



BESOINS NUTRITIONNELS SCIENCE ET APICULTURE

12 février 2012
Etienne Bruneau



L'alimentation de l'abeille

Contexte

- Besoins nutritionnels
 - ▣ Protéines
 - ▣ Glucides (sucres)
 - ▣ Lipides (acides gras, stérols)
 - ▣ Vitamines, minéraux
 - ▣ Eau
- Aliments présents dans l'environnement
 - ▣ Pollen
 - ▣ Nectar et miellat
 - ▣ Autres sources : apports de l'apiculteur...

L'alimentation de l'abeille

Contexte

- Alimentation équilibrée,
+ réponse aux besoins spécifiques
=> Stratégie de butinage
 - abeille sociale = survie de la colonie à LT
 - abeilles solitaires = survie des descendants

Environnement

- Banalisation
- => Carences alimentaires ?
- => **Dépérissements ?**



Les besoins nutritionnels

Besoins alimentaires



Les sucres

- Source :
 - ▣ nectar et miellat (30 - 50 %)-> miel (plus concentré)
 - ▣ (pollen et pain d'abeilles (30 - 35 %))
- Utilisations :
 - ▣ Énergie : thermorégulation, activités dans la ruche
 - ▣ Stockage dans l'abeille -> corps gras
 - ▣ Stockage dans la ruche -> miel
 - ▣ Attention : sucres non digestibles (raffinose...)

Besoins alimentaires

Les sucres

- Besoins :
 - ▣ Thermogénèse pour abeille sociale
 - 8 - 34 °C si couvain
 - 8 - 13 °C sans couvain
 - Hivernage : 19 - 25 kg (si T° - 4 à 7 °C)
 - ▣ Vol (butinage)
 - 11,5 mg/h de vol
 - 138 mg/jour (10 h de vol + autres)
 - ▣ Totaux : 60 - 80 kg



Besoins alimentaires



Protéines et acides aminés

- Source : pollen
 - > pain d'abeilles = ensilage en présence de Pseudomonas, 3 saccharomyces, 1 lactobacillus
- Utilisation :
 - ▣ Larves (abeilles sociale)
 - gelée royale = 95 % des protéines
 - Bouillie larvaire pour les larves (≥ 3 j)
 - Pollen surtout 4 - 5 j (42 -125 mg)
 - ▣ Larves de mâles
 - -> Maturité sexuelle rapide
 - -> Grand nombre de spermatozoïdes

Besoins alimentaires



Protéines et acides aminés

- Utilisation :
 - ▣ Jeunes abeilles (1-> 15 - 18 j) = 60 mg
 - Développement glandes hypopharyngiennes
 - Vitellogénèse (absence de reine)
 - Corps adipeux
 - ▣ Alimentation des mâles (1 - 8 j)
 - = Mélange sécrétions glandulaires, pollen, miel
 - => Maturité sexuelle
 - ▣ Durée de vie des abeilles augmente
 - ▣ Développement des ovaires sans reine

Besoins alimentaires



Protéines et acides aminés

- Besoins en pollen :
 - ▣ 200.000 larves => 25 kg
 - ▣ Totaux : 50 kg
- Besoins en AA:
 - ▣ 10 AA essentiels (thréonine, valine, méthionine, isoleucine, leucine, phénylalanine, histidine, leucine, phénylalanine, histidine, lysine, arginine, tryptophane)
 - Absence => arrêt de l'élevage
 - ▣ 3 Autres (proline, glycine et serine) => rôle stimulant

Besoins alimentaires



Protéines et acides aminés

- Besoins en protéines brutes :
 - ▣ Apport de 10 g protéines =
 - 48 g pollen à 30 % et 72 g pollen à 20 %
 - ▣ Si < 20 % (pauvre) arrêt de l'élevage
 - ▣ Tournesol, maïs, sarrasin
 - ▣ Si miellée => teneur en protéines > 25 % (supérieur)
 - ▣ Fruitiers, colza, trèfle blanc
 - ▣ > 30 % (excellent) => OK même si miellée intense
 - Phacélie

Besoins alimentaires



Lipides

- Lipides : proviennent du pollen (4 - 6 % (1 - 20 %))
 - Associés à une lipoprotéine dans l'hémolymphe = lipophorine = transporteur
 - Stockés dans les corps gras (triacylglycérides)
 - Besoin en stérols surtout cholestérol =
 - ⇒ membranes cellulaires
 - ⇒ précurseur d'hormones
 - ⇒ résistance aux basses T°
 - Besoin en acides gras poly-insaturés
 - Acide linoléique -> métamorphose
 - Acide linoléique -> immunité, protection >< loques
 - Lubrificateur alimentaires, phagostimulant...

Besoins alimentaires



Autres éléments

- Vitamines
 - ▣ 7 du groupe B = indispensables (?) => élevage
 - ▣ A, E, K : effets bénéfiques sur la physiologie
- Minéraux = indispensables
 - ⇒ systèmes enzymatiques
- Eau : surtout en période d'élevage
- Autres : précurseurs d'hormones, phéromones...

- Difficulté de différencier leurs rôles : synergies...



Stratégie d'approvisionnement

Butinage

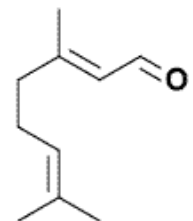


- Objectif : répondre aux besoins au moindre coût énergétique
 - ⇒ Stratégie de butinage (abeilles mellifères)
 - ⇒ Focalisation sur certaines sources
- Distance est fonction de
 - ▣ Richesse de l'environnement
 - ▣ Conditions climatiques pour le vol
 - ▣ Espèce d'abeille, force de la colonie
- Apports : max 20 sorties/jour (abeille mellifère)
- Évolution des ressources durant l'année

Récolte du nectar



- Stratégie de butinage : danses
 - ▣ Ensemble floraux importants
 - ▣ Butineuses focalisées sur les ressources les plus profitables
- Présence d'attractants dans les plantes
 - ▣ Conditionnent le comportement : saccharose
=>réponse d'alimentation
(accélère les transmissions neurologiques dans l'ensemble du cerveau),
 - ▣ Présence de stimulus : apprentissage des formes, couleurs, odeurs des sources alimentaires
 - ▣ Certains composés volatiles imitent les phéromones (géraniol, citral...) = attractants instinctifs



Récolte de miellat



- ❑ Pas de signaux spécifiques
- ❑ Plus difficile à trouver pour les abeilles
- ❑ Cela peut prendre plusieurs jours avant qu'elles ne trouvent la miellée
- ❑ On connaît mal leur stratégie de butinage sur miellat.

Zone de butinage

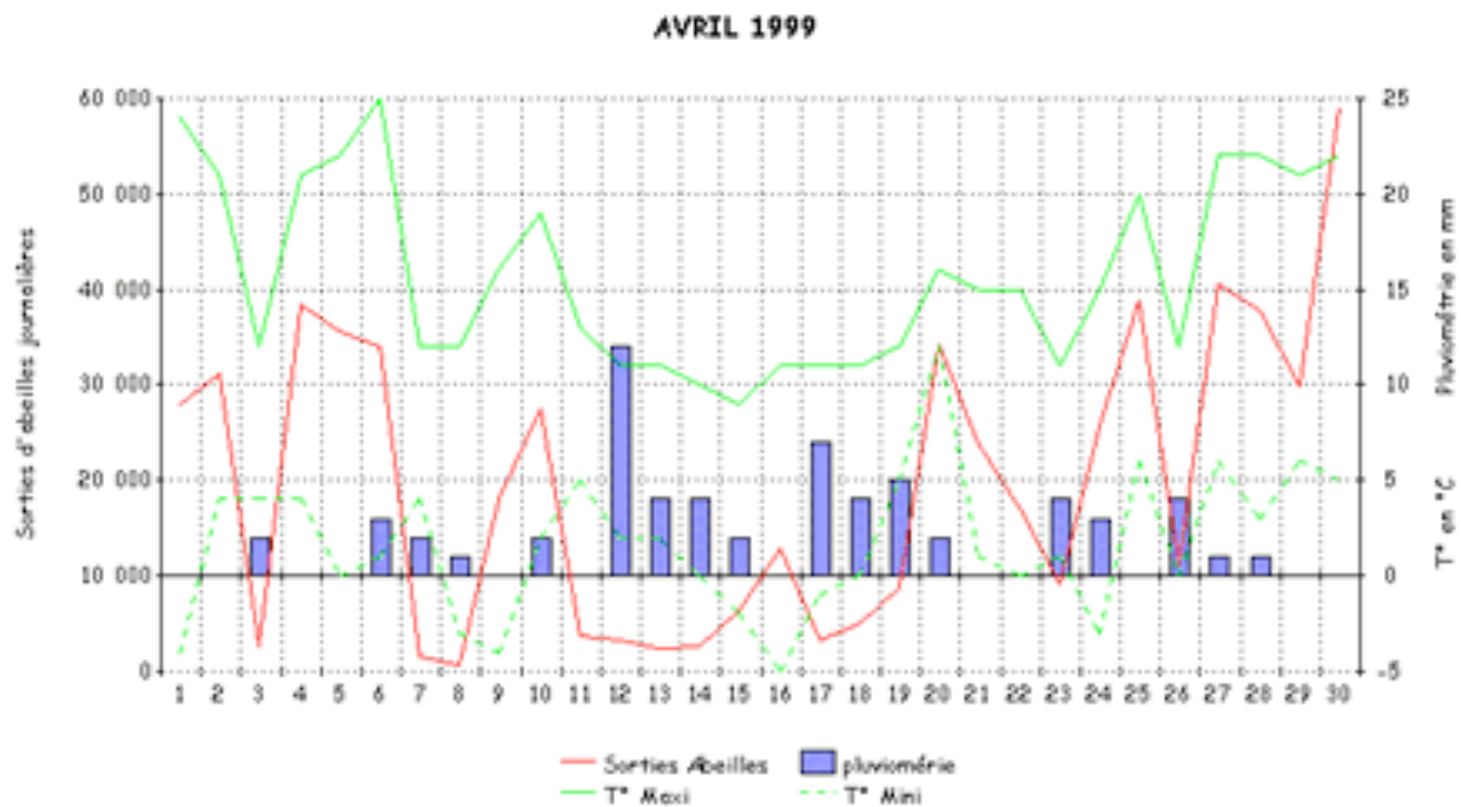
□ Printemps

□ Été

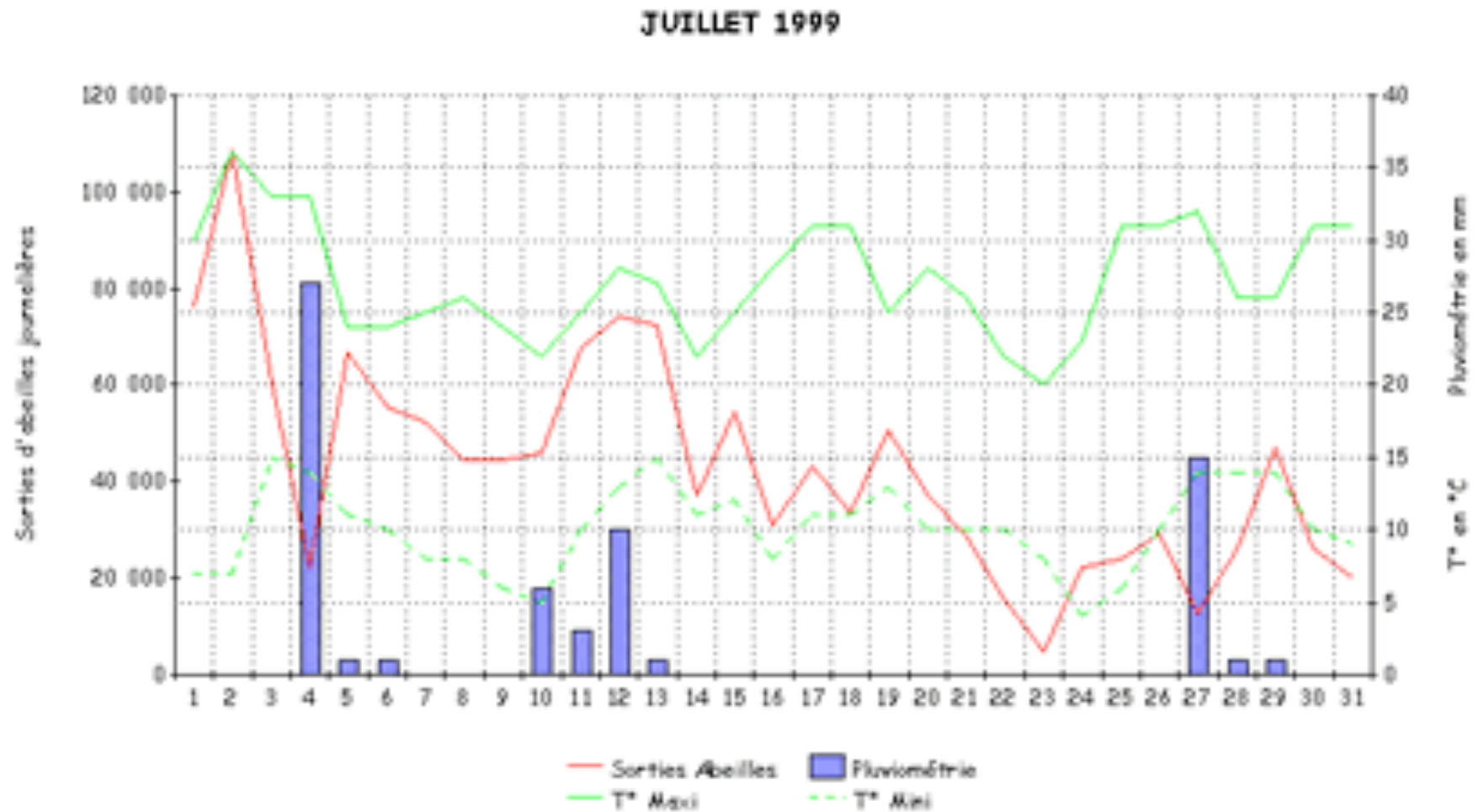


Influence du climat

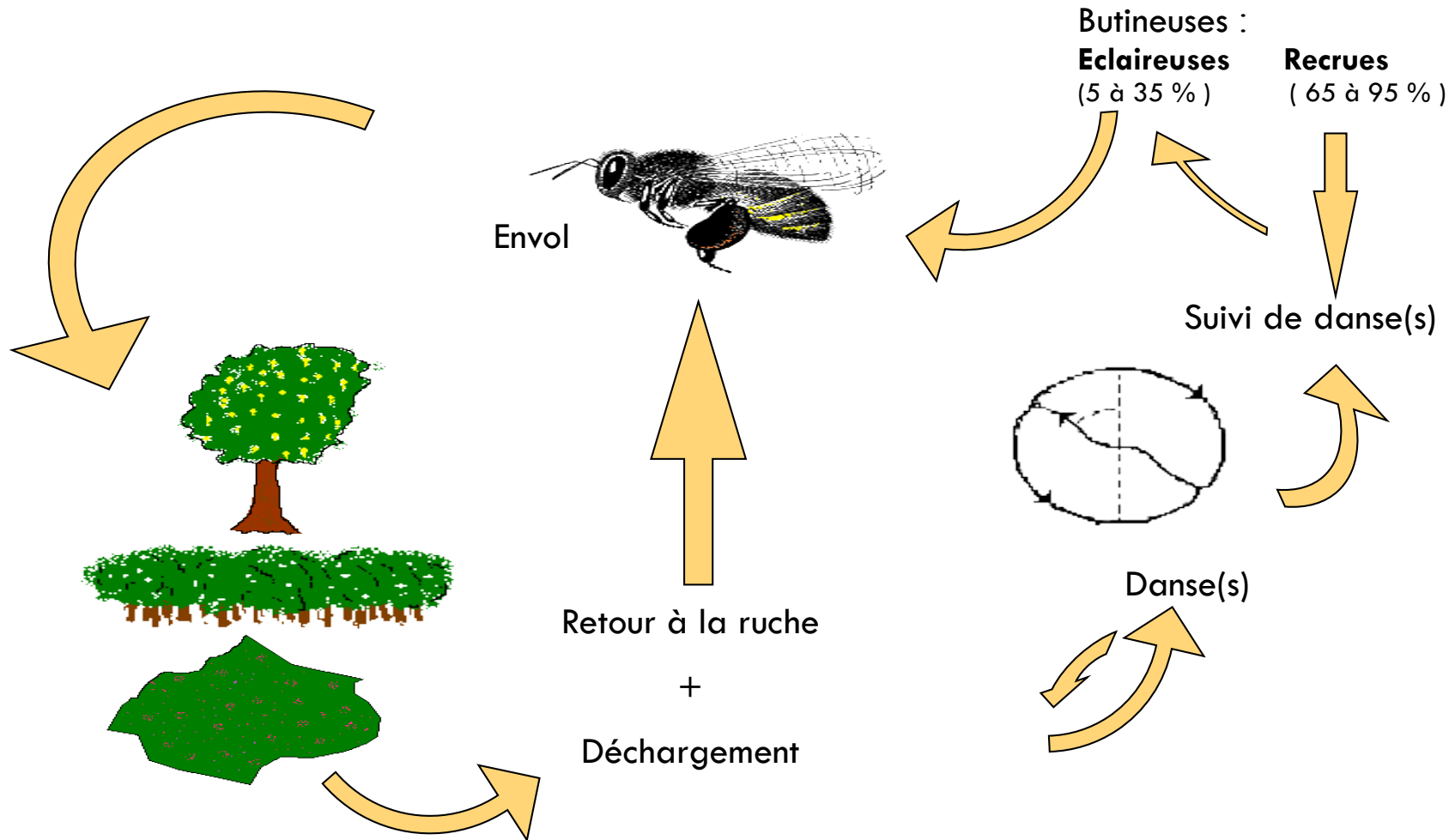
- Auvergne : étude du cycle biologique annuel (CBA) de l'abeille noire locale en 1999-2000

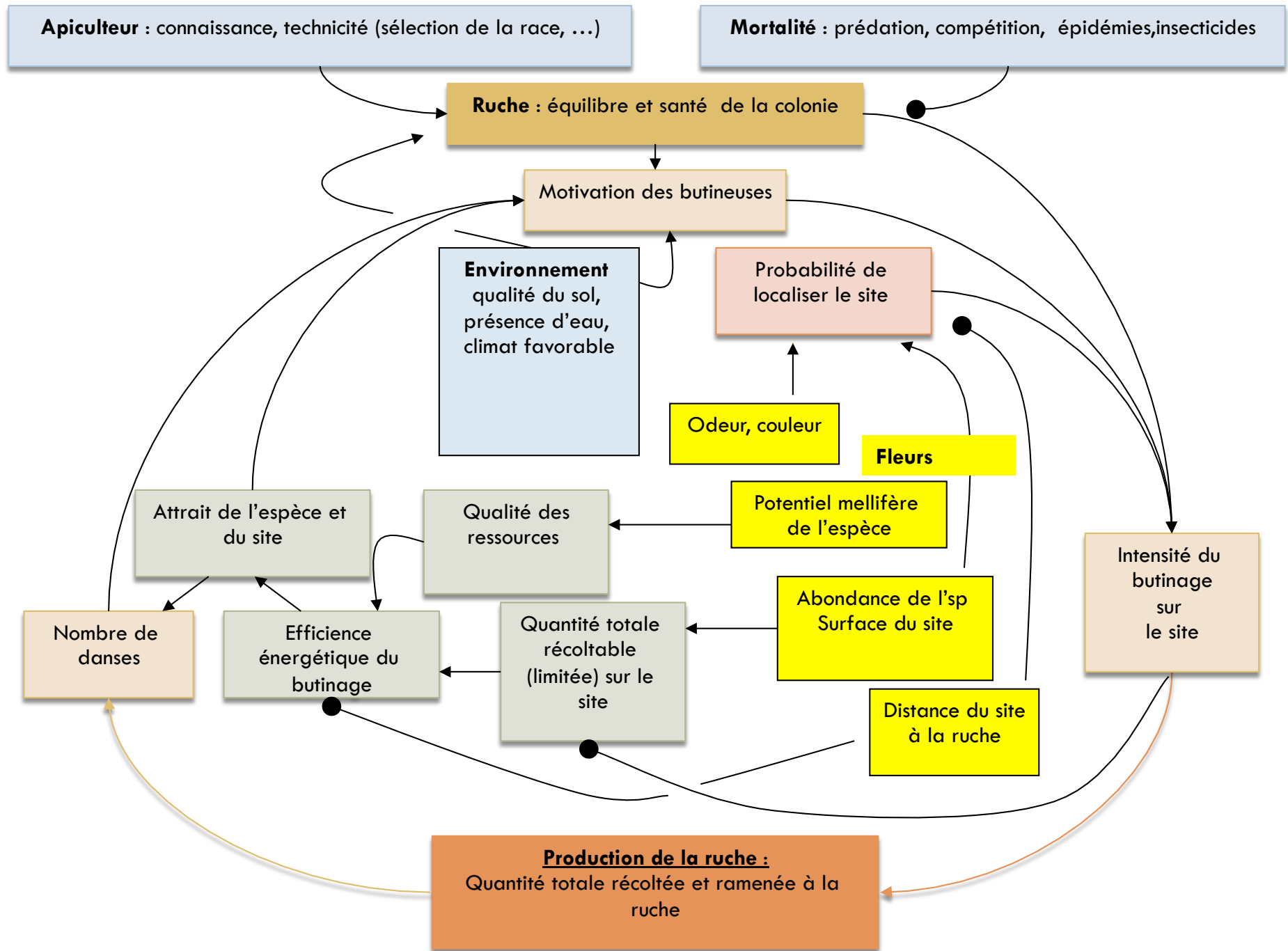


Influence du climat



Butinage de l'abeille





Butinage de l'abeille

Les bases du modèle

- Pour chacune des 13 périodes de floraison, et pour chacune des 12 zones de butinage :
 - ▣ Sélection des espèces mellifères concernées par la période de floraison.
 - ▣ Sélection des secteurs les plus attractifs pour les abeilles, sur lesquels poussent ces espèces.

$$\text{Attractivité} = C * R^2 * pm$$

$$\text{Production} = C * S * R * pm$$

$$C = 1 - (D/10000)$$

D = distance (m) du secteur

S = superficie du secteur (m²) pm = potentiel mellifère de l'espèce

R = taux de recouvrement de l'sp(%)



Inconvénients

Modèle I :

- Incohérence avec réalité :
- intérêt global \neq production potentielle
 - proportions d'espèces butinées irréalistes

Modèle II :

Productions prédites incohérentes et presque toutes identiques partout

Prédictions de butinage sur 1 ou 2 sp uniquement

Modèle I
Production totale de l'entièreté de la zone, sans aucune limite ni préférence pour certains secteurs

- Utilisation de phénophases et d'une notion d'attractivité
- Limitation du butinage à 20 secteurs max par phénophase
- Calibrage du modèle sur une moyenne de 12 ruches : limite récoltable par phénophase \approx 500 kg

Modèle II
Production limitée aux 20 secteurs les plus attractifs, et à 500 kg pour une même période de floraison

Limitation de la production pour une même espèce

Modèle III
Production limitée aux 20 secteurs les plus attractifs, et à 500 kg par espèce pour une même période de floraison

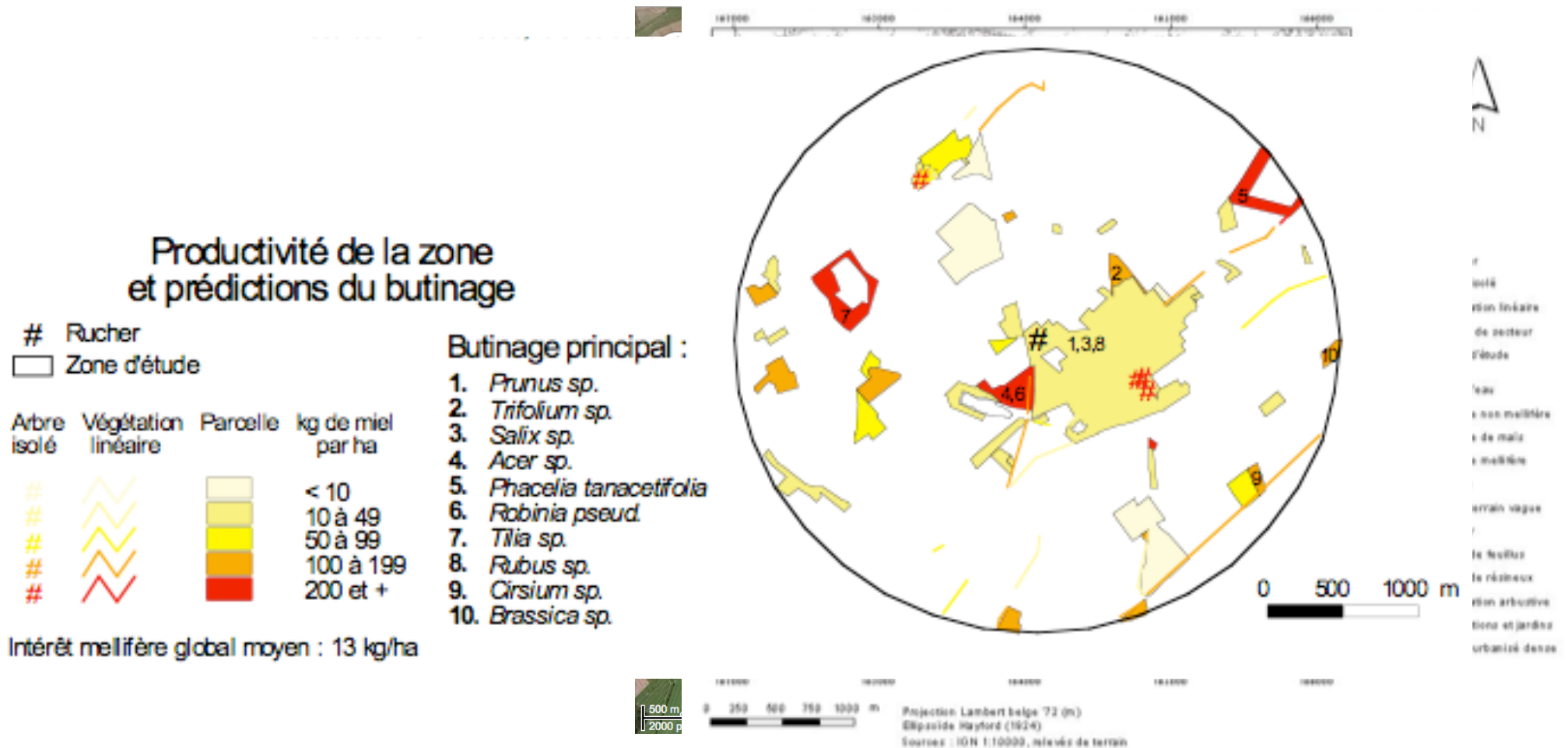
Analyse de sensibilité du modèle III



Modèle III '

L'application du modèle

Plateau hennuyer - brabançon



L'application du modèle

Gaume



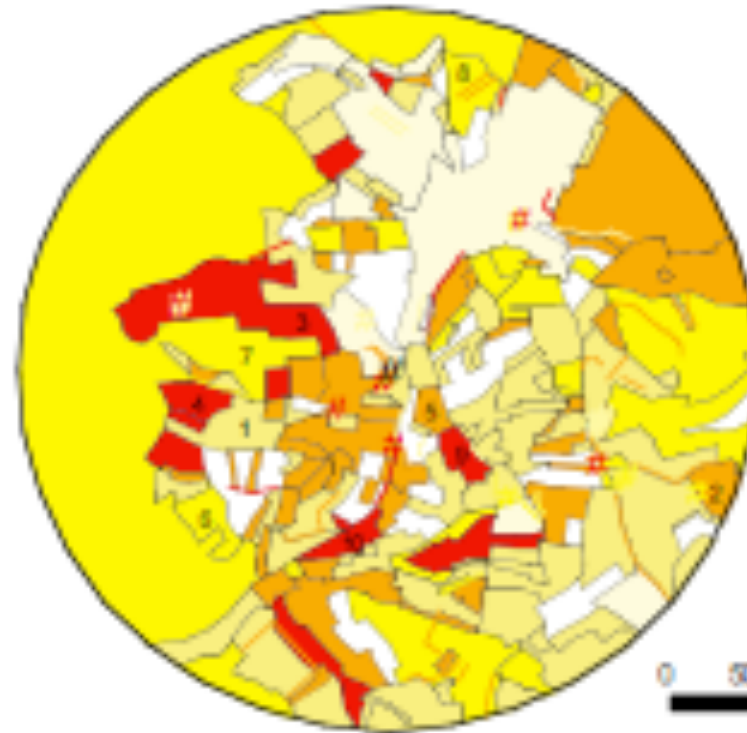
Productivité de la zone et prédictions du butinage

Rucher
 □ Zone d'étude



Butinage principal :

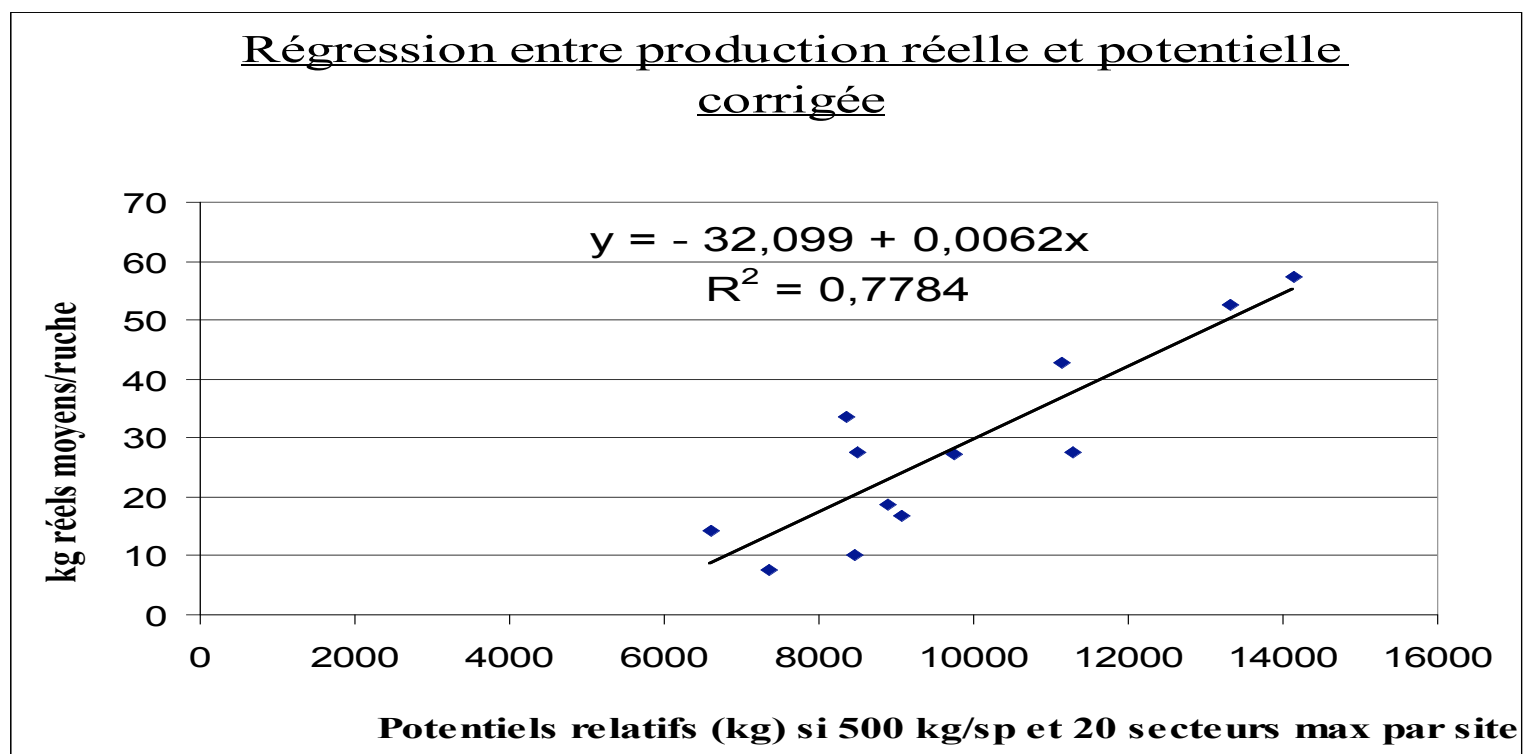
1. *Floa abies*
2. *Trifolium sp.*
3. *Cirsium sp.*
4. *Rubus sp.*
5. *Prunus sp.*
6. *Salix sp.*
7. *Acer sp.*
8. *Erasmia rapus*
9. *Epilobium angust.*
10. *Taraxacum sp.*



Intérêt mellifère global moyen : 71 kg/ha

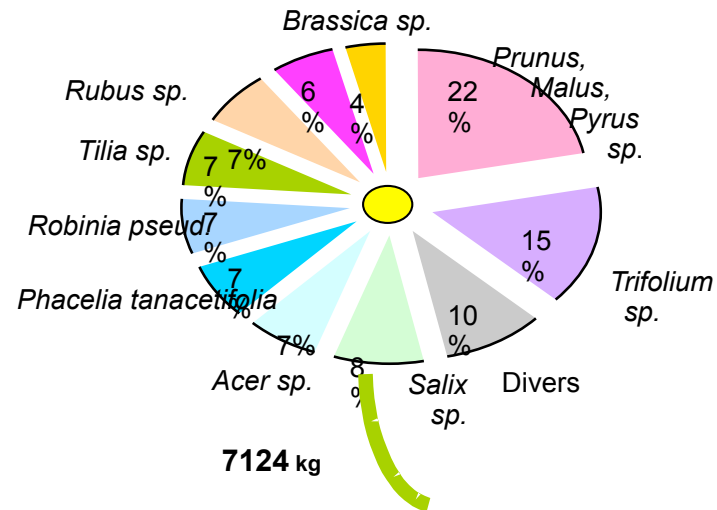


Le modèle



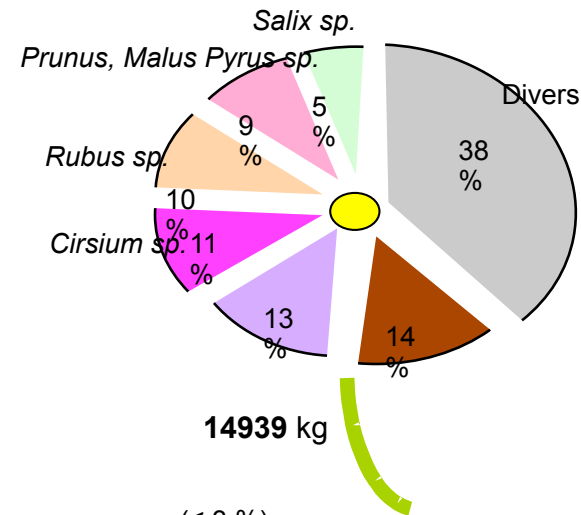
Résultats qualitatifs du modèle III

Miellée potentielle à Ligny



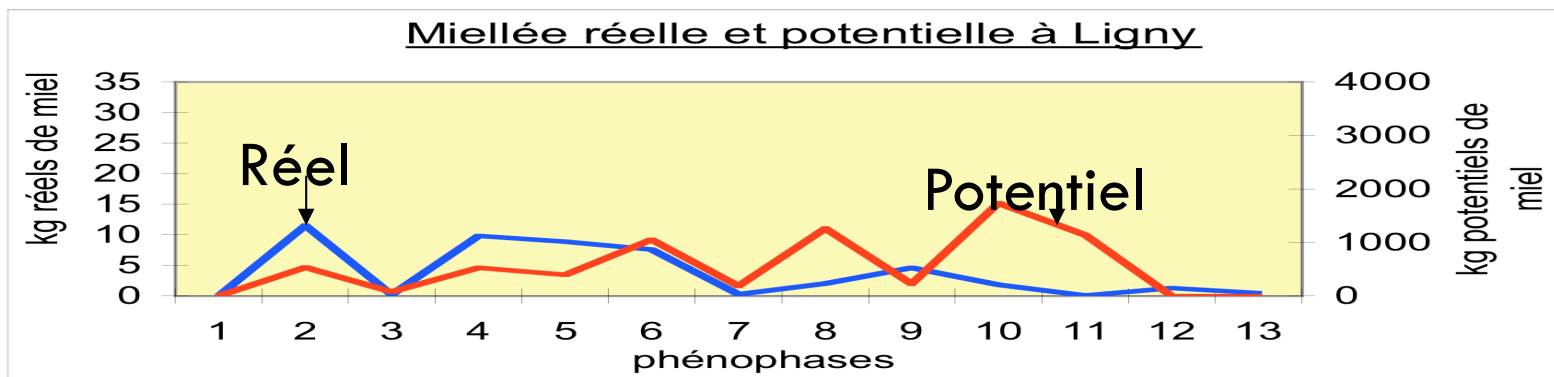
Divers ($\leq 3\%$) : *Populus sp.*, *Picea abies*, *Taraxacum sp.*, *Aesculus sp.*, *Daucus carota*...

Miellée potentielle annuelle à St Léger

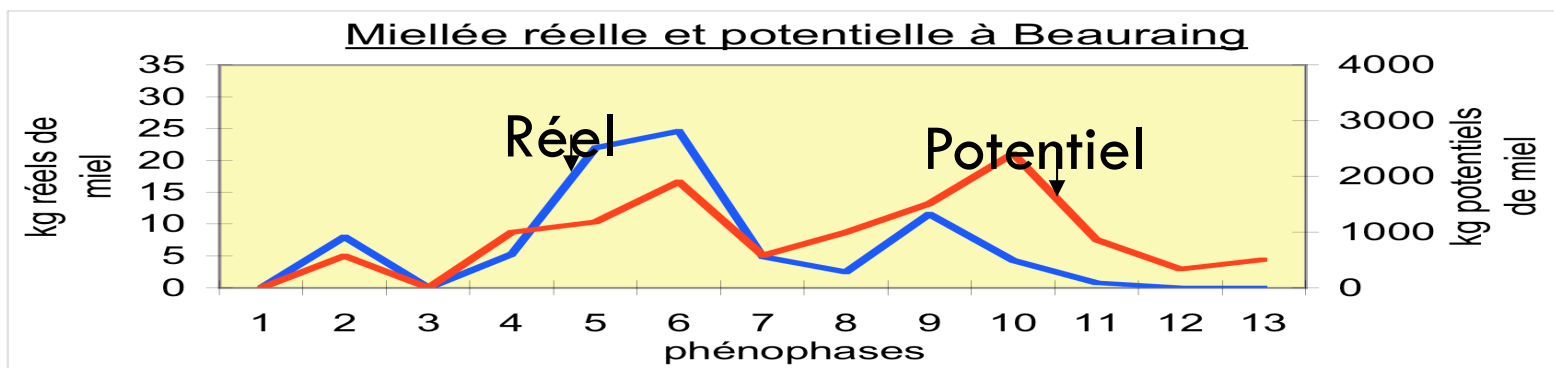


($\leq 3\%$): *Acer*, *Brassica napus*, *Epilobium angust.*, *Taraxacum sp.*, *Robinia pseudoacacia*, *Tilia sp.*, *Prunus spinosa*, *Centaurea sp.*,...

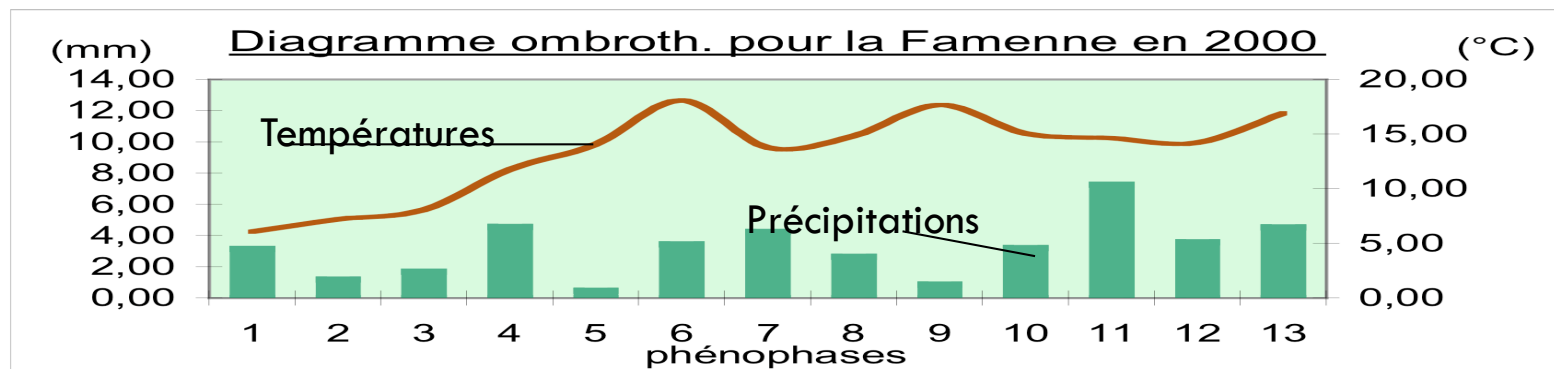
Espèces ou familles retrouvées dans le pollen	3. Ligny		9. St Léger	
<i>Prunus, Malus, Pyrus sp.</i>	1	22	3	9
<i>Rubus sp.</i>		7	2	10
<i>Salix sp.</i>	1	8	1	5
<i>Robinia pseudoacacia</i>		7		3
<i>Trifolium sp.</i>		15	2	13
<i>Brassica sp.</i> , crucifères	3	4	1	3
<i>Taraxacum sp.</i>	1	1	1	3
<i>Tilia sp.</i>	1	7		3
<i>Phacelia tanacetifolia</i>	2	7		
<i>Ranunculus sp.</i>	1	?	1	?
<i>Aesculus sp.</i>	1	1		
Féverolle, pois, luzerne				2
<i>Epilobium sp.</i>				3
Apiacées	1	1		
<i>Hedera helix</i>	1	?		
<i>Prunus spinosa</i>				2
Centaurées			1	1
Miellat (<i>Picea, Populus, Pinus sp...</i>)	1	3	1	13
Coefficient de Spearman (%)		14,0		50,8
Coefficient de Kendall (%)		9,1		38,1
% prédit et identifié dans analyses (moy:77%)		82		89



! R? 0,00



= R? 0,32 *



Le modèle

Analyse de sensibilité : conclusions

- La quantité maximale récoltable par un rucher d'une douzaine de ruches sur une même espèce durant la même phénophase ≈ 500 kg en moyenne.
- Le nombre moyen de secteurs exploitables par un rucher durant une même phénophase ≈ 20 . Si le rayon de butinage ≤ 2 km, il n'est pas nécessaire de limiter ce nombre (\Rightarrow Modèle III').
- L'attractivité d'un secteur vis à vis d'une butineuse augmente de manière exponentielle avec le taux de recouvrement de l'espèce mellifère responsable de cet attrait.
- La précision du modèle augmente avec le rayon dans lequel la flore est inventoriée.
- L'intégration dans le modèle de notions de probabilités de localisation d'un secteur par les abeilles est inutile pour un rayon ≤ 2 km.

Le modèle

Conclusions générale

- L'environnement mellifère permet de prédire les productions qualitatives et quantitatives d'un rucher.
- Cette modélisation améliore la compréhension du comportement de butinage des abeilles et montre que les abeilles visitent principalement les secteurs occupés par une espèce mellifère à recouvrement élevé, et se trouvant à une distance inférieure à 2 km.
- Plus un environnement est diversifié, plus un rucher est productif.

Butinage



Nectar & miellat

- Butinage
 - ▣ 90 % -> 5 km (si défavorable : 50 % -> 6 km - 10 % -> 9 km)
 - ▣ Ressources environnementales pour les abeilles mellifères -> 50 km²
 - ▣ Morphologie florale -> sélection des butineurs
 - ▣ Sécrétion nectarifère : quantité et conc. sucres, heure...
- Apports pour les abeilles mellifères
 - ▣ 60 - 90 jours d'apports
 - ▣ 50 % en moins de 20 j (-> 7 kg/j)
 - ▣ Si importants -> blocage de ponte
- Famine pour les abeilles mellifères = rare
 - ▣ Lié à un manque de suivi
 - ▣ Le plus fréquent :
 - en fin d'hivernage
 - Lors d'intempéries après récolte du miel

Stratégie d'approvisionnement

Pollen

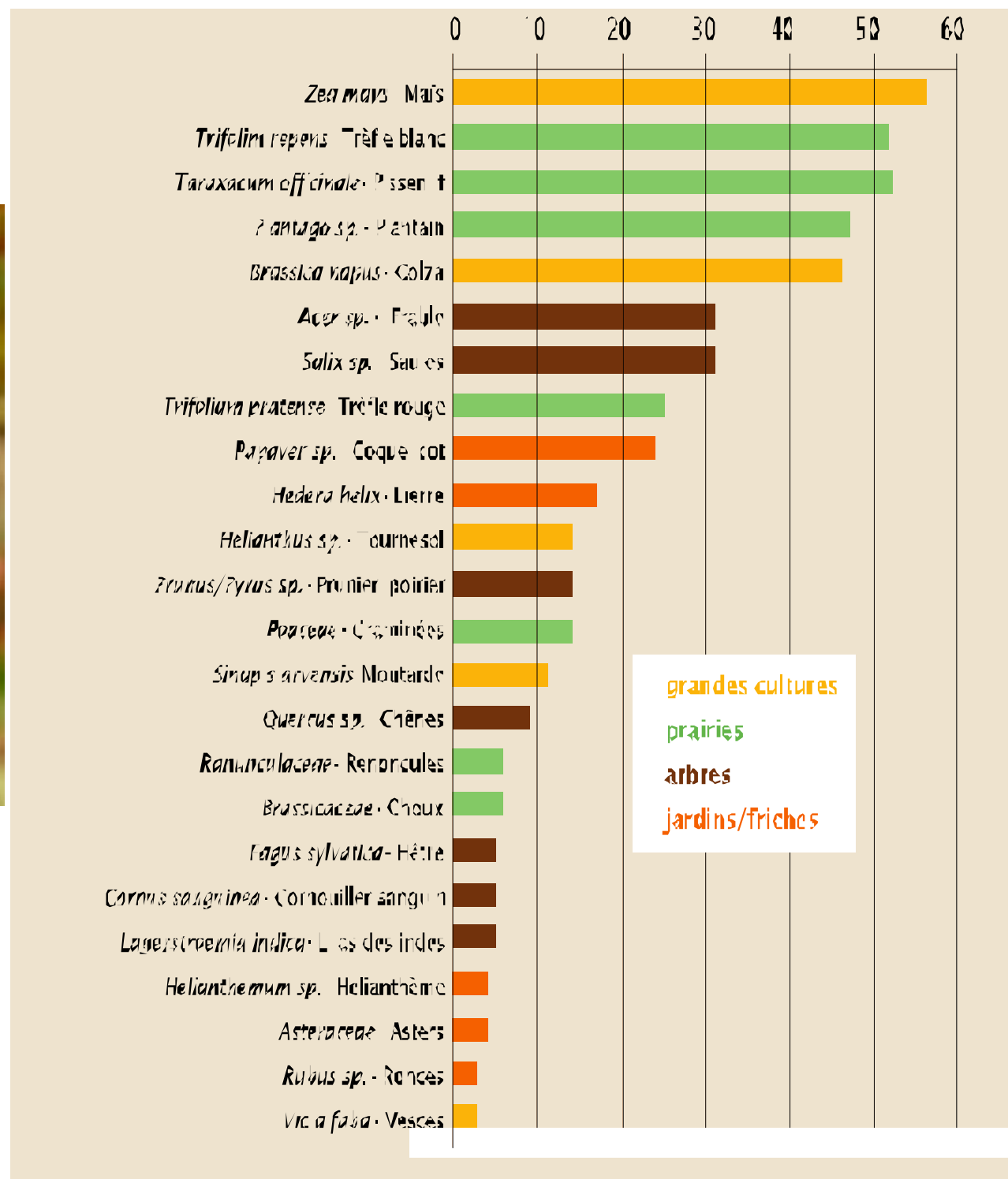
- Vont dépendre des
 - Besoins de la colonie : larves, réserves disponibles...
 - Ressources environnementales (teneur en protéines)
 - Conditions climatiques
 - Attractivité des pollens :
 - Lipides (surtout acides gras insaturés)
 - Teneur en protéines
 - Récepteurs généraux pour les flavonoïdes
 - Rôle des AA ?
 - odeur, couleur
 - Réponse à des besoins spécifiques (bourdons : arbousier délaissé par les abeilles car sans cholestérol)...

La récolte

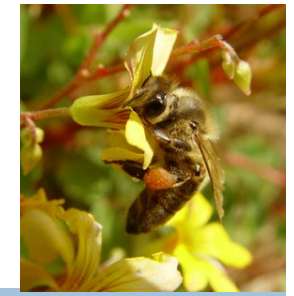


Par l'abeille

- Pollen déposé par l'abeille dans les rayons
 - ▣ Pas de danse
 - ▣ Stratégie de butinage ?
- Apports très diversifiés
 - ▣ Diversité importante des sources
 - ▣ Évolution rapide dans le temps
- Quelques espèces comme base de l'alimentation



Stratégie d'approvisionnement



Pollen

- Diversité des sources : mars : 10 – sept. : 18 – oct. : 15

	Alouette rieuse	Saie	Trèfle	Crucifère	Orchis	Phacélie	Maïs	Graminées	Phacélie	Phacélie	Phacélie	Phacélie	Phacélie	Phacélie	Phacélie	Phacélie	Phacélie	Phacélie	Phacélie	Phacélie
mars	0,7	1,0	0,7																	
avril		1,0	1,6	0,7	1,0	1,6	0,7													
mai		0,7	1,6		1,0	0,7		0,7												
juin					1,0	0,6		0,6	0,8	0,6	0,8									
juillet					0,8	0,5		0,6			1,0	1,0	4,8	0,5						
août					0,7	0,6					1,0	1,1			0,6					
septembre						0,9						4,6				0,8				
octobre						0,6					0,7						0,9	4,6		

Liste des fleurs ou espèces de pollen récoltés par plus de 50 % des colonies (en 1 = 100 % à 0,5 = 50 %) dans un cadre situé en zone rurale ou à proximité de zone agricole.

- => Carence = très rare (théorique)
 - ▣ Cadres de colonies à problèmes (dépérissement)
 - 6,5 pollens ≠ (2 – 11)
 - Trèfles 100 %, grami., crucif. 80 %, lierre, maïs 50 %, châtaignier, phacélie (40 %)



Les outils de contrôle et leur suivi

Nutrition et malnutrition

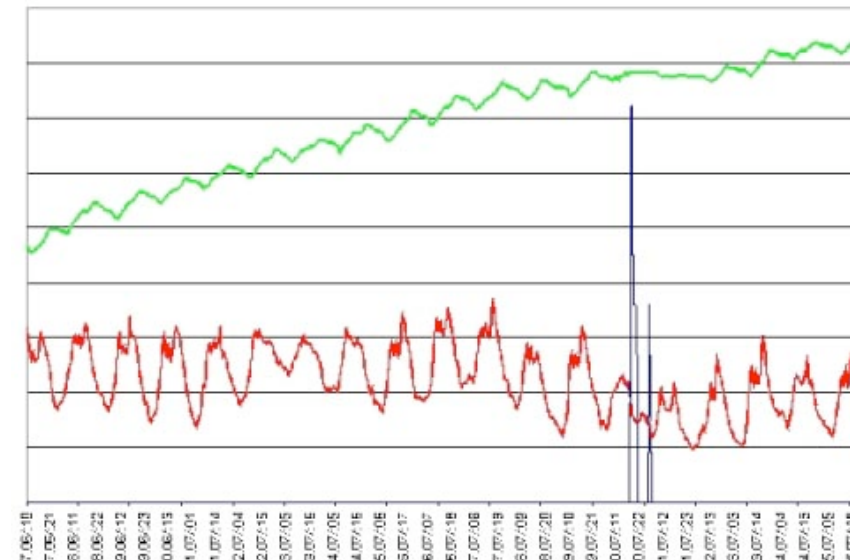


En pratique

- Enjeux très importants pour l'abeille
- Apiculteur pas toujours conscient de l'enjeu pour l'avenir de ses colonies
- Attention particulière à apporter dans les cas critiques
 - ▣ Circuits de transhumance adaptés
 - ▣ Choix des emplacements
 - ▣ Apports de cadres de pollen en cas de besoin...
- => Outils de SUIVI

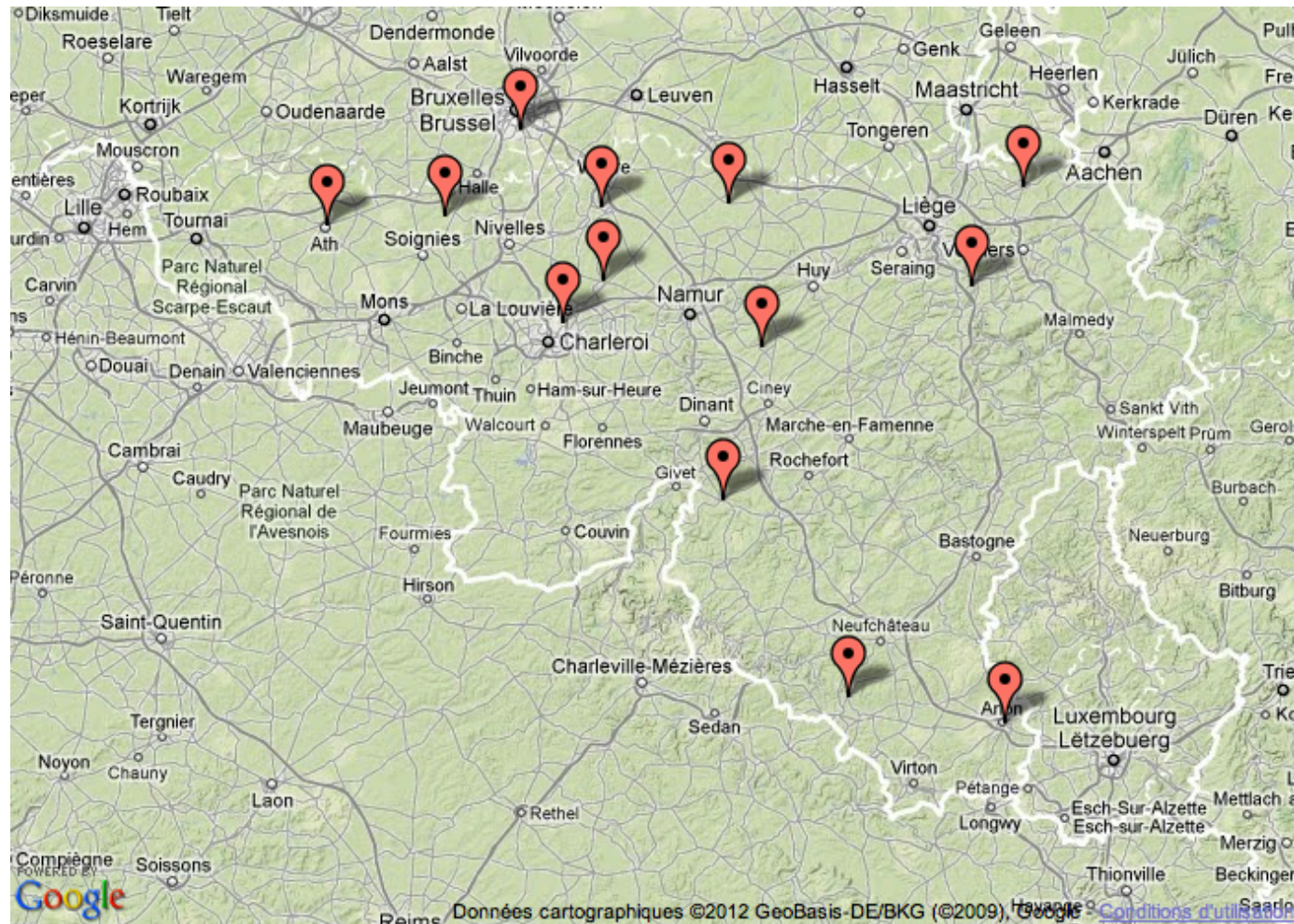
Les balances

- Capaz GSM 200 Balance SMS
 - ▣ Poids, T°, HR, pluie



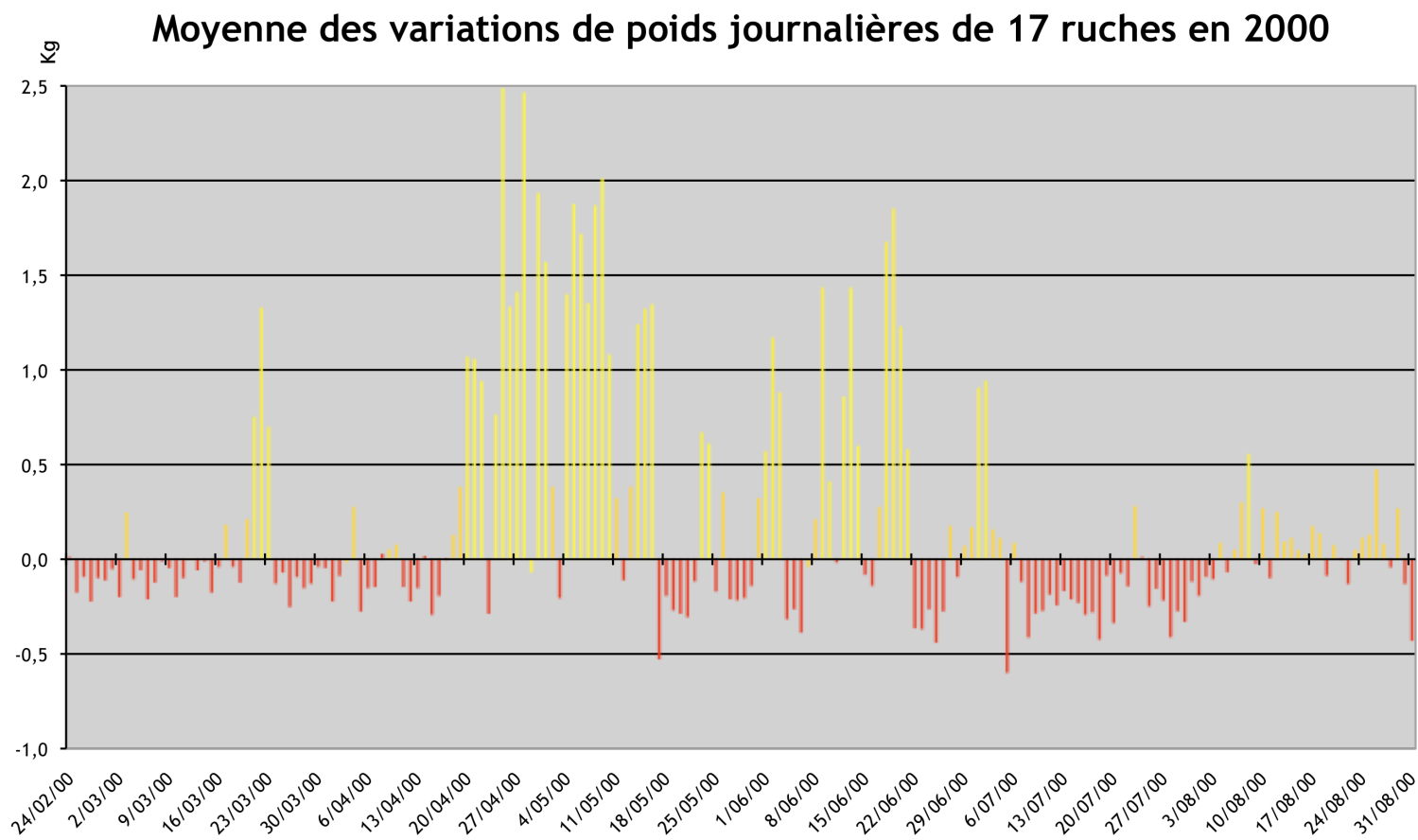
Suivi des miellées

Les balances



Suivi des miellées

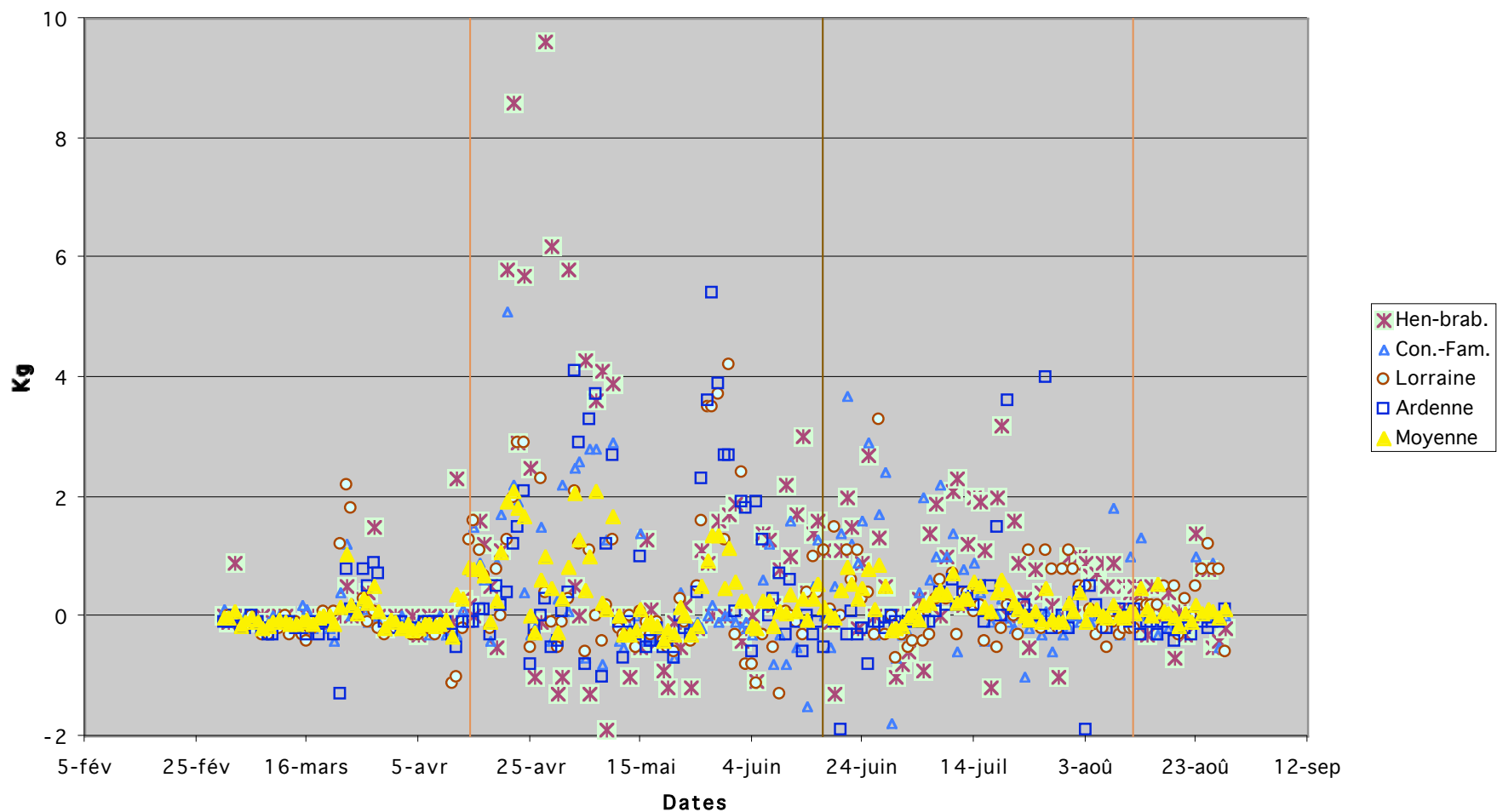
Les balances



Suivi des miellées

Les balances

Variations de poids



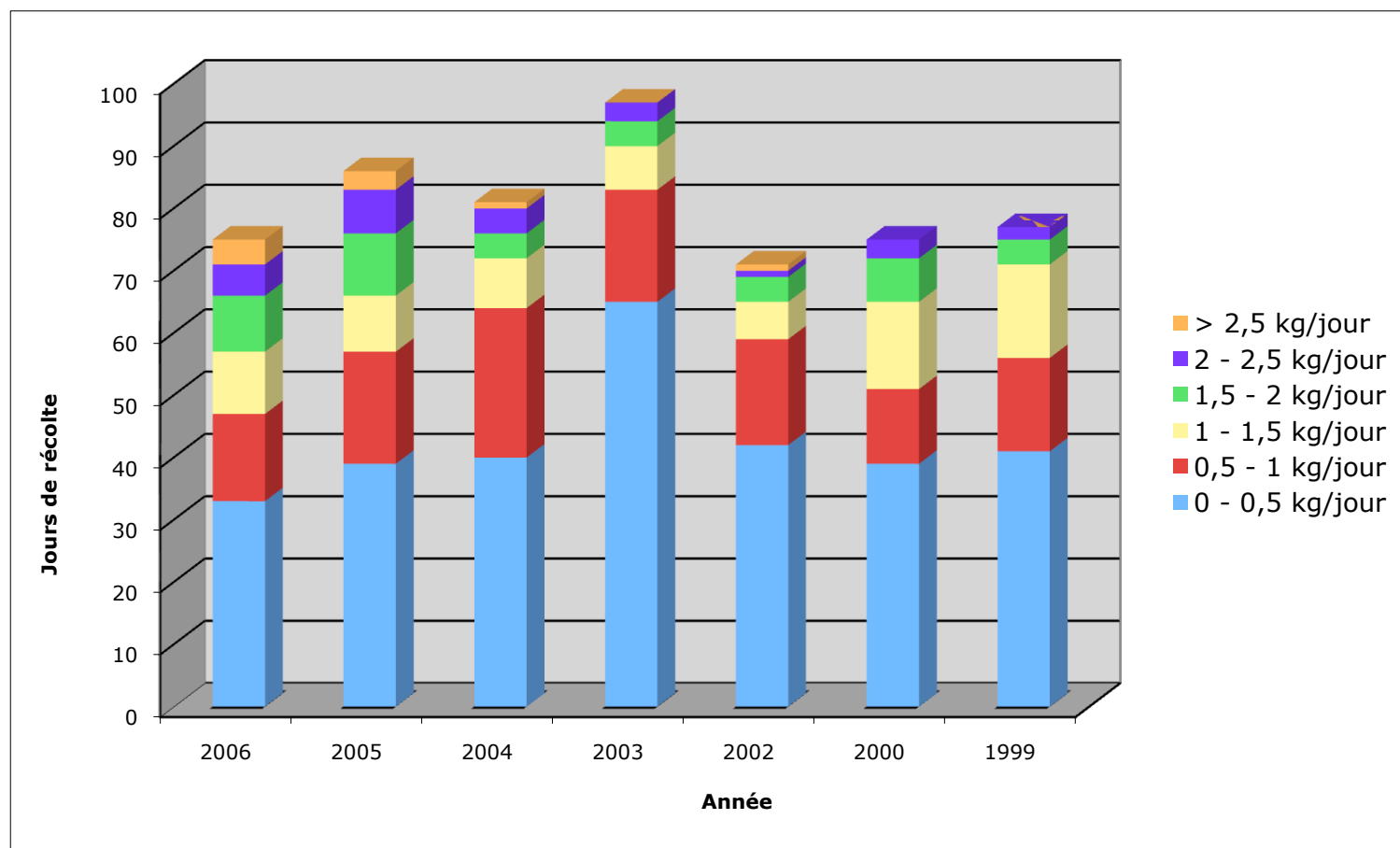
Suivi des miellées

Récolte/jour

- Très variable du 15 avril au 15 juillet
- Récolte de nectar pouvant dépasser 7 kg/jour
- Moyenne rarement supérieure à 2,5 kg/jour
- Les pertes de poids importantes suivent les grosses récoltes (séchage du nectar)

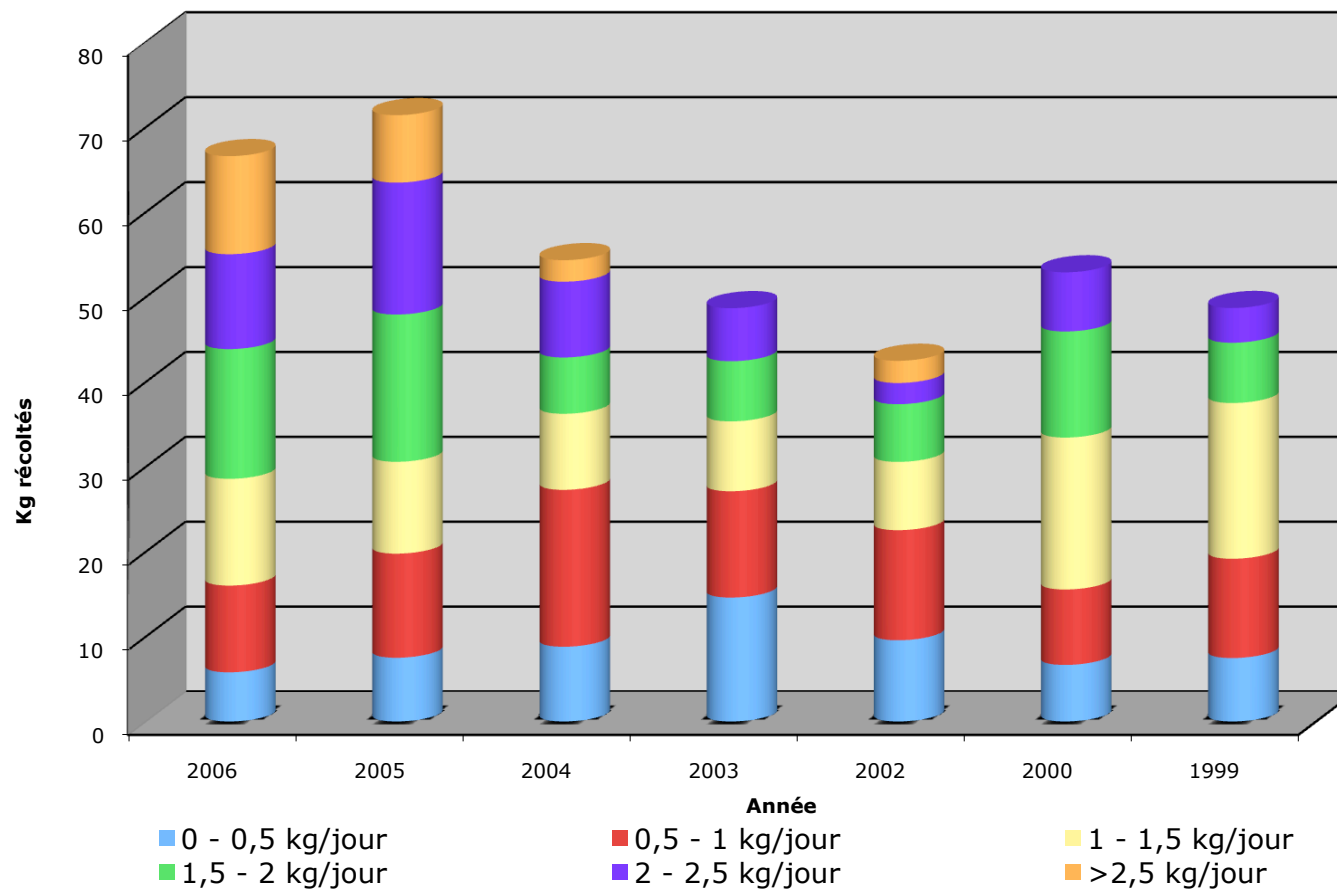
Suivi des miellées

Jours de récolte



Suivi des miellées

Importance des récoltes



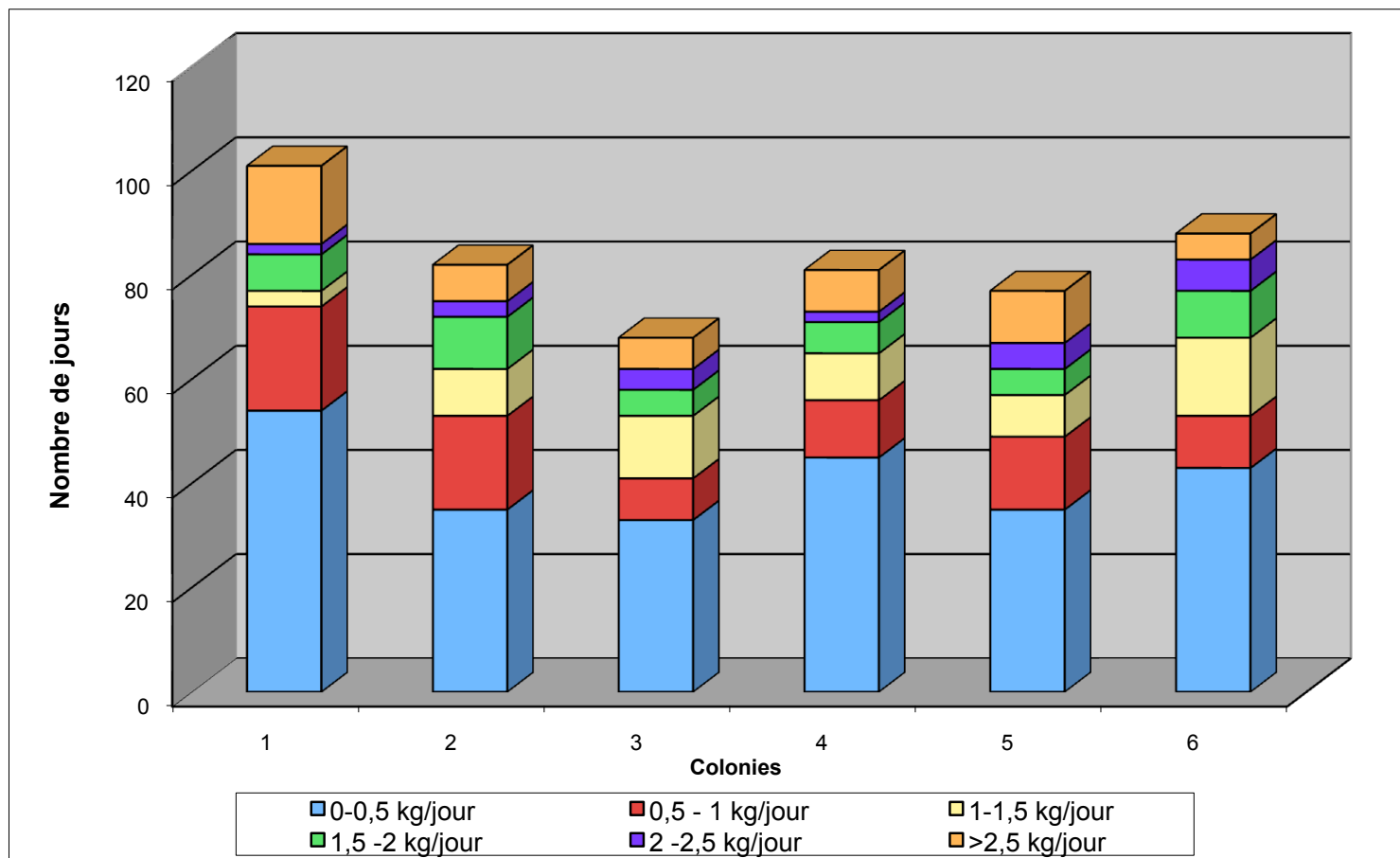
Suivi des miellées

Apports journaliers moyens

- On constate des apports environ 1 jour / 4 jours
- Les apports moyens se répartissent en Wallonie
 - ▣ 100 % de la récolte en 80 j
 - ▣ 84 % de la récolte en 38 j
 - ▣ 62 % de la récolte en 21 j
 - ▣ 40 % de la récolte en 11 j
 - ▣ 21 % de la récolte en 5 j
 - ▣ 6 % de la récolte en 1 j

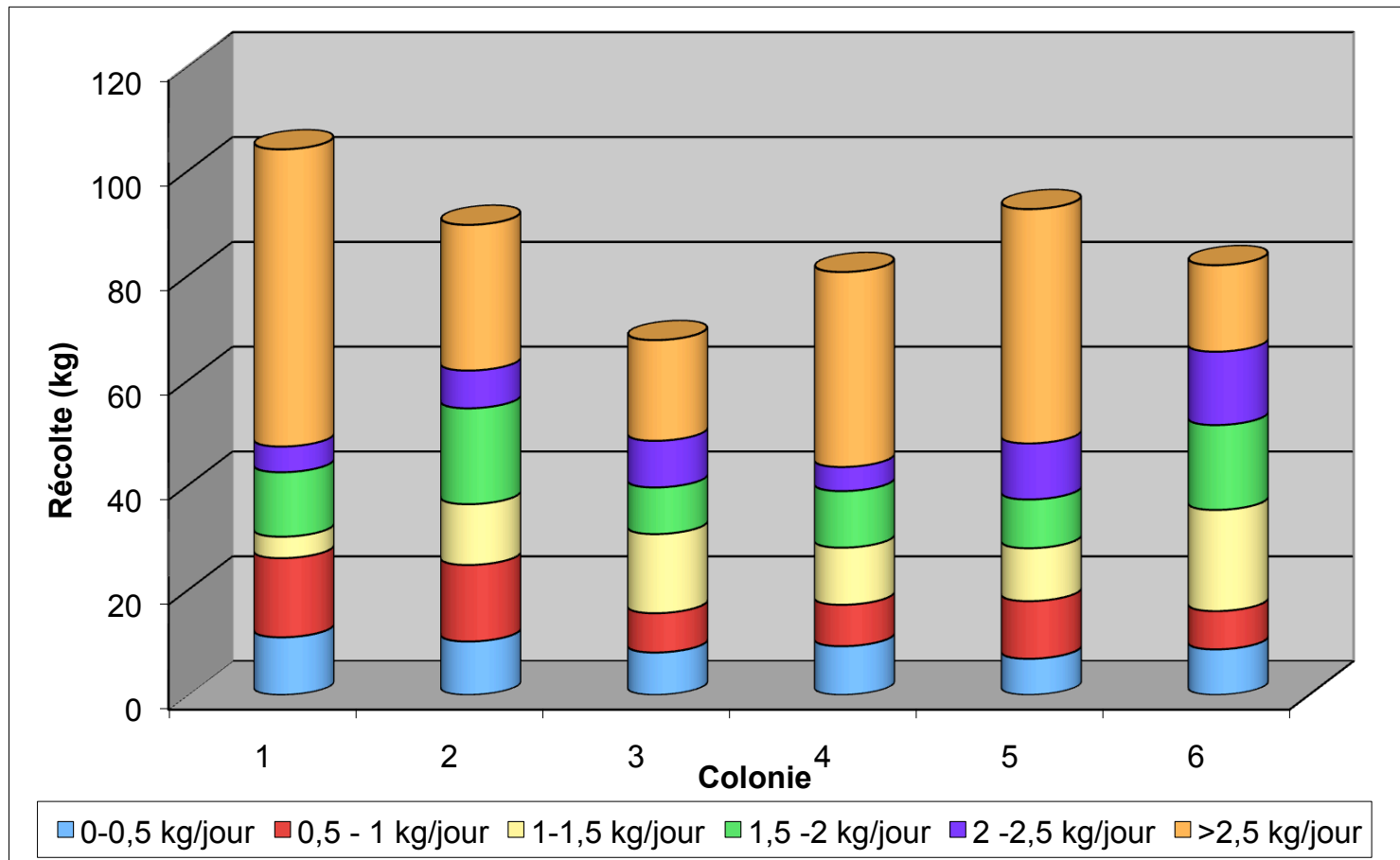
Suivi des miellées

Jours de récolte (par colonie)



Suivi des miellées

Récolte/jour (colonies)



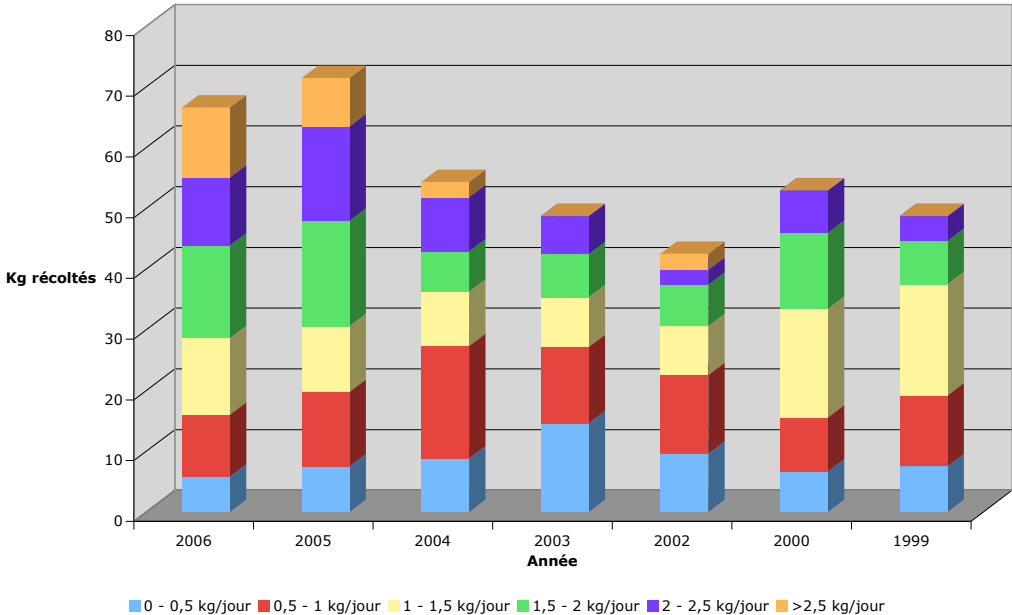
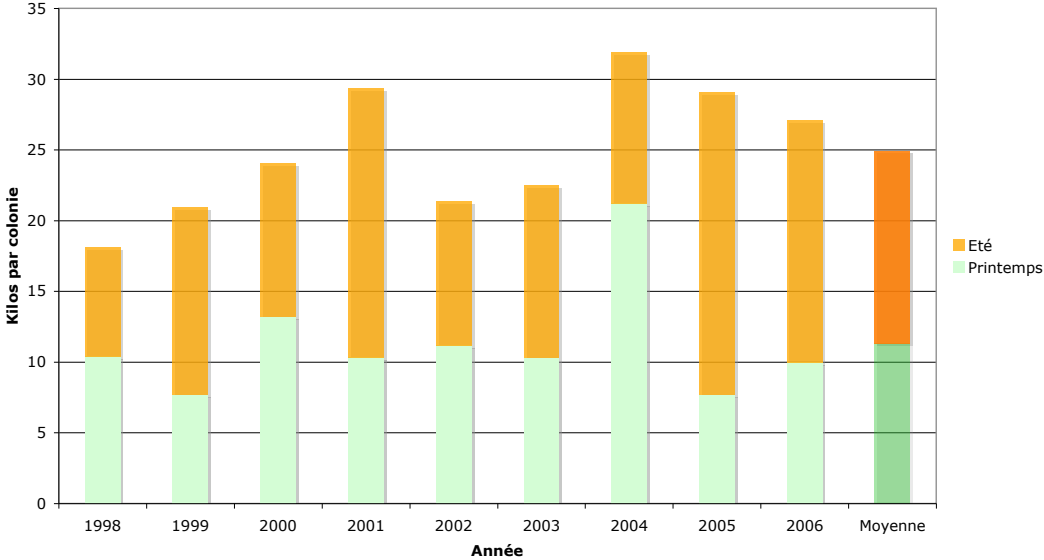
Suivi des miellées

Apports journaliers (6 colonies)

- Les apports moyens se répartissent en Wallonie sur 6 colonies en 2006
 - 100 % de la récolte en 83 j (68 - 101 j)
 - 90 % de la récolte en 42 j
 - 77 % de la récolte en 29 j
 - 63 % de la récolte en 19 j
 - 49 % de la récolte en 12 j
 - 39 % de la récolte en 9 j

Evolution des récoltes de miel

Evolution des miellées



Suivi des miellées - questionnaire

□ Quantité par ruche de production

- Printemps : 23,5 (20,2) kg
- Été : 10,4 (21,1) kg
- Totale : 33,1 (42,1) kg

□ Quantité moyenne par apiculteur

- Printemps : 379 (309) kg
- Été : 171 (348) kg
- Totale : 550 (636) kg

□ Prix du miel

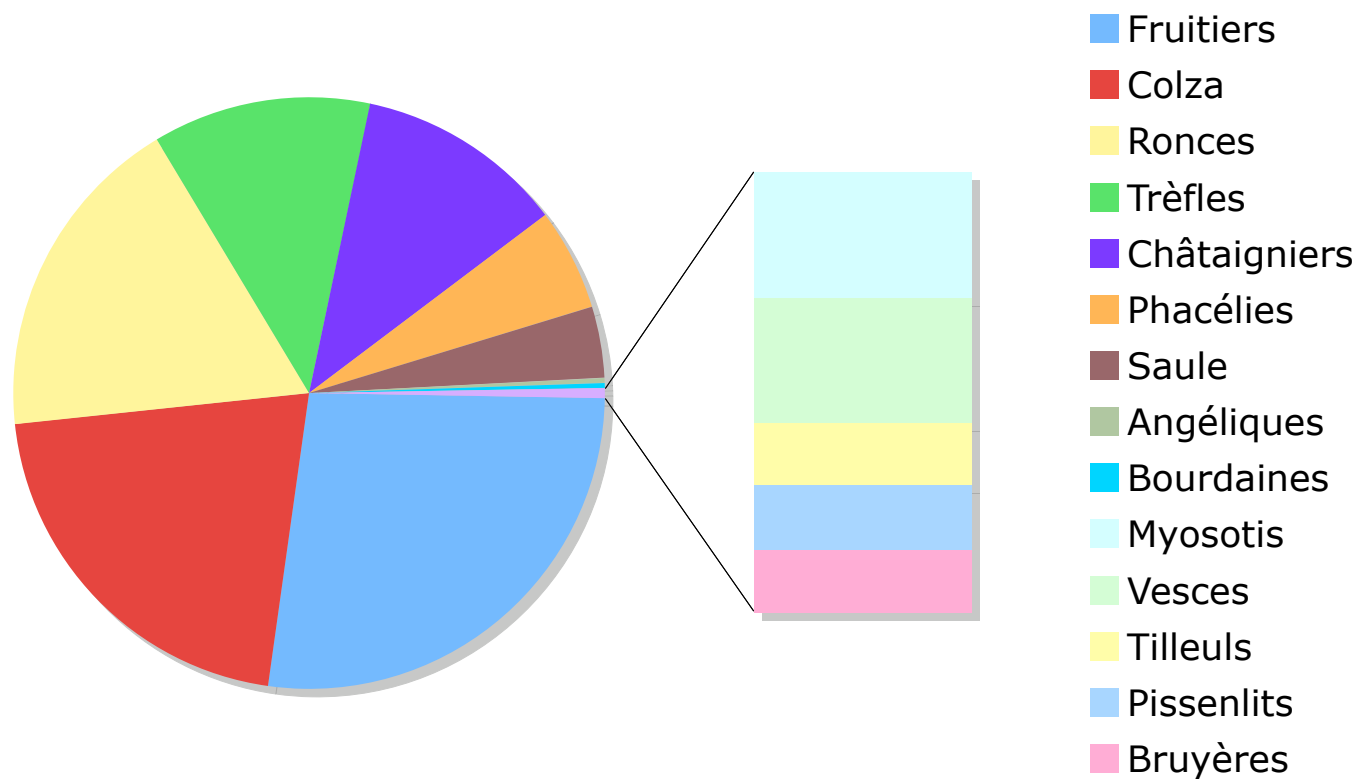
- Détail : 9,92 (9,71) €
- Revendeur : 7,60 (8,06) €



Les analyses

Pollens dans les miels

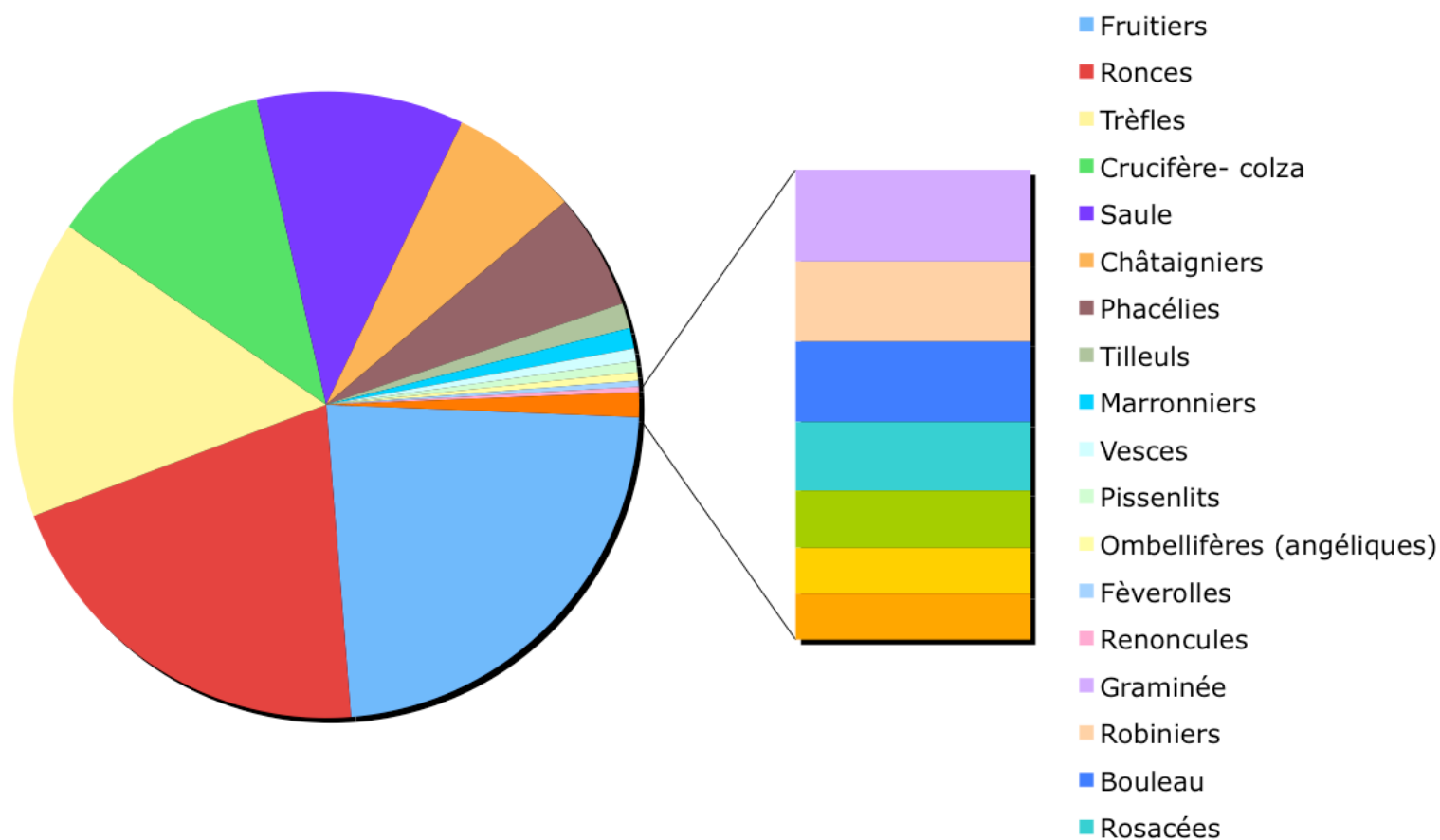
Pollens dominants



Les analyses

Pollens dans les miels

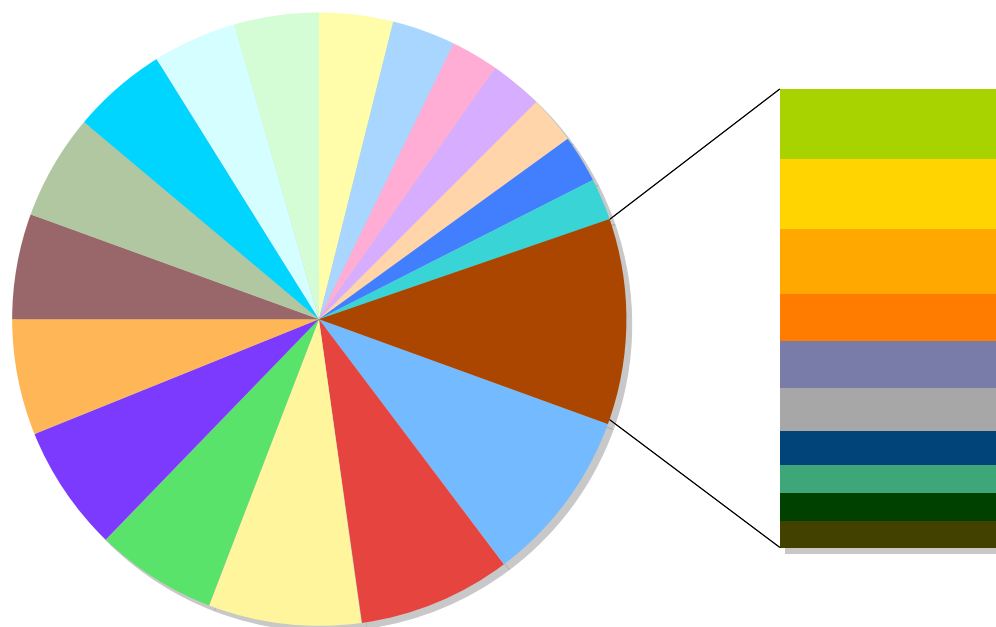
Accompagnement



Les analyses

Pollens dans les miels

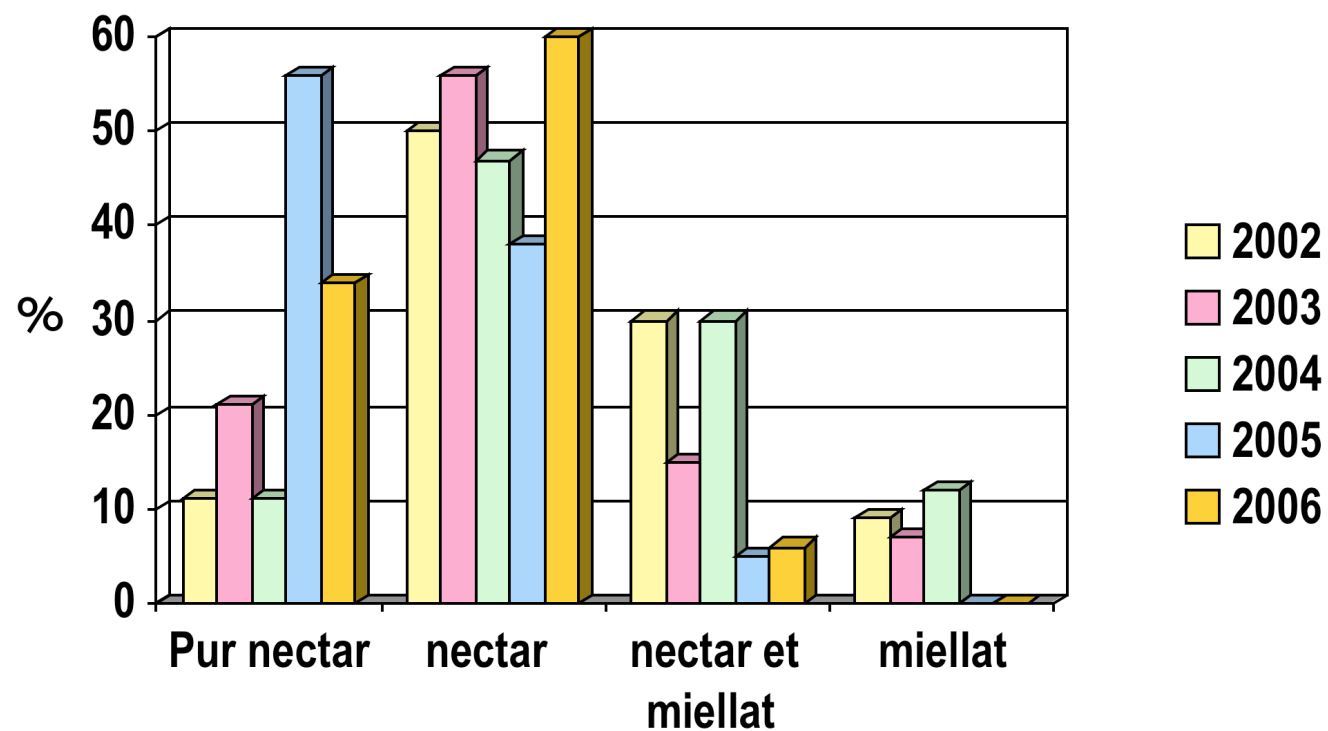
Isolés



- | | | | | | | | |
|--------------|--------------|--------------|-----------|-------------|------------|-----------|-----------|
| renoncules | graminées | saules | trèfles. | marronniers | Crucifères | bouleau | ronces |
| fruitiers | pissenlits | ombellifères | plantains | Pins | vesses | phacélies | tilleuls |
| rosacés | Châtaigniers | hêtres | composés | myosotis | campanule | poacées | conifères |
| Groseilliers | noisetiers | épilobes | aulnes | | | | |

Les analyses

Conductivité des miels



Les plantes importantes



Les plantes importantes



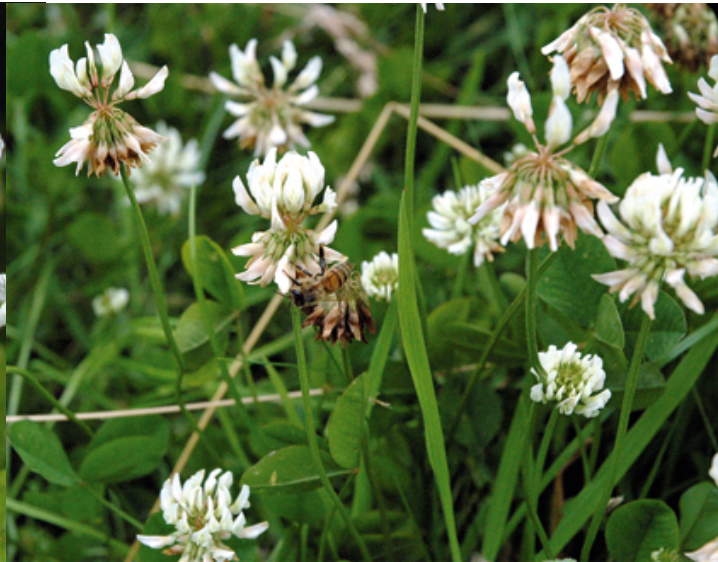
Les plantes importantes



Les plantes importantes



Les plantes importantes



Les plantes importantes





Merci pour votre attention