

# Quel système pour maximiser les résultats économiques des exploitations d'élevage allaitant ou laitier ?

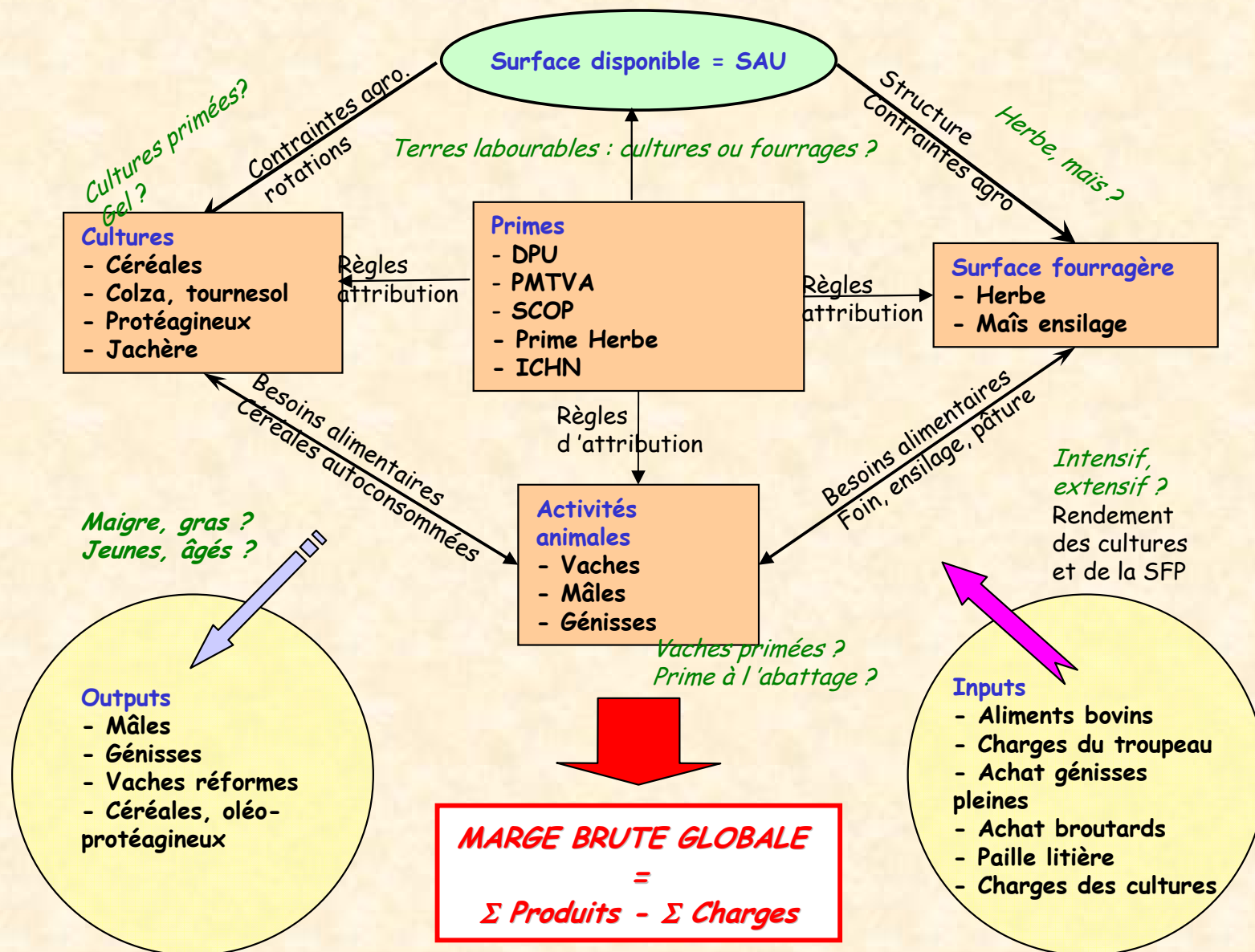


## Opt'INRA

*outil d'aide à la décision par  
programmation linéaire*

Veysset P., Lherm M., Bébin D.

# Schéma simplifié du problème



# La programmation Linéaire

Optimisation d'une combinaison linéaire d'activités possibles soumises à des contraintes.

- Le problème s'écrit de la façon suivante

$$\text{Max } Z = \sum C_j X_j$$

sous les contraintes  $\sum a_{ij} X_j \leq R_i \quad i = 1 \text{ à } m$

et  $X_j \geq 0 \quad j = 1 \text{ à } n$

- avec

- $X_j$  : niveau de la  $j^{\text{ème}}$  activité  $j=1$  à  $n$
- $C_j$  : valeur de la fonction économique de la  $j^{\text{ème}}$  activité
- $a_{ij}$  : besoin de la  $j^{\text{ème}}$  activité en  $i^{\text{ème}}$  ressource  $i=1$  à  $m$
- $R_i$  : disponibilité totale pour la  $i^{\text{ème}}$  ressource
- $Z$  : fonction objectif à maximiser

# Écriture matricielle d'un programme linéaire

<b>A ctivités</b>	$X_1 \quad \dots \quad X_j \quad \dots \quad X_n$	$\geq 0$
<b>Fonction O bjectif</b>	$C_1 \quad \dots \quad C_j \quad \dots \quad C_n$	$\sum C_j X_j$ <b>M a x i</b>
<b>C o n t r a i n t e s</b>		$\sum a_{ij} X_j$
1	$a_{11} \quad \dots \quad a_{1j} \quad \dots \quad a_{1n}$	$\leq$ <b>R</b> <sub>1</sub>
2	$a_{21} \quad \dots \quad a_{2j} \quad \dots \quad a_{2n}$	$\leq$ <b>R</b> <sub>2</sub>
...	...	...
i	$a_{i1} \quad \dots \quad a_{ij} \quad \dots \quad a_{in}$	$\leq$ <b>R</b> <sub>i</sub>
...	...	...
m	$a_{m1} \quad \dots \quad a_{mj} \quad \dots \quad a_{mn}$	$\leq$ <b>R</b> <sub>m</sub>

**Activités :** OU (choix des activités)

**Contraintes :** ET (toutes respectées)

# Fonction Objectif à maximiser

$$\text{Marge Brute Globale} = \Sigma \text{ Produits} - \Sigma \text{ Charges Opérationnelles}$$

**$\Sigma$  Produits =**

- Ventes-Achats Animaux
- + Ventes Végétaux
- + Primes PAC
- + Primes Agro-environnement
- + ICHN

**$\Sigma$  Charges Opé. =**

- Charges du Troupeau
- + Charges de la Surface Fourragère
- + Charges des Cultures de Vente

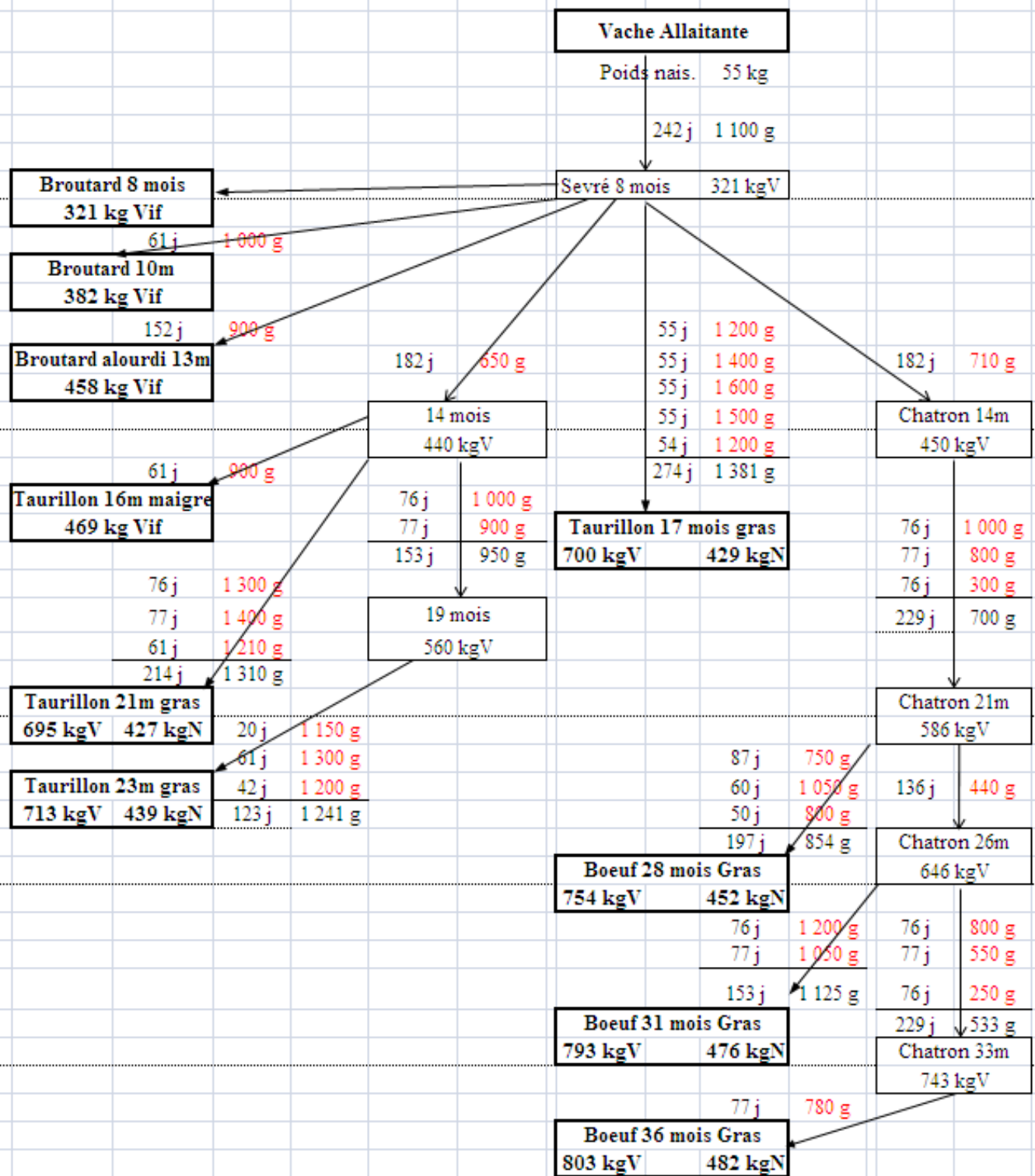
# La construction des modèles

- **Modèle Charolais : utilisation de la base de données LEE :**
  - 85 exploitations allaitantes charolaises
  - 3 000 variables technico-économiques connues par exploitation et par an
  
- **Modèle Salers**
  - Expertise INRA (domaine de Marcenat)
  - Réseau d'élevage INRA / Institut de l'élevage
  - Expertise Chambre d'Agriculture Cantal

# Productions animales

- **Distinction entre :**
  - Activités d'élevage = périodes de vie de l'animal
  - Activités de vente
- **Vaches allaitantes Charolaises ou Salers**
  - Date vêlage fixe (01/02)
  - Primées et non primées
  - 5 types de réformes (maigre, grasse , herbe, auge)
  - 3 types de renouvellement (2 ans, 3 ans, achat)
- **Démographie**
  - $\text{Nbr veaux} = \text{Productivité} * \text{nb vaches}$
  - $\text{Animal (t-1)} = \text{Animal t} + \text{Animal V}$

Performance des mâles



- 10 catégories de vente
  - 4 maigres en vif
  - 3 taurillons gras
  - 3 bœufs gras

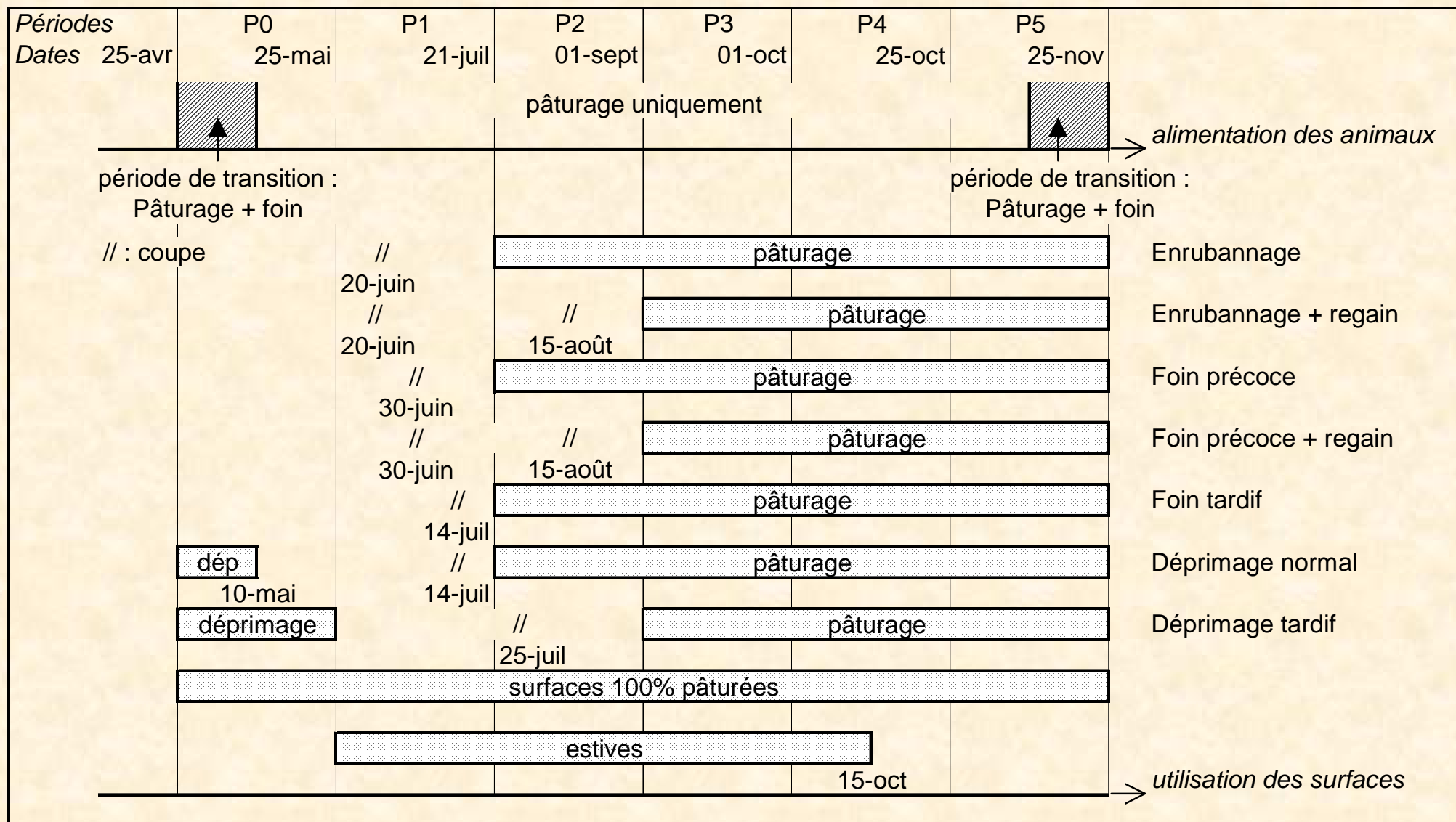


# Productions animales

- **Paramétrages individuels techniques**
  - Nombre maxi de vêlages (places dans le bâtiment)
  - Poids de la vache adulte
  - Productivité numérique
  - Taux de renouvellement (= taux de réforme)
  - Taux de croisement (Salers x Charolais)
  - Poids de naissance mâles et femelles
  - GMQ naissance – sevrage et sur chaque période
  - % maxi de vêlages à 2 ans
  - % maxi de mâles castrés
- **Paramétrages individuels économiques**
  - Prix de vente € / kg vif ou carcasse

# Cultures fourragères

## Types et calendrier de gestion des prairies du modèle Salers



# Cultures fourragères

- **Chaque prairie produit sur chaque période une quantité (T. MS) et une qualité (UE, UF, PDI) de fourrage définie**
- **Chaque prairie supporte des charges en € / ha**
  - Paramétrage : prix des unités N P K, prix des semences, prix des bâches et ficelle / coupe, prix entreprise ensilage
- **Paramétrages possibles**
  - Surface Toujours en Herbe mini
  - Durée de vie des PT
  - % maxi de prairies : fauchable 2 fois, enrubannables, déprimables, fertilisables
  - % légumineuses dans PT et PN (pour le bilan N)
- **Culture de maïs (ensilage) possible en Charolais**
  - Rendement, fertilisation et coût déterminé individuellement
- **Pas d'achat ni de vente de fourrages (autonomie)**

# Alimentation des animaux - Ressources

- **Fourrages conservés**
  - Foin
  - Enrubannage
  - Ensilage herbe
  - Ensilage maïs
  - Paille
- **Concentrés**
  - Céréales achetées ou produites
  - Protéagineux produits
  - Tourteaux achetés
  - Luzerne déshydratée
- **Equilibre besoins / ressources sur chaque période**
  - Besoin UE > apports UE
  - Besoin UF, PDI < apports UF, PDI } équilibre pour chaque type d'animal

# Cultures non fourragères

- **Types de cultures primées ou non**
  - Céréales (vendues ou auto-consommées)
  - Oléagineux (colza, tournesol) vendus
  - Protéagineux (vendus ou auto-consommés)
  - Jachère
- **Matrice des précédents et suivants possibles**
  - Culture <  $\sum$  précédents possibles
  - $\sum$  suivants possibles = Culture
- **Paramétrages individuels**
  - Autorisation, limitation de surface (pentes, pierres, ...)
  - Rendements
  - Prix de ventes, fertilisation et charges des cultures

# Activités « administratives »

- **Primes PAC**

- DPU normale et jachère + modulation

- Primes animales couplée : PMTVA, PAB

- Primes SCOP couplées

- **Prime à l'herbe PHAE**

- **ICHN**

- **Plus toutes les variables de décision  
(UGB, chargement, seuils, plafonds ...)**



**Libre choix au modèle de demander ou non ces primes avec toutes les contraintes induites**

# Caractéristiques de Opt'INRA

- **Matrice Opt'INRA Charolais:**
  - 700 colonnes (activités)
  - 430 lignes (contraintes)
- **1 classeur EXCEL**
  - 1 feuille paramètres
  - feuilles techniques (praires, besoins alim, ...)
  - 1 feuille résultats
- **Frontline Premium Solver Platform V8.0**
- **Temps de résolution :**
  - Inférieur à 1 minute

# Utilisation de Opt'INRA

- **Renseignement des paramètres**
  - **Structure : MO, SAU, STH, bâtiment, droits à primes ...**
  - **Autorisation, limitation système : productivité, GMQ, renouvellement, castration, âge vêlage, culture possibles, alimentation, ...**
  - **Prix de vente des animaux**
  - **Prix d'achat animaux, concentrés, paille, unités N P K**
  - **Rendement et coût de la SFP**
  - **Rendement, prix de vente et coût des cultures**
  - **Montants, seuils, plafonds des primes**
- **Activation du Solver**



# Résultats du modèle

**Productivité globale du travail** 140.91

<b>SAU</b>	<b>175.00</b>
<b>Surface Non Fourragère</b>	<b>112.44</b>
Céréales	84.48
Mélange Céréales/Pois	0.00
Protéagineux	0.00
Colza	0.00
Tournesol	17.17
Jachère	10.80
<b>Surface Fourragère Principale</b>	<b>62.56</b>
Maïs Ensilage	0.00
Surface en Herbe	62.56
dont STH	38.90
dont STH Rénovée	0.00
dont Prairies Temporaires	23.66
Surface Fauchée Développée Totale	35.45
dont Ensilée	20.45
dont Enrubannée	0.00
dont Fanée (foin+regain)	15.00

Bilan N (Kg/Ha SAU)	<b>42</b>
Engrais N Achetés Kg/HaSAU	<b>83</b>
dont Autocons.	6.80
Vendues	77.67

100% Autoconsommé	
dont Autocons.	0.00
Vendues	0.00

Surface consacrée au Troupeau	69.36
% SAU	39.63
Surface cultures vendues	105.64
% SAU	60.37

SF PHAE	62.56
dt peu productives	0.00
SF Ichn	69.36
dont STH	15.00
dont Regain	0.00

## Vêlages et PMTVA

Nombre de Vêlages	60.0
Nombre PMTVA	57.0
dont Vaches Primées	57.0
dont Génisses Primées	0.0

## UGB

UGB Technique Total	84.7
dont UGB vaches	50.8
UGB PHAE et Ichn	97.1

## Primes à l'abattage

Nombre de Primes à l'Abattage	3.00
-------------------------------	------

## Chargement

Chargement Technique	1.35
Chargement PHAE	1.55
Chargement ICHN	1.40

## Troupeau et vente d'animaux

	Nombre	€ / Tête	€ Totaux	Kg / Tête	Kg Totaux
<b>Vaches de Réforme</b>	<b>12.00</b>				
Reformées Maigre 1/11 après sevrage	9.00	1 224	11 016	680	6 120
Reformées Maigre 1/4 veau mort		1 224		680	
Reformées Engraissées Auge		1 351		778	
Réformées Engraissées Herbe (improductive)		1 383		778	
Réformées Engraissées Herbe (veau mort)	3.00	1 383	4 150	778	2 335
<b>Mâles Nés Vivants</b>	<b>28.50</b>				
Veaux de Boucherie		0			
Veaux Mâles Sevrés	28.50				
Achat de Broutards de 8 mois Non Primés		0		321	
<b>Vente Mâles Maigres</b>					
Broutards d'Automne 8 mois Non Primés		893		321	
Broutards 10 mois Primés	26.72	1 047	27 983	382	10 213
Broutards d'Hiver 13 mois		1 090		458	
Taurillons Maigres 16 mois	1.78	1 150	2 046	469	835
<b>Ventes Mâles Gras</b>					
Taurillons Gras 17 mois		0		700	
Taurillons Herbagers 21 mois		0		695	
Taurillons Gras 23 mois		0		713	
Bœufs Gras 28 mois		1 606		754	
Bœufs Gras 31 mois		1 688		793	
Bœufs Gras 36 mois		1 710		803	
<b>Femelles Nés Vivantes</b>	<b>28.50</b>				
Veaux de Boucherie		0			
Veaux Femelles Sevrées	28.50				
<b>Vente femelles maigres</b>					
Broutardes d'Automne 8 mois		678		277	
Broutardes d'Hiver 13 mois		812		353	
Génisses Maigre 16 mois	16.50	909	14 995	404	6 664
Génisses Maigre 24 mois		0		469	
Génisses Maigre 31 mois		0		588	
<b>Ventes génisses grasses</b>					
Génisses Grasses 15 mois Auge		0		511	
Génisses Grasses 27 mois		0		641	
Génisses Grasses 31 mois		0		651	
Génisses Grasses 36 mois		0		692	
<b>Génisses de Renouvellement Nées</b>	<b>12.00</b>				
dont Vêlage 2 ans					
<b>Génisses de Renouvellement Achetées</b>		0		677	

## Résultats du modèle

### Kg viande produits et prix du kg

Kg Totaux	Kg / Ugbb	Kg / Ha SFP	€ / Kg Vif
26 167	309	418	2.30

# Résultats du modèle

## Marge Brute Bovine (hors variation d'inventaire et réévaluation)

	€ Totaux	€ / UGBb	€ / SFP		
<b>Produit Bovin</b>	<b>74 536</b>	<b>880</b>	<b>1 191</b>		
Ventes Nettes d'Animaux	60 190	711	962		
Primes Bovines	14 346	169	229		
dont PMTVA	14 250	168	228		
dont Prime Abattage	96	1	2		
dont Prime Femelles	0	0	0		
dont Primes Génisses	0	0	0		
<b>Charges du troupeau bovin</b>	<b>16 565</b>	<b>196</b>		<b>Aliments Concentrés</b>	
Frais d'Elevage (vété+frdi+...)	8 199	97		Kg Totaux	Kg/UGBb
Aliments Concentrés Achetés+Prélevés	8 367	99		46 084	544
dont Aliments Concentrés Achetés	1 715	20		5 278	62
<i>céréales achetées</i>	0	0		0	0
<i>tourteaux achetés</i>	1 715	20		5 278	62
<i>luzerne achetée</i>	0	0		0	0
dont Céréales Prélevées	5 713	67		40 806	482
dont Protéos Prélevés	0	0		0	0
Paille (Achat+Prélevée)	0	0			
<b>Charges de la SFP</b>	<b>7 498</b>	<b>89</b>	<b>120</b>		
<b>Marge Bovine Finale</b>	<b>57 971</b>	<b>685</b>			
<b>Aides SFP</b>	<b>0</b>		<b>0</b>		
dont Prime Maïs Ensilage	0		0		
dont Prime à l'Herbe	0		0		
<b>Marge totale de la SFP</b>	<b>50 473</b>		<b>807</b>		
dont Aides Bovine+SFP	14 346		229		

# Résultats du modèle

## Rations Vaches

	Nombre moyen de vache sur 1 année				57.74	Total T.MS
	Hiver	Été	Engrais Auge	Engrais Herbe	Total / Vache	
Pâturage		9.6		12.9	2 170	125.3
Ensilage Herbe	6.2	0.0	0.0	0.0	876	50.6
Enrubannage	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0
Foin	3.5	0.0	0.0	0.0	495	28.6
Maïs	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0
Paille	0.8	3.0	0.0	0.0	774	44.7
Autre Fourrage	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0
<b>Total Fourrages</b>	10.5	12.6	0.0	12.9	4 315	249.2
Céréales	1.6	1.0	0.0	0.5	456	26.3
Tourteau	0.2	0.0	0.0	0.0	34	2.0
Mélange Céréales / Pois	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0
Protéagineux	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0
Luzerne	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0
<b>Total Concentrés</b>	1.9	1.0	0.0	0.5	490	28.3

## Rations Génisses d'élevage

	Nombre moyen de génisse sur 1 année				36.50	Total Kg MS / Gén. T. MS
	1-2 ans		2-3 ans			
	Hiver	Été	Hiver	Été		
Pâturage		4.5		6.7	1 010	36.9
Ensilage Herbe	0.9	0.0	2.6	0.0	246	9.0
Enrubannage	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0
Foin	2.5	0.0	0.0	1.3	456	16.6
Maïs	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0
Paille	0.9	1.0	2.9	0.1	331	12.1
Autre Fourrage	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0
<b>Total Fourrages</b>	4.3	5.4	5.5	8.1	2 043	74.6
Céréales	1.1	0.3	1.5	0.5	286	10.4
Tourteau	0.3	0.0	0.3	0.0	60	2.2
Mélange Céréales / Pois	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0
Protéagineux	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0
Luzerne	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0
<b>Total Concentrés</b>	1.4	0.3	1.8	0.5	346	12.6

# Résultats du modèle

## Rations Engraissement Génisses

	Nombre moyen de génisse engraisée sur 1 année				0.00	
	15 mois	27 mois	31 mois	36 mois	Kg MS / Gén.	T. MS
Pâture			0.0		#DIV/0!	0.0
Ensilage Herbe	0.0	0.0	0.0	0.0	#DIV/0!	0.0
Enrubannage	0.0	0.0	0.0	0.0	#DIV/0!	0.0
Foin	0.0	0.0	0.0	0.0	#DIV/0!	0.0
Maïs	0.0	0.0	0.0	0.0	#DIV/0!	0.0
Paille	0.0	0.0	0.0	0.0	#DIV/0!	0.0
Autre Fourrage	0.0	0.0	0.0	0.0	#DIV/0!	0.0
<b>Total Fourrages</b>	0.0	0.0	0.0	0.0	#DIV/0!	0.0
Céréales	0.0	0.0	0.0	0.0	#DIV/0!	0.0
Tourteau	0.0	0.0	0.0	0.0	#DIV/0!	0.0
Mélange Céréales / Pois	0.0	0.0	0.0	0.0	#DIV/0!	0.0
Protéagineux	0.0	0.0	0.0	0.0	#DIV/0!	0.0
Luzerne	0.0	0.0	0.0	0.0	#DIV/0!	0.0
<b>Total Concentrés</b>	0.0	0.0	0.0	0.0	#DIV/0!	0.0

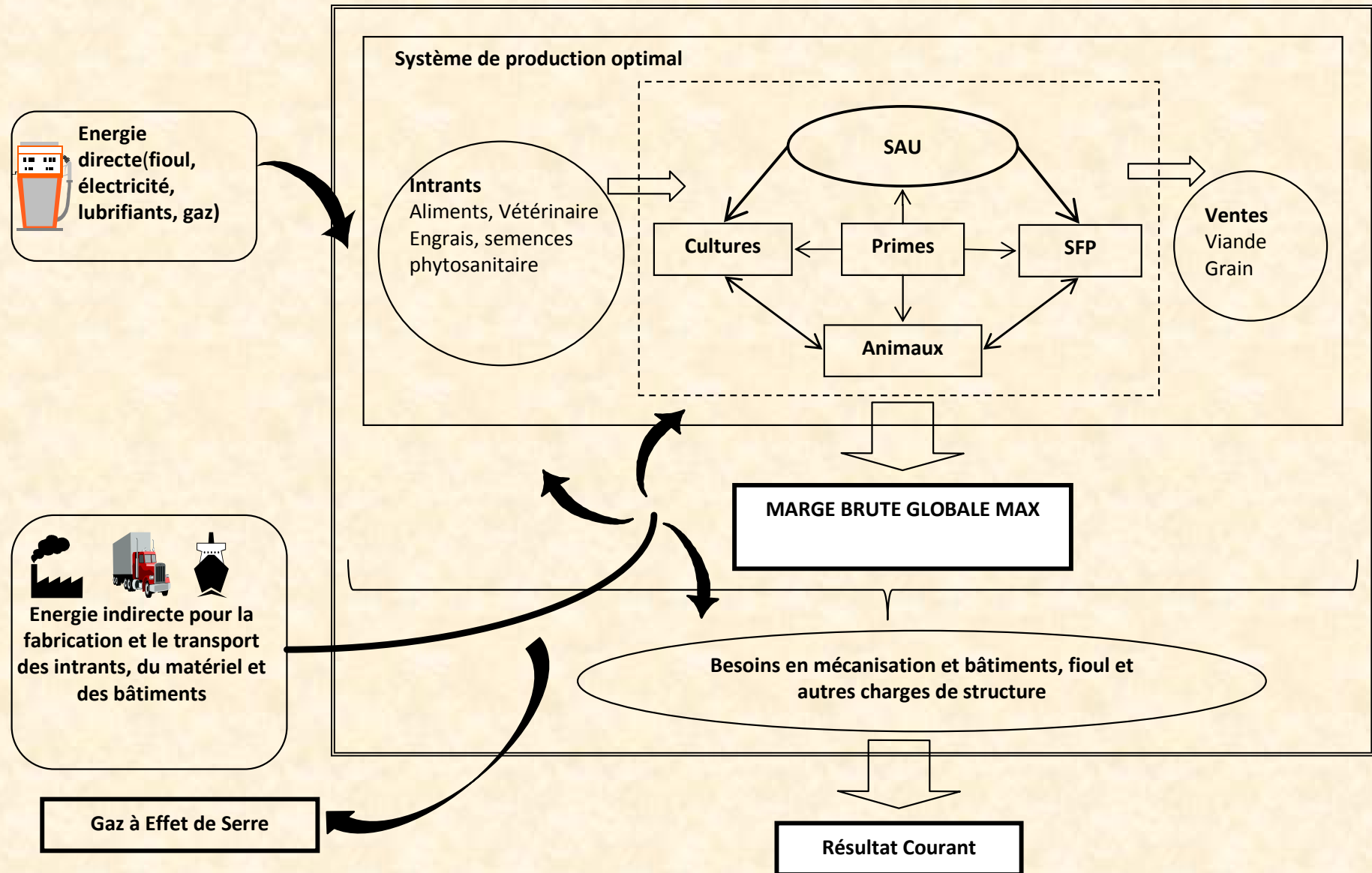
## Rations Mâles 1 ans + Taurillons

	1-2 ans		Engraissement		Total	
	Hiver	Été	17 mois	22 mois	Kg MS/Taurill.	T. MS
Pâture		2.4			521	0.7
Ensilage Herbe	2.9	0.0	0.0	0.0	469	5.7
Enrubannage	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0
Foin	2.2	0.0	0.0	0.0	358	4.3
Maïs	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0
Paille	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0
Autre Fourrage	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0
<b>Total Fourrages</b>	5.1	2.4	0.0	0.0	1 347	10.8
Céréales	1.3	0.0	0.0	0.0	203	2.5
Tourteau	0.5	0.0	0.0	0.0	72	0.9
Mélange Céréales / Pois	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0
Protéagineux	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0
Luzerne	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0
<b>Total Concentrés</b>	1.7	0.0	0.0	0.0	275	3.3

# Évolution de Opt'INRA

- **Mises à jours régulières**
  - Nouvelle PAC, prix, ...
  - Nouvelles productions
- **Evaluation des consommations d'énergie non renouvelable et émission des GES. Couplage Opt'INRA / PLANETE (2008, publi 2009)**
  - Module matériels et bâtiments ⇒ choix du parc nécessaire au système optimal (parmi une liste avec des règles de décision du type « if ... then ... »)
  - Incrémentation du tableur PLANETE par les sorties système, matériel et bâtiments de Opt'INRA

# Couplage Opt'INRA / PLANETE



# Opt'INRA Lait

- **Validé en interne URH depuis janvier 2009 !**
- **Couplé avec PLANETE**
- **Utilisation dans le cadre de la révision des cahiers des charges AOC Auvergne**
- **Utilisation comme outil d'exploration pour la mise en place de l'expé système « lait, montagne, cahier des charges » UEMA.**



# BL 15 – date vêlages libre

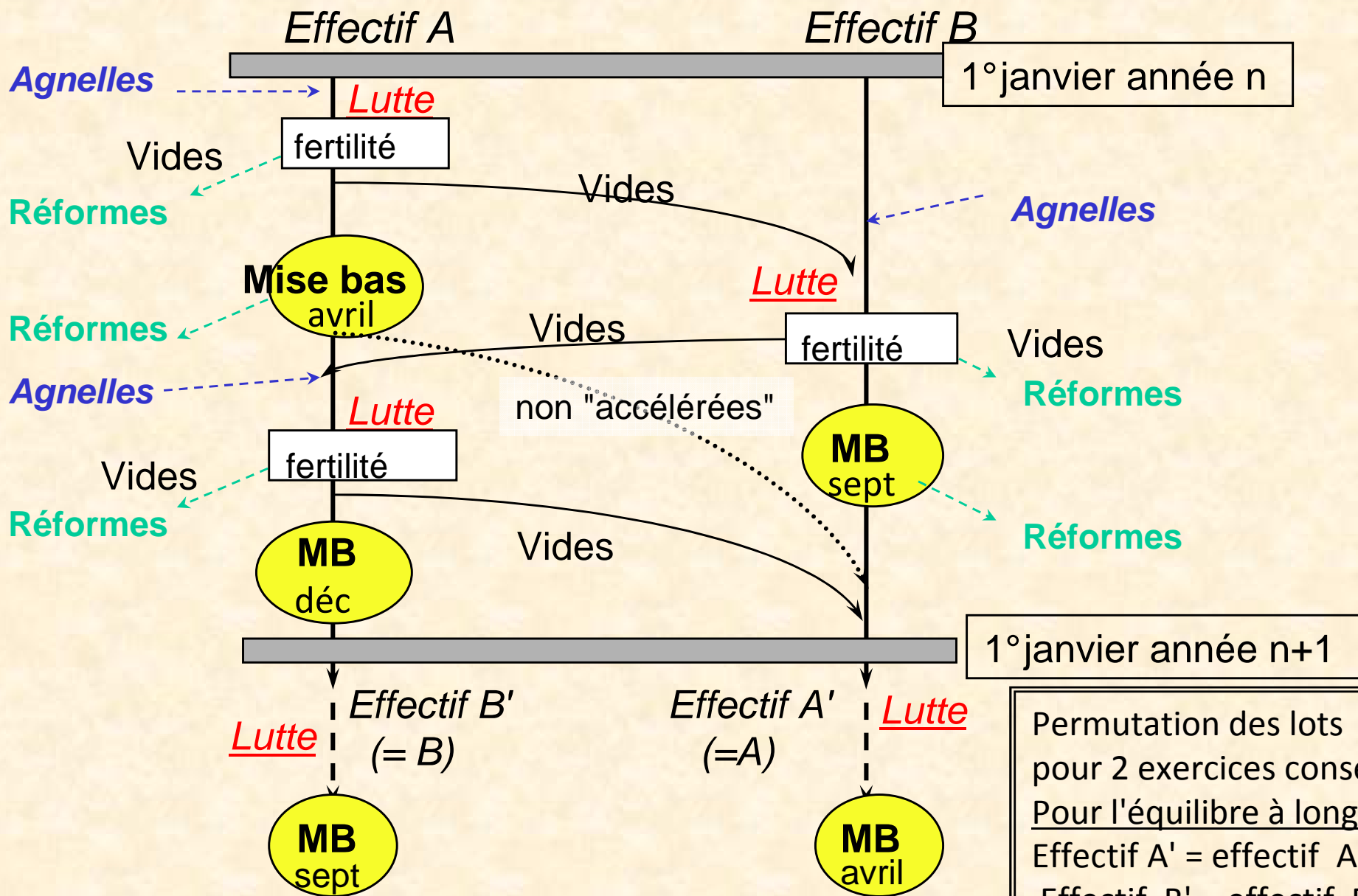
	BL 15	Date vêlages libre
	40 vêlages, 7 000 l/vl, 282 000 l produits	
Ensilage (ha)	14.0	17.2
Regain (ha)	21.7	21.7
Fourrages récoltés t. MS/UGB	2.70	2.95
Vêlages décembre %	23	0
Vêlages mars %	14	18
<b>Vêlages juin %</b>	<b>9</b>	<b>82</b>
<b>Vêlages septembre %</b>	<b>54</b>	<b>0</b>
<b>Prix du lait €/1000 l</b>	<b>309.81</b>	<b>315.14</b>
Concentrés g/l	216	194
Produit total €	110 137	111 620
Charges proportionnelles €	27 702	27 293
<b>Marge brute globale €</b>	<b>82 435</b>	<b>84 327</b>



## Un outil : le simulateur OSTRAL

- **Mono périodique (12 mois)**
- **Systeme stabilisé (fonctionnement troupeau)**
- **Approche par atelier puis au niveau global de l'exploitation :**
  - **Surfaces (y compris cultures de vente)**
  - **Charges de structure (-> revenu de l'exploitation)**
  - **Critères de durabilité dont**  
**Bilan énergétique et Bilan GES(outil PLANETE)**
- **Intégration possible de la notion d'aléas : paramètres zootechniques (fertilité, prolificité, mortalité) et conjoncture**

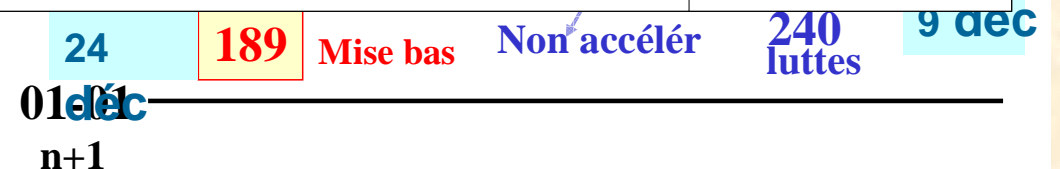
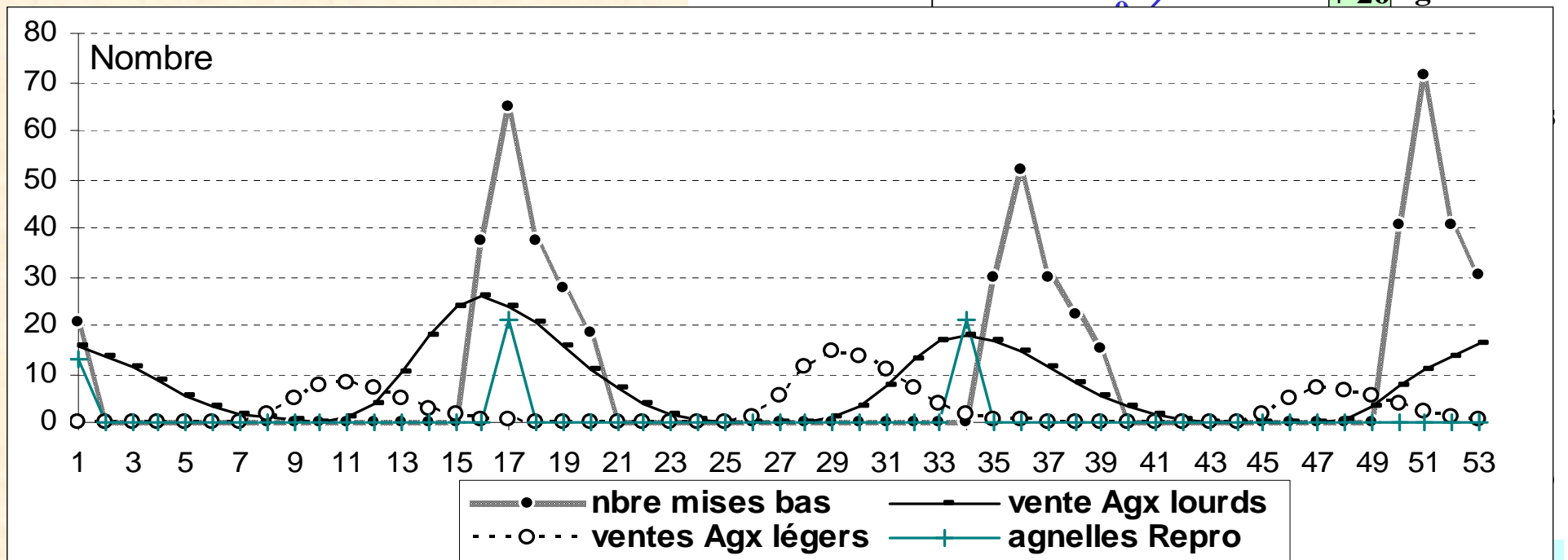
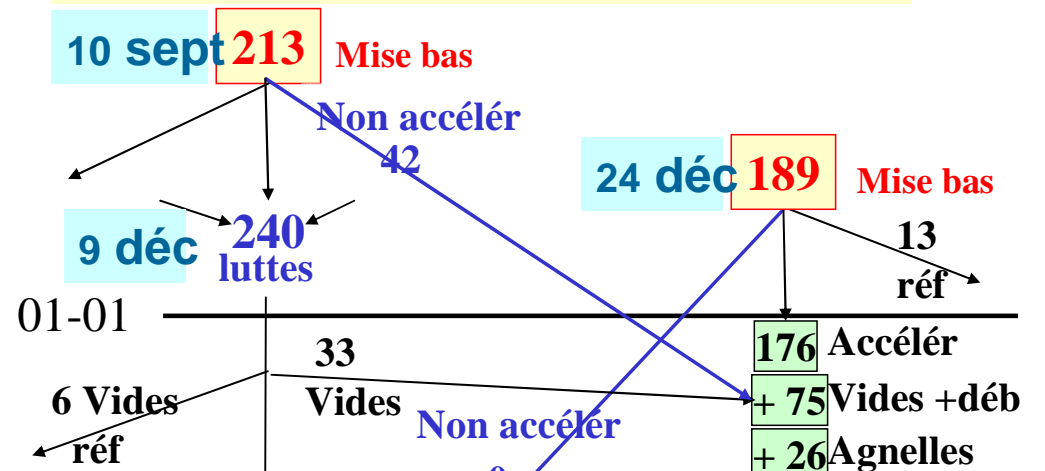
Fonctionnement du troupeau en 2 lots en parallèle  
 type 3 agnelages en 2 ans (mise-bas tous les 8 mois)



Permutation des lots pour 2 exercices consécutifs.  
 Pour l'équilibre à long terme :  
 Effectif A' = effectif A  
 Effectif B' = effectif B

# Un module de base : le fonctionnement du troupeau (reproduction, saisonnalité)

Construction d'un fonctionnement de troupeau  
ovin allaitant type **3 agnelages en 2 ans**



# OSTRAL

## Paramètres zootechniques

-fertilité, prolif, mortalité, Tx réfor..

**Module Fonctionnement troupeau**  
Mise au point fonctionnement cohérent et stable sur long terme.

**Résultats annuels**  
**Schéma fonct., calendrier**  
*Résultats techniques dont*  
**Productivité numérique**

## **Effectifs par période**

Brebis, luttées, mise bas, vendues, ...  
Agneaux à vendre, renouvellement...

**Résultat courant (revenu)**  
(+EBE, capital expl...)

## Valorisation agneaux

### Charges ovines:

Dont concentrés

\* Achetés

\* Produits

## **Marges brutes**

**Atelier Ovin**

**Atelier Cultures**

**Marges br.**

**Ha**  
**Bâtiments**  
**Matériel**

**Charges de structure**  
+ aides (DPU...)

€  
**Type, dimension, itinéraires culturaux...**

**Input et Output énergétiques**

**Calcul de Bilans**  
**-Énergétique**  
**-Gaz effet serre**  
« PLANETE »

*Tourteaux*

**Huile oléag**  
tracteurs.

**Ventes**