



Open Archive TOULOUSE Archive Ouverte (OATAO)

OATAO is an open access repository that collects the work of Toulouse researchers and makes it freely available over the web where possible.

This is an author-deposited version published in : <http://oatao.univ-toulouse.fr/>
Eprints ID : 10847

To cite this version :

Citerne, Philippe. *Approche économique de la reproduction chez la Blonde d'Aquitaine*. Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse - ENVT, 2013, 106 p.

Any correspondence concerning this service should be sent to the repository administrator: staff-oatao@inp-toulouse.fr.

ANNEE 2013 THESE : 2013 – TOU 3 – 4082

APPROCHE ÉCONOMIQUE DE LA REPRODUCTION CHEZ LA BLONDE D'AQUITAINE

THESE
pour obtenir le grade de
DOCTEUR VETERINAIRE

DIPLOME D'ETAT

*présentée et soutenue publiquement
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse*

par

CITERNE Philippe

Né, le 27 décembre 1987 à Limoges (87)

Directeur de thèse : M. Didier RABOISSON

JURY

PRESIDENT :

M. Laurent MOLINIER

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESEURS :

M. Didier RABOISSON

Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

M. Pierre SANS

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

Ministère de l'Agriculture de l'Agroalimentaire et de la Forêt
ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE

Directeur : M. A. MILON

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

- M. **AUTEFAGE André**, *Pathologie chirurgicale*
- M. **CORPET Denis**, *Science de l'Aliment et Technologies dans les Industries agro-alimentaires*
- M. **DELVERDIER Maxence**, *Anatomie Pathologique*
- M. **ENJALBERT Francis**, *Alimentation*
- M. **EUZEBY Jean**, *Pathologie générale, Microbiologie, Immunologie*
- M. **FRANC Michel**, *Parasitologie et Maladies parasitaires*
- M. **MARTINEAU Guy**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*
- M. **PETIT Claude**, *Pharmacie et Toxicologie*
- M. **REGNIER Alain**, *Physiopathologie oculaire*
- M. **SAUTET Jean**, *Anatomie*
- M. **SHELCHER François**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*

PROFESSEURS 1° CLASSE

- M. **BERTHELOT Xavier**, *Pathologie de la Reproduction*
- M. **BOUSQUET-MELOU Alain**, *Physiologie et Thérapeutique*
- Mme **CLAUW Martine**, *Pharmacie-Toxicologie*
- M. **CONCORDET Didier**, *Mathématiques, Statistiques, Modélisation*
- M. **FOUCRAS Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- M. **LEFEBVRE Hervé**, *Physiologie et Thérapeutique*

PROFESSEURS 2° CLASSE

- Mme **BENARD Geneviève**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
- M. **BERTAGNOLI Stéphane**, *Pathologie infectieuse*
- Mme **CHASTANT-MAILLARD Sylvie**, *Pathologie de la Reproduction*
- M. **DUCOS Alain**, *Zootéchnie*
- M. **DUCOS DE LAHITTE Jacques**, *Parasitologie et Maladies parasitaires*
- Mme **GAYRARD-TROY Véronique**, *Physiologie de la Reproduction, Endocrinologie*
- M. **GUERRE Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
- Mme **HAGEN-PICARD Nicole**, *Pathologie de la Reproduction*
- M. **JACQUIET Philippe**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
- M. **LIGNEREUX Yves**, *Anatomie*
- M. **MEYER Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- M. **PICAVET Dominique**, *Pathologie infectieuse*
- M. **SANS Pierre**, *Productions animales*
- Mme **TRUMEL Catherine**, *Pathologie médicale des Equidés et Carnivores*

PROFESSEURS CERTIFIES DE L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE

- Mme **MICHAUD Françoise**, *Professeur d'Anglais*
- M. **SEVERAC Benoît**, *Professeur d'Anglais*

MAITRES DE CONFERENCES HORS CLASSE

- M. **BAILLY Jean-Denis**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
M. **BERGONIER Dominique**, *Pathologie de la Reproduction*
Mlle **BOULLIER Séverine**, *Immunologie générale et médicale*
Mme **BOURGES-ABELLA Nathalie**, *Histologie, Anatomie pathologique*
M. **BRUGERE Hubert**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
Mlle **DIQUELOU Armelle**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
M. **JOUGLAR Jean-Yves**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*
Mme **LETRON-RAYMOND Isabelle**, *Anatomie pathologique*
M. **LYAZRHI Faouzi**, *Statistiques biologiques et Mathématiques*
M. **MATHON Didier**, *Pathologie chirurgicale*
Mme **PRIYMENKO Nathalie**, *Alimentation*

MAITRES DE CONFERENCES (classe normale)

- M. **ASIMUS Erik**, *Pathologie chirurgicale*
Mme **BENNIS-BRET Lydie**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*
Mlle **BIBBAL Delphine**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
Mme **BOUCLAINVILLE-CAMUS Christelle**, *Biologie cellulaire et moléculaire*
Mlle **CADIERGUES Marie-Christine**, *Dermatologie*
M. **CONCHOU Fabrice**, *Imagerie médicale*
M. **CORBIERE Fabien**, *Pathologie des ruminants*
M. **CUEVAS RAMOS Gabriel**, *Chirurgie Equine*
Mme **DANIELS Hélène**, *Microbiologie-Pathologie infectieuse*
M. **DOSSIN Olivier**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
Mlle **FERRAN Aude**, *Physiologie*
M. **GUERIN Jean-Luc**, *Elevage et Santé avicoles et cunicoles*
M. **JAEG Jean-Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
Mlle **LACROUX Caroline**, *Anatomie Pathologique des animaux de rente*
M. **LIENARD Emmanuel**, *Parasitologie et maladies parasitaires*
M. **MAILLARD Renaud**, *Pathologie des Ruminants*
Mme **MEYNAUD-COLLARD Patricia**, *Pathologie Chirurgicale*
M. **MOGICATO Giovanni**, *Anatomie, Imagerie médicale*
M. **NOUVEL Laurent**, *Pathologie de la reproduction*
Mlle **PALIERNE Sophie**, *Chirurgie des animaux de compagnie*
Mlle **PAUL Mathilde**, *Epidémiologie, gestion de la santé des élevages avicoles et porcins*
Mme **PRADIER Sophie**, *Médecine interne des équidés*
M. **RABOISSON Didier**, *Productions animales (ruminants)*
Mme **TROEGELER-MEYNADIER Annabelle**, *Alimentation*
M. **VOLMER Romain**, *Microbiologie et Infectiologie (disponibilité à cpt du 01/09/10)*
M. **VERWAERDE Patrick**, *Anesthésie, Réanimation*
Mme **WASET-SZKUTA Agnès**, *Production et pathologie porcine*

MAITRES DE CONFERENCES et AGENTS CONTRACTUELS

- M. **BOURRET Vincent**, *Microbiologie et infectiologie*
Mme **FERNANDEZ Laura**, *Pathologie de la reproduction*

ASSISTANTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE CONTRACTUELS

- Mlle **DEVIERS Alexandra**, *Anatomie-Imagerie*
M. **DOUET Jean-Yves**, *Ophtalmologie*
Mlle **LAVOUE Rachel**, *Médecine Interne*
Mlle **PASTOR Mélanie**, *Médecine Interne*
M **VERSET Michaël**, *Chirurgie des animaux de compagnie*

REMERCIEMENTS

A notre Président de thèse,

Monsieur le Professeur Laurent MOLINIER

Professeur des Universités

Département d'Information Médicale

UMR 1027

Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury de thèse.

Hommages respectueux.

A notre Jury de thèse,

Monsieur le Maître de Conférences Didier RABOISSON

Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Productions Animales – Economie

Pour m'avoir proposé ce sujet de thèse, pour votre implication et votre rapidité durant la rédaction de ma thèse.

Veillez trouver ici l'expression de ma sincère gratitude.

Monsieur le Professeur Pierre SANS

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Productions Animales – Economie

Pour avoir accepté d'être l'assesseur de ce travail.

Veillez trouver ici l'expression de mes remerciements.

A ma mère,

J'espère que tu es fière de moi là où tu es.

A mon père,

Tu as toujours été là et j'aurais toujours besoin de toi, on s'en est bien sorti !

A ma sœur,

Pour tous les sacrifices que tu as faits pour moi, merci. J'admire ton courage pour la reprise des études, bravo !

A mon frère,

Un frère, un parrain, un soutien solide pour chaque étape de ma vie, jusque dans les derniers moments de la rédaction de cette thèse. A nos projets qui un jour seront réalisés !

A mes cousins,

Laurent, Paulette, Philippe et Rémi, pour ces bons moments passés avec vous.

A mon filleul,

Thomas, malgré la distance je pense souvent à toi.

A la famille,

Tous ceux que je vois trop rarement, merci pour votre présence et vos encouragements.

A Thomas,

Peon, déjà de nombreuses années de complicité et de partage, à nos réussites, au champagne mais aussi au rhum qui rend fou, à la musique, aux férias, à la pyra et au paté à 6h du mat, tskikitsao... Beaucoup de souvenirs et encore beaucoup à venir. A ta famille, Caro, Yves, Josette, Mathieu et Ludo.

A Elodie,

Peonne, pour ton soutien et ton rôle de mère du trio et ce courage pour nous supporter, merci ! A ta famille, Pédro, Christian, Nathalie, Bastien.

Aux amis de l'école,

Laf, pour cette année de colloc inoubliable, à la cuisine des paniers légumes (t'inquiète dans le doute fait tout bouillir ça fera bien une soupe à quelque chose), aux longues soirées derrière l'écran ou derrière un verre et aux quelques mais pas plus fiestas avec les poulus dans cet appart.

Francis, à ces soirées studieuses (ou pas) en prépa et ces nombreuses soirées moins studieuses sur l'école, une pensée pour Auréline, Brigitte (merci pour les petits plats en prépa), Jhonny et Marie.

Val, pour tes conseils et ton écoute, sans oublier les coupes de cheveux classiques ou moins classiques. J'admire ta détermination dans tout ce que tu entreprends, j'espère que ça finira par payer.

Titou et Alex, pour vos duels de testostérone qui ont animé nos TD, et pour ne pas pouvoir enchaîner 2 soirs à Vick... Vous êtes vraiment des fiottes en équine ☺

Nico, pour les pauses café, je te souhaite réussite dans la longue et dure carrière universitaire !
Aurélien, pour les parties de baby et les invitations en VIP aux formations GTV, une pensée pour Barbara.

Jojo, pour la panthère rose en boom et ses danses dans le cercle.

Léa, pour NY, la Grande Motte, Claouey, un jour je t'inviterais dans mon trou paumé soigner mon poney (ok ça fait moins rêver...).

Marg, pour le rose, pour ton sourire chaque moment de la journée mais pas seulement...

Marie et Xav, pour votre grand cœur de corse, vos valeurs de l'amitié, de belles rencontres.

Julia, Léa et Bellec, pour tous ces moments passés avec vous, ne changez rien, vous êtes parfaits.

Adèle, si tu arrêtes l'équine, toi aussi tu seras parfaite ☺

Mortecouille, pour faire du stop en fin de clandé à la stabu, pour me faire boire double au clandé de poulots et pour toutes ces leçons de Rock en boom que j'ai rarement retenu.

Marlène, pour ces apéros surprise dans ton appart et les sorties improvisées en ville avec ton frère.

Tifou, pour ne jamais crier mais siffler fort, pour ta bonne humeur.

Isa, pour les confortables 1,4 et pour ta voie de rêve.

Anne-Lise pour courir toujours plus loin et toujours plus vite, pour être la première copromo à m'adresser des analyses au service et avec dédicace !

Mattias, pour être un as du volant☺, et surtout pour ces dessins qui seront célèbres un jour, c'est sûr, une pensée pour Laurette, dommage que tu ne puisses bosser au service.

A tous les autres copromos, Chouin, Arnold, Zbik, Rouloche, Charles, Bla, Carole, le bloc, les amis du bloc et les autres. Rendez-vous au prochain WE de Promo !!!!!

A la Stabu,

Hugues, pour mon premier lapin, pour ces jaunes belottés où Rou et RMC n'avaient aucune chance. Une pensée pour Léa, un jour j'arriverais à faire un Tiramisu !

RMC, pour ta dynamique du jeu du poker, tes habits de boom, ta danse du Mulach bourré en boom et tout ce qui ne se dit pas.

Rou, pour ces concours de revue qui finissent à purpan, moi de mon temps... Pour sûr !

Max et Loïc, hélas on ne se sera que croisé dans cette maison... Au souvenir des repas et divers soirées passé avec vous.

A Saint-Sim,

Anais, Julien, Sarra², Alex, pour rarement rater l'heure du ricard, pour les cours d'espagnol, et les soirées autour du feu, vivement l'été qu'on sorte la piscine BDCDM !

A mes docs,

Fixou, pour ce que tu m'as appris du métier et le partage de notre passé.

Mumu, à ce clandé inoubliable (que j'ai pourtant oublié). Pour ta confiance en moi pour le poste à l'école, merci. J'espère faire aussi bien que toi !

A tous les autres, Michou, Julien, Martin, Pinpin, Gaston, Jéjé, Lazagne, Bep, la menace, Laura, Golden, Murielle, aux moments passés ensembles, merci les docs.

A mes poulots,

Je suis heureux de rester un an de plus pour vous voir aux hôpitaux !

Au service de bovine,

Vincent, Anais, Aine, une sacrée équipe ! Profitez au mieux de votre année à Toulouse.

Douguy, pour ta disponibilité et tes nombreux conseils.

Fabien, pour l'énergie que tu apportes au service et aux hôpitaux.

Caro, Gilles, Renaud, GF et FS, pour votre implication pour notre apprentissage.

Françoise, pour votre rigueur même si parfois c'est chiant, heureusement que vous gardez un œil sur tout.

P'tit Laurent, pour la bonne humeur que tu communique au service et ta gourmandise, hooo !

A mes copromos de bovine,

Des liens se sont créés, hélas un peu tard au cours de ces 5 années.

Aux A5 de bovine,

Pour travailler dur et sans râler (ou pas), la bactérie ce n'est pas dans le formol !

A tous les vétérinaires qui ce sont impliqués dans ma formation,

Arnaud et Séb, pour votre patience et votre motivation pour me former, merci. J'ai encore beaucoup à apprendre avec vous.

Yanou et Nico, Arnaud savait que je serais bien reçu en Vendée, il ne c'est pas trompé. J'espère avoir l'occasion de retravailler avec vous !

TABLE DES MATIERES

TABLE DES ABREVIATIONS	11
LISTE DES FIGURES	13
INTRODUCTION.....	15
PARTIE 1 FACTEURS DE REPRODUCTION ASSOCIES AUX PERFORMANCES DE REPRODUCTION CHEZ LES BOVINS ALLAITANTS.....	17
1 Alimentation et performances de reproduction.....	19
2 Age de sevrage du veau et performances de reproduction.....	20
3 Pathologies <i>peripartum</i> et performances de reproduction	21
4 Prévalence des pathologies <i>peripartum</i> et facteurs de risques liés	21
5 Age au premier vêlage et performances de reproduction	22
6 Parité et performances de reproduction	23
7 Saison de vêlage et performances de reproduction.....	23
8 Bilan.....	24
PARTIE 2 EVALUATION ECONOMIQUE DE LA GESTION DE LA REPRODUCTION DES ELEVAGES DE RACE BLONDE D'AQUITAINE DANS LE SUD OUEST DE LA FRANCE	25
1 Matériels et méthodes	26
1.1 Evénements lors de la vie d'une vache associés à un produit ou à une dépense.....	26
1.2 Présentation du modèle économique	29
1.2.1 Modèle économique général	29
1.2.2 Valeur nette d'une vache.....	31
1.2.3 Nombre de naissance N d'une vache type	32
1.2.4 Gain net moyen quotidien g_1	34
1.2.5 Gain net moyen quotidien g_2 et g_3	35
1.2.6 Valeur nette d'un broutard VN_B	35
1.2.7 Valeur nette d'une vache de réforme VN_{VR}	36
1.2.8 Valeur nette d'une génisse prête à vêler VN_{GPAV}	36
1.3 Paramètres du modèle.....	36
1.3.1 Coût alimentaires.....	38
1.3.2 Coût alimentaire d'élevage des génisses	38
1.3.3 Coût alimentaire d'entretien d'une vache	39

1.3.4	Coût alimentaire d'élevage d'un broutard.....	40
1.3.5	Valeur des animaux vendus ou achetés.....	42
2	Résultats.....	44
2.1	Nombre de veaux produits.....	44
2.2	Gain équivalent annuel en fonction de l'âge au premier vêlage et de l'âge à la mise à la reproduction.....	46
2.3	Gain équivalent annuel en fonction des 4 scénarios.....	53
2.4	Coût additionnel d'un cycle œstral supplémentaire et variation du gain équivalent annuel.....	58
2.5	Analyse de sensibilité.....	68
3	Discussion.....	73
3.1	Méthodes.....	73
3.2	Résultats.....	74
	CONCLUSIONS.....	77
	ANNEXE 1.....	79
	ANNEXES 2.....	91
	BIBLIOGRAPHIE.....	101

TABLE DES ABREVIATIONS

AMR = Age moyen de réforme

APV = Age au premier vêlage

C1 = Premières chaleurs (puberté)

GEA = Gain équivalent annuel

HR = Hazard ratio

IA = Insémination artificielle

IA/IAF = Inséminations artificielle par insémination artificielle fécondante

IV-IA1 = Intervalle vêlage – première insémination artificielle

IV-IAF = Intervalle vêlage – insémination artificielle fécondante

IV-C1 = Intervalle vêlage – premières chaleurs

IVV = Intervalle vêlage-vêlage

JEL = Jour en lait

L₁ = Primipare

L_{>1} = Multipare

L_x = Vache de rang de lactation X

MB = Matière brute

MBI = Matière brute ingérée

Mcal = Méga calories

MS = Matière sèche

MSI = Matière sèche ingérée

NC = Non communiqué

NEC = Note d'état corporel, le plus souvent sur une échelle de 1 : sous-conditionnement sévère à 5 sur-conditionnement sévère (Edmonson 1989)

NC = non connu

NS = Non significatif ($p > 0,05$)

PP = post-partum

PPI = post-partum intervalle

RP = Rétention placentaire

S/C = Nombre de service par conception

TR = Taux de réforme

TRIA1 = Taux de réussite à la première insémination artificielle

VNA = Valeur nette actuelle

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Quelques résultats de reproduction [moyenne et (écart-type)] pour la race Blonde d'Aquitaine (BDNI, 2006)	15
Tableau 2 : paramètres du modèle.....	37
Tableau 3 : prix des matières premières en 2012	38
Tableau 4 : coût des rations des génisses	39
Tableau 5 : coût des rations des vaches.....	40
Tableau 6 : coût des rations des broutards	41
Tableau 7 : gain espéré pour la réduction de 20 jours d'IVV	59
Tableau 8 : alimentation et performances de reproduction	80
Tableau 9 : alimentation et performances de reproduction	81
Tableau 10 : âge de sevrage et performances de reproduction.....	82
Tableau 11 : succion du veau et performances de reproduction	83
Tableau 12 : pathologies péri-partum et performances de reproduction.....	84
Tableau 13 : prévalence des pathologies péri-partum	85
Tableau 14 : parité et performances de reproduction	86
Tableau 15 : parité et performances de reproduction	87
Tableau 16 : parité et performances de reproduction	88
Tableau 17 : saison de vêlage et performances de reproduction.....	89
Tableau 18 : quantité de matière première ingérée par les génisses en fonction de l'âge.....	92
Tableau 19 : coût détaillé de la ration des génisses.....	93
Tableau 20 : calendrier fourrager des différents cas-type	94
Tableau 21 : quantité de matière première ingérée par les vaches	95
Tableau 22 : gain moyen quotidien des broutards en fonction du scénario	96
Tableau 23 : prix de vente des broutards.....	96
Tableau 24 : nombre de génisses survivant jusqu'au vêlage	97
Tableau 25 : nombre de génisses survivant jusqu'au vêlage	98
Tableau 26 : GEA pour chaque TR possible, correspondant à un couple APV-AMR donné .	99

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : IVV communal moyen des vaches allaitantes en 2006	16
Figure 2 : évènements au cours de la vie d'une vache	28
Figure 3 : nombre de naissances pour APV = 48 mois et AMR = 6 ans, TR = 50%	44
Figure 4 : nombre de naissances pour APV = 44 mois et AMR = 9 ans, TR = 18,7 %	45
Figure 5 : nombre de naissances pour APV = 24 mois et AMR = 11 ans, TR = 11,1 %	45
Figure 6 : GEA pour APV = 24 mois	48
Figure 7 : GEA pour APV = 36 mois	48
Figure 8 : GEA pour APV = 40 mois	49
Figure 9 : GEA pour APV = 44 mois	49
Figure 10 : GEA pour AMR = 7 ans	50
Figure 11 : GEA pour AMR = 8 ans	50
Figure 12 : GEA pour AMR = 9 ans	51
Figure 13 : GEA pour AMR = 10 ans	51
Figure 14 : GEA en fonction du taux de réforme calculé, pour IVV = 400 jours	52
Figure 15 : GEA pour APV = 24 mois et AMR = 9 ans, TR = 14,3 %	54
Figure 16 : GEA pour APV = 36 mois et AMR = 9 ans, TR = 16,7 %	54
Figure 17 : GEA pour APV = 40 mois et AMR = 9 ans, TR = 17,6 %	55
Figure 18 : GEA pour APV = 44 mois et AMR = 9 ans, TR = 18,7 %	55
Figure 19 : GEA pour APV = 24 mois et AMR = 6 ans, TR = 25 %	56
Figure 20 : GEA pour APV = 44 mois et AMR = 6 ans, TR = 42,8 %	56
Figure 21 : GEA pour APV = 24 mois et AMR = 11 ans, TR = 11,1 %	57
Figure 22 : GEA pour APV = 44 mois et AMR = 11 ans, TR = 13,6 %	57
Figure 23 : coût de 20 jours d'IVV pour APV = 24 mois	60
Figure 24 : coût de 20 jours d'IVV pour APV = 30 mois	60
Figure 25 : coût de 20 jours d'IVV pour APV = 36 mois	61
Figure 26 : coût de 20 jours d'IVV pour APV = 40 mois	61
Figure 27 : coût de 20 jours d'IVV pour APV = 44 mois	62
Figure 28 : coût de 20 jours d'IVV pour APV = 48 mois	62
Figure 29 : variation du GEA pour APV = 24 mois	63
Figure 30 : variation du GEA pour APV = 30 mois	63
Figure 31 : variation du GEA pour APV = 36 mois	64
Figure 32 : variation du GEA pour APV = 40 mois	64

Figure 33 : variation du GEA pour APV = 44 mois.....	65
Figure 34 : variation du GEA pour APV = 48 mois.....	65
Figure 35 : coût de 20 jours d'IVV pour APV = 24 mois et AMR = 9 ans, TR = 14,3 %.....	66
Figure 36 : coût de 20 jours d'IVV pour APV = 44 mois et AMR = 9 ans, TR = 18,7 %.....	66
Figure 37 : variation du GEA pour APV = 24 mois et AMR = 9 ans, TR = 14,3 %	67
Figure 38 : variation du GEA pour APV = 44 mois et AMR = 9 ans, TR = 18,7 %	67
Figure 39 : sensibilité du modèle aux coûts alimentaires pour APV = 40 mois et AMR = 9 ans	69
Figure 40 : sensibilité du modèle à la valeur des broutards pour APV = 40 mois et AMR = 9 ans.....	69
Figure 41 : sensibilité du modèle aux coûts alimentaires et à la valeur des broutards pour APV = 40 mois et AMR = 9 ans	70
Figure 42 : sensibilité du modèle aux coûts alimentaires pour APV = 36 mois et AMR = 9 ans	70
Figure 43 : sensibilité du modèle à la valeur des broutards pour APV = 36 mois et AMR = 9 ans.....	71
Figure 44 : Figure 41 : sensibilité du modèle aux coûts alimentaires et à la valeur des broutards pour APV = 36 mois et AMR = 9 ans.....	71

INTRODUCTION

La production bovine française est la plus importante au sein de l'Europe des 28. Entre autre, la France regroupe près d'un tiers des vaches allaitantes, dont la finalité première est la production de viande.

Les résultats économiques des ateliers bovins allaitants sont sensiblement liés aux performances de reproduction. En effet, les produits des ateliers allaitants proviennent des vaches de réformes, mais surtout de la vente annuelle des veaux. Ces derniers, nommés broutards, sont soit conservés sur l'exploitation afin d'assurer le renouvellement (pour certaines femelles), soit vendus en France ou à l'export entre 6 et 10 mois d'âge, donc avec des conformations avancées, mais encore maigres. C'est la destinée des mâles, et de quelques femelles croisées ou non sélectionnées pour le renouvellement. Rarement l'engraissement des broutard(e)s est réalisé dans l'exploitation naisseur.

Ainsi, le nombre de veaux que peut produire une vache au cours de sa vie conditionne les résultats économiques de l'atelier. Le nombre de veaux produit augmente entre autre lorsque l'intervalle vêlage-vêlage (IVV) diminue. Or la race Blonde d'Aquitaine a des résultats d'IVV particulièrement mauvais, comparés aux autres races. En effet, cette race représente la race majoritaire dans le sud ouest de la France, où l'IVV moyen des vaches allaitantes est le plus élevé (Figure 1). De même, l'âge de premier vêlage et l'âge moyen de réforme diffèrent de manière importante entre le sud ouest et le grand ouest, qui sont les deux noyaux actuels de cette race (tableau 1).

	France	SudOuest	Grandouest
IVV	413(47)	424(50)	394(32)
Age de premier vêlage (jours)	1133(252)	1231(302)	1090(190)
Age moyen de réforme (jours)	2880 (1370)	3282 (1399)	2225 (1100)

Tableau 1 : Quelques résultats de reproduction [moyenne et (écart-type)] pour la race Blonde d'Aquitaine (BDNI, 2006)

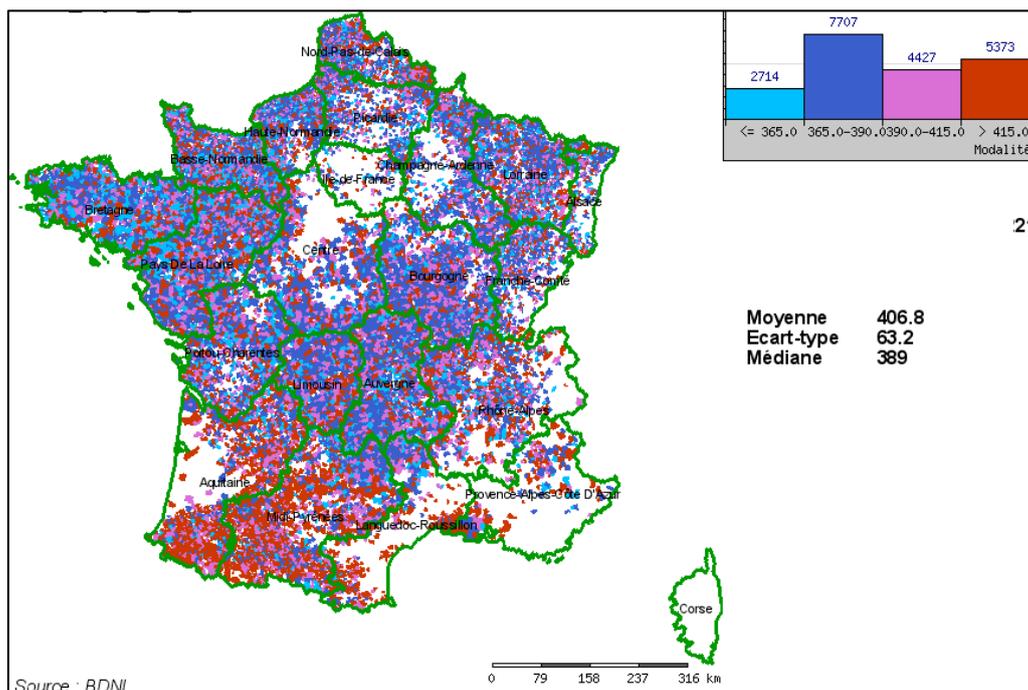


Figure 1 : IVV communal moyen des vaches allaitantes en 2006

Aussi, l'objectif de ce travail est de quantifier l'impact économique associé à des mauvais résultats de reproduction, en particulier lors de dégradation de l'IVV.

Dans une première partie, une synthèse bibliographique des différents marqueurs et facteurs de reproduction en élevage allaitant sera réalisée. Dans une seconde partie, un modèle économique expérimental de la gestion de la reproduction en élevage allaitant sera construit et calibré dans le système d'élevage de la race Blonde d'Aquitaine dans le sud ouest de la France.

PARTIE 1

FACTEURS DE REPRODUCTION ASSOCIES

AUX PERFORMANCES DE REPRODUCTION

CHEZ LES BOVINS ALLAITANTS

L'objet de cette première partie est d'analyser les liens décrits en élevages allaitant entre les performances de reproduction, les facteurs de reproduction, et la conduite d'élevage.

Pour cela, les définitions suivantes seront retenues :

- marqueur de reproduction : indicateur de fertilité ou de fécondité d'une vache (Seegers, 1996)
- marqueur de fertilité : indicateur de la capacité à reproduire, notamment être fécondée (exemples : taux de réussite à la première insémination, nombre d'insémination par insémination fécondante ; Seegers, 1996)
- marqueur de fécondité : indicateur de la capacité d'arriver au terme d'une gestation en fonction du temps, dépendant donc de la fertilité (exemples : intervalle vêlage-vêlage, intervalle vêlage-œstrus, intervalle vêlage-insémination fécondante ; Seegers, 1996).
- marqueur de production : paramètre qui permet de quantifier la production liée au veau (exemple : poids à la naissance, gain moyen quotidien)

Dans cette partie, seuls les articles publiés dans des revues avec comité de lecture sont inclus. Selon les points analysés, la disponibilité des données en élevage allaitant varie. Aussi, certains points influenceront quelques résultats synthétiques observés en élevage laitiers. Les résultats seront présentés majoritairement sous forme de tableaux synthétiques commentés, et un bilan général sur la validité des données sera réalisé.

1 Alimentation et performances de reproduction

A l'instar des bovins laitiers, l'alimentation est liée aux performances de reproduction des bovins allaitants (Werth, 1991 ; Dziuk, 1983 ; Short, 1990 ; Doren, 1985 ; Derouen, 1994 ; Osoro, 1992 ; Rutter, 1984, Dunn, 1969 ; Wiltbank, 1962 ; Short, 1971 ; Butler, 1989 ; Varner, 1977).

Le rôle de l'alimentation est évalué dans une série de publications par la densité énergétique de la ration *prepartum* ou *postpartum* (Dunn, 1969 ; Wiltbank, 1962 ; Short, 1971 ; Rutter, 1984) (tableau 8, annexe 1). Le taux de gestation est amélioré avec la densité énergétique de la ration post partum dans les 3 publications où ce paramètre est évalué (Dunn, 1969 ; Wiltbank, 1962 ; Short, 1971), alors que l'effet de la ration *prepartum* est plus ambigu (Dunn, 1969 ; Wiltbank, 1962). Le taux de réussite à la première insémination est non significatif lorsque évalué, et l'intervalle vêlage-œstrus évolue de manière parallèle au taux de gestation.

Lorsque l'alimentation est évaluée à travers la note d'état corporel (NEC) (Butler, 1989 ; Rutter, 1984 ; Osoro, 1992 ; Derouen, 1994) (tableau 9, annexe 1), le taux de gestation augmente significativement avec la NEC au vêlage (Derouen, 1994) mais de manière non systématique (Osoro, 1992) ou il tend à diminuer avec la NEC moyenne de la gestation précédente (Butler, 1989). Le TRIA diminue avec la perte de NEC les 5 semaines *postpartum* (Butler, 1989). L'IV-C1 augmente significativement avec la perte de NEC les 5 semaines *postpartum* (Butler, 1989), ou avec la diminution de l'état corporel (non quantifié), (Ruttler, 1984). L'IAF et l'IVV diminuent significativement avec l'augmentation de NEC au vêlage (Derouen, 1994 ; Osoro, 1992).

La comparaison fine de ces études souffre cependant d'imprécisions et d'hétérogénéité dans la définition des facteurs et marqueurs de reproduction, avec par exemple des NEC estimées à une date fixe et l'absence de leur suivi dans la période *peripartum*, des taux de gestations définis à périodes très variables après l'IA ou la monte (30^{ème} jour de la saison de reproduction, 60^{ème} jour, voire fin de la saison de reproduction). Quoi qu'il en soit, la dégradation des résultats de reproduction lors de restrictions alimentaires semble aussi démontrée en élevage bovin allaitant, à l'instar des bovins laitiers, et ce malgré les différences d'intensité du métabolisme énergétique de ces 2 catégories de bovins.

La baisse de performance de reproduction associée à un déficit énergétique s'explique en partie par l'ordre de priorité du métabolisme d'une vache, où la gestation, le cycle œstral et l'initiation de la gestation arrivent dans les dernières priorités (Short, 1990). Le cycle œstral serait maintenu pour une NEC >2.5 (Short, 1988).

2 Age de sevrage du veau et performances de reproduction

La date de sevrage du veau de l'année n est un facteur d'élevage qui modifie les performances de reproduction de l'année n+1 (Hudson, 2009 ; Laster, 1973 ; Luby, 1981 ; Short, 1972 ; Wiltbank, 1958 ; Smith, 1981).

Le sevrage précoce des veaux (tableau 10, annexe 1) :

- améliore de manière consensuelle les taux de gestation chez les jeunes vaches à 42 jours et 80 jours après le début de la mise à la reproduction (Hudson, 2009 ; Laster, 1973 ; Lusby, 1981), alors que l'effet ne semble pas retrouvé chez les vaches plus âgées (Laster, 1973) ;
- diminue l'intervalle vêlage – insémination fécondante dans un seul (Lusby, 1981) des 4 essais (Short, 1972 ; Hudson, 2009 ; Laster, 1973) ;
- améliore la détection des chaleurs à 42 jours après le début de la mise à la reproduction (Laster, 1973) chez les jeunes vaches, mais pas chez les vaches plus âgées.

Ces effets seraient liés à (tableau 11, annexe 1):

- une diminution de l'intervalle vêlage-œstrus tel que démontré sur vaches non têtées ou mammectomisées (Short, 1972) et sur des vaches traites comparées à têtées (Wiltbank, 1958 ; Smith, 1981 ; Clapp, 1937) ;
- une diminution du nombre d'IA/IAF, tel que montré dans un des 2 essais comparant têtées, traites ou mamaectomies (Short, 1972 ; Wiltbank, 1958).

Les mécanismes sous jacents impliqueraient :

- un meilleur statut énergétique si absence de tétée (Hudson, 2009 ; Derouen, 1994 ; Osoro, 1992) ;
- une action directe (indépendante du statut énergétique) de la succion du veau ou a minima de sa présence, les résultats entre autre de l'anœstrus post-partum étant différents lors de traite ou de tétée.

3 Pathologies *peripartum* et performances de reproduction

La prévalence des pathologies *peripartum* reste mal renseignée en élevage allaitant. Les 4 principales sont les dystocies, les retournements de matrice, les rétentions placentaires et les métrites.

Peu d'études analysent les liens entre pathologies *peripartum* et performances de reproduction, et une grande partie de ces relations sont extrapolées des résultats obtenus chez les bovins laitiers. Ainsi, par exemple, chez les bovins laitiers les métrites sont associées à une augmentation de l'IV-IAF (Pécsi, 2007), de l'IV-C1 (Leblanc, 2002 ; Sandals, 1979) et du nombre d'IA/IAF (Leblanc, 2002), alors que le TRIA1 (Leblanc, 2002) et le taux de gestation (Pécsi, 2007 ; Gröhn, 2000) diminuent avec la prévalence de métrites. De même, les rétentions placentaires ont été associées à une diminution de gestation (McDougalls, 2001 ; Gröhn, 2000). L'association entre rétention placentaire et métrite a été associée à une diminution du TRIA1 et une augmentation de l'IV-IAF (Kiers, 2005).

Par contre, l'association entre vêlages dystociques et performances de reproduction sont décrites en élevage allaitant. Ainsi, une dystocie est associée à une baisse du taux de gestation (Danny, 1973 ; McDougalls, 2001) (tableau 12, annexe 1) et de la détection des chaleurs (Danny, 1973).

La gémellité est associée à une augmentation de la fréquence des pathologies *peripartum* (Morisson, 1957) dont les rétentions placentaires (Sandals, 1979).

Les avortements et la mortinatalité augmentent la fréquence des pathologies *peripartum* (Morisson, 1957). Les dystocies et les rétentions placentaires augmentent la fréquence de métrites (Roberts, 1971 ; Alzieu, 2005)

4 Prévalence des pathologies *peripartum* et facteurs de risques liés

Les prévalences de dystocie, de rétention placentaire et de métrite en élevage allaitant sont rapportées dans le tableau 13, annexe 1. Au final, peu de données sont publiées.

Divers facteurs de risque sont rapportés tant chez les bovins laitiers qu'allaitants. La fréquence des dystocies diminue avec la parité (Thompson, 1983 ; Colman, 1958 ; Danny, 1973 ; Klassen, 1990 ; Dohoo, 1984), en raison de la taille de l'air pelvienne réduite chez les jeunes génisses (Bellow 1971). La fréquence des rétentions placentaires et de métrite augmente avec la parité (Thompson, 1983 ; Dohoo, 1984 ; Gröhn, 2000 ; Colman, 1985 ;

Dohoo, 1984 ; Leblanc, 2002). Par ailleurs, la sévérité des métrites augmenterait avec l'âge de la mère ($p \leq 0,058$; Pécsi, 2007).

L'alimentation des vaches a été associée aux troubles *peripartum*. Une alimentation trop faible en énergie pendant l'élevage peut diminuer le diamètre pelvien moyen des génisses (Froment, 2007 ; Fleck, 1980) et donc augmente les risques de dystocie (Bellow, 1971). Une suralimentation énergétique est associée à une augmentation de la prévalence des dystocies (Froment, 2007) par augmentation de dépôt de gras dans la filière pelvienne.

Chez les bovins laitiers, la présence de cétose subclinique ou d'hypercétonémie augmente le risque de déplacement de caillette, de réforme à 60 JEL, de cétose clinique, de mammite clinique, de comptages cellulaires élevés et de boiteries (Egal, 2013). De manière plus spécifique à la reproduction, des risques augmentés sont observés pour :

- les métrites puerpérales (Duffield, 2009 ; Dubuc, 2010 ; Ospina, 2010 ; Chapinal, 2011)
- les rétentions placentaires (Leblanc, 2004 ; Chapinal, 2011 ; Quiroz-Rocha, 2009)
- les endométrites subcliniques (Dubuc, 2010)

Ceci se traduit, chez les bovins laitiers, par :

- une diminution du TRIA1 (Walsh, 2007), bien que non systématiquement retrouvée dans les essais (Mc Art, 2012)
- un allongement de la durée d'œstrus (Walsh, 2007 ; Dubuc, 2012)
- un allongement de l'IV-IA1 (Walsh, 2007), bien que non systématiquement retrouvé dans les essais
- un allongement de l'IV-IAF (Walsh, 2007), bien que non systématiquement retrouvé dans les essais (Mc Art, 2012)

5 Age au premier vêlage et performances de reproduction

Réduire l'âge du premier vêlage augmente les risques de dystocies (voir supra). Cependant, la réduction du coût total d'élevage de la génisse lors de vêlage à 24 mois contre 30 mois ou 36 mois (estimés par exemple à \$ 2 062 pour 24 mois contre \$ 2 411 pour 36 mois dans une étude américaine sur vache laitière ; Pirlo, 1997), et l'amélioration de la durée productive

(potentiellement plus de veaux et de lait si vêlage plus jeune) sont des arguments économiques favorables à une telle pratique.

L'impact de l'âge du premier vêlage sur les performances de reproduction après le premier vêlage est peu décrit (tableau 14, annexe 1). Quand significatifs, les résultats sont discordants, et les groupes analysés ne diffèrent que de quelques mois (Hammound, 2010 ; Etena, 2004). Les autres résultats d'essai suggèrent peu d'impact de l'âge du premier vêlage sur les résultats de reproduction après le premier vêlage.

6 Parité et performances de reproduction

Les performances de reproduction se dégradent avec la parité, indépendamment de l'âge au premier vêlage. En effet, pour les vaches allaitantes, la parité est associée à (tableaux 15 et 16, annexe 1):

- une baisse du taux de gestation à différents stades (Butler, 2005 ; Hiller, 1984) ; ceci est en accord avec les résultats en vaches laitières (Kiers, 2005), avec par exemple HR = 0.92 pour L>2 comparé à L1 ($p \leq 0.01$; Grohn, 2000).
- un raccourcissement des IVV et IVIAF (Hammound, 2010 ; Liénard, 2002), lié en partie à un anœstrus post-partum plus long de 15 jours à 20 jours en moyenne chez les génisses par rapport aux vaches (Dziuk, 1983) ; cependant, un IVIA1 s'allongeant avec la parité est décrite dans une publication (Hillers, 1984).

En bovin laitier, la parité est aussi liée à une diminution du taux de fécondation à la première insémination (Kiers, 2005).

7 Saison de vêlage et performances de reproduction

Un vêlage en saison chaude est associé à une augmentation de l'IVV et de l'IVIA1 en élevage laitier (Silvah 1992 ; Hammound 2010) (tableau 17, annexe 1). De même, le taux de gestation des vaches laitières diminue au printemps comparé à l'hiver (Grohn, 2000 ; HR = 0.93, $p \leq 0.05$).

Parmi les hypothèses explicatives, la baisse de consommation lors de chaleurs, liée à un risque plus élevé de déficit énergétique, a été avancée (Dziuk 1983 ; Short 1988). Cette hypothèse a cependant peu de chances de s'appliquer en élevage allaitant, en raison de la moindre intensité du métabolisme énergétique.

8 Bilan

Les données relatives aux facteurs de performances de reproduction en élevage allaitant restent peu développées, et pour la plupart, anciennes. Lorsque présentes, elles sont généralement en accord avec les données issues de la littérature pour la vache laitière. Pour autant, le contexte de présence de certains facteurs de risque restent différents en élevage laitier et allaitant. Par exemple, si les liens alimentation et reproduction semblent en accord entre les bovins laitiers et allaitants, les circonstances d'apparitions diffèrent entre ces deux catégories d'animaux. Les bovins laitiers sont en situation de déficit énergétique en raison de leur niveau de production élevée et l'impossibilité relative de satisfaire leurs besoins énergétiques en début de lactation. Les allaitants le sont plus pour des raisons économiques, l'intensité de leur métabolisme n'étant que limitée, mais les économies potentielles de fourrages liées à un amaigrissement modéré en hiver étant conséquentes (près d'une demie tonne de foin pour une perte d'état de 1 point de NEC). Au contraire, l'association âge du sevrage – reproduction de la mère n'est pertinente qu'en élevage allaitant, le veau étant séparé de sa mère en élevage laitier. Toutefois, la plupart des sevrages des broutards allaitants ont lieu entre 6 et 10 mois d'âge, limitant la pertinence de ces données. Peu de pathologies *peripartum* sont spécifiques de l'élevage allaitant, même si la prévalence des dystocies y est plus élevée qu'en élevage laitier.

A notre connaissance, aucune donnée publiée récente sur l'impact économique des résultats de reproduction en élevage allaitant n'est disponible. Aussi, un modèle économique simple décrit en système laitier a été adapté au système allaitant dans le contexte français.

PARTIE 2

EVALUATION ECONOMIQUE DE LA GESTION

DE LA REPRODUCTION DES ELEVAGES

DE RACE BLONDE D'AQUITAINE

DANS LE SUD OUEST DE LA FRANCE

L'objectif de cette partie expérimentale est :

- De construire un modèle économique expérimental de la gestion de la reproduction en élevage allaitant et de le calibrer dans le système d'élevage de la race Blonde d'Aquitaine dans le sud ouest de la France
- D'analyser les poids des différentes variables qui contribuent le plus à une gestion économique raisonnable de la reproduction de la Blonde d'Aquitaine, et en particulier de définir le manque à gagner lié à un IVV long

1 Matériels et méthodes

1.1 Evénements lors de la vie d'une vache associés à un produit ou à une dépense

En système allaitant, les produits sont :

- la vente des broutards
- la vente de la vache réformée
- la vente de génisses prêtes à vêler si les performances de reproduction permettent d'en produire plus que nécessaire pour le renouvellement

Les aides publiques que peuvent recevoir les éleveurs ne sont pas prises en compte. En effet, la seule aide couplée à la production aujourd'hui en vigueur (Prime au Maintien du Troupeau de Vaches Allaitantes, PMTVA) est perçue lors de détention de vaches (ou de génisses, pour une proportion limitée des droits), sans condition sur la productivité numérique du troupeau. Aussi, dans l'objectif d'évaluer les résultats économiques liés aux résultats techniques de la gestion de la reproduction, les aides directes couplées ou découplées ne sont pas intégrées.

Les dépenses sont liées :

- au coût alimentaire d'élevage d'une génisse jusqu'à son premier vêlage
- au coût alimentaire d'entretien d'une vache
- au coût alimentaire d'élevage des broutards jusqu'à la vente
- à l'achat de génisses prêtes à vêler si la vache n'a pas produit au moins une génisse prête à vêler pour le renouvellement au cours de sa vie

Ne sont pas considérés :

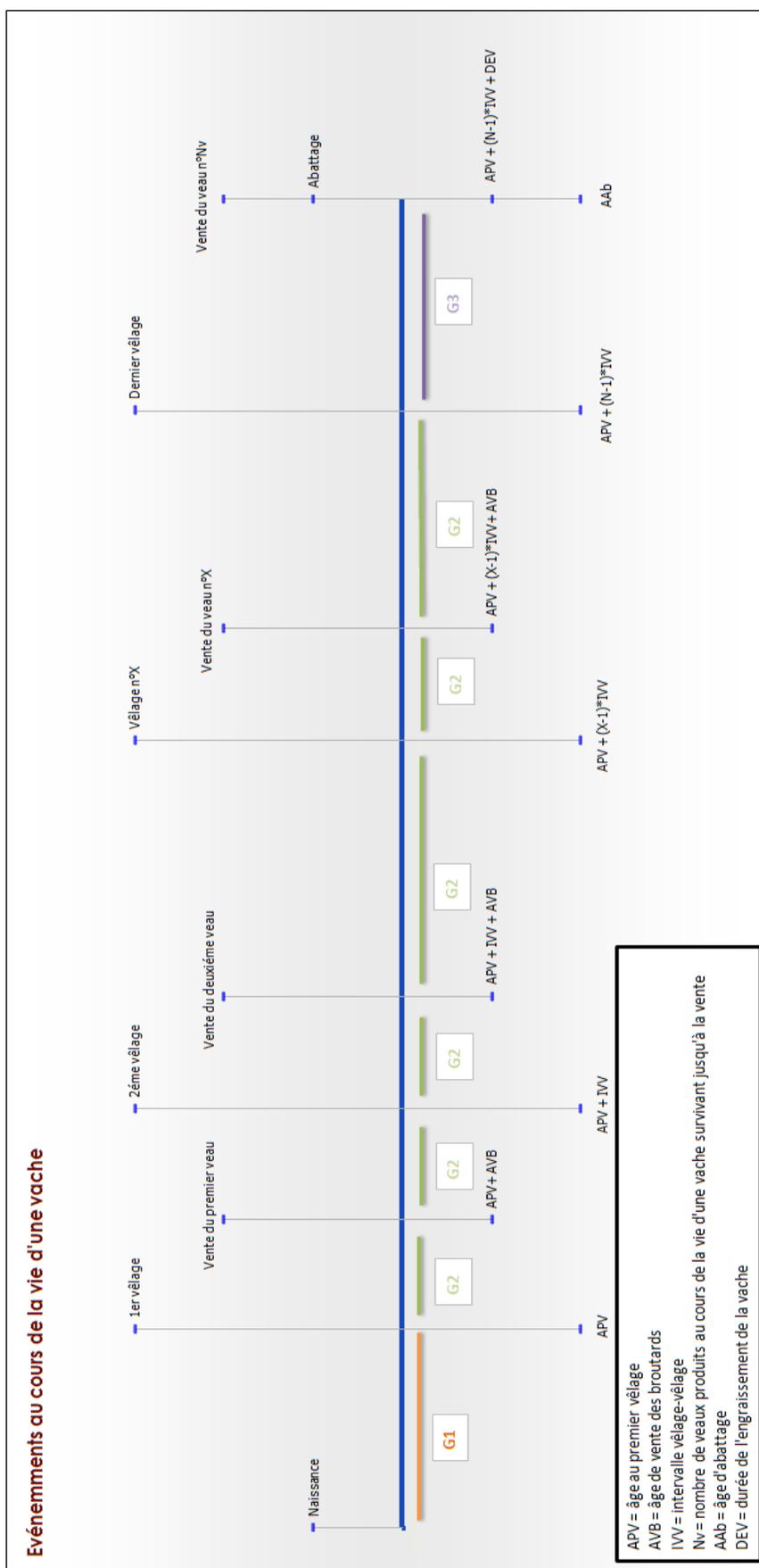
- les frais fixes annuels liés aux services vétérinaires et d'élevages
- les frais structureaux de l'exploitation
- les frais liés à l'entretien des taureaux reproducteurs

La taille du troupeau est considérée comme fixe, et l'auto-renouvellement est privilégié :

- si au moins une génisse prête à vêler est produite au cours de la vie d'une vache, les génisses supplémentaires sont vendues en partie comme broutardes et en partie comme génisses prêtes à vêler
- si moins d'une génisse prête à vêlée est produite au cours de la vie d'une vache dans le scénario, la part manquante est achetée, et le coût d'achat se répercute sur le coût d'élevage d'une génisse

La chronologie de ces évènements est résumée dans la figure 2.

Figure 2 : évènements au cours de la vie d'une vache



1.2 Présentation du modèle économique

Le modèle est adapté d'une version publiée en élevage laitier (Meadows, 2005). Une vache laitière type est modélisée à partir des performances de reproduction moyenne d'un élevage, afin de représenter une vache moyenne du troupeau.

Dans la présente étude, une vache allaitante type est donc modélisée à partir des performances de reproduction moyenne d'un élevage typique de la zone étudiée.

La modélisation est réalisée avec Microsoft Excel 2007 (Microsoft Corporation, Redmond, WA). Pour attribuer les modifications économiques des différents scénarios uniquement aux performances de reproduction, les performances de production (gain moyen quotidien, âge ou poids du broutard lors de la vente) sont considérées comme indépendantes des performances de reproduction de l'élevage.

1.2.1 Modèle économique général

La comparaison de différents scénarios est permise en utilisant la méthode d'équivalence de gain sur une période (Ross, 2003). Cette méthode permet d'évaluer la rentabilité d'une entreprise au cours des années en estimant sa valeur nette actuelle (VNA) par :

$$VNA = \sum_{a=1}^A \left(\frac{G_a}{(1+R)^a} \right) \quad \text{Equation 1}$$

G_a = Gain net de l'année a (recettes – dépenses)

R = taux d'actualisation sur le capital d'une année

A = Année actuelle, avec $a = 1$: année de création de l'entreprise

Le gain équivalent annuel (GEA) est calculé à partir de la valeur nette actuelle :

$$GEA = \frac{VNA}{\frac{1}{R} - \frac{1}{R(1+R)^A}} \quad \text{Equation 2}$$

Dans le cas présent, le but du modèle est de calculer un gain équivalent quotidien (GEQ) de la vache modélisée et non un gain équivalent annuel de l'exploitation (Meadow 2005). A partir de l'équation 1, la valeur nette de la vache le dernier jour de sa carrière est définie par :

$$VN = \sum_{j=0}^{AAb} \left(\frac{g_j}{(1+r)^j} \right) \quad \text{Equation 3}$$

g_j = Gain net du jour j pour chaque jour de vie de la vache (produit vendu – coût de production)

$r = R/365$

AAb = Age à l'Abatage de la vache

A l'instar de l'équation 2, la valeur nette de la vache est convertie en gain équivalent quotidien (GEQ) :

$$GEQ = \frac{VN}{\frac{1}{r} - \frac{1}{r(1+r)^{AAb}}} \quad \text{Equation 4}$$

Puis en gain équivalent annuel :

$$GEA = GEQ \times 365 \quad \text{Equation 5}$$

La vie d'une vache allaitante se décompose en périodes de vie pour laquelle un gain moyen quotidien sur la période peut être défini comme le gain net total sur une période divisé par la durée de la période :

$$g_p = \frac{G_p}{D_p} \quad \text{Equation 6}$$

g_p = gain net moyen quotidien sur la période p

G_p = Gain net total sur la période p

D_p = Durée de la période en jours p

Dans ce modèle simplifié, 3 périodes et 3 gains nets moyens quotidiens sont définis :

- un gain net moyen quotidien g_1 pour la période 1 courant de la naissance au premier vêlage
- un gain net moyen quotidien g_2 pour la période 2 courant du premier vêlage jusqu'au dernier vêlage
- un gain net moyen quotidien g_3 pour la période 3 courant du dernier vêlage jusqu'à l'abatage.

1.2.2 Valeur nette d'une vache

Pour calculer le gain équivalent annuel d'une vache, la première étape est de calculer la productivité numérique (nombre de veaux produits au cours d'une vie) à partir des données de performances de reproduction du troupeau. Le gain net quotidien est ensuite déterminé à partir de la productivité numérique et des données économiques.

La valeur nette de la vache le dernier jour de sa carrière est définie à partir de l'équation 3 appliqué aux 3 périodes de sa vie et à la production de broutards :

$$VN = \sum_{j=0}^{APV} \left(\frac{g_1}{(1+r)^j} \right) + \sum_{j=APV+1}^{APV+(N-1)*IVV} \left(\frac{g_2}{(1+r)^j} \right) + \sum_{j=APV+(N-1)*IVV+1}^{AAb} \left(\frac{g_3}{(1+r)^j} \right) + \sum_{i=1}^{N_{B-V}} \left(\frac{VN_B}{(1+r)^{APV+(i-1)*IVV+AVB}} \right) + \frac{VN_{VR} + (N_{GPAV-V} \times VN_{GPAV})}{(1+r)^{AAb}}$$

Equation 7

AAb = Age à l'Abatage de la vache
APV = Age au Premier Vêlage
AVB = Age de Vente d'un Broutard
g ₁ = gain net quotidien pour la période 1
g ₂ = gain net quotidien pour la période 2
g ₃ = gain net quotidien pour la période 2
N = Nombre de naissances (au cours de la vie de la vache)
N _{B-V} = Nombre de Broutards Vendus (au cours de la vie de la vache)
N _{GPAV-V} = Nombre de Génisses Prêtes A Vêler Vendues (au cours de la vie de la vache)
VN _B = Valeur Nette d'un Broutard
VN _{GPAV} = Valeur Nette d'une Génisse Prête A Vêler
VN _{VR} = Valeur Nette d'une Vache de Réforme

Cette équation implique que le produit issu de la vente d'un veau est perçu le jour de sa vente, le produit issu de la vache de réforme vendue et le produit issu de la part de génisse prête à vêler vendue sont perçus le jour de l'abattage de la vache.

1.2.3 Nombre de naissance N d'une vache type

Le nombre de naissance N d'une vache est égal à la durée de vie de la vache reproductrice (période 2) divisé par l'intervalle vêlage-vêlage (IVV) plus 1. La durée de vie de la vache reproductrice (période 2) se calcule comme

- la durée de vie de la vache (égale à l'âge d'abattage = AAb)
- moins l'âge au premier vêlage (APV = période 1)
- moins une durée consacrée à l'allaitement du dernier veau et au temps de reprise d'état avant la réforme. Cette dernière période (période 3) correspond à la durée d'engraissement de la vache de réforme (DEV). Les vaches sont toutes supposées vendues prêtes à abattre, engraisées.

$$N = \frac{(AAb-DEV)-APV}{IVV} + 1 \quad \text{Equation 8}$$

AAb = Age d'Abattage
DEV = Durée d'Engraisissement d'une Vache de réforme
APV = Age au Premier Vêlage
IVV = Intervalle Vêlage-Vêlage

N calculé permet d'obtenir le nombre de broutards (mâles et femelles) et le nombre de génisses prêtes à vêler vendus au cours de la vie d'une vache.

Tous les mâles produits au cours de la vie de la vache sont considérés vendus comme broutards. Le nombre de broutards mâles vendus au cours de la vie d'une vache est calculé à partir du nombre de naissance, de la proportion de mâles (50%), et du taux de survie des broutards jusqu'à la vente :

$$N_{BM-V} = \frac{N}{2} \times TS_B \quad \text{Equation 9}$$

N_{BM-V} = Nombre de Broutards Mâles Vendus (au cours de la vie de la vache)
 TS_B = Taux de Survie des Broutards jusqu'au jour de vente (= 1 – taux de mortalité moyen depuis la naissance jusqu'à la vente)

Si le nombre de génisses prêtes à vêler que peut produire la vache est supérieur à 1 ($N_{GPAV-P} > 1$), une génisse est gardée pour le renouvellement, les autres femelles sont vendues comme génisses prêtes à vêler et comme broutardes.

Le nombre de génisses prêtes à vêler produites au cours de la vie de la vache est calculé à partir de la productivité numérique, de la proportion de femelles (50%), et du taux de femelles survivant jusqu'au premier vêlage :

$$N_{GPAV-P} = \frac{N}{2} \times TS_{GPAV} \quad \text{Equation 10}$$

N_{GPAV-P} = Nombre de Génisses Prête à Vêler Produites au cours de la vie d'une vache
 TS_{GPAV} = Taux de Survie d'une Génisse Prête A Vêler

Le nombre de femelles vendues comme génisses prêtes à vêler se calcule à partir du nombre maximal de génisses prêtes à vêler produites et de la proportion de femelles vendues comme génisses prêtes à vêler ($\% V_{GPAV}$)

$$N_{GPAV-V} = N_{GPAV-P} \times \% V_{GPAV} \quad \text{Equation 11}$$

N_{GPAV-V} = Nombre de Génisses Prête à Vêler Vendues au cours de la vie d'une vache
 $\% V_{GPAV}$ = proportion de femelles Vendues comme Génisses Prêtes A Vêler

Le nombre de femelles vendus comme broutards se calcul à partir de la productivité numérique N , de la proportion de femelles (50%), du taux de broutards survivant jusqu'à la vente et de la proportion de femelles vendu comme broutards femelle ($1 - \% V_{GPAV}$) :

$$N_{BF-V} = \left(\frac{N-1}{2} \times TS_B \right) \times (1 - \% V_{GPAV}) \quad \text{Equation 12}$$

N_{BF-V} = Nombre de Broutards Femelle Vendues (au cours de la vie de la vache)
 TS_B = Taux de Survie des Broutards jusqu'au jour de vente (= $1 -$ taux de mortalité moyen depuis la naissance jusqu'à la vente)

D'où le nombre total de broutards vendu N_{B-V} :

$$N_{B-V} = N_{BM-V} + N_{BF-V} \quad \text{Equation 13}$$

1.2.4 Gain net moyen quotidien g_1

Le gain net G_1 de la période 1 est négatif, car égal au coût d'élevage (ou d'achat) d'une génisse jusqu'au premier vêlage.

En raison de la taille constante du troupeau et de l'auto-renouvellement favorisé, si une vache produit une ou plus d'une génisse prête à vêler au cours de sa vie ($N_{GPAV-P} \geq 1$), les frais qu'elle engendre sur cette période sont uniquement le coût d'élevage ramené aux simples frais d'alimentation :

$$\text{Si } N_{GPAV} \geq 1, G_1 = - (Al_{GPAV} \times APV_j) \quad \text{Equation 14}$$

Al_{GPAV} = coût Alimentaire quotidien pour élever une Génisse Prête A Vêler
 APV_j = Age au Premier Vêlage en jours

Au contraire, si une vache produit moins d'une génisse prête à vêler au cours de sa vie ($N_{GPAV-P} < 1$), les frais qu'elle engendre sur cette période sont alimentaires pour la part de génisse produite, plus l'achat d'une génisse prête à vêler de la part manquante.

$$\text{Si } N_{GPAV} < 1, G_1 = -\{[N_{GPAV} \times (Al_{GPAV} \times APV_j)] + [(1 - N_{GPAV}) \times Ac_{GPAV}]\} \quad \text{Equation 15}$$

Ac_{GPAV} = coût de l'Achat d'une Génisse Prête A Vêler (valeur brute)
 N_{GPAV} = Nombre de Génisse Prête A Vêler produites au cours de la vie d'une vache

D'après les équations 14 et 15 :

$$G_1 = - \{(\min(1, N_{GPAV}) \times (Al_{GPAV} \times APV_j))\} + \{[1 - \min(1, N_{GPAV})] \times Ac_{GPAV}\} \quad \text{Equation 16}$$

Et, d'après l'équation 6 :

$$g_1 = \frac{G_1}{APV_j} \quad \text{Equation 17}$$

Le coût alimentaire quotidien d'élevage des génisses prêtes à vêler Al_{GPAV} est calculé à partir du coût alimentaire quotidien d'une génisse par tranche d'âge et de l'âge au premier vêlage :

Si $APV < 24$ mois : $Al_{GPAV} = Al_{G1}$

Si $24 \text{ mois} \leq APV \leq 36 \text{ mois}$: $Al_{GPAV} = Al_{G1}$ pour les 24 premiers mois puis

$Al_{GPAV} = Al_{G2}$ ensuite

Si $APV > 36$ mois, $Al_{GPAV} = Al_{G1}$ pour les 24 premiers mois, $Al_{GPAV} = Al_{G2}$ de 24 à 36 mois puis $Al_{GPAV} = Al_{G3}$ ensuite

Soit :

$$\text{Si } APV < 24 \text{ mois : } Al_{GPAV} = Al_{G1}$$

$$\text{Si } 24 \text{ mois } \leq APV \leq 36 \text{ mois : } Al_{GPAV} = \frac{Al_{G1} \times 24 \times 30,4 + Al_{G2} \times [APV_j - (24 \times 30,4)]}{APV_j}$$

$$\text{Si } APV > 36 \text{ mois : } Al_{GPAV} = \frac{Al_{G1} \times 24 \times 30,4 + Al_{G2} \times 12 \times 30,4 + Al_{G3} \times [APV_j - (36 \times 30,4)]}{APV_j}$$

Al_{G1} = coût Alimentaire quotidien pour élever une Génisse jusqu'à 24 mois d'âge

Al_{G2} = coût Alimentaire quotidien pour élever une Génisse entre 24 et 36 mois d'âge

Al_{G3} = coût Alimentaire quotidien pour élever une Génisse de 36 mois jusqu'au vêlage

30,4 = nombre de jours moyen dans un mois

1.2.5 Gain net moyen quotidien g_2 et g_3

Le gain net G_2 est négatif, car égal au coût d'entretien d'une vache. Ce coût alimentaire varie selon quatre cas-types définis ultérieurement.

Le gain net G_3 est négatif, car égal au coût d'engraissement d'une vache. Ce coût est égal au coût alimentaire moyen d'entretien d'une vache. Les modifications de gains liés à différentes stratégie d'engraissement de la vache de réforme ne sont pas prises en compte dans cette étude.

1.2.6 Valeur nette d'un broutard VN_B

La valeur nette d'un broutard (ou d'une broutarde) est égale à son prix de vente moins le coût alimentaire de l'élevage d'un(e) broutard(e) :

$$VN_{VB} = V_B - (Al_B \times AVB)$$

Equation 18

VN_{VB} = Valeur Nette d'un Broutard

V_B = prix de Vente d'un Broutard

Al_B = coût Alimentaire quotidien pour élever un Broutard

AVB = Age de Vente d'un Broutard

Le poids de vente d'un broutard et le coût alimentaire d'élevage d'un broutard varie selon les 4 cas-type.

1.2.7 Valeur nette d'une vache de réforme VN_{VR}

La valeur nette d'une vache de réforme est égale à son prix de vente, l'ensemble des coûts alimentaires étant déjà inclus dans les gains nets g_1 , g_2 et g_3 .

1.2.8 Valeur nette d'une génisse prête à vêler VN_{GPAV}

La valeur nette d'une génisse prête à vêler est égale à son prix de vente moins le coût alimentaire de l'élevage d'une génisse qui dépend directement de l'âge au premier vêlage du scénario utilisé dans le modèle :

$$VN_{GPAV} = V_{GPAV} - (Al_{GPAV} \times APV_j)$$

Equation 19

$$\begin{aligned} VN_{GPAV} &= \text{Valeur Nette d'une Génisse Prête A Vêler} \\ V_{GPAV} &= \text{prix de Vente d'une Génisse Prête A Vêler} \end{aligned}$$

1.3 Paramètres du modèle

Les principaux paramètres du modèle sont rapportés dans le tableau 2. Les APV, âges moyen de réforme (AMR) et IVV varient sur des plages de valeurs (tableau 2). Le taux de réforme (TR) n'est pas indiqué dans le tableau 2 car calculé a posteriori à partir de l'APV et AMR, avec :

$$TR = \frac{365}{AMR_j - APV_j}$$

Equation 20

4 scénarios sont définis :

- cas-type 1 : vêlage fin janvier, vente des broutards avec un niveau d'intensification modéré à élevé (ration des vaches de bonne valeur alimentaire)
- cas-type 2 : vêlage fin janvier, vente des broutards avec un niveau d'intensification faible à modéré (ration des vaches de valeur alimentaire plus faible)
- cas-type 3 : vêlage en août, vente des broutards avec un niveau d'intensification modéré à élevé (ration des vaches de bonne valeur alimentaire)
- cas-type 4 : vêlage en août, vente des broutards avec un niveau d'intensification faible à modéré (ration des vaches de valeur alimentaire plus faible)

Tableau 2 : paramètres du modèle

		Valeur moyenne	Plage de variations	Référence
<u>Caractéristiques du troupeau</u>				
Age au premier vêlage	(mois)	40,5	24/30/36/40/44/48	BDNI
Age d'abattage	(années)	9	6/7/8/9/10/11	BDNI
Intervalle vêlage – vêlage	(jours)	420	360 à 600, pas de 20	Raboisson, 2013
Taux de génisses survivant jusqu'au premier vêlage	(%)	90		Raboisson, 2013
Taux de survie des broutards	(%)	91,5		
<u>Coût alimentaires</u>				
Coût de l'élevage des génisses jusqu'au vêlage ^c	(€/jour)	(0,35-0,45)		Auteurs
Naissance jusqu'à 24 mois		0,33		
De 24 mois jusqu'à 36 mois		0,51		
De 36 mois jusqu'au vêlage		0,61		
Coût alimentaire moyen d'entretien d'une vache	(€/jour)	0,69		Auteurs
Cas-type 1		0,77		
Cas-type 2		0,61		
Cas-type 3		0,80		
Cas-type 4		0,56		
Coût alimentaire de l'engraissement d'une vache	(€/jour)	0,69		Auteurs
Coût alimentaire moyen de l'élevage d'un broutard	(€/jour)	0,76		
Cas-type 1		0,19		
Cas-type 2		0,04		
Cas-type 3		0,29		
Cas-type 4		0,24		
<u>Données économiques</u>				
Valeur brute d'une génisse prête à vêler	(€/génisse)	1500		Auteurs
Valeur brute d'une vache de réforme	(€/vaches)	1000		Auteurs
Durée d'engraissement d'une vache	(jours)	201		BDNI
Age de vente des broutards	(jours)	201		BDNI
Poids de vente moyen (kg) / Prix de vente moyen	(€/kg)	272 / 2,79		France agricole, 2012
Cas-type 1		292 / 2,69		
Cas-type 2		239 / 2,82		
Cas-type 3		292 / 2,81		
Cas-type 4		266 / 2,85		
Taux d'actualisation sur le capital	(%)	4		

1.3.1 Coût alimentaires

Les coûts alimentaires sont calculés à partir de l'ingestion théorique et de la composition des rations type en fonction de la race, de l'âge, et du stade physiologique (logiciel LARELEV[®], Alimentation ENVT). Les prix des matières sont rapportés dans le tableau 3.

Tableau 3 : prix des matières premières en 2012

Matière première		Prix moyen	Sources
Herbe	(€/kg MS)	0,025	CA47/CA60
Foin	(€/kg MS)	0,064	CA47/CA60
Ensilage de maïs	(€/kg MS)	0,08	CA47/CA60
Ensilage d'herbe	(€/kg MS)	0,08	CA47/CA60
Enrubannage	(€/kg MS)	0,1	CA47/CA60
Céréale	(€/kg MB)	0,16	CA47/CA60
Aliment équilibré *	(€/kg MB)	0,25	CA47/CA60
Soja/Colza (50/50)	(€/kg MB)	0,35	CA47/CA60

* : composition : $\frac{3}{4}$ céréale, $\frac{1}{8}$ tourteau de soja $\frac{1}{8}$ tourteau de colza

** : Chambre d'agriculture 47 et Chambre d'agriculture 60

1.3.2 Coût alimentaire d'élevage des génisses

La ration des génisses est composée d'une ration estivale (herbe seule) et d'une ration hivernale moyenne (étable) issue de 5 rations hivernales type (foin + concentré ; foin + concentré + enrubannage ; ensilage d'herbe + foin ; ensilage de maïs + ensilage d'herbe + foin ; ensilage de maïs + soja/colza)

Les quantités ingérées pour chaque matière première et chaque ration en fonction de l'âge de la génisse sont détaillées en annexe 2, tableau 18. Le prix obtenu pour chaque ration est détaillé en annexe 2, tableau 19 et résumé dans le tableau 4.

Tableau 4 : coût des rations des génisses

Age des génisses	Type de ration	Coût alimentaire journalier		
		Moyenne	Minimum	Maximum
Génisse jusqu'à 24 mois	Estival	0,1625	0,09	0,28
	Hivernal	0,6779	0,504	0,9145
Génisses de 24 à 36 mois	Estival	0,25	0,135	0,44
	Hivernal	1,0267	0,722	1,2748
Génisses de 36 mois jusqu'au vêlage	Estival	0,30	0,16	0,53
	Hivernal	1,23	0,87	1,53

Dans le modèle, une génisse reste 8 mois de l'année en pâture (coût de la ration estivale) et 4 mois de l'année en stabulation (coût de la ration hivernale). Les coûts alimentaires moyens pour l'élevage d'une génisse utilisés dans l'équation 16 sont :

- De la naissance jusqu'à 24 mois : 0,33 €/j
- De 24 mois jusqu'à 26 mois : 0,51 €/j
- De 36 mois jusqu'au vêlage : 0,61 €/j

1.3.3 Coût alimentaire d'entretien d'une vache

Un système fourrager a été associé à chaque cas-type détaillé en annexe 2, tableau 20, avec 17 rations distinctes. La composition de ces rations est détaillée en annexe 2, tableau 21.

Le coût de ces 17 rations (tableau 5) est calculé à partir de la quantité des matières premières ingérées pour chaque ration (tableau 21, annexe 2) et du prix des matières premières (tableau 3).

Tableau 5 : coût des rations des vaches

Vache			Stade physio	Type de Ration	Coût Alimentaire journalier		
Fourrage 1	Fourrage 2	Concentré			Moyen	Minimum	Maximum
Herbe	-	-	-2	ration 1	0,3	0,165	0,52
			1	ration 2	0,35	0,195	0,6
			7	ration 3	0,3375	0,195	0,56
Foin	-	-	-2	ration 4	0,672	0,55	1,036
			1-4	ration 5	0,768	0,6	1,192
Foin	-	Céréale	-2	ration 6	0,9	0,55	0,958
			-2	ration 7	0,996	0,74	1,284
			1-4	ration 8	1,028	0,6	1,192
			1-4	ration 9	1,22	0,86	1,642
Ensilage de maïs	Foin	-	-2	ration 10	0,94	0,72	1,234
			-2	ration 11	0,892	0,675	1,168
			1-4	ration 12	1,164	0,9	1,512
			1-4	ration 13	1,108	0,79	1,524
Ensilage de maïs	Foin	Concentré	-2	ration 14	0,9875	0,655	1,459
			-2	ration 15	1,067	0,675	1,618
			1-4	ration 16	1,5135	1,045	2,165
			1-4	ration 17	1,386	1,065	1,796

Ainsi, le coût alimentaire journalier des vaches pour les 4 cas-type (tableau 20) est de :

- cas-type 1 : 0,77 €/j
- cas-type 2 : 0,61 €/j
- cas-type 3 : 0,80 €/j
- cas-type 4 : 0,56 €/j

Le coût alimentaire journalier de l'engraissement d'une vache est établi à la moyenne de ces 4 cas-type : 0,69 €/j

1.3.4 Coût alimentaire d'élevage d'un broutard

Les coûts alimentaires des 4 premiers mois de la vie du broutard sont négligés. L'alimentation est alors essentiellement constituée du lait de la mère, et le coût de la ration de la vache à ce stade physiologique intègre déjà une ingestion augmentée.

Les rations des broutards après 4 mois d'âge varient selon les 4 cas-type :

- cas-type 1 : herbe de bonne qualité + concentré en quantité faible
- cas-type 2 : herbe de qualité moyenne, pas de concentrés
- cas-type 3 : foin de bonne qualité + concentré en quantité moyenne
- cas-type 4 : foin de qualité moyenne + concentré en quantité moyenne

Les quantités ingérées par les broutards (tableau 6) sont calculées en fonction du poids et de la croissance des animaux pour chaque mois (tableau 22, annexe 2), puis le coût des rations des broutards (tableau 6) est calculé à partir de cette quantité et du prix des matières premières (tableau 3).

Tableau 6 : coût des rations des broutards

		Coût alimentaire journalier			Quantité de matière première ingérée		
Cas type	Age (mois)	Moyenne	Minimum	Maximum	MSI herbe	MSI foin	MBI concentré
Scénario 1	4-5	0,31	0,20	1,19	2,3		1
	5-6	0,60	0,40	2,08	3,84		2
	6-7	0,61	0,40	2,24	4,24		2
Scénario 2	4-5	0,04	0,03	0,70	1,75		
	5-6	0,08	0,05	1,24	3,11		
	6-7	0,09	0,05	1,40	3,5		
Scénario 3	4-5	0,40	0,29	0,45		2,3	1
	5-6	0,84	0,60	0,94		3,4	2,5
	6-7	1,07	0,75	1,19		3,12	3,5
Scénario 4	4-5	0,38	0,27	0,43		2	1
	5-6	0,68	0,48	0,76		2,84	2
	6-7	0,91	0,64	1,07		2,56	3

Pour un âge moyen de vente de 201 jours (6,6 mois), les coûts alimentaires journaliers moyens des broutards sont :

- cas-type 1 : 0,19 €/j
- cas-type 2 : 0,04 €/j
- cas-type 3 : 0,29 €/j
- cas-type 4 : 0,24 €/j

1.3.5 Valeur des animaux vendus ou achetés

Les prix de vente des broutards sont calculés à partir du poids de vente (tableau 22, annexe 2) et des prix de vente (tableau 23, annexe 2), dépendants des saisons et des scénarios :

- cas-type 1 : 784 €/animal (292 kg)
- cas-type 2 : 674 €/animal (239 kg)
- cas-type 3 : 820 €/animal (292 kg)
- cas-type 4 : 759 €/animal (266 kg)

Les valeurs corrigées par le coût alimentaire de l'élevage des broutards obtenues sont :

- cas-type 1 : 746 €/animal
- cas-type 2 : 666 €/animal
- cas-type 3 : 763 €/animal
- cas-type 4 : 710 €/animal

La valeur nette d'une génisse prête à vêler est égale à son prix de vente (1500€) moins les coûts alimentaire d'élevage de la génisse.

La valeur nette d'une vache de réforme est égale à son prix de vente (1000€), l'ensemble des coûts alimentaires étant déjà inclus dans les gains nets g_1 , g_2 et g_3 .

2 Résultats

2.1 Nombre de veaux produits

L'âge moyen de réforme (AMR) et l'âge au premier vêlage (APV) conditionnent le nombre de veaux vendus, qui peut être supérieur à 1 ou inférieur à 1.

Les figures 2 à 4 montrent 3 exemples de variation du nombre de naissances et du nombre de génisses survivant jusqu'au vêlage en fonction de l'APV et de l'AMR. Pour les paramètres indiqués dans tableau 2, le nombre de veaux vendus est toujours supérieur à 1 (résultats non rapportés) et le nombre de génisses vendues est aussi supérieur à 1 dans toutes les simulations, exception faite de quelques cas extrêmes (tableaux 24 et 25, annexe 2) :

- pour tout $IVV \geq 540$ jours avec $APV = 44$ mois et $AMR = 6$ ans
- pour tout $IVV \geq 440$ jours avec $APV = 48$ mois et $AMR = 6$ ans

Figure 3 : nombre de naissances pour $APV = 48$ mois et $AMR = 6$ ans, $TR = 50\%$

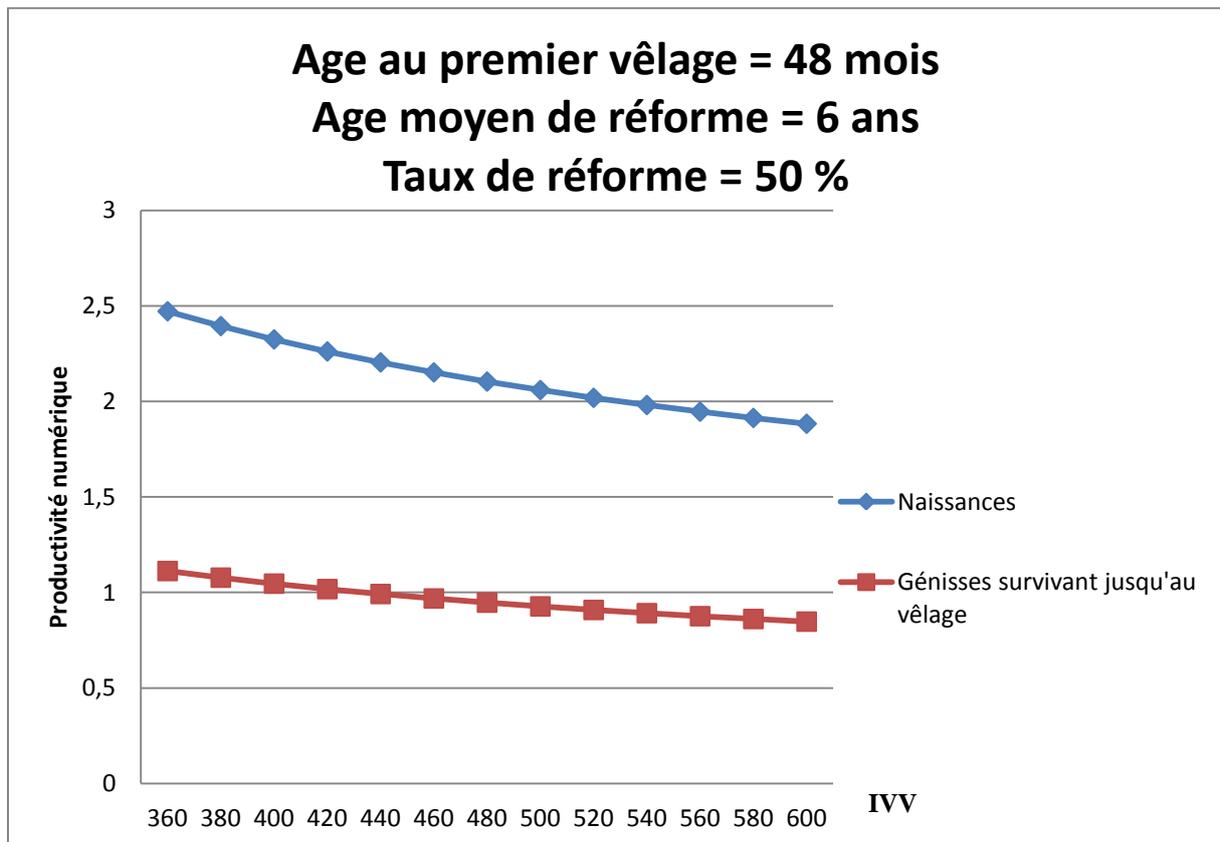


Figure 4 : nombre de naissances pour APV = 44 mois et AMR = 9 ans, TR = 18,7 %

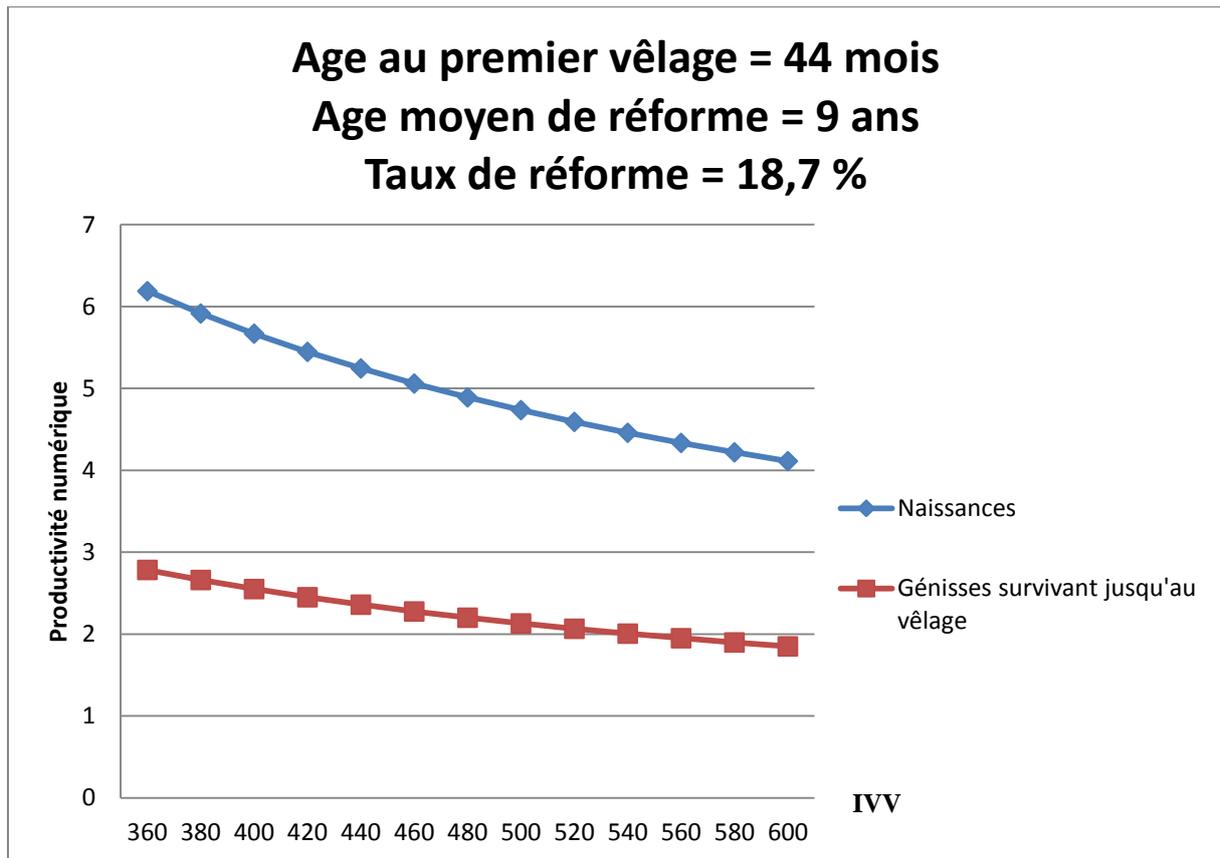
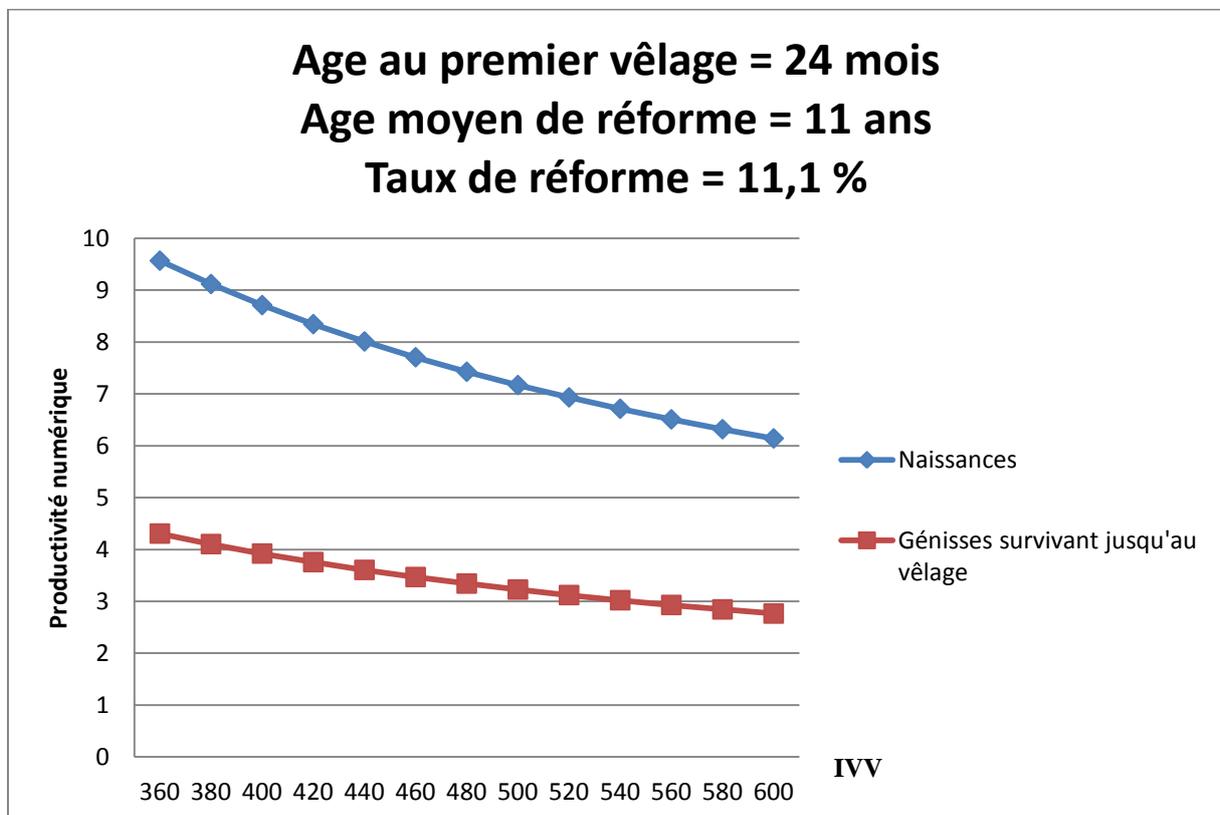


Figure 5 : nombre de naissances pour APV = 24 mois et AMR = 11 ans, TR = 11,1 %



2.2 Gain équivalent annuel en fonction de l'âge au premier vêlage et de l'âge à la mise à la reproduction

Le Gain Equivalent Annuel (GEA) est représenté ici en fonction de l'IVV :

- pour des APV fixés (figure 6 à 9), l'AMR variant au sein de chaque graphique, et le Taux de Réforme (TR) étant calculé pour chaque combinaison APV-AMR
- pour des AMR fixés (figure 9 à 12), l'APV variant au sein de chaque graphique, et le TR étant calculé pour chaque combinaison APV-AMR.

Les résultats de ces deux séries de graphiques sont donc les mêmes, seul les modalités de présentation diffèrent.

La réduction de l'âge au premier vêlage permet d'augmenter de manière très importante le GEA. Par exemple, pour un IVV fixé à 400 jours et une AMR de 9 ans (valeurs moyennes observées), le GEA augmente de 193€ à 285€ ($\Delta=92\text{€}$ soit +47,6%) lorsque l'APV diminue de 40 mois (valeur moyenne observée) à 24 mois. Cependant, les surcoûts alimentaires liés à un premier vêlage plus précoce ne sont pas intégrés dans la présente estimation. Le point mort de rentabilité (équivalence économique entre 2 situations) est obtenu avec des coûts d'élevage de la génisse 52% supérieurs si vêlage à 24 mois, ce qui semble difficilement pouvoir être le cas. La même comparaison lorsque l'APV diminue de 40 mois à 36 mois montre une augmentation du GEA de 193€ à 216 € ($\Delta=23\text{€}$ soit +11,7%), avec un point mort obtenu avec des coûts d'élevage de la génisse 12,5% supérieurs.

L'augmentation du GEA avec la baisse de l'APV est ainsi d'autant plus importante que l'IVV est bas, comme le montrent les différences de pente moyenne des courbes entre les figures 6 à 9. De même, la réduction de l'IVV est économiquement plus intéressante si l'APV est bas et l'AMR élevée. Il est ainsi économiquement plus intéressant d'améliorer l'IVV dans des élevages avec une bonne maîtrise des autres paramètres.

Par ailleurs, l'augmentation du GEA avec la baisse de l'IVV est d'autant plus sensible à l'AMR que l'APV est élevé, comme le montre la forte dispersion des courbes des différents AMR pour les IVV bas et APV élevés comparée à la faible dispersion pour les APV bas. En d'autres termes, une réforme précoce est fortement pénalisante lors de premier vêlage tardif, mais a un impact relatif plus modéré lors de premier vêlage précoce.

Enfin, pour un APV de 24 mois (figure 6), la valeur du point mort de GEA est obtenue pour un IVV de 500 jours. Ceci montre que pour un APV de 24 mois et un IVV long > 500 jours, une AMR faible est préférable à une AMR élevée. Cette situation est uniquement observée dans cette configuration. En effet, la valeur de point mort de GEA est obtenue pour des valeurs d'IVV très élevées lorsque l'APV > 24 mois. Ces situations n'ont pas été envisagées, en raison de la probabilité quasi-nulle de se trouver dans de tels cas. Pour APV = 24 mois, il est aussi assez peu probable d'avoir IVV > 500 jours, limitant l'impact de l'inversion des GEA en fonction des AMR lorsque l'IVV augmente.

Les figures 10 à 13 représentent les mêmes indicateurs que les figures 6 à 9. La position de la courbe supérieure des figures 10 à 13 varie peu avec l'AMR, en accord avec la faible dispersion des valeurs de la figure 6. Au contraire, les valeurs des courbes inférieures varient entre figures, en accord entre autre avec les résultats de la figure 9.

Pour l'ensemble des figures 6 à 13, la forme des courbes est curvi-linéaire, mais avec une courbe peu prononcée. En focalisant sur la plage de variation des IVV les plus pertinents, à savoir 360 jours à 500 jours, le GEA varie de manière quasi-linéaire en fonction de l'IVV, quelques soient les valeurs d'AMR et de APV.

Pour un IVV donné, les paramètres APV et AMR peuvent être résumés au paramètre Taux de Réforme (TR). A IVV fixé, le GEA augmente avec la baisse du taux de renouvellement (figure 14), mais une grande dispersion des résultats de GEA est observée. Ainsi, le taux de renouvellement d'un élevage n'est pas un paramètre suffisant pour évaluer les performances de reproduction à un IVV fixé (tableau 26, annexe 2).

Figure 6 : GEA pour APV = 24 mois

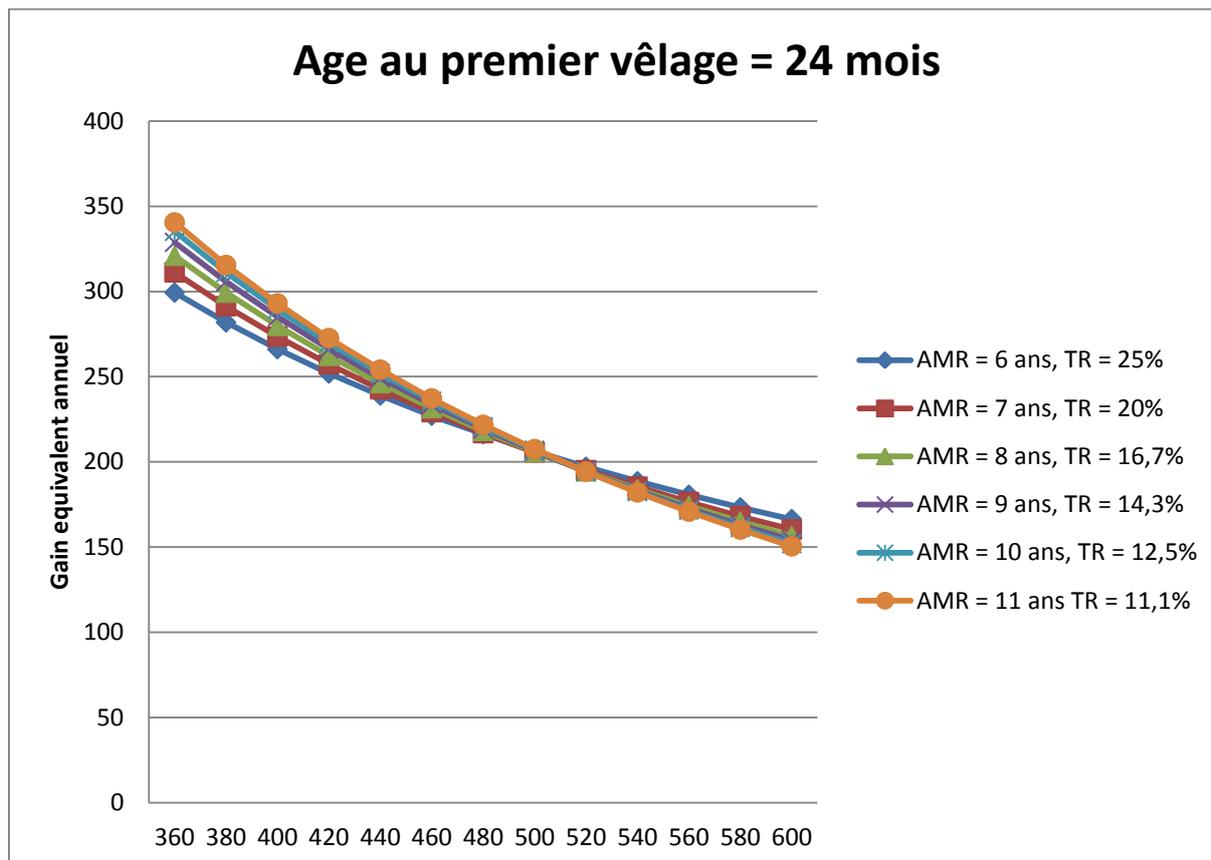


Figure 7 : GEA pour APV = 36 mois

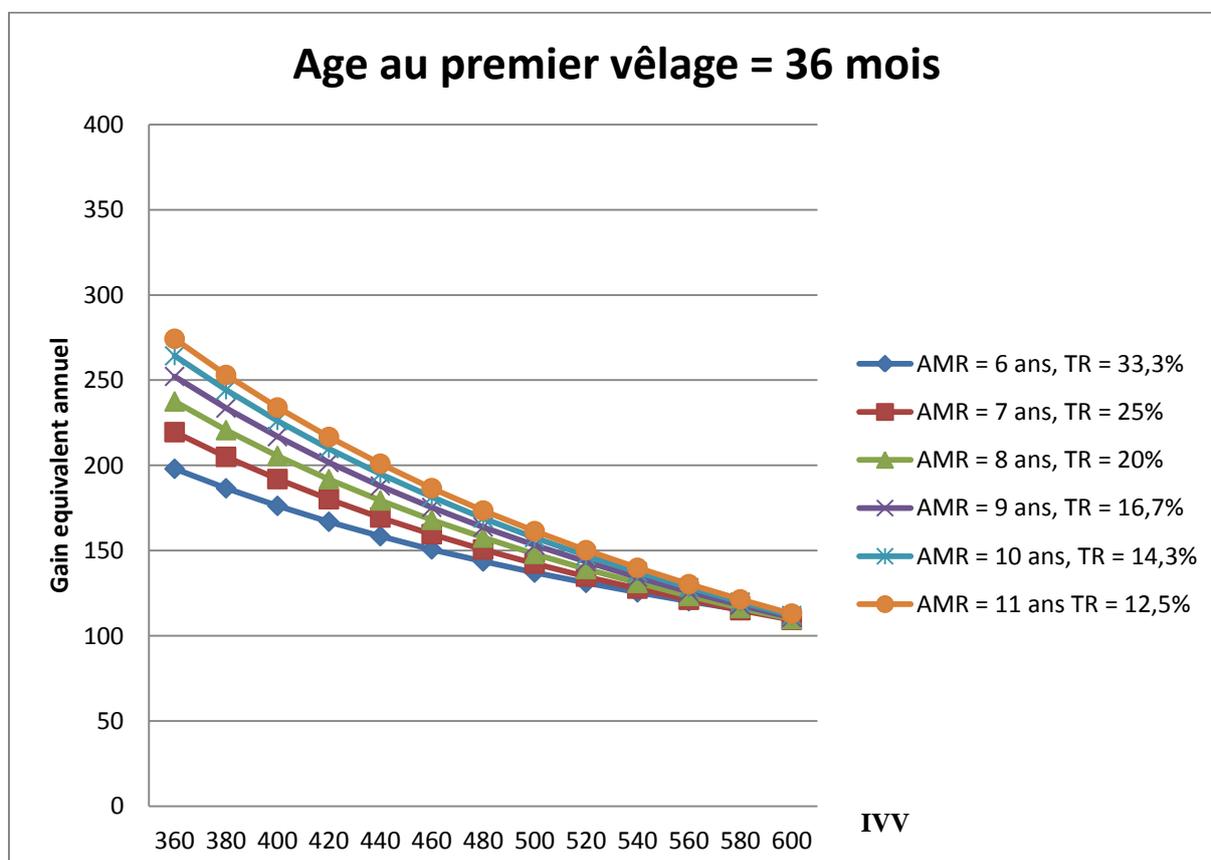


Figure 8 : GEA pour APV = 40 mois

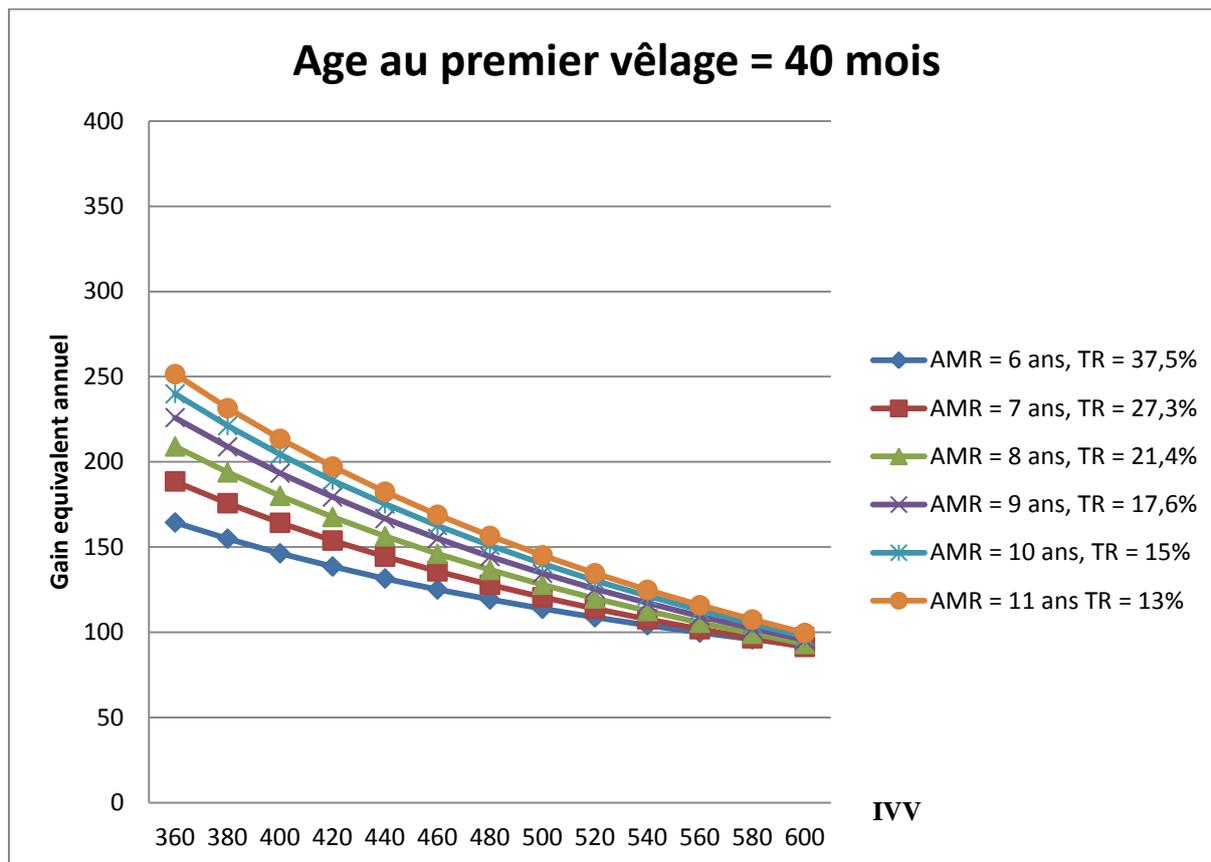


Figure 9 : GEA pour APV = 44 mois

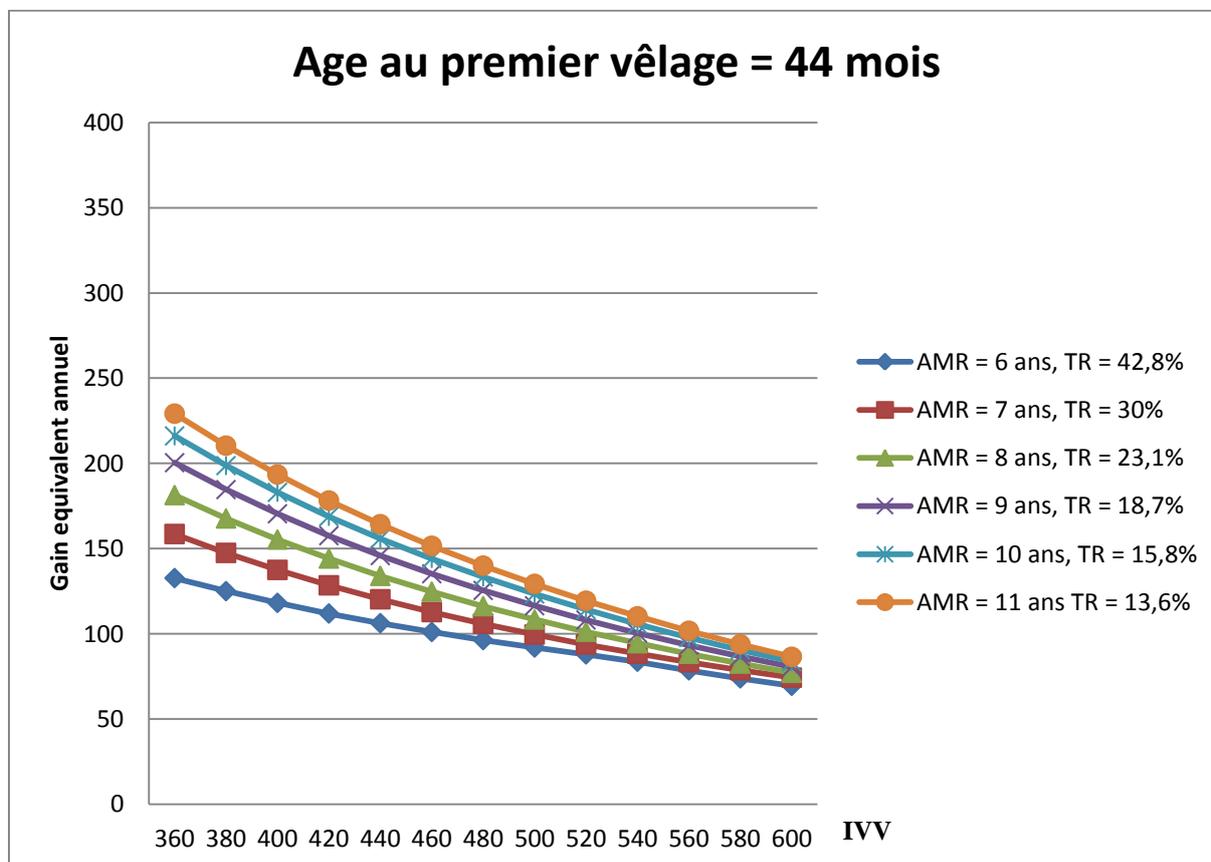


Figure 10 : GEA pour AMR = 7 ans

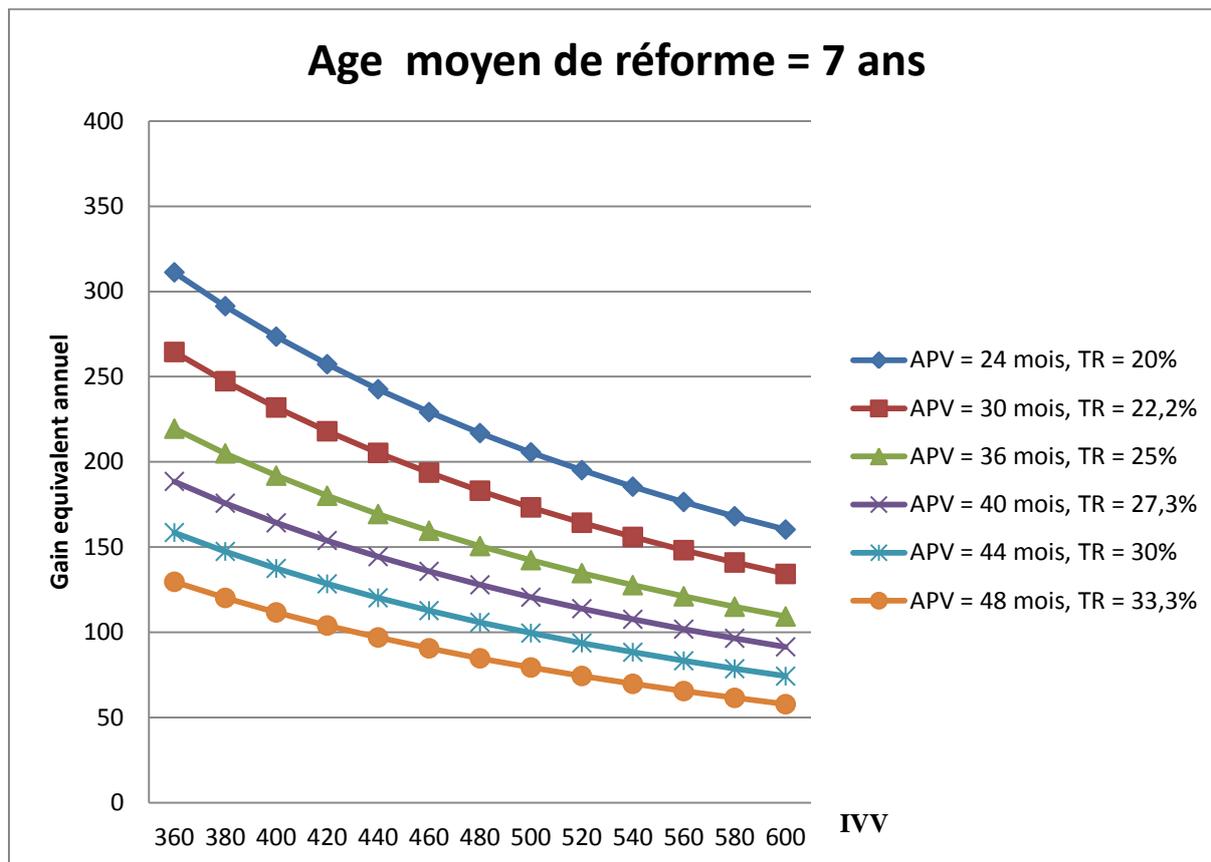


Figure 11 : GEA pour AMR = 8 ans

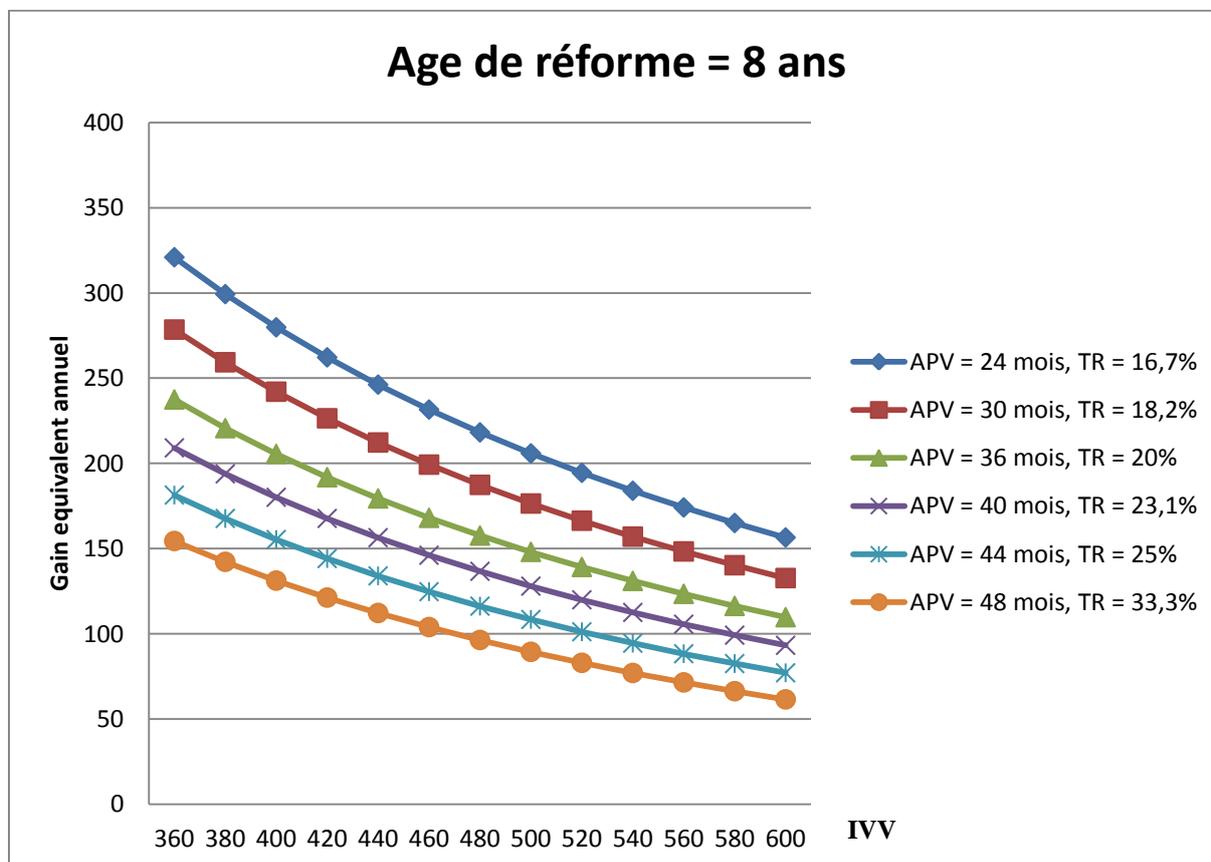


Figure 12 : GEA pour AMR = 9 ans

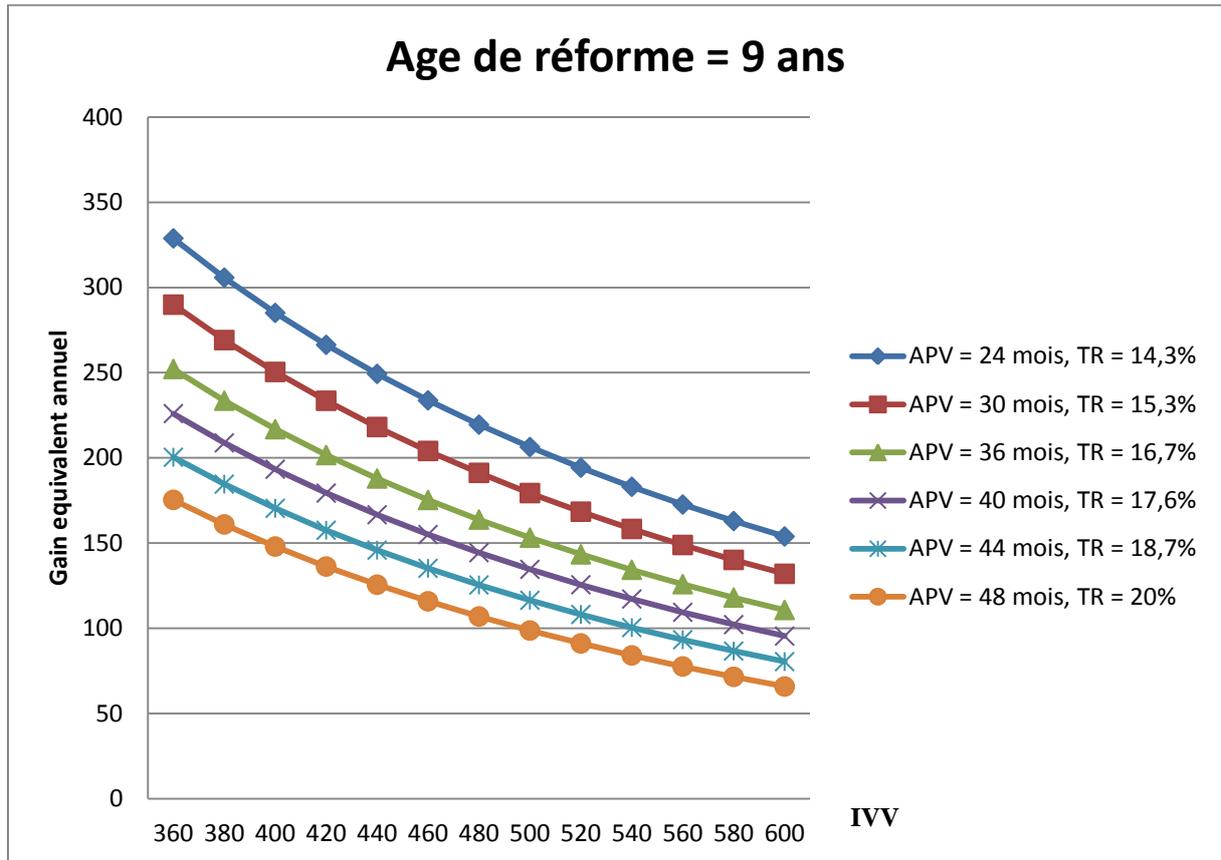


Figure 13 : GEA pour AMR = 10 ans

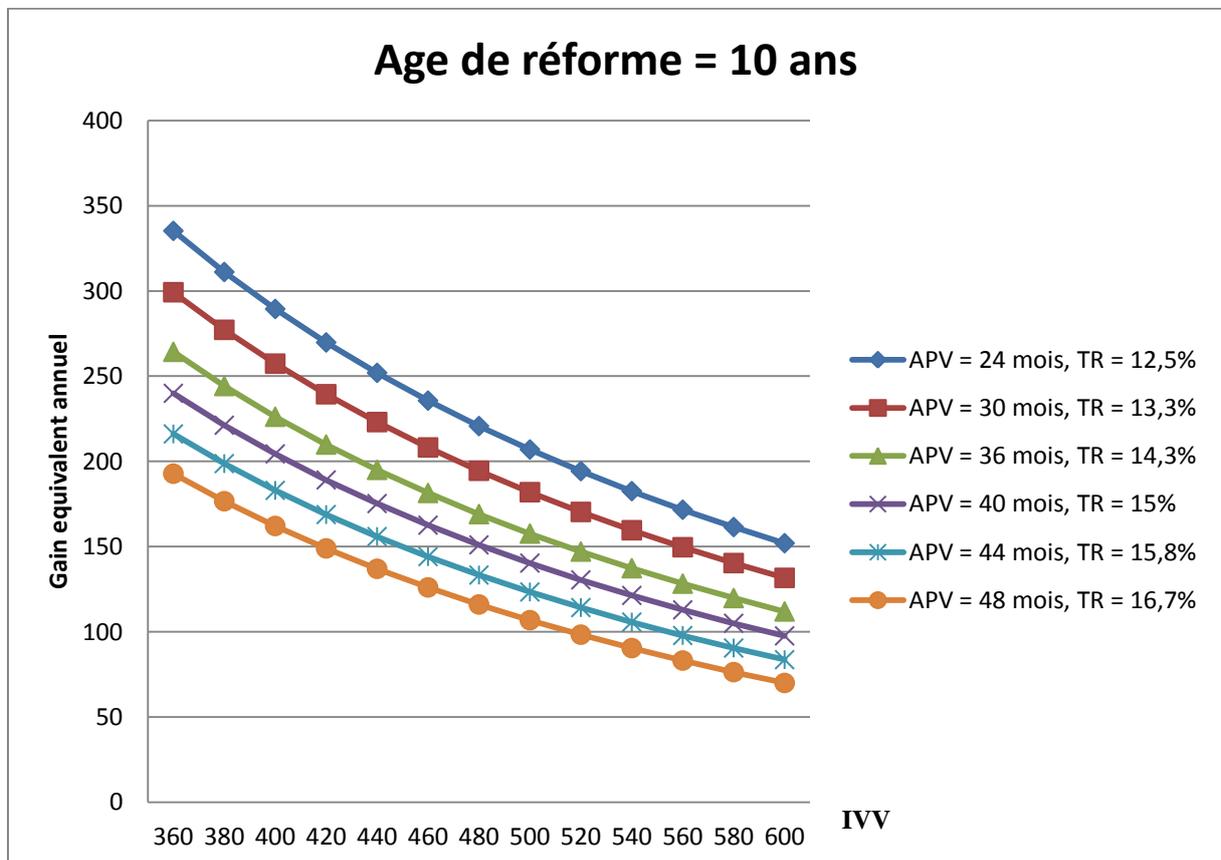
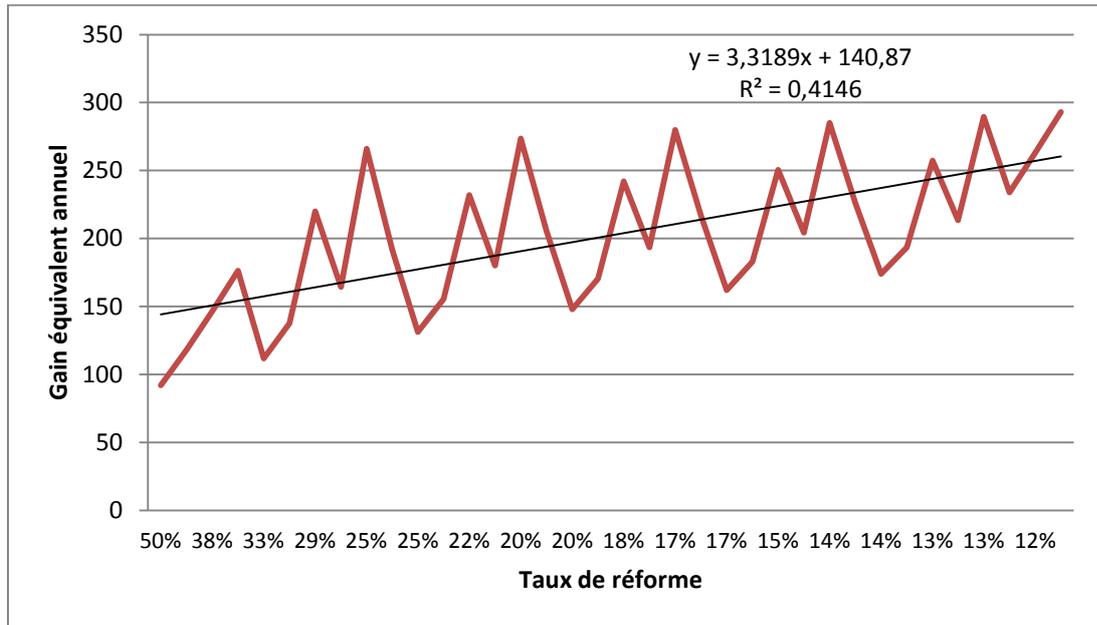


Figure 14 : GEA en fonction du taux de réforme calculé, pour IVV = 400 jours



2.3 Gain équivalent annuel en fonction des 4 scénarios

Le gain équivalent annuel est décliné pour les 4 scénarios pour les combinaisons d'AMR et d'APV les plus courantes (figures 15 à 18) puis pour des combinaisons d'AMR et d'APV extrêmes (figures 17 à 20).

Quelques soient les couples APV-AMR, le GEA reste peu sensible aux différents scénarios. Les différences entre GEA des 4 scénarios sont supérieures pour des IVV élevés comparé à des IVV bas, mais de manière très minime. Ces variations sont sans aucune mesure comparée aux variations attribuables aux variations d'IVV, d'APV et d'AMR.

Figure 15 : GEA pour APV = 24 mois et AMR = 9 ans, TR = 14,3 %

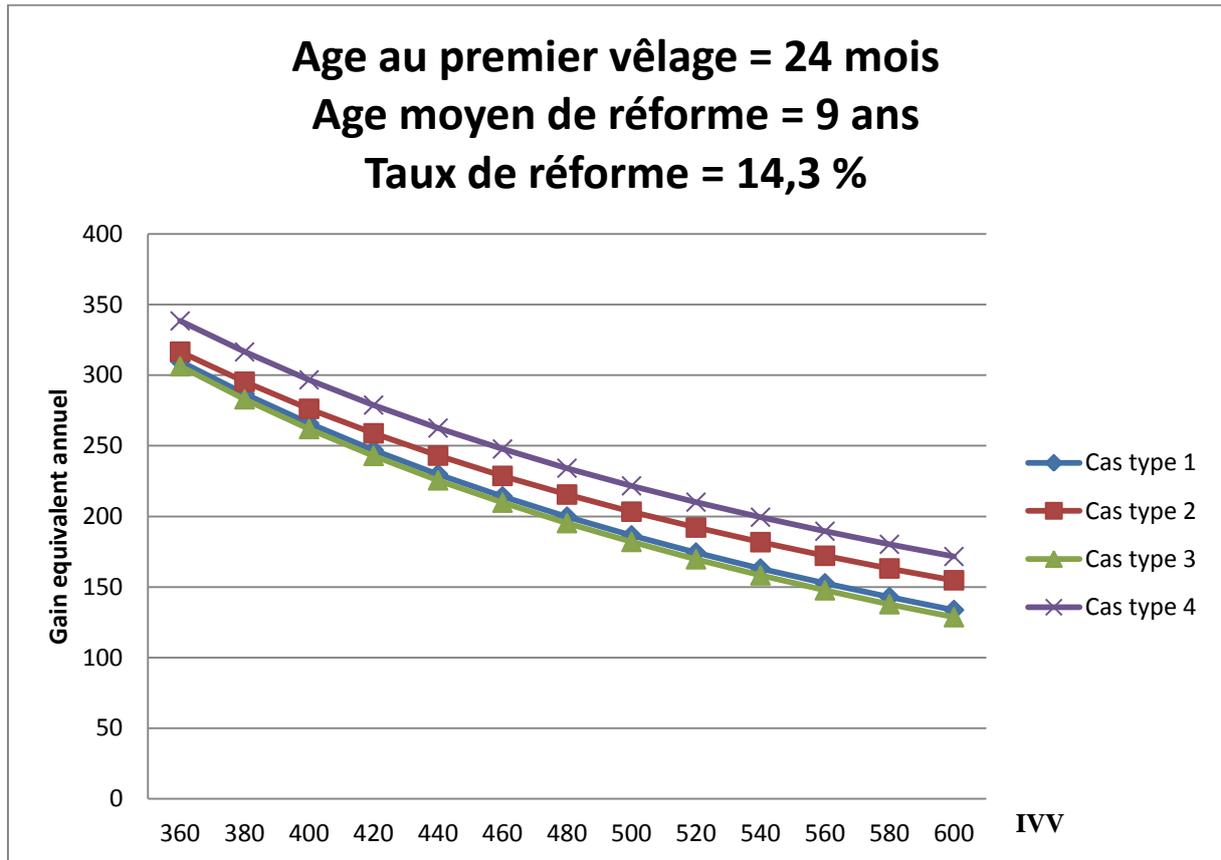


Figure 16 : GEA pour APV = 36 mois et AMR = 9 ans, TR = 16,7 %

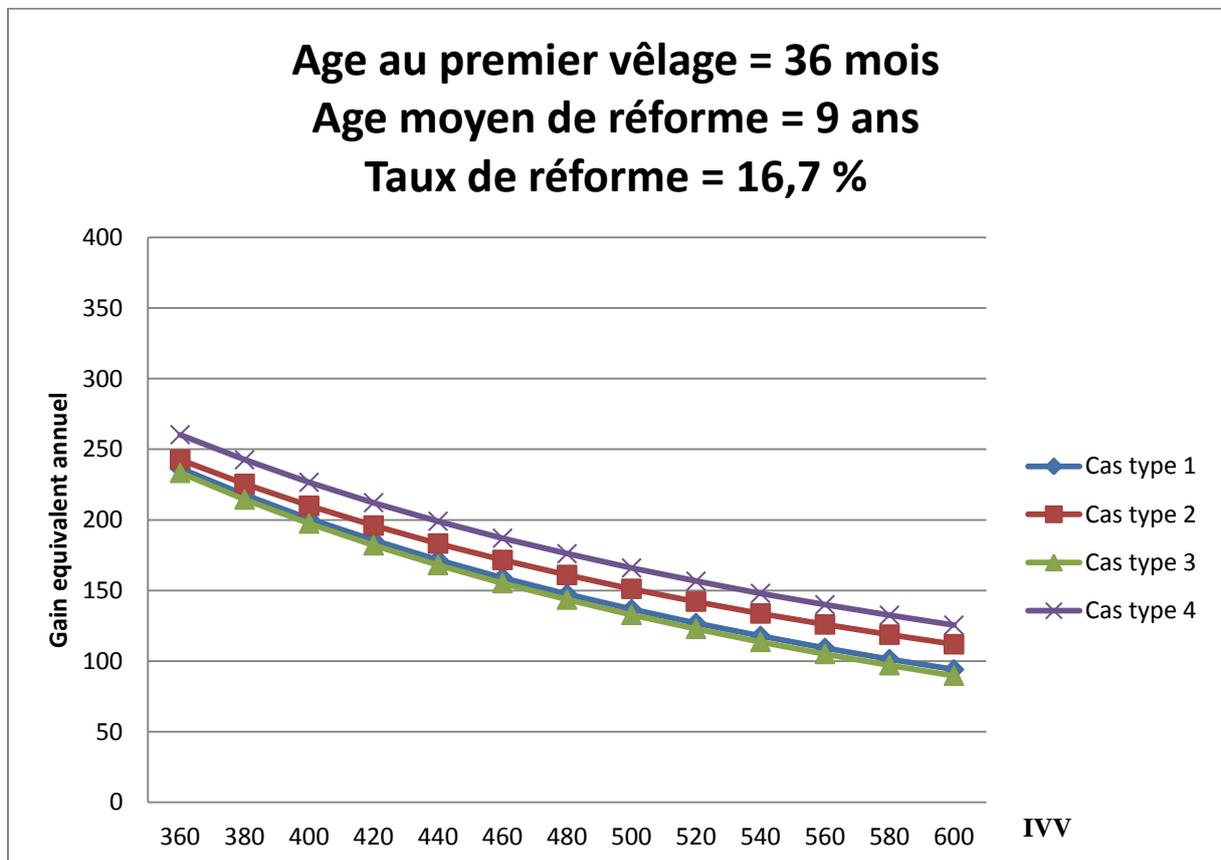


Figure 17 : GEA pour APV = 40 mois et AMR = 9 ans, TR = 17,6 %

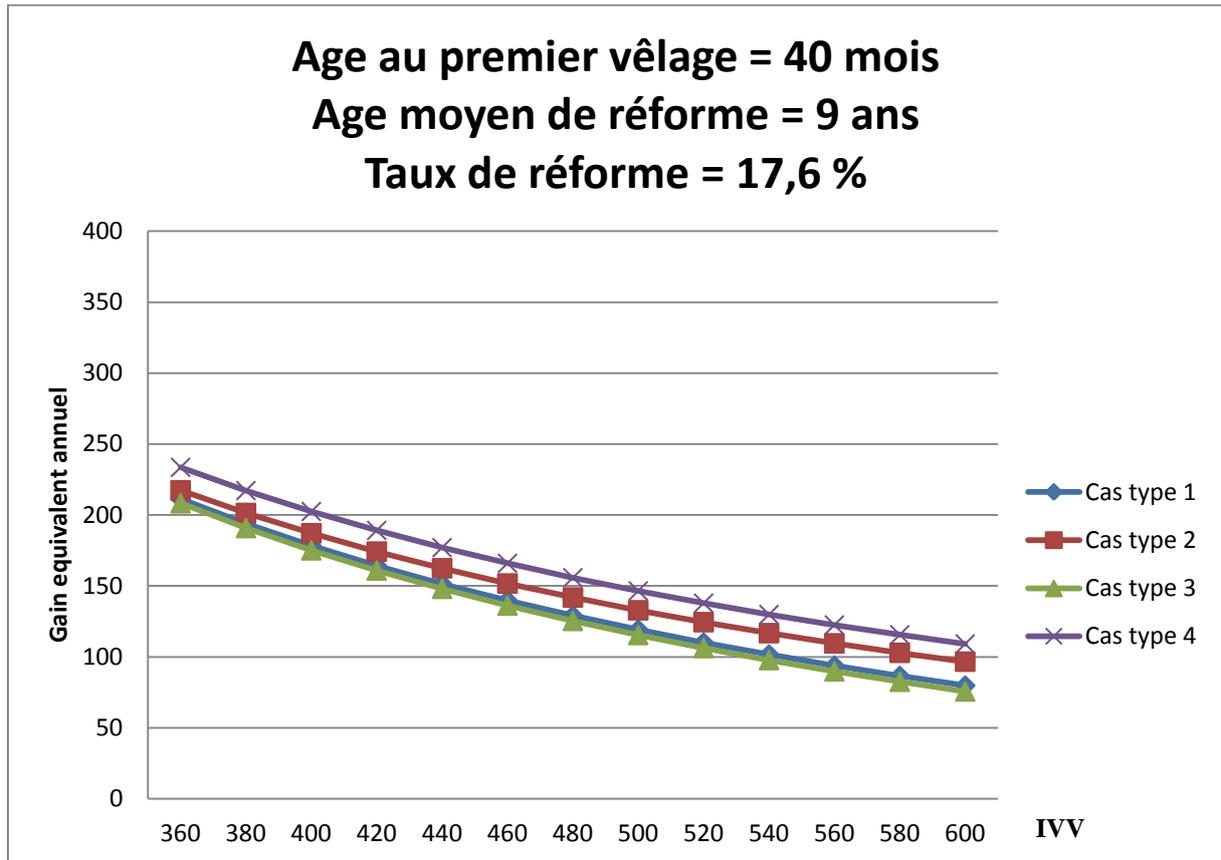


Figure 18 : GEA pour APV = 44 mois et AMR = 9 ans, TR = 18,7 %

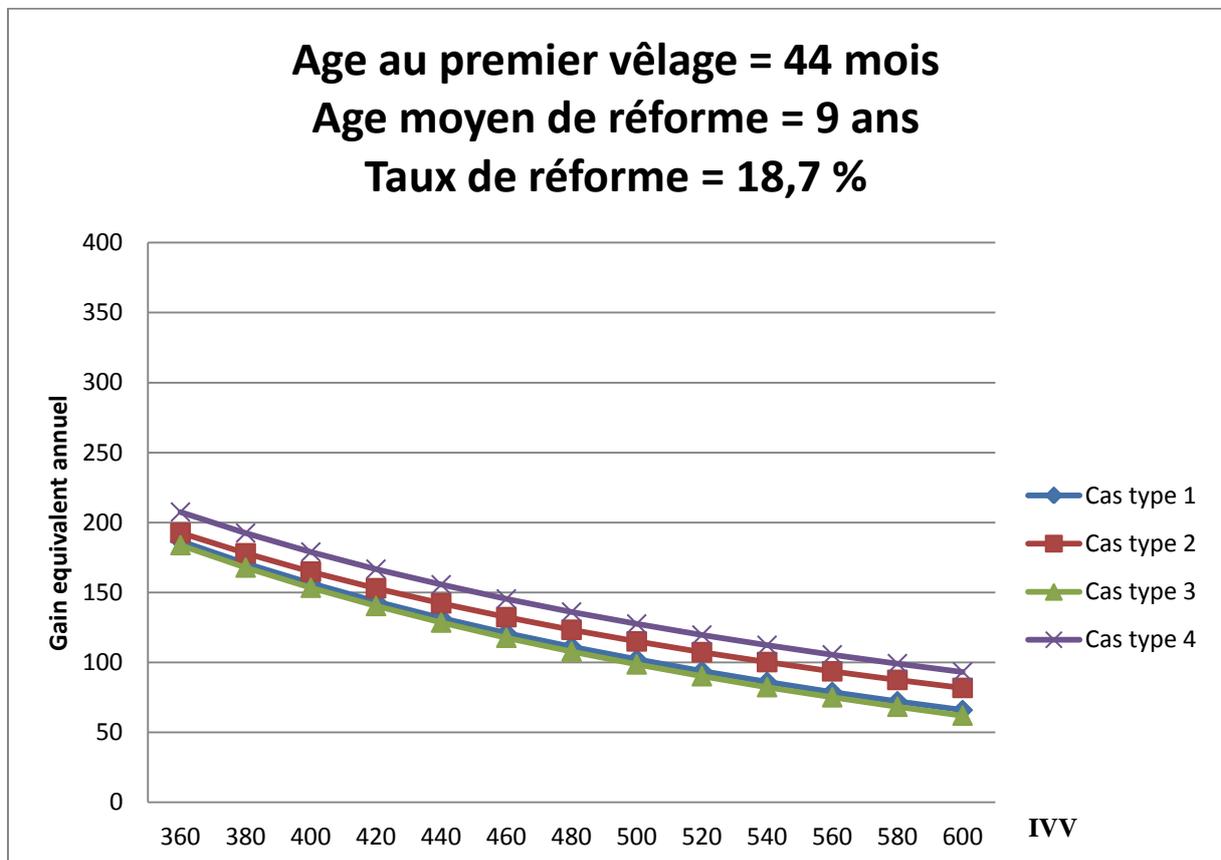


Figure 19 : GEA pour APV = 24 mois et AMR = 6 ans, TR = 25 %

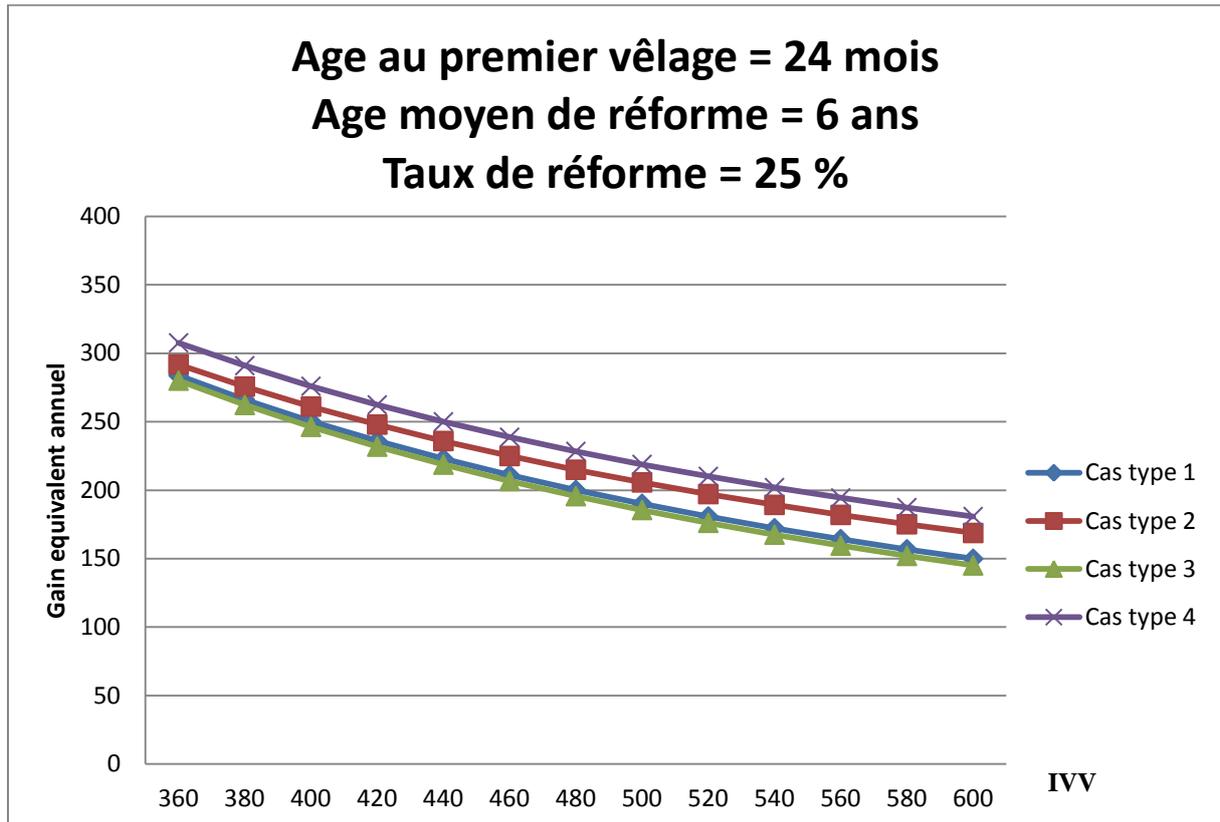


Figure 20 : GEA pour APV = 44 mois et AMR = 6 ans, TR = 42,8 %

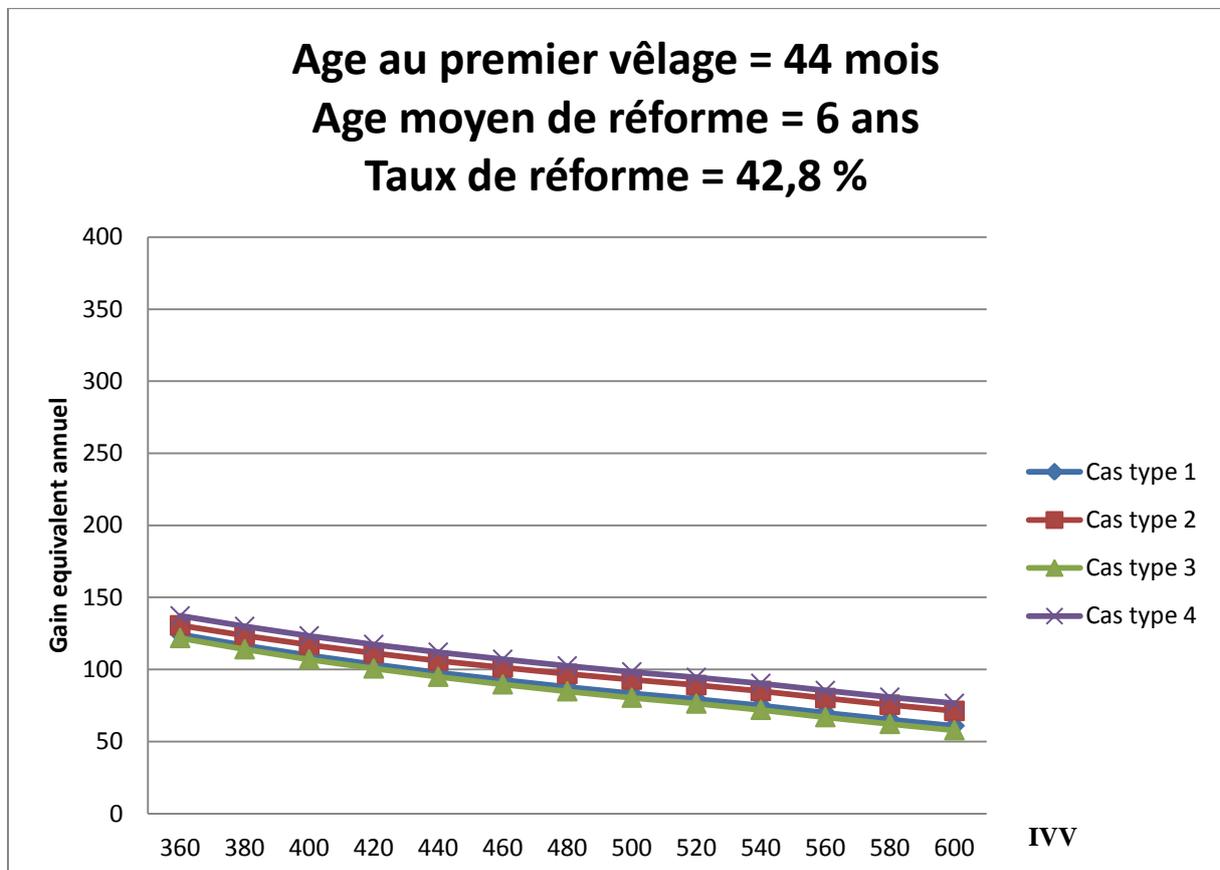


Figure 21 : GEA pour APV = 24 mois et AMR = 11 ans, TR = 11,1 %

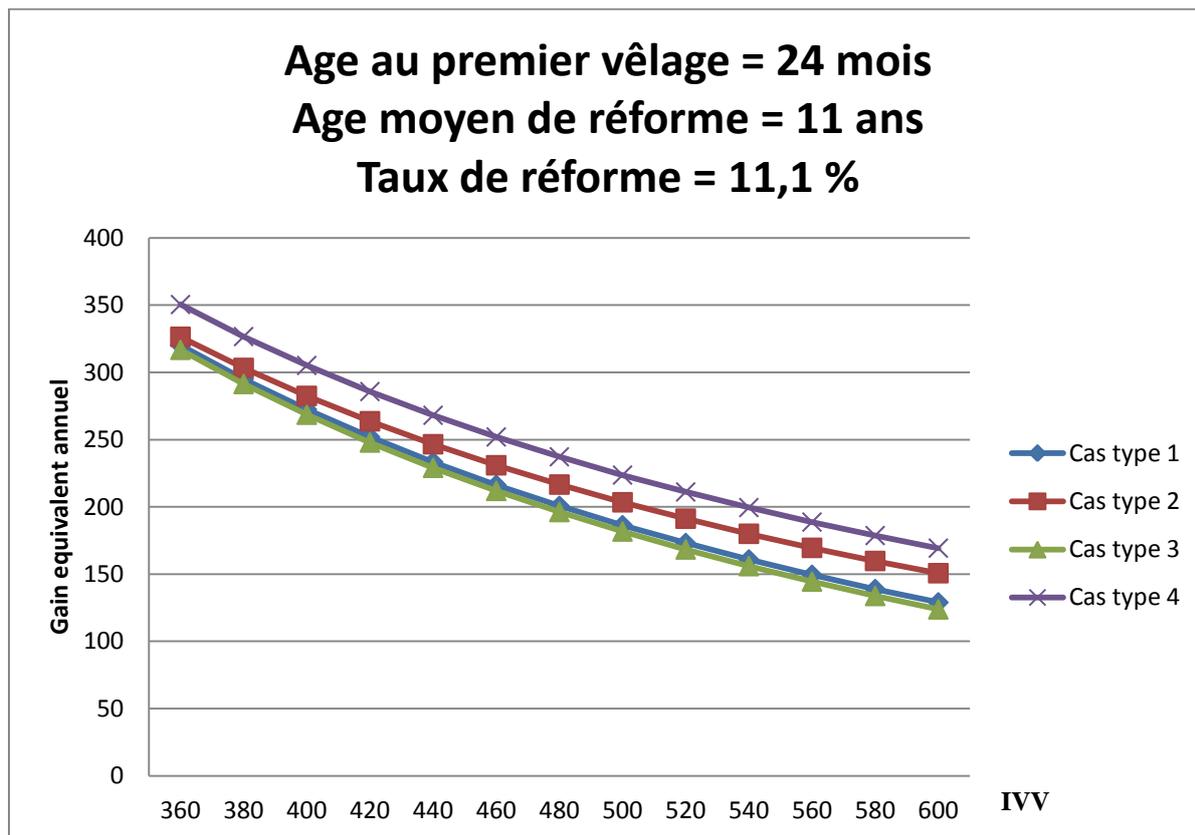
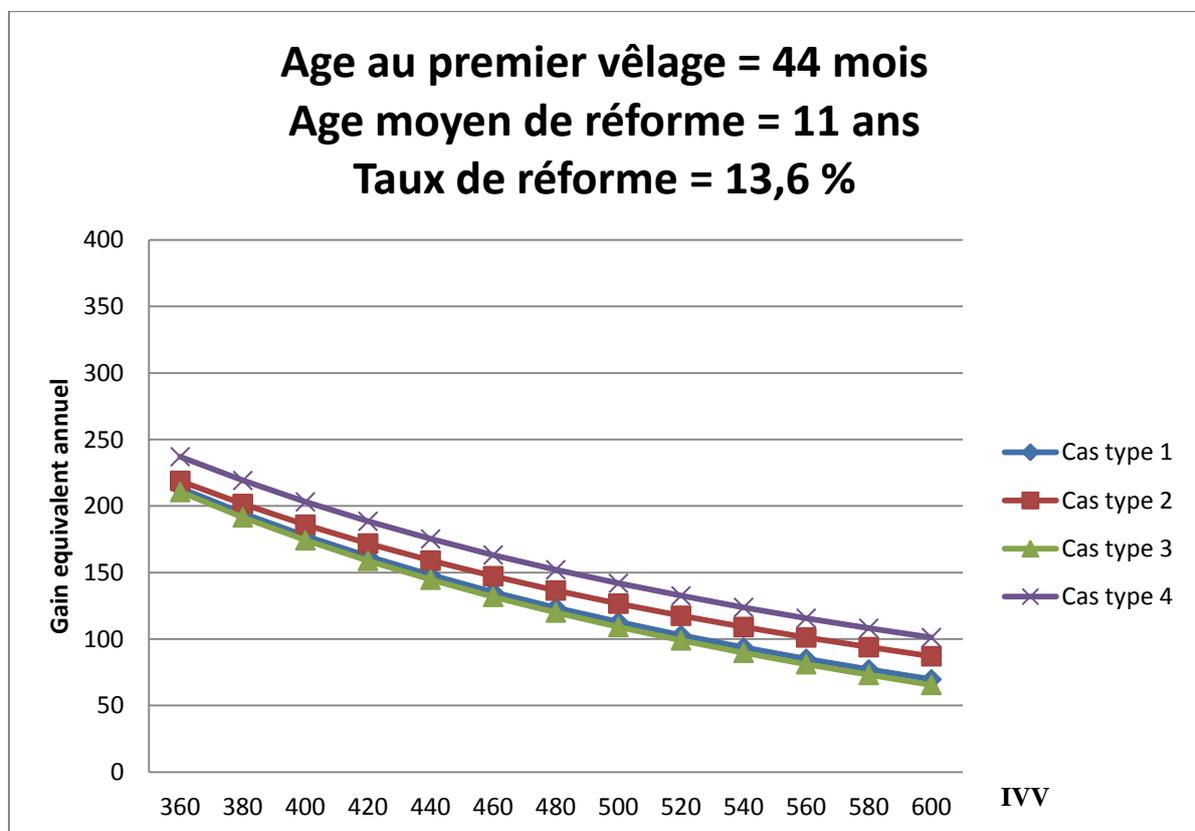


Figure 22 : GEA pour APV = 44 mois et AMR = 11 ans, TR = 13,6 %



2.4 Coût additionnel d'un cycle œstral supplémentaire et variation du gain équivalent annuel

L'approche en termes de marginalité des résultats précédents permet de définir le coût additionnel lié à 20 jours supplémentaires d'IVV (figures 23 à 28) et la variation du gain équivalent annuel par rapport à un IVV de 400 jours (figures 29 à 34) pour des APV fixés, l'AMR variant au sein de chaque graphique (résultats identiques avec AMR fixé et APV variant au sein de chaque graphique). Le coût additionnel de 20 jours supplémentaires d'IVV représente une bonne approximation du coût d'un cycle œstral supplémentaire et peut être ramené à un jour supplémentaire d'IVV ou un jour supplémentaire de la période ouverte en divisant la valeur obtenue par 20.

Au sein de chaque graphique, les courbes sont parallèles, sauf pour les cas extrêmes (figures 27 et 28), où le nombre de génisses prêtes à vêler produites par vache est inférieur à 1, induisant le recours à l'achat de génisses prêtes à vêler (détails en annexe 2, tableau 25).

Le coût d'allongement de l'IVV d'un jour est d'autant plus élevé que l'IVV est court. Par exemple, pour un APV de 24 mois, passer de 360 jours à 380 jours d'IVV représente un coût presque deux fois plus élevé que de passer de 500 jours à 520 jours d'IVV.

Cependant, en centrant les variations sur la valeur moyenne observée dans la population (IVV= 400 jours ; figures 23 à 28), une certaine linéarité de la variation du GEA pour une modification d'IVV de 20 jours est observée, au moins pour des valeurs d'IVV entre 360 jours et 440 jours. Selon les valeurs d'AMR et d'APV, la pente varie cependant fortement :

- l'intérêt économique d'une réduction d'IVV est assez similaire, pour un AMR et un APV donné, entre un IVV autour de 360 jours – 400 jours et 400 jours – 440 jours
- l'intérêt économique d'une réduction d'IVV varie beaucoup pour les différents couples AMR-APV

Dans les cas les plus souvent rencontrés (IVV autour de 400 jours), les gains espérés pour un éleveur lors de la réduction d'IVV de 420 jours à 400 jours et de 400 jours à 380 jours en fonction des valeurs extrêmes d'AMR pour chaque APV possible sont donnés dans le tableau 7 :

Tableau 7 : gain espéré pour la réduction de 20 jours d'IVV

APV (mois)	IVV (jours)		Figure
	420 → 400	400 → 380	
24	14,2 € à 20,3€	15,7€ à 22,5€	23
30	11,7€ à 18,8€	13,0€ à 20,8€	24
36	9,3€ à 17,3€	10,3€ à 19,1€	25
40	7,7€ à 16,3€	8,6€ à 18€	26
44	6,2€ à 15,3€	6,9€ à 16,9€	27
48	4,8€ à 14,3€	5,3€ à 15,8€	28

Globalement, les variations du GEA restent peu sensibles aux différentes hypothèses de scénarios (Figures 35 à 38).

Figure 23 : coût de 20 jours d'IVV pour APV = 24 mois

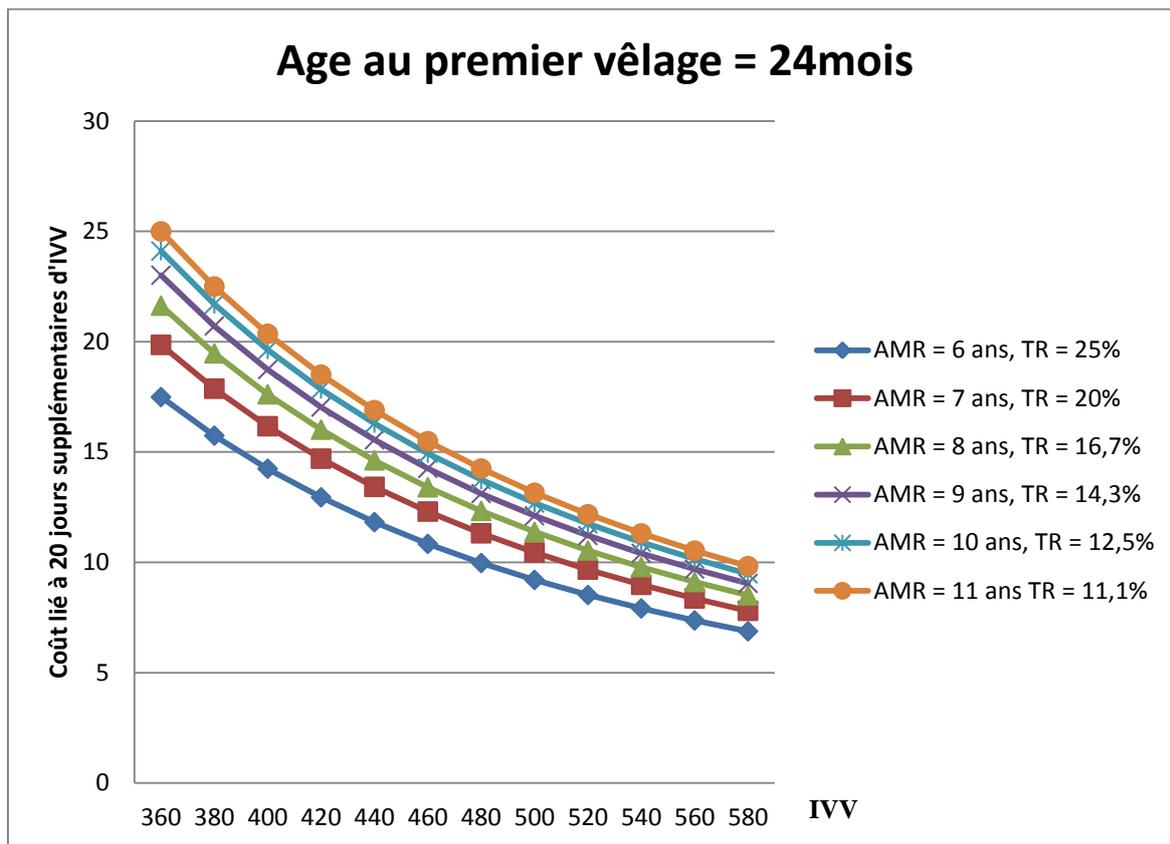


Figure 24 : coût de 20 jours d'IVV pour APV = 30 mois

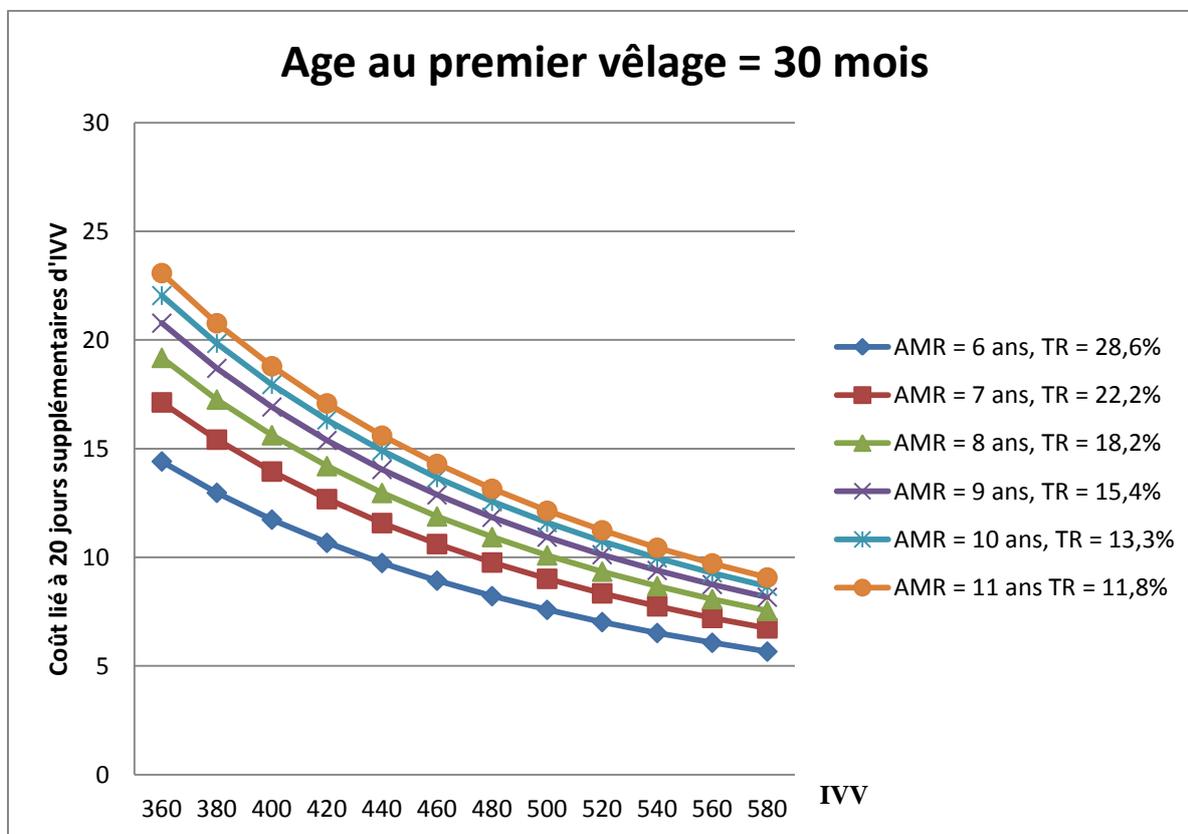


Figure 25 : coût de 20 jours d'IVV pour APV = 36 mois

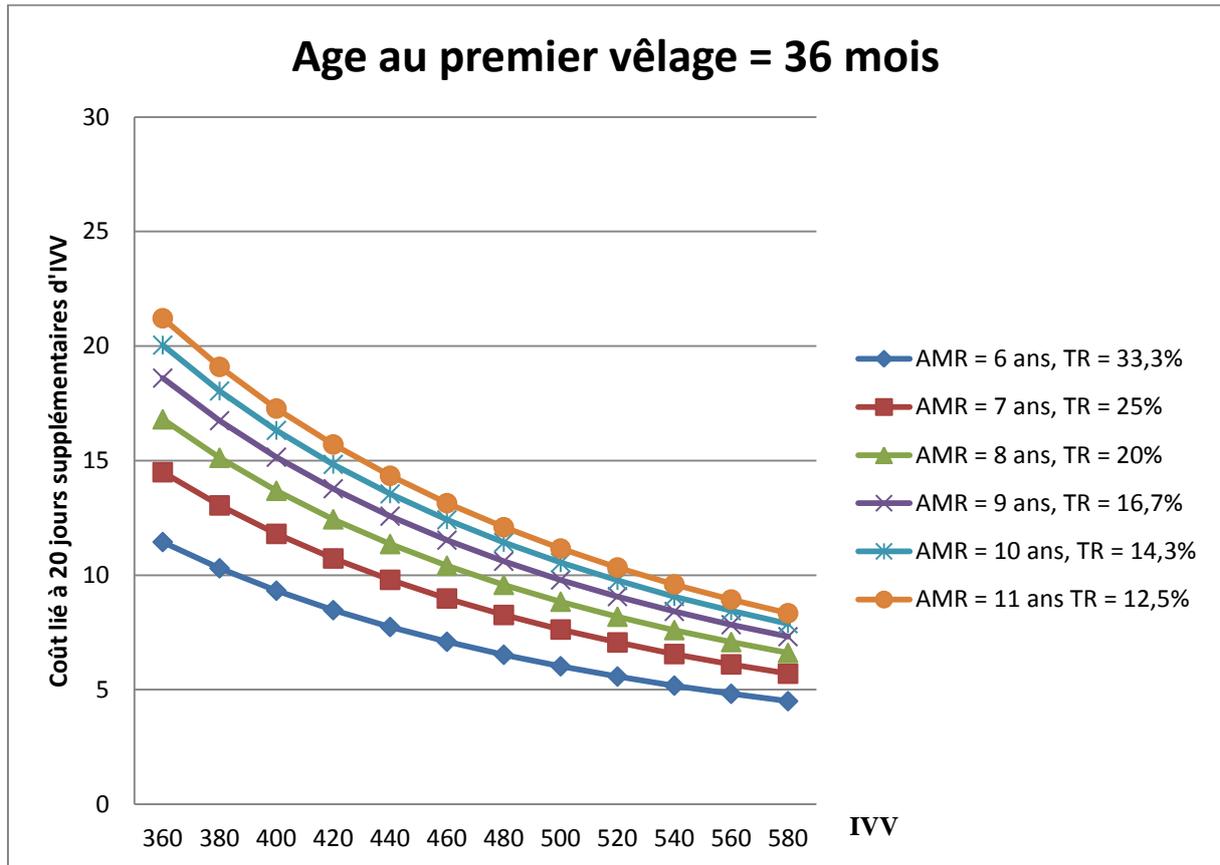


Figure 26 : coût de 20 jours d'IVV pour APV = 40 mois

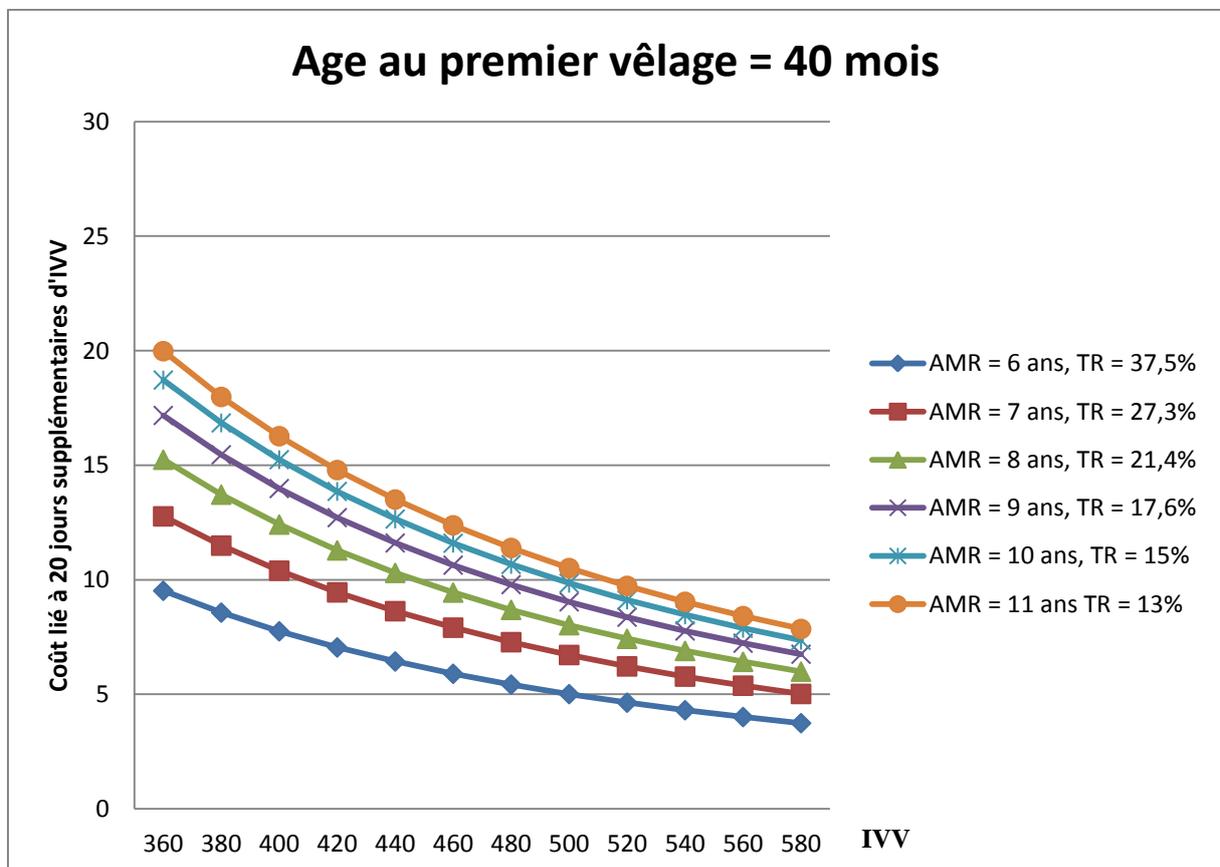


Figure 27 : coût de 20 jours d'IVV pour APV = 44 mois

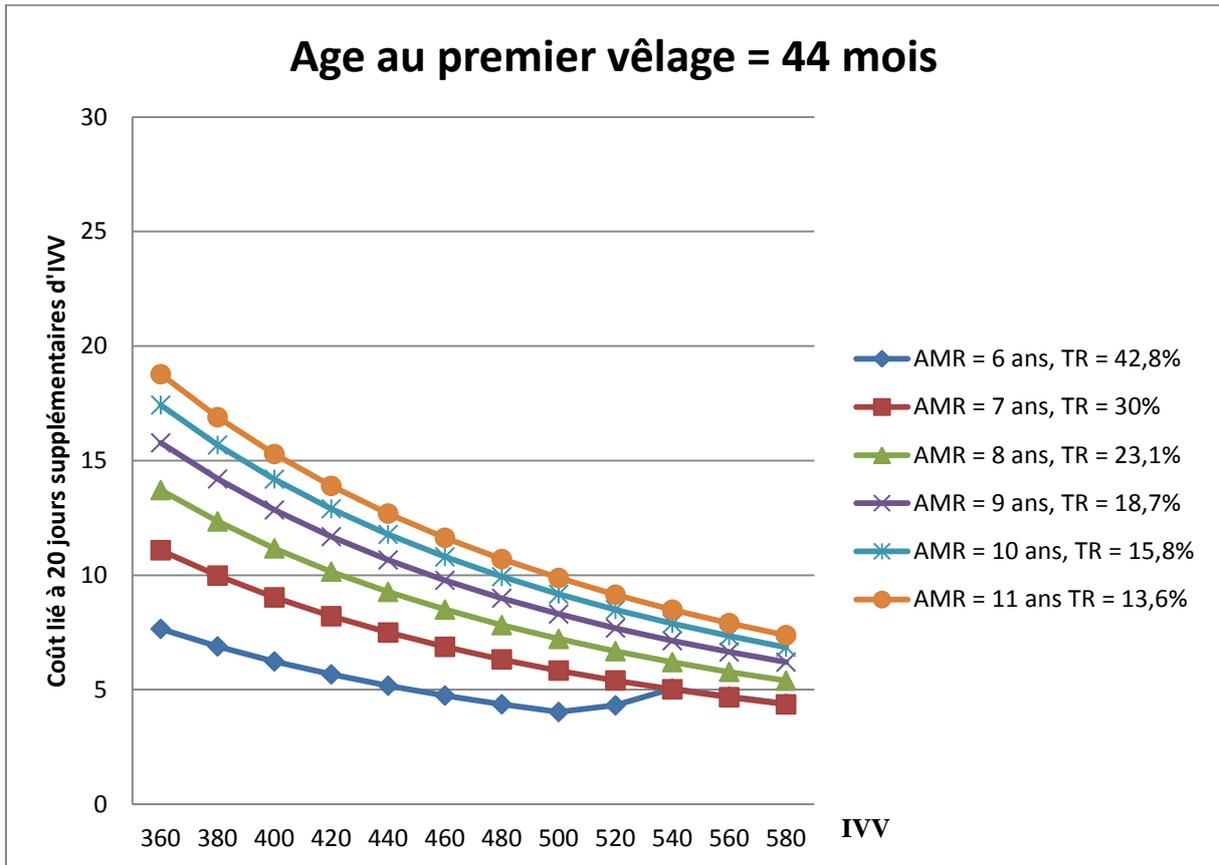


Figure 28 : coût de 20 jours d'IVV pour APV = 48 mois

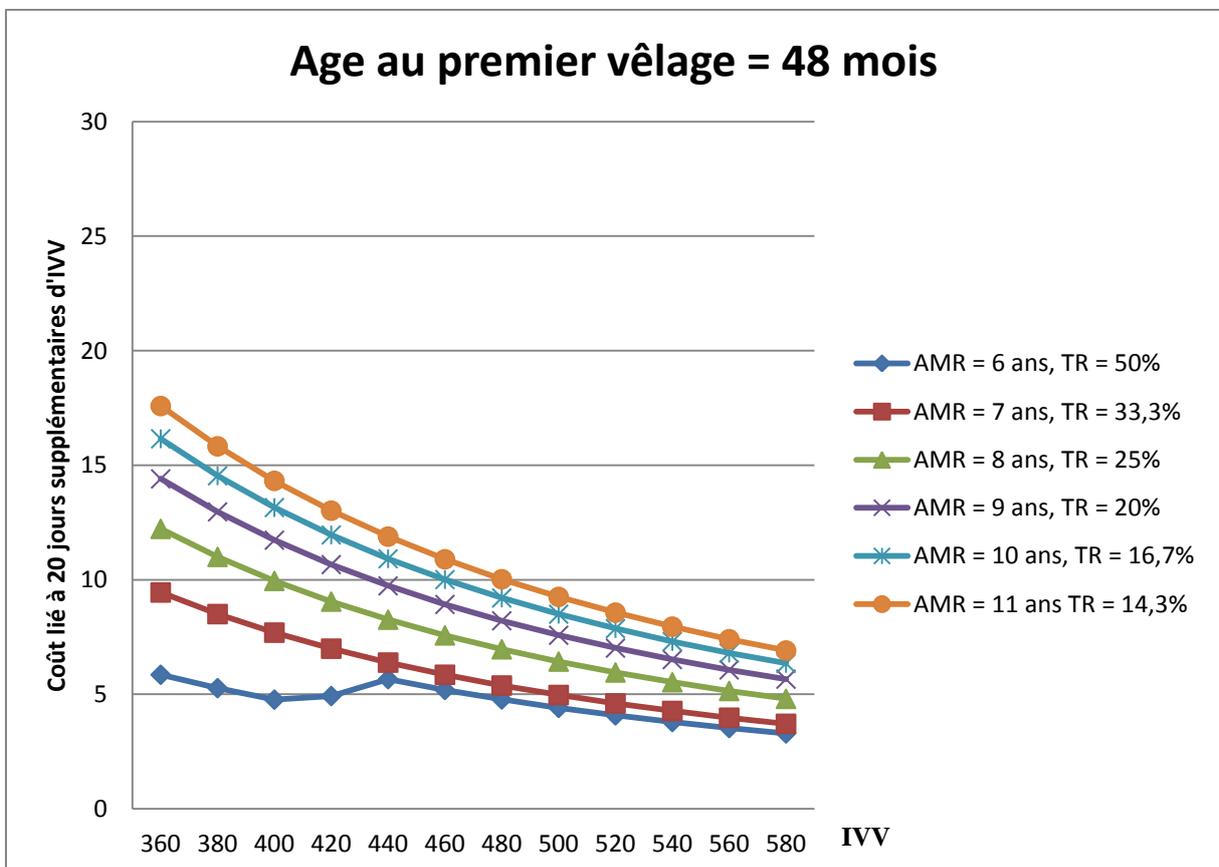


Figure 29 : variation du GEA pour APV = 24 mois

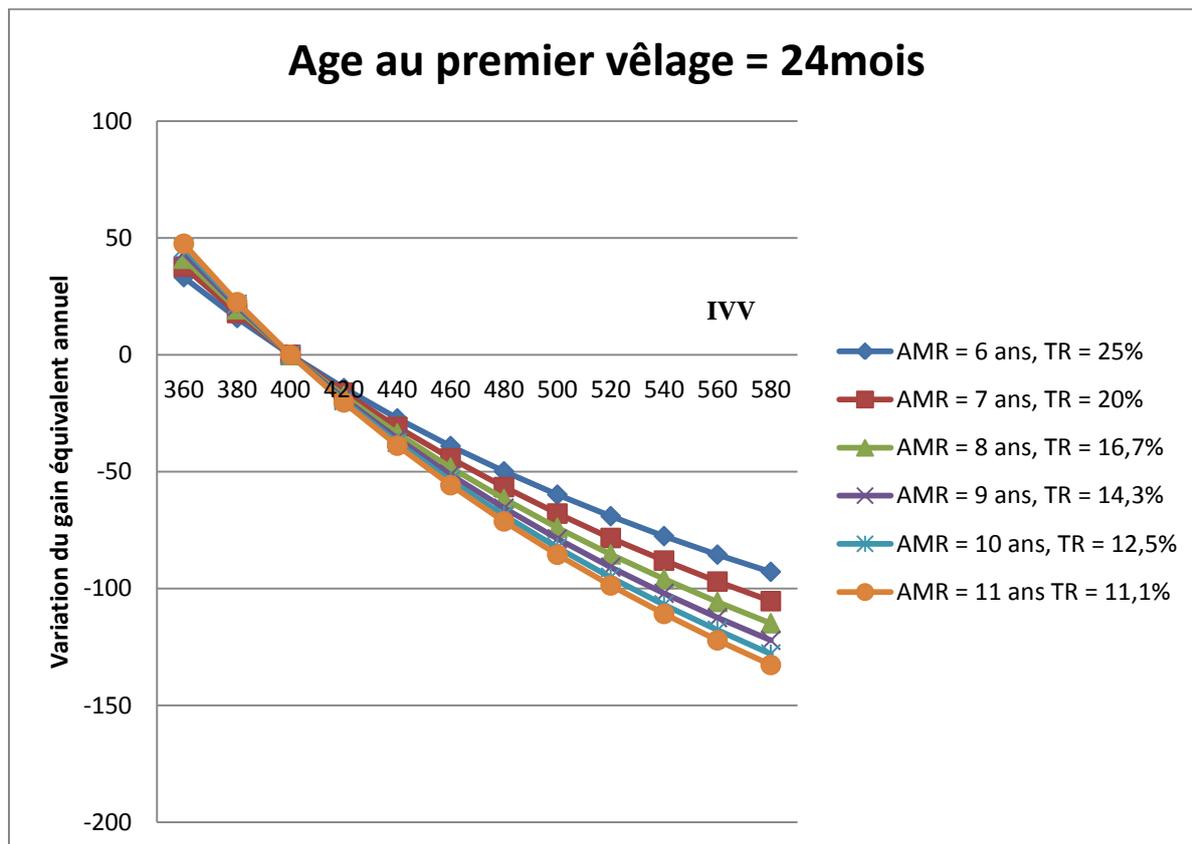


Figure 30 : variation du GEA pour APV = 30 mois

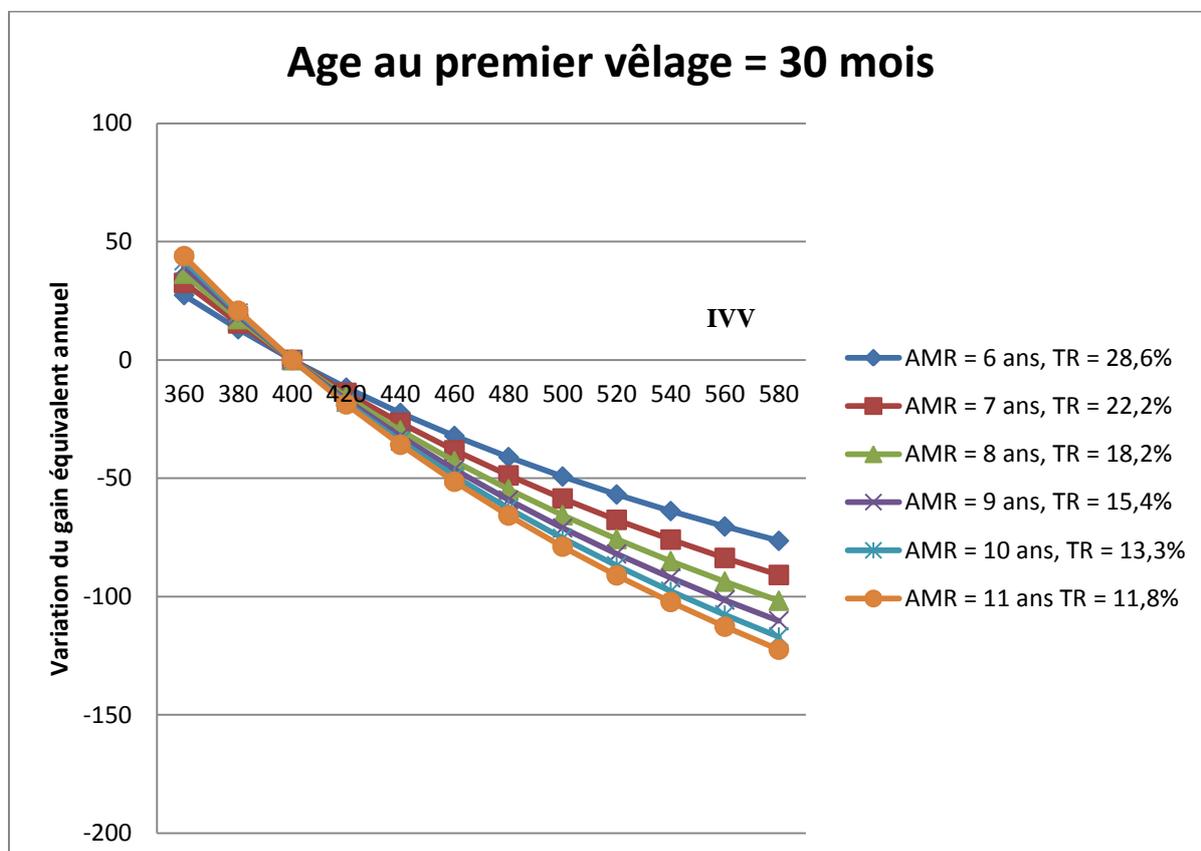


Figure 31 : variation du GEA pour APV = 36 mois

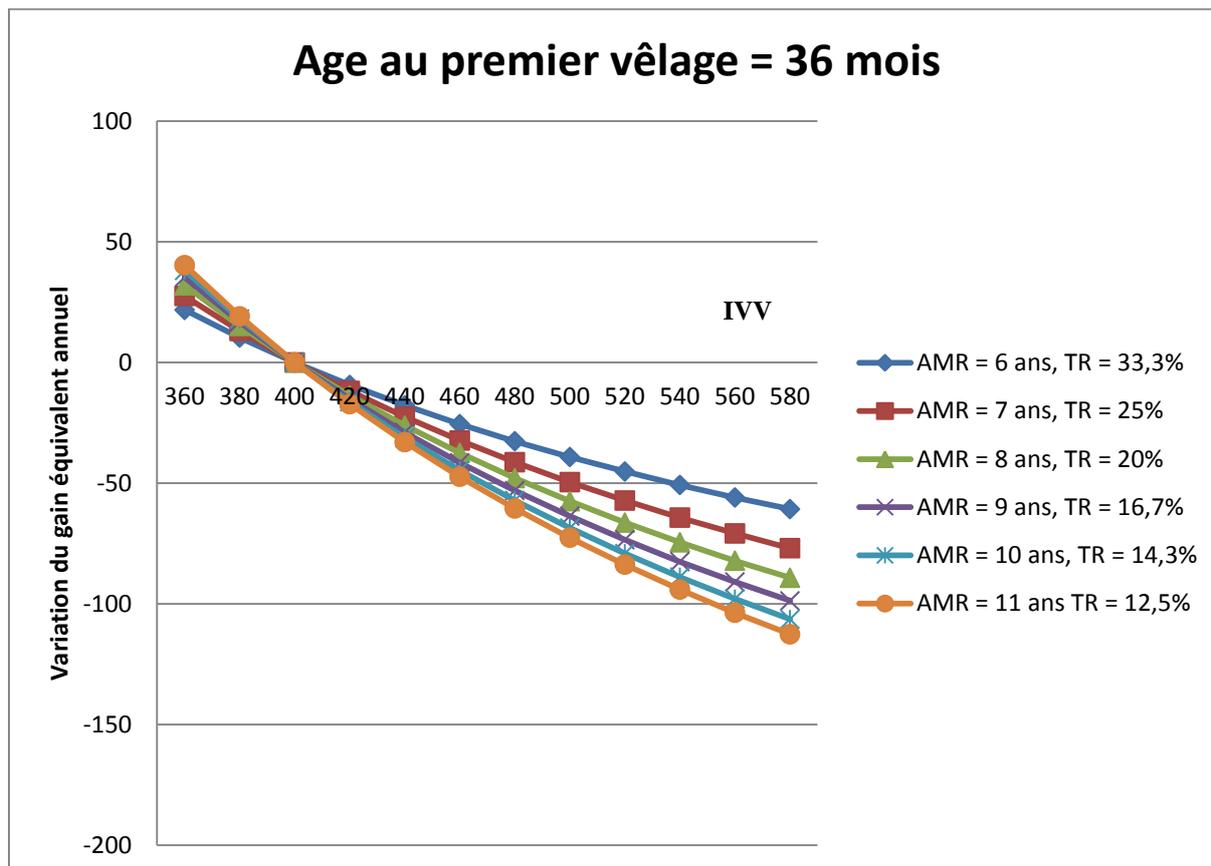


Figure 32 : variation du GEA pour APV = 40 mois

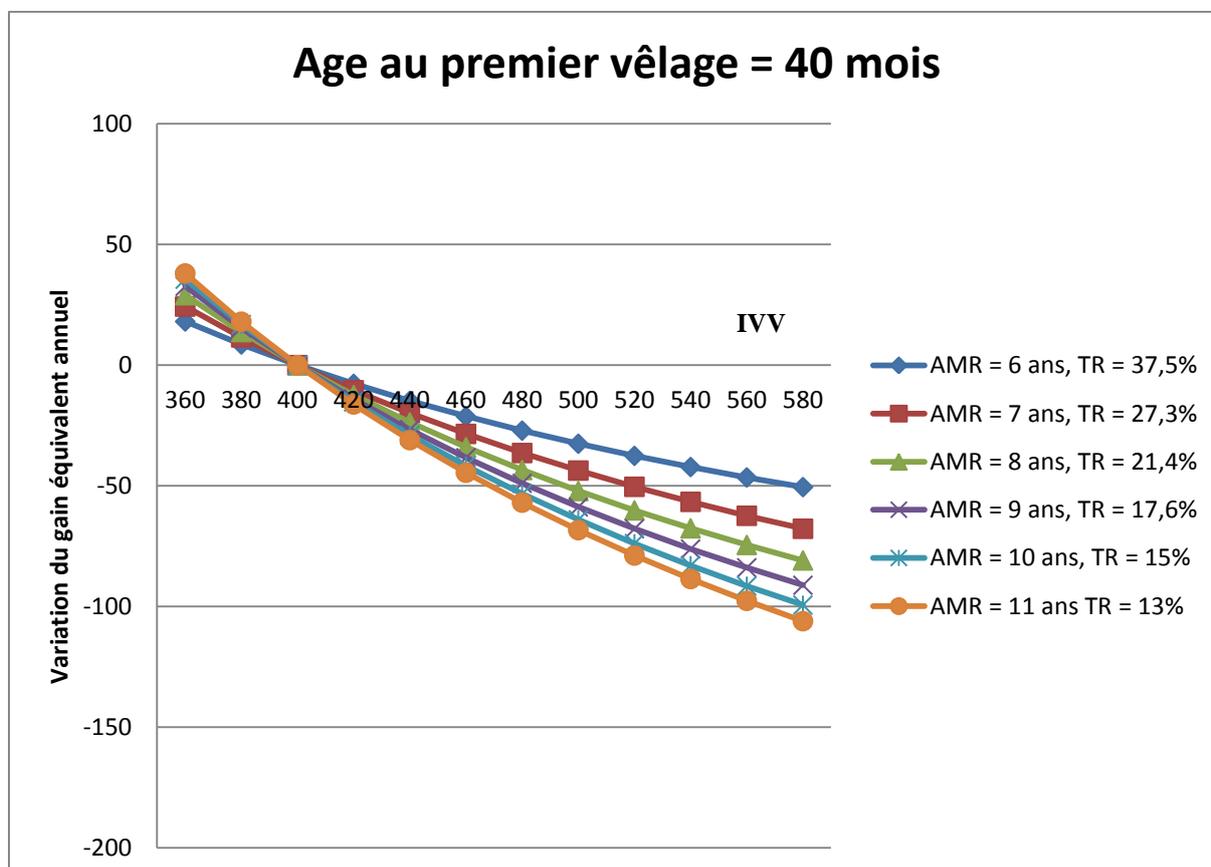


Figure 33 : variation du GEA pour APV = 44 mois

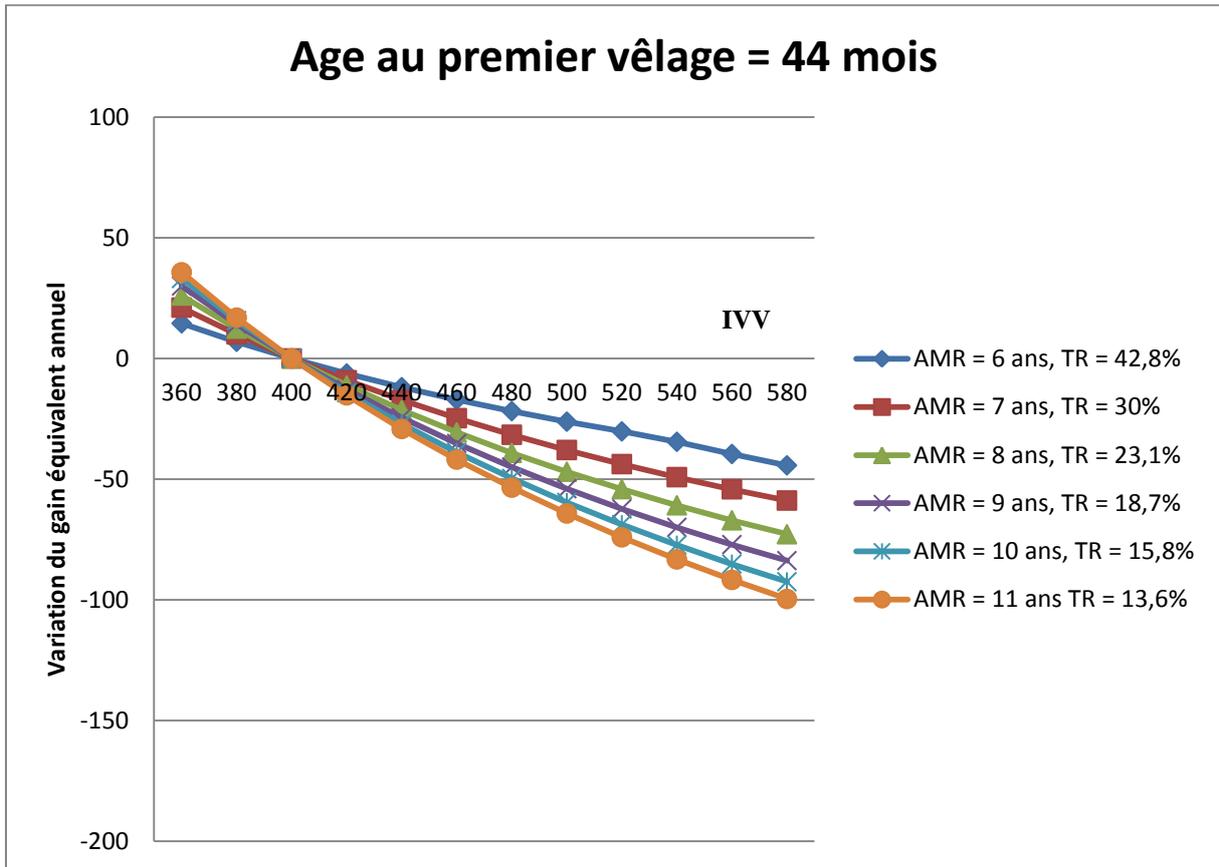


Figure 34 : variation du GEA pour APV = 48 mois

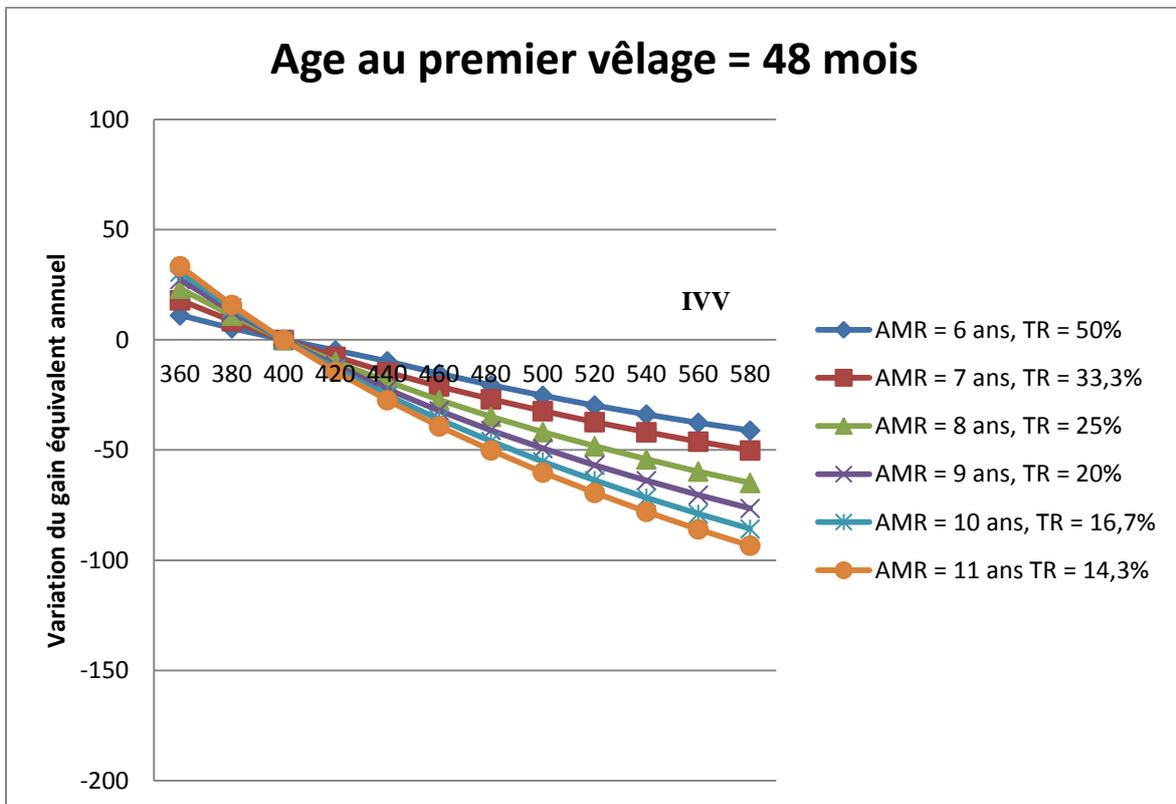


Figure 35 : coût de 20 jours d'IVV pour APV = 24 mois et AMR = 9 ans, TR = 14,3 %

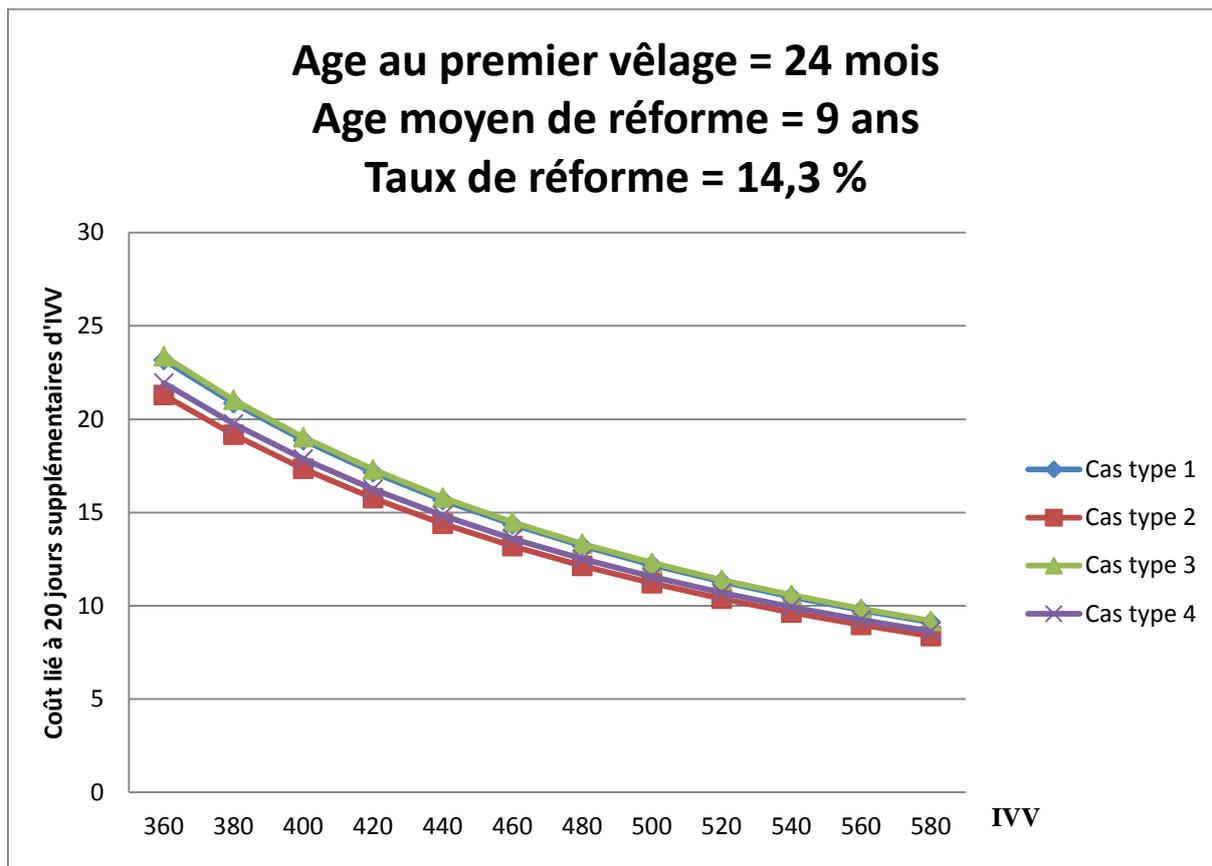


Figure 36 : coût de 20 jours d'IVV pour APV = 44 mois et AMR = 9 ans, TR = 18,7 %

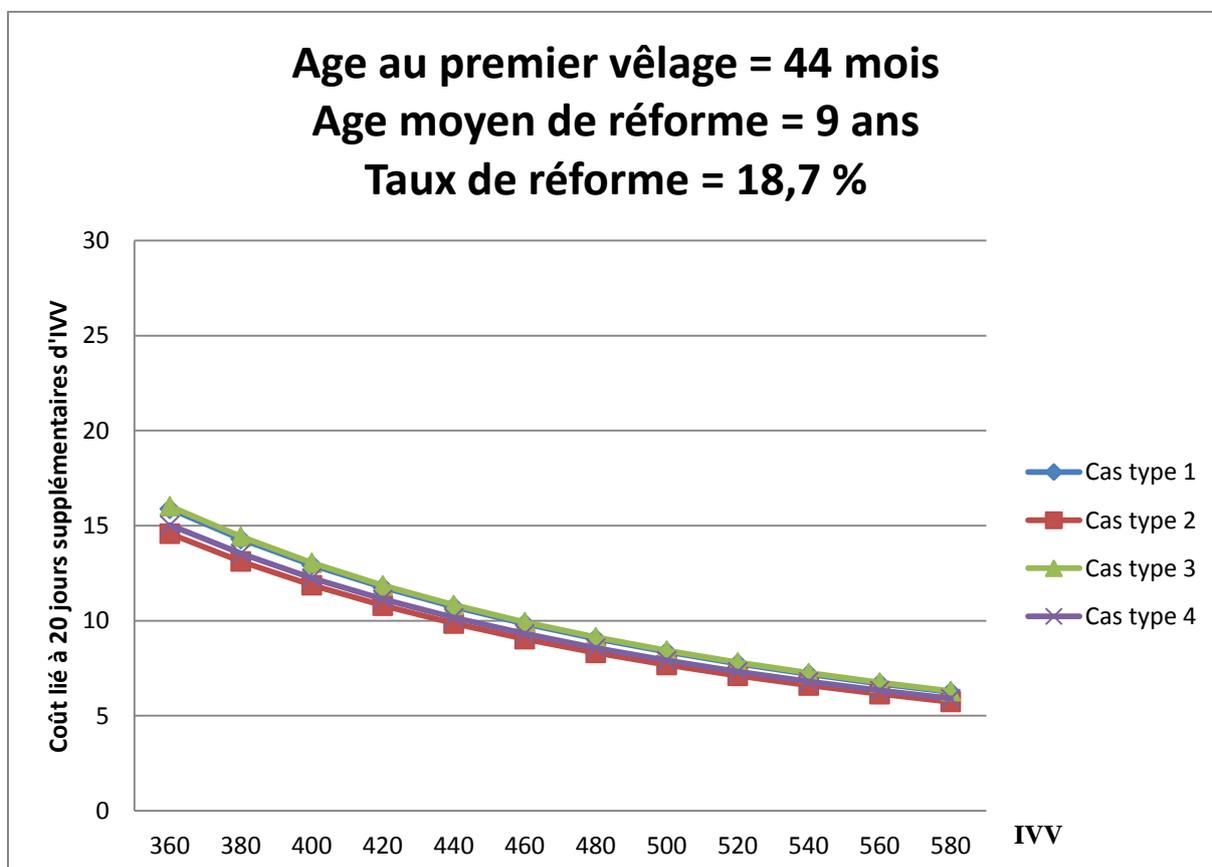


Figure 37 : variation du GEA pour APV = 24 mois et AMR = 9 ans, TR = 14,3 %

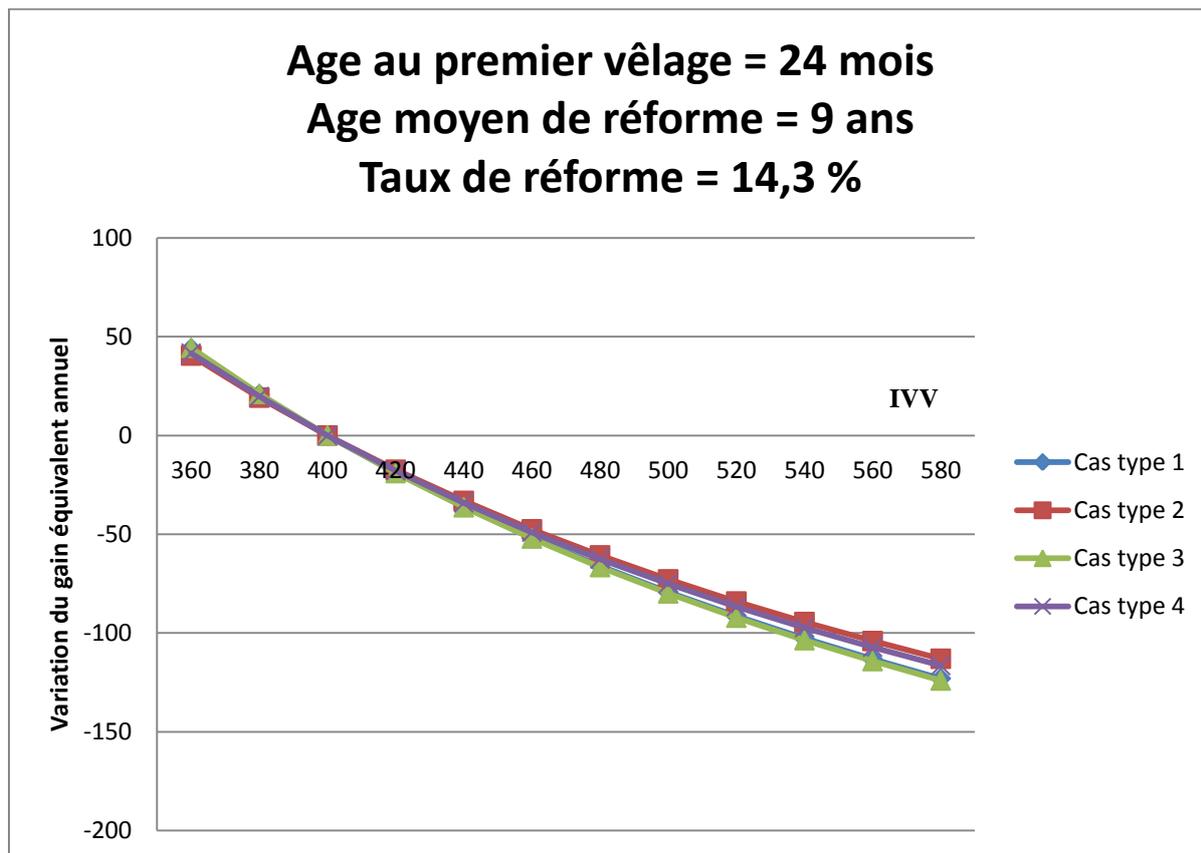
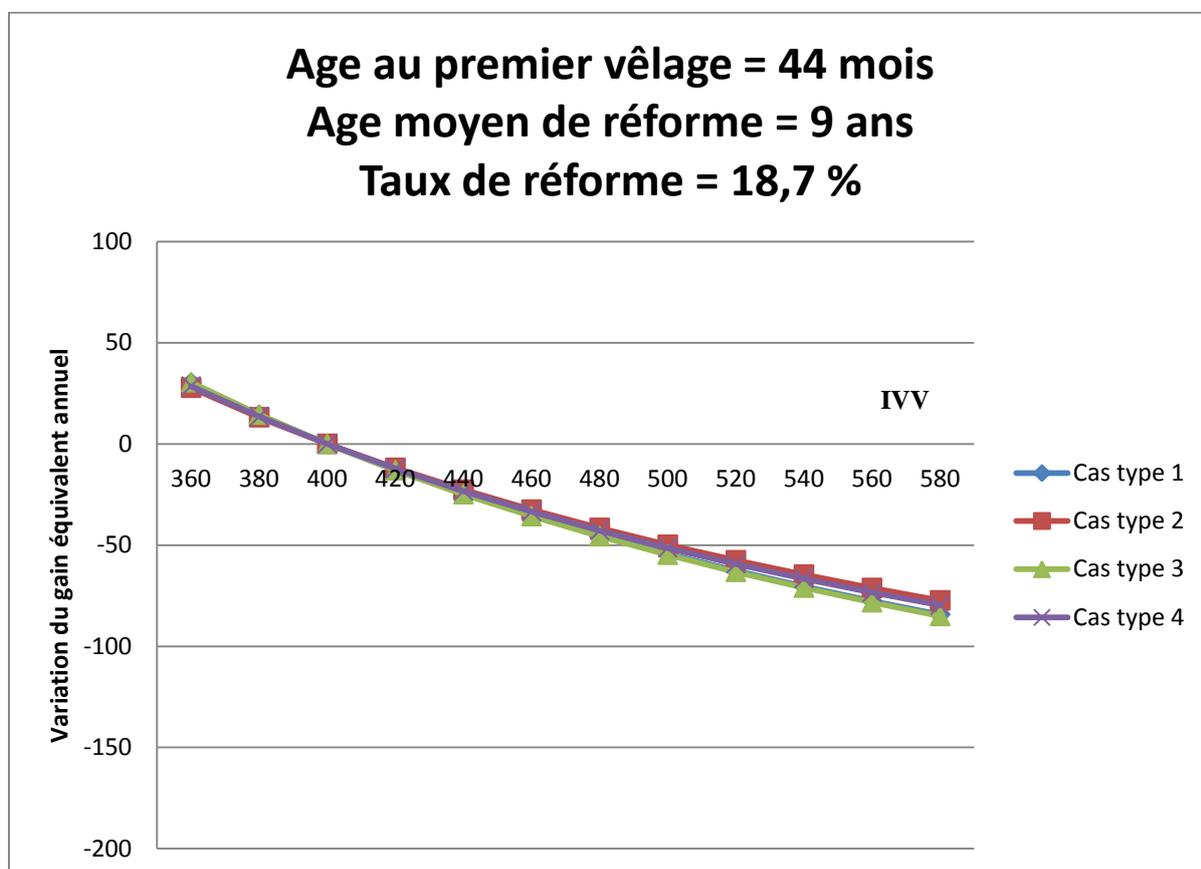


Figure 38 : variation du GEA pour APV = 44 mois et AMR = 9 ans, TR = 18,7 %



2.5 Analyse de sensibilité

L'analyse de sensibilité a été réalisée, avec des valeurs moyennes observées dans la population AMR = 9 ans et APV = 40 ou 36 mois (figures 39 à 44) :

- pour les coûts alimentaires seuls
- pour valeurs des broutards
- pour les coûts alimentaires et les valeurs des broutards.

Les coûts alimentaires et les prix des broutards ont un impact très important sur le GEA, avec une variation de GEA respective de 20% et 30% pour une variation de 20% des paramètres d'entrée correspondants (figures 39, 40, 42 et 43). Les effets ont tendance à s'annuler si les deux paramètres évoluent à la hausse ou à la baisse simultanément (figures 41 et 44). La sensibilité du GEA aux coûts alimentaires et aux prix des broutards est assez indépendante de l'IVV, sauf s'ils varient simultanément.

Figure 39 : sensibilité du modèle aux coûts alimentaires pour APV = 40 mois et AMR = 9 ans

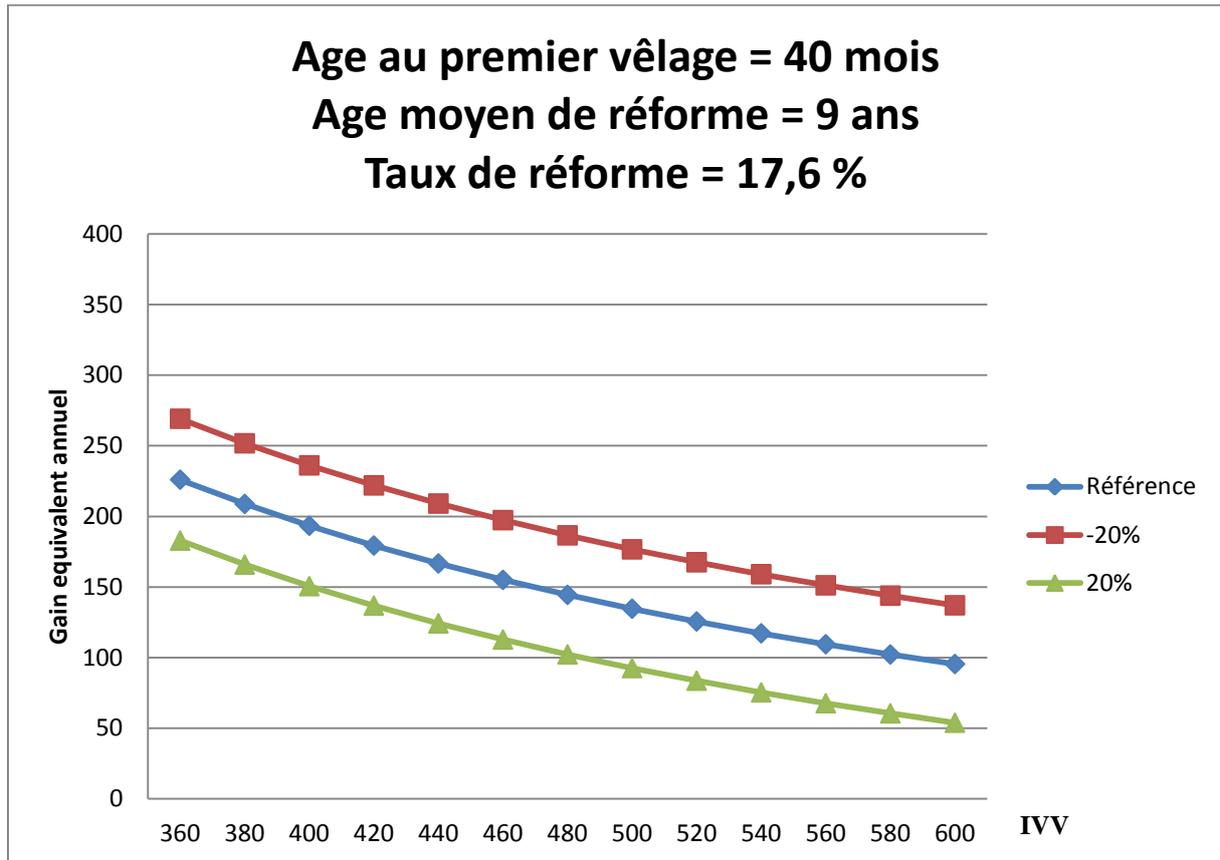


Figure 40 : sensibilité du modèle à la valeur des broutards pour APV = 40 mois et AMR = 9 ans

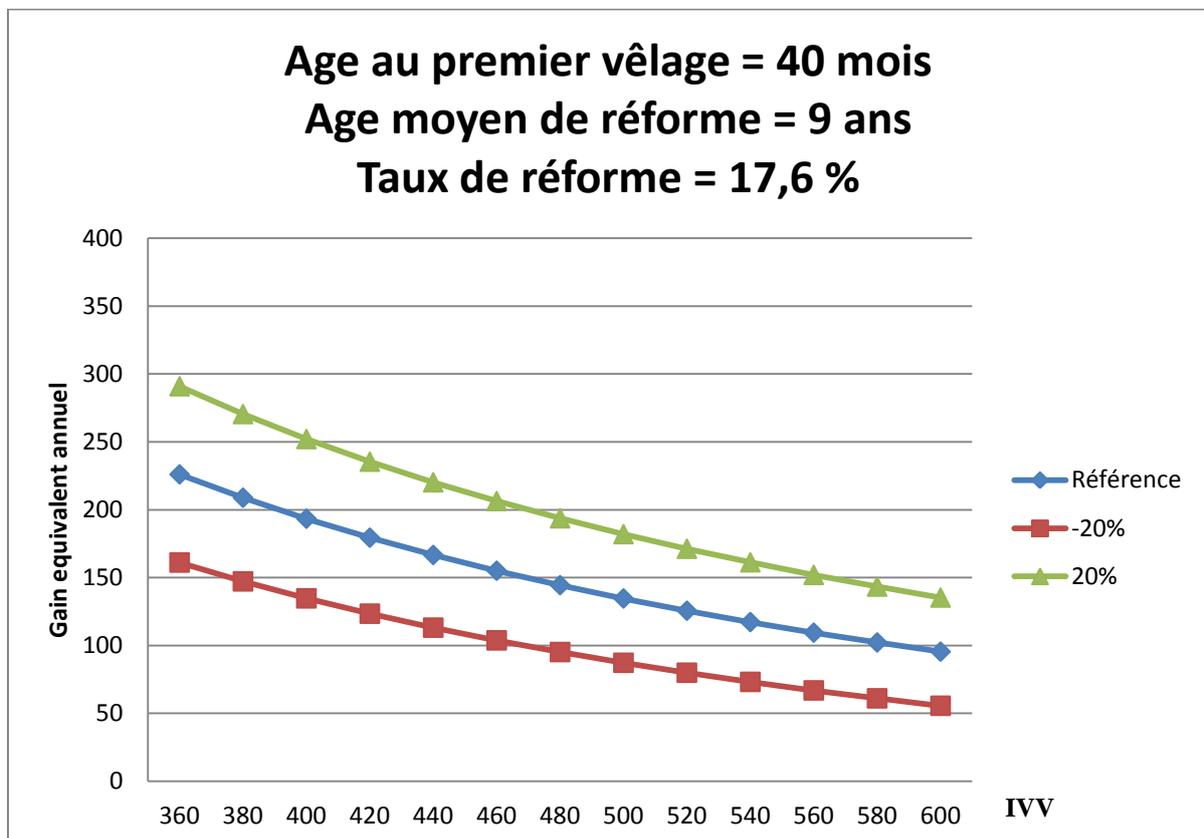


Figure 41 : sensibilité du modèle aux coûts alimentaires et à la valeur des broutards pour APV = 40 mois et AMR = 9 ans

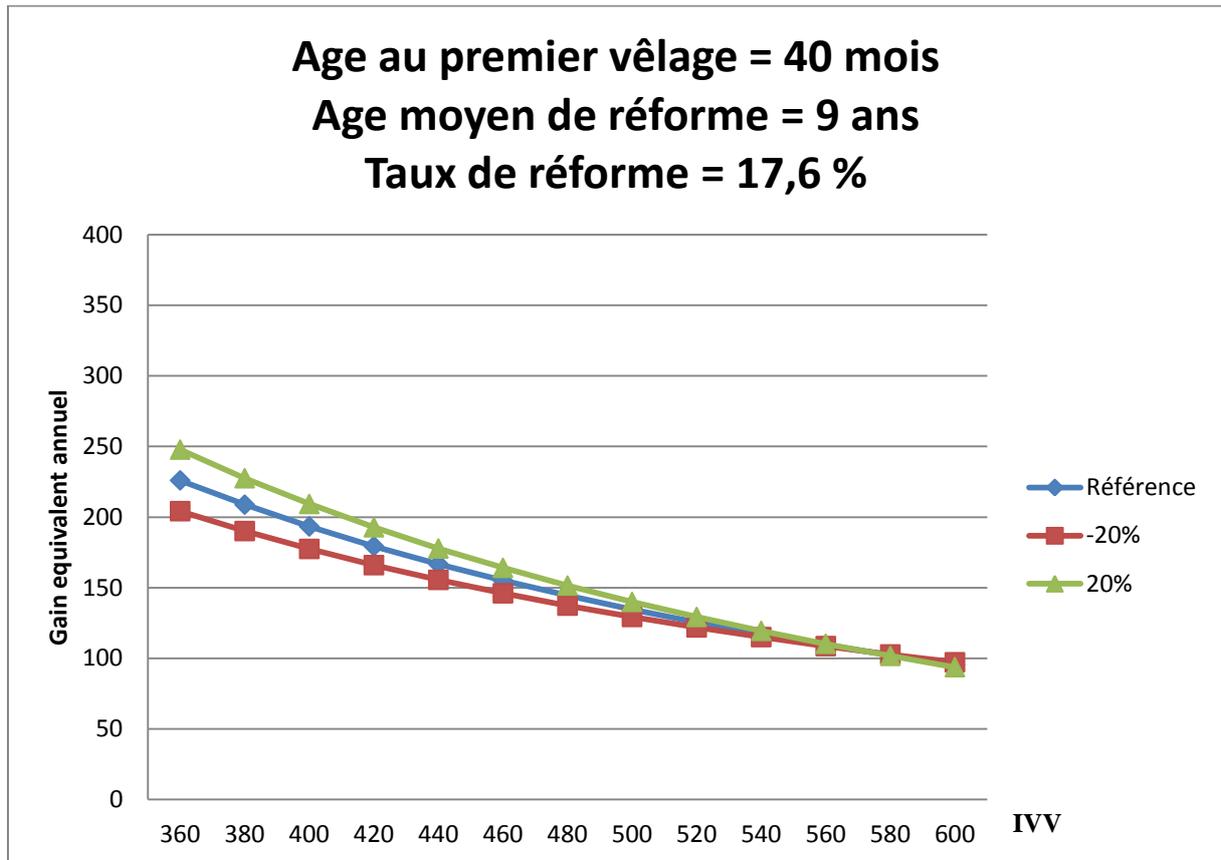


Figure 42 : sensibilité du modèle aux coûts alimentaires pour APV = 36 mois et AMR = 9 ans

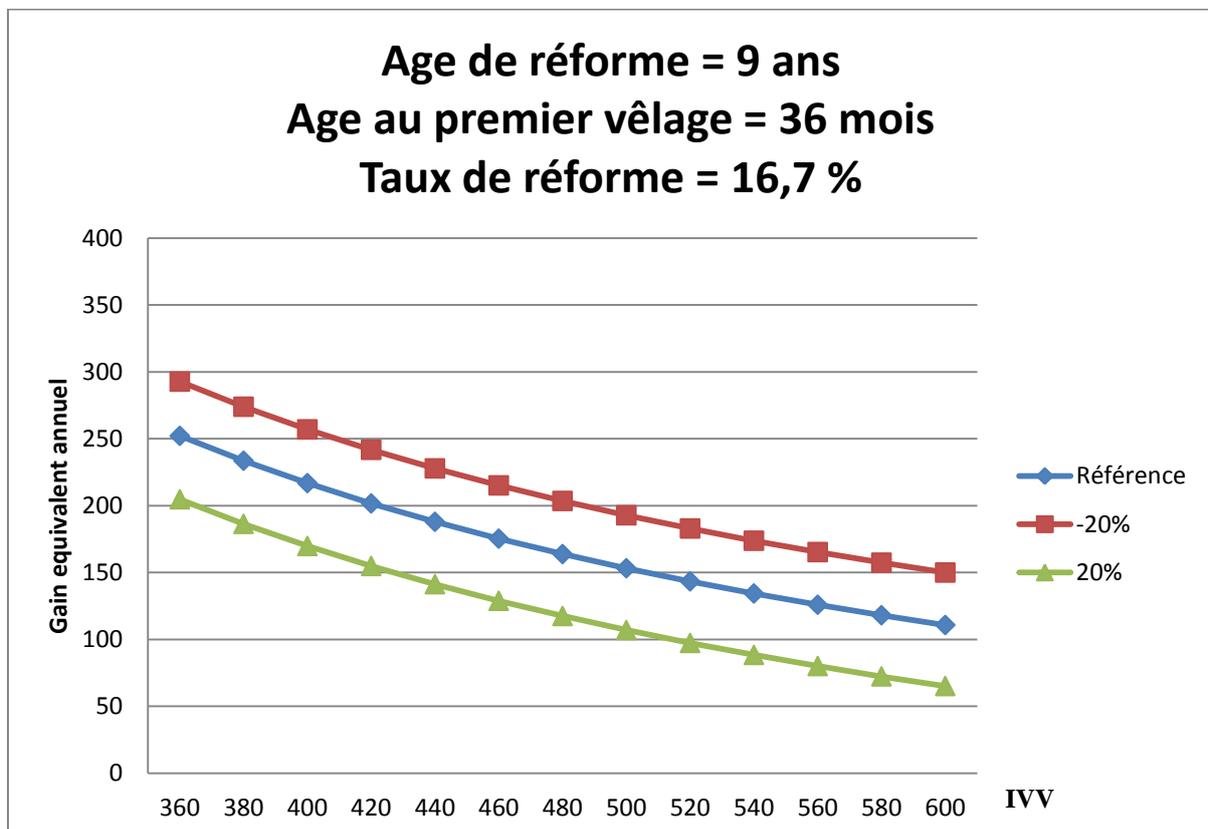


Figure 43 : sensibilité du modèle à la valeur des broutards pour APV = 36 mois et AMR = 9 ans

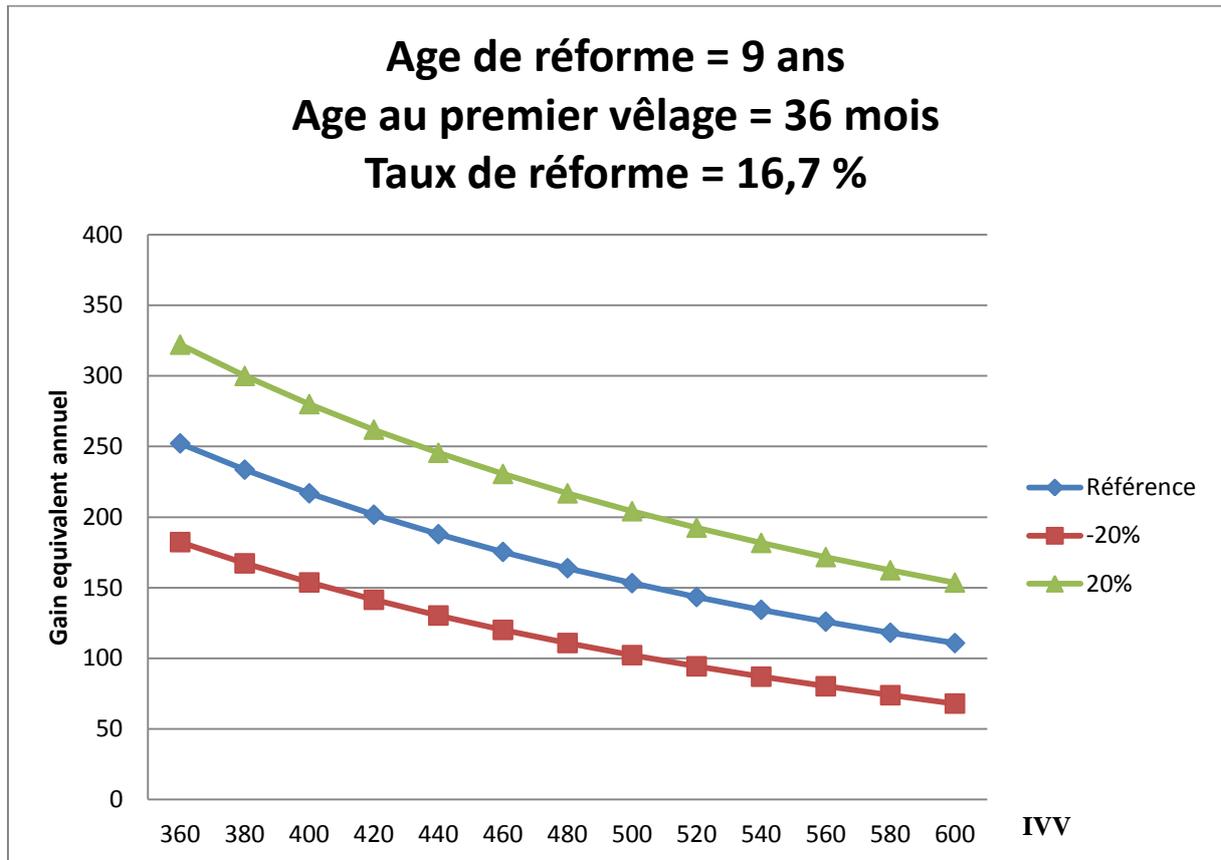
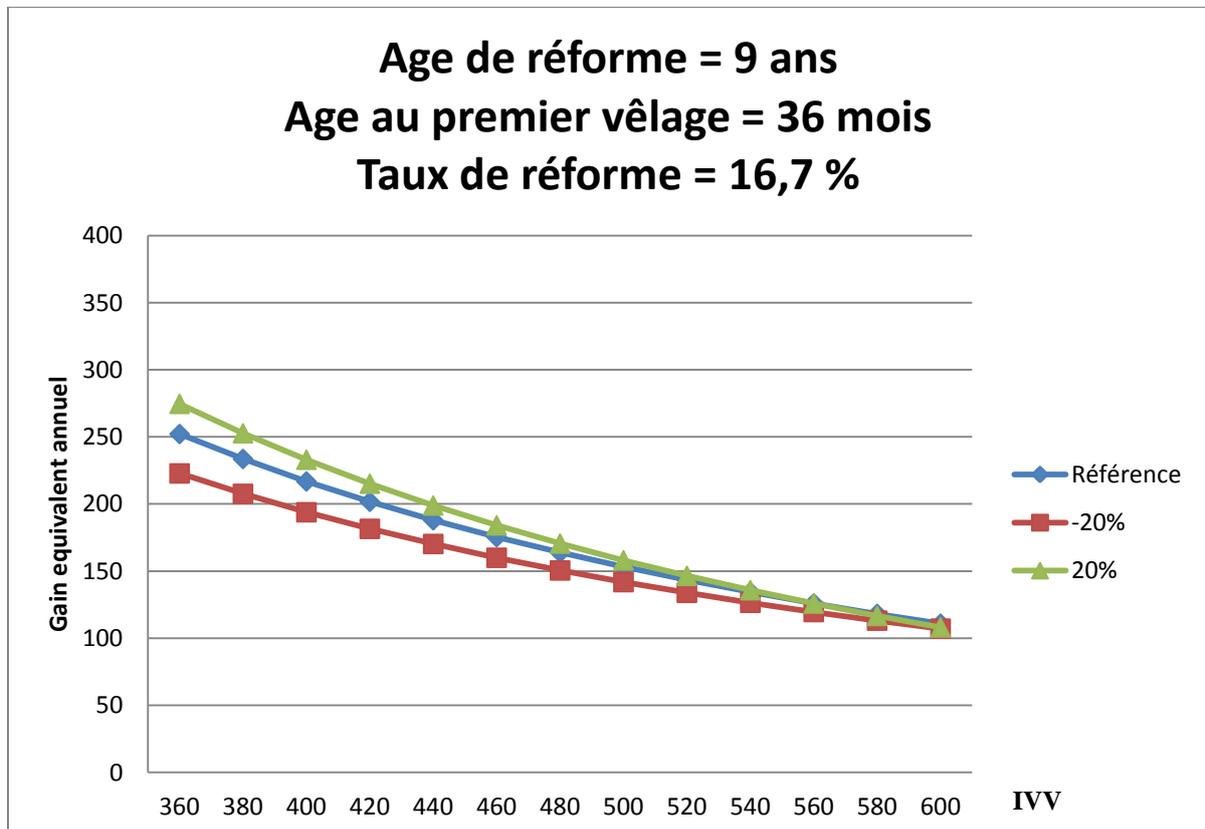


Figure 44 : Figure 45 : sensibilité du modèle aux coûts alimentaires et à la valeur des broutards pour APV = 36 mois et AMR = 9 ans



3 Discussion

3.1 Méthodes

Face à l'absence de données économiques relatives à la gestion de la reproduction des vaches allaitantes, et aux rares données épidémiologiques s'y référant, le développement d'un modèle économique théorique simplifié a été réalisé. En assimilant le troupeau moyen à une vache type, ce modèle n'apporte qu'une vision très simplifiée de la gestion de la reproduction en élevage bovin, avec une forte variabilité souvent observée. Ce modèle reste toutefois représentatif de la situation moyenne et donc de l'impact économique que l'éleveur va rencontrer. De même, étant basés sur une vache type, et les résultats étant calculés à l'unité de la vache, les résultats de ce modèle apportent des données précieuses pour la prise de décision de l'éleveur et du vétérinaire dans la conduite à tenir, tant sur le cheptel ou sur un lot, que sur un animal dans une situation atypique. C'est la raison pour laquelle des situations extrêmes ont été prises en compte dans ce modèle. La probabilité pour qu'un troupeau soit dans cette situation extrême est quasi-nulle, mais la probabilité qu'un animal ou que quelques animaux soient dans cette situation reste importante. Aussi, l'utilisation des présents résultats peut se faire tant à l'échelle du troupeau qu'à l'échelle de l'animal.

Même si le modèle reste simplifié, il n'en demeure pas moins assez précis, car de nombreux paramètres ont été pris en compte. Par exemple, la simulation de divers scénarios permet de valider les résultats au sein de divers systèmes. Parmi les biais non corrigés dans ce modèle figure le coût d'élevage de la génisse, basé sur un coût journalier des 2 premières années équivalent pour des vêlages de 2 ans et pour des vêlages plus tardifs. Or ce coût d'élevage journalier est probablement supérieur en cas de vêlage précoce. Dans tous les cas, le coût d'élevage total de la génisse tient compte du nombre de jours d'élevage de celle-ci.

L'augmentation du GEA avec la baisse du taux de renouvellement décrit une évolution en dents de scie. Le taux de renouvellement est calculé à partir de l'âge à la mise à la reproduction et de l'âge de réforme. Cependant, le GEA n'évolue pas de manière identique avec l'âge de réforme et l'âge de premier vêlage, d'où la forme en dents de scie de la courbe d'évolution du GEA en fonction du taux de renouvellement. Le GEA est cependant unique pour chaque triplet IVV, APV et AMR.

Un biais souvent rencontré dans les modèles économiques relatifs à la gestion de la reproduction est l'absence de correction sur le risque de morbidité et mortalité supérieur pendant le *peripartum* comparé au reste de la vie de l'animal (Seegers, 2005). Si ce biais est particulièrement vrai en élevage laitier, il l'est moins en élevage allaitant où la corrélation entre la production de l'animal (veaux vendus) et la fréquence de ces périodes à risque (*peripartum*) est élevée. Au contraire, dans les systèmes laitiers, la majeure partie du produit est représenté par le lait, dont la production journalière est supérieure en début de lactation (donc pendant la période à risque plus élevée) qu'en fin. Dans le cas présent, une correction sur le risque supérieur de mortalité lorsque l'âge de réforme augmente aurait pu être intégrée. De même, le prix de vente des vaches de réforme tend à diminuer avec l'âge de vente des vaches de réforme. La variabilité du prix de vente de la vache de réforme dépend également de la finition de l'animal (engraissé ou pas, et si engraisé, niveau d'engraissement adéquat ou pas).

La calibration des rations (capacités d'ingestion, composition des rations selon les stades physiologiques) a été réalisée à dire d'expert, avec l'aide d'un logiciel spécifique pour le calcul des rations. Les prix des intrants et extrants retenus sont ceux de l'année 2012, et représentent donc des situations à prix élevés. L'analyse de sensibilité reposant sur les prix permet d'analyser les résultats dans un contexte globalement moins favorable.

3.2 Résultats

Le GEA est positif pour l'ensemble des résultats, y compris dans les situations extrêmes. Ceci ne garantit pas la rentabilité de l'atelier dans de telles situations. En effet, le GEA représente une estimation proche de la marge brute. Certaines charges opérationnelles, telle que la prévention systématique, n'ont par ailleurs pas été intégrées, conduisant à une valeur de GEA supérieure à la marge brute.

L'analyse de sensibilité montre cependant des situations où le GEA tend vers des valeurs proches de 0.

Ainsi, certaines des situations simulées pourraient être associées à des pertes globales pour l'éleveur. L'objectif de ce travail n'était pas de définir les conditions de rentabilité de l'atelier, mais les facteurs influençant, en termes économiques, la gestion de la reproduction, les

conditions dans lesquelles un investissement dans l'amélioration de la reproduction est rentable, et la hauteur à laquelle cet investissement doit être apporté.

Le coût d'un jour supplémentaire d'IVV diminue avec l'IVV (figures 6 à 13) en élevage allaitant. Ces résultats s'opposent totalement à ceux décrits en élevage laitier, où le coût d'un jour supplémentaire d'IVV (ou de période ouverte, les autres paramètres étant fixés) augmente avec l'IVV. Ces différences peuvent être expliquées par l'origine des produits qui diffèrent entre bovins laitiers et allaitants et la forme de la courbe de production du lait. La vache laitière produit beaucoup de lait en début de production et moins ensuite ; augmenter l'IVV pour des valeurs d'IVV basses induit des pertes de lait minimales, car une grande partie de la vie productive a lieu lors de productions journalières élevées. Si l'IVV est élevée, un jour supplémentaire d'IVV coûte plus cher, car la période à faible production laitière journalière est alors augmentée. En élevage allaitant, la diminution du coût d'un jour supplémentaire d'IVV avec l'augmentation de l'IVV est probablement attribuable à un effet de dilution de la production, la majorité du produit annuel étant le veau né. Il convient de garder à l'esprit que dans tous les cas, l'augmentation de l'IVV est associée à une perte pour l'éleveur, mais plus ou moins grande selon le niveau de dégradation de l'IVV.

Par ailleurs, les différences en terme de taux de renouvellement et en terme de nombre de veaux produits par vache contribuent à expliquer la quasi absence de ruptures des courbes de GEA ou de coût marginal en système allaitant. En systèmes laitiers, la rupture de courbe est plus fréquemment observée, en raison de la fréquence des situations avec absence de génisse de renouvellement mature produite (Meadows, 2005).

Une certaine linéarité de la variation du GEA pour une modification d'IVV de 20 jours est observée, au moins pour des valeurs d'IVV autour de 400 jours. Par exemple, un éleveur avec APV de 24 mois peut gagner de 15,7€ à 22,5€ et de 14,2€ à 20,3€, selon l'AMR, lors de la réduction d'IVV respectivement de 400 jours à 380 jours et de 420 jours à 400 jours (figure 23). Ces évaluations économiques sont intéressantes à la fois pour l'éleveur ou les intervenants en élevages, car ils permettent de définir l'investissement à apporter pour réduire l'IVV ou de définir des conduites à tenir économiquement adaptées. Pour l'intervenant, le coût total de l'intervention doit se situer en dessous de ces montants. Cependant, si la variation du GEA en réponse d'une amélioration d'IVV est quasi linéaire pour une modification d'IVV pour des valeurs d'IVV comprises entre 440 jours et 360 jours, les moyens techniques à développer ne sont pas identiques dans ces deux situations : il est en effet beaucoup plus difficile de réduire l'IVV pour des valeurs moyennes d'IVV de moins de

400 jours, comparé à des valeurs moyennes de 440 jours ou plus. Ceci renvoie à l'évaluation de l'efficacité des moyens potentiellement utilisables pour réduire l'IVV (et leurs coûts), efficacité qui pourrait varier en fonction de l'IVV.

L'analyse de sensibilité montre une faible sensibilité des résultats au coût alimentaire, entre autre de la vache. Ces éléments vont à l'encontre des arguments des éleveurs à IVV dégradés, argumentant ne pas perdre d'argent lorsque l'IVV est grand, et que le coût alimentaire des animaux est faible. Si le coût d'un jour supplémentaire varie bien en fonction du coût alimentaire journalier moyen de la vache, améliorer l'IVV permet toutefois d'améliorer le gain équivalent annuel du couple vache-veau.

Enfin, les résultats de ce travail sont présentés pour plusieurs scénarios et des plages de valeurs d'IVV, d'AMR et d'APV. Le coût total, d'un IVV important dans un élevage, peut être facilement obtenu en multipliant le coût pour une vache type correspondant à la moyenne du troupeau, tel qu'estimé ici, au nombre d'animaux de l'atelier. Une estimation plus précise nécessiterait de sommer les estimations obtenues ici correspondant à chaque vache du troupeau, mais cette méthode paraît fastidieuse. A plus large échelle, l'estimation de la dégradation de l'IVV au sein des troupeaux de race Blonde d'Aquitaine pourrait être obtenu en connaissant les distributions d'élevage avec les différentes combinaisons d'IVV, d'AMR et d'APV. Ces données sont actuellement disponibles (Base de Donnée Nationale d'Identification des Bovins), et ce calcul sera réalisé dans une prochaine étude.

CONCLUSIONS

Peu de données relatives aux facteurs de performances de reproduction en élevage allaitant sont disponibles. De même, les données d'impact économiques de mauvais résultats de reproduction des bovins sont rares.

Le développement d'un modèle original estimant le gain équivalent annuel d'une vache type en fonction de divers paramètres de reproduction permet d'apporter des arguments concrets pour décider la conduite à tenir en élevage. Malgré certaines limites, le modèle paraît adapté et pertinent.

Le modèle développé ici montre des résultats opposés entre élevages laitiers et élevages allaitants, où le coût d'un jour supplémentaire d'intervalle vêlage-vêlage diminue avec l'intervalle vêlage-vêlage. Ces différences sont en accord avec les systèmes de production. Une certaine linéarité de la variation du GEA pour une modification d'IVV de 20 jours est observée, au moins pour des valeurs d'IVV autour de 400 jours. Par exemple, les gains espérés pour un éleveur avec APV de 24 mois varient de 15,7€ à 22,5€ et de 14,2€ à 20,3€, selon l'AMR, pour une réduction de l'IVV de 20 jours respectivement 400 jours à 380 jours et de 420 jours à 400 jours. Pour des âges de premier vêlage de 30 mois, 36 mois et 44 mois, les gains espérés sont respectivement : de 13,0€ à 20,8€ et de 11,7€ à 18,8€ ; de 10,3€ à 19,1€ et de 9,3€ à 17,3€ ; de 6,9€ à 16,9€ et de 6,2€ à 15,3€. Cependant, si la variation du GEA en réponse d'une amélioration d'IVV est quasi linéaire pour une modification d'IVV pour des valeurs d'IVV comprises entre 440 jours et 360 jours, les moyens techniques à développer ne sont pas identiques dans ces deux situations : il est en effet beaucoup plus difficile de réduire l'IVV pour des valeurs d'IVV moyennes de moins de 400 jours, comparé à des valeurs moyennes de 440 jours ou plus. Les résultats de cette étude peuvent être utilisés directement en élevage, à partir des données épidémiologiques de l'élevage.

Ces résultats sont obtenus dans le système de production de la Blonde d'Aquitaine dans le sud ouest de la France. D'autres études sont nécessaires pour estimer les coûts équivalents pour d'autres races et d'autres systèmes de production allaitants.

AGREMENT SCIENTIFIQUE

En vue de l'obtention du permis d'imprimer de la thèse de doctorat vétérinaire

Je soussigné, **Didier RABOISSON**, Enseignant-chercheur, de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, directeur de thèse, certifie avoir examiné la thèse de **CITERNE Philippe** intitulée « *Approche économique de la reproduction chez la blonde d'aquitaine.* » et que cette dernière peut être imprimée en vue de sa soutenance.

Fait à Toulouse, le 18 novembre 2013
Docteur **Didier RABOISSON**
Enseignant chercheur
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

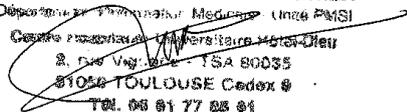


Vu :
Le Directeur de l'Ecole Nationale
Vétérinaire de Toulouse
Professeur **Alain MILON**



Vu :
Le Président du jury :
Professeur **Laurent MOLINIER**

Chargé de Service Docteur **L. MOLINIER**
Département Préventif Médical - Unité PMSI
Centre Hospitalier Universitaire Hôtel-Dieu
2, rue Vg. 31054 - TSA 80035
31058 TOULOUSE Cedex 9
TEL. 05 61 77 83 91



Vu et autorisation de l'impression :
Le Président de l'Université
Paul Sabatier
Professeur **Bertrand MONTHUBERT**



Le Président de l'Université Paul Sabatier
par délégation
Le vice-Président du CEVU


Arnaud LE PADELLEC

M. CITERNE Philippe
a été admis(e) sur concours en : 2008
a obtenu son diplôme d'études fondamentales vétérinaires le : 21/06/2012
a validé son année d'approfondissement le : 27/06/2013
n'a plus aucun stage, ni enseignement optionnel à valider.

ANNEXE 1

Tableau 8 : alimentation et performances de reproduction

Méthode analytique	Population étudiée	Facteur étudié		Marqueur de reproduction						Référence	
				TRIA1		IV-C1		Taux de gestation			
Etude expérimentale IA	122 Angus + 118 Herefords	Ration pré-partum	8,7Mcal/j	63%	NS			60%	p≤0,1 (100j PP)	Dunn, 1969	
			17,3Mcal/j	61%				68%			
		Ration post-partum	14,2Mcal/j	56%	NS			57%	p≤0,05 (100j PP)		
			27,3Mcal/j	58%				57%			
			48,2Mcal/j	68%				76%			
Etude expérimentale Monte naturelle	88 Hereford de 6ans	Ration pré-partum élevée ₁ ; faible ₁	E ₁ / E ₂	67%	NS	48j ^a	p≤0,01	95% ^a	p≤0,005	Wiltbank, 1962	
			E ₁ / F ₂	42%				43j ^a			77% ^b
		Ration post-partum élevée ₂ ; faible ₂	F ₁ / E ₂	65%				65j ^b			95% ^a
			F ₁ / F ₂	33%				52j ^a			20% ^b
Etude expérimentale IA	66 vaches Race inconnue	NEC (1 à 5) moyenne de 120j post-partum jusqu'à 2 semaines pré-partum	NEC = 2,5	56%	p≤0,1			100%	p≤0,1	Butler, 1989	
			NEC = 2,9	48%				86%			
	93 vaches Race inconnue	Perte de NEC moyenne pendant 5 semaines post-partum	< 0,5 NEC	65% ^a	p≤0,05	48j ^{ab}	p≤0,05	94%	NS		
			0,5 à 1 NEC	53% ^a				41j ^a			95%
			> 1 NEC	17% ^b				62j ^b			100%

^{a,b} : dans une même colonne, les valeurs avec un exposant différent sont significativement différentes (p≤0,05)

Tableau 9 : alimentation et performances de reproduction

Méthode analytique	Population étudiée	Facteur étudié		Marqueur de reproduction		Taux de gestation		Référence
Modèle économique stochastique	1000 vaches (1 an)	NEC (1 à 5) moyen sur un an	NEC = 2	PPI > 65j				Werth, 1991
			NEC = 3	PPI = 65j				
			NEC = 4	PPI < 65j				
Etude expérimentale Taureau	59 génisses croisées	Séparation au sevrage	Poids moyen 210kg	O1 = 389j	p≤0,1	90%	p≤0,1	Varner, 1977
			Poids moyen 170kg	O1 = 405j		79%		
		Pas de séparation poids moy. 194kg	Poids > 194kg	O1 = 404j		80%		
			Poids < 194kg	O1 = 423j		60%		
Etude expérimentale Taureau	423 vêlages au printemps	NEC (1 à 5) au vêlage	NEC = 2,5	IVIAF = 92j ^a	p≤0,05	64,9% ^d	p≤0,05 (à 70 jours par palpation transrectale)	Derouen, 1994
			NEC = 3	IVIAF = 82j ^b		71,4% ^d		
			NEC = 3,5	IVIAF = 74j ^c		87,0% ^e		
			NEC = 4	IVIAF = 76j ^{bc}		90,7% ^e		

^{a,b,c,d,e} : dans une même colonne, les valeurs avec un exposant différent sont significativement différentes (p≤0,05)

Tableau 10 : âge de sevrage et performances de reproduction

Méthode analytique	Population étudiée	Facteur étudié		Marqueur de reproduction						Référence	
				Taux de gestation		Détection des chaleurs		IV-IAF			
Etude expérimentale IA 12h après obs. œstrus	158 Angus, Sur 4 années (317 vêlages automne)	Vaches de 3 ans et moins	Sevrage 210j	98,4% ^a	p≤0,01 (80 ^{ème} jour de la période de reproduction)				86,6j	NS	Hudson, 2009
			Sevrage 300j	89,3% ^b					86,3j		
		Vaches de 4 ans et plus	Sevrage 210j	90,2% ^{bc}					86,1j		
			Sevrage 300j	96,7% ^{ac}					85,2j		
Etude expérimentale IA 12h après observation des châteaux	308 vaches race variable 2 à 11 ans	Vaches de 2 ans d'âge (n = 79)	Sevré lors de l'IA	71,4%	p≤0,05 (42 ^{ème} jour de la période de reproduction)	92%	p≤0,05 (42 ^{ème} jour de la période de reproduction)	92j	NS	Laster, 1973	
			Non sevré lors de l'IA	45,5%							63%
		Vaches de 3 ans (n = 100)	Sevré lors de l'IA	76%	p≤0,05 (42 ^{ème} jour de la période de reproduction)	96,7%	p≤0,05 (42 ^{ème} jour de la période de reproduction)	84j	NS		
			Non sevré lors de l'IA	60,4%							70%
		Vaches de 4 ans et plus (n = 129)	Sevré lors de l'IA	70,6%	NS	97,7%	NS	80,1j	NS		
			Non sevré lors de l'IA	62,7%							81,4%
Etude expérimentale Taureau Angus	63 primipares Hereford (NEC = 2 à 2,5)	Sevrage des veaux de l'année n	À 6 - 8 semaines	96,8%	p≤0,05				73j	p≤0,01	Lusby, 1981
			À 7 mois	59,4%					90,5j		

^{a,b,c} : dans une même colonne, les valeurs avec un exposant différent sont significativement différentes (p≤0,05)

n = nombre de cas étudiés

Tableau 11 : succion du veau et performances de reproduction

Méthode analytique	Population étudiée	Facteur étudié	Marqueur de reproduction						Référence
			IV-C1		Nombre d'IA/IAF		IV-IAF		
Etude expérimentale IA 12h après obs. œstrus	34 Angus de 3 ans (2ème vêlage)	Tétée (n = 12)	65j ^a	p≤0,01	1,7	NS	61j	NS	Short, 1972
		Non tétée (veau sevré) (n = 13)	25j ^b		2,2		50j		
		Mammectomisée (n = 9)	12j ^b		3		44j		
Etude expérimentale	Troupeau expérimental (1934 à 1957)	2 traites / jour	74j	p≤0,01	1,54	p≤0,01			Wiltbank, 1958
		Vache avec veau	104j		1,84				
Etude expérimentale	10 paires de vaches laitières jumelles	Vache avec veau (n = 10)	73,0j	p≤0,01					Smith, 1981
		2 traites / jour (les 10 jumelles)	29,5j						
		Vache avec veau	71,8j	P≤0,05					Clapp, 1937
		2 traites / jour	46,4j						
		4 traites / jour	69,4j						

^{a,b} : dans une même colonne, les valeurs avec un exposant différent sont significativement différentes (p≤0,05)

n = nombre de cas étudiés

Tableau 12 : pathologies péri-partum et performances de reproduction

Méthode analytique	Population étudiée	Facteur étudié	Marqueur de reproduction						Référence		
			IV-C1		IV-IAF		Nombre d'IA/IAF			Taux de gestation	
Etude expérimentale	2652 vaches de Nouvelle Zélande	Saine						93,9%	p≤0,01	McDougall, 2001	
		Rétention placentaires						70,7%			
		Abs dystocie						93,9	p≤0,01		
		Dystocies						82,5			
Etude expérimentale	204 vaches	Saine	15j	p≤0,01	109j	p≤0,05	1,8	p>0,05		Morrow, 1966	
		Pathologie péri-partum	34,4j		126j		2,0				
Etude expérimentale	1889 Hereford et Angus	Vélage normal	71,9j	NS			1,66	NS	74,3%	p≤ 0,05	Danny, 1973
		Dystocie	69,8j				1,70		59,9%		

Tableau 13 : prévalence des pathologies péri-partum

Méthode analytique	Population étudiée	Facteur étudié	Marqueur de reproduction				Référence
			Dystocie	Rétention placentaire	Mérite	Mortalité veau	
Etude de donnée	22691 vêlages	6803 L ₁	22,21%	4,2%		10,4%	Thompson, 1983
		5427 L ₂	8,8%	7,8%		5%	
		10461 L _{>2}	9,4%	14,6%		5,5%	
Etudes de donnée	6510 vaches	55 mois environ	9,4%	14,6%	18,9%		Colman, 1985
	2527 vaches	64,1 mois	3,4%	5,9%	24,2%		
Etude expérimentale	1889 Hereford et Angus	2 ans	49,57% ^a				Danny, 1973
		3 ans	13,54% ^b				
		4 et 5 ans	4,95% ^c				
Etudes de donnée	2711 lactations (Ontario)		4,2%	8,6%	23,9%		Dohoo, 1983

^{a,b,c} : dans une même colonne, les valeurs avec un exposant différent sont significativement différentes ($p \leq 0,05$)

Tableau 14 : parité et performances de reproduction

Méthode analytique	Population étudiée	Age au premier vêlage	Marqueur de reproduction						Productivité numérique	Référence	
			TRIA1		Taux de gestation		Nombre d'IA/IAF				IVV
Etude expérimentale	1905 L ₀ Prim'Holstein	APV<700j	27,9 ^a	p≤0,05	77,9 ^a	p≤0,1 à 310 JEL	3,27 ^a	p≤0,05		Ettema, 2004	
		APV 700-750j	36,9 ^b		83,4 ^b		2,85 ^b				
		APV>750j	30,8 ^a		80,5 ^{ab}		3,23 ^a				
Etude de données	Limousine	2 ans (n = 231)			99,5%				395j	86,9%	Liénard, 2002
		3-4ans (n = 6125)			97,2%				408j	88,8%	
	Charolais	2an (n = 282)			99,3%				394j	88,1%	
		3-4ans (n = 6229)			95,8%				395j	86,1%	
	Salers	2 ans (n = 441)			99,3%				382j	88,3%	
		3-4ans (n = 3086)			96,5%				388j	89%	
Etude expérimentale	Race mixe 1972 à 1974	2 ans (n = 87)	58,6%	NS	82%	p≤0,1					Meaker, 1980
		3 ans (n = 100)	84%		94,4%						

^{a,b}: dans une même colonne, les valeurs avec un exposant différent sont significativement différentes (p≤0,05)

n = nombre de cas étudiés

Tableau 15 : parité et performances de reproduction

Méthode analytique	Population étudiée	Parité	Marqueur de reproduction				Référence		
			Taux de gestation	IVV	Productivité numérique	IV-IA1			
NC	NC	L ₁	>65%				Butler, 2005		
		L ₂	51%						
		L _{>2}	35-40%						
Etude expérimentale	929	1an	54% ^{ab}	p≤0,05			72j ^a	p≤0,05	Hillers, 1984
	782	2ans	55% ^a				71j ^{ab}		
	519	3ans	48% ^{bc}				74j ^b		
	590	>3ans	44% ^c				76j ^c		
Etudes de données	31886	6356 L ₁	97,3%		401,4j	87,9%		Liénard, 2002	
	Limousine	25530 L _{>1}	95,9%		372j	90,6%			
	23746	6511 L ₁	96%		394,5j	87,1%			
	Charolais	23746 L _{>1}	93,4%		370j	88,5%			
	19841	3497 L ₁	96,8%		385j	88,7%			
	Salers	19841 L _{>1}	93,6%		370j	89,9%			

^{a,b,c} : dans une même colonne, les valeurs avec un exposant différent sont significativement différentes (p≤0,05)

Tableau 16 : parité et performances de reproduction

Méthode analytique	Population étudiée	Parité	Marqueur de reproduction					Référence
			Taux de gestation		IVV		IV-IA1	
Etude de données	13307 Prim'Holstein	L ₁	HR=1 ^a	p≤0,01				Gröhn, 2000
		L ₂	HR=0,98 ^a					
		L _{>2}	HR=0,92 ^b					
Etude de données	2096 vêlages de Friesian en Egypte	L ₁		415,5j	p≤0,01 Effet de la parité sur IVV	91,6j	p≤0,01 Effet de la parité sur IV-IA1	Hammound, 2010
		L ₂		419,1j		100,7j		
		L ₃		396,3j		78,2j		
		L ₄		402,0j		86,3j		
		L ₅		395,6j		83,9j		
		L ₆		399,8j		82,3j		
		L _{>6}		393,1j		74,5j		

^{a,b,c} : dans une même colonne, les valeurs avec un exposant différent sont significativement différentes (p≤0,05)

Tableau 17 : saison de vêlage et performances de reproduction

Méthode analytique	Population étudiée	Facteur étudié	Marqueur de reproduction						Référence		
			IVV		Nombre d'IA/IAF		IV-IA1			Taux de gestation	
Etude de données	13612 observations	Chaud	405j	P≤0,01			96j	P≤0,01			Silvah, 1992
		Froid	392j				89j				
Etude de données	13307 Prim'Holstein	Hiver							HR=1 ^a	p≤0,05	Gröhn, 2000
		Printemps							HR=0,93 ^b		
		Eté							HR=1,06 ^a		
		Automne							HR=1,01 ^a		
Etude de données	2096 vêlages de Friesian en Egypte	Hiver	406,5j	P≤0,05	2,1	P≤0,01	84,3j	P≤0,01			Hammound, 2010
		Printemps	409,4j	Effet de la saison sur IVV	2,1	Effet de la saison sur IV-IA1	91,7j	Effet de la saison sur IV-IA1			
		Eté	404,8j		2,3		79,7j				
		Automne	394,3j		2,0		85,7j				

^{a,b} : dans une même colonne, les valeurs avec un exposant différent sont significativement différentes (p≤0,05)

ANNEXES 2

Tableau 18 : quantité de matière première ingérée par les génisses en fonction de l'âge

Génisse jusqu'à 24 mois	MS herbe			MSI foin			MSI enrubannage			MSI Ens herbe			MSI Ens maïs			MB céréale			TS/TC		
	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max
Ration estivale	6,5	6,0	7,0																		
Ration hivernale 1				6,0	5,0	7,0										1,5	1,2	2,0			
Ration hivernale 2				1,7	1,7	1,7	4,5	4,0	5,0							1,0	1,0	1,0			
Ration hivernale 3				1,7	1,7	1,7				4,5	4,0	5,0				0,7	0,4	1,0			
Ration hivernale 4				1,7	1,7	1,7				3,3	3,0	3,5	2,3	2,0	2,5						
Ration hivernale 5				2,0	2,0	2,0							4,5	4,0	5,0				1,0	1,0	1,0

Génisses de 24 à 36 mois	MS herbe			MSI foin			MSI enrubannage			MSI Ens herbe			MSI Ens maïs			MB céréale			TS/TC		
	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max
Ration estivale	10,0	9,0	11,0																		
Ration hivernale 1				8,5	8,0	9,0										1,5	1,0	2,0			
Ration hivernale 2				2,5	2,5	2,5	6,5	6,0	7,0							0,8	0,5	1,0			
Ration hivernale 3				2,5	2,5	2,5				5,0	5,5	6,5				1,0	1,0	1,0			
Ration hivernale 4				4,0	3,5	4,5				3,3	3,0	3,5	2,8	2,5	3,0						
Ration hivernale 5				4,0	3,5	4,5							4,0	3,5	4,5				1,5	1,5	1,5

Génisses de 36 mois jusqu'au vêlage	MS herbe			MSI foin			MSI enrubannage			MSI Ens herbe			MSI Ens maïs			MB céréale			TS/TC		
	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max
Ration estivale	12,0	1,8	13,2																		
Ration hivernale 1				1,2	0,6	1,8										1,8	1,2	2,4			
Ration hivernale 2				3,0	3,0	3,0	7,8	7,2	8,4							0,9	0,6	1,2			
Ration hivernale 3				3,0	3,0	3,0				6,0	6,6	7,8				1,2	1,2	1,2			
Ration hivernale 4				4,8	4,2	5,4				3,9	3,6	4,2	3,3	3,0	3,6						
Ration hivernale 5				4,8	4,2	5,4							4,8	4,2	5,4				1,8	1,8	1,8

Tableau 19 : coût détaillé de la ration des génisses

Génisse jusqu'à 24 mois	Coût journalier		
	Moyenne	Minimum	Maximum
Ration estivale	0,1625	0,09	0,28
Ration hivernale 1	0,791	0,486	1,118
Ration hivernale 2	0,6708	0,522	0,8346
Ration hivernale 3	0,5568	0,403	0,7346
Ration hivernale 4	0,5008	0,442	0,7471
Ration hivernale 5	0,87	0,667	1,138
Moyenne ration hivernale	0,6779	0,504	0,9145

Génisses de 24 à 36 mois	Coût journalier		
	Moyenne	Minimum	Maximum
Ration estivale	0,25	0,135	0,44
Ration hivernale 1	0,983	0,634	1,306
Ration hivernale 2	1,3115	0,784	1,334
Ration hivernale 3	0,874	0,7165	1,1465
Ration hivernale 4	0,8	0,5965	1,0475
Ration hivernale 5	1,165	0,879	1,54
Moyenne ration hivernale	1,0267	0,722	1,2748

Génisses de 36 mois jusqu'au vèlage	Coût journalier		
	Moyenne	Minimum	Maximum
Ration estivale	0,30	0,16	0,53
Ration hivernale 1	1,18	0,76	1,57
Ration hivernale 2	1,57	0,94	1,60
Ration hivernale 3	1,05	0,86	1,38
Ration hivernale 4	0,96	0,72	1,26
Ration hivernale 5	1,40	1,05	1,85
Moyenne ration hivernale	1,23	0,87	1,53

Tableau 20 : calendrier fourrager des différents cas-type

	Cas-type 1	Cas-type 2	Cas-type 3	Cas-type 4
Janvier	Ration 15	Ration 6	Ration 8	Ration 5
Février	Ration 16	Ration 8	Ration 8	Ration 5
Mars	Ration 16	Ration 8	50% ration 3 50% ration 5	Ration 3
Avril	Ration 2	Ration 2	50% ration 3 50% ration 5	Ration 3
Mai	Ration 2	Ration 2	Ration 1	Ration 1
Juin	Ration 3	Ration 3	Ration 1	Ration 1
Juillet	50% ration 3	50% ration 3	50% ration 1	50% ration 1
	50% ration 9	50% ration 5	50% ration 10	50% ration 6
Août	50% ration 3	50% ration 3	50% ration 1	50% ration 1
	50% ration 9	50% ration 5	50% ration 10	50% ration 6
Septembre	Ration 3	Ration 3	50% ration 2 50% ration 9	Ration 2
Octobre	50% ration 1	50% ration 1	50% ration 2	Ration 2
	50% ration 6	50% ration 4	50% ration 9	
Novembre	50% ration 1	50% ration 1	Ration 16	Ration 8
	50% ration 6	50% ration 4		
Décembre	Ration 15	Ration 6	Ration 16	Ration 8

Tableau 21 : quantité de matière première ingérée par les vaches

Vaches				MSI						MBI				
Composition ration			Stade physiologique	Type de ration	Fourrage 1			Fourrage 2			Cérééal	Concentré		
Fourrage 1	Fourrage 2	Concentré			moy	min	max	moy	min	max		moy	min	max
Herbe	-	-	-2	ration 1	12	11	13							
			1	ration 2	14	13	15							
			7	ration 3	13,5	13	14							
Foin	-	-	-2	ration 4	10,5	9	12							
			1-4	ration 5	12	10	14							
Foin	-	Céréale	-2	ration 6	10	9	11				1			
			-2	ration 7	9	8	10				2			
			1-4	ration 8	12	10	14				1			
			1-4	ration 9	10	8	12				3			
Maïs	Foin	-	-2	ration 10	8,5	8	9	2,5	2	3				
			-2	ration 11	5,5	5	6	5,5	5	6				
			1-4	ration 12	10,5	10	11	3,5	3	4				
			1-4	ration 13	7	6	8	7	6	8				
Maïs	Foin	Concentré	-2	ration 14	8	7	9	2,5	2	3		0,25	0	0,5
			-2	ration 15	5,5	5	6	5,5	5	6		0,5	0	1
			1-4	ration 16	9	8	10	4	3	5		1,25	1	1,5
			1-4	ration 17	6,5	6	7	6,5	6	7		1	1	1

Tableau 22 : gain moyen quotidien des broutards en fonction du scénario

Age (mois)	Scénario 1		Scénario 2		Scénario 3		Scénario 4	
	GMQ (kg/j)	Poids vif (kg)						
0-1	1	78,4	1	78,4	1	78,4	1	78,4
1-2	1,1	111,84	1,1	111,84	1,1	111,84	1,1	111,84
2-3	1,2	148,32	1,2	148,32	1,2	148,32	1,2	148,32
3-4	1,1	181,76	0,9	175,68	1,1	181,76	0,9	175,68
4-5	1,3	221,28	0,8	200	1,3	221,28	1,1	209,12
5-6	1,4	263,84	0,8	224,32	1,4	263,84	1,15	244,08
6-7	1,5	309,44	0,8	248,64	1,5	309,44	1,2	280,56

Tableau 23 : prix de vente des broutards

	Prix au kg de poids vif	
	Femelle	Mâle
Scénario 1	2,37€	3,00€
Scénario 2	2,54€	3,10€
Scénario 3	2,46€	3,16€
Scénario 4	2,49€	3,22€

Tableau 24 : nombre de génisses survivant jusqu'au vêlage

Age au Premier Vêlage	Age Moyen de Réforme	Taux de réforme calculé	Intervalle vêlage-vêlage												
			360	380	400	420	440	460	480	500	520	540	560	580	600
24 mois	11 ans	11,1%	4,31	4,10	3,92	3,75	3,60	3,47	3,34	3,23	3,12	3,02	2,93	2,84	2,76
	10 ans	12,5 %	3,85	3,67	3,51	3,36	3,23	3,11	3,00	2,90	2,80	2,72	2,64	2,56	2,49
	9 ans	14,3 %	3,39	3,24	3,10	2,97	2,86	2,75	2,66	2,57	2,49	2,41	2,34	2,28	2,22
	8 ans	16,7 %	2,94	2,81	2,69	2,58	2,48	2,40	2,32	2,24	2,17	2,11	2,05	1,99	1,94
	7 ans	20 %	2,48	2,37	2,28	2,19	2,11	2,04	1,97	1,91	1,86	1,80	1,76	1,71	1,67
	6 ans	25 %	2,02	1,94	1,87	1,80	1,74	1,68	1,63	1,58	1,54	1,50	1,46	1,43	1,39
30 mois	11 ans	11,8%	4,08	3,89	3,71	3,56	3,42	3,29	3,17	3,06	2,96	2,87	2,78	2,70	2,63
	10 ans	13,3 %	3,62	3,45	3,30	3,17	3,05	2,93	2,83	2,73	2,65	2,56	2,49	2,42	2,35
	9 ans	15,4 %	3,17	3,02	2,89	2,78	2,67	2,58	2,49	2,41	2,33	2,26	2,20	2,14	2,08
	8 ans	18,2 %	2,71	2,59	2,48	2,39	2,30	2,22	2,14	2,08	2,01	1,96	1,90	1,85	1,81
	7 ans	22,2 %	2,25	2,16	2,07	2,00	1,93	1,86	1,80	1,75	1,70	1,65	1,61	1,57	1,53
	6 ans	28,6 %	1,80	1,73	1,66	1,60	1,55	1,50	1,46	1,42	1,38	1,35	1,32	1,29	1,26
36 mois	11 ans	12,5 %	3,85	3,67	3,51	3,36	3,23	3,11	3,00	2,90	2,80	2,72	2,64	2,56	2,49
	10 ans	14,3 %	3,39	3,24	3,10	2,97	2,86	2,75	2,66	2,57	2,49	2,41	2,34	2,28	2,22
	9 ans	16,7 %	2,94	2,81	2,69	2,58	2,48	2,40	2,32	2,24	2,17	2,11	2,05	1,99	1,94
	8 ans	20 %	2,48	2,37	2,28	2,19	2,11	2,04	1,97	1,91	1,86	1,80	1,76	1,71	1,67
	7 ans	25 %	2,02	1,94	1,87	1,80	1,74	1,68	1,63	1,58	1,54	1,50	1,46	1,43	1,39
	6 ans	33,3 %	1,57	1,51	1,46	1,41	1,36	1,33	1,29	1,26	1,22	1,20	1,17	1,14	1,12

Tableau 25 : nombre de génisses survivant jusqu'au vêlage

Age au Premier Vêlage	Age Moyen de Réforme	Taux de réforme calculé	Intervalle vêlage-vêlage												
			360	380	400	420	440	460	480	500	520	540	560	580	600
40 mois	11 ans	13 %	3,70	3,53	3,37	3,23	3,11	2,99	2,89	2,79	2,70	2,62	2,54	2,47	2,40
	10 ans	15 %	3,24	3,09	2,96	2,84	2,73	2,63	2,54	2,46	2,38	2,31	2,24	2,18	2,12
	9 ans	17,6 %	2,79	2,66	2,55	2,45	2,36	2,28	2,20	2,13	2,07	2,01	1,95	1,90	1,85
	8 ans	21,4 %	2,33	2,23	2,14	2,06	1,99	1,92	1,86	1,80	1,75	1,70	1,66	1,62	1,58
	7 ans	27,3 %	1,87	1,80	1,73	1,67	1,61	1,56	1,52	1,47	1,43	1,40	1,36	1,33	1,30
	6 ans	37,5 %	1,42	1,37	1,32	1,28	1,24	1,21	1,17	1,15	1,12	1,09	1,07	1,05	1,03
44 mois	11 ans	13,6 %	3,55	3,38	3,24	3,10	2,98	2,87	2,77	2,68	2,59	2,51	2,44	2,37	2,31
	10 ans	15,8 %	3,09	2,95	2,83	2,71	2,61	2,52	2,43	2,35	2,28	2,21	2,15	2,09	2,03
	9 ans	18,7 %	2,63	2,52	2,41	2,32	2,24	2,16	2,09	2,02	1,96	1,91	1,85	1,80	1,76
	8 ans	23,1 %	2,18	2,09	2,00	1,93	1,86	1,80	1,75	1,69	1,65	1,60	1,56	1,52	1,49
	7 ans	30 %	1,72	1,65	1,59	1,54	1,49	1,44	1,40	1,36	1,33	1,30	1,27	1,24	1,21
	6 ans	42,8 %	1,26	1,22	1,18	1,15	1,12	1,09	1,06	1,04	1,01	0,99	0,97	0,96	0,94
48 mois	11 ans	14,3 %	3,39	3,24	3,10	2,97	2,86	2,75	2,66	2,57	2,49	2,41	2,34	2,28	2,22
	10 ans	16,7 %	2,94	2,81	2,69	2,58	2,49	2,40	2,32	2,24	2,17	2,11	2,05	1,99	1,94
	9 ans	20 %	2,48	2,37	2,28	2,19	2,11	2,04	1,97	1,91	1,86	1,80	1,76	1,71	1,67
	8 ans	25 %	2,02	1,94	1,87	1,80	1,74	1,68	1,63	1,58	1,54	1,50	1,46	1,43	1,39
	7 ans	33,3 %	1,57	1,51	1,46	1,41	1,37	1,33	1,29	1,26	1,22	1,20	1,17	1,14	1,12
	6 ans	50 %	1,11	1,08	1,05	1,02	0,99	0,97	0,95	0,93	0,91	0,89	0,88	0,86	0,85

Tableau 26 : GEA pour chaque TR possible, correspondant à un couple APV-AMR donné

GEA	TR	APV	AMR
92,0	50%	48 mois	6 ans
111,7	33%	48 mois	7 ans
118,2	43%	44 mois	6 ans
131,2	25%	48 mois	8 ans
137,5	30%	44 mois	7 ans
146,4	38%	40 mois	6 ans
148,0	20%	48 mois	9 ans
155,3	23%	44 mois	8 ans
162,1	17%	48 mois	10 ans
164,3	27%	40 mois	7 ans
170,4	19%	44 mois	9 ans
173,9	14%	48 mois	11 ans
176,2	33%	36 mois	6 ans
180,1	21%	40 mois	8 ans
183,0	16%	44 mois	10 ans
192,0	25%	36 mois	7 ans
193,4	18%	40 mois	9 ans
193,5	14%	44 mois	11 ans
204,4	15%	40 mois	10 ans
205,6	20%	36 mois	8 ans
213,5	13%	40 mois	11 ans
216,9	17%	36 mois	9 ans
220,0	29%	30 mois	6 ans
226,2	14%	36 mois	10 ans
231,9	22%	30 mois	7 ans
234,0	13%	36 mois	11 ans
242,1	18%	30 mois	8 ans
250,4	15%	30 mois	9 ans
257,3	13%	30 mois	10 ans
263,1	12%	30 mois	11 ans
266,1	25%	24 mois	6 ans
273,5	20%	24 mois	7 ans
279,8	17%	24 mois	8 ans
285,1	14%	24 mois	9 ans
289,4	13%	24 mois	10 ans
293,0	11%	24 mois	11 ans

BIBLIOGRAPHIE

- 1- Alzieu, J.P., Aubadie-Ladrix, M., Bourdenx, L., Romain-Benyoussef, D., Schmitt, E.J., Chastant-Maillard, S., (2005). Les infections utérines précoces. *Point Vétérinaire*, 2005, 36 (spécial reproduction des ruminants) : p. 66-70.
- 2- Base de Donnée Nationale d'Identification des Bovins <http://www.inst-elevage.asso.fr>
- 3- Bellows, R.A., Short, R.E., Anderson, D.C., Knapp, B.W., Pahnish, O.F., (1971). Cause and effect relationships associated with calving difficulty and calf birth weight. *Journal of Animal Science*, 33:407.
- 4- Butler, W.R., Smith, R.D., (1989). Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 72(1), 767-783
- 5- Butler, W.R., (2005). Relationships of negative energy balance with fertility. *Advances in Dairy Technology*, 17, 35–46.
- 6- Chapinal N., Carson M., Duffield T.F., Capel M., Godden S., Overton M., Santos J.E.P., Leblanc S.J., (2011). The association of serum metabolites with clinical disease during the transition period. *Journal of Dairy Science*, 94 : 4897-4903
- 7- Clapp, H., (1937). A factor in breeding efficiency of dairy cattle. *Journal of Animal Science*, 1, 259-265
- 8- Coleman, D.A., Thay Newv., Dailey, R.A., (1985). Factors affecting reproductive performance of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 68, 1793-1803.
- 9- Danny, B., Laster, Hudson A., Glimp, Larry, V., Cundiff, Keith E., Gregory, (1973). Factors affecting dystocia and the effects of dystocia on subsequent reproduction in beef cattle. *Journal of Animal Science*, 36, 695-705.
- 10- DeRouen, S.M., Franke, D.E., Morrison, D.G., Wyatt, W.E., Coombs, D.F., White, T.W., P.E., Humes and Greene, B.B. (1994). Prepartum body condition and weight influences on reproductive performance of first-calf beef cows. *Journal of Animal Science*, 72(5), 1119–1125.
- 11- Dohoo I.R., Martin S.W., McMillan I., Kennedy B.W., (1984). Disease, production and culling in Holstein-Friesian cows. 2-Age, season and sire effects. *Preventive Veterinary Medicine*, 2, 655-670.
- 12- Doren, P.E., Shumway, C.R., Kothmann, M.M., Cartwright , T.C., (1985). An economic evaluation of simulated biological production of beef cattle. *Journal of animal science*, 60), 913-934.

- 13- Dubuc J., Duffield T.F., Leslie K.E, Walton J.S., Leblanc S.J. (2010).** Risk factors for postpartum uterine diseases in dairy cows. *Journal of dairy science*, 93 : 5764-5771
- 14- Dubuc J., Duffield T.F., Leslie K.E, Walton J.S., Leblanc S.J., (2012).** Risk factors and effects of postpartum anovulation in dairy cows. *Journal of dairy science*, 95 : 1845–1854
- 15- Duffield T.F., Lissemore K.D., McBride B.W., Leslie K.E., (2009).** Impact of hyperketonemia in early lactation dairy cows on health and production. *Journal of dairy science*, 92 : 571-580
- 16- Dunn, T.G., Ingalls, J.E., Zimmerman, D.R., & Wiltbank, J.N., (1969).** Reproductive performance of 2-year-old Hereford and Angus heifers as influenced by pre-and post-calving energy intake. *Journal of animal science*, 29(5), 719–726.
- 17- Dziuk, P.J., & Bellows, R.A., (1983).** Management of reproduction of beef cattle, sheep and pigs. *Journal of Animal Science*, 57(Supplement 2), 355–379.
- 18- Edmonson A.J., Lean I.J., Weaver L.D., Farver T., Webster, G., (1989).** A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *Journal of dairy science* 1989; 72 (1): 68-78.
- 19- Egal, M., (2013).** Cétose subclinique en élevage allaitant : prévalence et impact sanitaire. *Thèse de doctorat vétérinaire, Ecole Vétérinaire de Toulouse*
- 20- Ettema, J.F., & Santos, J.E.P., (2004).** Impact of age at calving on lactation, reproduction, health, and income in first-parity. Holsteins on commercial farms. *Journal of dairy science*, 87(8), 2730–2742.
- 21- Fleck, A.T., Schalles R.R. Kiracofe G.H., (1980)** Effect of growth rate through 30 months on reproductive performance of beef heifers. *Journal of Animal Science*, 51:816-821.
- 22- France agricole, cours et marchés (n° 3436 du 18.05.2012 ; n° 3465 du 14.12.2012 ; n° 3455 du 05.10.2012 ; n° 3443 du 06.07.2012)**
- 23- Froment, P., (2007)** Note d'état corporel et reproduction chez la vache laitière. *Th. : Méd. vét : Alfort : ENVA*
- 24- Gröhn, Y.T., & Rajala-Schultz, P.J., (2000).** Epidemiology of reproductive performance in dairy cows. *Animal Reproduction Science*, 60, 605–614.
- 25- Hammoud, M.H., El-Zarkouny, S.Z., & Oudah, E.Z.M., (2010).** Effect of sire, age at first calving, season and year of calving and parity on reproductive performance of Friesian cows under semiarid conditions in Egypt. *Archiva Zootechnica*, 13(1), 60-82

- 26- Hillers, K.K., Senger, P.L., Darlington R.L., Flemming, W.N., (1984).** Effect of production, season, age of cows, dry and days in milk on conception to first service in large commercial dairy herd. *Journal of dairy science*, 67, 861-867.
- 27- Hudson, M.D., Banta, J.P., Buchanan, D.S., & Lalman, D.L., (2009).** Effect of weaning date (normal vs. late) on performance of young and mature beef cows and their progeny in a fall calving system in the Southern Great Plains. *Journal of Animal Science*, 88(4), 1577–1587.
- 28- Kiers A. (2005)** Analyse des résultats de reproduction d'élevage bovin laitiers suivis avec le logiciel vetoexpert. *Th. : Méd. vét : Toulouse : ENVT, 2005, TOU 3-4118, 93 p.*
- 29- Klassen D.J., Cuer. I., Hayes. J.F., (1990).** Estimation of repeatability of calving case in canadian Holstein. *Journal of dairy science*, 73, 205-212.
- 30- Laster, D.B., Glimp, H.A., & Gregory, K.E., (1973).** Effects of early weaning on postpartum reproduction of cows. *Journal of animal Science*, 36(4), 734–740.
- 31- LeBlanc, S.J., Duffield, T.F., Leslie, K.E., Bateman, K.G., Keefe, G.P., Walton, J.S., Johnson, W.H., (2002).** Defining and diagnosing postpartum clinical endometritis and its impact on reproductive performance in dairy cows. *Journal of dairy science*, 85(9), 2223–2236.
- 32- LeBlanc, S.J., Herdt, T.H., Seymour, W.M., Duffield, T.F., Leslie, K.E., (2004).** Peripartum serum vitamin E, retinol, and beta-carotene in dairy cattle and their associations with disease. *Journal of dairy science*, 87, 609–619
- 33- Lesmeister, J.L., Burfening, P.J., Blackwell, R.L., (1973).** Date of first calving in beef cows and subsequent calf production. *Journal of animal Science*, 36(1), 1-6.
- 34- Liénard, G., Lherm, M., Pizaine, M.C., Le Maréchal, J.Y., Boussange, B., Barlet, D., Esteve, P., Bouchy, R., (2002).** Productivité de trois races bovines françaises, Limousine, Charolaise et Salers Bilan de 10 ans d'observations en exploitations. *INRA Productions Animales*, 15 (4), 293-312
- 35- Lusby, K.S., Wettemann, R.P., Turman, E.J., (1981).** Effects of early weaning calves from first-calf heifers on calf and heifer performance. *Journal of animal science*, 53(5), 1193–1197.
- 36- McDougall, S., (2001).** Effects of periparturient diseases and conditions on the reproductive performance of New Zealand dairy cows. *New Zealand Veterinary Journal*, 49(2), 60–67.
- 37- Mc Art, J.A.A., Nydam, D.V., Oetzel, G.R., (2012).** Epidemiology of subclinical ketosis in early lactation dairy cattle. *Journal of dairy science*, 95, 5056–5066

- 38- Meadows, C., Rajala-Schultz, P.J., Frazer, G.S., (2005)** A spreadsheet-based model demonstrating the nonuniform economic effects of varying reproductive performance in ohio dairy herds. *Journal of dairy science*, 88, 1244–1254.
- 39- Meaker, H.J., Coetseer, T.P.N., Lishman, A.W., (1980).** The effects of age at first calving on the productive and reproductive performance of beef cows. *South African Journal of Animal Science*, 10(2), 105-113
- 40- Morrison, R.A., Erb, R.E., (1957)** Factors influencing prolificacy of cattle. I- Reproductive capacity and sterility rates. *Washington Agric. Exper. Sta. Bull.* 25, 1957
- 41- Morrow, D. A., S. J. Roberts, K. McEntee and H. G. Gray. (1966)** Postpartum ovarian activity and uterine involution in dairy cattle. *J. Amer. Vet. Med. Ass.* 149:1596.
- 42- Osoro, K., Wright, I.A., (1992).** The effect of body condition, live weight, breed, age, calf performance, and calving date on reproductive performance of spring-calving beef cows. *Journal of Animal Science*, 70(6), 1661–1666.
- 43- Pirlo, G., (1997).** Rearing cost of replacement heifer and optimal age at first calving. *Supplement of L'Informatore Agrario* 37:9–12
- 44- Quiroz Rocha, G.F., LeBlanc, S.J., Duffield, T.F., Wood, D., Leslie, K.E., Jacobs, R.M., (2009)** Evaluation of prepartum serum cholesterol and fatty acids concentrations as predictors of postpartum retention of the placenta in dairy cows. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 234 : 790–793
- 45- Roberts, S.J., (1971).** Veterinary obstetrics and genital disease. *Second edition.* pp. 317-336.
- 46- Ross, S.A., Westerfield, R.W., and Jaffe, J., (2003).** Net present value and capital budgeting. *Corporate Finance. 6th ed. McGraw-Hill, New York, NY*, 169-199
- 47- Rutter, L.M., Randel, R.D., (1984).** Postpartum nutrient intake and body condition: effect on pituitary function and onset of estrus in beef cattle. *Journal of Animal Science*, 58(1), 265–274.
- 48- Sandals, W.C.D., Curtis, R.A., Cote, J.F., Martin, S.W., (1979).** The effect of retained placenta and metritis complex on reproductive performance in dairy cattle -a case control study. *The Canadian Veterinary Journal*, 20(5), 131.
- 49- Seegers, H., Malher, X., (1996).** Analyse des résultats de reproduction d'un troupeau laitier. *Point Vet*, 36: p. 127-135.
- 50- Seegers, H., (2005).** Infécondité en troupeau laitier : quel impact économique. Economie et reproduction en élevage bovin laitier. *Journée AERA 6 décembre 2005* ; P21-28
- 51- Sheldon, I.M., Lewis, G., Leblanc, S., Gilbert, R., (2006).** Defining postpartum uterine

disease in dairy cattle. *Theriogenology*, 65. 1516-1530

- 52- Short, R.E., Bellows, R.A., (1971).** Relationships among weight gains, age at puberty and reproductive performance in heifers. *Journal of Animal Science*, 32(1), 127–131.
- 53- Short, R.E., Bellows, R.A., Moody, E.L., Howland, B.E., (1972).** Effects of suckling and mastectomy on bovine postpartum reproduction. *Journal of Animal Science*, 34(1), 70–74.
- 54- Short, R.E., Adams, D.C., (1988).** Nutritional and hormonal interrelationships in beef cattle reproduction. *Can. J. Anim. Sci*, 28, 29.
- 55- Short, R.E., Bellows, R.A., Staigmiller, R.B., Berardinelli, J.G., Custer, E.E., (1990).** Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. *Journal of Dairy Science*, 68, 799-816.
- 56- Silvah, H.M., Wilcox, C.J., Thatche, W.W., Becker, R.B., Morse, D., (1992).** Factors affecting days open, gestation length and calving interval in Florida dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 75, 288-293.
- 57- Smith, J.F., Payne, E., Tewit, H.R., Mc-Gowan, L.T., Fairclough, R., Kilgour, R., Goold, P.G., (1981).** The effect of suckling upon the endocrine changes associated with anoestrous in identical twin dairy cows. *Journal of Reproduction and Fertility. (Suppl.)* 30: 241.
- 58- Thompson, J.R., Pollak, E.J., Pelissier, C.L., (1983).** Interrelationships of parturition problems, production of subsequent lactation, reproduction, and age at first calving. *Journal of Dairy Science*, 66(5), 1119–1127.
- 59- Varner, L.W., Bellows, R.A., Christensen, D.S., (1977).** A management system for wintering replacement heifers. *Journal of Animal Science*, 44(2), 165–171.
- 60- Walsh R.D., Walton J. S., Kelton D.F., Leblanc S.J., Leslie K.E., Duffield T.F., (2007).** The effect of subclinical ketosis in early lactation on reproductive performance of postpartum dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 90 : 2788-2796
- 61- Werth, L.A., Azzam, S.M., Merlyn, Nielsen, K., Kinder, J.E., (1991).** Use of a simulation model to evaluate the influence of reproductive performance and management decisions on net income in beef production. *Journal of Animal Science* 69 (12): 4710–4721.
- 62- Wiltbank, J.N., Cook, A.C., (1958).** The comparative reproductive performance of nursed cows and milked cows. *Journal of animal science*, 17(3), 640–648.

- 63- Wiltbank, J.N., Rowden, W.W., Ingalls, J.E., Geegoey, K.E., Koch, R.M., (1962).**
Effect of energy level on reproductive phenomena of mature Hereford cows. *Journal of Animal Science* 21 (1): 219-225.

Toulouse, 2013

NOM : CITERNE

PRENOM : Philippe

TITRE : APPROCHE ECONOMIQUE DE LA REPRODUCTION CHEZ LA BLONDE D'AQUITAINE

RESUME :

L'objectif de ce travail était de quantifier l'impact économique associé à des mauvais résultats de reproduction, en particulier lors de dégradation de l'intervalle vêlage-vêlage.

Un modèle économique expérimental a été créé et calibré dans le système d'élevage de la race Blonde d'Aquitaine dans le sud ouest de la France.

Le coût d'un jour supplémentaire d'IVV diminue avec l'IVV, ces résultats s'opposent aux résultats en système laitiers.

Un éleveur peut gagner de 5,3€ à 22,5€ par vache et par an en réduisant l'IVV de 400 jours à 380 jours et de 4,8€ à 20,3€ en réduisant l'IVV de 420 jours à 400 jours, le gain varie selon l'âge au premier vêlage (compris entre 24 mois et 48 mois) et selon l'âge moyen de réforme (compris entre 6 ans et 11 ans).

Réduire l'IVV d'un élevage est d'autant plus difficile que celui-ci est performant (valeur d'IVV déjà faible). Ainsi cet outil peut être utilisé directement en élevage pour décider de la conduite à tenir la plus adaptée pour améliorer les performances de reproduction (et donc le gain), il est applicable à chaque élevage aux caractéristiques d'un système Blonde d'Aquitaine dans la région du sud ouest de la France.

MOTS-CLES : vaches allaitantes, blonde d'aquitaine, reproduction, économie, intervalle vêlage-vêlage, gain équivalent annuel, modèle économique

TITLE : REPRODUCTIVE ECONOMICS IN THE BLONDE D'AQUITAINE

ABSTRACT :

The objective of this study was to evaluate the economic impact associated with poor reproductive performance, in particular prolongation of the calving interval (CI). An economic model has been created and calibrated for Blonde d'Aquitaine production systems in the south west of France. Calibrations were devised in the economic context of 2012, and the epidemiological parameters of the Blonde d'Aquitaine race in the south west were utilised. The financial cost associated with prolongation of the calving interval is inversely proportionate to the calving interval. These results are in contrast with the results seen in dairy production systems. The results show that a reduction in CI from 400 days to 380 days and from 420 days to 400 days is associated with a financial gain of €5.30 to €22.50 and €4.80 to €20.30 respectively. The financial gain is relative to first calving (24 months to 48 months inclusive) and average age at culling (6 years to 11 years). Furthermore, the potential for improvement in CI parameters becomes more difficult as better results are achieved (short CI) ; the reduction in CI in these herds is of limited financial gain as the cost associated with achieving a better CI will outweigh the financial output. The results of this study may be utilised in both individual and collective medicine.

KEY-WORD : Beef cows, Blonde d'Aquitaine, reproduction, economics, calving interval, annual financial gain, economic model