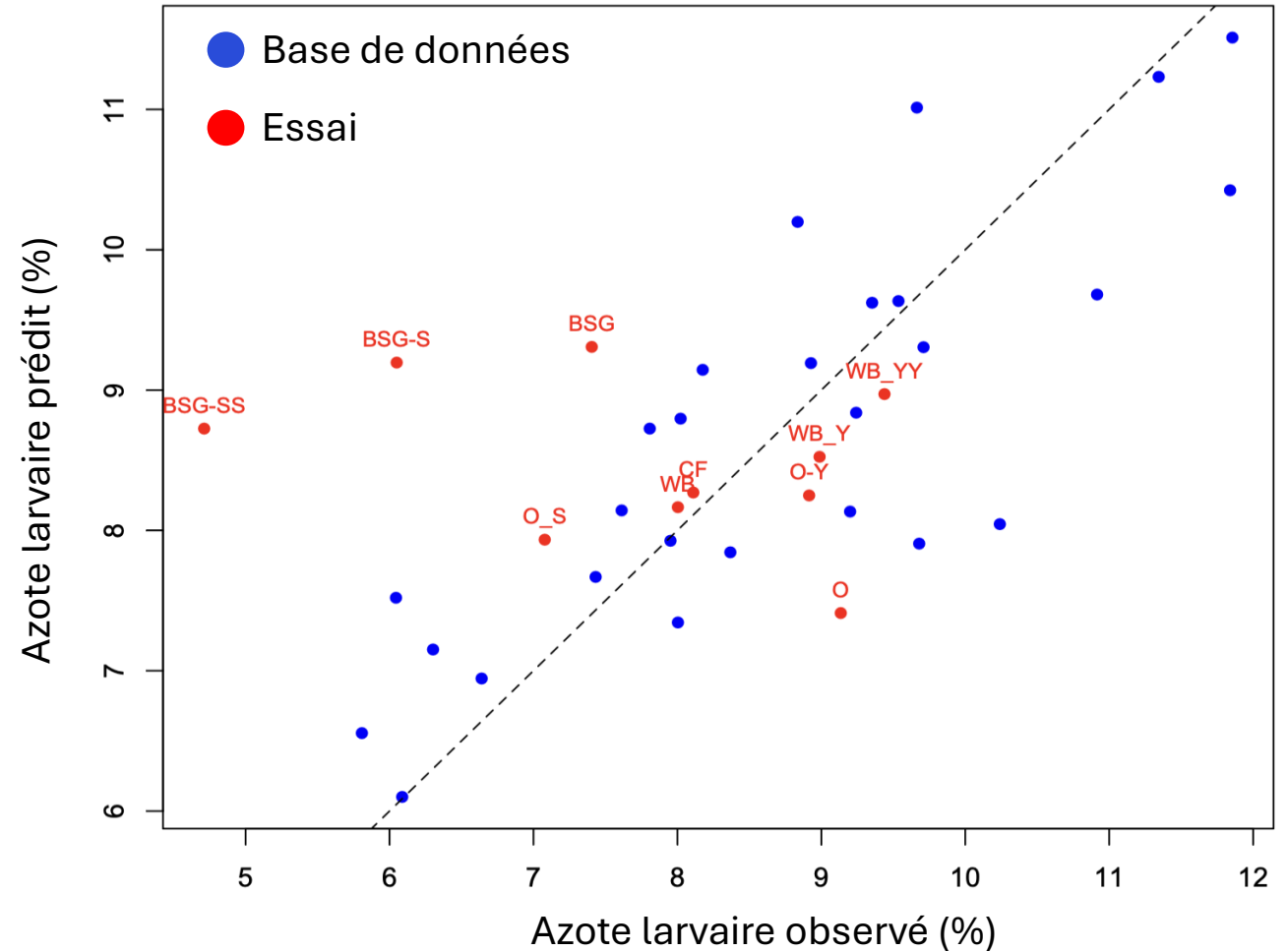


Azote larvaire prédit = $-12.98 + 0.16 \cdot \text{azote intrant} + 0.94 \cdot \text{fibre} + 4.63 \cdot \text{cendre} + 4.8 \cdot \text{lipide}$ 23

Modélisation – Composition des larves en azote

Essai

- Même prédicteur du modèle
- R^2 ajusté = 0.87

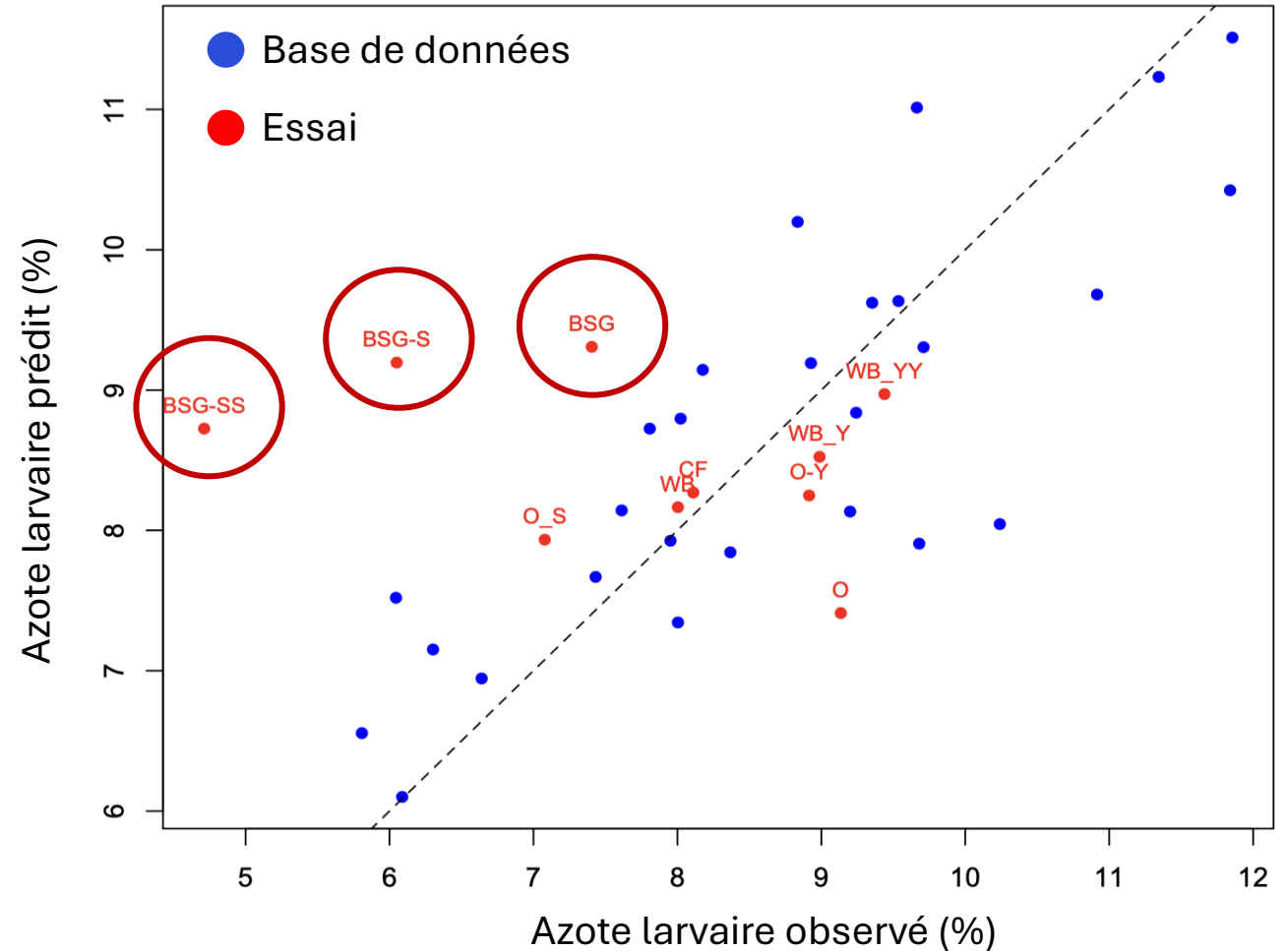


Modélisation – Composition des larves en azote

Essai

- Même prédicteur du modèle
- R^2 ajusté = 0.87

Modèle moins performant avec les diètes de drêche de brasserie





Conclusion

- Principales variables explicatives : **azote, fibre, cendre, lipide**



Conclusion

- Principales variables explicatives : **azote, fibre, cendre, lipide**
- Modélisation avec une variance expliquée de **62 à 87%**



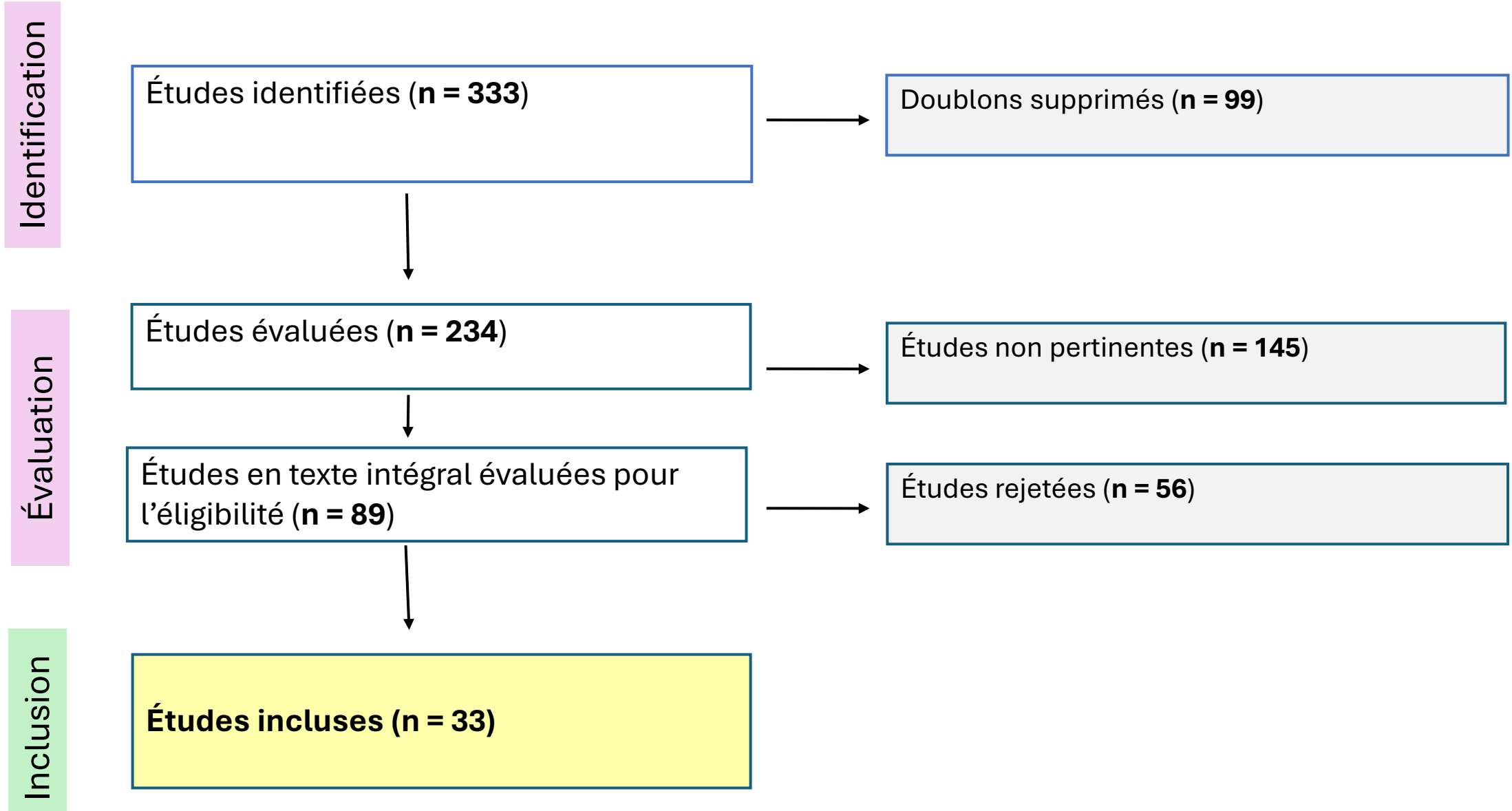
Conclusion

- Principales variables explicatives : **azote, fibre, cendre, lipide**
- Modélisation avec une variance expliquée de **62 à 87%**
- Utilisation des modèles avec des **nouvelles données : résultats variables** selon l'intrant

Vers un outil d'aide à la décision

Merci pour votre écoute!

Composition des larves



Performance

