



Sélection des abeilles: des premiers résultats prometteurs en France

Tours le 13/10/2024

Jonathan d'Ambrosio: SYSAAF
Robin Azémar: Abeille Ligérienne



Avec
la contribution
financière du compte
d'affectation spéciale
développement
agricole et rural
CASDAR



**MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
ET DE L'ALIMENTATION**
*Liberté
Égalité
Fraternité*



On parle de quoi?

- 🐝 Histoire du groupe de l'Abeille Ligérienne
- 🐝 Objectifs
- 🐝 Organisation
- 🐝 Présentation du SYSAAF
- 🐝 Présentation de la sélection généalogique en apiculture
- 🐝 Résultats
- 🐝 Perspectives

Le début

2014: Création du groupe
sous l'égide du GIE Pays de
la Loire

7 exploitations





Pourquoi ?

- ✿ Gagner en autonomie en matière de génétique
- ✿ Monter en compétence: contrôle des fécondations, testage
- ✿ Choisir nos objectifs de sélection



Organisation

1 Séance d'insémination
en commun





1 Fécondation dirigée sur île



Sélection massale à seuil sur
12 critères de performances!

Premiers résultats

Année 1: 2014

🐝 57 Reines IA

🐝 82 Reines produites sur site isolé

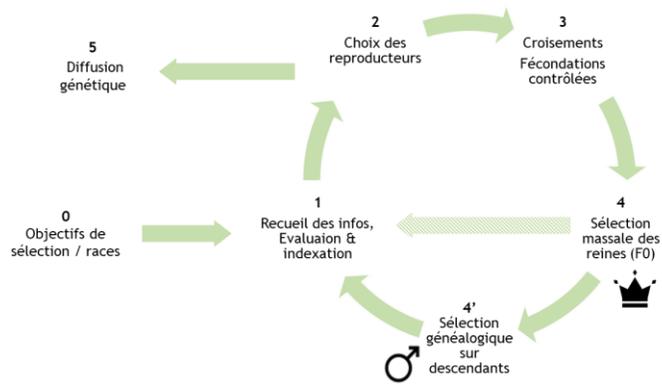
Année 2: 2015

🐝 Testage

🐝 Expérience



Les étapes clés en 10 ans



2014: Formation du groupe

2016: Testage Généalogique

2022: Appui SYSAAF/ITSAP

2024: Création de l'association

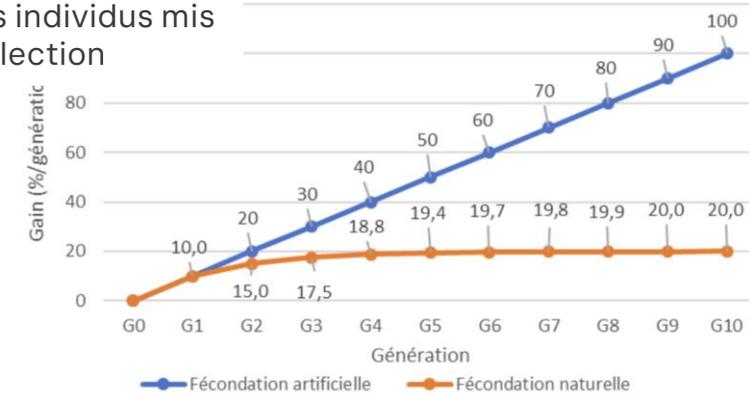
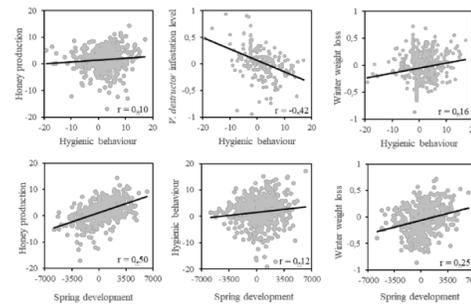


2016: Autonomie sur l'IA

2020: Génétique quantitative, intégration du BLUP

2023: Passage en population fermée et contrôle des fécondations chez tous les individus mis en sélection

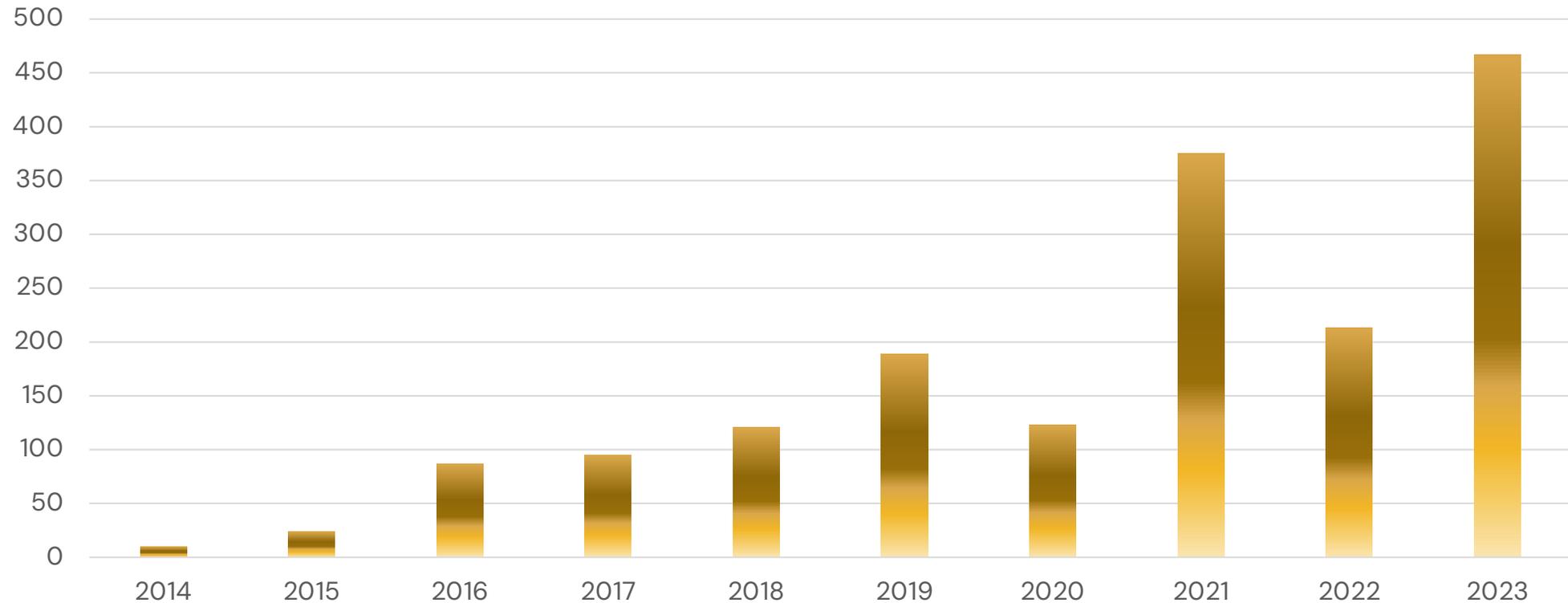
Fondation naturelle sur le progrès attendu





Evolution

Reines en sélection avec données de performances n+1



7 Membres



20 Membres

Tout seul on va plus vite, Ensemble on va plus loin



Les objectifs du groupe

Améliorer les performances de nos abeilles dans notre environnement

Critères PRIORITAIRES

- 🐝 Production de miel
- 🐝 Douceur
- 🐝 Paresse à l'essaimage



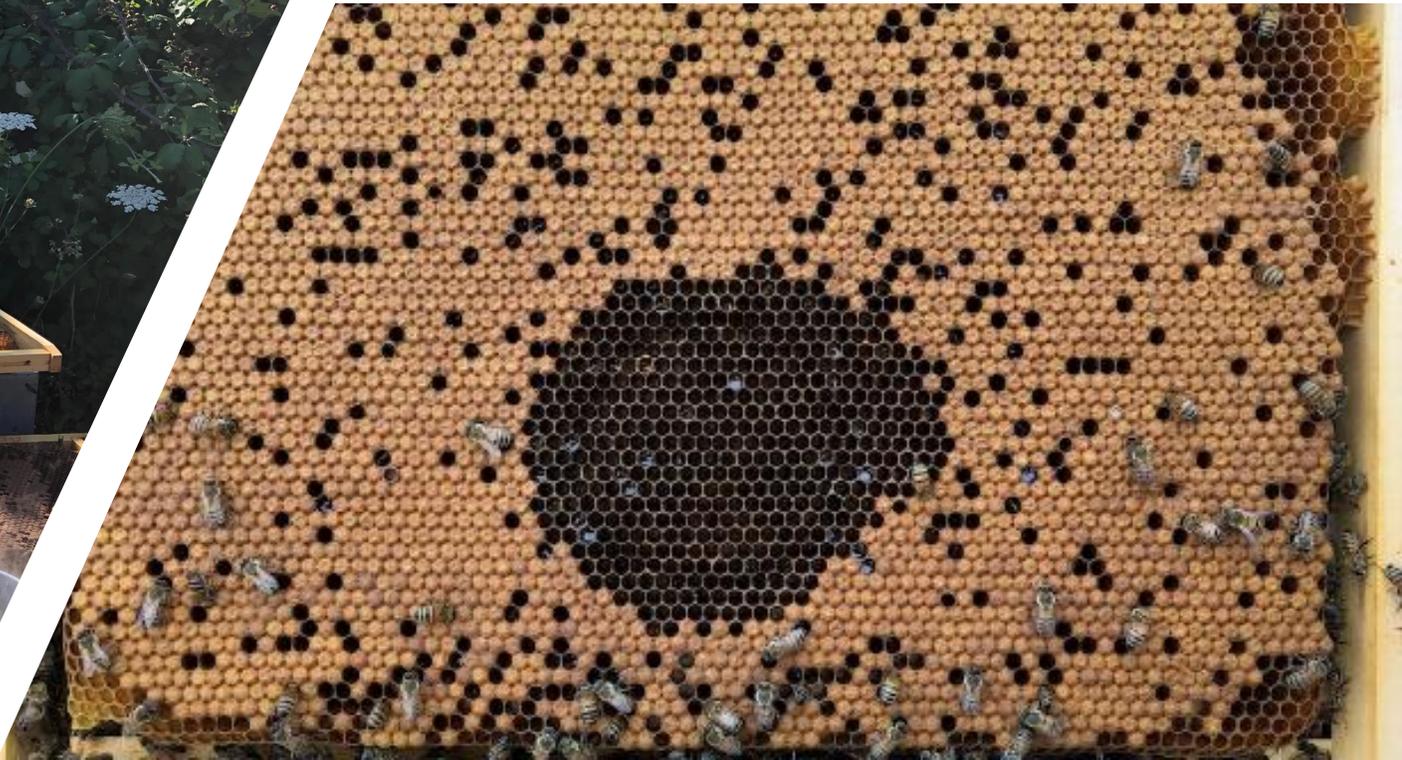


Critères de rusticité

Consommation hivernale

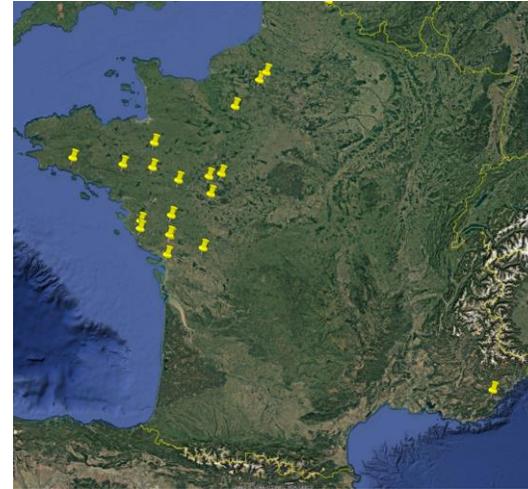
Hygiène

Charge en varroa





Aujourd'hui



🐝 20 Exploitations

🐝 29 Sites de testage (ruchers)





6 sites de fécondation isolées





Contrôle des sites

- Reines vierges 3 semaines avant les fécondations
- Ballons avec reine vierge
- Projet de recherche avec l'université de Laval au Québec (Andrée Rousseau), sur le contrôle des stations par analyse génétique





Inséminations sur les différentes exploitations



Interconnexion génétique des sites de testages

Abeille lig (Pays de la Loire + NA)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
Voie femelle	FR-CBP-B-0131-2021	FR-CBP-B-0104-2021	FR-CBP-B-0132-2021	FR-CBP-D-0180-2021	FR-NG-T-0095-2021	FR-NG-A-0022-2021	FR-NG-B-0067-2021	FR-NG-B-0019-2021	FR-VP-FL	FR-H-B-0019-2021	FR-HB-01-65-2021	FR-TEF-B-0288-2020			
Parents F	FR-CBP-B-0930-2019	FR-JP-B-0316-2019	FR-PJ-B-0063-2019	FR-CBP-D-0992-2019	FR-NG-T-0002-2020	FR-NG-A-0071-2019	FR-NG-B-0033-2020	LU-PJ-B-0313-2019		FR-H-B-0710-2017	FR-HE-B-804-2018	FR-TEF-B-0208-2018	FR-B-04-019		
Parent M	FR-SPD-B-0102-2017	LU-PJ-B-0562-2018	FR-PJ-B-0234-2020	FR-CBP-A-0079-2018	FR-NG-A-0035-2018	LU-PJ-B-0229-2018	LU-PJ-B-0229-2018	LU-PJ-P-0561-2019		FR-S-PD-37	FR-SP-D-102	FR-AMR-B-0120-2018	FR-SPL-A-0373-017		
11	10	10	12												
13	15		15	15					15	15	15	15			
12	12														
10	10		10	10	10	10			15	15	12	12	12	12	16
			15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	
					12	12	12	12							
					12	12	12	12							
								12	12						
13	6		6	6	6	6									16
	10	10	10						15	15	15	15	20	20	
	6	6	6												
	54	58	62	55	43	51	51	60	60	57	57	47	47	48	



- Fécondation Dirigée (FD) en commun
- Envoi de capillaires de semence
- Echanges de CR
- Envoi de Reine vierges et fécondées



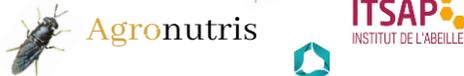


Le SYSAAF, un dispositif professionnel et collectif unique

1952



2020



- Syndicat à but non lucratif
- Délégation par l'Etat pour la gestion et d'amélioration génétique des espèces avicoles et piscicoles
- 21 généticiens, data-scientistes et ingénieurs (2 PhD)
- 32 entreprises de sélection (dont 18 aquacoles)
- Indexation génétique ou génomique de 119 lignées de 29 espèces avicoles, aquacoles et entomocoles
- Savoir-faire multi espèce et multi-filière
- > 7 millions d'individus en bases de données
- 2 500 000 nouvelles données en

2009



1990



1993



1996



STURGEON



2001



Notre métier :

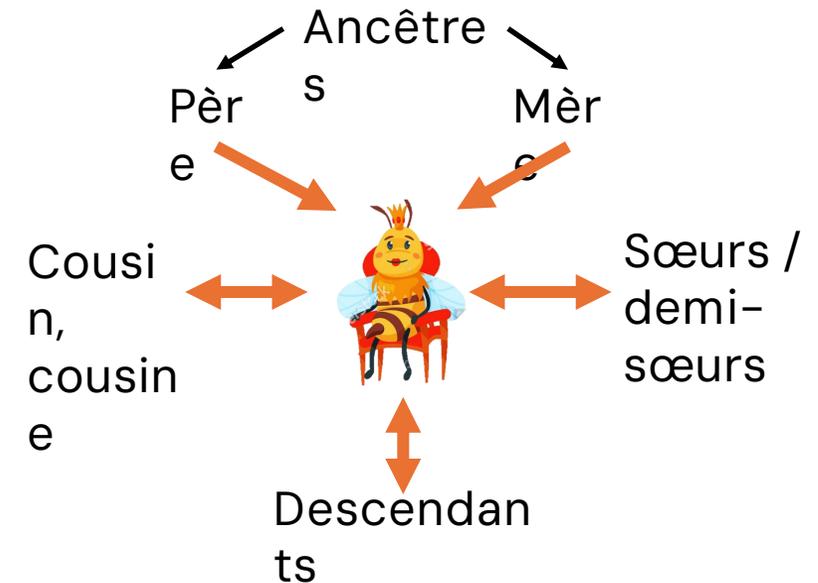
- Définition des programmes de sélection et indexation génétique et/ou génomique et gestion de la diversité des populations
- Formation du personnel & Audits
- Mise en commun :
 - de ressources humaines spécialisées
 - d'outils (collecte des performances, systèmes de base de données, pipeline bio-informatique)
 - de plateaux techniques : cryoconservation, génotypage, challenge à des pathologies piscicoles, phénotypage par spectrométrie



La sélection généalogique en quelques mots

Méthode de sélection appliquée chez beaucoup d'espèces animales et en cours de développement en apiculture :

- Prise en compte des performances d'apparentés avec un pédigrée connu sur plusieurs générations (reines, sœurs, tante, grand-mère)
- Correction des performances par les facteurs d'élevage non génétiques :
 - Rucher
 - Pratiques d'élevages différentes entre apiculteurs
 - Années de production...



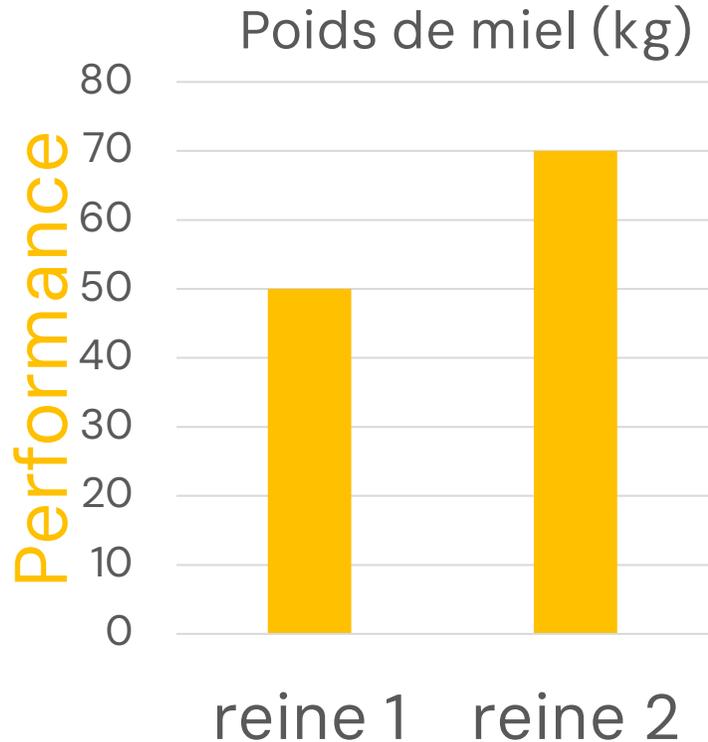
La performance : exemple pour le poids de miel



Performance =



Poids de miel
Douceur
Test varroas



La performance : exemple pour le poids de miel



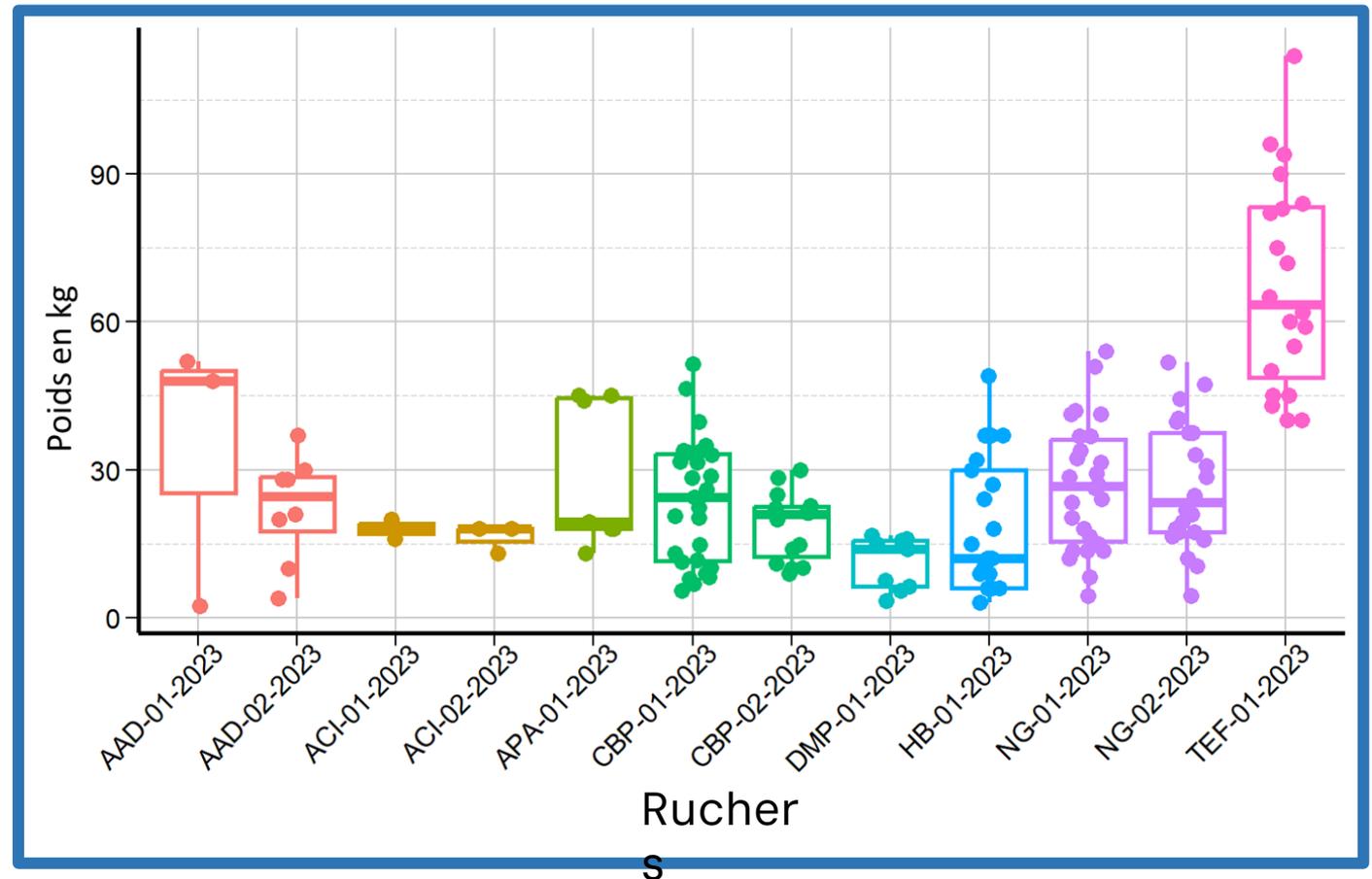
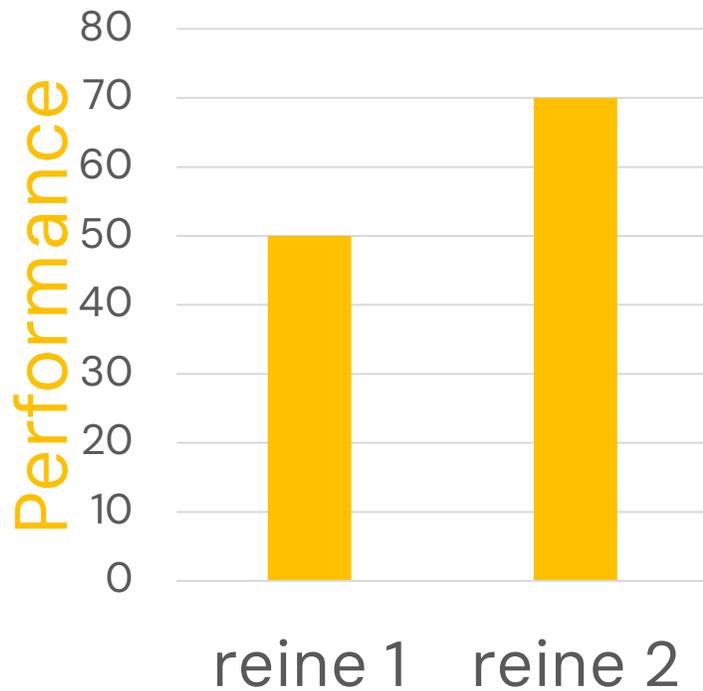
Performance = effets identifiés



Poids de miel
Douceur
Test varroas

Site de testage
Année de testage
etc ...

Poids de miel



s

La performance : exemple pour le poids de miel



Performance = effets identifiés + **Génétique**



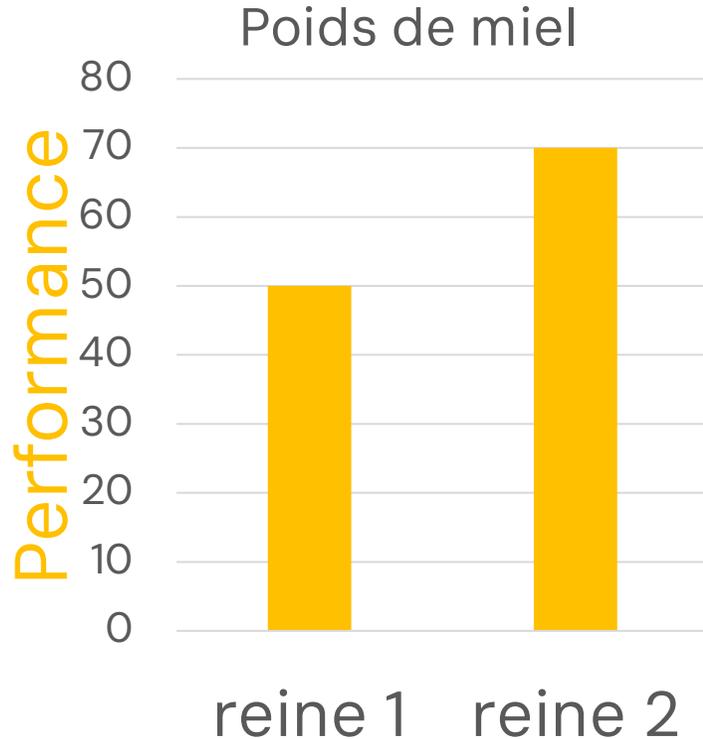
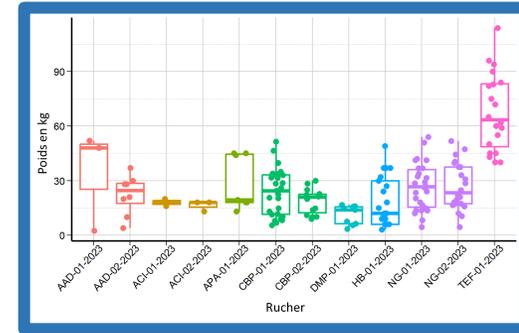
Poids de miel
Douceur
Test varroas



Site de testage
Année de testage
etc ...



Partie transmise à la descendance



La performance : exemple pour le poids de miel



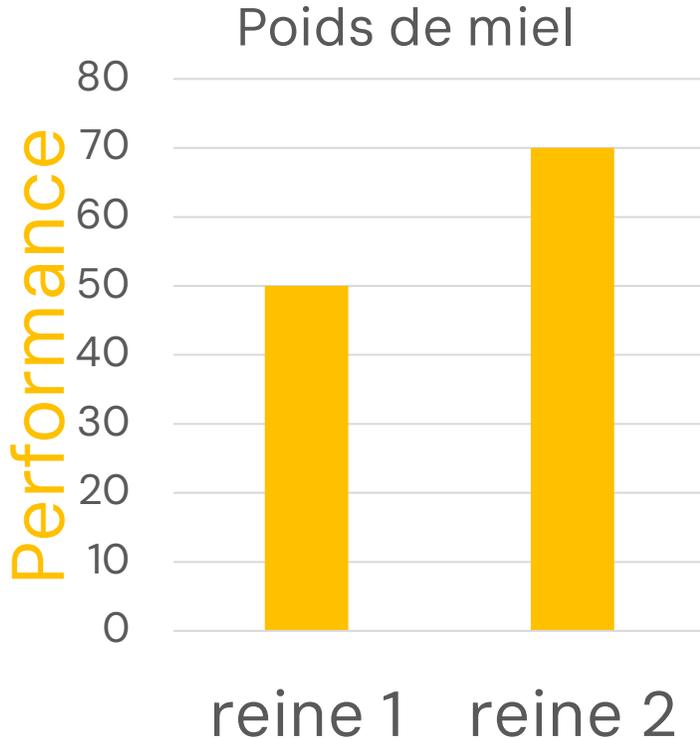
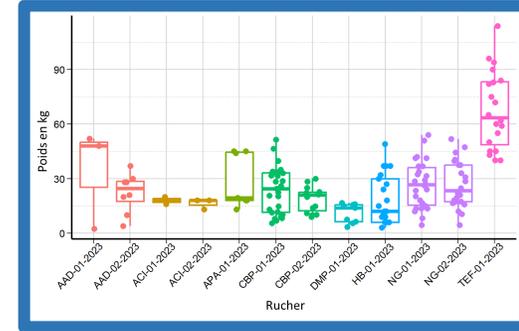
Performance = effets identifiés + **Génétique** + résiduelle

↓
Poids de miel
Douceur
Test varroas

↓
Site de testage
Année de testage
etc ...

↓
Partie transmise à la descendance

↓
Effets non identifiés, non transmise, etc ...



Par exemple :

- Attaque de frelon sur une colonie
- Intoxication de la colonie



La performance : exemple pour le poids de miel



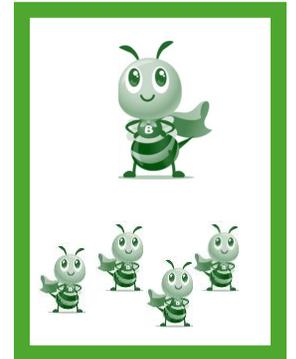
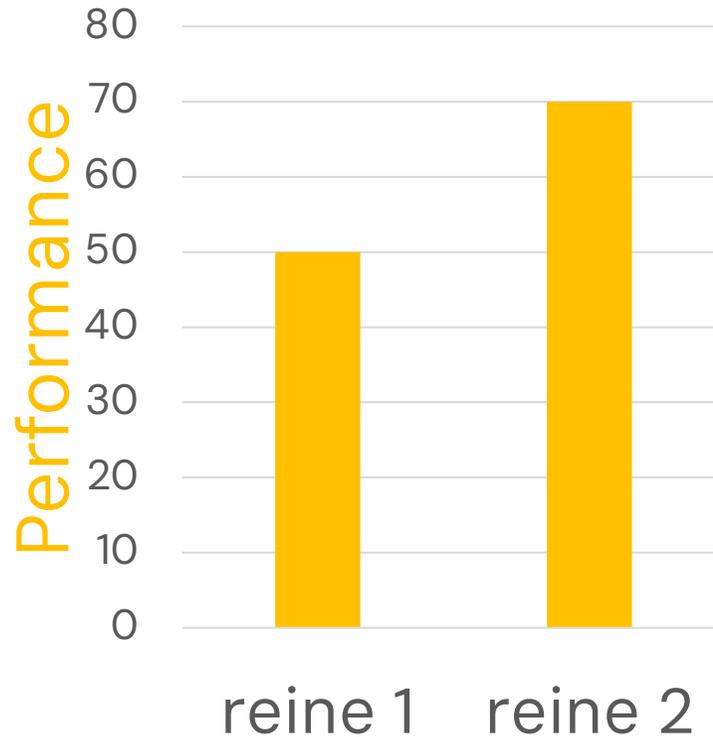
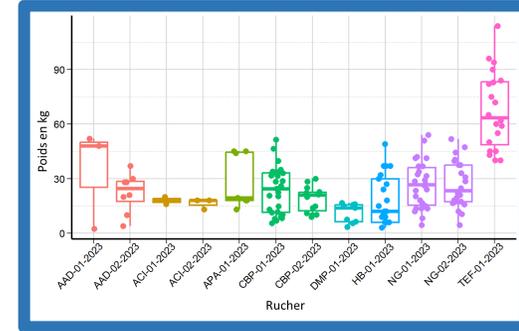
Performance = effets identifiés + **Génétique** + résiduelle

↓
Poids de miel
Douceur
Test varroas

↓
Site de testage
Année de testage
etc ...

↓
Partie transmise à la descendance

↓
Effets non identifiés, non transmise, etc ...



La performance : exemple pour le poids de miel



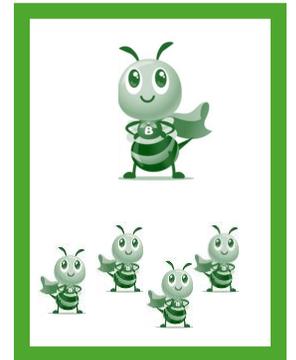
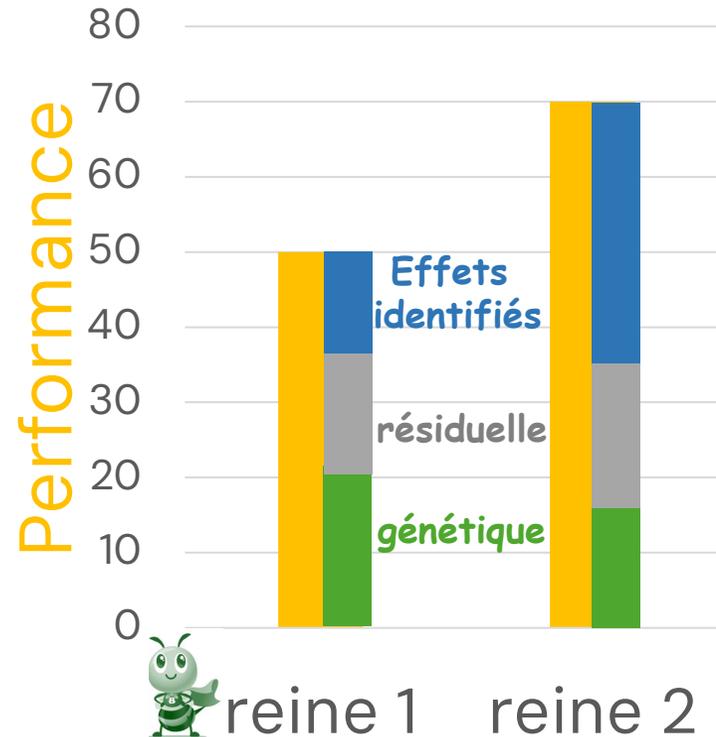
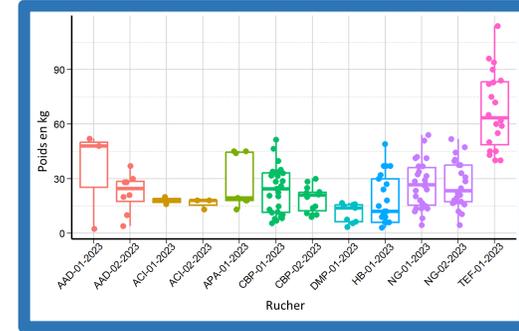
Performance = effets identifiés + **Génétique** + résiduelle

↓
Poids de miel
Douceur
Test varroas

↓
Site de testage
Année de testage
etc ...

↓
Partie transmise à la descendance

↓
Effets non identifiés, non transmise, etc ...



Application de la sélection généalogique en apiculture ?



- Une base de données semi-publique permettant d'enregistrer et d'indexer en BLUP des populations (www2.hu-berlin.de/bee Breed/ZWS/index.php) coordonnée par le Länderinstitut für Bienenkunde (Hohen Neuendorf, Allemagne)

- Indexation généalogique (BLUP) avec BeeBreed :



DEUTSCHER
IMKERBUND E.V.
A. m. carnica



3 populations d' *A. mellifera* (MEL) et *A. m. carnica* (SAR)



2 populations d' *A. m. carnica* depuis 2017 (ACA et ZAC!)

erbel

1 populations d' *A. m. iberiensis* au Pays Basque espagnol



2 populations d' *A. m. ligustica* et d' *A. m. siciliana*

- Effectifs de colonies mesurées / an limitées, sauf en Allemagne
- Indexation automatisée ne permettant pas de prendre en compte d'éventuelles spécificités



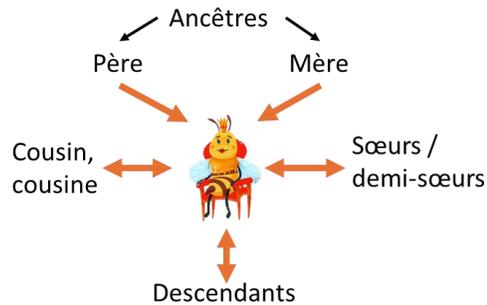
Les intérêts de la sélection généalogique en apiculture

- Sélection intra-population reposant sur une variabilité génétique initiale suffisante pour limiter l'apport de reines nouvelles (performances inconnues, risque sanitaire)

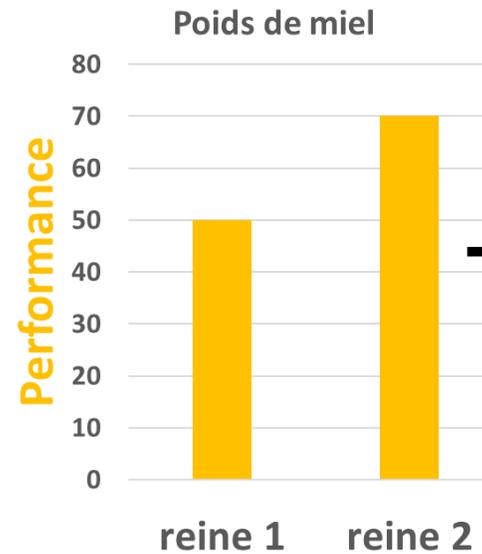
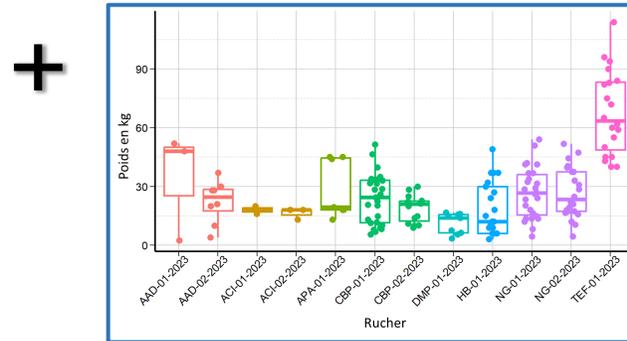
Les intérêts de la sélection généalogique en apiculture

- Sélection intra-population reposant sur une variabilité génétique initiale suffisante pour limiter l'apport de reines nouvelles (performances inconnues, risque sanitaire)
- Amélioration de la précision des choix des reines et donc du progrès génétique

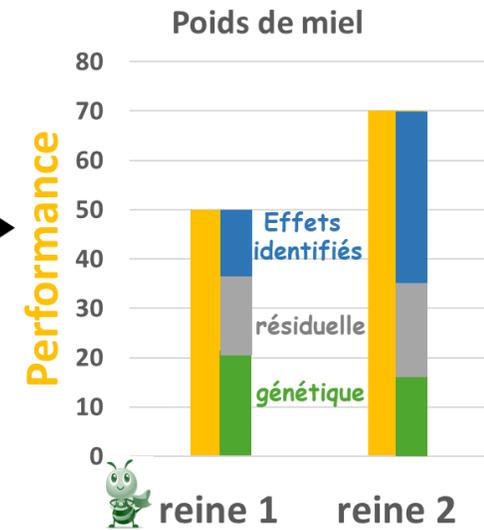
Connaissance du pedigree



Correction des effets identifiés



Analyse
génétique

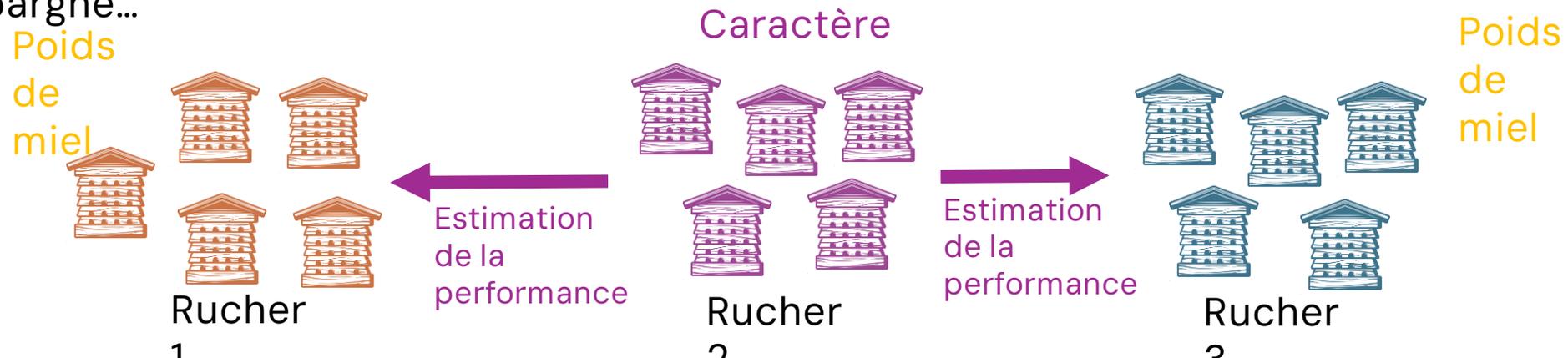


Les intérêts de la sélection généalogique en apiculture

- Sélection intra-population reposant sur une variabilité génétique initiale suffisante pour limiter l'apport de reines nouvelles (performances inconnues, risque sanitaire)
- Amélioration de la précision des choix des reines et donc du progrès génétique
- Adapté à une évaluation commune entre apiculteurs
- Gestion optimale de la variabilité génétique
- Sélection possible sur plusieurs caractères

Les intérêts de la sélection généalogique en apiculture

- Sélection intra-population reposant sur une variabilité génétique initiale suffisante pour limiter l'apport de reines nouvelles (performances inconnues, risque sanitaire)
- Amélioration de la précision des choix des reines et donc du progrès génétique
- Adapté à une évaluation commune entre apiculteurs
- Gestion optimale de la variabilité génétique
- Sélection possible sur plusieurs caractères
- Prise en compte de caractères coûteux et/ou difficilement mesurables comme : survie à l'hivernage, consommation à l'hivernage, comportement hygiénique, SMR, VSH, sens de l'épargne...



Spécificité et contraintes de la sélection généalogique en apiculture



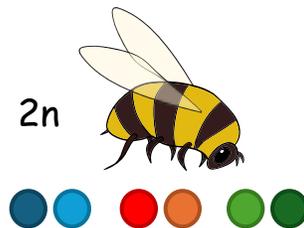
ABEILLE LIGÉRIENNE
Groupe de sélection et testage apicole

- Absence ou maîtrise limitée de la voie mâle nécessitant la fécondation dirigée (île) ou l'insémination
- Reproduction complexe : une reine pouvant être fécondée par plusieurs bourdons

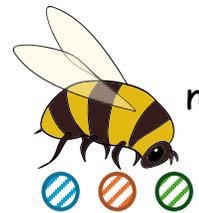
Spécificité et contraintes de la sélection généalogique en apiculture

- Absence ou maîtrise limitée de la voie mâle nécessitant la fécondation dirigée (île) ou l'insémination
- Reproduction complexe : une reine pouvant être fécondée par plusieurs bourdons
- Une espèce haplo-diploïdes

Reine diploïde (F)

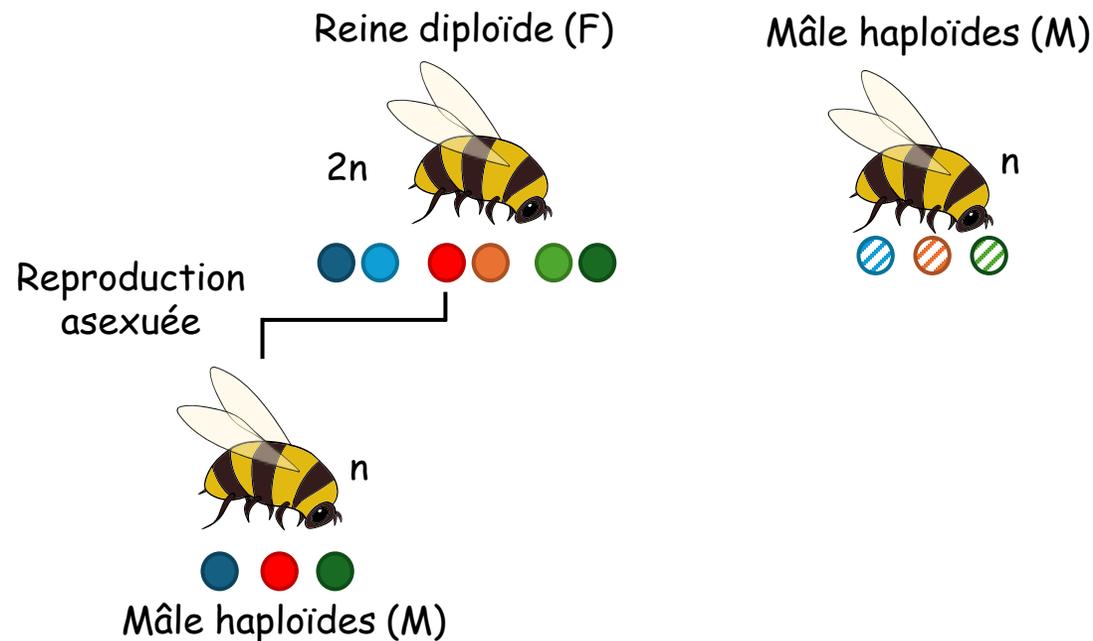


Mâle haploïdes (M)



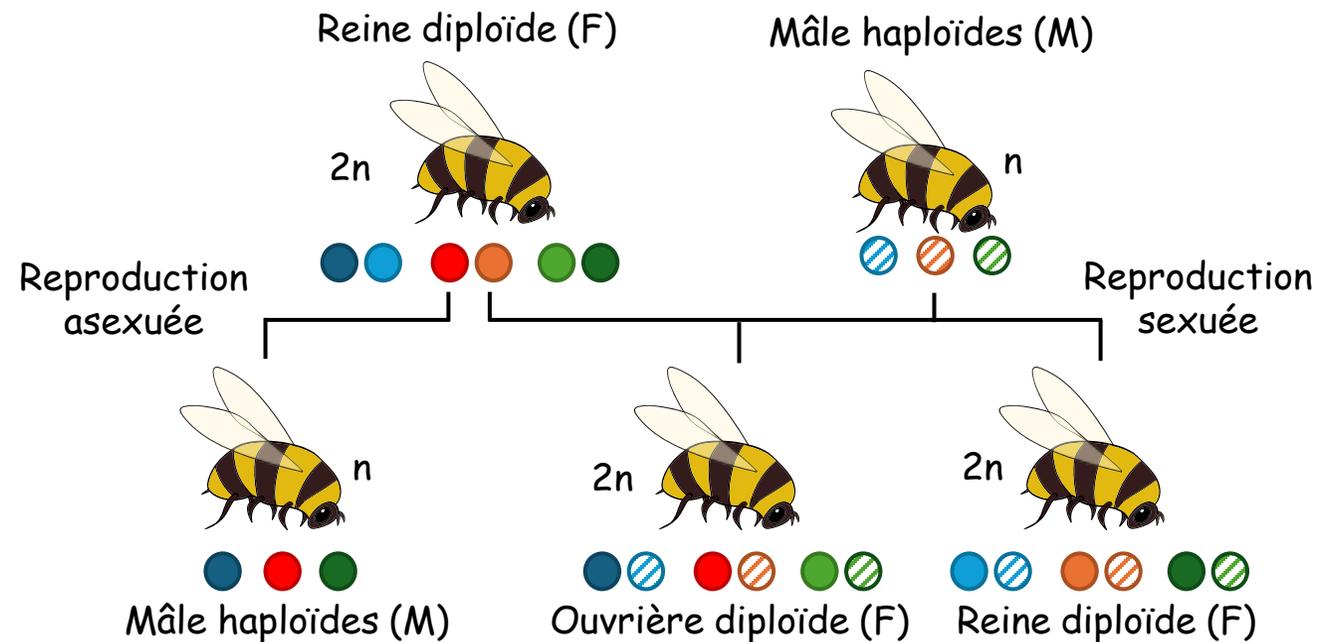
Spécificité et contraintes de la sélection généalogique en apiculture

- Absence ou maîtrise limitée de la voie mâle nécessitant la fécondation dirigée (île) ou l'insémination
- Reproduction complexe : une reine pouvant être fécondée par plusieurs bourdons
- Une espèce haplo-diploïdes



Spécificité et contraintes de la sélection généalogique en apiculture

- Absence ou maîtrise limitée de la voie mâle nécessitant la fécondation dirigée (île) ou l'insémination
- Reproduction complexe : une reine pouvant être fécondée par plusieurs bourdons
- Une espèce haplo-diploïdes



Spécificité et contraintes de la sélection généalogique en apiculture

- Absence ou maîtrise limitée de la voie mâle nécessitant la fécondation dirigée (île) ou l'insémination
- Reproduction complexe : une reine pouvant être fécondée par plusieurs bourdons
- Une espèce haplo-diploïdes
- La performance d'une colonie résultat de l'interaction entre le « génotype » de la reine et celui de ses filles (ouvrières)



❖ Reine de la colonie :

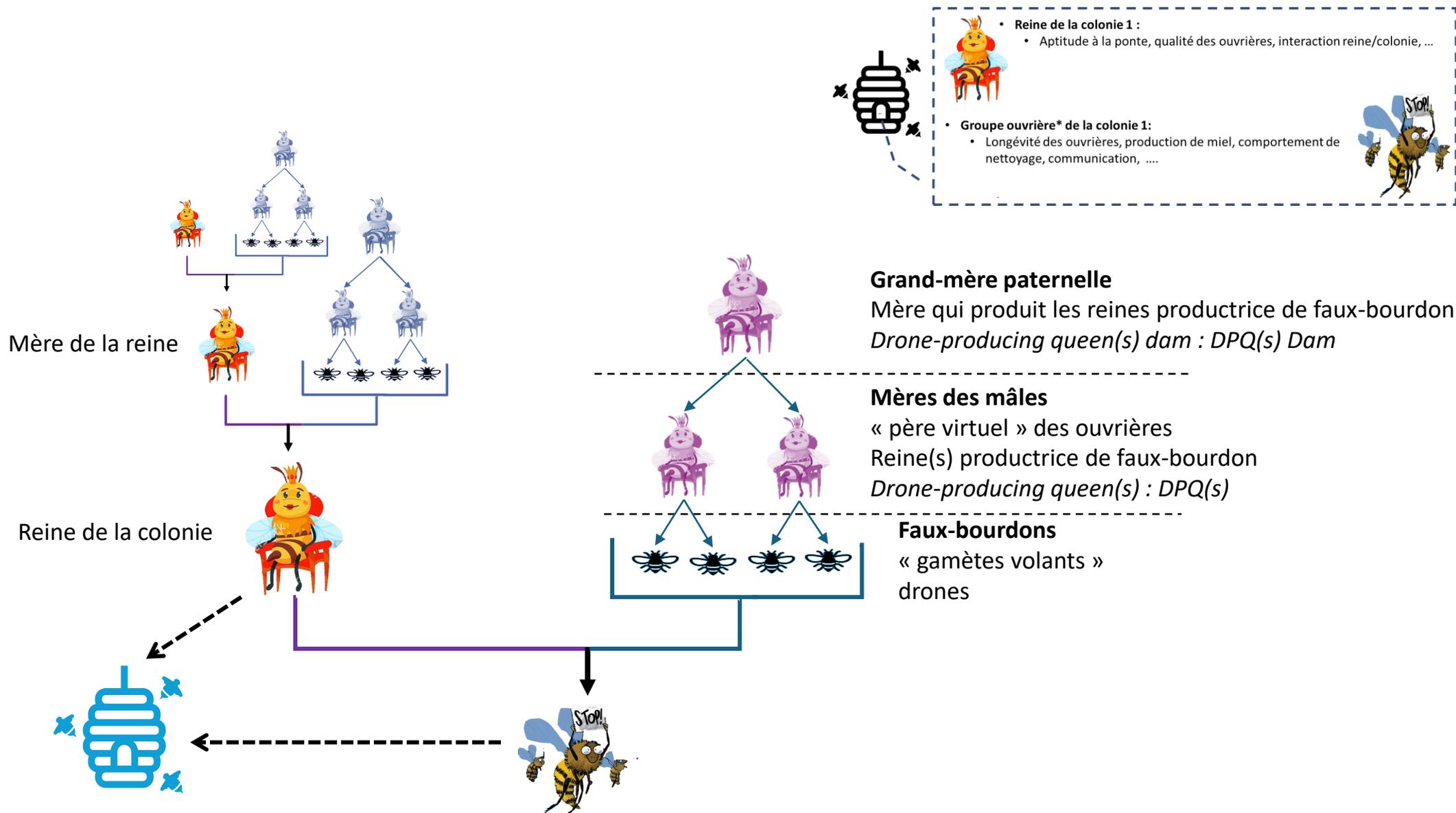
- Aptitude à la ponte, qualité/nombre des ouvrières, interaction reine/colonie, ...

❖ Groupe ouvrières de la colonie :

- Longévité des ouvrières, production de miel, gelée royale, comportement de nettoyage, communication,



Le pedigree en apiculture



Spécificité et contraintes de la sélection généalogique en apiculture



ABEILLE LIGÉRIENNE
Groupe de sélection et testage apicole

- Absence ou maîtrise limitée de la voie mâle nécessitant la fécondation dirigée (île) ou l'insémination
- Reproduction complexe : une reine pouvant être fécondée par plusieurs bourdons
- Une espèce haplo-diploïdes
- La performance d'une colonie résultat de l'interaction entre le « génotype » de la reine et celui de ses filles (ouvrières)
- Schéma ou pratique de sélection non adaptés pour une sélection généalogique :
 - Sélection en population ouverte
 - Non optimisation des plans de croisements
 - Absence parfois de la collecte et archivage dédiés des données de performances et du pédigrée

Projet pilote ApiBLUP : Evaluer la faisabilité de l'application de la sélection généalogique en France

➤ Partenaires
:



➤ Durée : 2022 – 2027 (5 ans)

➤ Objectifs :

- Mettre en œuvre une sélection généalogique sur 4-5 groupes de sélection pilotes
- Transférer les méthodes d'évaluation généalogique de l'INRAE au SYSAAF
- Sensibiliser les personnels des ADA et des groupes de sélection aux principes de la sélection généalogique
- Améliorer les pratiques génétiques des groupes de sélection intéressés
- Evaluer et répondre aux besoins de développement informatique pour la collecte et l'archivage des données
- Présenter les avancées et résultats à la filière

Objectifs de travail avec l'Abeille ligérienne :



ABEILLE LIGÉRIENNE
Groupe de sélection et testage apicole

- Découvrir le/les jeux de données
- Proposition d'amélioration du schéma pour l'optimiser à une sélection généalogique
- Estimation des paramètres génétiques (héritabilité) pour la production de miel
- Estimation des valeurs génétiques pour des reines candidates (en sélection) et proposition des accouplements

Découverte du jeu de données :

Indexation : évaluation des valeurs génétiques pour le choix des animaux



➤ Jeu de données :

- 2016 à 2022 : 858 reines (avec ou sans phénotype), première indexation
- 2023 : 205 nouvelles reines (avec phénotype) : seconde indexation

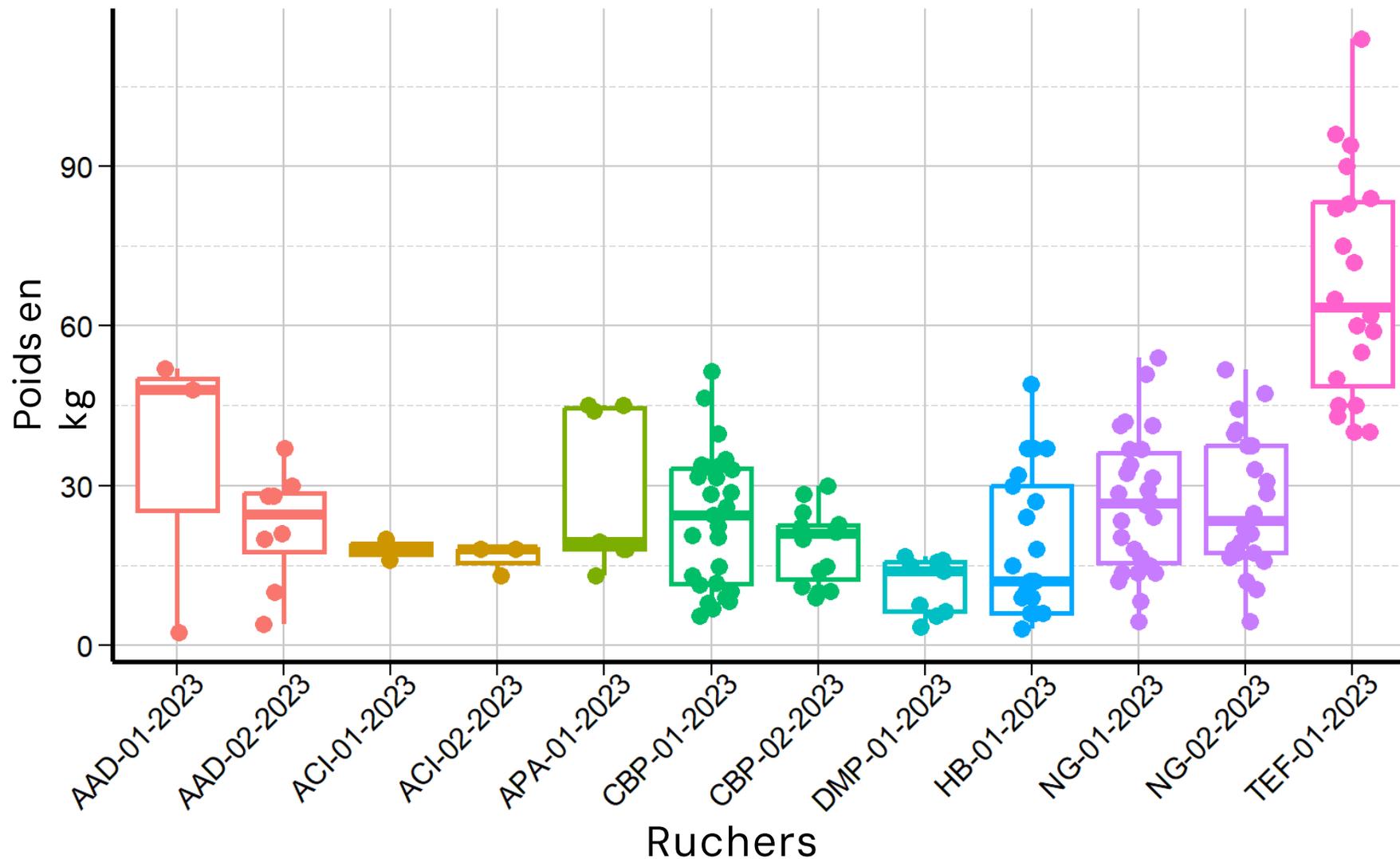
➤ Travail important sur la mise en forme de données pour les analyses

➤ Amélioration des données (amélioration visible sur la second année !)

- ✓ Proposition en 2024 d'une base de donnée par groupe de sélection du projet pour améliorer la traçabilité, stockage des données.
- ✓ Avec une base identique entre les groupes de sélection pour développer un outil commun .

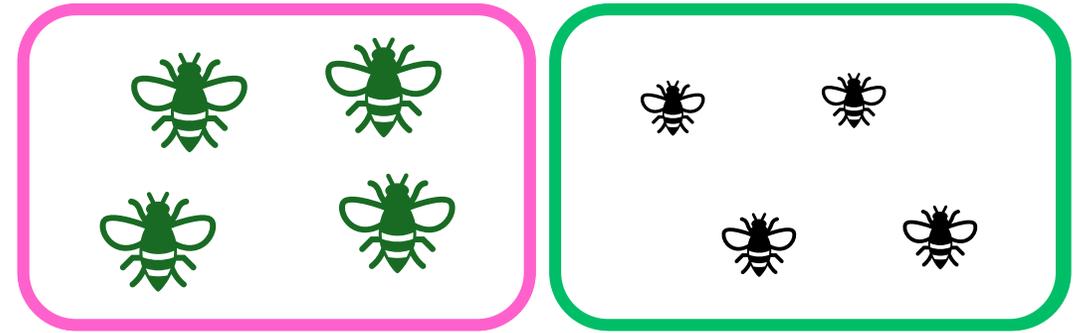
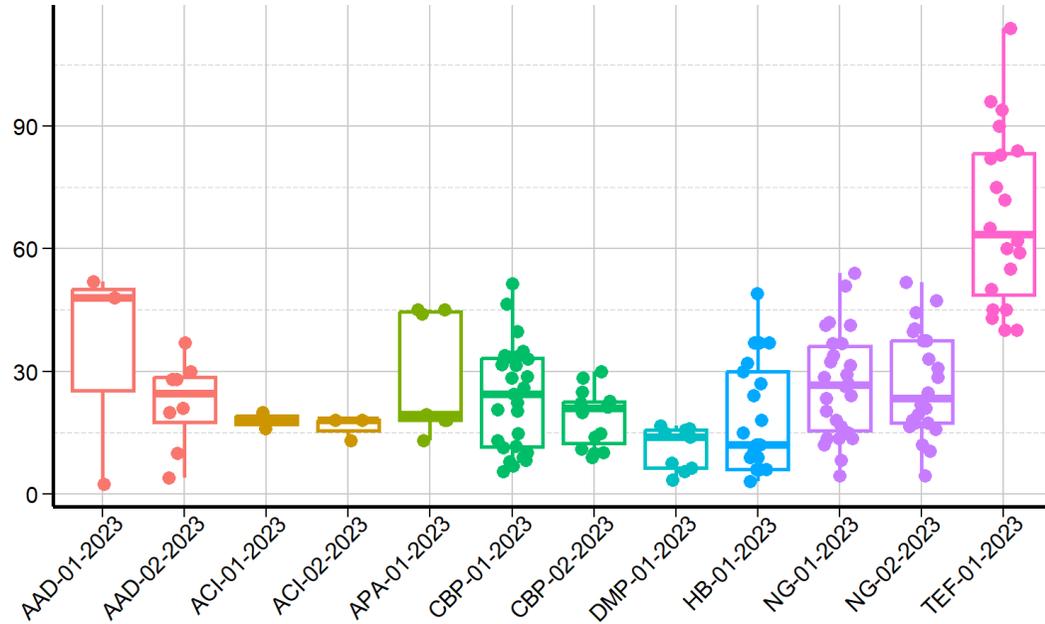


Proposition d'amélioration du schéma pour l'optimiser à une sélection généalogique



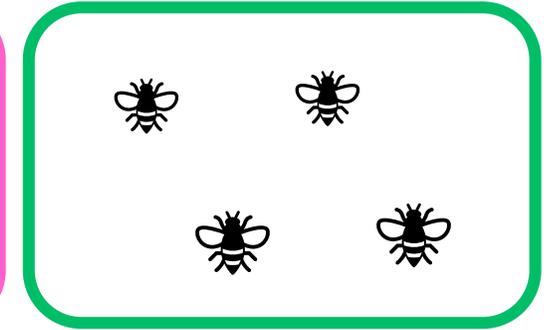
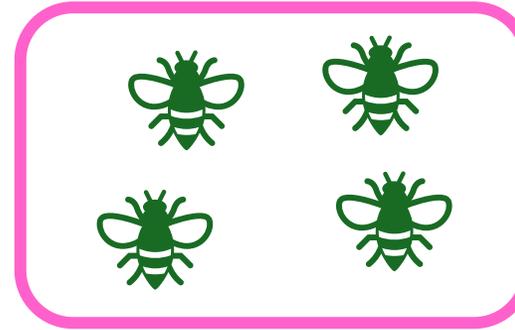
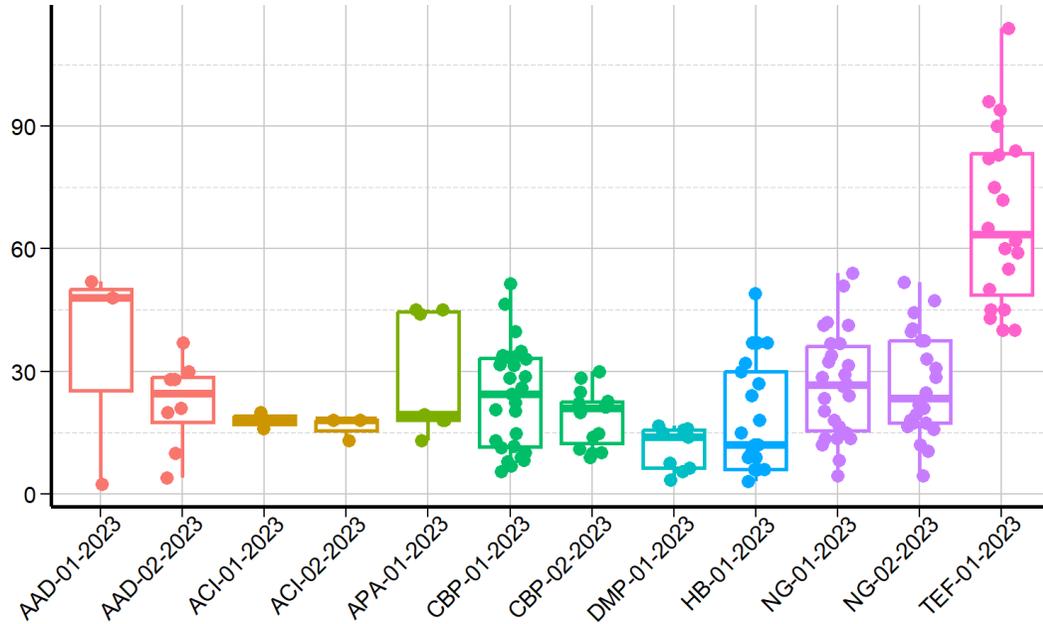
➤ Un effet rucher important

Proposition d'amélioration du schéma pour l'optimiser à une sélection généalogique

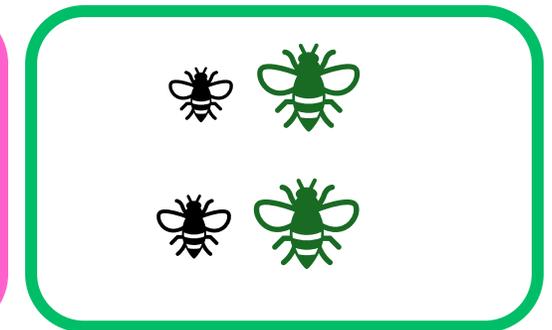
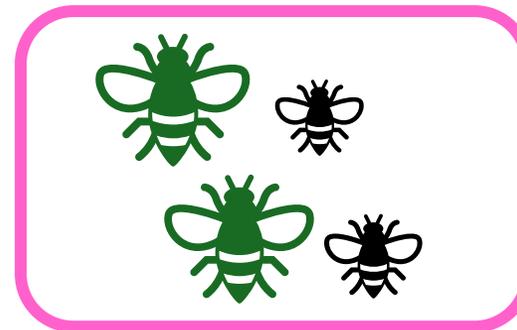


❖ Confusion de l'effet rucher et de la génétique

Proposition d'amélioration du schéma pour l'optimiser à une sélection généalogique

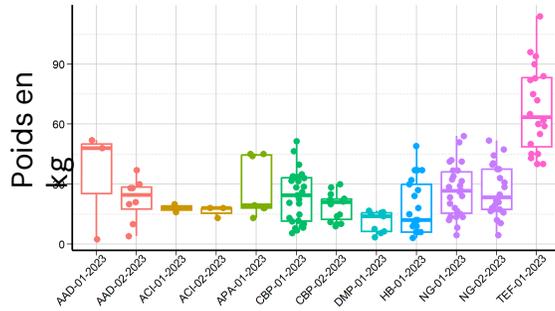


❖ Confusion de **l'effet rucher** et de **la génétique**



❖ Différenciation de **l'effet rucher** et **la génétique**

Proposition d'amélioration du schéma pour l'optimiser à une sélection généalogique



Rucher

Mères des reines

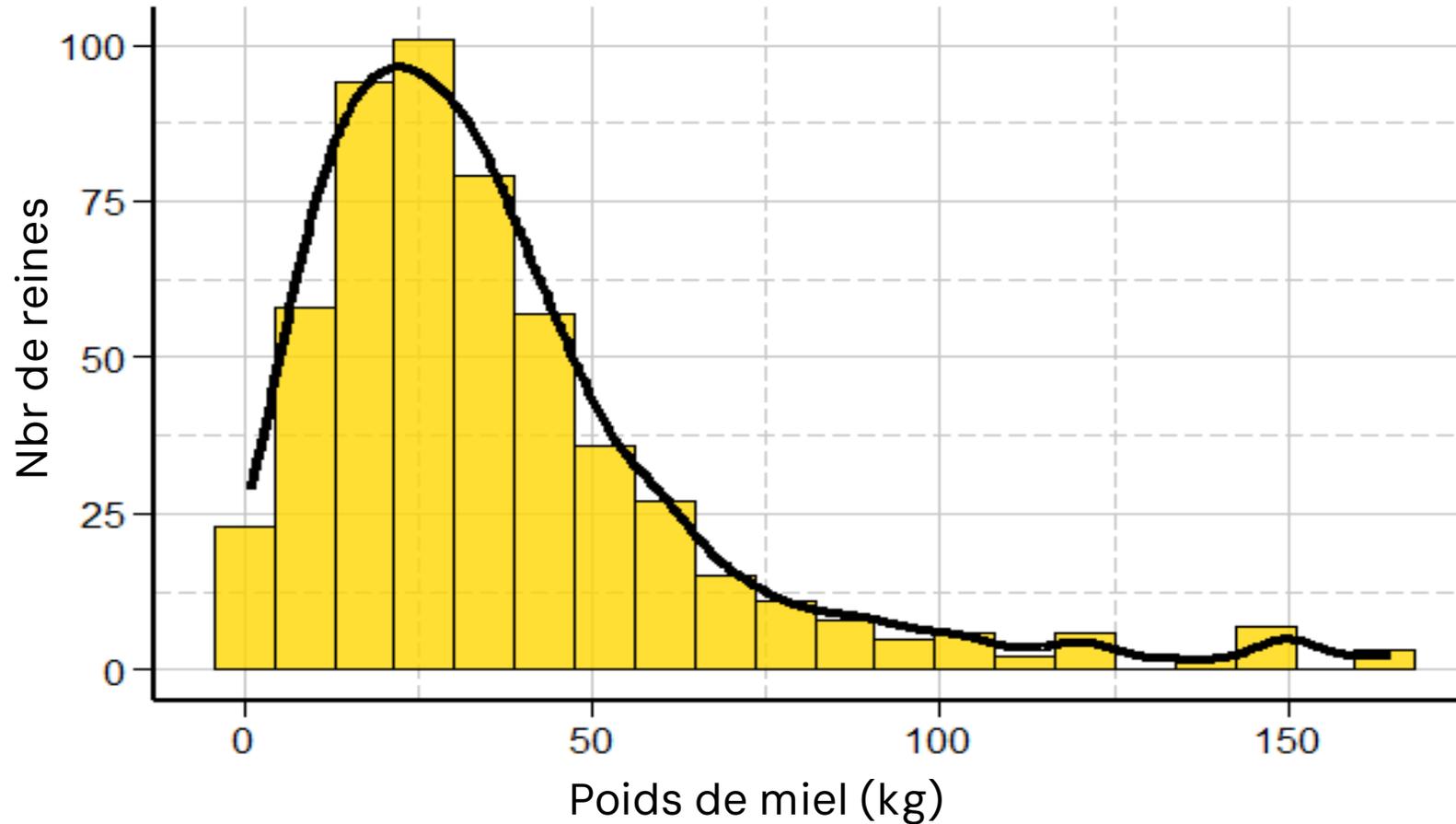
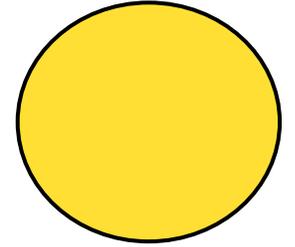
	MD-01-2023	AA-02-2023	ACI-01-2023	ACI-02-2023	APA-01-2023	CBP-01-2023	SP-02-2023	DMP-01-2023	HB-01-2023	NG-01-2023	NG-02-2023	TEF-01-2023	Total
DK-KB-B-0374-2021	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	9
FR-AAD-B-0011-2021	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
FR-AAD-B-0015-2021	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
FR-AAD-B-0020-2021	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
FR-ACI-A-0075-2021	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	5
FR-ACI-B-0118-2021	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	4
FR-AD-B-0338-2020	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
FR-AD-B-0617-2020	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
FR-AD-B-0619-2020	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
FR-AD-B-0622-2020	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
FR-AD-B-0668-2020	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
FR-CBP-A-0041-2020	0	0	0	0	0	3	6	0	0	2	1	0	12
FR-CBP-A-0087-2020	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	3
FR-CBP-A-0203-2020	0	0	0	0	0	9	4	0	0	0	0	0	13
FR-CBP-B-0006-2020	0	0	0	0	0	4	2	0	0	0	0	0	6
FR-CBP-B-0097-2020	0	0	0	0	0	5	5	0	0	0	0	0	10
FR-CBP-D-0175-2021	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
FR-HEB-B-0013-2020	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	12
FR-HEB-B-0019-2020	0	0	0	0	0	2	0	0	6	0	0	0	8
FR-NG-A-0038-2020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2
FR-NG-A-1002-2020	0	0	0	0	2	2	1	0	0	9	7	0	20
FR-NG-A-1065-2020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	0	6
FR-NG-A-1071-2020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
FR-NG-B-0049-2020	0	0	0	0	2	0	0	0	0	7	6	0	14
FR-NG-B-0052-2020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	0	7
FR-SPD-B-0115-2020	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	9
FR-TEF-B-0087-2020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4
FR-TEF-B-0150-2020	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	4	6
FR-TEF-B-0187-2020	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	4
FR-TEF-B-0366-2020	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	8	10
FR-TEF-D-0142-2020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
LU-PJ-B-0127-2020	0	0	0	0	0	2	1	0	0	1	0	0	4
LU-PJ-B-0300-2020	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	3
LU-PJ-B-0593-2019	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
NL-MKN-A-0115-2019	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	5
Total	10	10	2	3	7	34	26	9	34	27	23	20	205

Nombre de reines par mères et par ruchers

- Optimiser la répartition des reines candidates dans les différents ruchers
- Augmentation du nombre de filles (>20) par mère pour une répartition plus facile et pour une meilleure précision

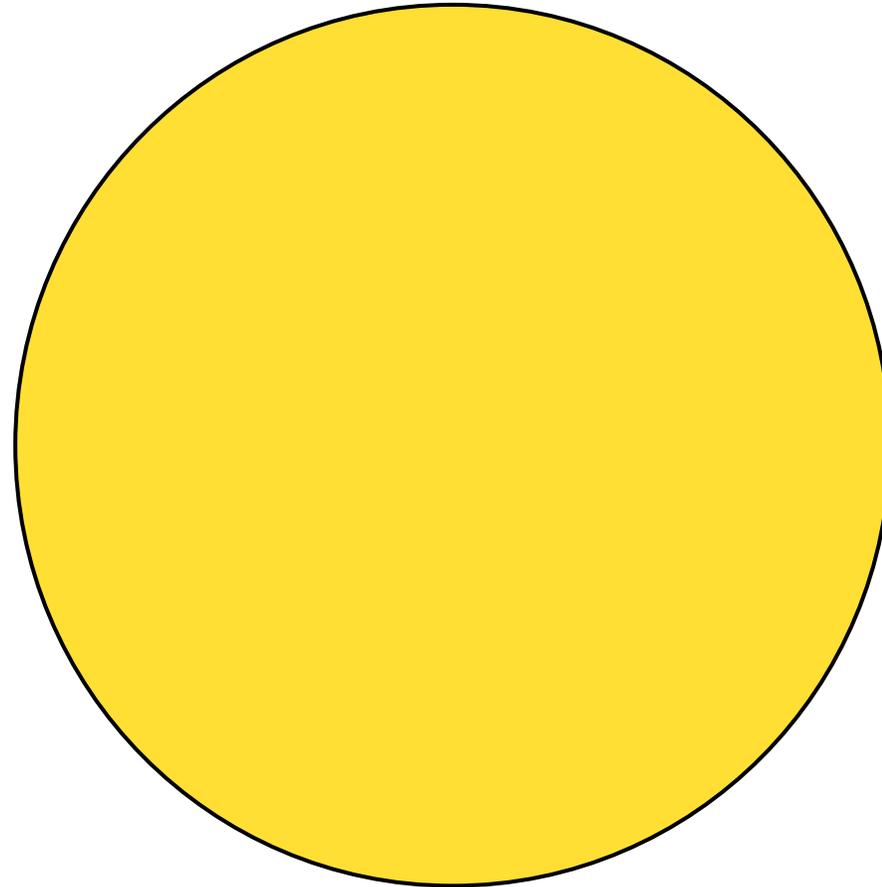
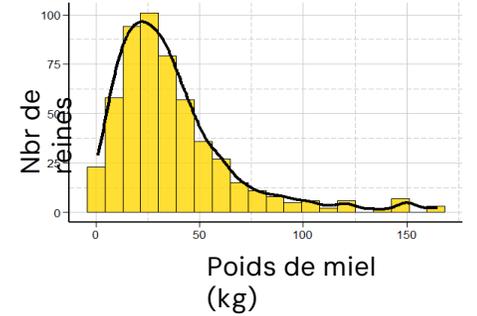
Estimation des paramètres génétiques (héritabilité) pour la production de miel

Performance = effets identifiés + Génétique + résiduelle



Estimation des paramètres génétiques (héritabilité) pour la production de miel

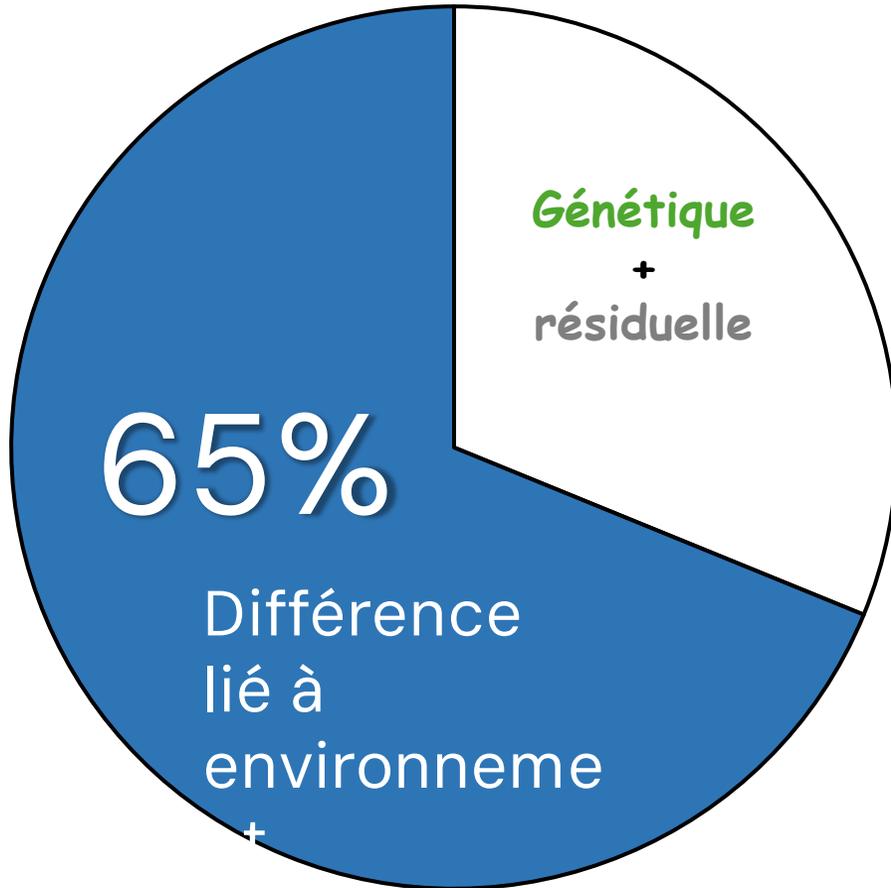
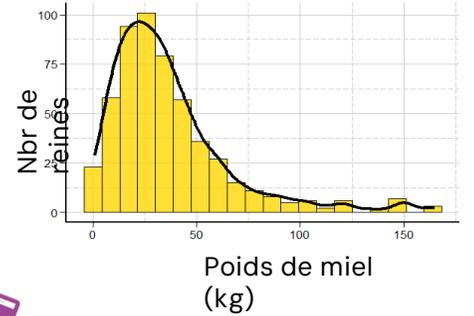
Performance = effets identifiés + Génétique + résiduelle



Différence entre les reines pour le poids de miel

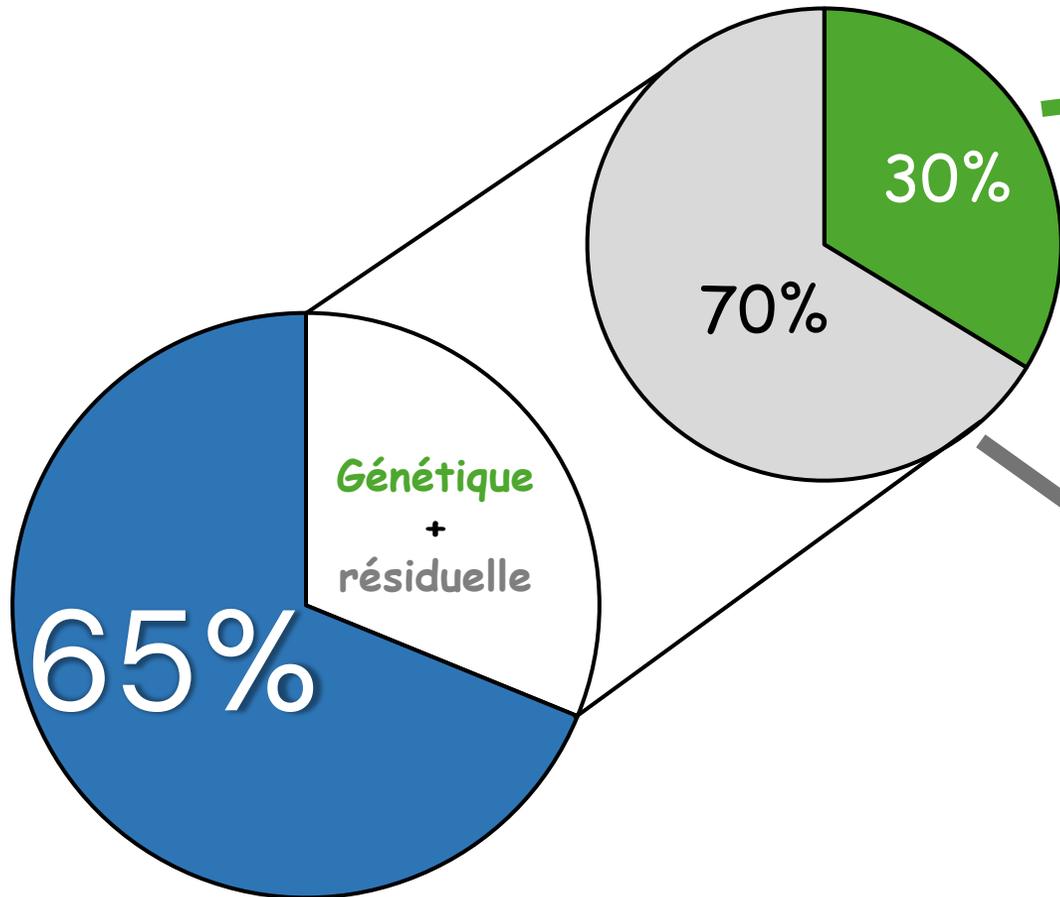
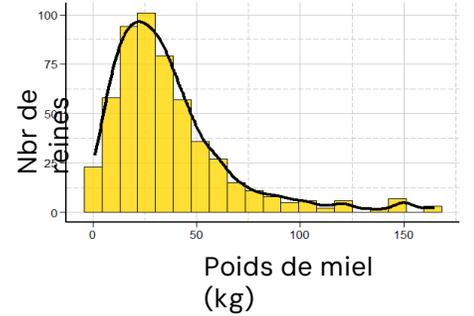
Estimation des paramètres génétiques (héritabilité) pour la production de miel

Performance = effets identifiés + Génétique + résiduelle



Estimation des paramètres génétiques (héritabilité) pour la production de miel

Performance = effets identifiés + Génétique + résiduelle



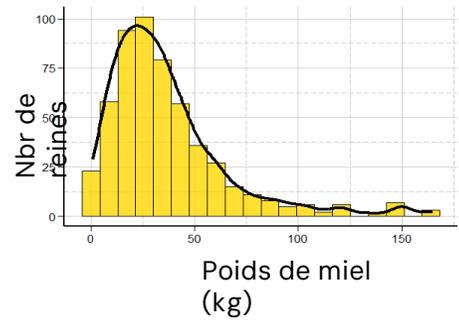
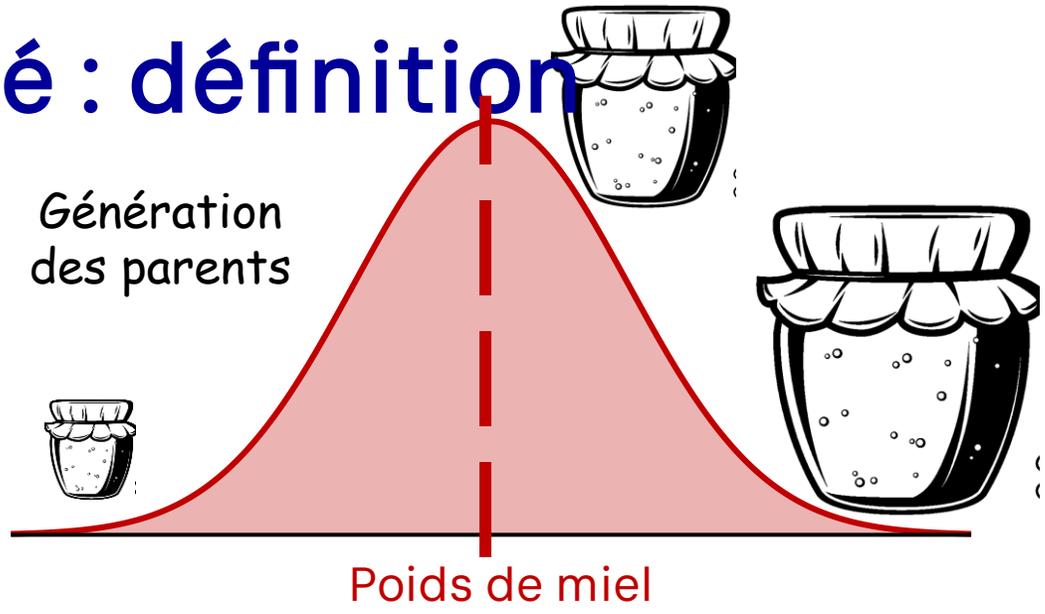
30% de la différence du poids de miel entre les reines sont dus aux parents et transmissibles à la descendance

➤ Parts de la différence sélectionnable en choisissant les bonnes reines : progrès génétique

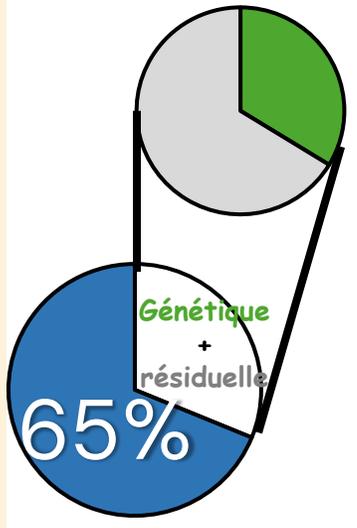
Héritabilité (h^2) : 0,30

70% lié à des effets non identifiés et non sélectionnables

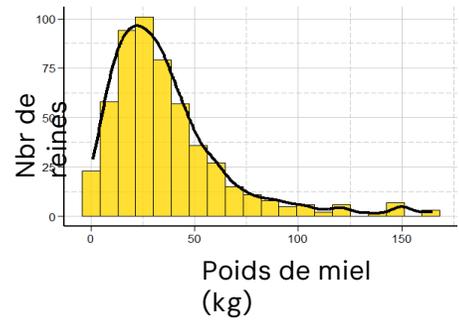
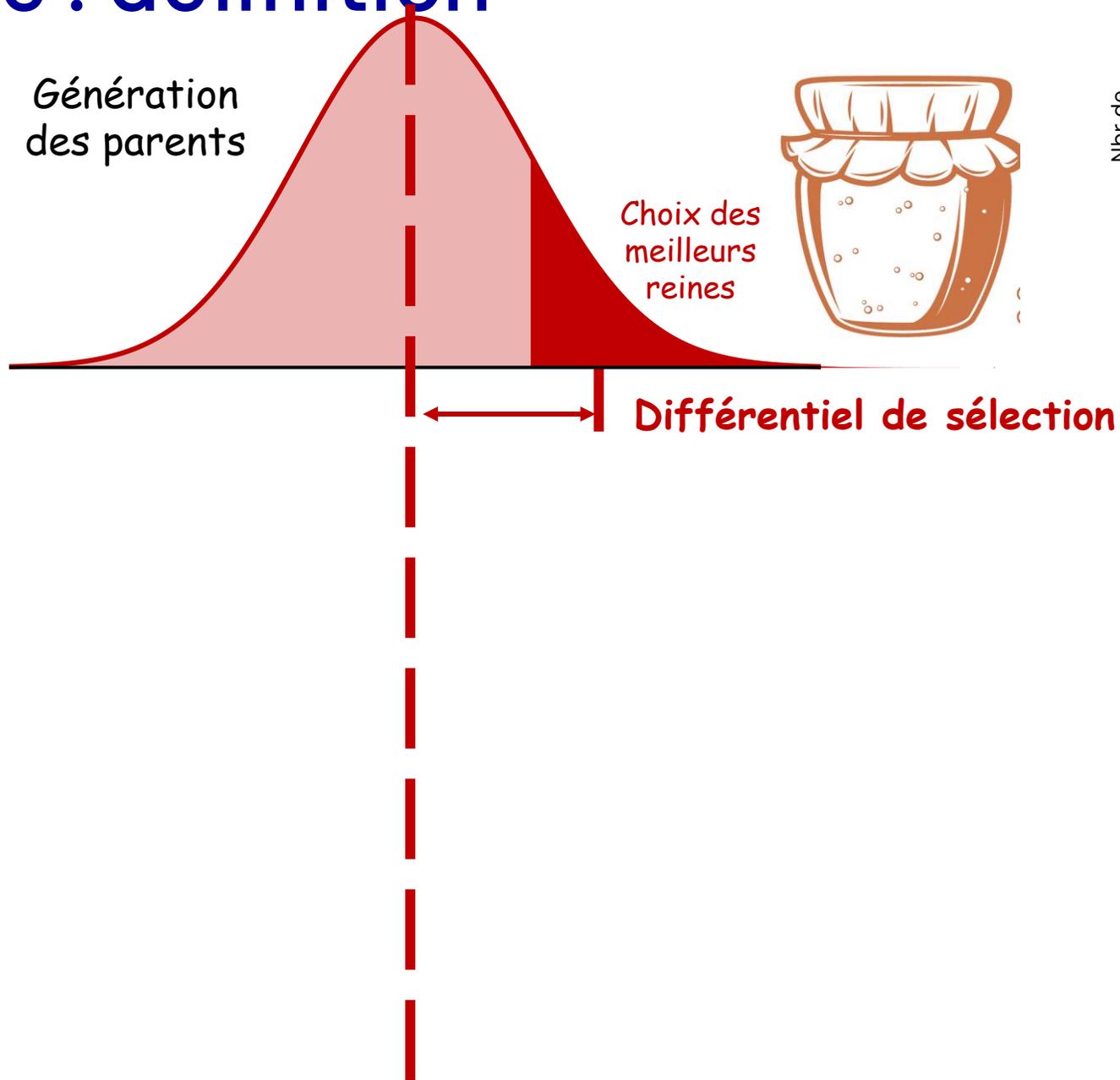
L'héritabilité : définition



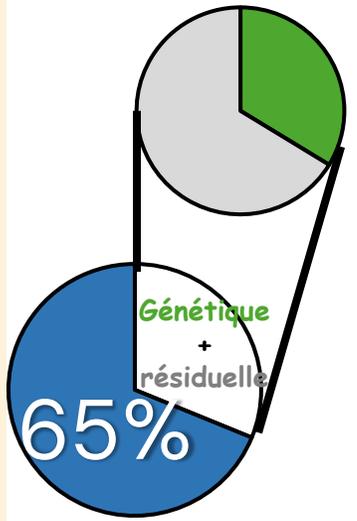
Héritabilité (h^2) : 0,30



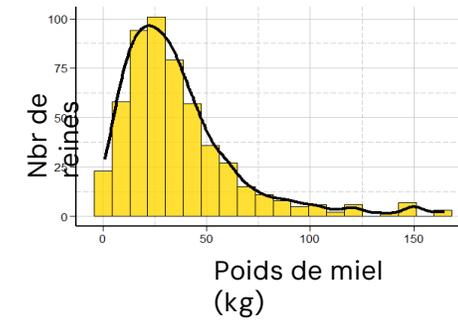
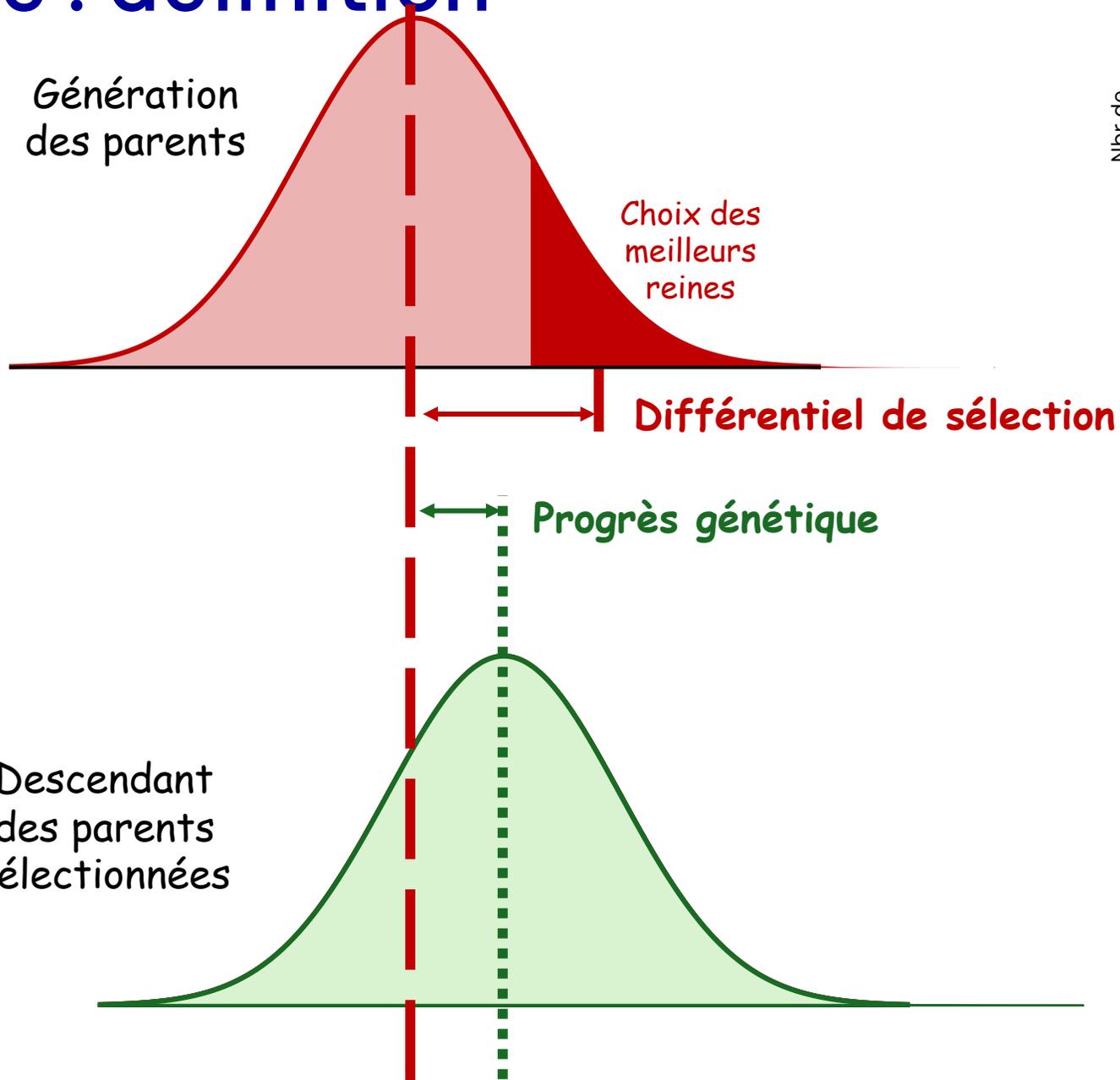
L'héritabilité : définition



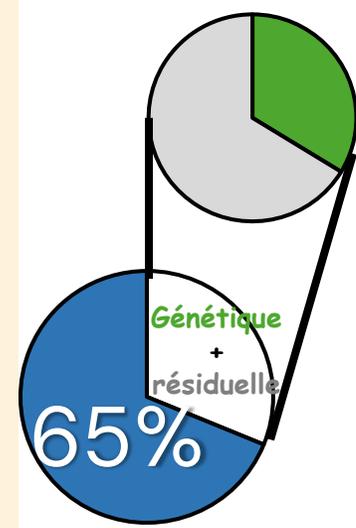
Héritabilité (h^2) : 0,30



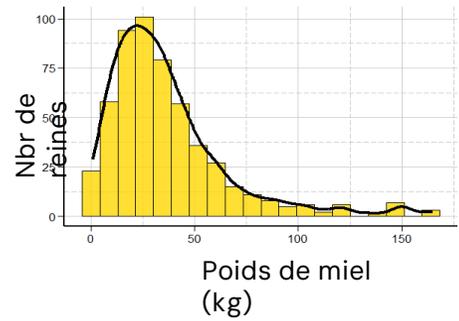
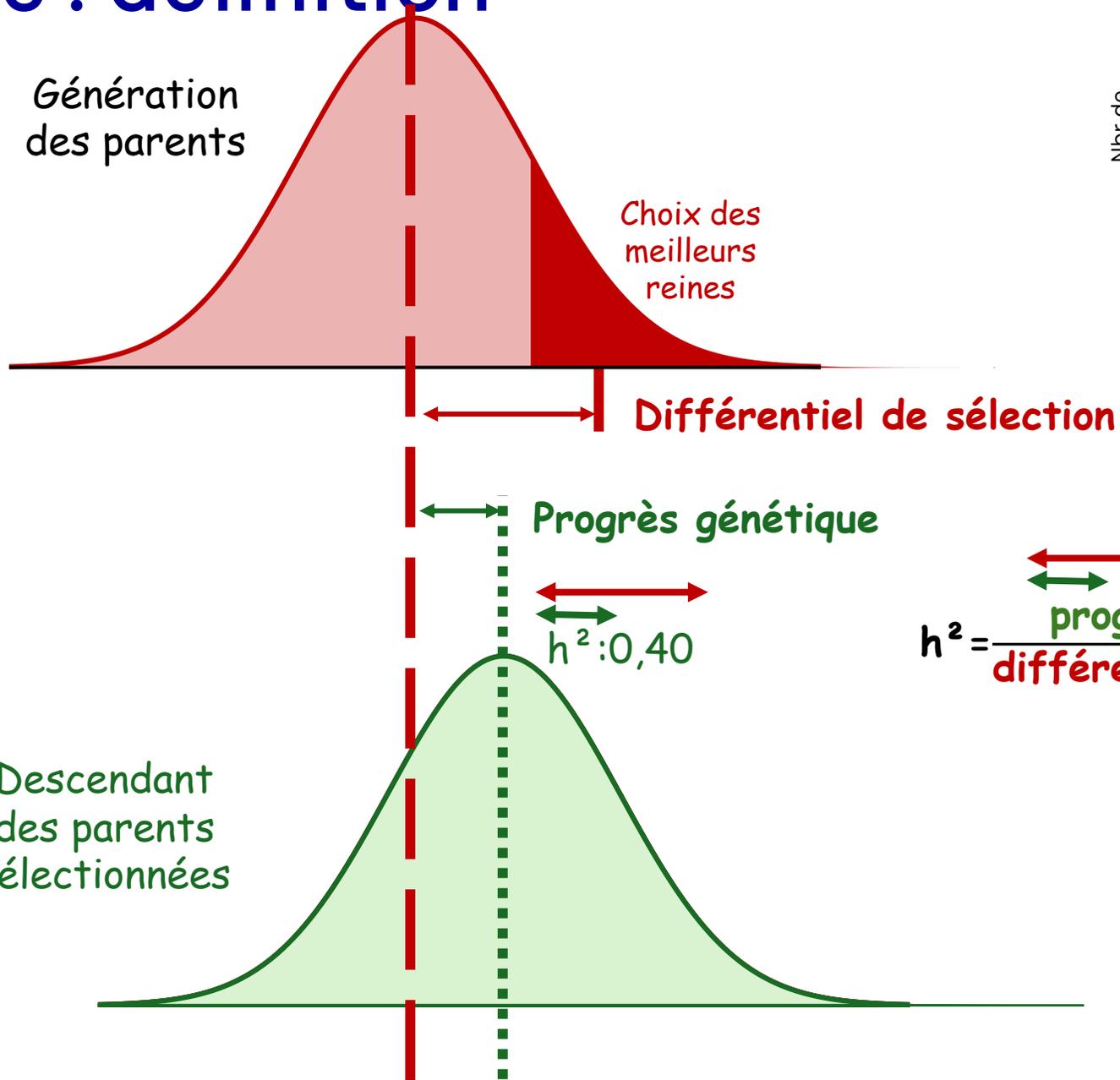
L'héritabilité : définition



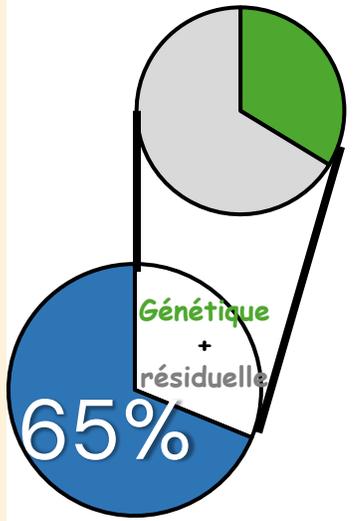
Héritabilité (h^2) : 0,30



L'héritabilité : définition

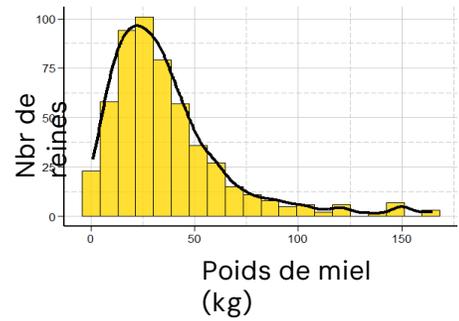
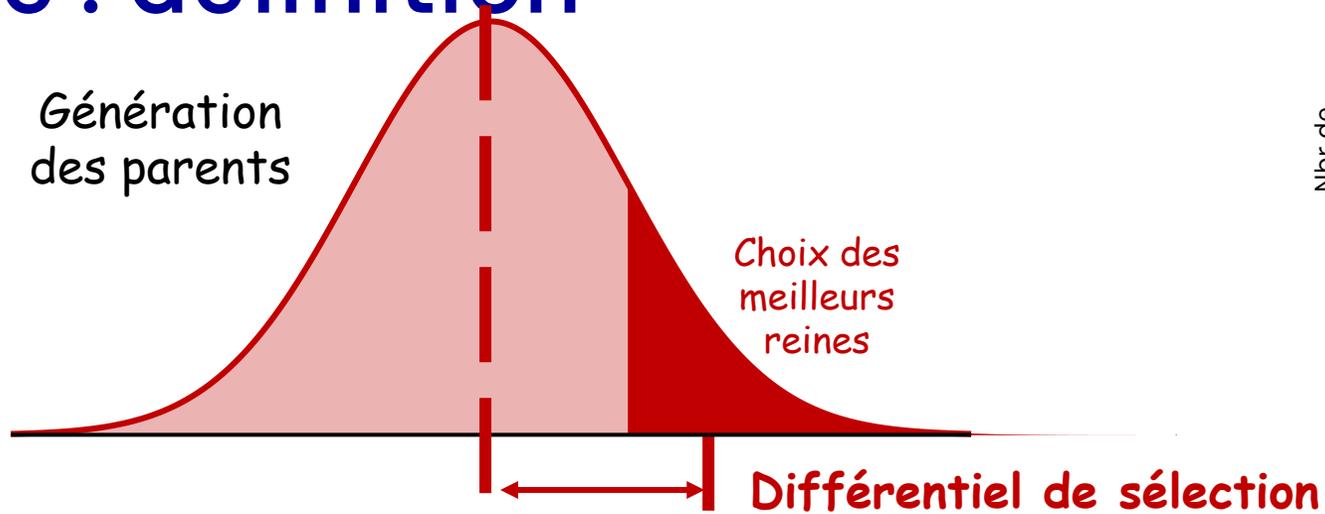


Héritabilité (h^2) : 0,30

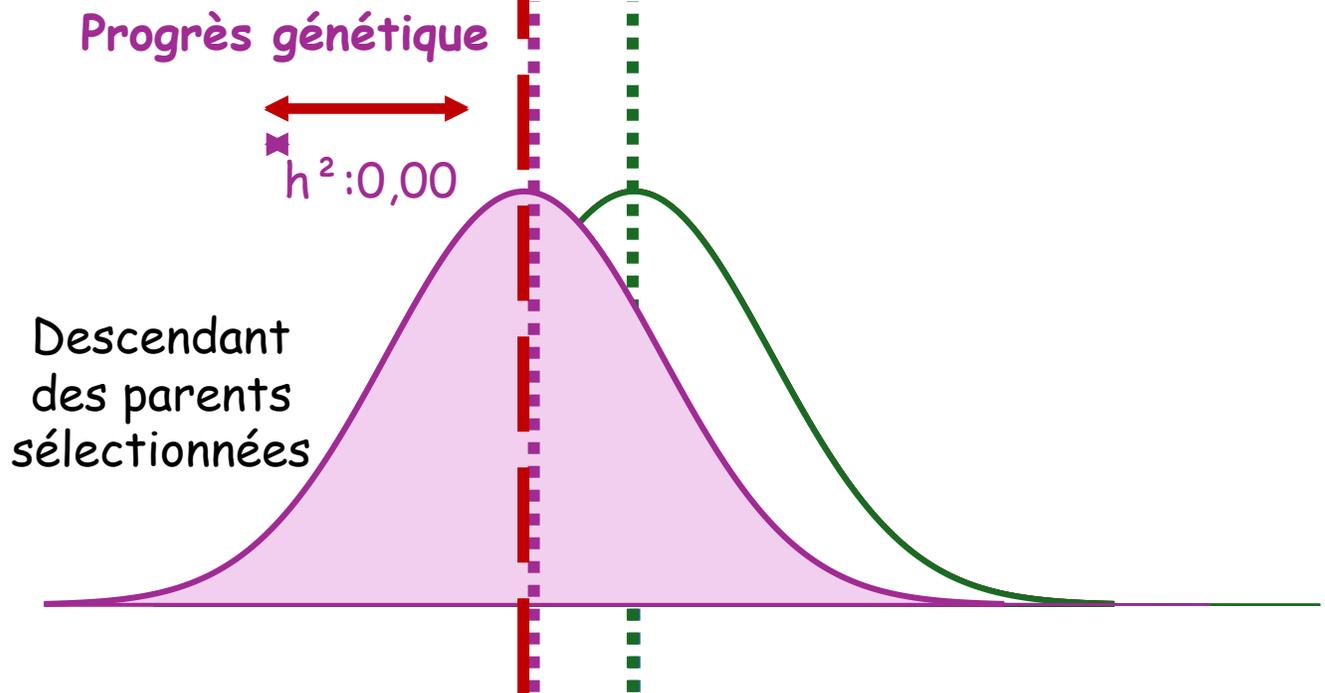
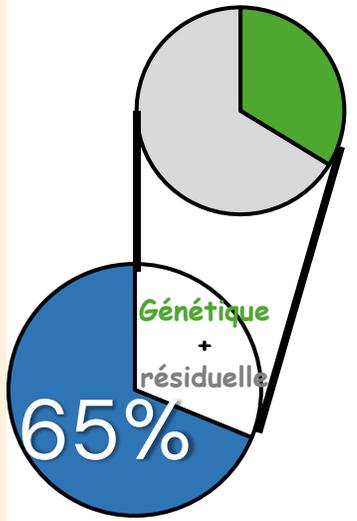


$$h^2 = \frac{\text{progrès}}{\text{différentielle}}$$

L'héritabilité : définition

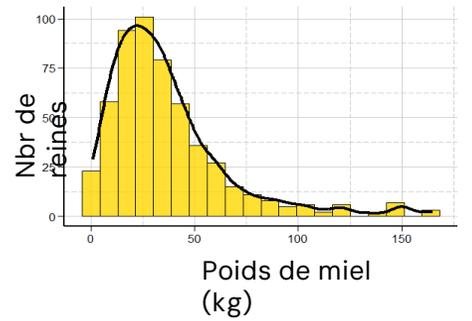
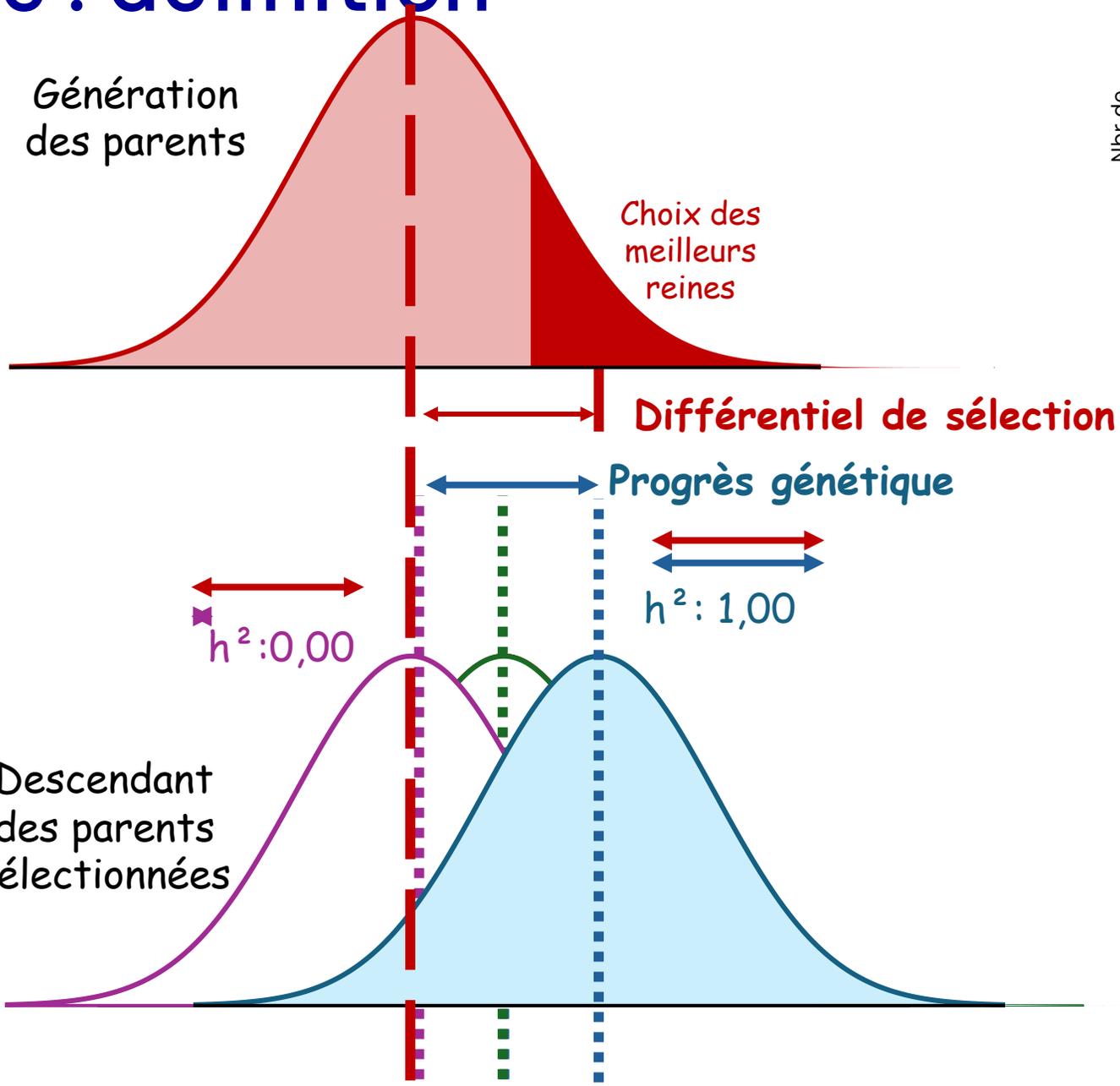


Héritabilité (h^2) : 0,30

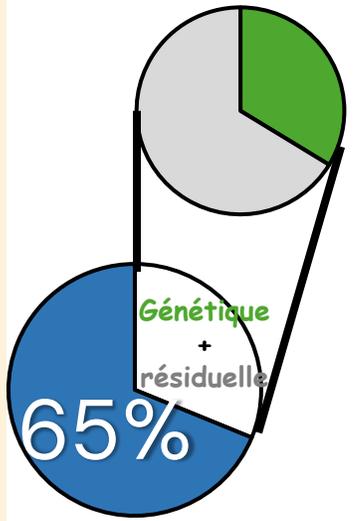


$$h^2 = \frac{\text{progrès}}{\text{différentielle}}$$

L'héritabilité : définition



Héritabilité (h²) : 0,30



$$h^2 = \frac{\text{progrès}}{\text{différentielle}}$$

Estimation de l'héritabilité (h^2) du poids de miel dans la population de l'Abeille Ligérienne

Nombre de colonies mesurées par

Année	2018	2019	2020	2021	2022
14	30	66	174	119	302

	Données de 2017 à 2022	
Modèles génétiques	Modèle ouvrières 	Modèle reine 
Héritabilité (h^2)	0,45 ($\pm 0,19$)	0,19 ($\pm 0,11$)

Estimation de l'héritabilité (h^2) du poids de miel dans la population de l'Abeille Ligérienne

Nombre de colonies mesurées par

année

2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
14	30	66	174	119	302	205

❖ Estimation sur une seule ½ génération (1 année de collecte)

Modèles génétiques	Données de 2017 à 2022		Données seulement 2023	
	Modèle ouvrières	Modèle reine	Modèle ouvrières	Modèle reine
Héritabilité (h^2)	0,45 ($\pm 0,19$)	0,19 ($\pm 0,11$)	0,53 ($\pm 0,72$)	0,25 ($\pm 0,23$)

➤ Héritabilité imprécise

Estimation de l'héritabilité (h^2) du poids de miel dans la population de l'Abeille Ligérienne

Nombre de colonies mesurées par

année	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
	14	30	66	174	119	302	205

Modèles génétiques	Données de 2017 à 2022		Données seulement 2023		Données de 2017 à 2023	
	Modèle ouvrières	Modèle reine	Modèle ouvrières	Modèle reine	Modèle ouvrières	Modèle reine
Héritabilité (h^2)	0,45 ($\pm 0,19$)	0,19 ($\pm 0,11$)	0,53 ($\pm 0,72$)	0,25 ($\pm 0,23$)	0,34 ($\pm 0,16$)	0,18 ($\pm 0,09$)

- **Cumuler les informations** sur plusieurs années améliore la précision de l'héritabilité (et de la sélection)

Comparaison avec les données de la littérature scientifique

L'Abeille Ligérienne

Composante de la variance	Miellée totale (2017 à 2023)	
Modèles génétiques	Modèle ouvrières	Modèle reine
Variance génétique	$h^2 = 0,34$ ($\pm 0,16$)	$h^2 = 0,18$ ($\pm 0,09$)



ABEILLE LIGÉRIENNE
Groupe de sélection et testage apicole

Héritabilité dans la littérature scientifique

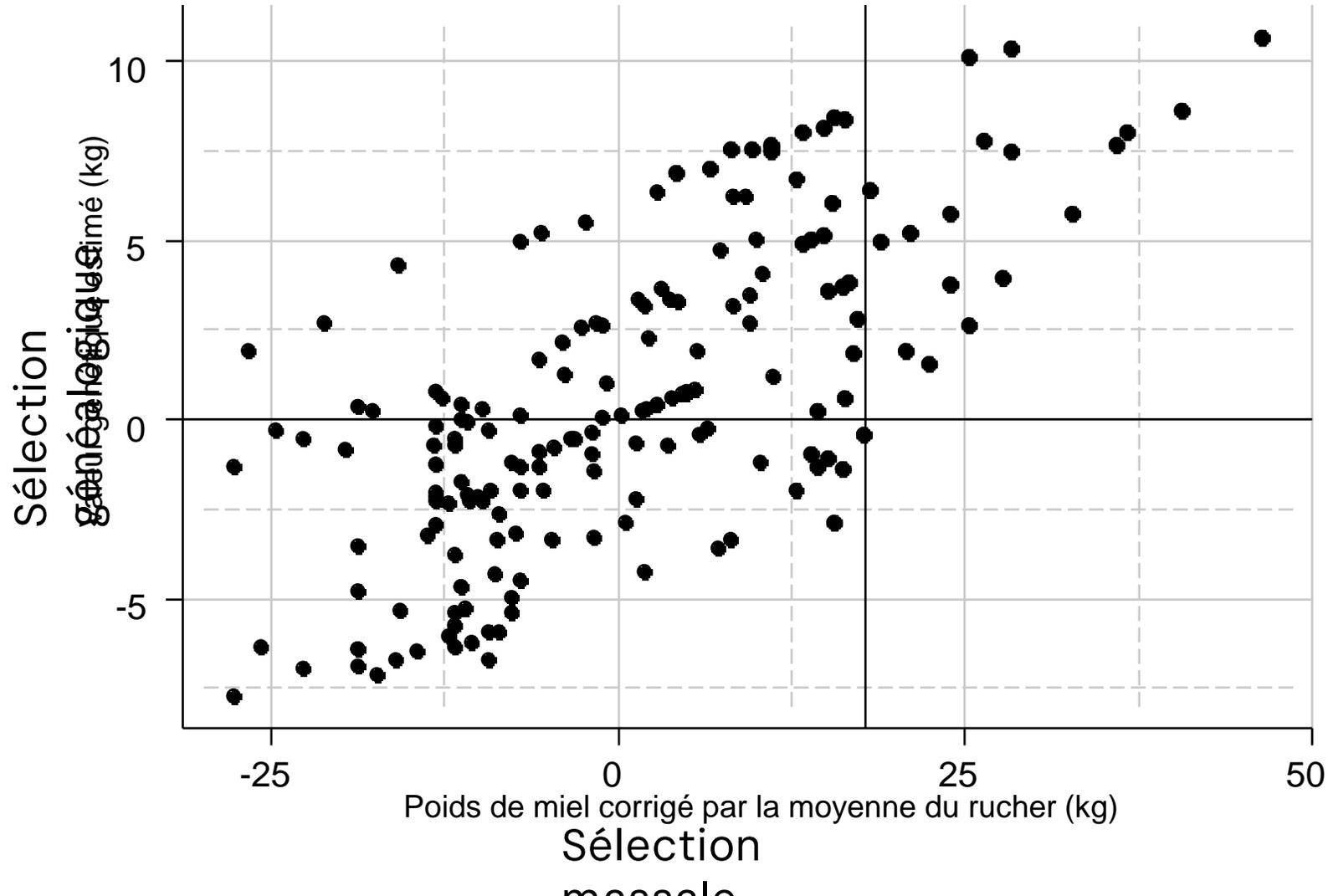
Reference	<i>A. mellifera</i> sub species	Population size	Model	h^2	HONEY
Guichard et al. (2020) (ApisSuisse)	<i>mellifera</i>	1066	QM	h_q^2	0.10 ± 0.06
			WM	h_w^2	0.06 ± 0.09
Guichard et al. (2020)	<i>carnica</i>	1007	QM	h_q^2	0.11 ± 0.06
			WM	h_w^2	0.27 ± 0.13
Andonov et al. (2019)	<i>ligustica</i>	3931	CM	h_m^2	0.12 ± 0.01
			CM	h_d^2	0.33 ± 0.03
			QM	h_q^2	0.26 ± 0.04
Brascamp et al. (2018)	<i>carnica</i>	14,948	CM	h_m^2	0.70 ± 0.14
			CM	h_d^{2a}	1.34 ± 0.16
Tahmasbi et al. (2015)	<i>meda</i>	10,000	QM	h_q^2	0.22 ± 0.02
Zakour et al. (2012)	<i>syriaca</i>	1088	QM	h_q^2	0.27 ± 0.32

Basso et al.

2024

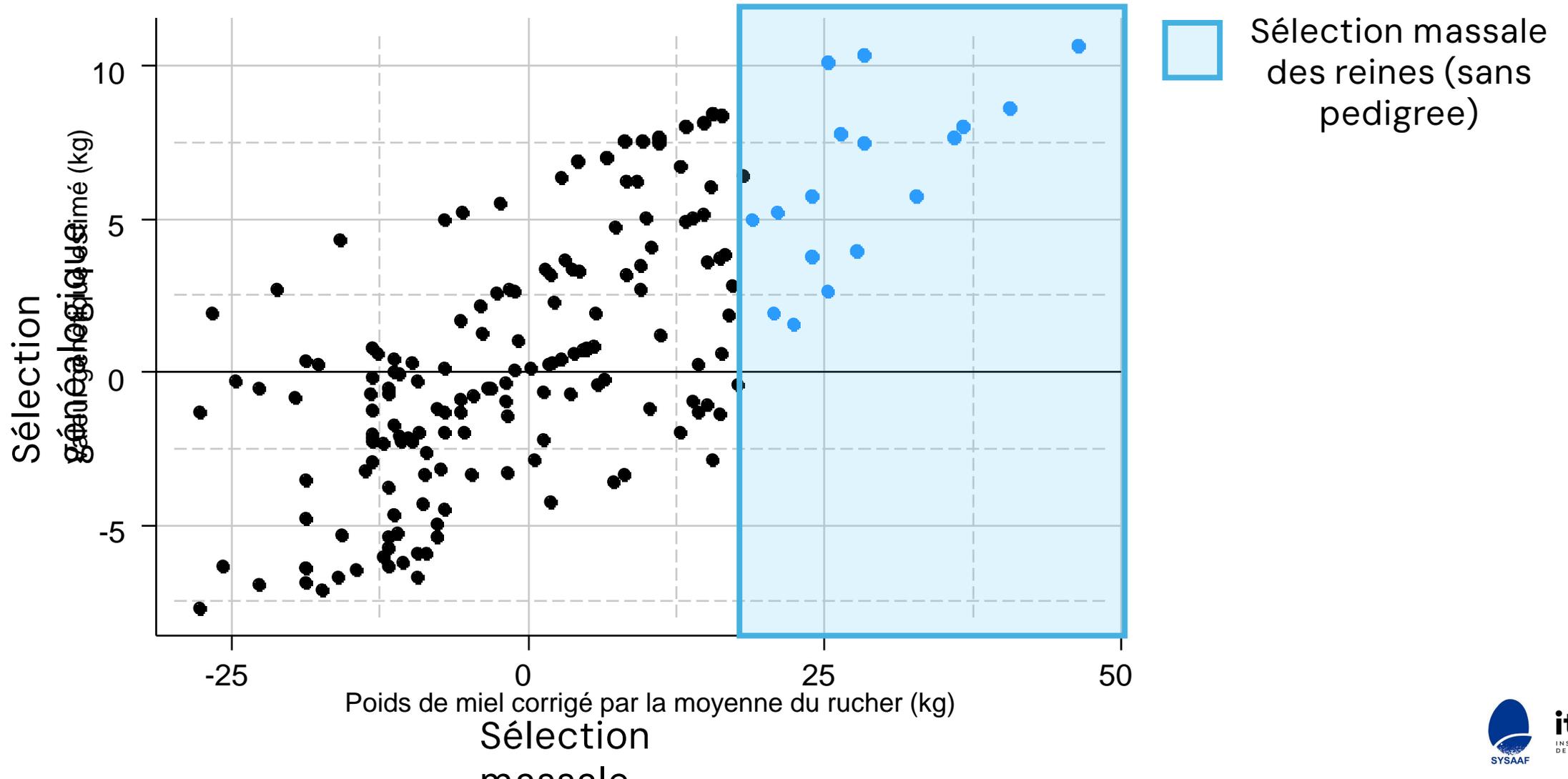
Différence de choix des reines en fonction du modèle de sélection :

Sélection des 10% des meilleurs reines



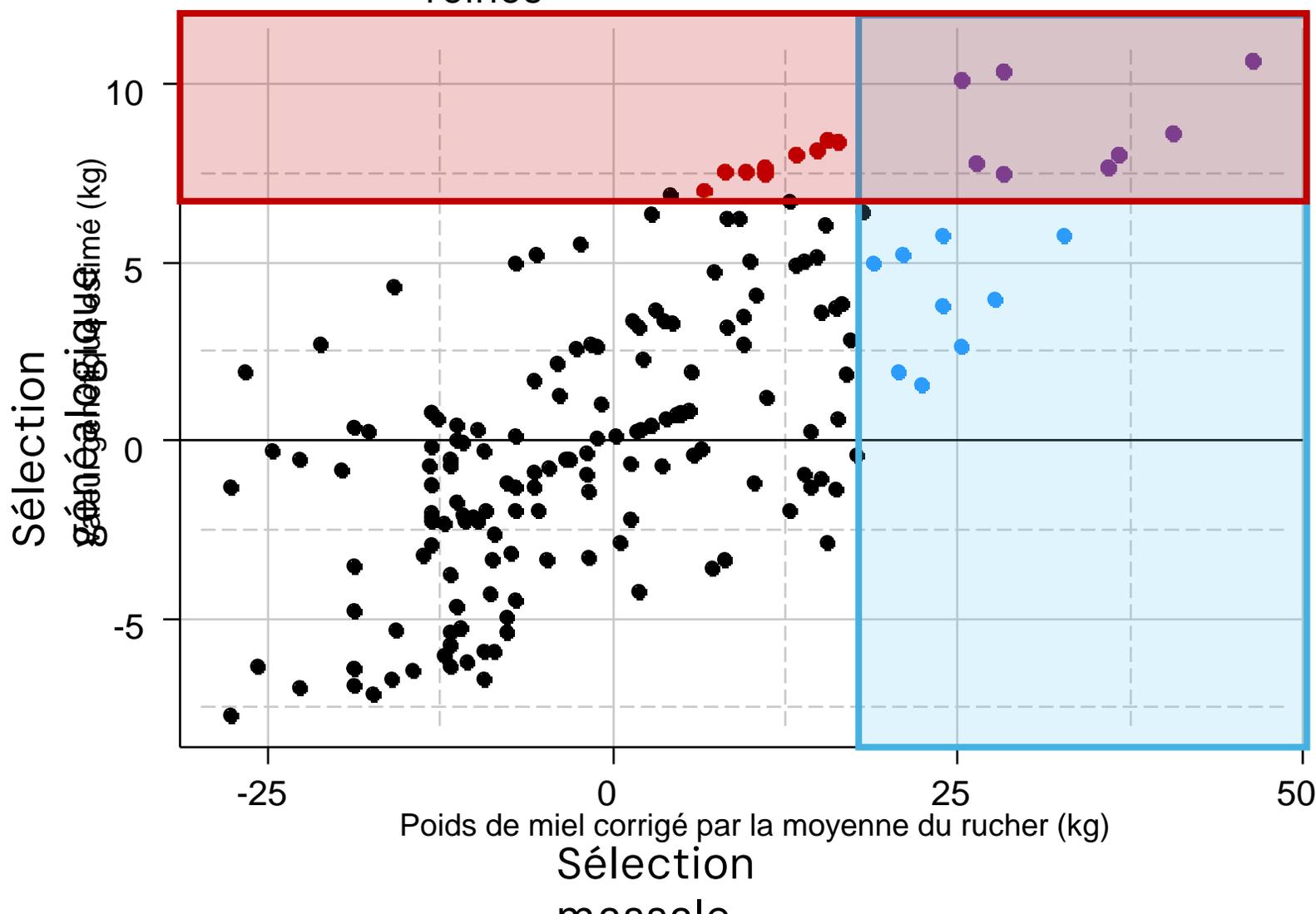
Différence de choix des reines en fonction du modèle de sélection :

Sélection des 10% des meilleurs reines



Différence de choix des reines en fonction du modèle de sélection :

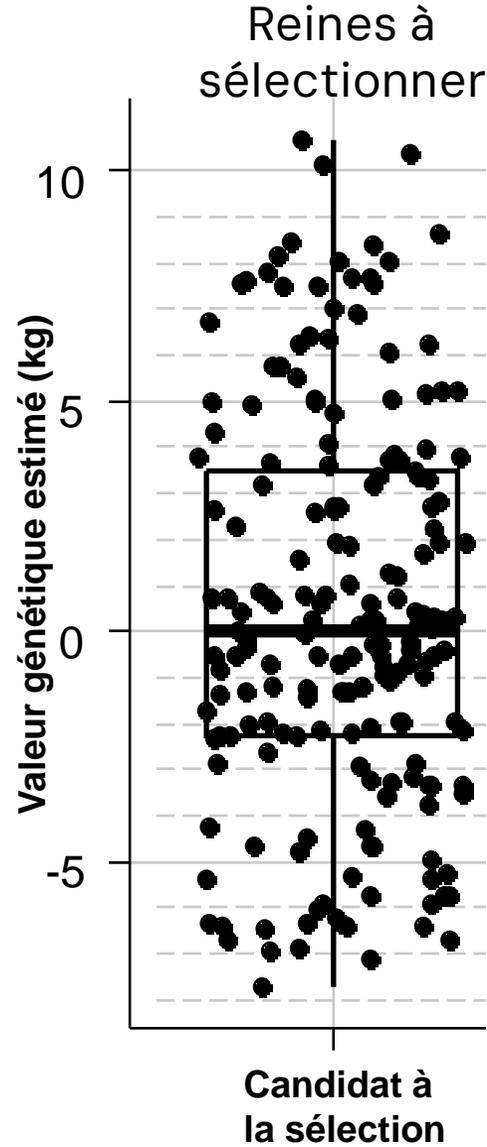
Sélection des 10% des meilleurs reines



- Sélection massale des reines (sans pedigree)
- Sélection généalogique (avec pedigree)

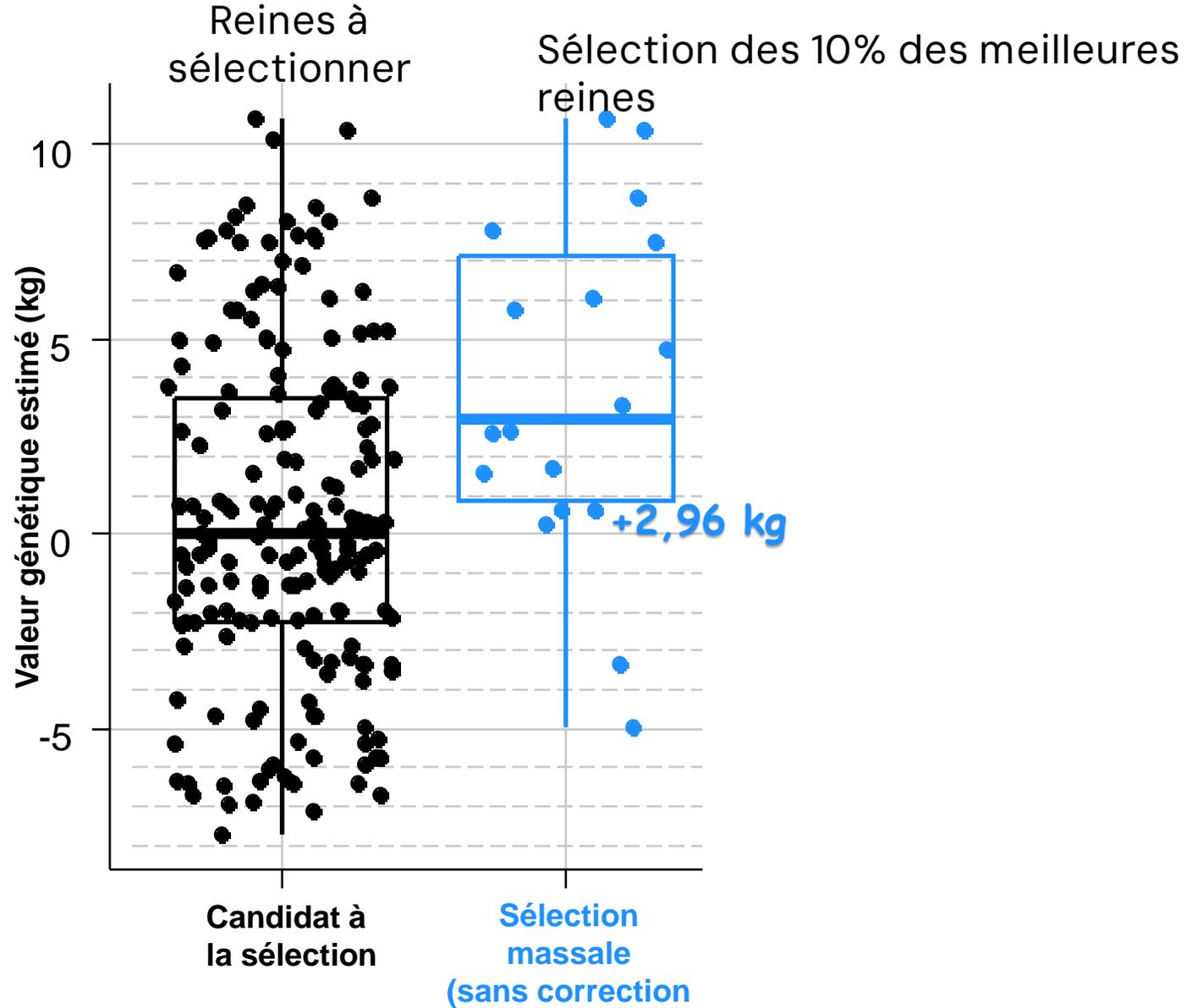
La sélection généalogique permet de choisir les meilleures reines grâce **aux informations ajoutées par le pedigree** (sœur, mère, grand-père)

Gains génétiques potentiels en fonction de la méthode de sélection :

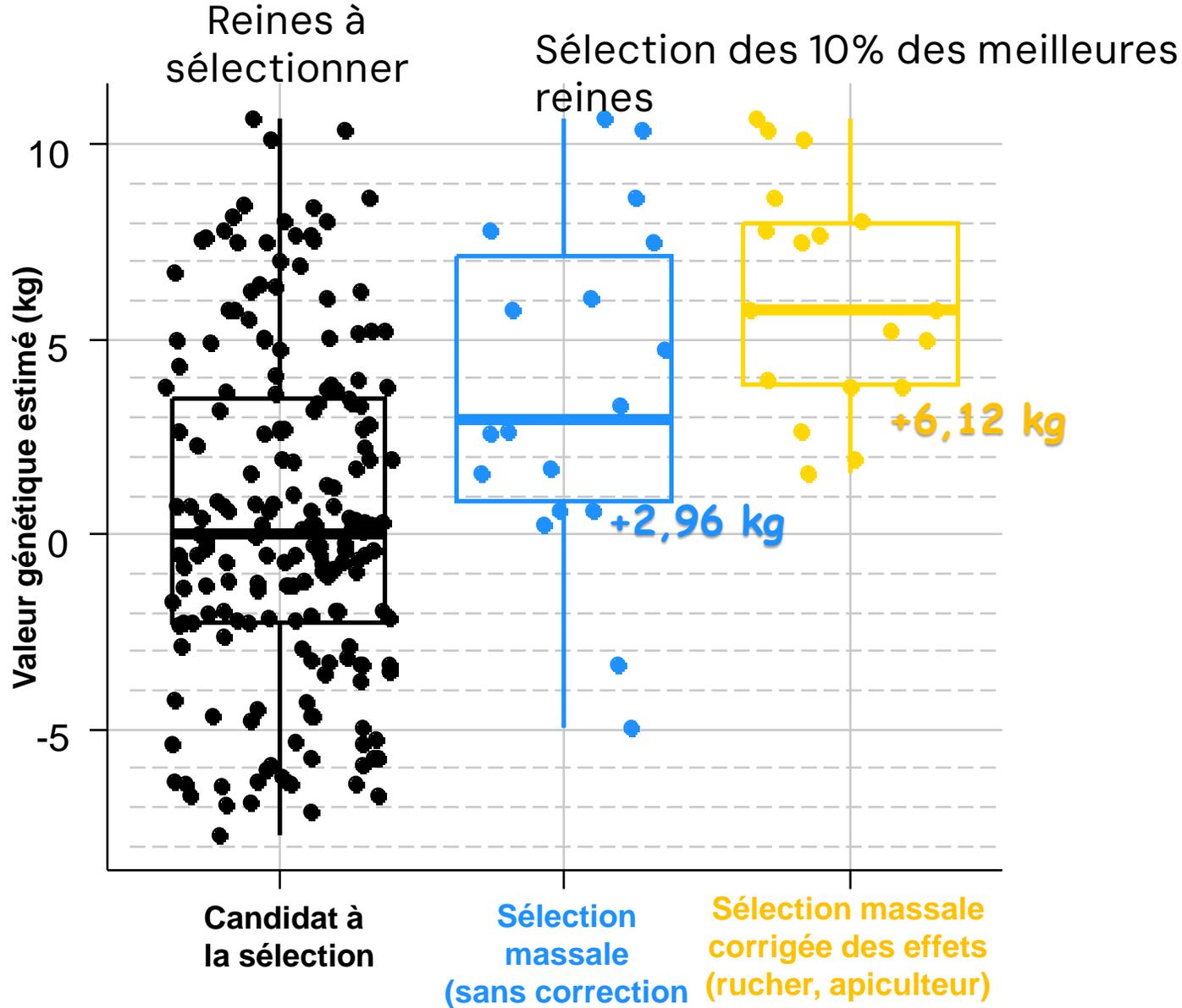


Sélection des 10% des meilleures reines

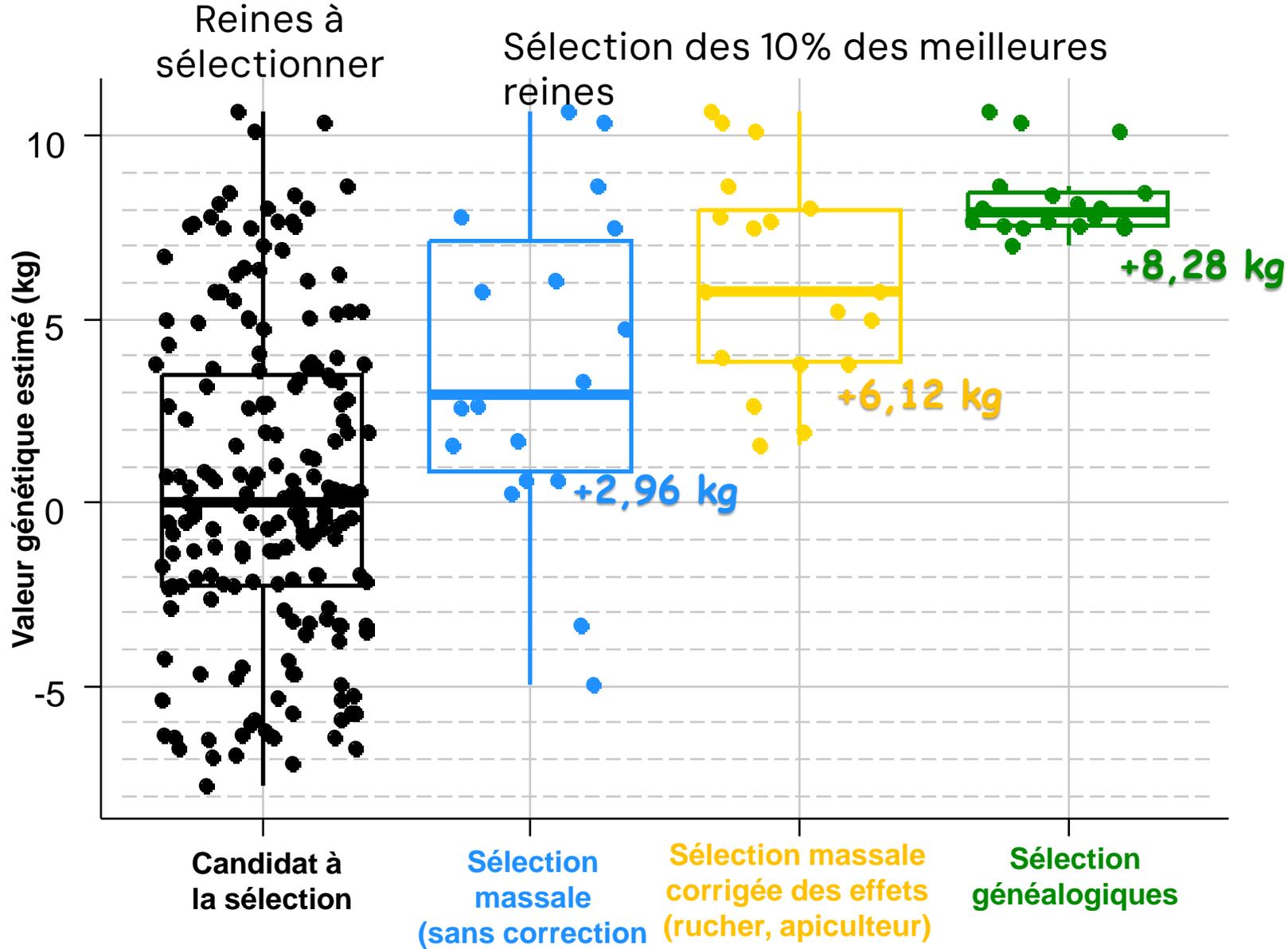
Gains génétiques potentiels en fonction de la méthode de sélection :



Gains génétiques potentiels en fonction de la méthode de sélection :



Gains génétiques potentiels en fonction de la méthode de sélection :



Estimation sans prendre en compte la gestion de la diversité génétique



Conclusion

- Suivis du programme de sélection depuis 2023 dans le cadre du projet CASDAR
 - Mise en place d'échange entre l'Abeille ligérienne, le SYSAAF et l'ITSAP
 - Conseil sur l'optimisation du schéma (ex : meilleures répartition de la génétique)
 - Formation des apiculteurs à la génétique et présentation des résultats
 - Premières estimations des paramètres génétiques (héritabilité) et proposition des valeurs génétiques des reines (2 indexations)
 - Amélioration de la collecte et stockage des données

Perspectives

- Ajout de 450 colonies avec performance de 2024 **et** une meilleures connexions génétiques entre ruchers :
 - Amélioration de l'héritabilité ?
 - Estimation de l'amélioration de la précision de la sélection ?
 - **Estimation de l'héritabilité pour d'autres caractères (essaimage, douceur ...)**
 - **Estimation des corrélations génétiques entre les caractères ?**
- Augmenter le nombre de reines avec des performances
- Augmenter les interconnexions entre les sites de testages pour augmenter la précision de sélection

- Continuer le développement d'outils pour la sécurisation des données et le stockage
- Travailler avec d'autres groupes de sélection volontaire
- Diffusion des résultats à la filière



ABEILLE LIGÉRIENNE

Groupe de sélection et testage apicole

www.abeille-ligerienne.com



Merci de votre attention

@: jonathan.dambrosio@inrae.fr

@: abeille.ligerienne@gmail.com

INRAE

itsap
INSTITUT
DE L'ABEILLE

Avec
la contribution
financière du compte
d'affectation spéciale
développement
agricole et rural
CASDAR



**MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
ET DE L'ALIMENTATION**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Les 3 modèles génétiques en apiculture:

$$P = \text{effets identifiés} + \text{Génétique} + \text{résiduelle}$$



- Reine de la colonie 1 :
 - Aptitude à la ponte, qualité des ouvrières, interaction reine/colonie, ...
$$a_{\text{reine}} = \frac{1}{2} a_{\text{mère}} + \frac{1}{2} a_{\text{père virtuel}} + \varphi$$
- Groupe ouvrière* de la colonie 1:
 - Longévité des ouvrières, production de miel, comportement de nettoyage, communication,
$$a_{\text{ouvrière moyenne } i} = \frac{1}{2} a_{\text{reine}} + \frac{1}{2} a_{\text{père virtuel}}$$

Modèle « colonie » :

$$P = \text{effets identifiés} + G_{\text{ouvrières}}^{\text{direct}} + G_{\text{reine}}^{\text{maternelle}} + \text{résiduelle}$$



Dissocié la performance (modèle le plus complet) :
Nécessite beaucoup de données + connexions

Modèle « reine » :

$$P = \text{effets identifiés} + G_{\text{reine}} + \text{résiduelle}$$



Sélection d'aptitudes plutôt dues à la reine

Modèle « ouvrières » :

$$P = \text{effets identifiés} + G_{\text{ouvrières}} + \text{résiduelle}$$



Sélection d'aptitudes plutôt dues aux ouvrières