MESURER – GÉRER - AMÉLIORER

LA GÉNÉTIQUE 101

Par :
Frédéric Fortin, agr., M.Sc – Généticien pour le CEPOQ

Avec la collaboration de :
Cathy Thériault-Landry – tpa, responsable de la saisie GenOvis – Québec
Amélie St-Pierre – tsa, responsable de la saisie GenOvis – hors Québec

Ce webinaire est rendu possible grâce au financement du programme Innov'Action Volet 2: Innovation en production agricole.

Plan de présentation

- De la sélection phénotypique aux indices économiques
- Valeurs génétiques (ÉPD)
- Héritabilité
- Répétabilité
- Corrélations génétiques
- Indices de sélection économique
- Les indices GenOvis
- Les schémas de croisements en production ovine

De la sélection phénotypique à …

Apparence

Depuis des milliers d'années…

De la sélection phénotypique à …

Généalogie

La Société canadienne d'enregistrement des animaux (SCEA) a été créée en 1905

Sélection sur performances

Caractères phénotypiques (qualitatifs)

- Un seul caractère
- Valeur discrète
- Se transmet à la progéniture (lois de Mendel)
- Ex: Acère ou cornes

VS

Caractères phénotypiques (quantitatifs)

- Multigénique
- Valeur continue
- P = G + E + résiduelle

Sélection sur performances

Certificat de performance GenOvis

CERTIFICAT DE PERFORMANCE OFFICIEL

RACE: **DORSET POLLED**

TATOU : CEPO45742D PROPRIÉTAIRE 43224 CDBQ DATE NAISS. : 2016-06-01
NUMÉRO ATQ : 537045742 ÉLEVEUR : 43224 CDBQ SEXE : M
REG #: NOM: CONSANGUINITÉ : 1,84%

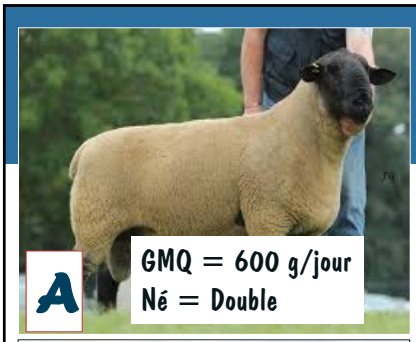
PARENTAGE PÈRE : CEPO54117BD MÈRE : CEPO53983BD
ENR. : # ENR. :
GRAND-PÈRE : AIAS120822Z 1208222 GRAND-PÈRE : CEPO80212W
GRAND-MÈRE : CEPO5932T GRAND-MÈRE : CEPO8739T

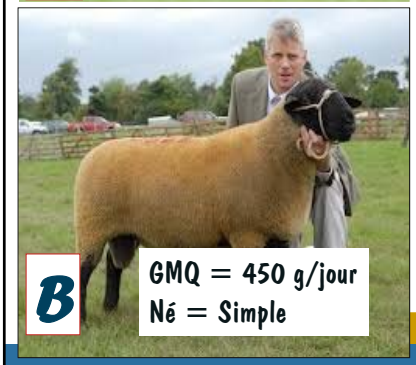
GÉNOTYPAGE TREMBLANTE
Codons 136 / 154 / 171
/ / RR
NOTE CONFORMATION :

DONNÉES DE PERFORMANCE

Groupe contemporain	Né	Élevé	Pds nais.	Âge pesée 50j : 56 Pds50j (kg)	Ajs.	GMQ	Âge pesée 100j : 97 Pds100j (kg)	Ajs.	GMQ	Âge aux ultrasons : 97 PdsU.(kg)	Longe	Gras
43224*2016*3	1	1	7	35,2	33,3	0,584	53,5	55,6	0,446	53,5	30,8	6,3

Quel est votre choix?





Vous répondrez probablement
« *Le bélier A est bien meilleur…* »

« Il a un meilleur gain quotidien… »
« et en plus, il est né double! »

Maintenant, quel est votre choix?

Double- 600 g/jour

Père:
400 g/jour- Simple

Mère:
400 g/jour - Double

Grand-père P : 450 g/jour - Simple

Grand-mère P : 250 g/jour - Simple

Grand-père M : 350 g/jour - Simple

Grand-mère M : 280 g/jour - Double

Simple - 450 g/jour

Père:
650 g/jour - Double

Mère:
450 g/jour - Double

Grand-père P : 650 g/jour - Double

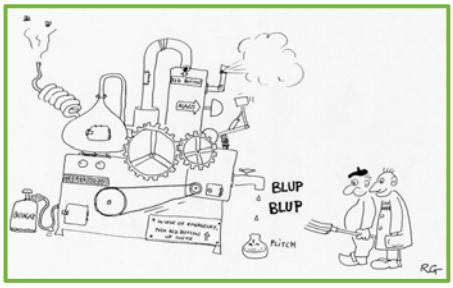
Grand-mère P : 575 g/jour - Triple

Grand-père M : 625 g/jour - Double

Grand-mère M : 480 g/jour - Double

Valeurs génétiques (ÉPD)

- Modèle animal (animal model), BLUP
- À partir de 1950 : C. R. Henderson et B. Kennedy
- Généalogie + Phénotype (performance)
- P = G + E + résiduelle

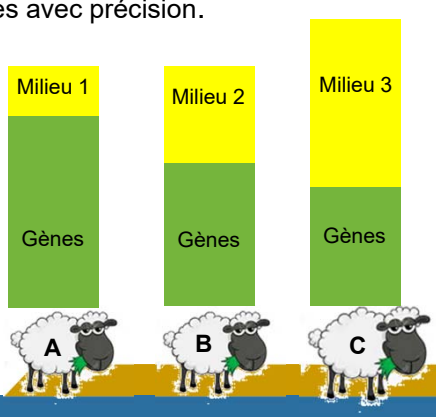


Qu'est-ce que le BLUP ?

Principe

Estimer correctement les effets du milieu afin de connaitre les effets génétiques avec précision.

Performance



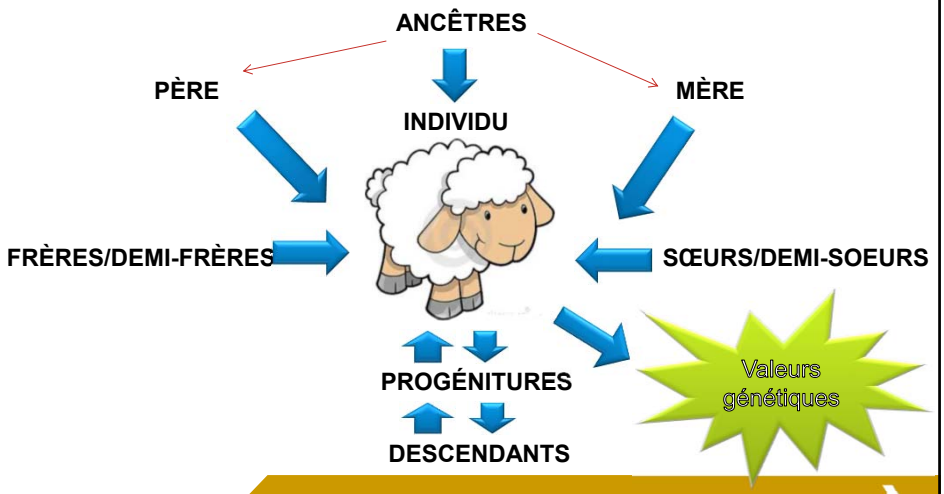
Gracieuseté de Laurence Maignel

Environnement vs génétique

Comment le programme évalue-t-il l'effet de l'environnement?

- Via l'utilisation des groupes contemporains
  - Agneaux nés et élevés dans le même environnement
  - Même alimentation, même bâtiment, même espace…
  - Mère doit avoir eu la même technique d'accouplement
  - Même chance de performer
- Si tous les agneaux ont la même chance de performer, la différence de performance est due à la génétique.

Utilisation des informations lors du calcul des évaluations génétiques



Valeurs génétiques (ÉPD)

- ÉPD = Écart prévu chez les descendants
- Calcul inter-race
- Unité définie selon l'unité de mesure du caractère
- Moyenne de la population (inter-race) égale 0
- Moyenne de référence fixe :
  - ÉPD production = moyenne des ÉPD des agneaux nés en 2010
  - ÉPD reproduction = moyenne des ÉPD des brebis qui ont agnelé en 2010

Les 15 ÉPD disponibles

Caractères de croissance direct → Contribution génétique de l'animal

- Taux de survie (%) direct
- Poids naissance (kg) direct
- Poids 50 jours (kg) direct
- Gain 50-100 jours (kg) direct
- Épaisseur de la longe (mm) direct
- Épaisseur de gras (mm) direct

Caractères de croissance maternel → Contribution génétique de la mère

- Taux de survie (%) maternel
- Poids naissance (kg) maternel
- Poids 50 jours (kg) maternel

Les 15 ÉPD disponibles

Caractères de productivité des brebis

- Âge au 1er agnelage (jours)
- # Nés au 1er agnelage (agneaux)
- Poids sevrés totaux au 1er agnelage (kg)
- # Nés aux agnelages suivants (agneaux)
- Poids sevrés totaux aux agnelages suivants (kg)

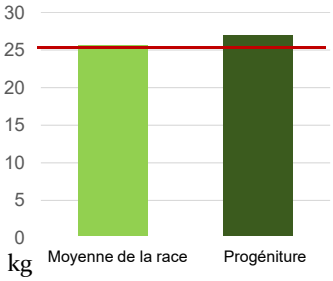
ÉPD… Comment ça fonctionne?

ÉPD 50 jours = 1,20 kg

X

ÉPD 50 jours = 0,20 kg

Valeurs additives



Performance estimée des agneaux issus de ce croisement = (1,20 + 0,20) = + 1,40 Kg

Population de référence: Race Suffolk (2010)

Ainsi, les agneaux nés de cet accouplement auront l'habileté génétique de peser, à 50 jours, en moyenne 1,40 kg de plus que la moyenne des poids 50 jours de leur race.

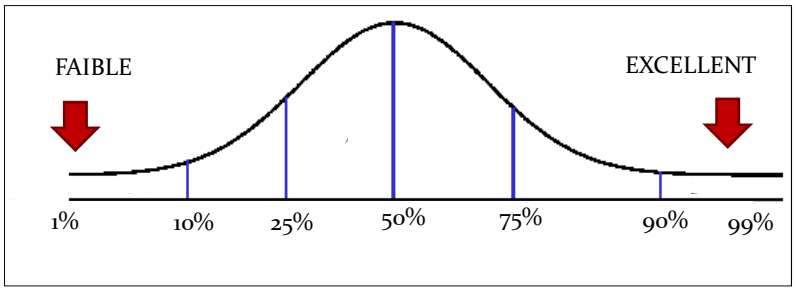
Comment savoir si un animal est performant en regardant sa valeur d'ÉPD?

Recherchez des valeurs positives pour tous les ÉPD **SAUF** pour :

- Poids naissance (Direct)
- Poids naissance (Maternel)
- Intervalle d'agnelage
- Âge au premier agnelage
- Épaisseur de gras

Comment savoir si un animal est performant en regardant sa valeur d'ÉPD?

- Rang centile : classe l'animal dans sa population



- Calcul intra-race du moins bon (1) au meilleur (99)
- Moyenne mobile (tous les sujets de la race de la BD)
- Moyenne de la race = 50

La répétabilité

- Indicateur de la fiabilité de la valeur d'un ÉPD
- Indicateur du nombre d'information
- S'exprime de 0 à 100 %
- Répétabilité élevée = ÉPD plus stable (> 50 %)
- Répétabilité faible = ÉPD pourrait fluctuer davantage
- Répétabilité des caractères de croissance = plus rapide (plus grande héritabilité)

L'ÉPD est toujours le meilleur indicateur du potentiel génétique d'un animal malgré une répétabilité faible.

Héritabilité des caractères

Héritabilité

Niveau de transmission d'un caractère.

Élevée = > 30%

Modérée = 10 à 30%

Faible = < 10%

Héritabilité plus grande =

- Progrès génétique plus rapide
- Augmente la répétabilité (précision) des ÉPD
- Davantage d'importance dans un indice économique

Croissance = plus grande héritabilité que reproduction

	Héritabilité (%)
Poids naissance direct	19
Poids 50j direct	13
Gain	26
Longe ultrason	61
Gras ultrason	41
Âge au 1er agnelage	4
Intervalle agnelage	1
Nombre nés 1er agnelage	9
Nombre nés agnelages suivants	8

Corrélations entre les caractères

Liens entre les caractères

- Effets favorables
- Effets défavorables

Exemple :

L'épaisseur de gras et la croissance = corrélation défavorable

Sélection seulement sur le taux de croissance =
On obtient des sujets plus gras

Comment sélectionner un animal sur différents ÉPD en simultané?

Quel est le meilleur bélier parmi ceux proposés ci-bas?

Les ÉPD ….

Bélier	ÉPD Surv. dir	ÉPD Pds nais. dir	ÉPD Pds 50j dir	ÉPD Gain 50-100j	ÉPD Longe	ÉPD Gras
1	-0.015	0.360	0.855	2.200	0.640	-0.275
2	-0.005	0.425	1.460	3.865	1.370	-0.040
3	-0.015	0.310	1.495	4.580	3.025	0.070
4	-0.020	0.250	1.210	3.680	-0.115	0.175
5	-0.020	0.340	1.765	4.045	-0.055	0.210

Et si vous y alliez en utilisant les rangs centiles?

Quel est le meilleur bélier parmi ceux proposés ci-bas?

Les rangs centiles ….

Bélier	RANG Surv. dir	RANG Pds nais dir	RANG Pds 50j dir	RANG Gain 50-100j	RANG Longe	RANG Gras
1	83	87	71	77	96	86
2	94	93	91	94	99	23
3	84	80	91	97	99	5
4	65	69	84	93	75	2
5	59	84	96	95	78	1

Méthode de sélection multicaractères

1. Sélection tandem

- Un seul caractère à la fois
- Sélection sur un des caractères / génération
- Exclusion d'animaux correspondant à l'objectif de sélection à chaque génération
- Le progrès génétique n'est pas optimal, surtout s'il y a des corrélations génétiques négatives entre les caractères

Méthode de sélection multicaractères

2. Sélection à seuils indépendants

- Détermination de seuils minimaux de qualification sur les ÉPD
- Assouplissement des seuils lors d'ajout de caractères
- Le progrès génétique n'est pas optimal

Monsieur. X veut améliorer son gras …

Bélier 1 : CARC de 3,73 (91%)

- Poids 50 jrs = 36,5 kg
- Poids 100 jrs = 57 kg
- Épaisseur de gras = 4,9 mm
- Épaisseur de muscle = 34,8 mm

- ÉPD pds naissance = -0,63
- ÉPD 50 jrs = 1,31 kg (96%)
- ÉPD 100 jrs = 2,71 kg (93%)
- ÉPD muscle = 1,48 mm (96%)
- ÉPD gras = 0,97 mm (2%)

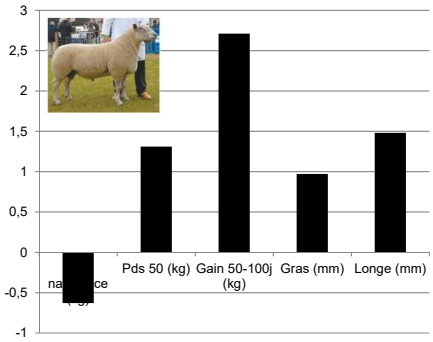
Bélier 2 : CARC de 1,01 (49%)

- Poids 50 jrs = 15,8 kg
- Poids 100 jrs = 30,8 kg
- Épaisseur de gras = 2,7 mm
- Épaisseur de muscle = 24,1 mm

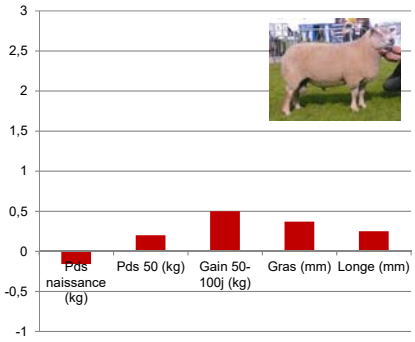
- ÉPD pds naissance = -0,16
- ÉPD 50 jrs = 0,20 kg (38%)
- ÉPD 100 jrs = 0,50 kg (22%)
- ÉPD muscle = 0,25 mm (48%)
- ÉPD gras = -0,37 mm (97%)

Prévision génétique globale… (CARC) un indice bien balancé… c'est ça…

CARC 91 % (même si ÉPD gras 2 %)



CARC de 49 % (ÉPD gras à 97 %)

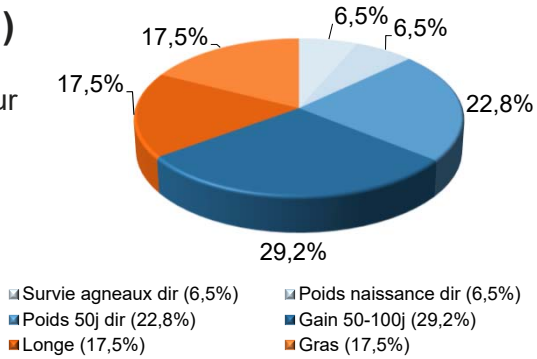


Qualité des agneaux : génétique + régie alimentaire

Indices de sélection économique

3. Sélection sur indice (indice de sélection)

- Indice: Calcul d'une valeur à partir des ÉPD
- Exemple de l'indice **CARCASSE**



Indices de sélection économique

Méthode de sélection multicaratères

- 1943 : Hanzel et Lush
- 3 composantes à considérer :
  1. La valeur économique des caractères
     - Le profit relié à l'amélioration d'une unité pour chaque caractère (ex. : valeur économique du poids au sevrage = 1 $/lb)
  2. L'héritabilité des caractères
     - Transmission des caractères d'une génération à l'autre
     - ↑ Héritabilité = ↑ Progrès génétique d'un caractère
  3. Les corrélations génétiques et phénotypiques
     - Effets favorables ou défavorables du progrès génétique d'un caractère sur les autres caractères

Indices de sélection économique

- Calcul inter-race
- Unité en $$$ mais …
- Moyenne de la population (inter-race) égale 0
- Moyenne de référence fixe :
  - Moyenne des indices des agneaux nés en 2010
- Les rangs centiles
  - Calcul intra-race du moins bon (1) au meilleur (99)
  - Moyenne mobile (tous les sujets de la race de la BD)
  - Moyenne de la race = 50

Indices de sélection économique

Comment faire le choix du meilleur bélier pour maximiser les retombées économiques chez un producteur ?

Les indices !

Bélier	RANG Surv. dir	RANG Pds nais dir	RANG Pds 50j dir	RANG GAIN 50-100j	RANG Longe	RANG Gras	Indice CARCASSE	RANG Indice CARC
1	83	87	71	77	96	86	16.25	81
2	94	93	91	94	99	23	26.72	95
3	84	80	91	97	99	5	33.99	98
4	65	69	84	93	75	2	19.87	88
5	59	84	96	95	78	1	23.82	93

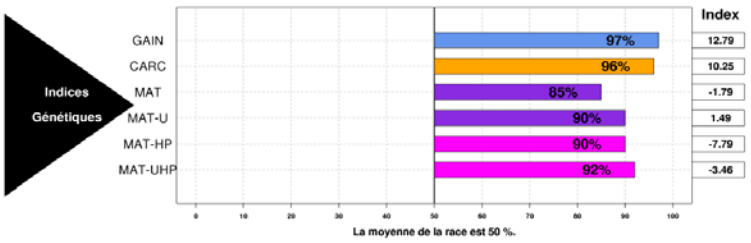
Il y a 6 indices … lequel utiliser?

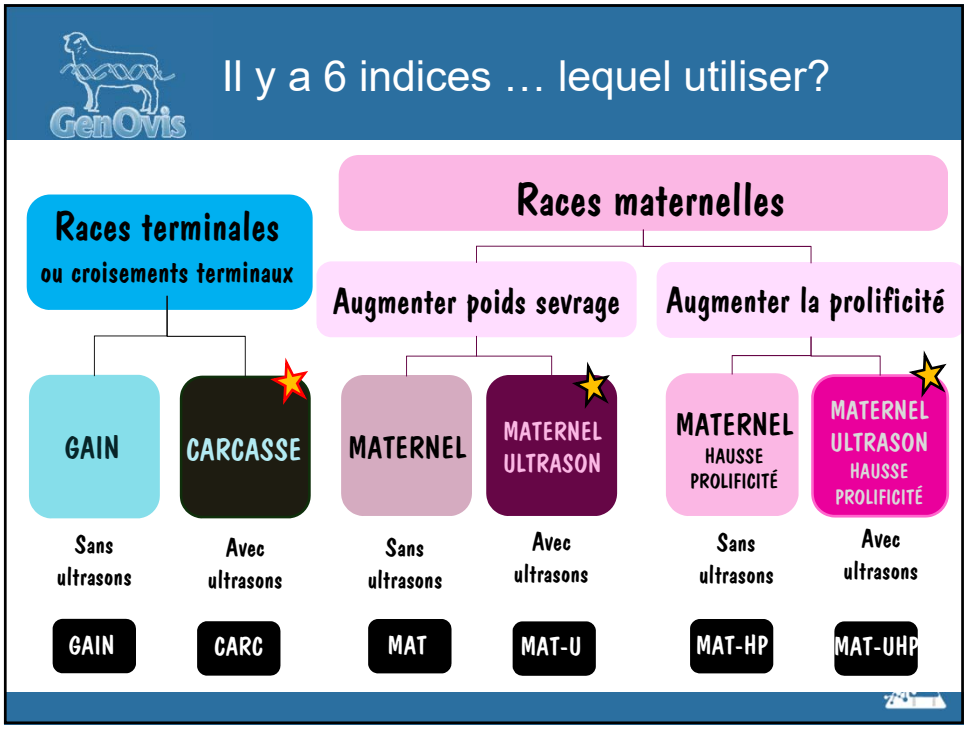
PARENTAGE PÈRE : **CEPO3391RC** MÈRE : **CEPO5613SC**
ENR. : **602872-P** # ENR. : **643105-P**
GRAND-PÈRE : **CEPO8163P** GRAND-PÈRE : **CEPO1972N**
GRAND-MÈRE : **CEPO203L** GRAND-MÈRE : **CEPO232K**

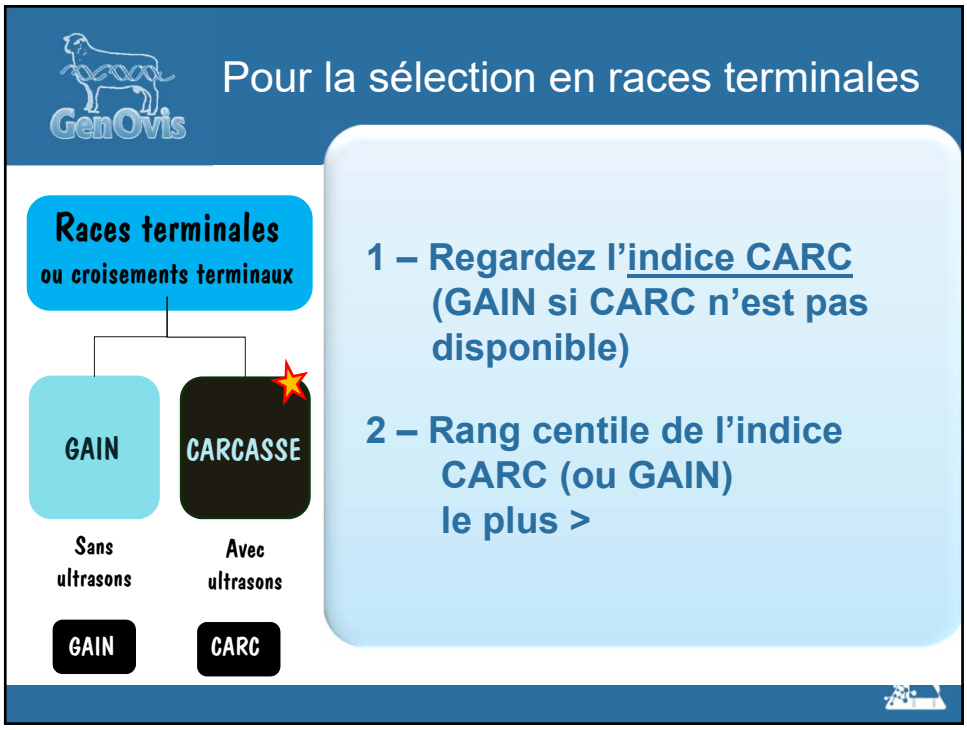
GÉNOTYPAGE TREMBLANTE
Codons 136 / 154 / 171
. / . / .
NOTE CONFORMATION :

DONNÉES DE PERFORMANCE

Groupe contemporain	Né	Élevé	Pds nais	Âge pesée 50j : 64 Pds50j (kg)	Ajs.	GMQ	Âge pesée 100j : 117 Pds100j (kg)	Ajs.	GMQ	Âge aux ultrasons : PdsU.(kg)	Longe	Gras
43224*2009*6	1	1	6	33,3	28,6	0,481	48,6	44,1	0,309			




GenOvis
Il y a 6 indices … lequel utiliser?
Races terminales
ou croisements terminaux
Races maternelles
Augmenter poids sevrage
Augmenter la prolificité
GAIN
CARCASSE
MATERNEL
MATERNEL ULTRASON
MATERNEL HAUSSE PROLIFICITÉ
MATERNEL ULTRASON HAUSSE PROLIFICITÉ
Sans ultrasons
Avec ultrasons
Sans ultrasons
Avec ultrasons
Sans ultrasons
Avec ultrasons
GAIN
CARC
MAT
MAT-U
MAT-HP
MAT-UHP


GenOvis
Pour la sélection en races terminales
Races terminales
ou croisements terminaux
GAIN
CARCASSE
Sans ultrasons
Avec ultrasons
GAIN
CARC
1 – Regardez l'indice CARC (GAIN si CARC n'est pas disponible)
2 – Rang centile de l'indice CARC (ou GAIN) le plus >

Où trouver l'information ?

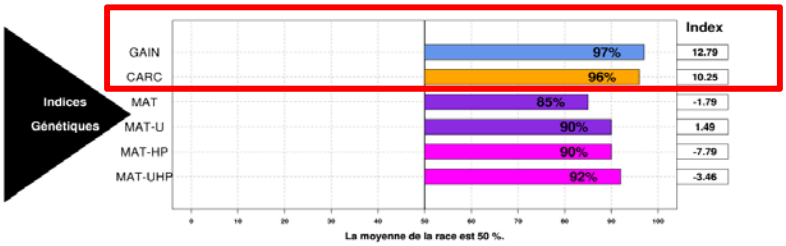
PARENTAGE PÈRE : CEPO3391RC # ENR. : 602872-P
GRAND-PÈRE : CEPO8163P
GRAND-MÈRE : CEPO203L

MÈRE : CEPO5613SC # ENR. : 643105-P
GRAND-PÈRE : CEPO1972N
GRAND-MÈRE : CEPO232K

GÉNOTYPAGE TREMBLANTE
Codons 136 / 154 / 171
. / . / .
NOTE CONFORMATION :

DONNÉES DE PERFORMANCE

Groupe contemporain	Né	Élevé	Pds nais.	Âge pesée 50j : 64 Pds50j (kg)	Ajs.	GMQ	Âge pesée 100j : 117 Pds100j (kg)	Ajs.	GMQ	Âge aux ultrasons : PdsU.(kg)	Longe	Gras
43224*2009*6	1	1	6	33,3	28,6	0,481	48,6	44,1	0,309			



Pour la sélection en races maternelles

Il y a 4 INDICES…

Lequel prendre ?

Races maternelles

- Augmenter poids sevrage
  - MATERNEL — Sans ultrasons — MAT
  - MATERNEL ULTRASON — Avec ultrasons — MAT-U
- Augmenter la prolificité
  - MATERNEL HAUSSE PROLIFICITÉ — Sans ultrasons — MAT-HP
  - MATERNEL ULTRASON HAUSSE PROLIFICITÉ — Avec ultrasons — MAT-UHP

Pourquoi 4 indices pour les races maternelles?

Faiblesse des races prolifiques
= manque de croissance

Romanov, Finnois, Arcott Rideau, …

Faiblesse des races maternelles
= manque de prolificité

Dorset, North Country, Polypay,…

J'élève des Romanov, je ne veux pas 9 agneaux/ agnelage. Je veux augmenter leur taux de croissance.

Races maternelles

Augmenter poids sevrage

- MATERNEL — Sans ultrasons — MAT
- MATERNEL ULTRASON — Avec ultrasons — MAT-U

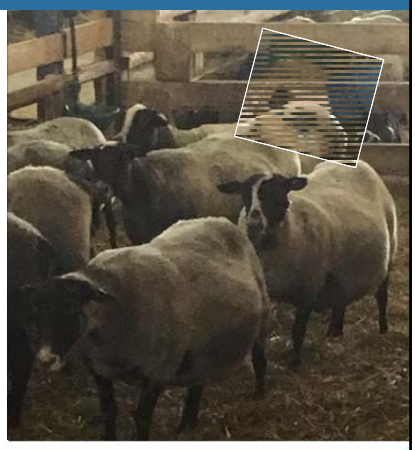
Il y a 2 indices pour les races maternelles lorsque vous voulez augmenter la croissance

Mes femelles sont suffisamment prolifiques. Je veux augmenter le taux de croissance des agneaux.

- Indice MATERNEL
  - PERMET DE MAINTENIR :
    - PROLIFICITÉ
    - APTITUDES MATERNELLES
  - PERMET D'AMÉLIORER: ***
    - CROISSANCE

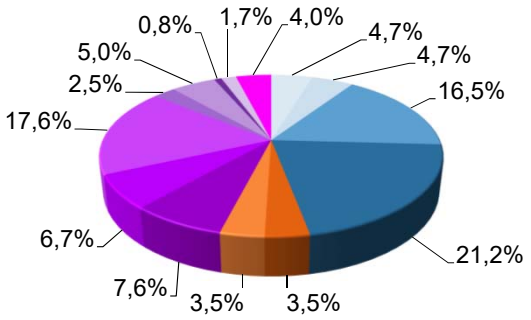
Mes femelles sont suffisamment prolifiques. Je veux augmenter leur taux de croissance et leur musculature.

- MATERNEL ULTRASON
  - PERMET DE MAINTENIR :
    - PROLIFICITÉ
    - APTITUDES MATERNELLES
  - PERMET D'AMÉLIORER: ***
    - CROISSANCE DES AGNEAUX
    - QUALITÉ CARCASSE



Romanov sélectionnés avec mesures aux ultrasons et indice MAT-Ultrason

Indice Maternel Ultrason (Mat-U)



- Survie agneaux dir (4,7%)
- Poids naissance dir (4,7%)
- Poids 50j dir (16,5%)
- Gain 50-100j (21,2%)
- Longe (3,5%)
- Gras (3,5%)
- Survie agneaux mat (7,6%)
- Poids naissance mat (6,7%)
- Poids 50j mat (17,6%)
- # Nés 1er agnelage (2,5%)
- # Nés agnelages suivants (5%)
- PST 1er (0,8%)
- PST suivants (1,7%)
- Intervalle d'agnelage (4%)

Où trouver l'information?

PARENTAGE PÈRE : **CEPO3391RC** # ENR. : **602872-P** GRAND-PÈRE : **CEPO8163P** GRAND-MÈRE : **CEPO203L**

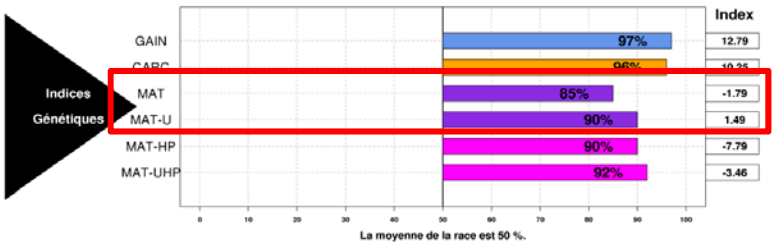
MÈRE : **CEPO5613SC** # ENR. : **643105-P** GRAND-PÈRE : **CEPO1972N** GRAND-MÈRE : **CEPO232K**

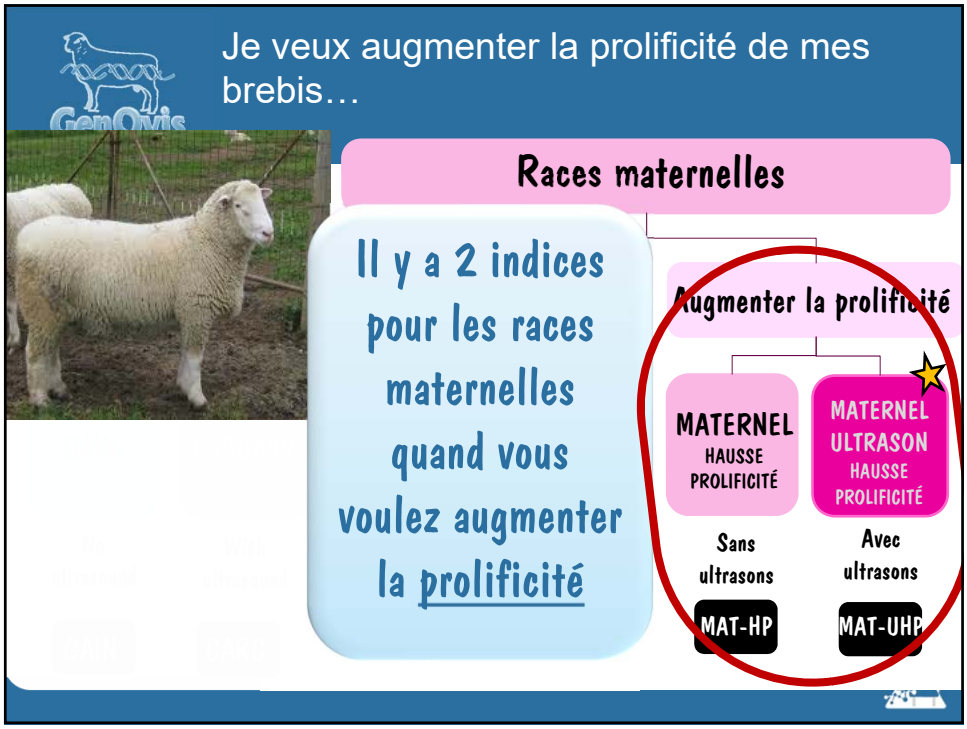
GÉNOTYPAGE TREMBLANTE Codons 136 / 154 / 171 . / . / .

NOTE CONFORMATION :

DONNÉES DE PERFORMANCE

Groupe contemporain	Né	Élevé	Pds nais	Âge pesée 50j : 64 Pds50j (kg)	Ajs.	GMQ	Âge pesée 100j : 117 Pds100j (kg)	Ajs.	GMQ	Âge aux ultrasons : PdsU.(kg)	Longe	Gras
43224*2009*6	1	1	6	33,3	28,6	0,481	48,6	44,1	0,309			



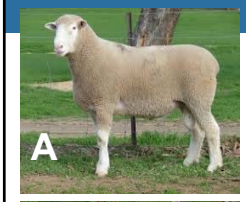

Je veux augmenter la prolificité de mes brebis…
Races maternelles
Il y a 2 indices pour les races maternelles quand vous voulez augmenter la prolificité
Augmenter la prolificité
MATERNEL HAUSSE PROLIFICITÉ
MATERNEL ULTRASON HAUSSE PROLIFICITÉ
Sans ultrasons
Avec ultrasons
MAT-HP
MAT-UHP

Mes femelles produisent des agneaux à croissance rapide… mais elles ne sont pas prolifiques… elles produisent 1 agneau/agnelage
MATERNEL HAUSSE PROLIFICITÉ
– PERMET DE MAINTENIR :
– APTITUDES MATERNELLES
– CROISSANCE
– PERMET D'AMÉLIORER: ***
– PROLIFICITÉ

Mes femelles produisent des agneaux à croissance rapide… J'aimerais qu'elles soient plus prolifiques et plus musclées

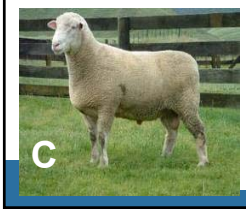
- MATERNEL ULTRASON HAUSSE PROLIFICITÉ
  - PERMET DE MAINTENIR :
    - APTITUDES MATERNELLES
    - CROISSANCE
  - PERMET D'AMÉLIORER: ***
    - PROLIFICITÉ
    - QUALITÉ CARCASSE

Quel bélier est le meilleur?



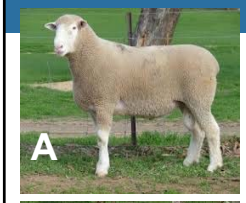
MAT : 92%
MAT-HP : 68%

MAT : 91 %
MAT-HP : 80 %



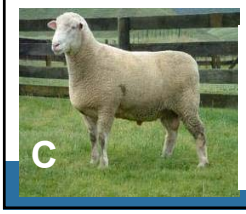
MAT : 89 %
MAT-HP : 91 %
MAT-UHP : 91 %

Quel bélier est le meilleur?



MAT : 92%
MAT-HP : 68%

MAT : 91 %
MAT-HP : 80 %

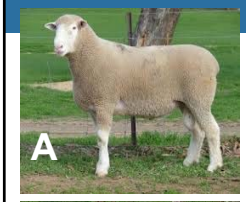


MAT : 89 %
MAT-HP : 91 %
MAT-UHP : 91 %

La race Dorset est une race non prolifique
- Nous voulons améliorer la prolificité
- Nous voulons maintenir les aptitudes maternelles
- Nous voulons maintenir la croissance

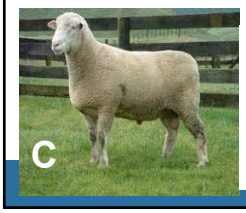
Alors, sélectionnons sur MAT-HP

Quel bélier est le meilleur?



MAT : 92%
MAT-HP : 68%

MAT : 91 %
MAT-HP : 80 %



MAT : 89 %
MAT-HP : 91 %
MAT-UHP : 91 %

La race Dorset est une race non prolifique
- Nous voulons améliorer la prolificité
- Nous voulons maintenir les aptitudes maternelles
- Nous voulons maintenir la croissance

Alors, sélectionnons sur MAT-HP

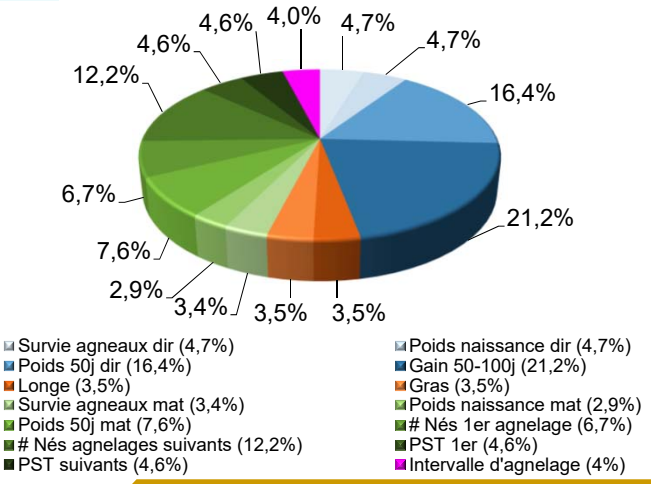
Le meilleur bélier est l'animal « C »

Cet animal a le MAT-HP le plus élevé (91%)

Cet animal a aussi été évalué aux ultrasons

Maternel ultrason hausse prolificité = 91%

Indice Maternel Ultrason Hausse Prolificité (MAT UHP)



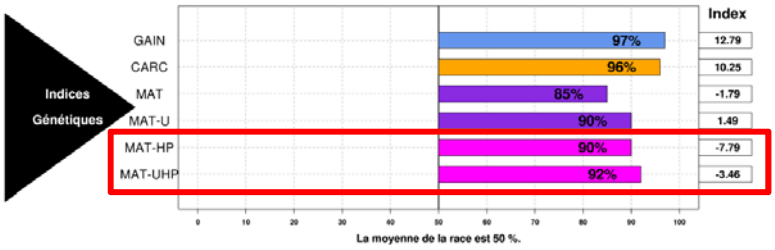
Où trouver l'information?

PARENTAGE PÈRE : **CEPO3391RC** MÈRE : **CEPO5613SC**
ENR. : **602872-P** # ENR. : **643105-P**
GRAND-PÈRE : **CEPO8163P** GRAND-PÈRE : **CEPO1972N**
GRAND-MÈRE : **CEPO203L** GRAND-MÈRE : **CEPO232K**

GÉNOTYPAGE TREMBLANTE
Codons 136 / 154 / 171
. / . / .
NOTE CONFORMATION :

DONNÉES DE PERFORMANCE

Groupe contemporain	Né	Élevé	Pds nais	Âge pesée 50j : 64 Pds50j (kg)	Ajs.	GMQ	Âge pesée 100j : 117 Pds100j (kg)	Ajs.	GMQ	Âge aux ultrasons : PdsU.(kg)	Longe	Gras
43224*2009*6	1	1	6	33,3	28,6	0,481	48,6	44,1	0,309			

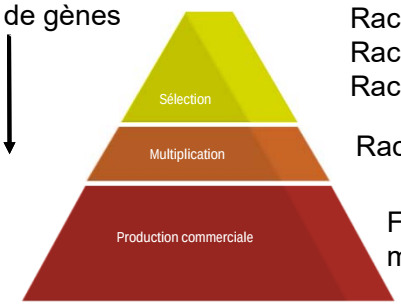


Schémas de croisements en production ovine

- Tirer avantage de la vigueur hybride et de la complémentarité des races

Pyramide de production

Flux de gènes



Information

Races maternelles (ex: DP, NC, PO…)
Races prolifiques (ex: RI, RV, …)
Races terminales (ex: SU, HA, …)

Race maternelle X Race prolifique = F1

F1 X ♂ terminale = agneau de marché

Schémas de croisements en production ovine

- Vigueur hybride (effet d'hétérosis) :
  - Effet spécifique du croisement entre deux races (ou lignées) différentes
  - Performances supérieures à la moyenne de leurs deux races parentales
  - Variable selon les races
    - > pour races éloignées
  - Variable selon les caractères
    - > pour les caractères peu héritables (ex: de survie)

Schémas de croisements en production ovine

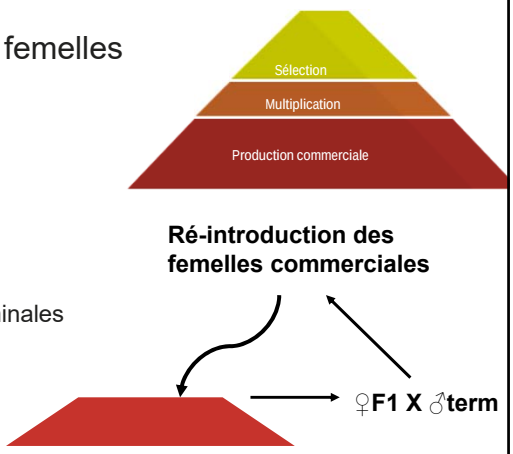
- Complémentarité des races :
  - Tirer avantage des forces de chacune des races pour produire un agneau de marché
  - Progrès génétique plus rapide à l'intérieur des races
  - Races terminales vs Races maternelles
  - Races terminales
    - Croissance
    - Qualité de la carcasse
  - Races maternelles
    - Prolificité
    - Aptitudes maternelles

Schémas de croisements en production ovine

- Modes de production des femelles de reproduction
  1. Croisement triple
  2. Croisement alternatif
  3. Etc.

À éviter

- Introduction de femelles terminales



Remerciements

Nous désirons remercier **Mme Johanne Cameron** et **Mme Laurence Maignel** pour le prêt de matériel ayant permis la réalisation de cette formation.

Ce webinaire a été réalisé grâce à une aide financière du *Programme de développement sectoriel*, issu de l'accord Cultivons l'avenir 2 conclu entre le Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries, et de l'Alimentation du Québec et Agriculture et Agroalimentaire Canada.

Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec Canada Cultivons l'avenir 2 Une initiative fédérale-provinciale-territoriale

Des questions?

GenOvis

www.genovis.ca

Frédéric Fortin (581) 995-6207
Amélie St-Pierre 418-856-1200 poste 221
Cathy Thériault-Landry 418-856-1200 poste 224

Courriel: genovis@cepoq.com