



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 : 14341

To cite this version :

Trillat, Pauline. *Coût du défaut de transfert d'immunité passive chez le veau et économie des stratégies préventives associées*.
Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, Ecole Nationale
Vétérinaire de Toulouse - ENVT, 2015, 162 p.

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

COÛT DU DEFAUT DE TRANSFERT D'IMMUNITE PASSIVE CHEZ LE VEAU ET ECONOMIE DES STRATEGIES PREVENTIVES ASSOCIEES

THESE
pour obtenir le grade de
DOCTEUR VETERINAIRE

DIPLOME D'ETAT

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

par

TRILLAT Pauline

Née, le 10 juillet 1990 à Bourgoin-Jallieu (38)

Directeur de thèse : M. Didier RABOISSON

JURY

PRESIDENT :
M. Laurent MOLINIER

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESEURS :
M. Didier RABOISSON
M. Pierre SANS

Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE
Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

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

Directrice : Mme Isabelle CHMITELIN

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

- M. **AUTEFAGE André**, *Pathologie chirurgicale*
- Mme **CLAUW Martine**, *Pharmacie-Toxicologie*
- M. **CONCORDET Didier**, *Mathématiques, Statistiques, Modélisation*
- M. **DELVERDIER Maxence**, *Anatomie Pathologique*
- M. **ENJALBERT Francis**, *Alimentation*
- 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. **SCHELCHER François**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*

PROFESSEURS 1° CLASSE

- M. **BERTAGNOLI Stéphane**, *Pathologie infectieuse*
- M. **BERTHELOT Xavier**, *Pathologie de la Reproduction*
- M. **BOUSQUET-MELOU Alain**, *Physiologie et Thérapeutique*
- M. **DUCOS Alain**, *Zootecnie*
- M. **FOUCRAS Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- Mme **GAYRARD-TROY Véronique**, *Physiologie de la Reproduction, Endocrinologie*
- Mme **HAGEN-PICARD, Nicole**, *Pathologie de la reproduction*
- M. **LEFEBVRE Hervé**, *Physiologie et Thérapeutique*
- M. **MEYER Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- M. **SANS Pierre**, *Productions animales*
- Mme **TRUMEL Catherine**, *Biologie Médicale Animale et Comparée*

PROFESSEURS 2° CLASSE

- M. **BAILLY Jean-Denis**, *Hygiène et Industrie des aliments*
- Mme **BENARD Geneviève**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
- M. **BRUGERE Hubert**, *Hygiène et Industrie des aliments d'Origine animale*
- Mme **CHASTANT-MAILLARD Sylvie**, *Pathologie de la Reproduction*
- M. **GUERRE Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
- M. **GUERIN Jean-Luc**, *Aviculture et pathologie aviaire*
- M. **JACQUIET Philippe**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
- M. **LIGNEREUX Yves**, *Anatomie*
- M. **PICAVET Dominique**, *Pathologie infectieuse*

PROFESSEURS CERTIFIES DE L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE

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

MAITRES DE CONFERENCES HORS CLASSE

- M. **BERGONIER Dominique**, *Pathologie de la Reproduction*

Mme **BOUCLAINVILLE-CAMUS Christelle**, *Biologie cellulaire et moléculaire*
Mlle **BOULLIER Séverine**, *Immunologie générale et médicale*
Mme **BOURGES-ABELLA Nathalie**, *Histologie, Anatomie pathologique*
Mlle **DIQUELOU Armelle**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
M. **DOSSIN Olivier**, *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 **BOUHSIRA Emilie**, *Parasitologie, maladies parasitaires*
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*
Mlle **DEVIERS Alexandra**, *Anatomie-Imagerie*
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*
Mlle **LAVOUE Rachel**, *Médecine Interne*
M. **LIENARD Emmanuel**, *Parasitologie et maladies parasitaires*
M. **MAILLARD Renaud**, *Pathologie des Ruminants*
Mme **MEYNADIER Annabelle**, *Alimentation*
Mme **MEYNAUD-COLLARD Patricia**, *Pathologie Chirurgicale*
M. **MOGICATO Giovanni**, *Anatomie, Imagerie médicale*
M. **NOUVEL Laurent**, *Pathologie de la reproduction (en disponibilité)*
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)*
M. **VOLMER Romain**, *Microbiologie et Infectiologie*
M. **VERWAERDE Patrick**, *Anesthésie, Réanimation*
Mme **WARET-SZKUTA Agnès**, *Production et pathologie porcine*

MAITRES DE CONFERENCES et AGENTS CONTRACTUELS

M. **BOURRET Vincent**, *Microbiologie et infectiologie*
M. **DAHAN Julien**, *Médecine Interne*
Mme **FERNANDEZ Laura**, *Pathologie de la reproduction*
M. **HERRY Vincent**, *Pathologie des ruminants*

ASSISTANTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE CONTRACTUELS

Mme **COSTES Laura**, *Hygiène et industrie des aliments*
M. **DOUET Jean-Yves**, *Ophthalmologie*
Mme **LALLEMAND Elodie**, *Chirurgie des Equidés*

REMERCIEMENTS

A Monsieur le Professeur Molinier Laurent

Professeur des Universités

Praticien hospitalier

Département d'Epidémiologie, Economie de la Santé et Santé Publique, Université de Toulouse III

Département d'information médicale, CHU de Toulouse

Qui nous fait l'honneur de présider ce jury de thèse,

Veillez accepter mes hommages respectueux

A Monsieur le Maître de conférences Didier Raboisson

Maitre de conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Productions animales

Qui m'a confié ce sujet et guidé dans l'élaboration de ce travail,

Pour son soutien, sa disponibilité, sa patience et sa gentillesse,

Sincères remerciements

A Monsieur le Professeur Pierre SANS

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Productions animales

Qui nous fait l'honneur de participer à notre jury de thèse,

Veillez accepter mes plus sincères remerciements

A mes parents : Ca y est votre fille a réalisé son rêve elle est devenue vétérinaire mais ceci n'aurait pas pu être possible sans vous alors merci pour m'avoir accompagné dans mes choix, pour avoir toujours été présents et juste. Pour les bons conseils, ils restent toujours présents même quand vous n'êtes pas là. Bref merci pour tout.

A ma sœur Claire : Pour ces soirées à rigoler devant la télé ou à se raconter des histoires (surtout celle du petit Fangolin ^^), heureusement celles-ci ont évolué au fil des années. Je te souhaite plein de bonheur avec celui qui a l'air d'être la bonne personne, que tu as recherché pendant longtemps.

A mon frère Jean-Loup : Pour ses remarques toujours bien placées, ses conseils en informatiques et en mécaniques (mais non t'es pas un geek). Je vous souhaite à toi et Marie-Julie de trouver une situation idéale pour tous les deux (en France si possible ;-)).

A mes grands-parents : qui ont toujours été à mes côtés à me soutenir tant qu'ils ont pu. Un merci particulier pour Marie-Thérèse et Alfred qui ont sans nul doute été à l'origine de ma passion pour les animaux de la ferme.

A mon cousin Thibaud : Cousin éloigné, certes mais proche pour autant. Heureuse d'avoir pu te retrouver en prépa, d'avoir pu partager du temps avec toi, tu as été un grand soutien pour moi même si je ne l'ai jamais dit (j'ai ma voiture qui est partie à la fourrière qu'est-ce que je fais !?). J'espère que votre beau projet va très bientôt prendre forme et que vous pourrez en vivre rapidement.

A mon cousin Etienne : Même chose, on est bien moins bon pour se voir depuis que je ne suis plus à Lyon c'est sûr. Pour ces tisanes au pain d'épices, et ces moments passés. Merci.

A Maxime : Pour le commencement d'une nouvelle vie à deux, nous allons pouvoir faire notre petit nid en Haute-Loire pendant au moins un an, en espérant que ça dure. Pour me supporter au quotidien et pour avoir réussi à décrypter le Paulette. Pour me soutenir quand il le faut, pour être plus nul que moi en orthographe, râler plus que moi et être plus gourmand que moi. Et tu vas voir la montagne c'est géniale ! Et puis quand il neige il ne fait pas froid !

A la famille Barbier, Alain, Chantal, Clémence et les cousines Guetet. Merci pour votre accueil chaleureux et pour m'avoir acceptée au sein de la famille.

Aux amis du lycée et plus particulièrement Nanaïde, lolotte, Marin, Jojo, Colin, Lauriane, Miel pops : pour les nanaïde parties passées ensemble et ces belles années de lycée.

Nanaïde : Pour les trajets à l'arrêt de bus, les balades en pleine nuit, ta bonne humeur quotidienne mêlée à ton caractère bien trempé. Pour ces dimanches « studieux » en prépa. Je te souhaite beaucoup de bonheur avec Franck, la prochaine thèse ça sera la tienne !

Lolotte : Pour ton côté lolita italienne, pour avoir fait le mur avec nous. Pour tes histoires de cœur aussi folles les unes que les autres ! Pour les soirées films, glaces, tiramisu ou crêpes chez toi.

Aux amis véto :

A Micka, ou H, ça dépend de son degré d'alcool : pour m'avoir fait connaître HIMYM. Pour être un super coach de volley, pour ta chance incroyable : fait gaffe un jour un gars finira par te tomber dessus en soirée ! Content de fêter la thèse en même temps.

A Thibaut ou Titiii : Pour m'avoir donné le sourire tous les jours, pour être quelqu'un sur qui je peux compter, pour avoir la faculté de te faire rire et de t'énerver en une minute de temps. Pour être le seul narcoleptique hyperactif que je connaisse. Pour toutes les soirées cuite cuite et beaucoup de chose encore... Bref, pour être un ami en or.

A Soph (monteil) : Pour être la seule personne avec qui on n'a pas besoin de haut-parleur au téléphone. Pour ta gentillesse et tes histoires sorties de nul-part. Pour faire la fête jusqu'au bout de la nuit et être une amie de confiance !

A Bertrand : Pour m'avoir supporté pendant 2 ans ! Et oui les filles ce n'est pas facile ! Pour être la seule personne du groupe avec qui on peut parler cuisine. Pour ta timidité qui s'atténue au fil des verres. Pour Grimmick ! Bonne chance avec les gros culs de charolais !

A Batou : Pour ta gentillesse, ta grande générosité et ta bonne humeur quotidienne. Petit défaut quand même, il faut bien : ton palais... corrézien pour le vin. Pour le rendez-vous de l'étincelle qui restera j'espère dans les mœurs pendant de nombreuses années.

A Emilie : Pour ta gentillesse et ta bonne humeur : ça doit être le côté corrézien ça. Pour ton goût pour le russe blanc, les poulets et les hommes bourrés. Pour ton endurance en VTT, ton genou en mousse mais on s'en fou le reste marche très bien !

A liseron et Sab (je ne pouvais pas vous séparer, pas possible) : Pour les sorties entre filles, ces aprem à l'escalade ou à la piscine, les balades en montagne. Pour être vous aussi des filles-mecs et puis on est très bien comme ça !

A Geof (Nonne) : Pour les sorties VTT, ton humour... sal, trash... TON humour quoi. Le seul à faire rire Schelch en toute circonstance. Gardes-le, tu en auras besoin dans le charolais !

A (mamie) Valoche : Pour cette année passée dans ton groupe, les sorties à la piscine, les repas asperges. Pour tes boulettes toujours tellement bien placées.

A Pierre : Pour les covoiturages ensemble, ou comment découvrir après une grosse cuite. Pour ton rire communicatif, pour animer les randos presque parfaites comme personne^^.

A Marie (Barto) : Pour être ma corse préférée (la seule que je connaisse à vrai dire), pour être la seule personne qui se trash elle-même plus que les autres. Pour être une des rares personnes à avoir cerné Béber. En fait tu es une personne rare voilà c'est ça.

Caillou : Pour être une supère amie, coach et joueuse de volley. J'espère que vous irez loin tous les deux avec Yannis.

Aurélié Priam : Pour être une supère centre au volley, pour me faire rire même quand tu es en colère. Pour être quelqu'un de simple, sur qui on peut compter. Pour être presque ma belle-sœur puisqu'on est avec des frères.

A Adjo, Yannis et Toto : Pour avoir été des supers colloques ☺ ! Pour les bières pong, les plats sucrés-salés d'Adjo, les pizzas de toto, les grandes discussions avec Yaya (je n'ai rien mis sur ta cuisine mais c'est pourtant toi qui cuisine le mieux de la colloque). Pour être mes nouveaux référents en canine, qui l'eut cru !

A Jeff : Pour ton humour, un peu piquant des fois mais toujours bien placé. Pour être peut-être le plus sérieux de ta famille (ou celui qui tient le mieux l'alcool ?). Bon courage pour ta saison dans le charolais !

Aux docteurs : **Ximun, Nico, Françou, Margaux, Bala, Camille, Pépé, Greg et Vince** pour les services rendus, les bons conseils et surtout les bons moments passés ensemble, à Marseille, à Riom, à Bressuire, en rando, en espérant qu'il y en aura d'autre.

Aux poulots : **Leuleu, Loïse, Cécilia, Camille, Justine, Maxime** qui pourront toujours compter sur nous, merci pour les nombreux gâteaux apportés aux hopitaux. Ça sera bientôt à votre tour de vous faire chouchouter profitez-en bien. En espérant être là pour pouvoir partager une partie de l'intégration avec vous (si elle se maintient encore jusque là). Préparez-vous pour Cavéguat je reviendrai ! ☺

A Dorchies : Pour ta gentillesse, ton sourire, toujours prête à nous rendre service, pour tes beignets qui parfument l'appartement pendant 1 semaine !

A Chrichri : Notre poulot de cœur, pour ton honnêteté, ton côté cool, pas de stress c'est le brazil !

A tout ceux que je n'ai pas cité mais que je n'oublie pas pour autant : aux gens de bovine : **Roger, Puech** des internes en or, **Alex, Rocco, Quentin, Mika, Hélène, Claire, Julie, Amélia, Antoine** pour les bons moments et les mauvais passés en bovine. A **Anaïs, Lucile Puech, Max D., Les Enants, Maleck, Marou, Diouad, Chloé, Bambam, Léna, Christouch, JB, Hirsh, Lucie, Steeve** pour les bons moments qu'on a partagé.

TABLE DES MATIERES

Introduction	9
Partie 1 : Coût du défaut de TIP chez le veau	15
1.1 Matériel et méthodes	15
1.1.1 Coût lié à une prévalence élevée de défaut de TIP	15
1.1.2 Prévalence de veaux avec ou sans défaut de TIP	16
1.1.3 Coût total pour chaque composante, pour <i>PTIP</i> donnée	18
1.1.4 Coût marginal et intervalles de prédiction/confiance.....	23
1.2 Paramètres	24
1.2.1 Synthèse des paramètres.....	24
1.2.2 Prévalence d'animaux sans défaut de TIP	26
1.2.3 Coût unitaire de la mortalité (<i>CUMort</i>).....	26
1.2.4 Coût unitaire (<i>CUMorbtroublei</i>) de morbidité	29
1.2.5 Coût unitaire lié à la baisse de performances zootechniques	31
1.3 Résultats	32
1.3.1 Coût moyen lié au défaut de TIP	32
1.3.2 Contribution de chaque composante au coût total	34
Partie 2 : Prévention via la distribution du colostrum	40
2.1 Matériel et méthodes	40
2.1.1 Modèle économique	40
2.1.2 Paramètres	43
2.1.3 <i>PTIP0</i> et Coût_Marginal_DéfautTIP	46
2.2 Résultats	47
2.2.1 Prévalence de défaut de TIP et de troubles	47
2.2.2 Valeurs nettes pour le scénario B	50
2.2.3 Valeurs nettes pour le scénario A	61
2.2.4 Valeurs nettes pour le scénario L	65
2.2.5 Valeurs nettes pour le scénario H.....	71
Partie 3 : Intérêt économique de la vaccination	75
3.1 Matériel et méthodes	75
3.1.1 Modèle économique	75
3.1.2 Paramètres et expression des résultats	77

3.2 Résultats	79
3.2.1 Scénario I : vaccin sans réduction de défaut de TIP et de mortalité	79
3.2.2 Scénario II : vaccin avec réduction de défaut de TIP mais sans réduction de mortalité	86
3.2.3 Scénario III : vaccin avec réduction partielle de défaut de TIP et de mortalité ...	95
Discussion générale	101
4.1 Méthodes	101
4.2 Résultats	102
4.2.1 Coût total du défaut de TIP	102
4.2.2 Distribution du colostrum.....	103
4.2.3 Prévention vaccinale	104
Conclusions	107
Bibliographie.....	109
ANNEXES.....	111
Annexe 1 : Part de chaque coût dans le coût total.....	111
Annexe 2 : Prévalences à l’optimum	114
Annexe 3 : Valeur nette en fonction du temps de distribution du colostrum	130

LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX

<i>Figure 1.2-1</i> Loi log-normale avec moyenne=125 et écart-type=9 (vert : valeur moyenne, rouge : valeurs basses et hautes)	27
<i>Figure 1.2-2</i> Loi normale $N(330 ; 13,22)$ à gauche, Loi normale : $N(45 ; 5,12)$ à droite	27
<i>Figure 1.2-3</i> Loi logNormale $\log N(375; 22)$	27
<i>Figure 1.2-4</i> Prix au kilo pour les différentes races de vaches allaitantes (loi Normales).....	28
<i>Figure 1.2-5</i> Coûts unitaires de traitement pour 100 kg (hors main-d'œuvre et coûts forfaitaires), représentés selon une loi Normale ou une loi logNormale (Septicémie).....	29
<i>Figure 1.2-6</i> Représentation du poids d'un veau par une loi Normale.....	30
<i>Figure 1.2-7</i> Représentation des coûts forfaitaires (unitaires) par des variables aléatoires..	30
<i>Figure 1.2-8</i> GMQ d'une génisse laitière sur la période allant de la naissance à la mise en reproduction (lois Normales).....	31
<i>Figure 1.3-1</i> Part de chaque coût dans le coût total (en %), Sce B	34
<i>Figure 1.3-3</i> Différents coûts composant le coût total lié au défaut de TIP, en élevage laitier et allaitant (Scénario B).....	36
<i>Figure 1.3-4</i> Différents coûts composant le coût total lié au défaut de TIP, en élevage laitier et allaitant (Scénario A).....	37
<i>Figure 1.3-5</i> Différents coûts composant le coût total lié au défaut de TIP, en élevage laitier et allaitant (Scénario L).....	38
<i>Figure 1.3-6</i> Différents coûts composant le coût total lié au défaut de TIP, en élevage laitier et allaitant (Scénario H).....	39
<i>Figure 2.1-1</i> Coefficient de réduction du défaut de TIP (Efficacitet)	43
<i>Figure 2.1-2</i> Coût cumulé pour l'éleveur de la distribution du colostrum à tous les veaux du troupeau selon le temps passé (Scénarios L1, L2 et L3 à gauche et L1, L4 et L5 à droite)	45
<i>Figure 2.1-3</i> Coût pour l'éleveur de la distribution du colostrum à tous les veaux du troupeau selon le temps passé (scénarios L1, L6 et L7 à gauche et L8 à droite).....	46
<i>Figure 2.1-4</i> Coût pour l'éleveur de la distribution du colostrum à tous les veaux du troupeau selon le temps passé (scénario L9 à gauche et L10 à droite)	46
<i>Figure 2.2-1</i> Prévalence de défaut de TIP après distribution du colostrum	47
<i>Figure 2.2-2</i> VN races allaitantes et laitières (Sce B_L1_PTIP0 = 50%)	50
<i>Figure 2.2-3</i> VN selon la race (Sce B_L1_PTIP0 = 50%)	51
<i>Figure 2.2-4</i> VN race Ch et lait (Sce B_L2 et L3 de haut en bas_PTIP0 = 50%).....	51
<i>Figure 2.2-5</i> VN race Ch et lait (Sce B_L4 et L5 de haut en bas_PTIP0 = 50%).....	52
<i>Figure 2.2-6</i> VN race Ch et lait (Sce B_L6 et L7 de haut en bas_PTIP0 = 50%).....	52
<i>Figure 2.2-7</i> VN race Ch (Sce B_L1, L6 et L7 de haut en bas_PTIP0 = 50%).....	53
<i>Figure 2.2-8</i> VN race Ch et lait (Sce B_L8_PTIP0 = 50%).....	54
<i>Figure 2.2-9</i> VN race Ch et lait (Sce B_L9 et L10 de haut en bas_PTIP0 = 50%).....	54
<i>Figure 2.2-10</i> VN race Ch et lait (Sce B_L1_PTIP0 = 30%).....	56
<i>Figure 2.2-11</i> VN race Ch et lait (Sce B_L6 et L7_PTIP0 = 30%).....	57
<i>Figure 2.2-12</i> VN race Ch et lait (Sce B_L1 et L7 de haut en bas_PTIP0 = 80%).....	59
<i>Figure 2.2-13</i> VN race Ch et Lait (Sce A_L1, L6 et L7 de haut en bas_PTIP0 = 50%)	61
<i>Figure 2.2-14</i> VN race Ch et Lait (Sce A, L1 et L7 de haut en bas)PTIP0 = 30 %.....	63
<i>Figure 2.2-15</i> VN race Ch et Lait (Sce A, L1 et L7 de haut en bas)PTIP0 = 80%	64
<i>Figure 2.2-16</i> VN race Ch et Lait (Sce L_L1_PTIP0 = 50%).....	65
<i>Figure 2.2-17</i> VN race Ch et lait (Sce L_L6 et L7 de haut en bas_PTIP0 = 50%).....	65
<i>Figure 2.2-18</i> VN race Ch et Lait (Sce L_L1_PTIP0 = 30 %)	67
<i>Figure 2.2-19</i> VN race Ch et Lait (Sce L_L6 et L7 de haut en bas_PTIP0 = 30 %).....	67

Figure 2.2-20 VN race Ch et Lait (Sce L_L1 et L7 de haut en bas_PTIP0 = 80 %)	69
Figure 2.2-21 VN race Ch et Lait (Sce H_L1, L7_PTIP0 = 50%)	71
Figure 2.2-22 VN, race Ch et Lait (Sce H_L1, L7 et L10 de haut en bas_PTIP0 = 30%)	72
Figure 2.2-23 VN race Ch et Lait (Sce H_L1, L7 et L10 de haut en bas_PTIP0 = 80 %)	73
Figure 3.2-1 Différence de VN selon EfficacitéVdiarrhéeCT (Sce B ; EfficacitéVTIP = 0 ; CoefEFFTIP = 0; CoefEFFMort = 0)	80
Figure 3.2-2 Différence de VN selon EfficacitéVdiarrhéeCT (Sce B ; EfficacitéVTIP = 0 ; CoefEFFTIP = 0.5; CoefEFFMort = 0)	80
Figure 3.2-3 Différence de valeur nette selon EfficacitéVdiarrhéeCT (Sce B ; EfficacitéVTIP = 0, CoefEFFTIP = 1; CoefEFFMort = 0)	80
Figure 3.2-4 Différence de VN selon EfficacitéVdiarrhéeCT (Sce A ; EfficacitéVTIP = 0 ; CoefEFFTIP = 0; CoefEFFMort = 0)	82
Figure 3.2-5 Différence de VN selon EfficacitéVdiarrhéeCT (Sce A ; EfficacitéVTIP = 0 ; CoefEFFTIP = 0.5; CoefEFFMort = 0)	82
Figure 3.2-6 Différence de VN selon EfficacitéVdiarrhéeCT (Sce A ; EfficacitéVTIP = 0, CoefEFFTIP = 1; CoefEFFMort = 0)	82
Figure 3.2-7 Différence de VN selon EfficacitéVdiarrhéeCT (Sce L ; EfficacitéVTIP = 0 ; CoefEFFTIP = 0; CoefEFFMort = 0)	83
Figure 3.2-8 Différence de VN selon EfficacitéVdiarrhéeCT (Sce L ; EfficacitéVTIP = 0 ; CoefEFFTIP = 0.5; CoefEFFMort = 0)	83
Figure 3.2-9 Différence de VN selon EfficacitéVdiarrhéeCT (Sce L ; EfficacitéVTIP = 0 ; CoefEFFTIP = 1; CoefEFFMort = 0)	83
Figure 3.2-10 Différence de VN selon EfficacitéVdiarrhéeCT (Sce H ; EfficacitéVTIP = 0 ; CoefEFFTIP = 0; CoefEFFMort = 0)	84
Figure 3.2-11 Différence de VN selon EfficacitéVdiarrhéeCT (Sce H ; EfficacitéVTIP = 0 ; CoefEFFTIP = 0,5 ; CoefEFFMort = 0)	84
Figure 3.2-12 Différence de VN selon EfficacitéVdiarrhéeCT (Sce H ; EfficacitéVTIP = 0 ; CoefEFFTIP = 1; CoefEFFMort = 0)	84
Figure 3.2-13 Comparaison de la valeur nette des revenus au temps optimum de distribution du colostrum avec et sans vaccination (Sce H, L7, PTIP0=0,5, EfficacitéVTIP = 0 ; CoefEFFTIP = 1; CoefEFFMort = 0)	85
Figure 3.2-14 VN avec et sans vaccination des mères en élevage allaitant et laitier (Sce H, L7, PTIP0=0,5, EfficacitéVTIP = 0 ; CoefEFFTIP = 1; CoefEFFMort = 0)	85
Figure 3.2-15 VN avec et sans vaccination des mères en élevage allaitant et laitier (Sce H, L7, PTIP0=0,8, EfficacitéVTIP = 0 ; CoefEFFTIP = 1; CoefEFFMort = 0)	85
Figure 3.2-16 Différence de VN selon EfficacitéVdiarrhéeCT (Sce B ; EfficacitéVTIP = 0,1 ; CoefEFFTIP = 0; CoefEFFMort = 0)	87
Figure 3.2-17 Différence de VN selon EfficacitéVdiarrhéeCT (Sce B ; EfficacitéVTIP = 0,1 ; CoefEFFTIP = 0,5; CoefEFFMort = 0)	87
Figure 3.2-18 Différence de valeur nette selon EfficacitéVdiarrhéeCT (Sce B ; EfficacitéVTIP = 0,1, CoefEFFTIP = 1; CoefEFFMort = 0)	87
Figure 3.2-19 Comparaison de la valeur nette des revenus au temps optimum de distribution du colostrum avec et sans vaccination (Sce B, L7, PTIP0=0,8, EfficacitéVTIP = 0,1 ; CoefEFFTIP = 1; CoefEFFMort = 0)	88
Figure 3.2-20 VN avec et sans vaccination des mères en élevage allaitant et laitier (Sce B, L7, PTIP0=0,8, EfficacitéVTIP = 0,1 ; CoefEFFTIP = 1; CoefEFFMort = 0)	88
Figure 3.2-21 Comparaison de la valeur nette des revenus au temps optimum de distribution du colostrum avec et sans vaccination (Sce B, L7, PTIP0=0,5, EfficacitéVTIP = 0,1 ; CoefEFFTIP = 1; CoefEFFMort = 0)	88

Figure 3.2-22 VN avec et sans vaccination des mères en élevage allaitant et laitier (Sce B, L7, PTIPO=0,5, EfficacitéVTIP = 0,1 ; CoefEFFTIP = 1; CoefEFFMort = 0).....	88
Figure 3.2-23 Différence de VN selon EfficacitéVdiarrhéeCT (Sce A ; EfficacitéVTIP = 0,1 ; CoefEFFTIP = 0; CoefEFFMort = 0).....	89
Figure 3.2-24 Différence de VN selon EfficacitéVdiarrhéeCT (Sce A ; EfficacitéVTIP = 0,1 ; CoefEFFTIP = 0,5; CoefEFFMort = 0).....	89
Figure 3.2-25 Différence de valeur nette selon EfficacitéVdiarrhéeCT (Sce A ; EfficacitéVTIP = 0,1, CoefEFFTIP = 1; CoefEFFMort = 0).....	89
Figure 3.2-26 Comparaison de la valeur nette des revenus au temps optimum de distribution du colostrum avec et sans vaccination (Sce A, L7, PTIPO=0,8 ; EfficacitéVTIP = 0,1 ; CoefEFFTIP = 1 ; CoefEFFMort = 0).....	90
Figure 3.2-27 VN avec et sans vaccination des mères en élevage allaitant et laitier (Sce B, L7, PTIPO=0,5, EfficacitéVTIP = 0,1 ; CoefEFFTIP = 1; CoefEFFMort = 0).....	90
Figure 3.2-28 Différence de VN selon EfficacitéVdiarrhéeCT (Sce L ; EfficacitéVTIP = 0,1 ; CoefEFFTIP = 0; CoefEFFMort = 0).....	91
Figure 3.2-29 Différence de VN selon EfficacitéVdiarrhéeCT (Sce L ; EfficacitéVTIP = 0,1 ; CoefEFFTIP = 0,5; CoefEFFMort = 0).....	91
Figure 3.2-30 Différence de VN selon EfficacitéVdiarrhéeCT (Sce L ; EfficacitéVTIP = 0,1, CoefEFFTIP = 1; CoefEFFMort = 0).....	91
Figure 3.2-31 Différence de VN selon EfficacitéVdiarrhéeCT (Sce H ; EfficacitéVTIP = 0,1 ; CoefEFFTIP = 0; CoefEFFMort = 0).....	92
Figure 3.2-32 Différence de VN selon EfficacitéVdiarrhéeCT (Sce H ; EfficacitéVTIP = 0,1 ; CoefEFFTIP = 0,5; CoefEFFMort = 0).....	92
Figure 3.2-33 Différence de VN selon EfficacitéVdiarrhéeCT (Sce H ; EfficacitéVTIP = 0,1 ; CoefEFFTIP = 1; CoefEFFMort = 0).....	92
Figure 3.2-34 Comparaison de la valeur nette des revenus au temps optimum de distribution du colostrum avec et sans vaccination (Sce H, L7, PTIPO=0,8 ; EfficacitéVTIP = 0,1 ; CoefEFFTIP = 0 ; CoefEFFMort = 0).....	93
Figure 3.2-35 VN avec et sans vaccination des mères en élevage allaitant et laitier (Sce H, L7, PTIPO=0,8, EfficacitéVTIP = 0,1 ; CoefEFFTIP = 0 ; CoefEFFMort = 0).....	93
Figure 3.2-36 Comparaison de la valeur nette des revenus au temps optimum de distribution du colostrum avec et sans vaccination (Sce H, L7, PTIPO=0,8 ; EfficacitéVTIP = 0,1 ; CoefEFFTIP = 0,5 ; CoefEFFMort = 0).....	93
Figure 3.2-37 VN avec et sans vaccination des mères en élevage allaitant et laitier (Sce H, L7, PTIPO=0,8, EfficacitéVTIP = 0,1 ; CoefEFFTIP = 0,5 ; CoefEFFMort = 0).....	93
Figure 3.2-38 Comparaison de la valeur nette des revenus au temps optimum de distribution du colostrum avec et sans vaccination (Sce H, L7, PTIPO=0,8 ; EfficacitéVTIP = 0,1 ; CoefEFFTIP = 1 ; CoefEFFMort = 0).....	94
Figure 3.2-39 VN avec et sans vaccination des mères en élevage allaitant et laitier (Sce H, L7, PTIPO=0,8, EfficacitéVTIP = 0,1 ; CoefEFFTIP = 1 ; CoefEFFMort = 0).....	94
Figure 3.2-40 Différence de VN selon EfficacitéVdiarrhéeCT (Sce B ; EfficacitéVTIP = 0 ; CoefEFFTIP = 0,5, CoefEFFMort = 0.25).....	96
Figure 3.2-41 Différence de VN selon EfficacitéVdiarrhéeCT (Sce B ; EfficacitéVTIP = 0,1 ; CoefEFFTIP = 0,5, CoefEFFMort = 0.25).....	96
Figure 3.2-42 Différence de VN selon EfficacitéVdiarrhéeCT (Sce A ; EfficacitéVTIP = 0 ; CoefEFFTIP = 0,5, CoefEFFMort = 0.25).....	97
Figure 3.2-43 Différence de VN selon EfficacitéVdiarrhéeCT (Sce A ; EfficacitéVTIP = 0,1 ; CoefEFFTIP = 0,5, CoefEFFMort = 0.25).....	97

Figure 3.2-44 Comparaison de VN au temps optimum de distribution du colostrum avec et sans vaccination (Sce A, L7, PTIP0=0,8 ; EfficacitéVTIP = 0,1 ; CoefEFFTIP = 0,5 ; CoefEFFMort = 1).....	97
Figure 3.2-45 Différence de VN selon EfficacitéVdiarrhéeCT (Sce L ; EfficacitéVTIP = 0 ; CoefEFFTIP = 0,5, CoefEFFMort = 0.25).....	98
Figure 3.2-46 Différence de VN selon EfficacitéVdiarrhéeCT (Sce L ; EfficacitéVTIP = 0,1 ; CoefEFFTIP = 0,5, CoefEFFMort = 0.25).....	98
Figure 3.2-47 Différence de VN selon EfficacitéVdiarrhéeCT (Sce H ; EfficacitéVTIP = 0 ; CoefEFFTIP = 0,5, CoefEFFMort = 0.25).....	99
Figure 3.2-48 Différence de VN selon EfficacitéVdiarrhéeCT (Sce H ; EfficacitéVTIP = 0,1 ; CoefEFFTIP = 0,5, CoefEFFMort = 0.25).....	99
Figure 3.2-49 Comparaison de VN au temps optimum de distribution du colostrum avec et sans vaccination (Sce H, L7, PTIP0=0,8 ; EfficacitéVTIP = 0 ; CoefEFFTIP = 0,5 ; CoefEFFMort = 1).....	100
Figure 3.2-50 Comparaison de VN au temps optimum de distribution du colostrum avec et sans vaccination (Sce H, L7, PTIP0=0,8 ; EfficacitéVTIP = 0,1 ; CoefEFFTIP = 0,5 ; CoefEFFMort = 1).....	100
Tableau 1.1-1 odd-ratios issus de la méta-analyse	13
Tableau 1.2-1 Paramètres des différents scénarios.....	25
Tableau 1.2-2 Coût lié à la mortalité dans un élevage laitier.....	27
Tableau 1.2-3 Coût de la mortalité dans un élevage allaitant	28
Tableau 1.2-4 Coût total de traitement des troubles respiratoires.....	29
Tableau 1.2-5 Coût total de traitement des diarrhées, des omphalites, des septicémies	29
Tableau 1.2-6 Prix du veau au kg (en €) dans un élevage laitier selon l'âge au 1 ^{er} vêlage ...	31
Tableau 1.3-1 Coût moyen (en €) d'un cas de défaut de TIP pour chaque scénario et une prévalence de défaut de TIP < 40 %.....	32
Tableau 1.3-2 Coût moyen (en €) et intervalle de prédiction à 95 % du coût lié au défaut de TIP, pour une prévalence de défaut de TIP donnée et comparée à la situation de référence PTIP = 10% (Scénarios B, A, L et H)	33
Tableau 2.2-1 Temps optimum et prévalences des différents troubles à t=0 et à l'optimum_Sce B_Al_ChL_L1, L6 et L7.....	49
Tableau 2.2-2 VN en € sans distribution de colostrum, au temps optimum et différence entre les deux en élevage Ch et Lait_Sce B_.....	55
Tableau 2.2-3 VN en € sans distribution de colostrum, au temps optimum et différence entre les deux en élevage Ch et Lait_Sce B_.....	58
Tableau 2.2-4 VN en € sans distribution de colostrum, au temps optimum et différence entre les deux, en Ch et Lait_Sce B_PTIP0 = 50 %.....	60
Tableau 2.2-5 VN en € sans distribution de colostrum, au temps optimum et différence entre les deux, en Ch et Lait_Sce A_PTIP0 = 50 %.....	62
Tableau 2.2-6 VN en € sans distribution de colostrum, au temps optimum et différence entre les deux en Ch et Lait, Sce A, PTIP0 = 30%.....	63
Tableau 2.2-7 VN en € sans distribution de colostrum, au temps optimum et différence entre les deux en Ch et Lait, Sce A, PTIP0 = 80 %.....	64
Tableau 2.2-8 VN en € sans distribution de colostrum, au temps optimum et différence entre les deux, en Ch et Lait_Sce L_PTIP0 = 50 %	66
Tableau 2.2-9 VN en € sans distribution de colostrum, au temps optimum et différence entre les deux en Ch et Lait, Sce L, PTIP0 = 30 %	68

Tableau 2.2-10 VN en € sans distribution de colostrum, au temps optimum et différence entre les deux en Ch et Lait, Sce L_PTIP0 = 80 %	69
Tableau 2.2-11 VN en € sans distribution de colostrum, au temps optimum et différence entre les deux, en Ch et Lait_Sce H_PTIP0 = 50%	71
Tableau 2.2-12 VN en € sans distribution de colostrum, au temps optimum et différence entre les deux en Ch et Lait, Sce H, PTIP0 = 30%	72
Tableau 2.2-13 VN en € sans distribution de colostrum, au temps optimum et différence entre les deux en Ch et Lait_Sce H_PTIP0 = 80 %	73
Tableau 3.1-1 Résumé des paramètres utilisés.....	77

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1-1 : Part de chaque coût dans le coût total (en %), Sce A	111
Annexe 1-2 : Part de chaque coût dans le coût total (en %), Sce L.....	112
Annexe 1-3 : Part de chaque coût dans le coût total (en %), Sce H	113
Annexe 2-4 : Temps optimum et prévalences des différents troubles à t=0 et à l'optimum_Sce B_Ch_L1 à L4.....	114
Annexe 2-5 : Temps optimum et prévalences des différents troubles à t=0 et à l'optimum_Sce B_Ch_L5 à L10.....	115
Annexe 2-6 : Temps optimum et prévalences des différents troubles à t=0 et à l'optimum_Sce B_Lait_L1 à L4.....	116
Annexe 2-7 : Temps optimum et prévalences des différents troubles à t=0 et à l'optimum_Sce B_Lait_L5 à L10.....	117
Annexe 2-8 : Temps optimum et prévalences des différents troubles à t=0 et à l'optimum_Sce A_Ch_L1 à L4.....	118
Annexe 2-9 : Temps optimum et prévalences des différents troubles à t=0 et à l'optimum_Sce A_Ch_L5 à L10.....	119
Annexe 2-10 : Temps optimum et prévalences des différents troubles à t=0 et à l'optimum_Sce A_Lait_L1 à L4.....	120
Annexe 2-11 : Temps optimum et prévalences des différents troubles à t=0 et à l'optimum_Sce A_Lait_L5 à L10.....	121
Annexe 2-12 : Temps optimum et prévalences des différents troubles à t=0 et à l'optimum_Sce L_Ch_L1 à L4.....	122
Annexe 2-13 : Temps optimum et prévalences des différents troubles à t=0 et à l'optimum_Sce L_Ch_L5 à L10.....	123
Annexe 2-14 : Temps optimum et prévalences des différents troubles à t=0 et à l'optimum_Sce L_Lait_L1 à L4.....	124
Annexe 2-15 : Temps optimum et prévalences des différents troubles à t=0 et à l'optimum_Sce L_Lait_L5 à L10.....	125
Annexe 2-16 : Temps optimum et prévalences des différents troubles à t=0 et à l'optimum_Sce L_Ch_L1 à L4.....	126
Annexe 2-17 : Temps optimum et prévalences des différents troubles à t=0 et à l'optimum_Sce L_Ch_L5 à L10.....	127
Annexe 2-18 : Temps optimum et prévalences des différents troubles à t=0 et à l'optimum_Sce L_Lait_L1 à L4.....	128
Annexe 2-19 : Temps optimum et prévalences des différents troubles à t=0 et à l'optimum_Sce L_Lait_L5 à L10.....	129
Annexe 3-20 : VN race Ch et Lait (Sce B_PTIP0 = 50%_L1, L2 et L3)	130
Annexe 3-21 : VN race Ch et Lait (Sce B_PTIP0 = 50%_L4, L5, L6 et L7).....	131
Annexe 3-22 : VN race Ch et Lait (Sce B_PTIP0 = 50%_L8, L9 et L10)	132

Annexe 3-23 : VN race Ch et Lait (Scé B_PTIP0 = 30%_L1, L2, L3 et L4).....	133
Annexe 3-24 : VN race Ch et Lait (Scé B_PTIP0 = 30%_L5, L6, L7 et L8).....	134
Annexe 3-25 : VN race Ch et Lait (Scé B_PTIP0 = 30%_L9 et L10).....	135
Annexe 3-26 : VN race Ch et Lait (Scé B_PTIP0 = 80%_L1 et L2).....	135
Annexe 3-27 : VN race Ch et Lait (Scé B_PTIP0 = 80%_L3, L4, L5 et L6).....	136
Annexe 3-28 : VN race Ch et Lait (Scé B_PTIP0 = 80%_L6, L7, L8, L9 et L10).....	137
Annexe 3-29 : VN race Ch et Lait (Scé A_PTIP0 = 50%_L1, L2, L3 et L4).....	138
Annexe 3-30 : VN race Ch et Lait (Scé A_PTIP0 = 50%_L5, L6, L7 et L8).....	139
Annexe 3-31 : VN race Ch et Lait (Scé A_PTIP0 = 50%_L9 et L10).....	140
Annexe 3-32 : VN race Ch et Lait (Scé A_PTIP0 = 30%_L1, L2, L3 et L4).....	141
Annexe 3-33 : VN race Ch et Lait (Scé A_PTIP0 = 30%_L5, L6, L7 et L8).....	142
Annexe 3-34 : VN race Ch et Lait (Scé A_PTIP0 = 30%_L9 et L10).....	143
Annexe 3-35 : VN race Ch et Lait (Scé A_PTIP0 = 80%_L1 et L2).....	143
Annexe 3-36 : VN race Ch et Lait (Scé A_PTIP0 = 80%_L3, L4, L5 et L6).....	144
Annexe 3-37 : VN race Ch et Lait (Scé A_PTIP0 = 80%_L6, L7, L8, L9 et L10).....	145
Annexe 3-38 : VN race Ch et Lait (Scé L_PTIP0 = 50%_L1, L2, L3 et L4).....	146
Annexe 3-39 : VN race Ch et Lait (Scé L_PTIP0 = 50%_L5, L6, L7 et L8).....	147
Annexe 3-40 : VN race Ch et Lait (Scé L_PTIP0 = 50%_L9 et L10).....	148
Annexe 3-41 : VN race Ch et Lait (Scé L_PTIP0 = 30%_L1, L2, L3 et L4).....	149
Annexe 3-42 : VN race Ch et Lait (Scé L_PTIP0 = 30%_L5, L6, L7 et L8).....	150
Annexe 3-43 : VN race Ch et Lait (Scé L_PTIP0 = 30%_L9 et L10).....	151
Annexe 3-44 : VN race Ch et Lait (Scé L_PTIP0 = 80%_L1, L2, L3 et L4).....	152
Annexe 3-45 : VN race Ch et Lait (Scé L_PTIP0 = 80%_L5, L6, L7 et L8).....	153
Annexe 3-46 : VN race Ch et Lait (Scé L_PTIP0 = 80%_L9 et L10).....	154
Annexe 3-47 : VN race Ch et Lait (Scé H_PTIP0 = 50%_L1, L2, L3 et L4).....	155
Annexe 3-48 : VN race Ch et Lait (Scé H_PTIP0 = 50%_L5, L6, L7 et L8).....	156
Annexe 3-49 : VN race Ch et Lait (Scé H_PTIP0 = 50%_L9 et L10).....	157
Annexe 3-50 : VN race Ch et Lait (Scé H_PTIP0 = 30%_L1, L2, L3 et L4).....	158
Annexe 3-51 : VN race Ch et Lait (Scé H_PTIP0 = 30%_L5, L6, L7 et L8).....	159
Annexe 3-52 : VN race Ch et Lait (Scé H_PTIP0 = 30%_L9 et L10).....	160
Annexe 3-53 : VN race Ch et Lait (Scé H_PTIP0 = 80%_L1 et L2).....	160
Annexe 3-54 : VN race Ch et Lait (Scé H_PTIP0 = 80%_L3, L4, L5 et L6).....	161
Annexe 3-55 : VN race Ch et Lait (Scé H_PTIP0 = 80%_L7, L8, L9 et L10).....	162

Liste des abréviations

All	Allaitant
BA	Blonde d'Aquitaine
Ch	Charolaise
GMQ	Gain moyen quotidien
Lait	Laitière
Lim	Limousine
PT	Protéines totales
TIP	Transfert d'immunité passive
VN	Valeur nette
σ	Écart-type
μ	Moyenne

Introduction

Le statut immunitaire d'un nouveau-né repose sur : (i) la mise en place de l'immunité au cours de la vie embryonnaire (maturation du système immunitaire et échanges immunologiques entre la mère et son fœtus) et sur (ii) le transfert postnatal d'immunité via le colostrum. Chez les bovins, durant la vie embryonnaire, le fœtus (via ses organes lymphopœïétiques : le foie et la moelle osseuse) va synthétiser des IgM dès le 4^e mois de gestation (118 jours). Cette synthèse d'immunoglobuline sera accompagnée à partir de 180 à 200 jours de gestation d'une synthèse d'IgG, mais insuffisante pour assurer l'immunité nécessaire à l'animal. Les échanges immunologiques entre mère et fœtus sont nuls dans l'espèce bovine compte tenu du type de placentation épithéliochoriale, les six couches cellulaires faisant barrière entre la circulation maternelle et fœtale.

Ainsi le veau va naître quasiment a-gammaglobulinémique (IgM = 0,126 mg/ml, IgG = 0,044 mg/ml) (Oudar *et al.*, 1976) c'est-à-dire qu'il est dépourvu de tout stock d'anticorps immédiatement disponibles pour sa défense. Les réponses immunitaires face à une agression extérieure n'auront ni l'intensité ni la cinétique d'apparition de celles de l'adulte (Milon, 1986). Le veau naît donc immunocompétent, capable de développer des réponses immunitaires, mais naïf, donc incapable d'une réponse rapide et efficace. Le colostrum produit par la mère représente pour le veau nouveau-né des ressources immunitaires importantes. L'immunité acquise par la prise de colostrum est une immunité passive, à la fois locale et systémique, et fait intervenir différentes classes d'immunoglobulines, des leucocytes et différents facteurs immunitaires non spécifiques.

Le colostrum est défini par la réglementation française comme le produit de la traite des six premiers jours après vêlage. Ce produit est par ailleurs considéré comme impropre à la consommation humaine car il est très riche en Ig non coagulables par la présure et peu stables à la chaleur. Sa teneur en cellules et en anticorps diminue rapidement et au fur et à mesure des buvées (ou traites) dans les 48 heures suivant le part. La composition protéique du colostrum le premier jour post-partum est de 4,8 % de caséine, 6,0 % d'immunoglobulines (dont 90 % d'IgG1, 6 % d'IgM et 5 % d'IgA) et 0,9 % d'albumine, avec de fortes variations interindividuelles. Parmi les sources de variations figure le type racial, les laitières ont un

colostrum plus « dilué » lié aux productions laitières plus élevées ainsi qu'à une période de tarissement plus courte.

Si les composants d'intérêt immunitaire du colostrum sont les IgG, les leucocytes et les facteurs types cytokines, les Ig font l'objet d'une très grande attention, tant au niveau de la recherche que sur le terrain. Cet intérêt porté aux Ig provient probablement de la bonne compréhension de leur rôle et de l'évaluation facile de la teneur en IgG du colostrum. Chez les veaux nouveau-nés les Ig du colostrum sont résorbées au niveau de l'intestin grêle (de la partie distale du duodénum à la partie proximale de l'iléon). Les immunoglobulines colostrales sont transportées par pinocytose du plateau strié vers la membrane basale de l'épithélium d'où elles rejoignent la circulation lymphatique puis veineuse. Ainsi, dans les deux heures qui suivent une prise précoce de colostrum, la concentration des Ig dans le sérum du veau nouveau-né augmente et atteint son maximum au bout de 24 à 36 heures (avec une variabilité individuelle importante) (Levieux D., 1984). La quantité d'Ig absorbée dépend entre autres choses de la quantité totale de colostrum distribué, de la concentration d'Ig dans le colostrum et du délai entre la naissance et l'absorption du colostrum. Par exemple, un litre de colostrum contenant 100 g d'IgG permet d'obtenir des concentrations sériques plus élevées qu'avec deux litres de colostrum à 50 g d'IgG par litre (Stott et Fellah, 1983). Le transfert sérique des Ig contenues dans le colostrum dépend fortement de l'intervalle de temps entre la naissance et la première prise de colostrum. Par exemple, six heures après la naissance, 10 à 30 % des IgG colostrales sont transférées alors que l'absorption sera quasi nulle après 36 heures de vie (Maillard R., 2006 ; Milon A. 1986). Ceci s'explique par l'acquisition d'une certaine imperméabilité de la muqueuse intestinale face aux Ig. L'activité mitotique des cellules épithéliales de l'intestin étant très importante, celles-ci se retrouvent renouvelées en moins de deux jours et remplacées par des cellules n'ayant pas de faculté de pinocytose (principe nécessaire à l'absorption des Ig). Au final, l'acquisition efficace de l'immunité du nouveau-né passe par une distribution précoce (moins de 12 heures après la mise bas) de colostrum de bonne qualité (concentration en Ig importante) et en quantité suffisante. La référence généralement admise est de 150 g d'Ig absorbés dans les premières heures de vie.

Il est ainsi recommandé de faire ingérer au veau 3 à 4 litres de colostrum (10 % du poids vif recommandé) ayant une concentration minimale en immunoglobulines de 50 g/l et une concentration en bactéries inférieure à 100 000 CFU/ml au cours des huit premières heures de

vie (McGuirk *et al.*, 2004). Plus la concentration d'IgG dans le colostrum augmente, plus l'absorption est améliorée.

L'évaluation du transfert d'immunité passive (TIP) repose principalement sur le dosage de protéines totales ou Ig du sérum du veau de 48 heures à sept jours de vie. Le seuil individuel de 10 g/l d'IgG est communément retenu pour distinguer une « réussite » du TIP (> 10 g/l) d'un « échec » (< 10 g/l) (Pritchett *et al.*, 1991). Pour les IgM et les IgA les seuils sont respectivement de 0,8 g/l et 0,22 g/l (Jacques S., 2012).

La méthode de référence est la méthode d'immuno-diffusion de Mancini qui permet de quantifier chaque classe d'immunoglobuline. Le principe repose sur une précipitation en milieu gélosé (contenant des anticorps anti-Ig bovines) du complexe anticorps-antigène. C'est une technique relativement simple et précise (un kit BOV IgG1 Test® est commercialisé en France par IDBiotech), mais relativement longue (18 à 24 heures) et lourde. La méthode alternative est le test ELISA mais sans pouvoir être réalisé au chevet de l'animal. Des analyseurs portables sont maintenant disponibles afin de permettre un dosage quantitatif des IgG directement en élevage mais le test reste coûteux (en moyenne 5,50 € par test BC QTII®).

Les méthodes indirectes sont basées sur le dosage ou l'évaluation des protéines totales (PT) du sang. En effet, les IgG sont des protéines qui conduisent à une augmentation des PT du sang. Une évaluation des PT par réfractométrie permet une approximation de la teneur en protéines totales du sérum sanguin. Chez le veau âgé de 24 heures la corrélation entre concentration sérique en protéines totales et IgG est d'environ 0,71 (Quigley, 2001). Une teneur en protéines totales dans le sérum supérieure à 50 g/l serait alors le reflet d'une réussite de transfert colostrale.

De nombreux facteurs de risque d'un défaut de TIP chez le veau sont rapportés :

- le poids du veau : les veaux plus petits sont souvent plus vigoureux et tètent plus facilement que les veaux lourds ;
- le déroulement du vêlage : les veaux nés de part dystocique et qui ont souffert d'hypoxie au vêlage ont souvent plus de difficultés à téter ;
- la parité ;
- l'état sanitaire au moment de la mise bas : toute affection au moment de la mise bas ou lors de la période péri-partum peut potentiellement nuire à la production de colostrum ;

- la conformation des mamelles : une conformation anormale peut augmenter le temps de recherche du trayon par le veau mais également augmenter les risques de mammites ;
- la gestion du tarissement et de l'alimentation : une durée de tarissement inférieure à trois semaines va diminuer la teneur en Ig du colostrum (Rastani *et al.*, 2005 ; Grusenmeyer *et al.*, 2006 ; Godden, 2008) de même lorsque le tarissement est supérieur à 90 jours. En revanche une sous-alimentation aurait un impact moindre sur la qualité du colostrum (Olson *et al.*, 1981 ; Halliday *et al.*, 1978) alors que des carences en sélénium semblent avoir une influence négative sur l'efficacité du TIP ;
- le délai entre la naissance et la première prise de colostrum et la quantité bue ;
- la présence d'autres animaux téteurs autour (génisses ou veaux) qui vont venir boire le colostrum avant la mise bas de la mère.

La prise colostrale est difficile à maîtriser mais c'est pourtant un point essentiel pour garantir l'immunité du veau nouveau-né. La maîtrise du transfert colostrale se traduit par un investissement de l'éleveur dans la maîtrise des facteurs de risque de défaut de TIP préalablement rapportés et dans le développement d'alternatives lorsque le TIP est compromis. Par exemple, il est possible d'utiliser du colostrum d'une autre vache ou du colostrum congelé afin d'éliminer le risque d'échec du transfert d'immunité passive. Divers substituts de colostrum ou compléments de colostrum sont aussi disponibles sur le marché.

Un TIP adéquat repose sur une surveillance et des interventions ponctuelles de l'éleveur. Mais ceci demande un minimum de logistique (disponibilité au bon moment après la naissance), du temps et beaucoup de patience de sa part.

Un TIP adéquat chez le veau nouveau-né permet de réduire de manière significative les troubles sanitaires. Le défaut de TIP n'est pas une maladie en soi mais est associé à une augmentation du risque de troubles ce qui augmente le taux de mortalité. Le défaut de TIP augmente le risque pour les veaux de développer des diarrhées, troubles respiratoires, omphalites ou septicémies.

Par ailleurs, le défaut d'immunité va se traduire par un gain de croissance quotidien (gain moyen quotidien, GMQ) moindre par rapport aux autres veaux. Une méta-analyse sur les risques relatifs de troubles sanitaires en cas de défaut de TIP a été développée auparavant (Cahuzac, 2014). Les résultats sont résumés dans le tableau 1.1.

Composantes		Loi	Moyenne	Écart-type
Mort	Haut	LogNormale	2,41	0,2028
	Bas		2,12	0,1998
Pneumonie (BRD)	Haut	LogNormale	2,27	0,1709
	Bas		1,75	0,0802
Diarrhée	Haut	LogNormale	1,81	0,0750
	Bas		1,51	0,1841
Omphalite		LogNormale	1,99	0,2255
Septicémie		LogNormale	1,99	0,2255

Tableau 1.1-1 odd-ratios issus de la méta-analyse

L'objectif de cette étude est :

- de définir le coût total associé à un cas de défaut de TIP, en tenant compte des différents troubles, pathologies ou sous-production associées, en précisant le poids de chacune de ces composantes pour différents systèmes de production et contextes économiques ;
- de déterminer la rentabilité de pratiques préventives telles que la distribution du colostrum ou l'amélioration de la qualité du colostrum via la vaccination des mères.

Partie 1 : Coût du défaut de TIP chez le veau

1.1 Matériel et méthodes

Le risque de mortalité, de maladies (essentiellement diarrhées, troubles respiratoires, omphalites et septicémies) ou de baisse de performances (GMQ plus faible) est supérieur pour un veau avec défaut de TIP par rapport au veau sans défaut de TIP.

Les veaux avec un défaut de transfert de TIP vont donc être liés à des pertes supplémentaires pour l'éleveur :

- Des dépenses thérapeutiques (très majoritairement curatives) additionnelles dans le troupeau, puisque la prévalence des troubles sera élevée du fait du défaut de TIP chez un nombre plus important de veaux : $CouT_{morb}$.
- Un manque à gagner lors de la vente des veaux, dû tout d'abord au poids inférieur des veaux qui présentent un défaut de TIP (GMQ inférieur) : $CouT_{GMQ}$, mais dû aussi aux veaux additionnels qui sont morts (en raison de défaut de TIP) et qui ne pourront donc pas être vendus : $CouT_{mort}$

Le coût total du défaut de TIP est défini pour une prévalence P_{TIP} de défaut de TIP et est calculé selon l'équation (1.1).

$$Cout\ total\ (P_{TIP}) = \sum Ci = CouT_{mort} + CouT_{morb} + CouT_{GMQ} \quad (1.1)$$

Avec Ci le coût du trouble i , soit :

$CouT_{mort}$: le coût engendré par la perte d'un certain nombre de veaux (mort)

$CouT_{morb}$: le coût engendré par le traitement des veaux contre les différents troubles

$CouT_{GMQ}$: le manque à gagner dû à la diminution des performances zootechniques

1.1.1 Coût lié à une prévalence élevée de défaut de TIP

Une mauvaise gestion du transfert colostrale du veau dans un élevage va se traduire par une prévalence élevée de défaut de TIP. Le coût total représente les pertes, manque à gagner et coûts supplémentaires supportés par l'éleveur pour une prévalence P_{TIP} de défaut de TIP moins

les pertes, manque à gagner et coûts supplémentaires qu'il aurait à supporter si, grâce à une meilleure gestion, la prévalence de défaut de TIP (P_{TIPref}) au sein du troupeau était moins élevée. P_{TIPref} (et le coût total lié) n'est jamais nulle, car il est techniquement quasi impossible (et sûrement économiquement non souhaitable) de n'avoir aucun défaut de TIP. Aussi, le coût total du défaut de TIP dans un élevage avec une prévalence de défaut de TIP P_{TIP} est déterminé par l'équation (1.2)

$$Cout_{Total} = Cout\ total\ (P_{TIP}) - Cout\ total\ (P_{TIPref}) \quad (1.2)$$

1.1.2 Prévalence de veaux avec ou sans défaut de TIP

L'impact économique lié au défaut de TIP correspond au risque accru de mourir ou de contracter certaines maladies des veaux avec défaut de TIP. Ce risque est mesuré par l'*odd-ratio* (OR), et va se traduire par des prévalences sur la population des veaux avec défaut de TIP plus élevées pour chaque trouble, lorsque celles-ci sont comparées avec les prévalences sur la population des veaux sans défaut de TIP.

1.1.2.1 Mesure du risque relatif

Littéralement « rapport de cotes », l'*odd-ratio* (OR) se définit comme le rapport de l'*odd* du groupe exposé (ici les veaux avec défaut de TIP) par l'*odd* du groupe témoin (les veaux sans défaut de TIP). L'*odd*, ou « cote » d'un événement (ici le fait de contracter l'un des troubles) correspond au rapport de la probabilité de survenue d'un événement par la probabilité de non-survenue de cet événement.

Dans le groupe exposé à X, il y a ainsi $odds(X=1)$ fois plus de chances d'avoir Y que de ne pas l'avoir. De même, il y a $odds(X=0)$ fois plus de chances d'avoir Y que de ne pas l'avoir dans le groupe témoin. Il y a donc OR fois plus de chance d'avoir la maladie dans le groupe exposé que dans le groupe témoin.

- Si l'*odd-ratio* est proche de 1, le fait d'être atteint est indépendant de l'exposition.
- S'il est supérieur à 1, le facteur d'exposition aura un effet dit aggravant.
- S'il est inférieur à 1, un effet atténuant.

Ainsi, le risque accru de contracter les troubles, lié au défaut de TIP, va se traduire par des *odds-ratios* supérieurs à 1 pour chaque trouble pour les veaux avec défaut de TIP, et par rapport à des veaux sans défaut de TIP.

Par exemple, un *odd-ratio* donné de 2 signifie que les veaux présentant un défaut de TIP ont deux fois plus de risques de mourir que les veaux pour qui le TIP s'est fait correctement.

1.1.2.2 Prévalence d'animaux concernés par un trouble *i*

En épidémiologie, la prévalence d'une maladie est égale au rapport du nombre de cas sur l'effectif total d'une population, sans distinction entre les cas nouveaux et les cas anciens, sur une période donnée. Pour le veau nouveau-né, le seul fait d'être concerné par un trouble sur la période postnatale est considéré pour chaque veau. Aussi l'incidence (ou le nombre de nouveaux cas) et la prévalence sur cette période sont confondues.

La prévalence d'un trouble au sein de la population des veaux avec défaut de TIP sera donc plus élevée que celle au sein de la population des veaux sans défaut de TIP. Les deux prévalences sont liées par l'*odd-ratio* selon l'équation (1.3).

$$P_{\text{trouble}_i\text{TIP}} = P_{\text{trouble}_i\text{CT}} \times OR_{\text{trouble}_i} \quad (1.3)$$

Avec $P_{\text{trouble}_i\text{TIP}}$: Prévalence du trouble *i* chez les veaux sans défaut de TIP

$P_{\text{trouble}_i\text{CT}}$: Prévalence du trouble *i* chez les veaux avec défaut de TIP

OR_{trouble_i} : OR du trouble *i*

La littérature et les observations empiriques renseignent la prévalence de trouble observée sur l'ensemble du troupeau ($P_{\text{trouble}_i\text{TP}}$), et non spécifiquement sur les veaux sans défaut de TIP. Or, pour un trouble *i* :

$$P_{\text{trouble}_i\text{CT}} < P_{\text{trouble}_i\text{TP}} < P_{\text{trouble}_i\text{TIP}}$$

Utiliser la prévalence sur troupeau au lieu de la prévalence de contrôle (veaux sans défaut de TIP) conduirait à une surestimation de $P_{\text{trouble}_i\text{TIP}}$ et donc du coût lié au trouble.

$P_{\text{trouble}_i\text{CT}}$ peut être relié à $P_{\text{trouble}_i\text{TP}}$ selon l'équation (1.5) :

$$P_{\text{trouble}_i\text{TIP}} = P_{\text{TIP}} \times P_{\text{trouble}_i\text{TIP}} + (1 - P_{\text{TIP}}) \times P_{\text{trouble}_i\text{CT}} \quad (1.4)$$

$$\text{Avec } P_{\text{trouble}_i\text{TIP}} = P_{\text{trouble}_i\text{CT}} \times OR_{\text{trouble}_i}$$

$$\text{soit } P_{\text{trouble}_i\text{CT}} = \frac{P_{\text{trouble}_i\text{TP}}}{P_{\text{TIP}} \times (OR_{\text{trouble}_i} - 1) + 1} \quad (1.5)$$

où P_{TIP} est la prévalence de défaut de TIP sur le troupeau.

1.1.3 Coût total pour chaque composante, pour P_{TIP} donnée

1.1.3.1 Coûts liés à la mortalité

Dans un élevage, le coût de la mortalité va être lié aux ventes perdues ou au remplacement des animaux. Ces dépenses sont calculées sur la base d'un coût unitaire de mortalité (CU_{Mort}) qui varie selon les types d'élevage (allaitant ou laitier) et les hypothèses retenues.

Le coût total lié à la mortalité dans un élevage est la somme du coût lié aux veaux morts avec défaut de TIP et du coût lié aux morts sans défaut de TIP selon l'équation (1.6).

$$CouT_{\text{Mort}} = NbVeaux \times CU_{\text{Mort}} \times [P_{\text{MortTIP}} \times P_{\text{TIP}} + P_{\text{MortCT}} \times (1 - P_{\text{TIP}})] \quad (1.6)$$

$$\text{Avec } P_{\text{MortTIP}} = P_{\text{MortCT}} \times OR_{\text{Mort}} \text{ d'après (1.2)}$$

CU_{Mort} représente soit la valeur marchande du veau le jour de la mort (l'animal sera remplacé par un veau identique acheté) soit le manque à gagner lié à cet animal (non-remplacement de l'animal). Dans le cas du manque à gagner, le revenu que l'éleveur aurait retiré de la vente du veau est considéré ici comme le prix de vente de l'animal moins le coût alimentaire du veau selon l'équation (1.7). Cette valeur peut être retenue comme étant CU_{Mort} .

$$CU_{\text{MortNON Rempla}} = PrixVente \times PoidsVente - QtéConc \times PrixConc \quad (1.7)$$

Avec $PrixVente$: Prix de vente du veau (en €/kg)

$PoidsVente$: Poids de vente du veau (en kg)

$QtéConc$: Quantité de concentrés consommés par veau (en kg)

$PrixConc$: Prix de revient des aliments (en €/kg)

Le coût alimentaire est ici considéré uniquement avec des concentrés. Aussi $CU_{MortNON Rempla}$ se rapproche de la marge brute du veau, exception faite des coûts alimentaires de la mère.

1.1.3.2 Coûts liés à la morbidité

Pour un trouble i , le coût total pour l'élevage va être le coût associé à l'ensemble des veaux atteints par ce trouble, c'est-à-dire intégrant à la fois des veaux sans défaut de TIP (avec une prévalence $P_{trouble_i CT}$) et ceux avec défaut de TIP (avec une prévalence $P_{trouble_i TIP}$).

Chaque trouble est intégré indépendamment des autres, selon l'équation (1.8). Le coût total est ainsi la somme des dépenses de traitement pour chaque trouble.

$$CouT_{Morb} = \sum_{i=1}^4 CouT_{trouble_i} \quad (1.8)$$

avec i = troubles respiratoires, diarrhées, omphalites et septicémies.

Les interactions entre les différents troubles ne sont en effet pas intégrées dans l'équation (1.8.), mais ont été prises en compte dans les valeurs des paramètres d'entrée du modèle. Différentes études démontrent la présence d'interactions entre les troubles respiratoires et la diarrhée des veaux (Svensson, 2004). Ces interactions pourraient s'expliquer soit par un lien direct (implication de Coronavirus ?) ou par un lien favorisant. Par exemple un animal atteint de diarrhée peut plus facilement être atteint de troubles respiratoires via une diminution des défenses de l'organisme suite à la diarrhée. De plus, une partie des diarrhées du jeune veau et des troubles respiratoires du veau très jeune ou de quelques mois d'âge entraîne la mort de l'animal, conduisant à considérer des interactions entre ces composantes et la mortalité chez le veau.

Les risques des différents troubles et de mortalité lors de défaut de TIP ont été déterminés grâce à une méta-analyse, corrigeant simultanément (i) des différentes définitions du défaut de TIP (valeur seuil des PT et IgG) et (ii) des interactions entre troubles. Ainsi, le risque relatif de diarrhées lors de défaut de TIP a été corrigé par la présence de troubles respiratoires. Cependant, la faiblesse du nombre de publications dans la littérature n'a permis qu'une correction limitée des interactions entre troubles via la méta-analyse.

1.1.3.2.1 Coût unitaire de traitement pour chaque trouble

Pour un trouble i , le coût unitaire ($CU_{Morb_{trouble_i}}$) est décomposé en trois composantes :

$$CU_{Morb_{trouble_i}} = CU_{prop_i} + CU_{forfaitaire_i} + CoutMO_{xmins} \quad (1.9)$$

Avec CU_{prop} : coût proportionnel au poids du veau (antibiotiques injectés...)

$CU_{forfaitaire}$: coût forfaitaire par veau malade (chirurgie ou visite...)

$CoutMO_{xmins}$: coût de main-d'œuvre

Le coût proportionnel lié au traitement est calculé pour 100 kg de poids vif ($CU_{prop_{trouble_i}}(100kg)$) en considérant la posologie des médicaments (antibiotiques, anti-inflammatoires, etc.) et leur prix d'achat pour l'éleveur. Selon le trouble, divers médicaments peuvent être utilisés. Pour chaque traitement j , un coût moyen (CU_{trt_j}) haut et bas est proposé à dire d'expert. Le coût unitaire de traitement par veau pour un trouble (CU_{prop_i}) sera :

$$CU_{prop_i} = CU_{prop_{trouble_i}}(100 kg) \times \frac{1}{100} \times Poids(en kg) \quad (1.10)$$

Le coût de la main-d'œuvre payée est basé sur le SMIC horaire chargé (charges salariales incluses qui correspondent à 64 % du SMIC brut). Avec un SMIC horaire brut de 9,53 €, le coût pour x minutes de main-d'œuvre $CoutMO_{xmins}$ est défini dans l'équation (1.11).

$$CoutMO_{xmins} = 9,53 \times 1,64 \times \frac{x}{60} \quad (1.11)$$

Pour les troubles diarrhéiques et respiratoires, le risque de rechute de rang X du trouble i ($RX_{trouble_i}$) est introduit tant pour les veaux (traités) avec ou sans défaut de TIP. Ainsi $R1_{diarrhée}$, $R1_{BRD}$ et $R2_{BRD}$ sont proposés à dire d'expert. La probabilité de rechute est introduite directement dans le coût unitaire pour les diarrhéiques et troubles respiratoires selon les équations (1.12) et (1.13). Les risques de rechute des troubles respiratoires sont appliqués deux fois.

$$CU_{Morb_{diarrhée, rechute}} = CU_{Morb_{diarrhée}} \times (1 + R1_{diarrhée}) \quad (1.12)$$

$$CU_{Morb_{Resp, rechute}} = [CU_{Morb_{Resp}} \times (1 + R2_{BRD})] \times (1 + R1_{BRD}) \quad (1.13)$$

1.1.3.2.2 Coût total de traitement d'un trouble de morbidité sur le troupeau

Les veaux avec défaut de TIP ayant une sévérité attendue des troubles supérieure aux veaux sans défaut de TIP, un coefficient de sévérité (Sev_{TIP}) est appliqué aux veaux avec défaut de TIP :

$$CT_{trouble_i} = NbVeaux \times CU_{Morb_{trouble_i}} \times [P_{trouble_iTIP} \times P_{TIP} \times Sev_{TIP} + P_{trouble_iCT} \times (1 - P_{TIP})] \quad (1.14)$$

En plus du risque de rechute pour tous les veaux atteints par un de ces troubles (veaux avec et sans défaut de TIP) et du risque d'un épisode plus sévère de ces deux troubles pour un veau avec défaut de TIP par rapport à un veau sans défaut de TIP, la pression d'infection est intégrée pour tous les veaux atteints de troubles. En effet, ces deux entités étant contagieuses, l'augmentation de la prévalence conduit à un risque accru de contamination et des difficultés supplémentaires de traitement et de gestion. Le seuil associé à ces coûts supplémentaires a été fixé à 40 % et la pression d'infection a été quantifiée avec le coefficient de sévérité précédent selon l'équation (1.15).

$$CouT_{trouble_i} = \begin{cases} CT_{trouble_i} & \text{Si } P_{TIP} < 40\% \\ CT_{trouble_i} \times Sev_{infect.} & \text{Si } P_{TIP} > 40\% \end{cases} \quad (1.15)$$

Avec $CT_{trouble_i}$ calculé selon l'équation (1.14).

Lorsque $P_{TIP} > 40\%$, $Sev_{infect.}$ s'applique à toute la population de l'élevage, avec ou sans défaut de TIP.

1.1.3.3 Baisse des performances zootechniques

Le défaut de TIP chez le veau va engendrer une baisse de GMQ, selon des modalités différentes en élevage allaitant ou laitier.

En élevage allaitant, les veaux sont considérés vendus au poids entre 6 à 10 mois d'âge. Aussi, les veaux avec défaut de TIP ont un poids de vente plus faible que ceux sans défaut de TIP. Cette variation suit l'équation (1.16).

$$CT_{GMQ} = \Delta GMQ \times 30,5 \times NbMois \times Prix_{kilo} \quad (1.16)$$

Avec ΔGMQ : baisse de GMQ moyenne si défaut de TIP comparé à sans défaut de TIP

$NbMois$: âge en mois à la vente du veau (variable selon les races) ($NbMois \times 30,5$ représente son équivalent en jours).

En élevage laitier, seules les femelles destinées à l'élevage sont considérées comme affectées. L'âge de premier vêlage est en partie déterminé par le poids de la génisse et une baisse de GMQ conduira à une mise à la reproduction plus tardive, donc des jours d'élevage supplémentaires. Le poids moyen le jour de la première insémination (neuf mois en moyenne avant le premier vêlage) est déterminé selon l'équation (1.17) :

$$Poids_{insémination} = Poids_{naissance} + GMQ \times 30,5 \times (12 \times AgeVêlage1_{années} - 9) \quad (1.17)$$

Le poids d'une génisse avec défaut de TIP ($Poids_{inséminationDefTIP}$) au même âge sera inférieur de $\Delta Poids$ par rapport à une génisse sans défaut de TIP ($Poids_{inséminationNoDefTIP}$), selon les équations (1.18) et (1.19).

$$\Delta Poids = \Delta GMQ \times 30,5 \times (12 \times AgeVêlage1_{années} - 9) \quad (1.18)$$

Soit :

$$Poids_{inséminationDefTIP} = Poids_{inséminationNoDefTIP} - \Delta Poids \quad (1.19)$$

Le nombre de jours supplémentaires avant la première insémination $\Delta Jours$ est défini par l'équation (1.20).

$$\Delta Jours = \frac{\Delta Poids}{GMQ} \quad (1.20)$$

Ainsi, la diminution du GMQ de la génisse se traduit par un coût total CT_{GMQ} défini par l'équation (1.21)

$$CT_{GMQ} = \Delta Jours \times Coutjournalier \quad (1.21)$$

où $Coutjournalier$ représente le coût journalier d'entretien de la génisse (assimilé au coût alimentaire journalier).

1.1.4 Coût marginal et intervalles de prédiction/confiance

Le coût marginal par veau est calculé selon l'équation (1.22) :

$$CouT_{Veau} = Cout_{ref\ 10\%} \div (P_{TIP} - 10) \quad (1.22)$$

L'intervalle de prédiction (à 95 %) et l'intervalle de confiance (à 95 %) sont calculés selon les équations (1.23) et (1.24) :

$$IC95\% = Moy\ Cout_{ref\ 10\%} \pm \frac{1,96 \times \sigma\ Cout_{ref\ 10\%}}{\sqrt{\text{nombre de fermes}}} \quad (1.23)$$

$$IP95\% = Moy\ Cout_{ref\ 10\%} \pm 1,96 \times \sigma\ Cout_{ref\ 10\%} \quad (1.24)$$

Lorsque la borne inférieure de l'intervalle est négative (ce qui signifie un gain d'argent pour l'éleveur, ce qui n'a pas de sens ici), elle est ramenée à zéro.

Les simulations s'effectuent sur un nombre important d'élevages (10 000) pour une plus grande précision dans le résultat avec 100 veaux pour chaque ferme.

Quatre scénarios sont retenus, pour chaque type d'élevage : un scénario de base B (pour *Baseline*) et un scénario alternatif A (pour *Alternative*), ainsi qu'un scénario bas L (pour *Low*) et un scénario haut H (pour *High*).

1.2 Paramètres

Les données utilisées pour les calibrations du modèle sont issues de différentes sources. Quatre scénarios sont proposés B (*Baseline*), A (*Alternative*), L (*Low*) et H (*High*) en élevage laitier et allaitant. Les données sont synthétisées dans le Tableau (1.2-1) et explicitées en détail par la suite. Selon les paramètres, différentes règles de calculs sont considérées.

Les *odd-ratios* sont distribués selon une loi log-normale, puisque dérivés d'une régression logistique (méta-régression). Les prévalences moyennes sont définies à partir de la littérature.

De nombreuses données, qu'elles soient définies à dire d'expert ou sous la forme d'une moyenne et un prix maximum et minimum, sont transformées en loi de distribution selon l'équation (1.25). En effet, l'écart-type de cette loi est obtenu en considérant que les bornes de l'intervalle correspondent plus ou moins à un intervalle de confiance à 95 %, et en considérant que le prix suit une loi normale.

$$\begin{cases} Prix_{min} = moyenne - 1,96 \times \sigma \\ Prix_{max} = moyenne + 1,96 \times \sigma \end{cases}$$
$$\begin{cases} moyenne = \frac{Prix_{min} + Prix_{max}}{2} \\ \sigma = \frac{Prix_{max} - Prix_{min}}{2 \times 1,96} \end{cases} \quad (1.25)$$

1.2.1 Synthèse des paramètres

Pour l'élevage allaitant, seules les simulations liées à la race Charolaise seront présentées, sauf indication contraire. Seuls les coûts de mortalité sont modifiés pour différentes races au sein des scénarios. En élevage laitier, seuls les résultats pour un âge de premier vêlage à deux ans sont retenus, sauf indication contraire. Seul le poids de la mise à la reproduction varie avec l'âge au premier vêlage. Sev_{TIP} est fixé à 1,137 ; $P_{TIP_{ref}}$ est fixé à 10 %.

	Distrib ution	Scénario B	Scénario A	Scénario L	Scénario H
OR et impact si TIP présent					
Mortalité	LN	0.75 (0.19)	0.88 (0.20)	0.75 (0.19)	0.88 (0.20)
Troubles respiratoires	LN	0.55 (0.08)	0.82 (0.17)	0.55 (0.08)	0.82 (0.17)
Diarrhées	LN	0.41 (0.18)	0.56 (0.31)	0.41 (0.18)	0.56 (0.31)
Omphalites	LN	///	0.69 (0.22)	///	0.69 (0.22)
Septicémies	LN	///	0.69 (0.22)	///	0.69 (0.22)
ΔGMQ (g/j)	//	53,6 (48,16)	80,4 (76,02)	53,6 (48,16)	80,4 (76,02)
Prévalences dans les populations sans défaut de TIP					
P _{MORTCT} (%)	//	0.048 / 0.069			
P _{pneumonieCT} (%)	N	0.283 (0.127)			
P _{diarrhéeCT} (%)	N	0.227 (0.127)			
P _{omphaliteCT} (%)	//	0.05			
P _{septicémieCT} (%)	//	0.03			
Coûts unitaires					
CU _{Mort} (laitier, €)		125 (9)	125 (9)	45 (5)	330 (15)
CU _{Mort} (allaitant, €)		375 (22)	///	375 (22)	///
CU _{Mort_Non-REMPLE} (allaitant, €)			PrixVente* PoidsVente - PrixConc*QtéConc		PrixVente* PoidsVente - PrixConc*QtéConc
CU _{Mort_Non-REMPLE, PrixConc} (€/tonne) ¹	///	///	250/125/175	///	250/125/175
CU _{Mort_NON-REMPLE, PrixVente} (€/kg PV) ¹	N	///	2.4(0.13)/ 3.0(0.12)/ 2.56(0.038)	///	2.4(0.13)/ 3.0(0.12)/ 2.56(0.038)
CU _{Mort_NON-REMPLE, PoidsVente} allaitant (kg) ¹	///	///	337/285/374	///	337/285/374
CU _{Mort_NON-REMPLE, QtéConc} (kg) ¹	///	///	290/141/400	///	290/141/400
CU _{prop_repsi} (€/100 kg)	N	17,61 (3,827)	17,61 (3,827)	10,31	25,31
CU _{prop_diarrhées} (€/100 kg)	N	17,55 (4,132)	17,55 (4,132)	10,45	26,65
CU _{forf_diarrhées} (€)	N	40 (7,65)	40 (7,65)	30	60
CU _{prop_omphalite} (€/100 kg)	N	8,5 (1,53)	8,5 (1,53)	5	11
CU _{forf_omphalite} (€)	N	150 (25,51)	150 (25,51)	100	200
CU _{prop_septicemie} (€/100 kg)	N	27,84 (3,8)	27,84 (3,8)	19,24	40,24
Coût journalier élevage laitier (€)	///	0,745	1,282	0,745	1,282
Prix de vente allaitant (€/kg PV) ²	N	2.56(0.038)	2,70 (0,15)	3.0 (0,12)	2,4 (0,13)
Paramètres techniques					
Poids traitement laitier (kg)	N	57,5 (8,9)	57,5	40	75
Poids traitement allaitant (kg)	N	75 (12,7)	75 (12,7)	50	100
GMQ moyen laitier (g)		615 (17,857)	615 (17,857)	615 (17,857)	615 (17,857)
Age de vente allaitant (mois) ²	///	8,5	8,33	6,5	10

Tableau 1.2-1 Paramètres des différents scénarios

1 : Pour le calcul de mortalité : Charolais/Blonde d'Aquitaine/Limousine

2 : Pour le calcul de CT_{GMQ}

1.2.2 Prévalence d'animaux sans défaut de TIP

La prévalence de référence est calculée pour la diarrhée (22,7 %) et les troubles respiratoires (28,3 %) d'après (1.3). Il est de plus considéré à dire d'expert que ces prévalences peuvent varier entre 0 et 50 %. L'écart-type correspondant calculé selon l'équation (1.25) est de 0,12. L'absence de données a conduit à la définition à dire d'expert des prévalences pour les veaux sans défaut de TIP, estimées à 5 % pour l'omphalite et de 3 % pour la septicémie.

Les publications retenues pour la méta-analyse permettent de calculer une prévalence de mortalité pour les veaux sans défaut de TIP estimée à 3,2 %. Cependant, cette valeur n'est pas retenue ici puisque des données nationales indiquent une prévalence moyenne de mortalité entre 0 et 1 mois sur le troupeau de 6,2 % (intervalle 0 à 41,3 %) pour des vaches allaitantes, et de 10 % (intervalle 0 à 46,8 %) pour des vaches laitières (Raboison, 2014, JDS). À partir de cette valeur et de celle obtenue pour l'*odd-ratio* de la mortalité après méta-analyse, la prévalence est recalculée pour des veaux sans défaut de TIP, grâce à la formule (1.5). À dire d'expert, cette formule sera utilisée pour des prévalences moyennes de défaut de TIP de 25 % en élevages allaitants et 40 % en élevages laitiers. Les prévalences moyennes de mortalité obtenues pour les veaux sans défaut de TIP sont très faibles (4,8 % et 6,9 % en élevage allaitant et laitier respectivement) et ne permettent pas de définir une variable aléatoire.

D'après la littérature et dire d'expert, $R1_{diarrhée}$ est fixé à 0,2 ; $R1_{BRD}$ à 0,2 et $R2_{BRD}$ à 0,3.

1.2.3 Coût unitaire de la mortalité (CU_{Mort})

En élevage laitier, CU_{Mort} est défini comme le prix d'achat de mâles et femelles, selon trois scénarios (bas, moyen et haut), sur les principaux marchés français (*France Agricole*, 2012). Les figures 1.2-1 et 1.2-2 montrent que les lois normales ou log-normales représentent bien les données observées sur les marchés.

	Coût moyen	Intervalle	Loi	Paramètres	
				μ	σ
Bas	45 €	35-55	Normale	45	5.1
Moyen	125 €	11-150	LogNormale	125	9
Haut	330 €	300-360	Normale	330	13.2

Tableau 1.2-2 Coût lié à la mortalité dans un élevage laitier

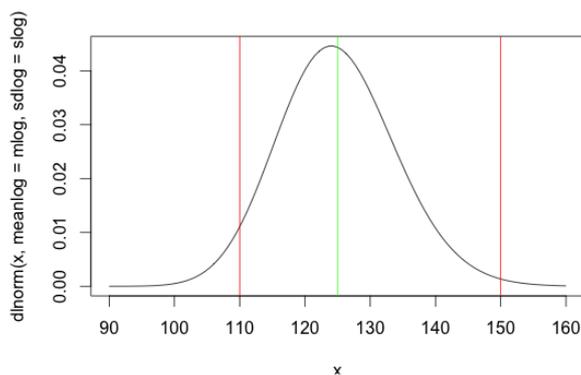


Figure 1.2-1 Loi log-normale avec moyenne=125 et écart-type=9 (vert : valeur moyenne, rouge : valeurs basses et hautes)

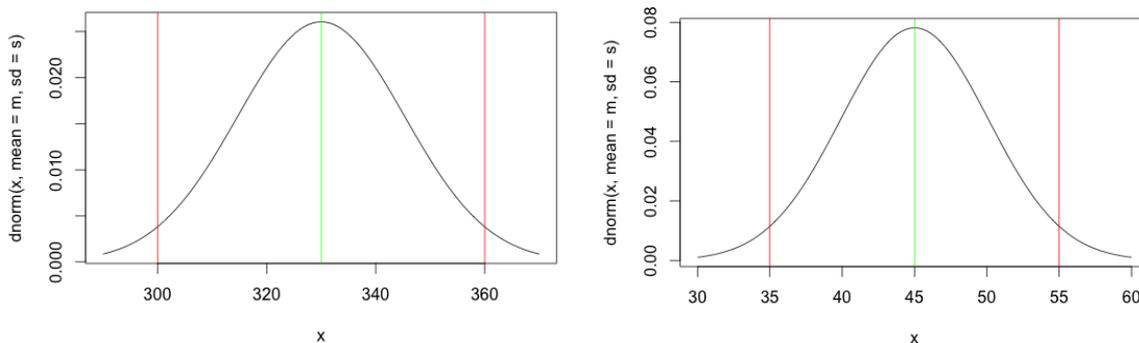


Figure 1.2-2 Loi normale $N(330 ; 13,22)$ à gauche, Loi normale : $N(45 ; 5,12)$ à droite

En élevage allaitant, la valeur de CU_{Mort} retenue est de 375 € ; elle varie entre 315 € et 460 € (France Agricole, 2012), correspondant à une distribution du type $\log N(375 ; 22)$ (figure 1.2-3).

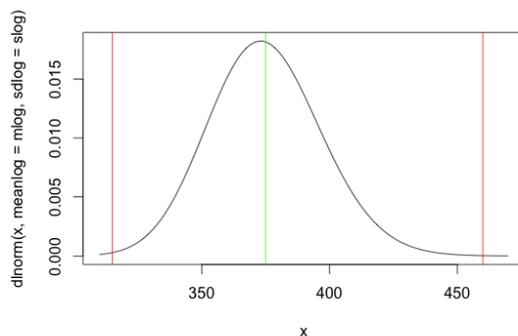


Figure 1.2-3 Loi logNormale $\log N(375; 22)$

En élevage allaitant, la valeur de $CU_{Mort_{NON\ Rempla}}$ retenue pour les trois principales races et pour les situations basses, moyennes ou hautes sont rapportées dans le tableau 1.2-3.

	Limousine	Charolaise	Blonde d'Aquitaine	Référence
Prix vente (€/kg) : μ [min-max]	2,56 [2,5–2,65]	2,4 [2–2,5]	3 [2,61–3,1]	France Agricole, 2012
Prix de vente : $N(\mu (\sigma))$	2,56 (0,04)	2,4 (0,13)	3 (0,12)	
Poids vente (en kg)	337	374	285	Institut de l'élevage, 2001
Qté de consommés (en kg)	290	400	141	
Prix des consommés (en €/kg)	0,250	0,175	0,125	France Agricole, 2012
Coût total d'un veau mort pour prix de vente moyen (en €)	790	828	865	-

Tableau 1.2-3 Coût de la mortalité dans un élevage allaitant

Le coût unitaire de mortalité (CU_{Mort}) est calculé pour indication, sur la base du prix moyen selon l'équation (1.6). Le coût lié à la mortalité est quasiment le double si l'éleveur choisit de ne pas renouveler son veau mort (375 € en moyenne pour un remplacement). Le prix de vente va être représenté par une variable aléatoire (fig. 1.2-4) et dont les bornes de l'intervalle correspondent plus ou moins à un intervalle de confiance (à environ 95 %). Les autres paramètres sont considérés fixes.

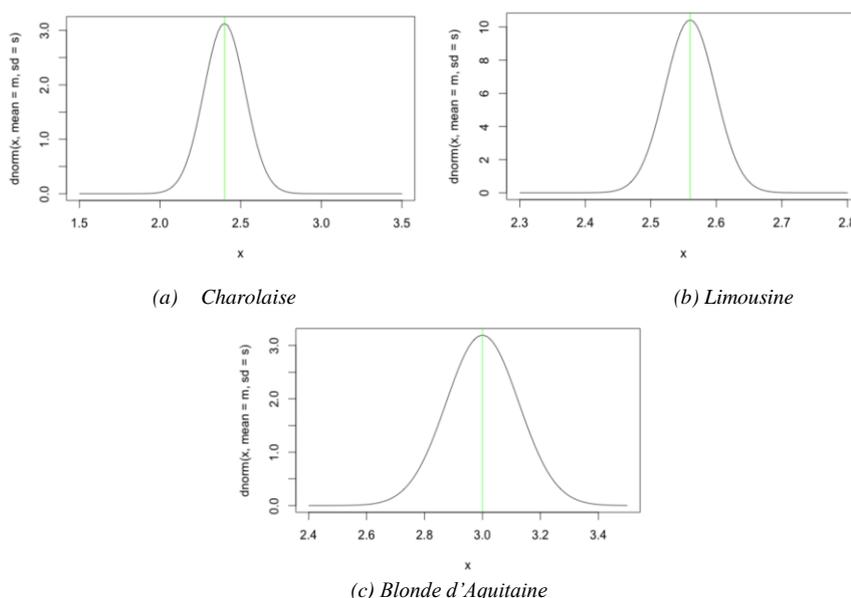


Figure 1.2-4 Prix au kilo pour les différentes races de vaches allaitantes (loi Normales)

1.2.4 Coût unitaire ($CU_{Morb_{trouble_i}}$) de morbidité

Les coûts unitaires des traitements sont calculés à partir des coûts unitaires des médicaments et de leurs associations selon le type de trouble via un coefficient de pondération (tableau 1.2-4). Les résultats sont rapportés en tableau 1.2-5 et validés par la figure 1.2-5.

	$CU_{prop_{trouble_i}}$			Pondération par traitement			
	Bas	Moyen	Haut	Respiratoire	Diarrhée	Omphalite	Septicémie
Antibiotique général	5	8.5	11	1	0.5	1	1
Antibiotique local	0.5	1	2		1		
AINS	5	8.8	14	1	0.5		1
AIS		1.24		0.25			1
Soluté oral	1.5	4.13	6.5		0.9		
Soluté IV	8	9.3	14		0.45		1
Forfait visite	30	40	60		0.225		1
Chirurgie	100	150	200			0.1	
Main-d'œuvre		15.629		0.25	0.25		

Tableau 1.2-4 Coût total de traitement des troubles respiratoires

Pour 100 kg	Respiratoire	Diarrhée	Omphalite	Septicémie
Moyenne (en €)	17,61	17,55	8,5	27,845
Bas (en €)	10,31	10,45	5	19,24
Haut (en €)	25,31	26,65	11	40,24
Loi	N(17.6, 3.8)	N(17.5,4.1)	N(8.5,1.5)1	LogN(27.8,3.8)

Tableau 1.2-5 Coût total de traitement des diarrhées, des omphalites, des septicémies

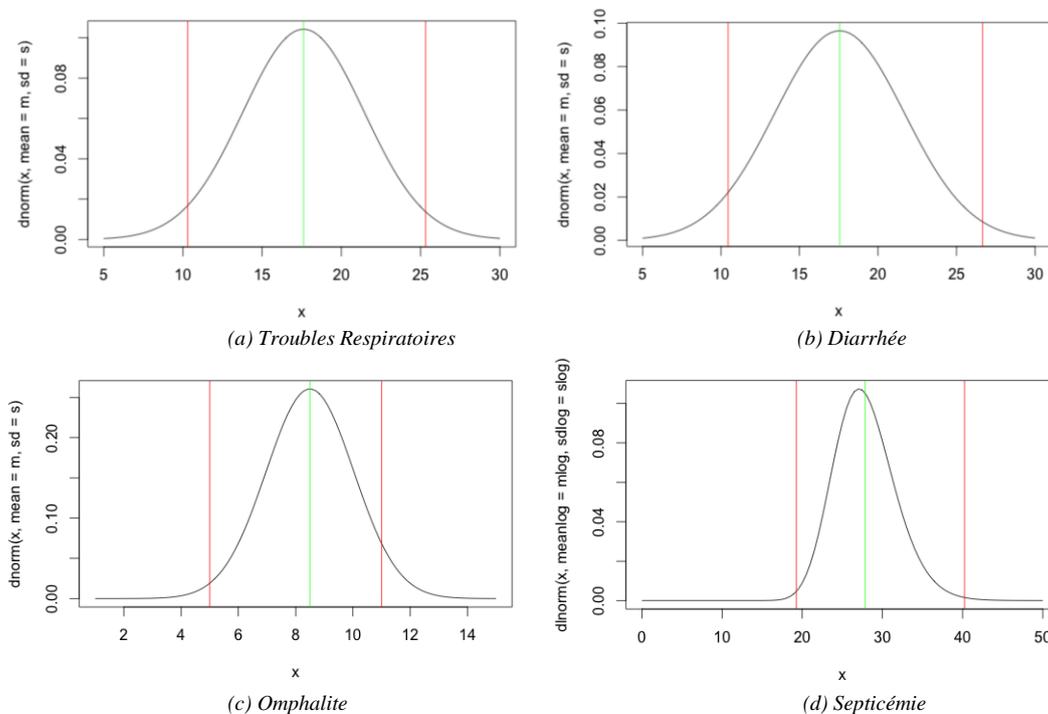
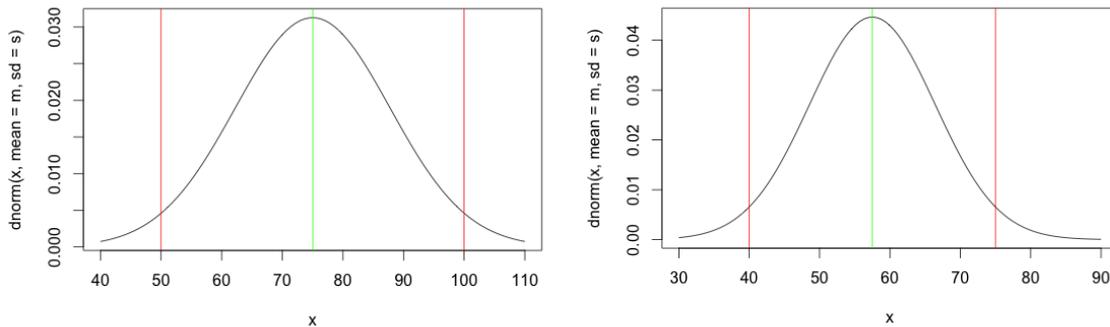


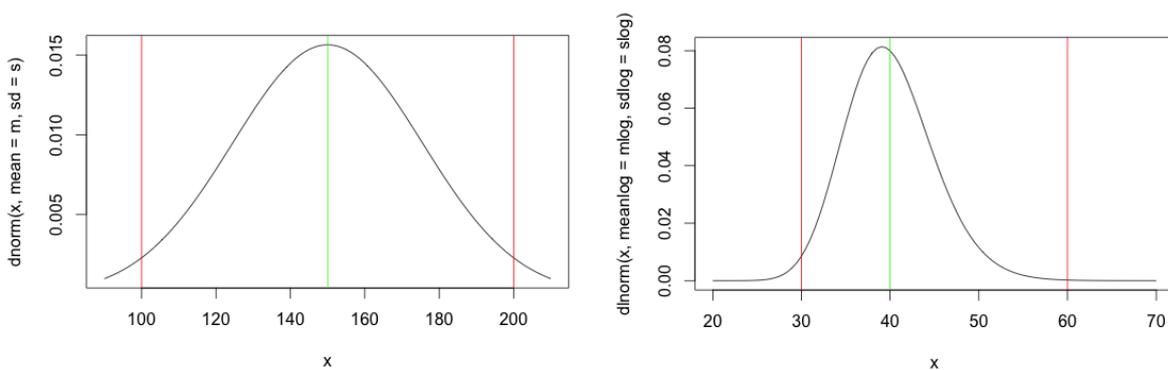
Figure 1.2-5 Coûts unitaires de traitement pour 100 kg (hors main-d'œuvre et coûts forfaitaires), représentés selon une loi Normale ou une loi logNormale (Septicémie)

Les poids des veaux retenus varient entre 40 kg et 75 kg pour une race laitière (moyenne : 57,5 kg) et entre 50 kg et 100 kg pour une race allaitante (moyenne 75 kg). Le poids d'un veau est représenté suivant une loi Normale selon l'équation (1.25) (figure 1.2-6). Ainsi, pour un veau de race allaitante $Poids_{Allaitant} \sim \mathcal{N}(75 ; 12,7)$, et pour un veau de race laitière $Poids_{Laitier} \sim \mathcal{N}(57,5 ; 8,9)$.



(a) Race allaitante $\mathcal{N}(75 ; 12,7)$ (b) Race laitière $\mathcal{N}(57,5 ; 8,9)$
 Figure 1.2-6 Représentation du poids d'un veau par une loi Normale

$CoutMO_{xmins}$ est fixé pour un temps de 15 minutes pour le traitement de la pneumonie et de la diarrhée selon l'équation (1.11). Pour $CUforfaitaire_i$, la distribution pour le coût de la chirurgie est parfaitement centrée autour de la valeur moyenne avec $\mathcal{N}(150 ; 25,512)$. La visite vétérinaire est représentée par une loi logNormale : $\log\mathcal{N}(40 ; 7,652)$ (figure 1.2-7).



(a) Chirurgie Omphalite $\mathcal{N}(150 ; 25,522)$ (b) Visite vétérinaire $\log\mathcal{N}(40 ; 7,652)$
 Figure 1.2-7 Représentation des coûts forfaitaires (unitaires) par des variables aléatoires

Le coefficient de sévérité est calculé à partir de la durée de traitement supplémentaire d'un cas de morbidité. La durée moyenne d'un épisode de diarrhée ou respiratoire est de quatre jours, mais un défaut de TIP peut conduire à un ou deux jours supplémentaires (Donovan, 1998). Aussi :

$$Sev_{TIP} = \frac{(4 + 1,5)}{4} = 1,375$$

1.2.5 Coût unitaire lié à la baisse de performances zootechniques

Après revue de la littérature, la baisse de GMQ directe due au défaut de TIP chez le veau est estimée entre 53 (écart-type : 48,16) et 80 (écart-type : 76,02) grammes en moyenne en moins par jour. Savoir si cette baisse de GMQ doit être imputée au défaut de TIP ou à la morbidité liée au défaut de TIP n'est pas possible car les valeurs issues de ces publications ne rapportent pas de covariable dans la régression permettant de calculer la baisse du GMQ. Les coûts liés à la morbidité n'ayant pas intégré de pertes de croissance, ils sont considérés comme une entité supplémentaire, selon deux lois Normales $N(80,76)$ et $N(53,48)$.

En élevage allaitant, CT_{GMQ} est calculé selon l'équation (1.16) et avec les données de 1.2-1.

En élevage laitier, le coût journalier et le GMQ moyen naissance-insémination sont calculés selon l'âge du 1^{er} vêlage représentant trois systèmes de production différents (tableau 1.2-6 et graphique 1.2-8).

Âge 1 ^{er} vêlage	Coût journalier (en €)		GMQ moyen (en g)			Loi GMQ (Normale)	
	Tous	Alimentaires	Moyen	Bas	Haut	μ	σ
2 ans	1,282	0,745	615	580	650	615	17,857143
2 ans et demi	1,061	0,645	700	650	750	700	25,510204
3 ans	0,921	0,571	845	790	900	845	28,061224

Tableau 1.2-6 Prix du veau au kg (en €) dans un élevage laitier selon l'âge au 1^{er} vêlage

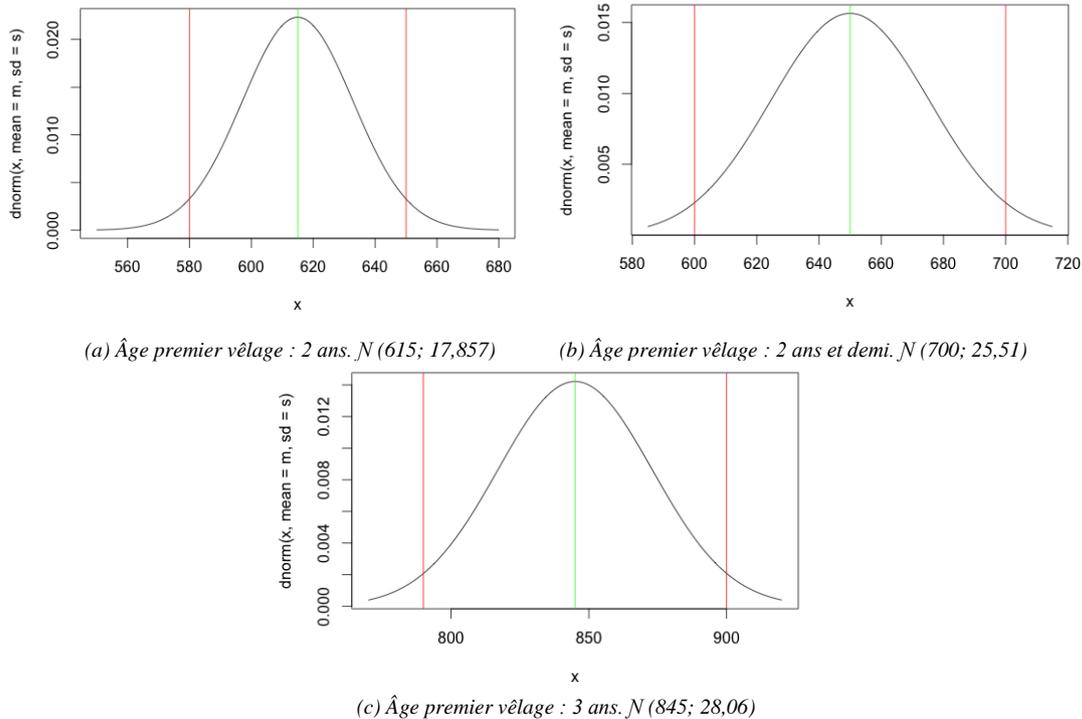


Figure 1.2-8 GMQ d'une génisse laitière sur la période allant de la naissance à la mise en reproduction (lois Normales)

1.3 Résultats

1.3.1 Coût moyen lié au défaut de TIP

Le coût du défaut de TIP, pour une même prévalence dans le troupeau est toujours plus élevé dans le cas de l'élevage allaitant, quel que soit le scénario (tableau 1.3-1). Par exemple, pour le scénario B et une $P_{TIP} < 40\%$, le coût total du défaut de TIP est de 79,80 € par veau charolais avec défaut de TIP contre 59,90 € par veau laitier avec défaut de TIP (et premier vêlage à deux ans).

Comparé au scénario B, le coût marginal augmente de 75 % (allaitant) et 100 % (laitier) pour le scénario A ; diminue de 15 à 23 % pour le scénario L et augmente de 2 à 2,5 fois pour le scénario H. L'augmentation du coût moyen est du même ordre de grandeur pour $P_{TIP} > 40\%$.

Les intervalles de prédictions sont relativement grands pour l'ensemble des simulations.

Le décrochage observé au-delà de $P_{TIP} = 40\%$ est lié au coefficient de sévérité. Au-delà de ce seuil, le coût marginal décroît légèrement avec P_{TIP} .

Les différences du coût marginal total sont faibles pour les différentes races allaitantes. Le coût marginal total augmente cependant de 17 à 25 et 40 à 65 % pour un premier vêlage à 2,5 et 3 ans, comparé à un vêlage à 2 ans (tableau 1.3-1).

Scénario	Coût (€) marginal par veau [IP95%]					
	All. Ch	All. BA	All. Lim	Lait. 2	Lait. 2,5	Lait. 3
B	79,8 [20-139]	79,8 [20-138]	79,8 [20-138]	59,9 [11-109]	72,1 [6-139]	84,6 [0-170]
A	138,5 [43-234]	144,6 [48-242]	147,9 [51-246]	120,8 [0-246]	152,6 [0-329]	186,8 [0-414]
L	66,6 [14-119]	66,6 [14-119]	66,6 [14-119]	46,3 [0-94]	58,4 [0-124]	72,0 [0-156]
H	163,2 [57-269]	170,0 [63-277]	173,0 [66-281]	155,4 [26-285]	188,1 [100-367]	221,1 [0-446]

Tableau 1.3-1 Coût moyen (en €) d'un cas de défaut de TIP pour chaque scénario et une prévalence de défaut de TIP < 40 %

Scénario B

P_{TIP} (en %)	Allaitant (Charolaise)			Laitier (vêlage à 2 ans)		
	Moyenne	IP95%	Coût marginal par veau	Moyenne	IP95% bas	Coût marginal par veau
20	798	204-1 392	79,8	599	109-1 089	59,9
30	1 596	408-2 784	79,8	1 198	218-2 179	59,9
40	4 348	2 226-6 470	144,9	3 109	1 343-4 874	103,6
50	5 303	2 569-8 037	132,6	3 814	1 548-6 079	95,4
60	6 258	2 906-9 609	125,2	4 519	1 748-7 289	90,3

Scénario A

P_{TIP} (en %)	Allaitant (Charolaise)			Laitier (vêlage à 2 ans)		
	Moyenne	IP95% bas	Coût marginal par veau	Moyenne	IP95% bas	Coût marginal par veau
20	1 385	433-2 338	138,5	1 208	0-2 463	120,8
30	2 771	866-4 676	138,5	2 415	0-4 926	120,8
40	7 337	4 129-10 544	244,6	5 135	1 202-9 067	171,2
50	9 021	4 825-13 217	225,5	6 488	1 295-1 168	162,2
60	10 705	5 514-10 757	214,1	7 841	1 384-14 298	156,8

Scénario L

P_{TIP} (en %)	Allaitant (Charolaise)			Laitier (vêlage à 2 ans)		
	Moyenne	IP95% bas	Coût marginal par veau	Moyenne	IP95% bas	Coût marginal par veau
20	666	138-1 193	66,6	463	0-941	46,3
30	1 331	277-2 386	66,6	926	0-1 883	46,3
40	3 552	1 815-5 289	118,4	2 085	522-3 647	69,5
50	4 341	2 063-6 619	108,5	2 604	560-4 648	65,1
60	5 130	2 309-7 952	102,6	3 124	596-5 651	62,5

Scénario H

P_{TIP} (en %)	Allaitant (Charolaise)			Laitier (vêlage à 2 ans)		
	Moyenne	IP95% bas	Coût marginal par veau	Moyenne	IP95% bas	Coût marginal par veau
20	1 632	573-2 692	163,2	1 554	259-2 848	155,4
30	3 265	1 146-5 383	163,2	3 107	518-5 696	155,4
40	8 849	5 019-12 678	295,0	7 546	3 298-11 794	251,5
50	10 858	5 915-15 801	271,4	9 375	3 814-14 937	234,4
60	12 867	6 803-18 931	257,3	11 204	4 323-18 085	224,1

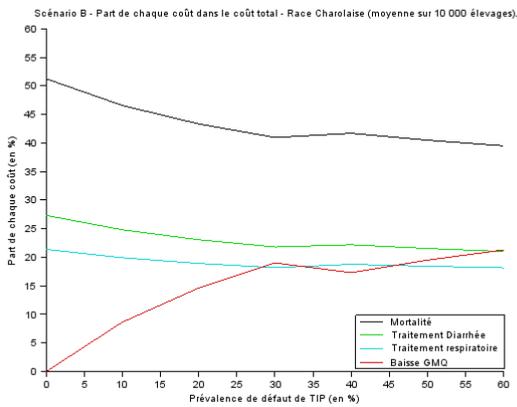
Tableau 1.3-2 Coût moyen (en €) et intervalle de prédiction à 95 % du coût lié au défaut de TIP, pour une prévalence de défaut de TIP donnée et comparée à la situation de référence $P_{TIP} = 10\%$ (Scénarios B, A, L et H)

1.3.2 Contribution de chaque composante au coût total

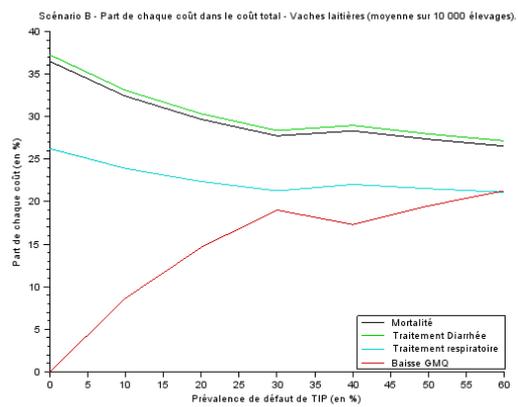
La représentation graphique retenue présente (i) la part en % de chaque composante dans le coût total du défaut de TIP pour un élevage et (ii) les coûts totaux absolus pour les différentes composantes et les différents scénarios pour les différentes valeurs de P_{TIP} .

La mortalité représente toujours la plus forte part du coût total et atteint 50 % en élevage allaitant (coût de remplacement). La part relative liée au GMQ augmente avec P_{TIP} puis se stabilise (fig. 1.3-1). Les autres scénarios seront présentés en annexe (annexe 1).

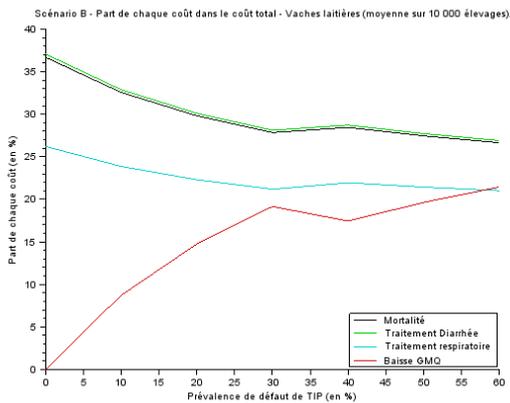
Scénario B



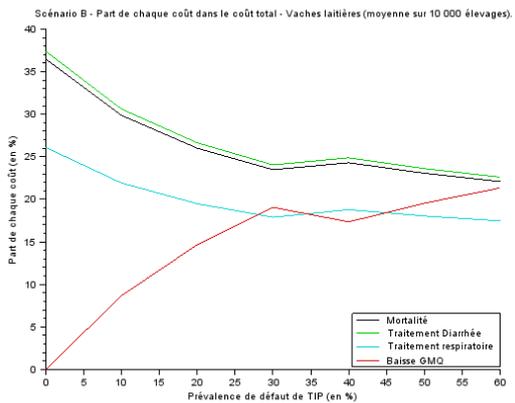
(a) Élevage allaitant (race Charolaise)



(b) Élevage laitier (1^{er} vêlage à 2,5 ans)



(c) Élevage laitier (1^{er} vêlage à 2 ans)



(d) Élevage laitier (1^{er} vêlage à 3 ans)

Figure 1.3-1 Part de chaque coût dans le coût total (en %), Sce B

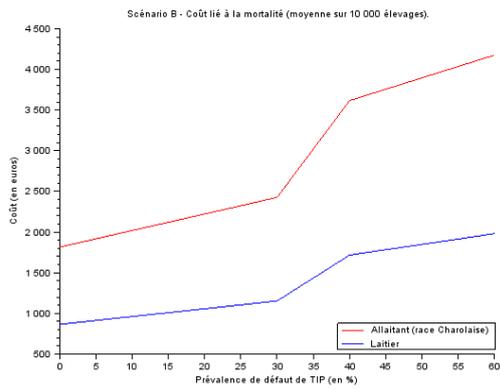
Pour le scénario B, le coût total absolu de la mortalité est important dès les faibles P_{TIP} , en accord avec le risque de mortalité sans défaut de TIP (fig. 1-3.2). Le coût total lié à la baisse de GMQ augmente de manière importante avec P_{TIP} (fig. 1-3.1 et 1.3-2) et représente donc une part importante du coût total pour P_{TIP} élevé.

Pour le scénario L, les coûts relatifs diminuent légèrement, exception faite pour le coût de mortalité en élevage allaitant, l'ensemble est en accord avec les hypothèses de calibration.

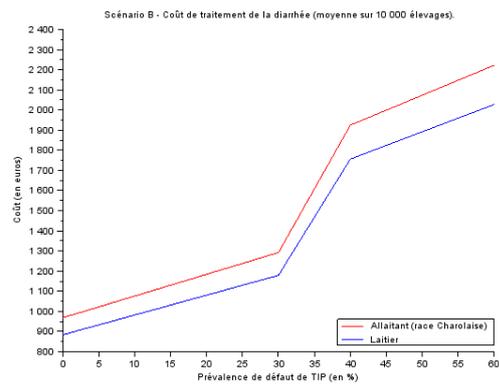
L'importance relative et absolue des composantes omphalites et septicémies reste faibles pour les scénarios A et H, montrant que l'augmentation du coût total du défaut de TIP ne provient que peu de ces deux composantes supplémentaires comparées à B et L (fig. 1-3.3 et 1.3-5). Comparé à B et L, le coût associé à la baisse de GMQ est quasi doublé, conduisant à une contribution importante de la baisse de GMQ au coût total dans les scénarios A et H. Ces éléments sont en accord avec ΔGMQ augmentant de 53 à 80 g en moyenne.

L'augmentation ($\times 2$) du coût total de la mortalité en allaitant dans les scénarios A et H comparés au scénario B est liée à l'option de non-remplacement dans les premiers contre l'achat d'un veau remplaçant dans le dernier. En laitier, l'augmentation du coût total de la mortalité dans les scénarios H provient du coût unitaire.

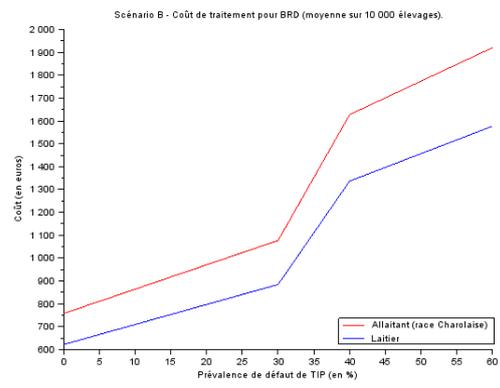
Scénario B



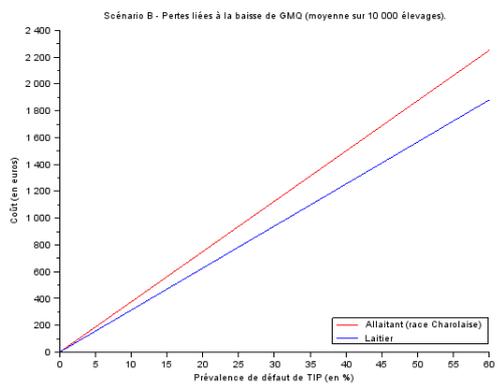
(a) Coût lié à la mortalité



(b) Coût du traitement des diarrhées



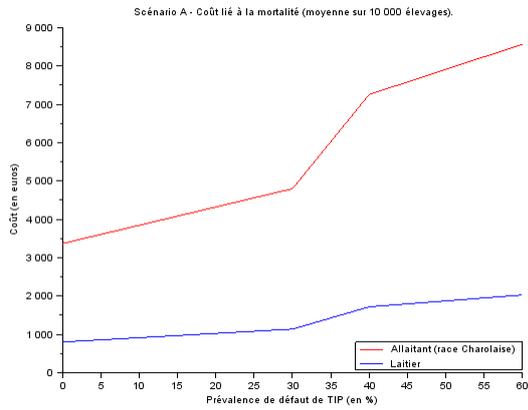
(c) Coût du traitement des pathologies respiratoires



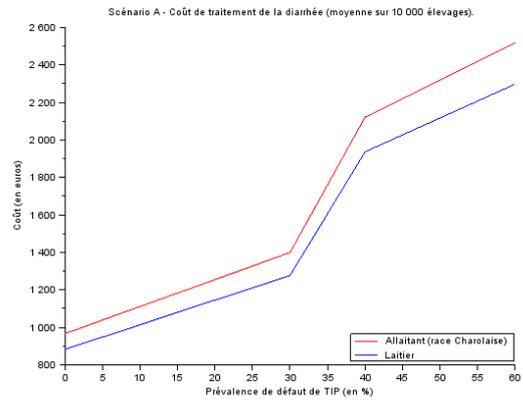
(d) Coût lié à la baisse de GMQ

Figure 1.3-2 Différents coûts composant le coût total lié au défaut de TIP, en élevage laitier et allaitant (Scénario B).

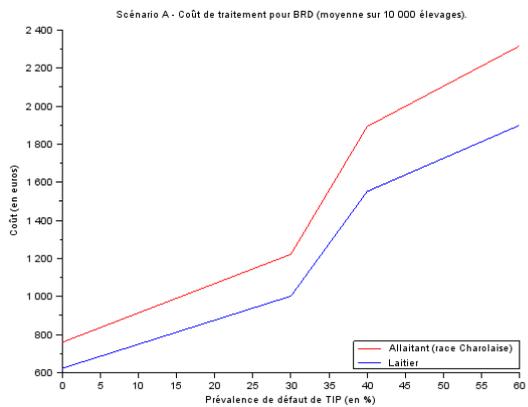
Scénario A



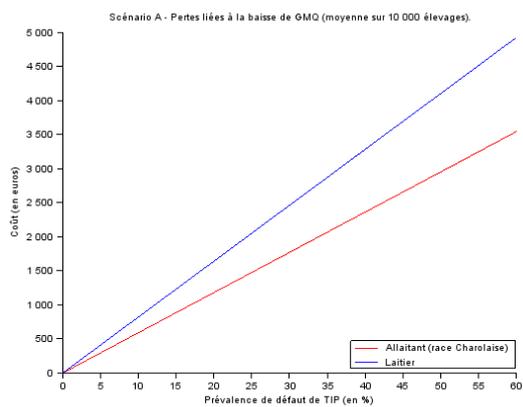
(a) Coût lié à la mortalité



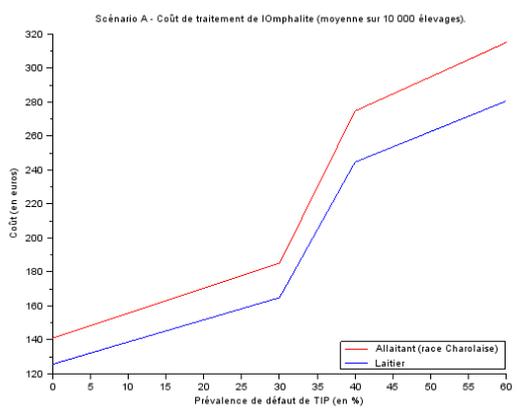
(b) Coût de traitement des diarrhées



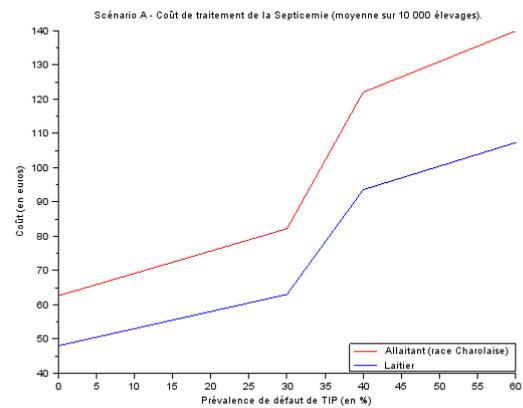
(c) Coût de traitement des troubles respiratoires



(d) Pertes liées à la baisse de GMQ



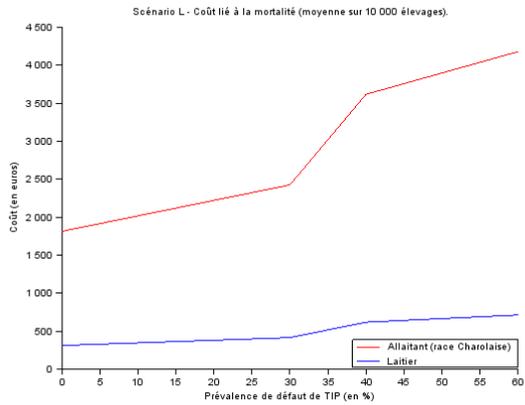
(e) Coût de traitement des omphalites



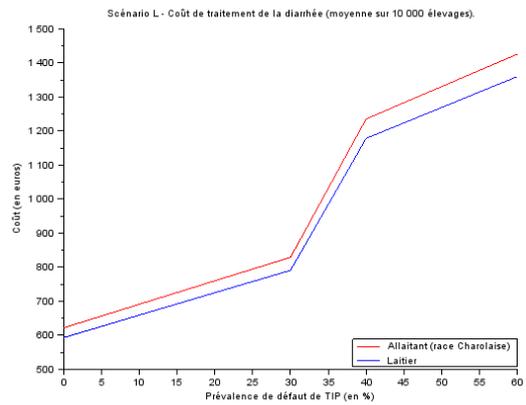
(f) Coût de traitement des septicémies

Figure 1.3-3 Différents coûts composant le coût total lié au défaut de TIP, en élevage laitier et allaitant (Scénario A)

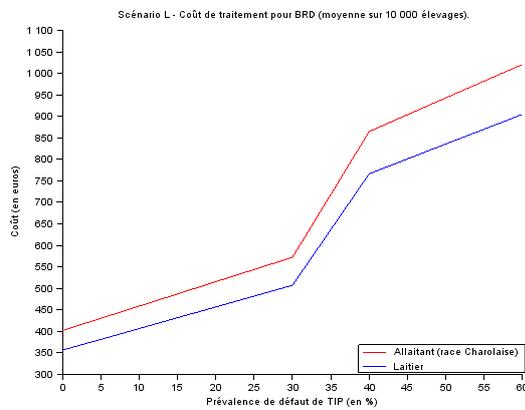
Scénario L



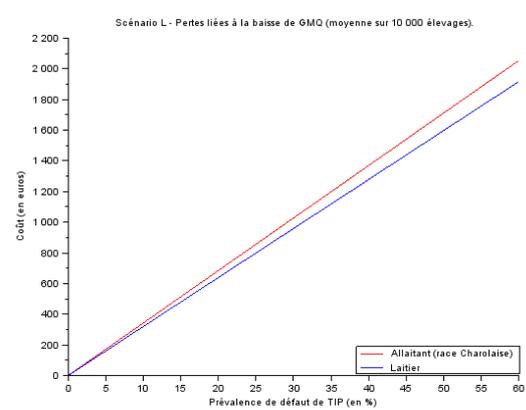
(a) Coût lié à la mortalité



(b) Coût de traitement des diarrhées



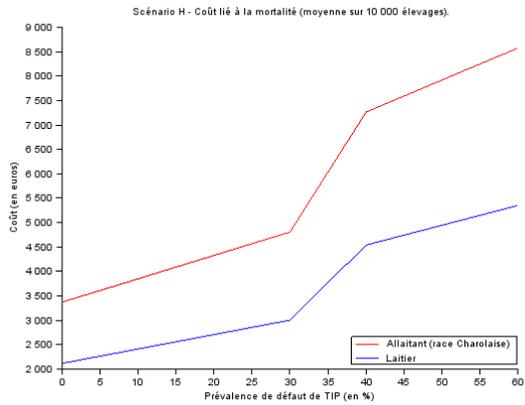
(c) Coût de traitement des troubles respiratoires



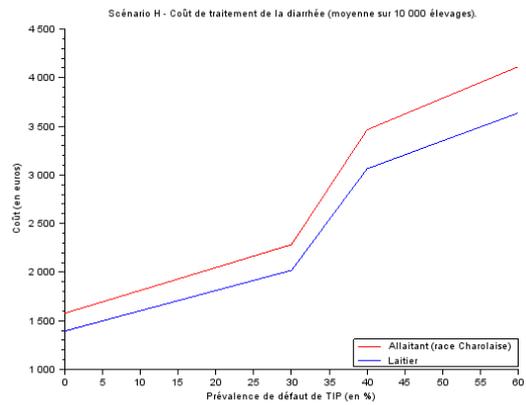
(d) Pertes liées à la baisse de GMQ

Figure 1.3-4 Différents coûts composant le coût total lié au défaut de TIP, en élevage laitier et allaitant (Scénario L).

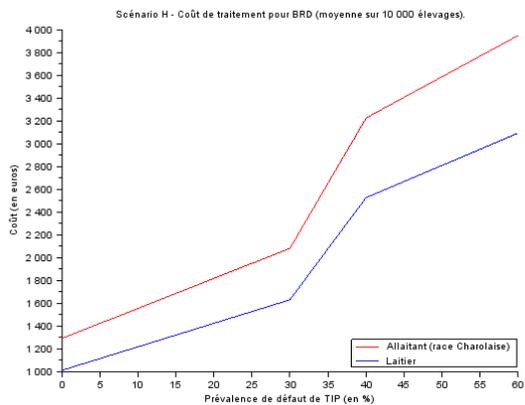
Scénario H



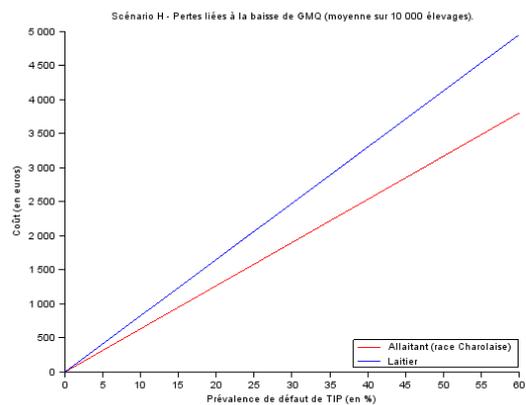
(a) Coût lié à la mortalité



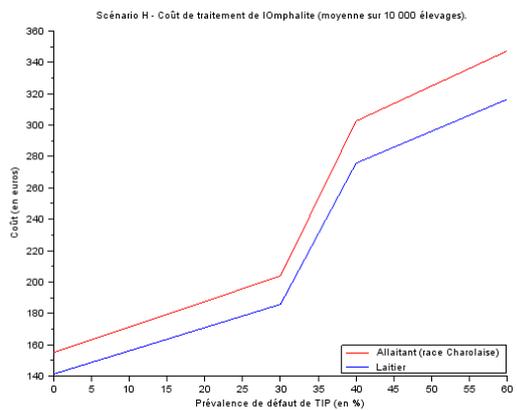
(b) Coût de traitement des diarrhées



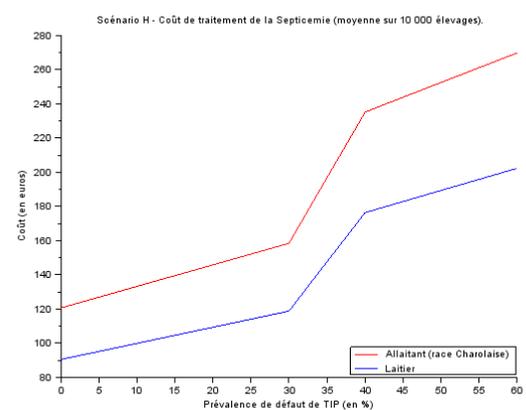
(c) Coût de traitement des troubles respiratoires



(d) Pertes liées à la baisse de GMQ



(e) Coût de traitement des omphalites



(f) Coût de traitement des septicémies

Figure 1.3-5 Différents coûts composant le coût total lié au défaut de TIP, en élevage laitier et allaitant (Scénario H)

Partie 2 : Prévention via la distribution du colostrum

L'objectif de cette partie est de déterminer l'intérêt économique de prévenir le défaut de TIP par la distribution de colostrum. La distribution du colostrum permet de réduire le défaut de TIP et donc de réduire le coût total lié, mais réduire la prévalence du défaut de TIP reste difficile et donc a un coût propre.

2.1 Matériel et méthodes

2.1.1 Modèle économique

2.1.1.1 Valeur nette

La variable expliquée du modèle est la valeur nette (€) à l'échelle de l'élevage (éq. 2.1).

$$\text{ValNette}_{P_{TIP}} = \text{Produits} + \text{Coût}_{prevcol} + \text{Coût}_{defautTIP} \quad (2.1)$$

Avec *Produits* : somme des produits veaux commercialisés si $P_{TIP}=0$

Coût_{prevcol} : coût total de prévention

Coût_{defautTIP} : coût total lié au défaut de TIP

Et $\text{Coût}_{defautTIP} = P_{TIP} \times \text{Coût}_{Marginal_DéfautTIP}$

Avec $\text{Coût}_{Marginal_DéfautTIP}$ le résultat de la partie 1.

La valeur nette est calculée à partir des productions liées aux veaux pour $P_{TIP} = 0$, des coûts de prévention sur l'ensemble des veaux et des coûts de défaut de TIP. $\text{Coût}_{Marginal_DéfautTIP}$ intégrant les produits non livrés (morts), *Produits* est toujours calculé $P_{TIP} = 0$ selon l'éq. 2.2, pour l'élevage allaitant (*Produits_{All}*) ou laitier (*Produits_{Lait}*).

$$\text{Produits}_{All} : \text{PrixVte} \times \text{PoidsVte} - \text{PrixConc} \times \text{QtéConc} \quad (2.2)$$

Et $\text{Produits}_{Lait} : \text{CU}_{Mort}$

Produits_{All} est donc proche de la marge brute, mais *Produits_{Lait}* reste très en dessous de la marge brute car seuls les produits veaux sont considérés (pas de réforme, pas de lait).

2.1.1.2 Coût de prévention via la distribution de colostrum ($Coût_{prevcol}$)

a) La distribution du colostrum par l'éleveur est représentée par le temps qu'il consacre à ses veaux après leur naissance. Plus ce temps est important et plus la quantité de colostrum ingérée par le veau sera considérée comme élevée.

Ainsi, le temps total passé à la distribution $Temps\ total_{minutes}$ est égal au temps moyen consacré à chaque veau ($Nb_{minutes}$) multiplié par le nombre de veau (Nb_{veau}) :

$$Temps\ total_{minutes} = Nb_{minutes} \times Nb_{veau} \quad (2.3)$$

Le coût est calculé selon l'équation (2.3) :

$$Coût_{prevcol} = Temps\ total_{heures} \times SMIC\ horairebrut \times 1,64 \quad (2.4)$$

avec : $Temps\ total_{heures}$ obtenu en convertissant le résultat de l'équation (2.3) en heures :

$$Temps\ total_{heures} = Temps\ total_{minutes} \times \frac{1}{60}$$

$Coût_{prevcol}$ est une fonction linéaire (strictement croissante) de la quantité de temps passé. Celui-ci va être représenté par le coût d'un salarié pour la quantité passée, sur la base du SMIC horaire ($SMIC\ horairebrut$). Dans ce scénario, l'éleveur embauche un salarié payé à l'heure, pour la durée exacte nécessaire pour distribuer le colostrum au troupeau. Ce coût peut aussi être perçu comme un coût d'opportunité, en considérant que l'éleveur, s'il doit passer du temps avec ses veaux, doit renoncer à une activité salariée ou sous-traiter une autre activité.

b) La forme exacte de la fonction liée à $Coût_{prevcol}$ dépend cependant de nombreux facteurs (taille de l'élevage, organisation de l'élevage, disponibilité de l'éleveur, choix d'embaucher ou non, facilité pour embaucher, etc.). Dans des élevages importants, les contraintes de temps imposées par les autres activités de l'élevage sur la disponibilité des employés pour nourrir les veaux au moment nécessaire (*i. e.* de suite après le vêlage) vont limiter le succès des méthodes artificielles de distribution du colostrum (Gay, 1984).

Ainsi, un paramètre « de flexibilité » est introduit pour les autres scénarios selon l'équation (2.4).

$$\begin{aligned}
 \text{Cout}_{\text{prevcot}} = & \text{Temps total}_{\text{heures}} \times \text{SMIC horaire brut} \times 1,64 \\
 & \times \text{Coeff flexibilité}
 \end{aligned}
 \tag{2.5}$$

L'hypothèse d'un coût linéaire est très forte. En particulier, il est très probable que le coût marginal (le coût de consacrer une minute de plus à chaque veau) ne soit pas identique selon le nombre de minutes que l'éleveur consacre déjà à chacun de ses veaux, comme l'implique la linéarité du coût. Par exemple, le coût marginal pourrait augmenter avec la durée consacrée à chaque veau ou être décroissant, puisque consacrer une minute de plus à chaque veau ne représente pas le même effort selon que l'on y passe déjà une minute ou 15 minutes. Ainsi, des non-linéarités pourront être introduites dans le coût (scénarios L2, L3, L4 et L5) via le coefficient de flexibilité.

c) Enfin, la courbe de coût total en fonction du temps peut être considérée comme constante. Cette situation reflète le cas d'éleveur ne pouvant par exemple pas embaucher un salarié pour le nombre précis d'heures nécessaires pour distribuer le colostrum au troupeau, en particulier, en raison de l'absence de planification de l'emploi du temps du salarié (scénarios L8).

2.1.1.3 Coefficient de diminution de la prévalence de défaut de TIP

Pour un niveau de prévention donnée (*i. e.* pour une durée consacrée à chaque veau donnée) l'efficacité de cette intervention va être mesurée par un coefficient de baisse de la prévalence de défaut de TIP au sein du troupeau, que l'on va représenter selon l'équation (2.6).

$$PTIP_{\text{post},t} = PTIP_0 \times (1 - \text{Efficacite}_t)
 \tag{2.6}$$

Avec $PTIP_0$: P_{TIP} sans intervention de l'éleveur (sans temps passé à distribuer le colostrum)

$Efficacite_t$: efficacité de l'intervention de l'éleveur, selon le temps consacré à chaque veau après sa naissance (compris entre 0 et 1)

2.1.2 Paramètres

2.1.2.1 Coefficient de diminution de la prévalence de défaut de TIP

Au vu de la littérature, et après avis d'expert, l'efficacité de distribution du colostrum est définie telle que la figure 2.2-1.

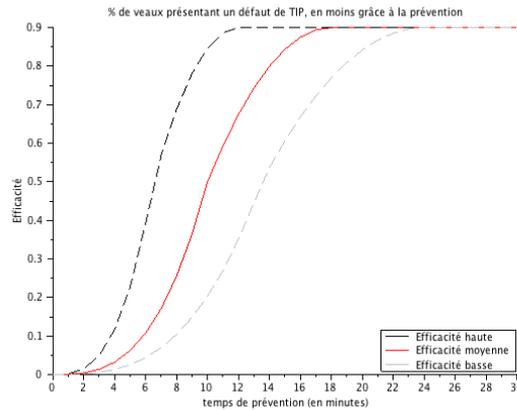


Figure 2.1-1 Coefficient de réduction du défaut de TIP ($Efficacite_t$)

L'efficacité augmente d'abord doucement pour de faibles temps de prévention associés à des quantités de colostrum ingérées modérées. Le temps consacré par veau et tous les dispositifs destinés à favoriser le transfert d'immunité liée sont relativement insuffisants pour être pleinement efficaces. En revanche, à partir du moment où la quantité de colostrum ingérée est suffisante, l'efficacité va rapidement augmenter pour chaque minute supplémentaire de prévention : l'efficacité marginale est maximale.

Enfin, à partir d'un certain temps passé, l' $Efficacite_t$ stagne. Améliorer la distribution du colostrum à ce moment-là conduit à une baisse de l'efficacité marginale puis à une $Efficacite_t$ maximale (efficacité marginale nulle).

Le seuil d'efficacité totale maximale est atteint entre 15 et 20 minutes de prévention, soit le temps moyen nécessaire à un veau pour ingérer une quantité jugée satisfaisante de colostrum telle que définie dans la littérature. Ainsi, Chigerwe (2009) administre en moyenne trois litres de colostrum sur 15 minutes, entre 1 et 4 heures après la naissance, en utilisant un biberon. Cette durée consacrée à chaque veau serait aussi « représentative du maximum de temps qu'un éleveur consentirait à consacrer à nourrir un veau nouveau-né », tout en concédant que cet effort va être influencé par la main-d'œuvre disponible dans l'élevage et par la valeur perçue du veau. Besser et Gay (1994), en se basant sur un essai réalisé avec Lee et publié en

1983, rapportent que 20 minutes sont en moyenne nécessaires pour faire ingérer 2,5 litres de colostrum à un veau âgé d'une heure, via l'usage d'une bouteille, et qu'« un tiers des veaux refusent de téter ce volume après une heure de tentatives pour le nourrir ». Ce dernier point justifie le plafonnement de l'efficacité ($Efficacite_t$). Cependant, le seuil de 33 % a été jugé excessif et un plafonnement à 10 % a été retenu.

Par ailleurs, « la durée nécessaire requise pour qu'un veau ingère approximativement 2,5 litres de colostrum via une bouteille peut varier de quelques minutes à une heure » (Gay, 1984). Pour tenir compte de ces incertitudes une courbe représentant une « efficacité moyenne » (rouge), et deux courbes représentant les efficacités basse et haute sont proposées.

La même courbe d'efficacité est proposée en élevage laitier et allaitant, le temps passé semble identique dans les deux systèmes d'élevage, même si les actions menées pendant ce temps peuvent varier entre le système laitier (traite et biberon) et allaitant (aide à la tétée, traite manuelle et distribution dans quelques rares cas).

L'efficacité va dépendre de très nombreux facteurs dont le veau considéré (race, vigueur, etc.) la personne chargée de distribuer le colostrum (technicité, patience, etc.). Par exemple, dans les élevages familiaux, les personnes chargées de nourrir les veaux sont souvent des membres de la famille et les quantités de colostrum ingérées sont supérieures, reflétant l'intérêt et la patience des soigneurs (Gay, 1984).

La réduction absolue du nombre d'animaux avec défaut de TIP dépend à la fois de $Efficacite_t$ et de $PTIP_0$, tel qu'indiqué dans l'équation (2.6).

2.1.2.2 Coût de la distribution de colostrum

Dix scénarios liés au coût de la distribution de colostrum sont proposés. Le coût total d'un salarié, en tenant compte des charges salariales et patronales (soit 64 % du salaire brut) est retenu égal au *SMIC horaire brut* fixé à 9,53 € au 1^{er} janvier 2014.

Scénarios L1 à L5

Dans le scénario L1, la main-d'œuvre (MO) est considérée comme payée à la minute près. Par exemple, pour 10 minutes par veau (soit 1 000 minutes : 16,6 heures), le coût total de la MO préventive est de 254 €. Ce scénario peut aussi être envisagé comme un coût d'opportunité pour l'éleveur, ce dernier réalisant la distribution de colostrum mais sous-traitant d'autres tâches plus faciles à planifier.

Le coût marginal dans le scénario L2 est d'abord nul, puis va être croissant et enfin décroissant puis identique au scénario L1. Ce scénario vise à représenter un éleveur distribuant lui-même le colostrum à ses veaux : y consacrer une minute supplémentaire va être un peu plus coûteux puis moins coûteux, l'éleveur ayant déjà mis en place un dispositif et une organisation pour la distribution du colostrum. L'éleveur choisit enfin d'embaucher un salarié passé 7 minutes par veau faute de temps, ou sous-traite d'autres activités vu le temps consacré au veau.

Le coût marginal du scénario L3 est faiblement croissant de 0 à 6 minutes, puis fortement croissant passé 6 minutes. Passer cinq minutes avec chaque veau est deux fois moins coûteux dans le scénario L3 que dans le scénario L1. Le coût marginal sera ensuite identique au scénario L1.

Les scénarios L4 et L5 sont issus des scénarios L2 et L3 respectivement, avec un décalage des courbes vers la droite (point de rupture à 7 et 15 minutes pour le scénario L4 et à 12 minutes pour le scénario L5).

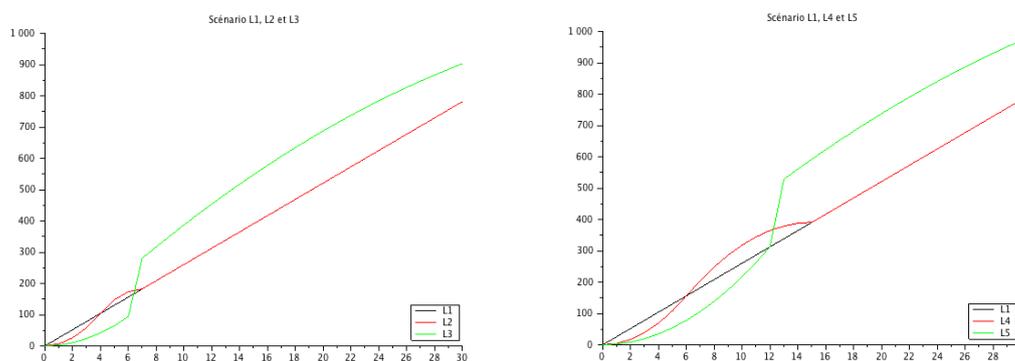


Figure 2.1-2 Coût cumulé pour l'éleveur de la distribution du colostrum à tous les veaux du troupeau selon le temps passé (Scénarios L1, L2 et L3 à gauche et L1, L4 et L5 à droite)

Scénarios L6 et L7

Le *Coeff flexibilité* (2.4) vaut 2 et 3 pour les scénarios L6 et L7 respectivement, comparé à 1 pour le scénario L1 (figure 2.2-3).

Scénario L8

Le coût total est constant dans le scénario L8 (figure 2.2-3) et varie selon trois sous-scénarios. Le coût fixe est « bas » (coût de 7 minutes du scénario L1), « intermédiaire » (coût de 18 minutes du scénario L1) ou « haut » (coût de 30 minutes au scénario L1).

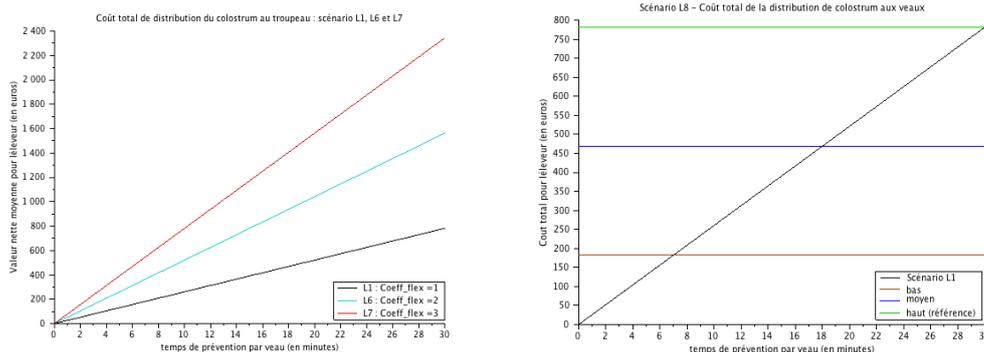


Figure 2.1-3 Coût pour l'éleveur de la distribution du colostrum à tous les veaux du troupeau selon le temps passé (scénarios L1, L6 et L7 à gauche et L8 à droite)

Scénarios L9 et L10

Le coût total du scénario L9 est croissant, avec un coût marginal décroissant de 0 à 20 minutes puis constant (figure 2.2-4). Ce scénario vise à spécifier la situation où une minute supplémentaire est moins coûteuse que les précédentes car l'éleveur a déjà mis en place un dispositif pour distribuer le colostrum à ses veaux, il est organisé et plus efficace (cet effet ne va cependant plus fonctionner après 20 minutes et le coût va cesser d'augmenter pour demeurer constant.

Comme pour le scénario L9, le coût total est croissant, le coût marginal décroissant avec le temps consacré à la distribution du colostrum. Cependant, ici le coût ne cesse jamais d'augmenter, pour atteindre un coût maximal égal au coût associé à 18 minutes du scénario L1.

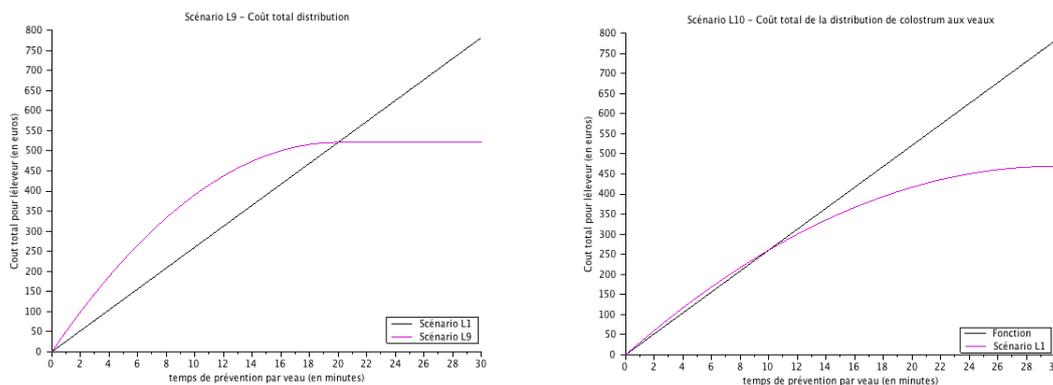


Figure 2.1-4 Coût pour l'éleveur de la distribution du colostrum à tous les veaux du troupeau selon le temps passé (scénario L9 à gauche et L10 à droite)

2.1.3 $PTIP_0$ et Coût_Marginal_DéfautTIP

$PTIP_0$ (sans intervention de la part de l'éleveur) est fixée à 50 % (scénario principal) puis à 30 % ou 80 %. Coût_Marginal_DéfautTIP est fixé comme défini aux scénarios B, A, L et H.

2.2 Résultats

Au-delà de la valeur nette précise que pourra retirer l'éleveur (qui va nécessairement varier dès lors que le coût de la main-d'œuvre varie, mais possiblement dans des proportions relativement faibles), les observations se porteront avant tout sur :

1. S'il est optimal économiquement pour l'éleveur d'investir dans une distribution du colostrum aux veaux après leur naissance.
2. Si oui, quelle est la durée optimale à y consacrer, en notant les changements (s'il y en a) entre les différents scénarios.

2.2.1 Prévalence de défaut de TIP et de troubles

La fig. 2.3-1 représente P_{TIP} pour $P_{TIP_0} = 50\%$.

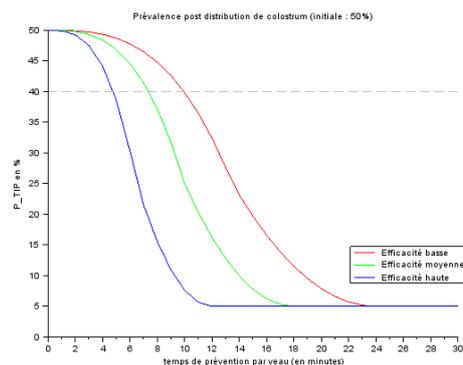


Figure 2.2-1 Prévalence de défaut de TIP après distribution du colostrum

Le tableau 2.2-1 représente les différents résultats de prévalence obtenus. Comme attendu, P_{MORT} et P_{MORBI} diminuent à l'optimum économique par rapport à la situation $t = 0$. Le temps optimal et P_{TIP} optimal sont aussi définis pour chaque scénario L et les coûts unitaires BALH.

Le temps optimal, P_{TIP} optimal, P_{MORT} et P_{MORBI} ne sont modifiés que pour les scénarios L6 et L7 pour lesquels le coût du travail est le plus élevé. Le point de rupture est ainsi défini pour ces scénarios, à savoir 800 € (pour L6) et 1 200 € (pour L7). Au-delà de ce coût total de main-d'œuvre dépensé pour 100 veaux, il est rentable de laisser augmenter P_{TIP} et dégrader les résultats techniques. Aucun des autres scénarios n'atteint ces valeurs, ce qui rend les variantes (L2 à L5 et L8 à L10) caduques. Ces différences observées pour les scénarios L6

et surtout L7 ne se retrouvent que partiellement pour $P_{TIP_0} = 50 \%$ et ne se retrouvent pas pour $P_{TIP_0} = 80 \%$. Dans ces cas, les gains attendus par la baisse de P_{TIP_0} restent supérieurs aux coûts totaux du travail, même si ce dernier est élevé : il y a dans ce cas une bonne valorisation de la main-d'œuvre par la baisse de P_{TIP_0} . La même tendance est observée en laitier (annexe 2), avec un effet légèrement plus fort, en accord avec le coût unitaire légèrement plus faible.

Pour Coût_Marginal_DéfautTIP égal à A, la même tendance, mais moins forte est observée : les résultats de L7 et parfois L6 sont modifiés par rapport aux autres scénarios. Les différences entre B et L d'une part et entre A et H d'autre part sont minimales. Ces observations sont en accord avec Coût_Marginal_DéfautTIP supérieur pour A et H comparé à B et L, conduisant à un recul du point de rupture. (Annexe 2).

Les IP95% sont étroit pour la mortalité, en accord avec la valeur fixe utilisé en paramètre d'entrée, alors qu'ils sont larges pour la morbidité, en accord avec la loi de distribution utilisée en paramètre d'entrée.

		$PTIP_0 = 30 \%$			$PTIP_0 = 50 \%$			$PTIP_0 = 80 \%$		
		Moy	σ	IP	Moy	σ	IP	Moy	σ	IP
t=0	P_mort	6.47	0.08	6.32-6.63	7.58	0.40	6.79-8.36	9.19	0.86	7.50-10.88
	P_Pneumonie	35.01	15.57	4.50-65.53	38.96	17.38	4.89-73.03	45.15	20.59	4.79-85.51
	P_Diarrhée	26.69	14.66	0-55.41	29.12	16.27	0-61.01	32.62	18.37	0-68.63
	P_Omphalite	6.57	0.70	5.19-7.95	7.61	1.17	5.32-9.89	9.17	1.89	5.46-12.87
	P_Septicémie	3.94	0.42	3.12-4.75	4.56	0.69	3.22-5.91	5.52	1.13	3.31-7.73
L1	Temps opt	17			17			18		
	P_TIP opt	0.032			0.053			0.08		
	P_mort	5.01	0.34	4.34-5.69	5.12	0.32	4.50-5.75	5.27	0.27	4.75-5.80
	P_Pneumonie	29.12	13.12	3.53-54.96	29.05	12.93	3.85-54.53	29.62	13.75	2.90-56.79
	P_Diarrhée	23.12	12.83	0-48.46	23.32	12.97	0-48.80	23.65	13.18	0-49.55
	P_Omphalite	5.16	0.07	5.02-5.31	5.28	0.12	5.04-5.51	5.42	0.19	5.05-5.79
	P_Septicémie	3.10	0.04	3.01-3.19	3.17	0.07	3.02-3.31	3.25	0.11	3.03-3.47
L6	Temps opt	16			17			17		
	P_TIP opt	0.038			0.053			0.08		
	P_mort	5.04	0.33	4.39-5.69	5.12	0.32	4.50-5.76	5.29	0.26	4.79-5.80
	P_Pneumonie	29.25	13.07	3.54-54.78	29.66	13.21	3.51-55.27	30.34	13.67	3.63-57.22
	P_Diarrhée	23.63	13.02	0-48.93	23.60	13.03	0-48.92	24.00	13.34	0-50.04
	P_Omphalite	5.20	0.09	5.02-5.37	5.28	0.13	5.03-5.53	5.45	0.20	5.06-5.84
	P_Septicémie	3.12	0.05	3.02-3.22	3.17	0.07	3.02-3.31	3.27	0.12	3.03-3.50
L7	Temps opt	15			16			17		
	P_TIP opt	0.047			0.063			0.08		
	P_mort	5.10	0.32	4.46-5.72	5.18	0.29	4.61-5.76	5.31	0.26	4.79-5.81
	P_Pneumonie	29.22	13.15	3.36-54.92	29.76	13.16	3.90-55.51	30.24	13.56	3.34-56.50
	P_Diarrhée	23.16	12.96	0-48.56	23.41	13.06	0-49.09	23.69	13.22	0-49.90
	P_Omphalite	5.24	0.11	5.03-5.46	5.32	0.15	5.04-5.61	5.44	0.20	5.05-5.83
	P_Septicémie	3.15	0.07	3.02-3.27	3.20	0.09	3.03-3.37	3.27	0.12	3.03-3.50

Tableau 2.2-1 Temps optimum et prévalences des différents troubles à t=0 et à l'optimum_Sce B_AI_ChI_L1, L6 et L7

2.2.2 Valeurs nettes pour le scénario B

2.2.2.1 Valeur nette pour $P_{TIP_0} = 50\%$

2.2.2.1.1 Scénario L1

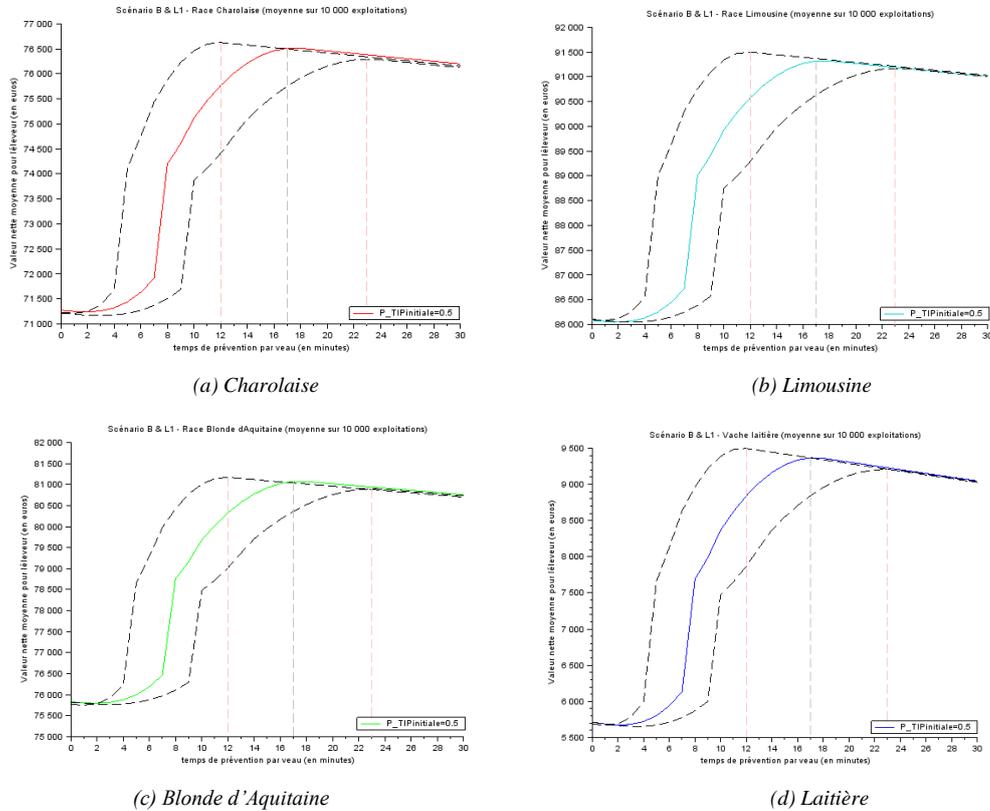


Figure 2.2-2 VN races allaitantes et laitières (Sc B_L1_ $P_{TIP_0} = 50\%$)

La valeur nette (VN) associée à l'investissement en prévention diminue pour de faibles temps consacrés par veau, sans doute car la distribution de colostrum est coûteuse pour l'éleveur, mais pas efficace. De même, pour des temps importants, la valeur nette diminue, car investir en prévention est de plus en plus coûteux sans amélioration de l'efficacité. Cependant, cette baisse est limitée. Pour le scénario moyen, les différences de valeur nette entre les deux situations (avec et sans distribution de colostrum) sont de 5 230 € et 3 640 € pour respectivement l'allaitant et le laitier. Exprimées en pourcentage de la valeur nette, les différences restent toutefois faibles, égales à quelques points de pourcentage.

Le décrochage de la courbe de valeur nette (à 7, 4 et 9 minutes pour respectivement les scénarios bas, moyen et haut) correspond à la baisse de prévalence de défaut de TIP en dessous de 40 % (baisse des coûts unitaires de la diarrhée et des troubles respiratoires liés à la diminution de la pression d'infection).

Le profil des courbes pour les trois races allaitantes est similaire (figure 2.3-3). Seule la situation en élevage Charolais sera rapportée par la suite.

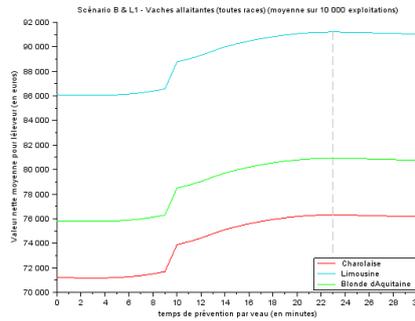


Figure 2.2-3 VN selon la race (Scé B_L1_P_{TIP0} = 50%)

La durée optimale de distribution de colostrum par veau est identique quelle que soit la race ; entre 12 et 23 minutes (18 et 17 minutes en moyenne pour respectivement un élevage allaitant et laitier).

2.2.2.1.2 Scénarios L2 à L5

Le profil de la courbe valeur nette reste le même dans les scénarios L2 à L5 que dans le scénario L1. Les valeurs clés sont reportées dans le tableau 2.3-1.

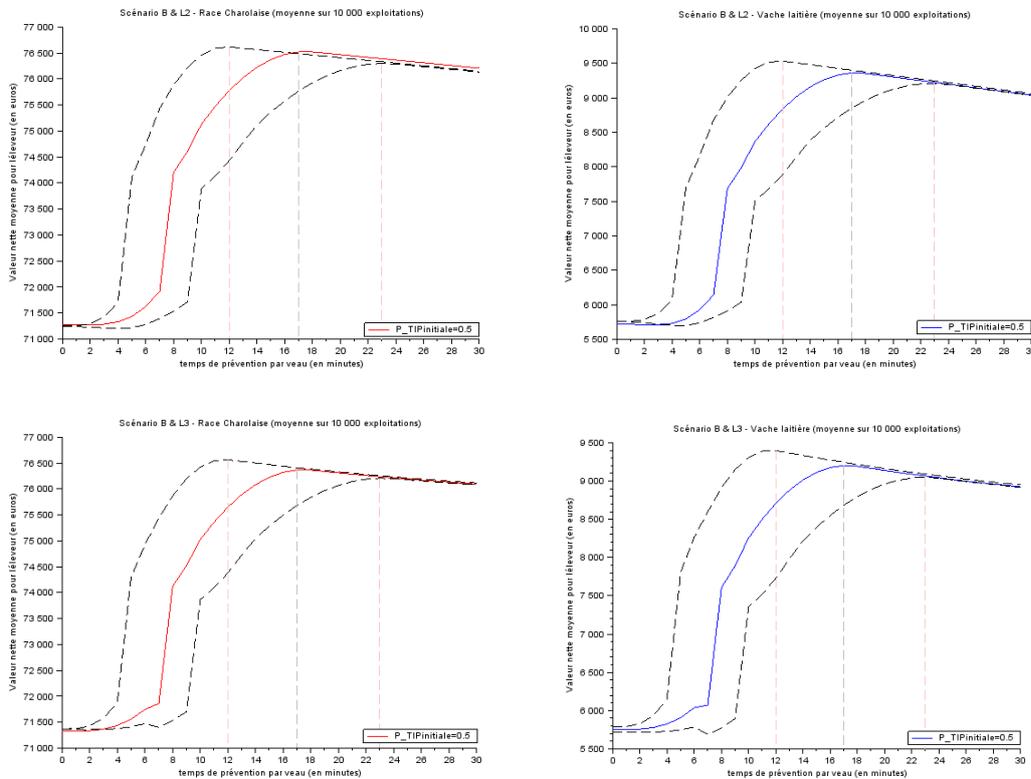


Figure 2.2-4 VN race Ch et lait (Scé B_L2 et L3 de haut en bas_P_{TIP0} = 50%)

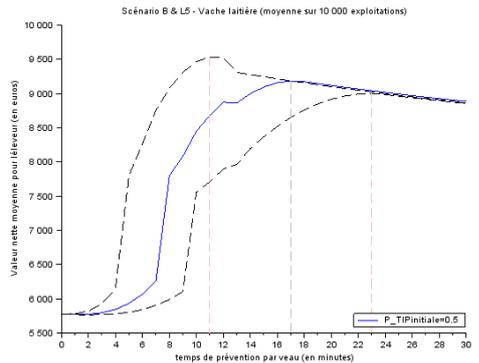
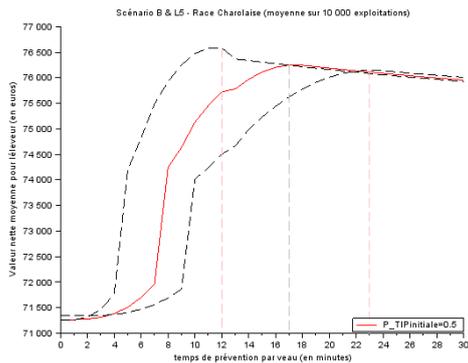
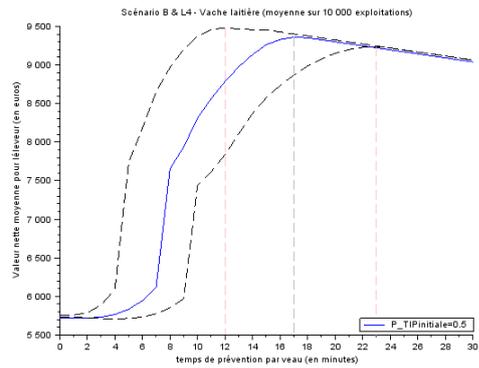
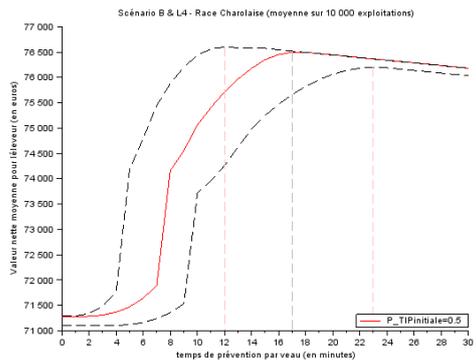


Figure 2.2-5 VN race Ch et lait (Sce B_L4 et L5 de haut en bas $P_{TIP_0} = 50\%$)

2.2.2.1.3 Scénarios L6 et L7

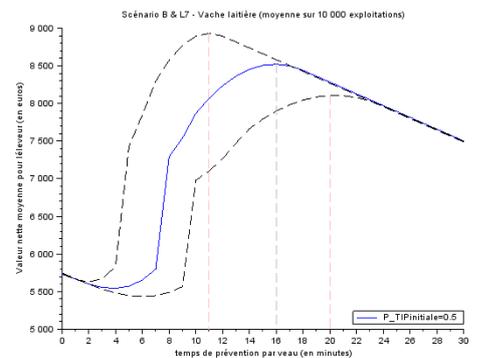
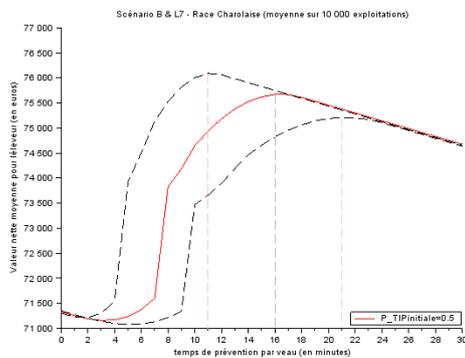
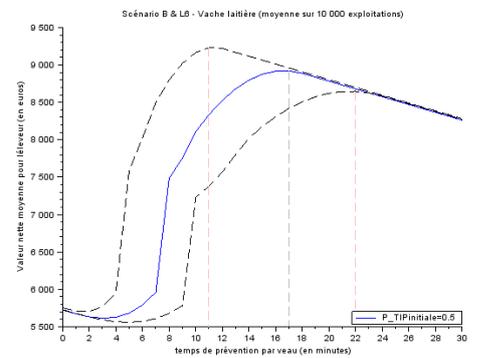
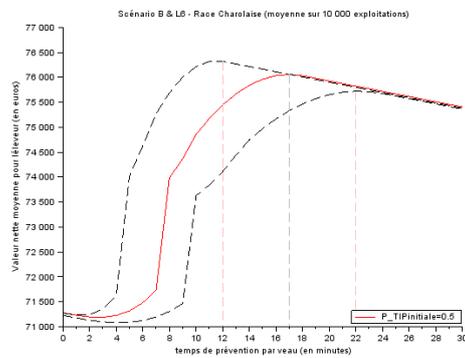


Figure 2.2-6 VN race Ch et lait (Sce B_L6 et L7 de haut en bas $P_{TIP_0} = 50\%$)

Les scénarios L6 et L7 montrent un profil de courbe de VN identique aux précédents, exception faite pour la diminution de la valeur nette pour des temps supérieurs à l'optimum d'autant plus forte que *Coeff flexibilité* est élevé et donc la distribution du colostrum coûteuse (figures 2.3-5 et 2.3-6).

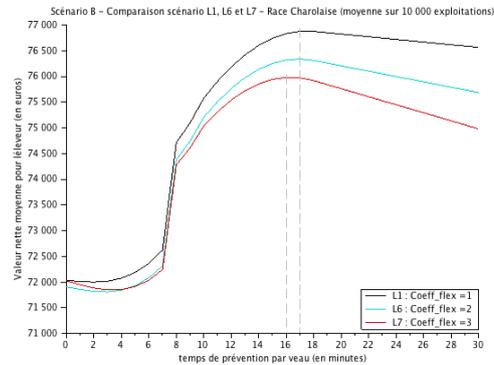


Figure 2.2-7 VN race Ch (Sce B_L1, L6 et L7 de haut en bas $P_{TIP_0} = 50\%$)

L'augmentation du coût de la main-d'œuvre et donc du coût de prévention se traduit ici par un gain attendu (augmentation de valeur nette) inférieur à celui observé pour les autres scénarios (tableau 2.3-1), et surtout une sensibilité importante de ce gain au temps passé. Aussi, si le temps optimal n'est pas modifié dans ce scénario comparé aux autres, il apparaît clairement que cette situation se rapproche du point de rupture.

2.2.2.1.4 Scénarios L8 à L10

Pour le scénario L8, même si le coût de la main-d'œuvre est considéré comme fixe et élevé, il ne conduit pas à un fort changement dans la forme de la courbe de VN (figure 2.3-7). En accord avec ce coût unitaire de prévention fixe, la VN est stable lorsque le temps investi est important.

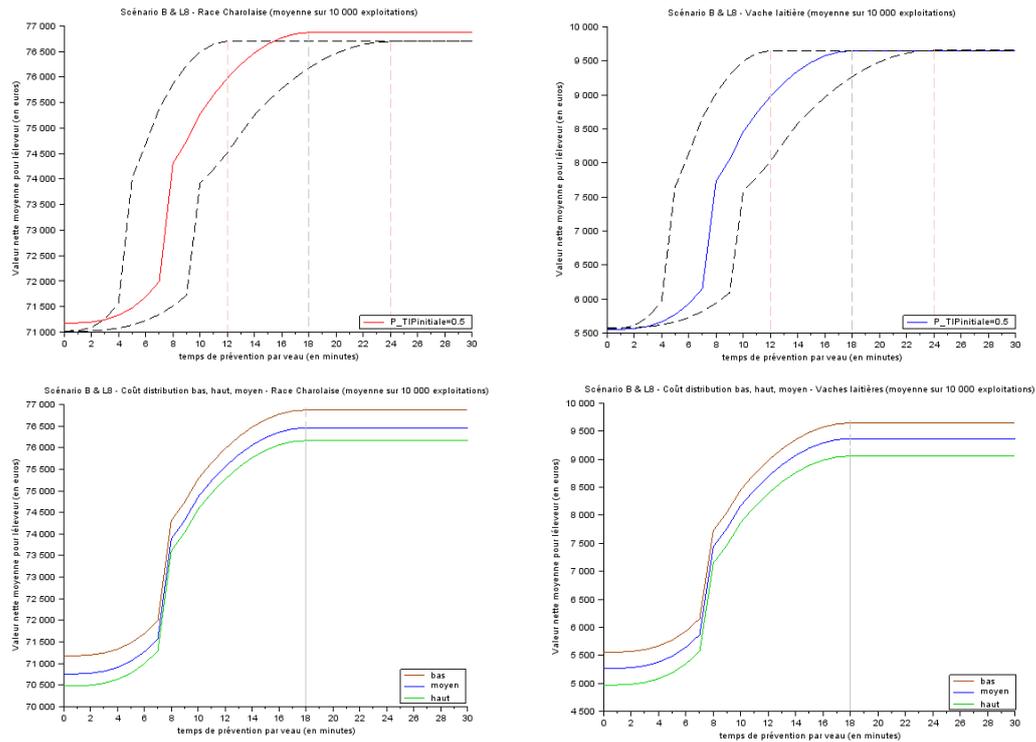


Figure 2.2-8 VN race Ch et lait (Scé B_L8_P_{TIP0} = 50%)

Ce même profil est observé pour les scénarios L9 et L10.

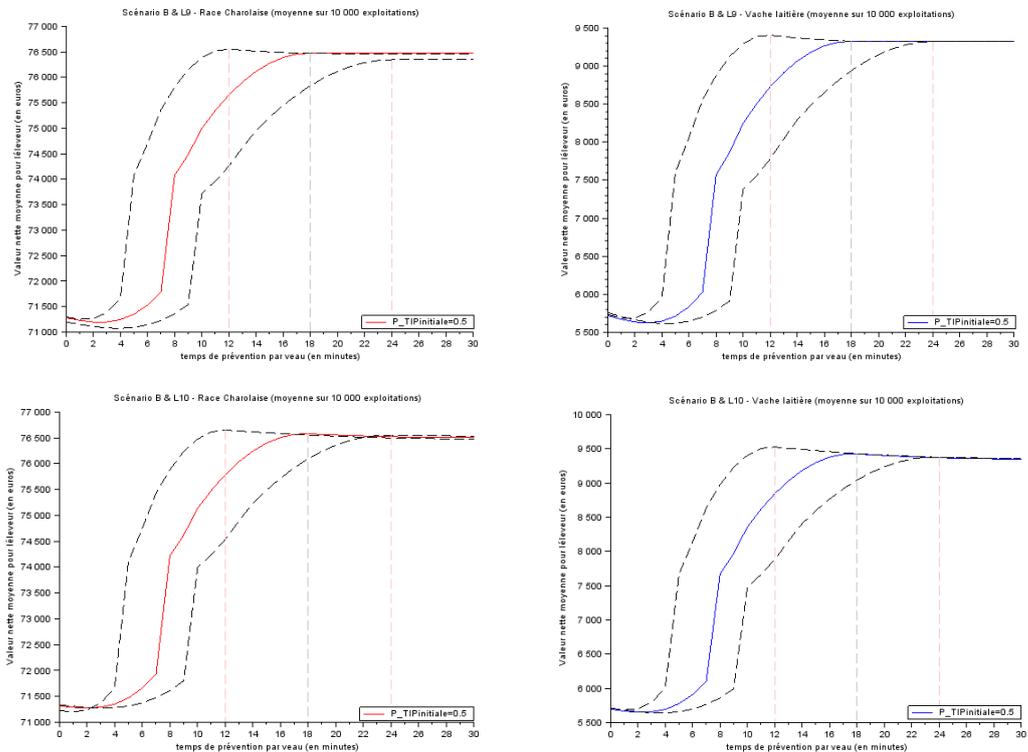


Figure 2.2-9 VN race Ch et lait (Scé B_L9 et L10 de haut en bas_P_{TIP0} = 50%)

2.2.2.1.5 Bilan

Au final, la courbe de la VN suit de manière proche la courbe d'absorption du colostrum (figure). En effet, l'amélioration potentielle de la VN (4 000 € environ) est bien plus importante que le coût total lié à la main-d'œuvre (1 000 € au maximum, 2 400 € pour L7), ce qui explique aussi que la durée optimale ne soit pas affectée.

Le tableau 1.5-1 synthétise les valeurs nettes avant distribution du colostrum (T=0) et à l'optimum économique (T opt) ainsi que la différence de revenu entre les deux. Ceci pour une efficacité de distribution du colostrum moyenne et minimale (min) et maximale (max).

Scénarios		T=0	T opt	min	max	diff	diff min	diff max
L1	Ch	71 376	76 607	76 325	76 675	5 231	5 083	5 392
	Lait	5 714	9 360	9 225	9 501	3 646	3 498	3 803
L2	Ch	71 293	76 525	76 311	76 505	5 232	5 098	5 376
	Lait	5 738	9 382	9 219	9 544	3 644	3 505	3 788
L3	Ch	71 293	76 334	76 273	76 527	5 040	4 856	5 203
	Lait	5 763	9 228	9 070	9 406	3 464	3 284	3 623
L4	Ch	71 194	76 417	76 330	76 554	5 223	5 038	5 318
	Lait	5 718	9 355	9 225	9 470	3 637	3 461	3 732
L5	Ch	71 278	76 271	76 089	76 661	4 992	4 856	5 383
	Lait	5 734	9 141	8 992	9 543	3 407	3 266	3 808
L6	Ch	71 342	76 115	75 783	76 294	4 773	4 452	5 031
	Lait	5 757	8 946	8 661	9 250	3 190	2 879	3 454
L7	Ch	71 372	75 712	75 209	76 086	4 341	3 904	4 756
	Lait	5 741	8 515	8 084	8 919	2 774	2 349	3 192
L8	Ch	70 485	76 194	76 232	76 206	5 709	5 651	5 678
	Lait	4 930	9 042	9 063	9 060	4 112	4 061	4 089
L9	Ch	71 143	76 336	76 286	76 459	5 192	5 213	5 253
	Lait	5 703	9 295	9 317	9 379	3 592	3 615	3 659
L10	Ch	71 284	76 562	76 590	76 626	5 278	5 230	5 429
	Lait	5 775	9 465	9 377	9 558	3 690	3 639	3 830

Tableau 2.2-2 VN en € sans distribution de colostrum, au temps optimum et différence entre les deux en élevage Ch et Lait_Sce B_

$$P_{TIP_0} = 50\%$$

2.2.2.2 Valeur nette pour $P_{TIP_0} = 30\%$

La VN initiale est plus élevée que pour $P_{TIP_0} = 50\%$. Seuls les scénarios d'intérêt L1, L6 et L7 sont présentés, les autres étant rapportés en annexe 3.

2.2.2.3.1 Scénario L1

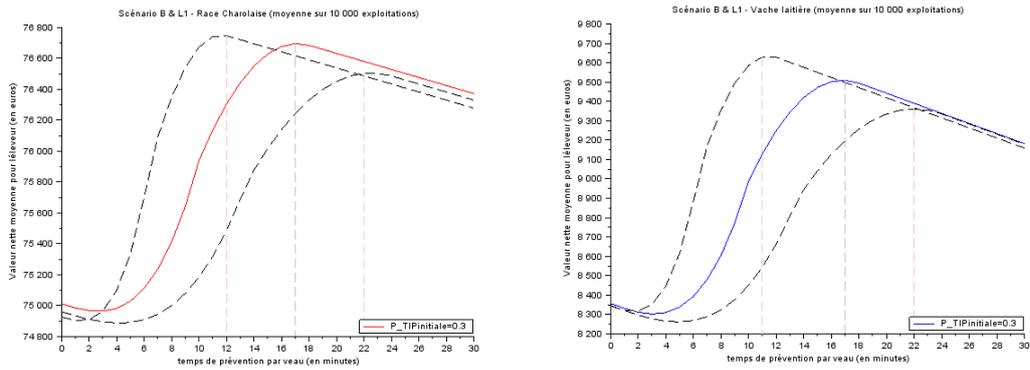


Figure 2.2-10 VN race Ch et lait (Sce B_L1_ $P_{TIP_0} = 30\%$)

Le profil de la courbe reste proche de celle avec $P_{TIP_0} = 50\%$, même si la baisse de la VN après l'optimum est plus forte. En revanche, le gain financier (ΔVN) fait par l'éleveur en passant du temps à donner du colostrum à ses veaux est inférieur à celui observé pour $P_{TIP_0} = 50\%$.

2.2.2.3.2 Scénarios L6 et L7

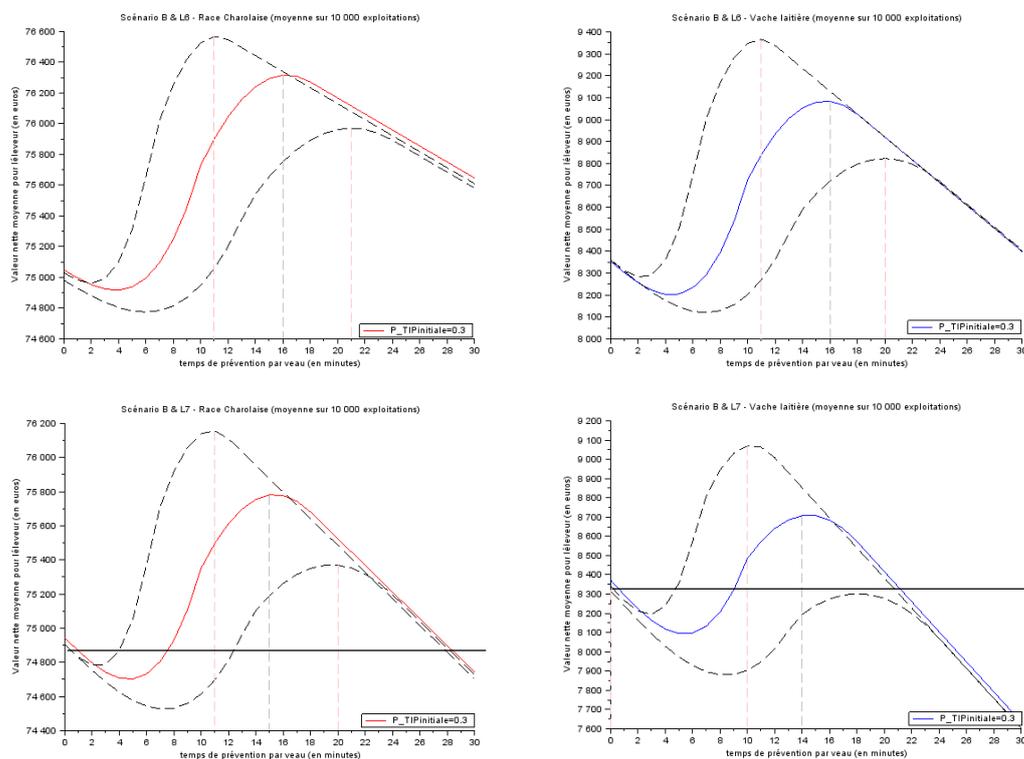


Figure 2.2-11 VN race Ch et lait (Sce B_L6 et L7_P_{TIP0} = 30%)

Le scénario L7, avec un coût marginal de main-d'œuvre à forte croissance conduit à une situation globalement plus complexe avec :

- un optimal économique très étroit, lié à un temps à consacrer à chaque veau de 15 minutes (intervalle de 11 à 19 minutes) ;
- une contre productivité économique à consacrer peu de temps par rapport à ne rien faire (loi du tout ou rien) ;
- une baisse rapide de la VN après l'optimum économique.

Les valeurs des différents scénarios sont rassemblées en annexe (annexe 2).

Scénarios		T=0	T opt	min	max	diff	diff min	diff max
L1	Ch	74 919	76 577	76 448	76 694	1 659	1 537	1 827
	Lait	8 363	9 494	9 342	9 640	1 131	1 008	1 293
L2	Ch	75 005	76 683	76 524	76 829	1 678	1 522	1 823
	Lait	8 359	9 506	9 367	9 642	1 147	996	1 293
L3	Ch	74 939	76 443	76 298	76 654	1 505	1 382	1 687
	Lait	8 379	9 352	9 210	9 513	973	851	1 161
L4	Ch	74 943	76 653	76 423	76 661	1 710	1 552	1 770
	Lait	8 317	9 493	9 355	9 564	1 176	1 024	1 237
L5	Ch	74 918	76 422	76 278	76 788	1 504	1 334	1 861
	Lait	8 307	9 273	9 145	9 648	965	802	1 329
L6	Ch	74 843	76 081	75 866	76 600	1 238	975	1 569
	Lait	8 367	9 085	8 818	9 364	718	465	1 035
L7	Ch	74 963	75 805	75 388	76 103	843	457	1 278
	Lait	8 335	8 673	8 335	9 080	338	0	752
L8	Ch	74 136	76 286	76 334	76 357	2 151	2 180	2 156
	Lait	7 554	9 166	9 152	9 177	1 612	1 637	1 617
L9	Ch	74 985	76 615	76 553	76 702	1 630	1 615	1 727
	Lait	8 353	9 445	9 438	9 513	1 092	1 081	1 186
L10	Ch	74 926	76 691	76 717	76 803	1 765	1 710	1 851
	Lait	8 312	9 541	9 525	9 640	1 229	1 171	1 312

Tableau 2.2-3 VN en € sans distribution de colostrum, au temps optimum et différence entre les deux en élevage Ch et Lait_Sce B_

$$P_{TIP_0} = 30\%$$

2.2.2.4 Valeur nette $P_{TIP_0} = 80\%$

Le profil de la valeur nette selon le temps passé à distribuer le colostrum est le même que celui observé lorsque la prévalence était de 50%. Avec toutefois une pente après l'optimum plus faible due au fait que dans ce type de profil, les gains de l'éleveur après prévention sont d'autant plus grands que la prévalence initiale de TIP est élevée.

De même, il est toujours optimal d'investir environ 18 minutes en prévention (entre 12 et 23 minutes quel que soit le type d'élevage).

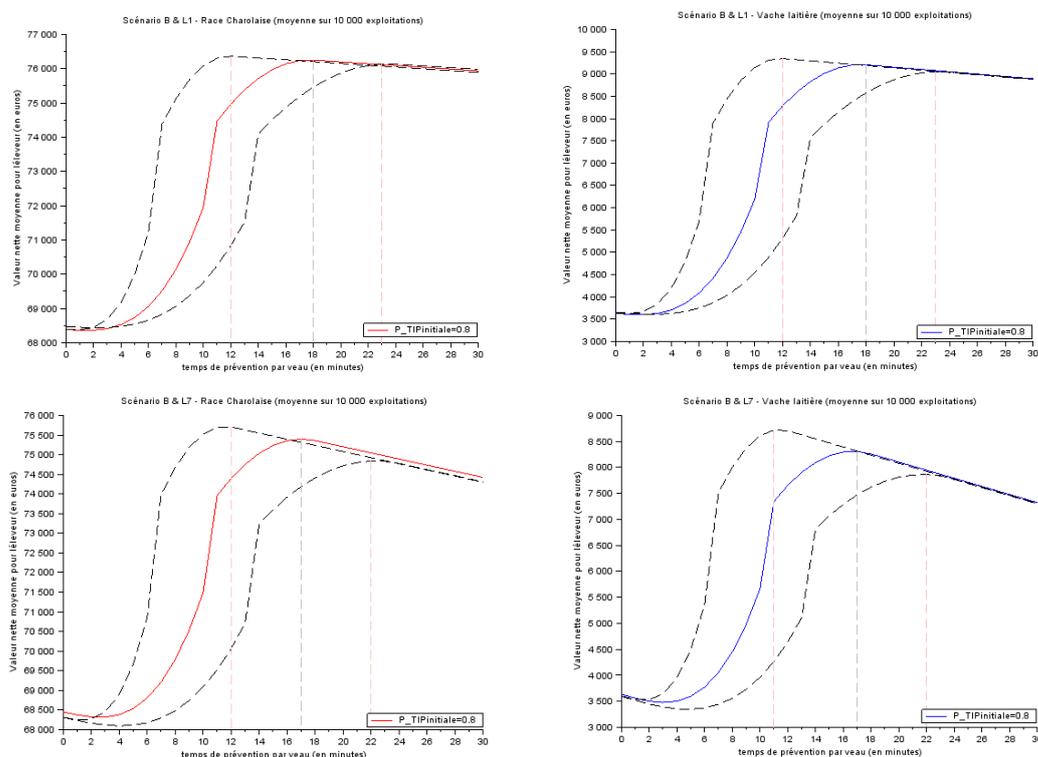


Figure 2.2-12 VN race Ch et lait (Sce B_L1 et L7 de haut en bas $P_{TIP_0} = 80\%$)

Les courbes observées sont proches de celles avec $P_{TIP_0} = 50\%$, y compris une faible baisse relative de la VN après l'optimum économique. Le temps optimal à consacrer à la distribution du colostrum se situe à 17 minutes en moyenne.

Scénarios		T=0	T opt	min	max	diff	diff min	diff max
L1	Ch	68 337	76 204	76 142	76 447	7 867	7 691	8 043
	Lait	3 603	9 177	9 038	9 334	5 574	5 411	5 755
L2	Ch	68 431	76 275	76 078	76 377	7 845	7 735	8 025
	Lait	3 621	9 182	9 011	9 298	5 561	5 438	5 747
L3	Ch	68 412	76 058	76 037	76 303	7 646	7 489	7 838
	Lait	3 654	9 018	8 902	9 201	5 363	5 216	5 555
L4	Ch	68 414	76 258	76 129	76 362	7 843	7 690	7 981
	Lait	3 615	9 167	9 030	9 294	5 552	5 410	5 694
L5	Ch	68 346	75 989	75 897	76 368	7 643	7 489	8 020
	Lait	3 620	8 981	8 835	9 331	5 361	5 207	5 740
L6	Ch	68 395	75 756	75 483	76 128	7 361	7 147	7 691
	Lait	3 670	8 758	8 455	9 015	5 088	4 858	5 398
L7	Ch	68 374	75 376	74 970	75 798	7 002	6 493	7 355
	Lait	3 583	8 305	7 899	8 745	4 722	4 222	5 084
L8	Ch	67 626	75 911	76 022	75 915	8 284	8 271	8 356
	Lait	2 863	8 870	8 890	8 874	6 007	6 001	6 072
L9	Ch	68 419	76 228	76 246	76 340	7 809	7 765	7 888
	Lait	3 621	9 143	9 144	9 235	5 522	5 482	5 595
L10	Ch	68 450	76 307	76 180	76 490	7 857	7 799	8 015
	Lait	3 695	9 289	9 213	9 338	5 594	5 531	5 740

Tableau 2.2-4 VN en € sans distribution de colostrum, au temps optimum et différence entre les deux, en Ch et Lait_Sce B_P_{TIP0} = 50 %

2.2.3 Valeurs nettes pour le scénario A

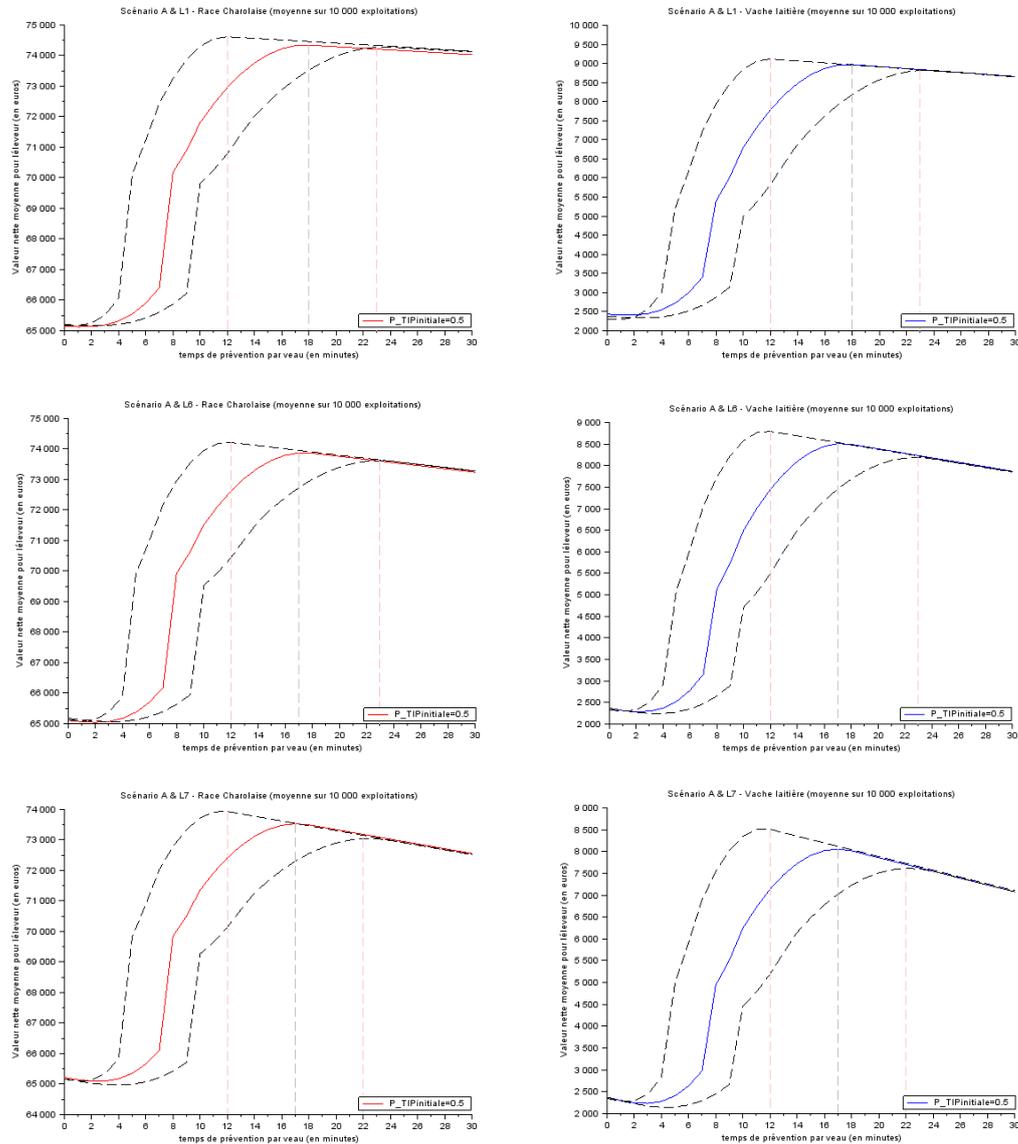


Figure 2.2-13 VN race Ch et Lait (Scé A_L1, L6 et L7 de haut en bas $P_{TIP_0} = 50\%$)

Il n'y a pas de différences majeures dans les résultats comparés aux résultats obtenus avec les paramètres du scénario B. Comme pour B, le temps optimal diminue pour L5 et L7 comparé à L1, signifiant le début du point de rupture. La valeur nette à l'optimum est légèrement inférieure par rapport au scénario B (-800 € pour un élevage laitier et -1 700 € pour un élevage allaitant) due au coût unitaire de défaut de TIP plus élevé (tableau 1.3-2).

		T=0	T opt	min	max	diff	diff min	diff max
L1	Cha	65 152	74 343	74 278	74 617	9 192	9 077	9 439
	Lait	2 435	8 970	8 820	9 118	6 535	6 442	6 811
L2	Cha	65 278	74 527	74 264	74 596	9 248	9 171	9 390
	Lait	2 356	8 954	8 775	9 107	6 597	6 581	6 753
L3	Cha	65 132	74 226	74 099	74 347	9 093	8 906	9 250
	Lait	2 326	8 790	8 631	8 950	6 464	6 243	6 613
L4	Cha	65 115	74 379	74 291	74 565	9 264	9 085	9 358
	Lait	2 294	8 932	8 797	9 037	6 639	6 445	6 716
L5	Cha	65 025	74 073	74 149	74 597	9 048	8 896	9 387
	Lait	2 289	8 718	8 576	9 098	6 429	6 258	6 740
L6	Cha	65 111	73 876	73 625	74 217	8 765	8 453	9 098
	Lait	2 363	8 508	8 189	8 794	6 146	5 822	6 461
L7	Cha	65 217	73 534	73 046	73 937	8 317	7 874	8 778
	Lait	2 377	8 056	7 617	8 510	5 680	5 245	6 161
L8	Cha	64 438	74 146	74 089	74 025	9 708	9 712	9 689
	Lait	1 548	8 620	8 624	8 635	7 073	7 074	7 058
L9	Cha	65 006	74 297	74 296	74 489	9 291	9 221	9 258
	Lait	2 192	8 887	8 874	8 993	6 696	6 610	6 599
L10	Cha	65 298	74 535	74 474	74 494	9 238	9 227	9 408
	Lait	2 439	9 030	8 984	9 111	6 590	6 608	6 796

Tableau 2.2-5 VN en € sans distribution de colostrum, au temps optimum et différence entre les deux, en Ch et Lait_Sce A_ $P_{TIP_0} = 50\%$

Pour $P_{TIP_0} = 80\%$, la valeur nette en élevage laitier est négative s'il y a peu d'investissement dans la prévention. Dans ce cas, le nombre de traitements et de morts conduit à une perte d'argent sur le poste vente des veaux. La valeur nette inclut aussi des animaux à acheter pour compenser les femelles mortes, via le coût du défaut de TIP.

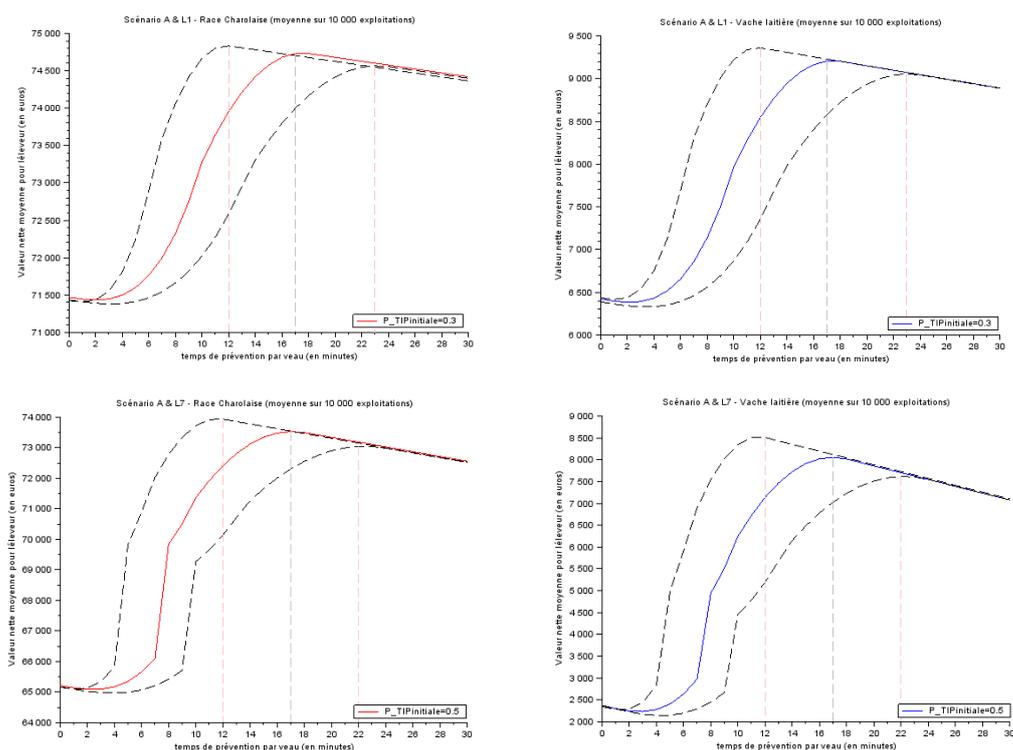


Figure 2.2-14 VN race Ch et Lait (Scé A, L1 et L7 de haut en bas) $P_{TIP_0} = 30\%$

		T=0	T opt	min	max	diff	diff min	diff max
L1	Cha	71 471	74 732	74 567	74 834	3 261	3 130	3 407
	Lait	6 421	9 206	9 056	9 359	2 785	2 667	2 923
L2	Cha	71 425	74 702	74 625	74 757	3 277	3 112	3 417
	Lait	6 375	9 177	9 052	9 334	2 803	2 632	2 936
L3	Cha	71 489	74 570	74 475	74 695	3 081	2 958	3 254
	Lait	6 442	9 044	8 890	9 221	2 602	2 483	2 769
L4	Cha	71 468	74 730	74 548	74 688	3 262	3 112	3 363
	Lait	6 404	9 191	9 062	9 292	2 787	2 641	2 893
L5	Cha	71 541	74 624	74 339	74 898	3 083	2 934	3 442
	Lait	6 399	8 999	8 828	9 346	2 600	2 449	2 960
L6	Cha	71 313	74 146	73 973	74 465	2 833	2 542	3 096
	Lait	6 392	8 755	8 439	9 039	2 363	2 078	2 618
L7	Cha	71 354	73 796	73 416	74 206	2 441	1 968	2 816
	Lait	6 320	8 318	7 895	8 748	1 997	1 514	2 345
L8	Cha	70 589	74 341	74 388	74 434	3 751	3 754	3 791
	Lait	5 616	8 884	8 866	8 864	3 268	3 280	3 324
L9	Cha	71 410	74 630	74 628	74 722	3 220	3 189	3 308
	Lait	6 404	9 138	9 158	9 241	2 734	2 694	2 827
L10	Cha	71 421	74 778	74 766	74 849	3 357	3 296	3 454
	Lait	6 401	9 272	9 200	9 368	2 872	2 814	2 979

Tableau 2.2-6 VN en € sans distribution de colostrum, au temps optimum et différence entre les deux en Ch et Lait, Scé A, $PTIP_0 = 30\%$

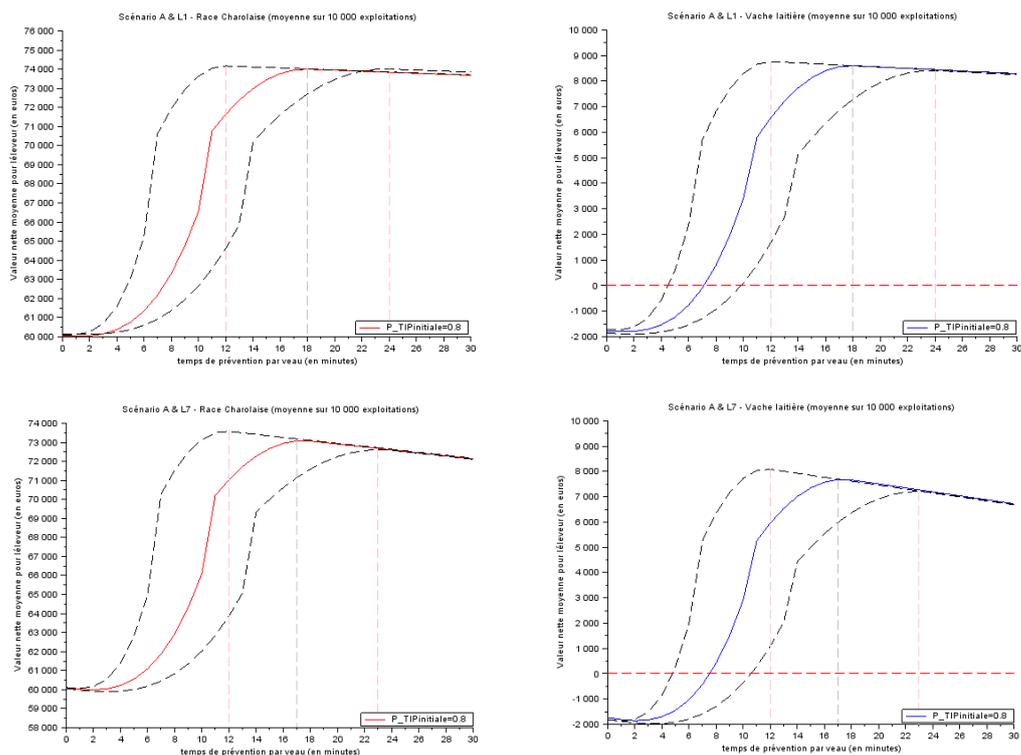


Figure 2.2-15 VN race Ch et Lait (Sce A, L1 et L7 de haut en bas) $P_{TIP_0} = 80\%$

		T=0	T opt	min	max	diff	diff min	diff max
L1	Cha	60 046	73 996	74 005	74 171	13 950	13 844	14 059
	Lait	-1 785	8 602	8 410	8 765	10 387	10 273	10 498
L2	Cha	60 135	74 011	73 874	74 084	13 876	13 689	14 047
	Lait	-1 672	8 600	8 457	8 738	10 272	10 097	10 473
L3	Cha	60 022	73 851	73 707	74 031	13 830	13 536	13 866
	Lait	-1 860	8 418	8 255	8 607	10 278	9 915	10 267
L4	Cha	60 089	74 004	73 776	74 079	13 915	13 679	13 987
	Lait	-1 763	8 594	8 442	8 696	10 357	10 106	10 464
L5	Cha	60 035	73 763	73 595	74 104	13 729	13 518	14 064
	Lait	-1 774	8 378	8 193	8 746	10 153	9 945	10 464
L6	Cha	60 021	73 452	73 208	73 888	13 431	13 108	13 749
	Lait	-1 802	8 095	7 809	8 433	9 897	9 533	10 178
L7	Cha	60 096	73 076	72 616	73 573	12 980	12 562	13 457
	Lait	-1 737	7 683	7 215	8 088	9 420	9 017	9 900
L8	Cha	59 329	73 669	73 667	73 699	14 340	14 464	14 347
	Lait	-2 486	8 292	8 250	8 288	10 778	10 941	10 797
L9	Cha	60 254	74 033	74 031	73 975	13 778	13 921	13 933
	Lait	-1 671	8 545	8 541	8 609	10 215	10 399	10 417
L10	Cha	60 061	74 053	73 968	74 203	13 992	13 918	14 080
	Lait	-1 743	8 680	8 634	8 761	10 423	10 368	10 490

Tableau 2.2-7 VN en € sans distribution de colostrum, au temps optimum et différence entre les deux en Ch et Lait, Sce A, $PTIP_0 = 80\%$

2.2.4 Valeurs nettes pour le scénario L

2.2.4.1 Valeur nette pour $P_{TIP_0} = 50\%$

Les valeurs nettes de l'éleveur sans prévention sont inférieures aux autres scénarios.

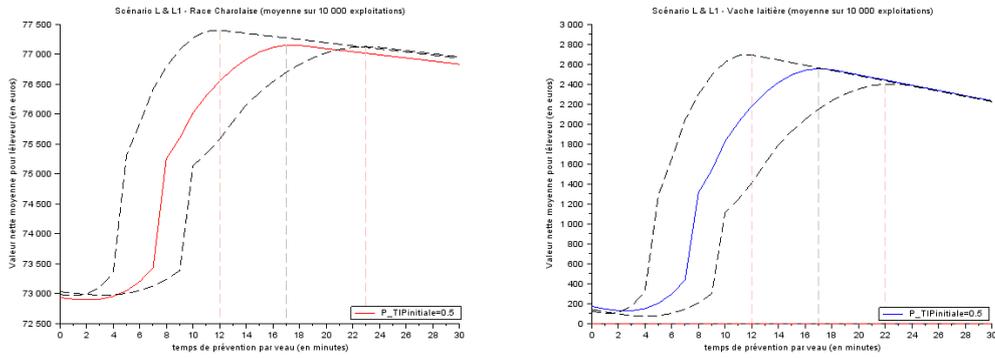


Figure 2.2-16 VN race Ch et Lait (Sc L_L1_ $P_{TIP_0} = 50\%$)

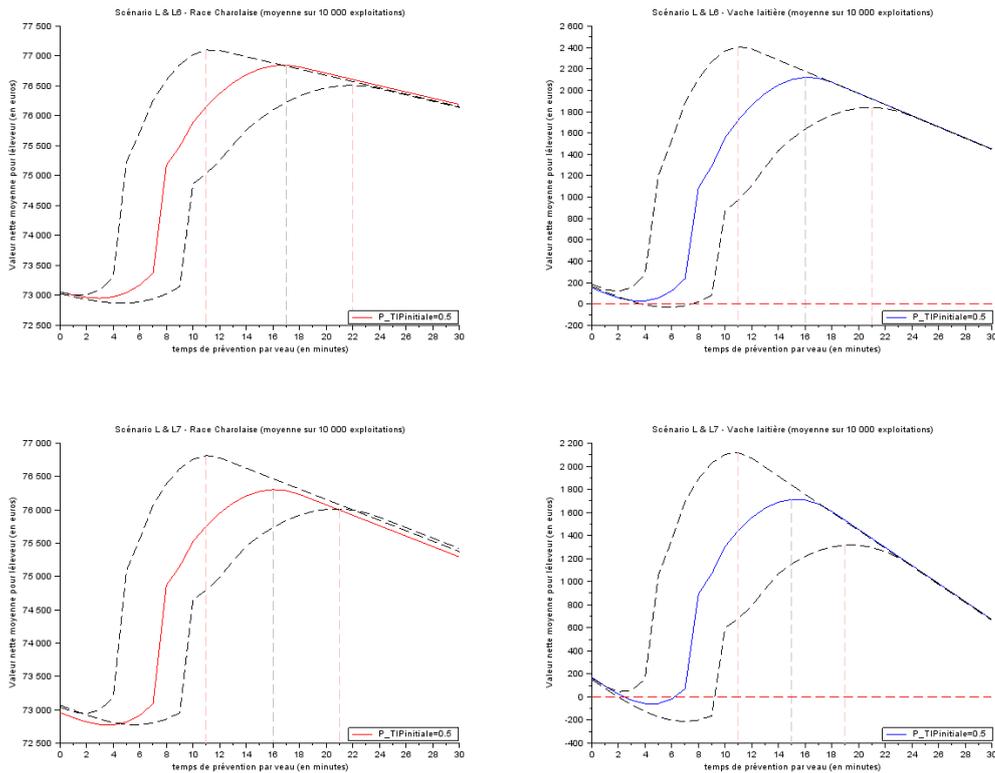


Figure 2.2-17 VN race Ch et lait (Sc L_L6 et L7 de haut en bas_ $P_{TIP_0} = 50\%$)

De la même façon que précédemment, avec l'augmentation du coût de distribution, le temps optimal de prévention diminue légèrement au fil des scénarios.

Pour le scénario L7, au terme des 30 minutes de prévention, le gain pour l'éleveur est quasiment nul. Il est donc probable que pour des prévalences de défaut de TIP plus faibles, la rentabilité de la prévention pour ce scénario sera restreinte à un intervalle de temps de distribution réduit. Aucune différence majeure n'est observée par comparaison avec le scénario B, en accord avec des coûts unitaires très proches entre les deux scénarios (tableau 1.3-2).

		T=0	T opt	min	max	diff	diff min	diff max
L1	Cha	72 935	77 156	77 132	77 406	4 221	4 096	4 418
	Lait	174	2 560	2 404	2 696	2 386	2 258	2 571
L2	Cha	73 002	77 264	77 073	77 491	4 262	4 070	4 377
	Lait	101	2 527	2 410	2 688	2 426	2 233	2 537
L3	Cha	72 975	77 051	76 847	77 297	4 076	3 912	4 256
	Lait	148	2 387	2 256	2 553	2 239	2 076	2 416
L4	Cha	73 020	77 261	77 063	77 239	4 241	4 099	4 328
	Lait	136	2 539	2 393	2 631	2 403	2 259	2 483
L5	Cha	72 973	76 975	76 918	77 423	4 002	3 853	4 368
	Lait	178	2 347	2 192	2 722	2 169	2 019	2 545
L6	Cha	73 057	76 849	76 511	77 102	3 792	3 480	4 044
	Lait	152	2 122	1 840	2 409	1 969	1 673	2 224
L7	Cha	72 959	76 304	76 014	76 815	3 345	2 943	3 775
	Lait	171	1 713	1 316	2 118	1 542	1 165	1 953
L8	Cha	72 287	76 980	76 933	76 914	4 693	4 675	4 694
	Lait	-636	2 215	2 237	2 240	2 851	2 840	2 856
L9	Cha	73 009	77 209	77 205	77 277	4 200	4 156	4 266
	Lait	135	2 494	2 481	2 574	2 359	2 318	2 423
L10	Cha	73 140	77 417	77 321	77 395	4 277	4 222	4 389
	Lait	179	2 623	2 557	2 714	2 444	2 388	2 555

Tableau 2.2-8 VN en € sans distribution de colostrum, au temps optimum et différence entre les deux, en Ch et Lait_Sce L_P_{TIP0} = 50 %

2.2.4.2 Valeur nette pour $P_{TIP_0} = 30\%$

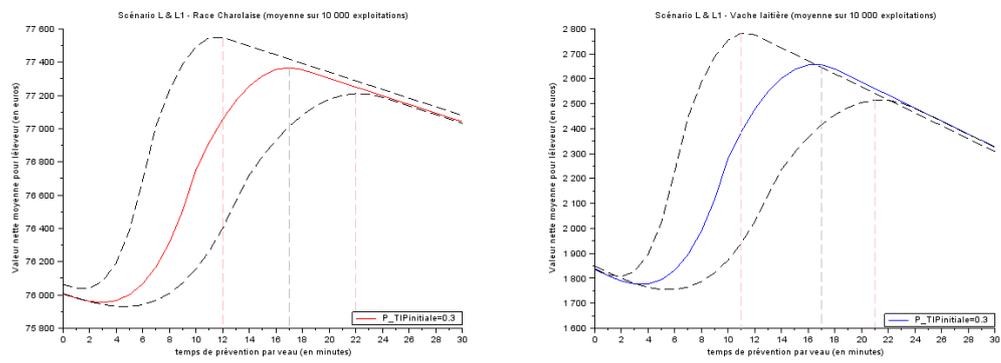


Figure 2.2-18 VN race Ch et Lait (Sce L_L1_ $P_{TIP_0} = 30\%$)

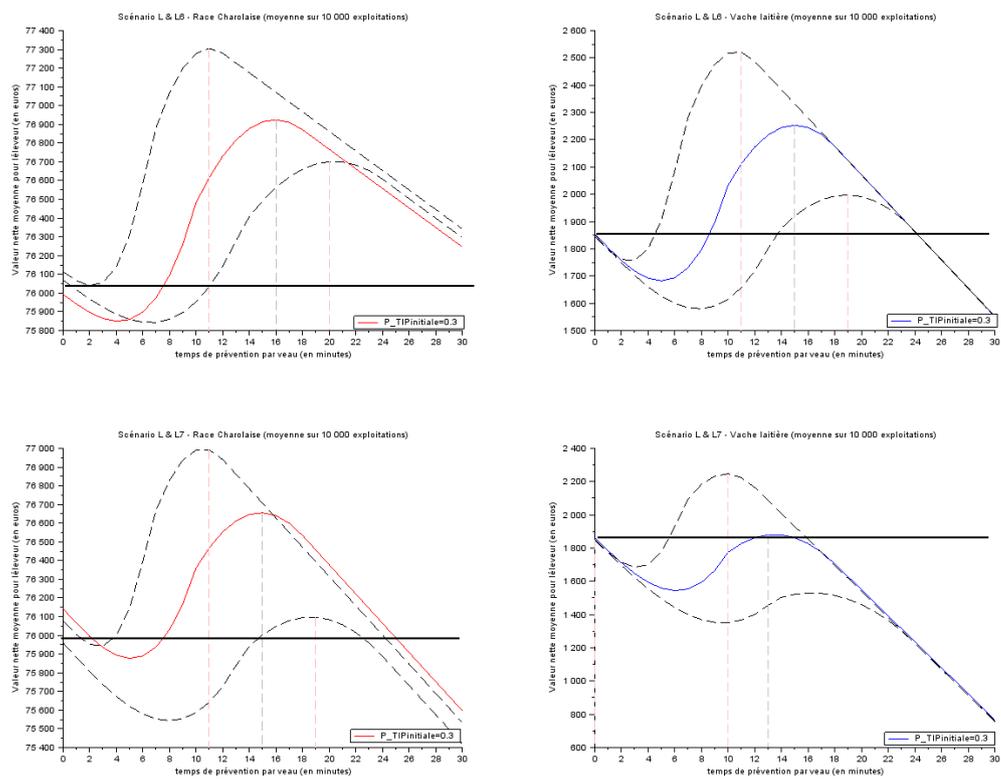


Figure 2.2-19 VN race Ch et Lait (Sce L_L6 et L7 de haut en bas_ $P_{TIP_0} = 30\%$)

		T=0	T opt	min	max	diff	diff min	diff max
L1	Cha	76 006	77 368	77 212	77 549	1 363	1 203	1 485
	Lait	1 836	2 657	2 514	2 784	821	664	946
L2	Cha	75 974	77 348	77 259	77 526	1 374	1 205	1 509
	Lait	1 817	2 644	2 505	2 794	827	665	967
L3	Cha	75 980	77 190	77 170	77 422	1 209	1 035	1 358
	Lait	1 819	2 483	2 365	2 681	664	494	817
L4	Cha	76 005	77 353	77 244	77 472	1 347	1 225	1 445
	Lait	1 851	2 656	2 505	2 735	804	686	900
L5	Cha	76 001	77 148	76 916	77 601	1 146	965	1 521
	Lait	1 843	2 477	2 297	2 820	634	429	982
L6	Cha	76 134	77 057	76 796	77 248	924	655	1 218
	Lait	1 855	2 253	1 998	2 521	398	147	676
L7	Cha	76 143	76 656	76 097	76 992	513	136	913
	Lait	1 863	1 879	1 850	2 247	16	0	396
L8	Cha	75 289	77 089	77 109	77 077	1 800	1 806	1 801
	Lait	1 082	2 336	2 325	2 330	1 254	1 262	1 254
L9	Cha	76 099	77 390	77 372	77 466	1 291	1 281	1 383
	Lait	1 831	2 579	2 579	2 672	748	737	841
L10	Cha	76 036	77 433	77 366	77 472	1 397	1 361	1 510
	Lait	1 851	2 708	2 654	2 804	857	817	966

Tableau 2.2-9 VN en € sans distribution de colostrum, au temps optimum et différence entre les deux en Ch et Lait, $Sc_e L$, $P_{TIP_0} = 30\%$

Cette situation représente le cas extrême, avec un coût marginal de main-d'œuvre à forte croissance (L6 et surtout L7) et avec P_{TIP_0} minimale et coût marginal de TIP bas (bien que proche de la situation B). Comme pour B et $P_{TIP_0} = 30\%$, il en résulte pour L6 et L7 :

- un optimal économique très étroit, lié à un temps à consacrer à chaque veau réduit de 1 à 2 minutes par rapport à L1 ;
- une contre productivité économique à consacrer peu de temps par rapport à ne rien faire (loi du tout ou rien) ;
- une baisse rapide de la VN après l'optimum économique, conduisant très rapidement à une baisse d'argent.

Comme décrit précédemment, P_{TIP} optimal, P_{MORT} et P_{MORBI} sont modifiées par rapport à L1.

2.2.4.3 Valeur nette pour $P_{TIP_0} = 80\%$

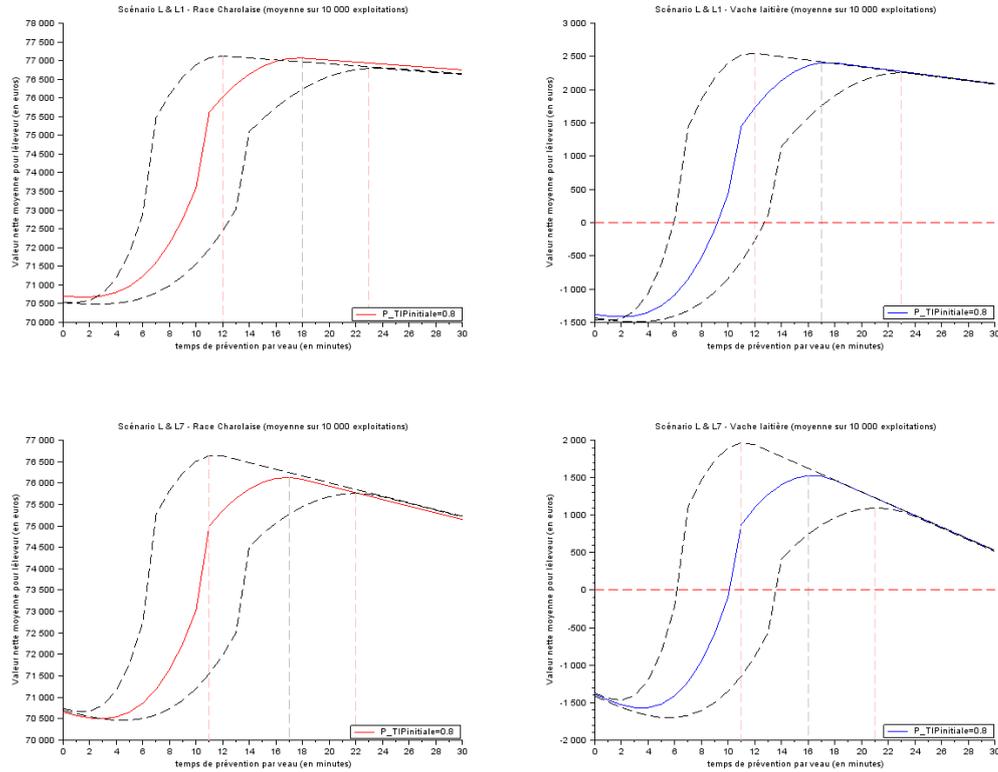


Figure 2.2-20 VN race Ch et Lait (Sc L_L1 et L7 de haut en bas $P_{TIP_0} = 80\%$)

		T=0	T opt	min	max	diff	diff min	diff max
L1	Cha	70 704	77 064	76 792	77 121	6 361	6 263	6 578
	Lait	-1 380	2 406	2 257	2 549	3 786	3 692	4 003
L2	Cha	70 704	77 064	76 792	77 121	6 361	6 263	6 578
	Lait	-1 380	2 406	2 257	2 549	3 786	3 692	4 003
L3	Cha	70 697	77 058	76 916	77 069	6 362	6 245	6 465
	Lait	-1 376	2 413	2 262	2 515	3 789	3 678	3 889
L4	Cha	70 697	77 058	76 916	77 069	6 362	6 245	6 465
	Lait	-1 376	2 413	2 262	2 515	3 789	3 678	3 889
L5	Cha	70 630	76 825	76 722	77 210	6 195	6 064	6 614
	Lait	-1 423	2 185	2 039	2 552	3 608	3 481	4 020
L6	Cha	70 673	76 556	76 273	76 969	5 883	5 615	6 208
	Lait	-1 337	1 980	1 669	2 258	3 318	3 053	3 629
L7	Cha	70 650	76 130	75 759	76 640	5 480	5 065	5 903
	Lait	-1 389	1 529	1 097	1 967	2 918	2 510	3 340
L8	Cha	69 819	76 660	76 719	76 749	6 841	6 860	6 883
	Lait	-2 172	2 084	2 086	2 080	4 256	4 268	4 295
L9	Cha	70 631	76 963	77 000	77 075	6 332	6 351	6 422
	Lait	-1 391	2 359	2 359	2 436	3 750	3 772	3 841
L10	Cha	70 582	77 098	77 117	77 324	6 516	6 424	6 537
	Lait	-1 461	2 463	2 415	2 573	3 924	3 838	3 952

Tableau 2.2-10 VN en € sans distribution de colostrum, au temps optimum et différence entre les deux en Ch et Lait, Sc L_ $P_{TIP_0} = 80\%$

Pour ce scénario, dans le contexte d'un élevage laitier, même avec une prévalence de défaut de TIP initiale de 50 %, l'éleveur dépense de l'argent en élevant ses veaux. Ceci jusqu'à des temps de prévention relativement élevés, de l'ordre de 10 minutes. Les différences de valeurs nettes des élevages laitiers sont par ailleurs relativement élevées comparées à celles des scénarios précédents.

2.2.5 Valeurs nettes pour le scénario H

Les résultats du scénario H n'apportent pas d'éléments supplémentaires par rapport aux précédents et sont proches du scénario A (coûts marginaux de défaut de TIP proches).

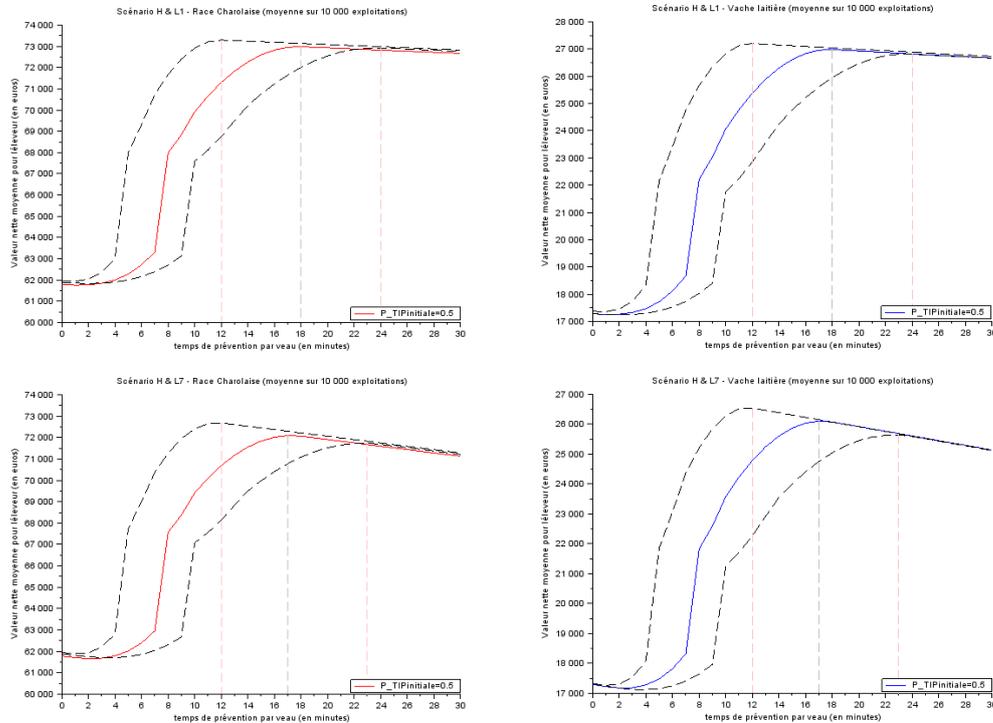


Figure 2.2-21 VN race Ch et Lait (Sce H_L1, L7_P_{TIP₀} = 50%)

		T=0	T opt	min	max	diff	diff min	diff max
L1	Cha	61 784	72 981	72 923	73 294	11 197	11 048	11 346
	Lait	17 280	26 981	26 817	27 201	9 701	9 535	9 831
L2	Cha	61 930	73 121	72 888	73 238	11 190	11 069	11 347
	Lait	17 389	27 052	26 849	27 142	9 663	9 557	9 815
L3	Cha	61 804	72 901	72 774	73 150	11 097	10 913	11 207
	Lait	17 208	26 793	26 643	26 988	9 585	9 392	9 668
L4	Cha	61 829	73 036	72 936	73 116	11 207	11 145	11 380
	Lait	17 313	26 969	26 800	27 055	9 656	9 614	9 855
L5	Cha	61 723	72 754	72 625	73 218	11 031	10 780	11 392
	Lait	17 244	26 781	26 676	27 122	9 537	9 260	9 876
L6	Cha	61 853	72 577	72 332	72 909	10 724	10 424	11 029
	Lait	17 311	26 511	26 225	26 823	9 200	8 890	9 502
L7	Cha	61 779	72 090	71 731	72 682	10 311	9 845	10 737
	Lait	17 299	26 107	25 643	26 543	8 809	8 326	9 214
L8	Cha	61 026	72 735	72 783	72 726	11 709	11 663	11 689
	Lait	16 487	26 683	26 670	26 683	10 196	10 128	10 170
L9	Cha	61 896	73 000	72 988	73 166	11 105	11 110	11 188
	Lait	17 345	26 948	26 978	27 032	9 603	9 608	9 677
L10	Cha	61 863	73 167	73 074	73 335	11 305	11 167	11 434
	Lait	17 297	27 084	27 041	27 192	9 786	9 631	9 915

Tableau 2.2-11 VN en € sans distribution de colostrum, au temps optimum et différence entre les deux, en Ch et Lait_Sce H_P_{TIP₀} = 50%

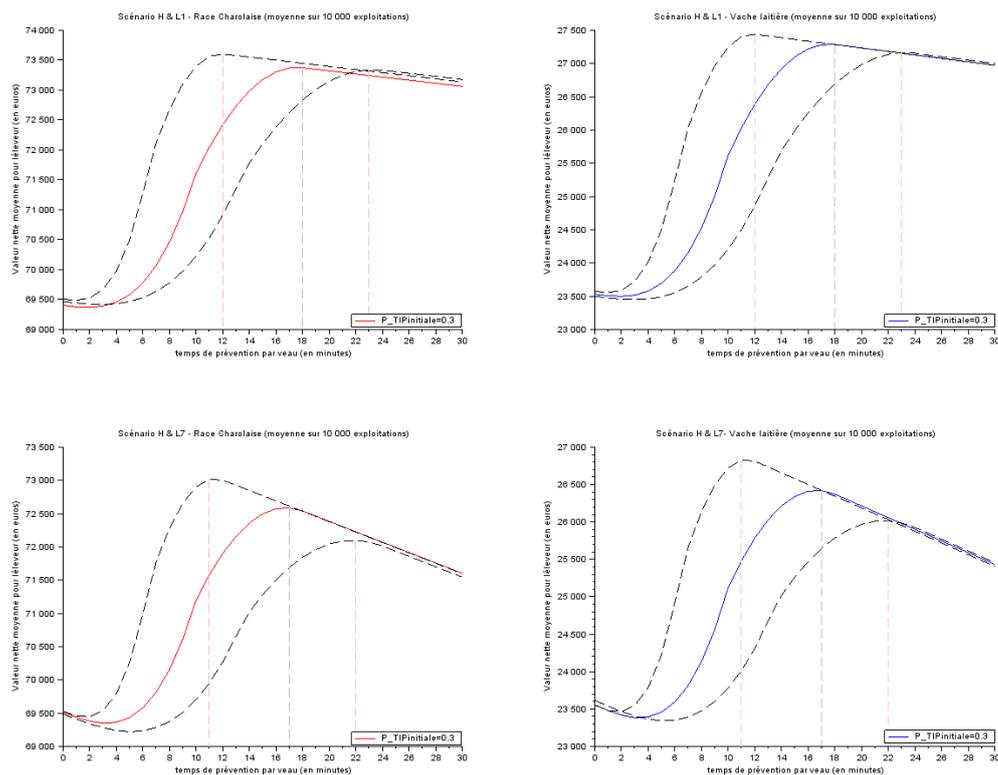


Figure 2.2-22 VN, race Ch et Lait (Sce H_L1, L7 et L10 de haut en bas $P_{TIP_0} = 30\%$)

		T=0	T opt	min	max	diff	diff min	diff max
L1	Cha	69 404	73 375	73 342	73 606	3 971	3 872	4 099
	Lait	23 532	27 287	27 164	27 442	3 755	3 664	3 869
L2	Cha	69 422	73 370	73 259	73 608	3 948	3 802	4 093
	Lait	23 600	27 343	27 184	27 464	3 743	3 594	3 878
L3	Cha	69 466	73 221	73 185	73 472	3 755	3 642	3 980
	Lait	23 543	27 079	27 030	27 318	3 536	3 427	3 769
L4	Cha	69 466	73 221	73 185	73 472	3 755	3 642	3 980
	Lait	23 543	27 079	27 030	27 318	3 536	3 427	3 769
L5	Cha	69 343	73 084	73 081	73 474	3 741	3 614	4 094
	Lait	23 520	27 053	26 875	27 429	3 533	3 407	3 883
L6	Cha	69 563	73 058	72 718	73 249	3 494	3 169	3 764
	Lait	23 585	26 870	26 543	27 152	3 285	2 956	3 552
L7	Cha	69 518	72 589	72 100	73 019	3 071	2 610	3 488
	Lait	23 556	26 421	26 015	26 830	2 864	2 399	3 278
L8	Cha	68 666	73 071	72 998	73 049	4 405	4 477	4 434
	Lait	22 807	26 989	27 019	26 967	4 182	4 281	4 227
L9	Cha	69 387	73 306	73 373	73 512	3 919	3 879	3 998
	Lait	23 526	27 249	27 282	27 356	3 723	3 669	3 799
L10	Cha	69 469	73 486	73 414	73 631	4 017	3 970	4 135
	Lait	23 596	27 393	27 329	27 464	3 797	3 752	3 922

Tableau 2.2-12 VN en € sans distribution de colostrum, au temps optimum et différence entre les deux en Ch et Lait, Sce H, $PTIP_0 = 30\%$

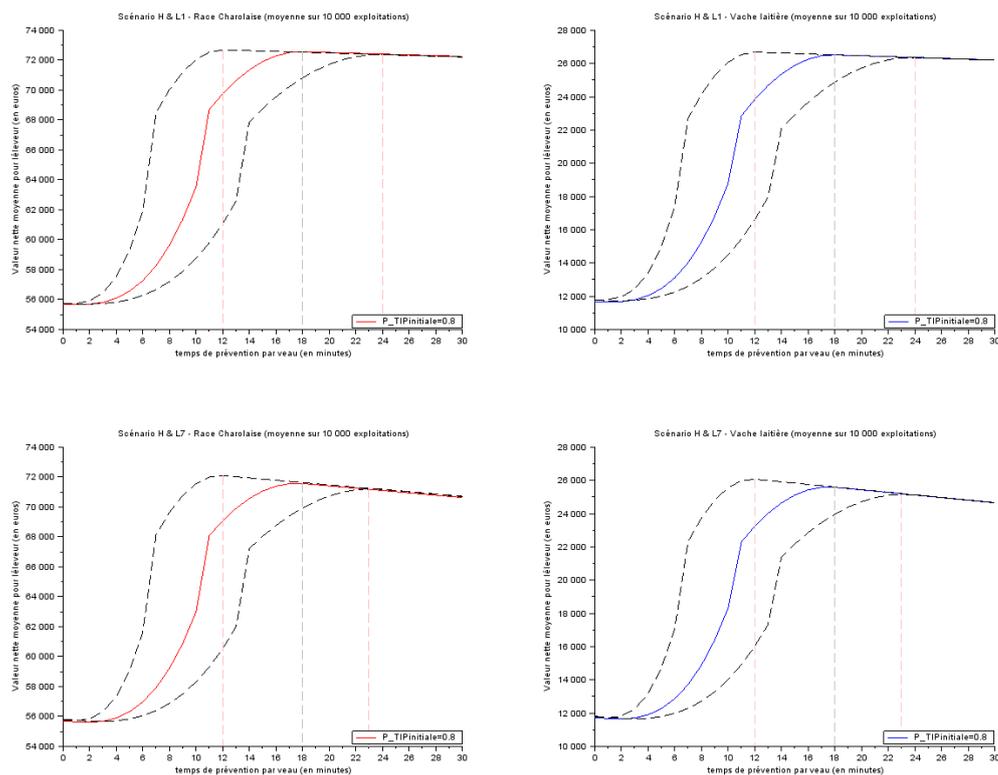


Figure 2.2-23 VN race Ch et Lait (Sce H_ L1, L7 et L10 de haut en bas $P_{TIP_0} = 80\%$)

		T=0	T opt	min	max	diff	diff min	diff max
L1	Cha	55 675	72 577	72 383	72 691	16 902	16 656	16 956
	Lait	11 670	26 527	26 358	26 687	14 857	14 596	14 887
L2	Cha	55 741	72 508	72 453	72 680	16 767	16 608	16 851
	Lait	11 800	26 557	26 381	26 689	14 757	14 572	14 817
L3	Cha	55 814	72 378	72 286	72 574	16 564	16 534	16 763
	Lait	11 839	26 350	26 182	26 536	14 511	14 500	14 713
L4	Cha	55 706	72 518	72 390	72 706	16 812	16 516	16 763
	Lait	11 749	26 540	26 368	26 639	14 791	14 461	14 698
L5	Cha	55 672	72 300	72 275	72 704	16 628	16 431	16 905
	Lait	11 687	26 319	26 168	26 708	14 632	14 400	14 873
L6	Cha	55 840	72 146	71 885	72 325	16 306	15 903	16 604
	Lait	11 774	26 028	25 787	26 358	14 254	13 826	14 569
L7	Cha	55 700	71 570	71 218	72 103	15 870	15 398	16 339
	Lait	11 747	25 590	25 166	26 075	13 843	13 348	14 302
L8	Cha	55 149	72 330	72 355	72 254	17 182	17 194	17 125
	Lait	11 088	26 237	26 218	26 246	15 150	15 150	15 079
L9	Cha	55 825	72 486	72 564	72 637	16 661	16 767	16 838
	Lait	11 847	26 473	26 430	26 587	14 626	14 738	14 810
L10	Cha	55 751	72 705	72 655	72 836	16 954	16 853	17 038
	Lait	11 709	26 592	26 543	26 693	14 883	14 773	14 959

Tableau 2.2-13 VN en € sans distribution de colostrum, au temps optimum et différence entre les deux en Ch et Lait_Sce H_PTIP₀ = 80 %

Partie 3 : Intérêt économique de la vaccination

L'objectif de cette partie est de voir l'intérêt financier de vacciner les mères, ceci associé ou non à la distribution de colostrum.

3.1 Matériel et méthodes

3.1.1 Modèle économique

3.1.1.1 Valeur nette

La variable expliquée du modèle est la valeur nette (€) à l'échelle de l'élevage selon l'équation (3.1).

$$ValNette_{PTIP} = Produits - (Cout_{prevvaccin} + Coût_{defautTIP} + Cout_{prevc}) \quad (3.1)$$

Avec *Produits* : somme des produits veaux commercialisés si $P_{TIP} = 0$

Cout_{prevc} : coût total de distribution de colostrum

Cout_{prevvaccin} : coût total de vaccination

Coût_{defautTIP} : coût total lié au défaut de TIP

PTIP : prévalence de défaut de TIP avant la mise en place de la vaccination

Et avec

$$Cout_{prevvaccin} = Nbvaches \times (Cout_{unitaire_{vaccin}} + Cout_{main\ d'oeuvre_{vaccin}}) \quad (3.2)$$

3.1.1.2 Efficacité du vaccin

L'efficacité des vaccins contre la diarrhée actuellement sur le marché est très difficile à quantifier. Aussi, trois options d'impact du vaccin sont proposées : baisse de la prévalence de diarrhée ($P_{diarrhéeCT}$) seule, baisse de $P_{diarrhéeCT}$ et P_{TIP} et enfin la baisse de la mortalité.

Option 1 : baisse de la prévalence de diarrhée

Les vaccins utilisés dans ce contexte contenant des valences spécifiquement dirigées contre des germes impliqués dans la diarrhée, la vaccination va se traduire dans cette option par une baisse de $P_{diarrhéeCT}$, ceci avec une efficacité $EfficacitéV_{diarrhéeCT}$ selon l'équation (3.3). Les veaux avec défaut de TIP ne buvant qu'une partie du colostrum, ils ne bénéficient que d'une partie de l'efficacité du vaccin. Son efficacité sur la prévalence de diarrhée chez les veaux avec défaut de TIP ($EfficacitéV_{diarrhéeTIP}$) est ainsi définie grâce à un coefficient ($CoefEFF_{TIP}$) s'appliquant à $EfficacitéV_{diarrhéeCT}$, selon l'équation (3.4).

$$\begin{cases} P_{diarrhéeCT} = P_{diarrhéeCT0} \times (1 - EfficacitéV_{diarrhéeCT}) & (3.3) \\ P_{diarrhéeTIP} = P_{diarrhéeTIP0} \times (1 - EfficacitéV_{diarrhéeCT} \times CoefEFF_{TIP}) & (3.4) \end{cases}$$

Avec : $P_{diarrhéeCT0}$ et $P_{diarrhéeTIP0}$ respectivement la prévalence de diarrhée chez les veaux sans et avec défaut de TIP, si l'éleveur ne vaccine pas les mères.

Ainsi :

$$P_{diarrhée} = P_{diarrhéeTIP} + P_{diarrhéeCT}$$

Dans ce cas, le défaut de TIP est doublement pénalisant : le veau a un risque accru de contracter le trouble diarrhée et l'éleveur perd le bénéfice de la vaccination de la mère.

Option 2 : baisse de la prévalence de diarrhée et de défaut de TIP

Lors de la vaccination des mères contre les diarrhées des veaux, la production d'anticorps colostraux supplémentaires ne se traduit que par une augmentation des anticorps, mais l'augmentation des IgG est difficilement identifiable. Le TIP n'est pas directement affecté mais des effets collatéraux sur les autres troubles ne peuvent être exclus. Ainsi, le 2^e cas inclut un impact de la vaccination sur la composante TIP dans sa globalité.

Soit :

$$\begin{cases} P_{diarrhéeCT} = P_{diarrhéeCT0} \times (1 - EfficacitéV_{diarrhéeCT}) \\ P_{diarrhéeTIP} = P_{diarrhéeTIP0} \times (1 - EfficacitéV_{diarrhéeCT} \times CoefEFF_{TIP}) \\ P_{TIP} = P_{TIP0} \times (1 - EfficacitéV_{TIP}) \end{cases} \quad (3.5)$$

Où P_{TIP0} désigne la prévalence de défaut de TIP chez les veaux si l'éleveur choisit de ne pas vacciner ses vaches et $EfficacitéV_{TIP}$ la réduction du défaut de TIP permise par la vaccination.

Option 3 : baisse de la mortalité

Une partie de la mortalité est attribuable aux diarrhées, la baisse de diarrhée conduit à une baisse de mortalité. Le modèle économique n'incluant pas d'interactions entre les troubles, il semble nécessaire de reconsidérer la mortalité lors de vaccination.

Soit :

$$\left\{ \begin{array}{l} P_{diarrhéeCT} = P_{diarrhéeCT0} \times (1 - EfficacitéV_{diarrhéeCT}) \\ P_{diarrhéeTIP} = P_{diarrhéeTIP0} \times (1 - EfficacitéV_{diarrhéeTIP}) \\ P_{TIP} = P_{TIP0} \times (1 - EfficacitéV_{TIP}) \\ P_{mortCT} = P_{mortCT0} \times (1 - EfficacitéV_{mortCT}) \\ P_{mortTIP} = P_{mortTIP0} \times (1 - EfficacitéV_{mortTIP}) \end{array} \right. \quad (3.6)$$

La baisse de mortalité si vaccination étant considérée comme consécutive à celle de la diarrhée, l'impact de la vaccination a été défini comme étant proportionnel sur la morbidité et la mortalité, avec un coefficient $CoefEFF_{Mort}$ tel que défini dans l'équation (3.7).

Soit

$$\left\{ \begin{array}{l} EfficacitéV_{mortCT} = EfficacitéV_{diarrhéeCT} \times CoefEFF_{Mort} \\ EfficacitéV_{mortTIP} = EfficacitéV_{diarrhéeTIP} \times CoefEFF_{Mort} \end{array} \right. \quad (3.7)$$

3.1.2 Paramètres et expression des résultats

L'efficacité du vaccin étant mal quantifiée, les résultats seront présentés pour $EfficacitéV_{diarrhéeCT}$ variant ainsi de 0 à 1. La totalité des vaches du troupeau est considérée comme vaccinée. Cinq minutes de main-d'œuvre sont considérées comme nécessaires pour vacciner une vache. Les paramètres sont synthétisés en tableau 3.1-1.

	Scénarios		
	I	II	III
$EfficacitéV_{diarrhéeCT}$	0,1 à 1 par pas de 0,1.		
$Cout_{unitaire_{vaccin}}$	15 € par vache ¹		
$Cout_{maind'oeuvre_{vaccin}}$	1,65 € par vache		
$CoefEFF_{TIP}$	0, 0.5 ou 1	0, 0.5 ou 1	0.5
$EfficacitéV_{TIP}$	0	0.1	0 ou 0.1
$CoefEFF_{Mort}$	0	0	0.25

Tableau 3.1-1 Résumé des paramètres utilisés

Les résultats sont exprimés (i) soit dans la situation de vaccination sans intégrer la distribution de colostrum par l'éleveur, pour différentes valeurs de TIP, (ii) soit dans la situation de différents temps de distribution de colostrum, (iii) soit dans la situation optimale de la partie 2 (soit PTIP faible entre 5-10% pour la majorité des cas).

3.2 Résultats

3.2.1 Scénario I : vaccin sans réduction de défaut de TIP et de mortalité

Dans ce scénario, le vaccin agit uniquement contre les diarrhées chez les veaux sans (ou avec) défaut de TIP mais jamais sur la réduction générale du défaut de TIP.

3.2.1.1 Scénario B

Dans le cas où la distribution de colostrum par l'éleveur n'est pas intégrée, les résultats sont présentés sous la forme de différence de valeur nette entre la situation sans vaccination et la situation avec vaccination, pour différentes valeurs de $EfficacitéV_{diarrhéeCT}$ et de P_{TIP} avant vaccination.

Si elle est seulement efficace sur les diarrhées des veaux sans défaut de TIP, la pratique de la vaccination n'est jamais rentable (fig. 3.2-1). Pour des faibles valeurs de $EfficacitéV_{diarrhéeCT}$, la baisse de la valeur nette se rapproche du coût total de la vaccination (100 vaches à 16,30 €), les bénéfices étant limités par la faible efficacité du vaccin. Quand $EfficacitéV_{diarrhéeCT}$ augmente, la rentabilité de la vaccination augmente bien que restant négative, et uniquement pour P_{TIP} basse, le vaccin n'agissant pas sur les veaux avec défaut de TIP.

Dans le cas d'une efficacité partielle du vaccin sur les diarrhées des veaux avec défaut de TIP (fig. 3.2-2 et 3.2-3), les résultats globaux décrivent la même tendance, mais le gain attendu, bien que pour partie négatif, reste supérieur pour P_{TIP} élevé que pour P_{TIP} faible, cette dernière situation conduisant à moins d'animaux avec diarrhée comparée à la première. La valeur nette reste négative si $CoefEFF_{TIP} = 0.5$, mais un gain positif apparaît si pour P_{TIP} et $EfficacitéV_{diarrhéeCT}$ élevée si $CoefEFF_{TIP} = 1$. Cette situation reste cependant peu plausible en pratique.

Le décrochage conduisant à la formation des deux groupes de courbes correspond au passage $P_{TIP} = 40\%$, associé à un coût de défaut de TIP supérieur.

Les différences entre laitiers et allaitants apparaissent faibles.

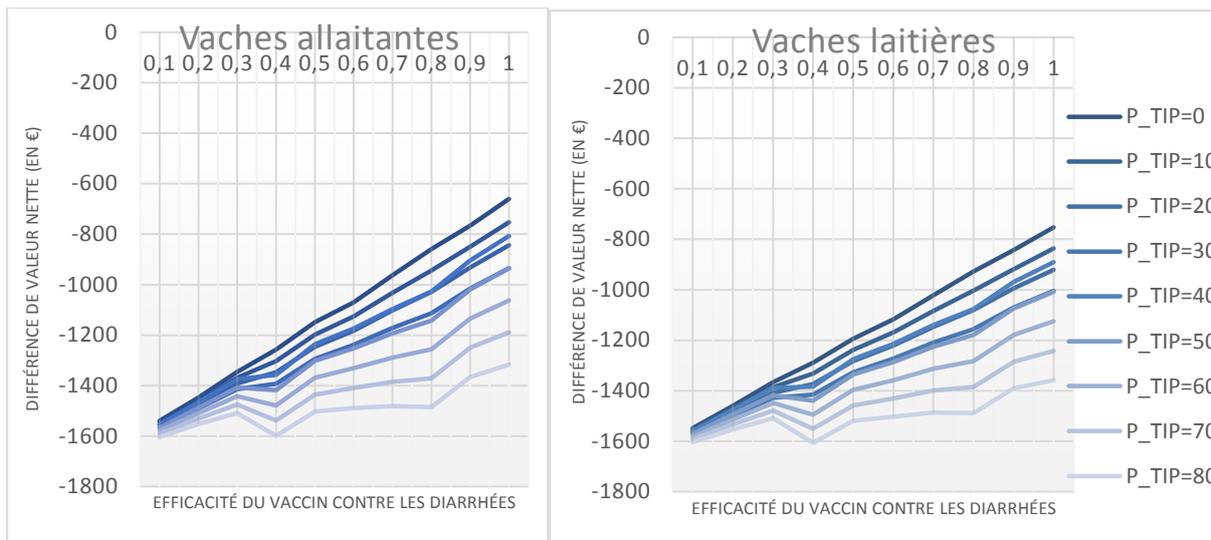


Figure 3.2-1 Différence de VN selon Efficacité $V_{diarrhéeCT}$ (Sce B ; Efficacité $V_{TIP} = 0$; Coef $EFF_{TIP} = 0$; Coef $EFF_{Mort} = 0$)

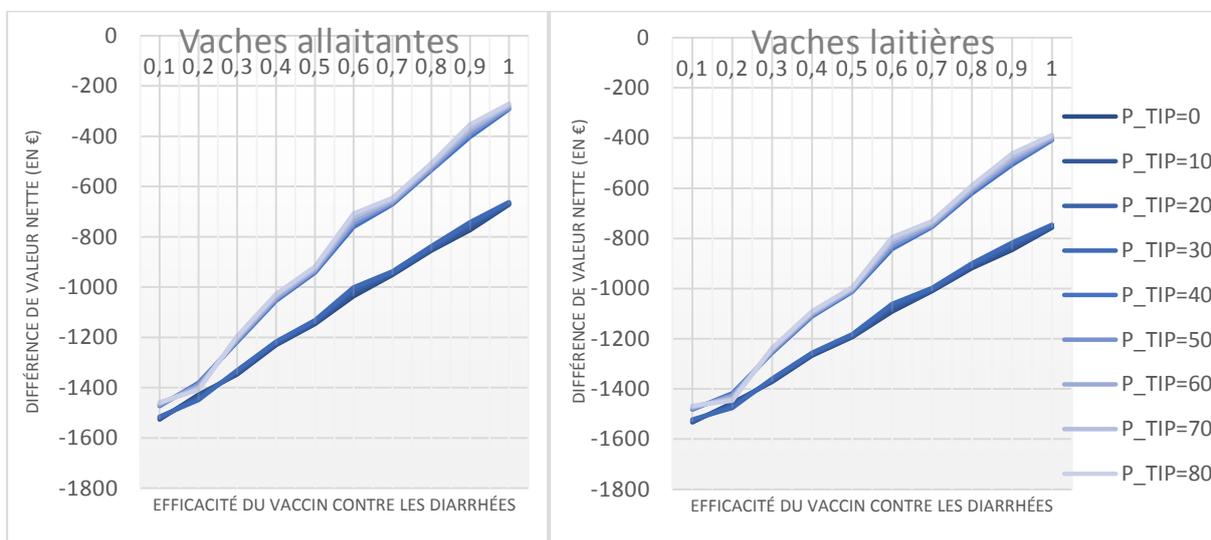


Figure 3.2-2 Différence de VN selon Efficacité $V_{diarrhéeCT}$ (Sce B ; Efficacité $V_{TIP} = 0$; Coef $EFF_{TIP} = 0.5$; Coef $EFF_{Mort} = 0$)

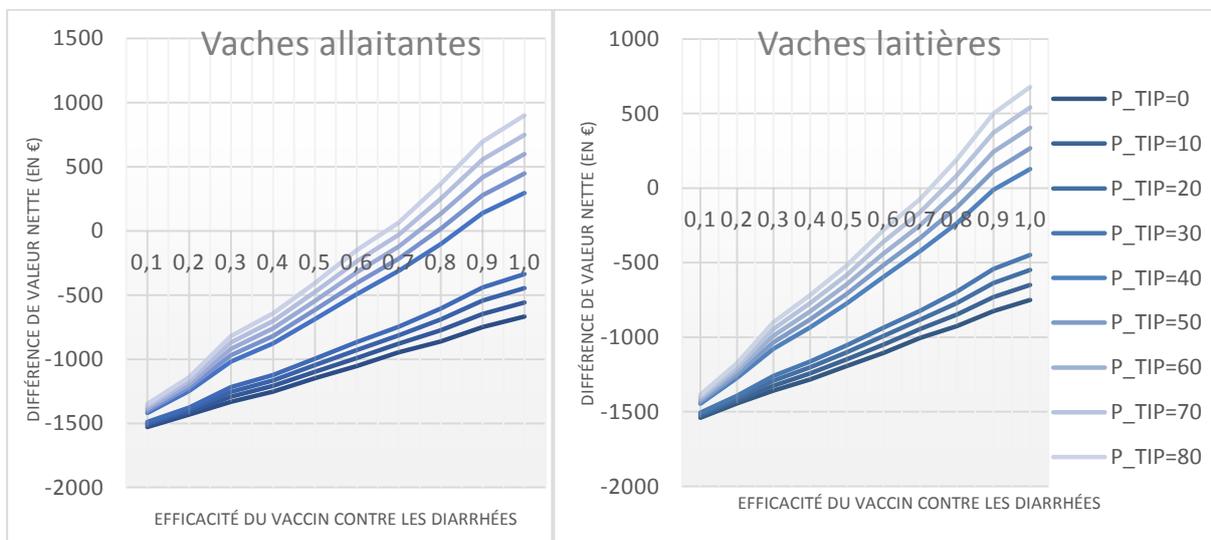


Figure 3.2-3 Différence de valeur nette selon Efficacité $V_{diarrhéeCT}$ (Sce B ; Efficacité $V_{TIP} = 0$; Coef $EFF_{TIP} = 1$; Coef $EFF_{Mort} = 0$)

3.2.1.2 Scénarios A et L et H

Les scénarios A et L ne modifient pas les tendances observées pour B. Les gains sont légèrement supérieurs pour A et légèrement inférieurs pour L, comparés à B.

Le scénario H est associé à la meilleure rentabilité du vaccin, en accord avec les paramétrages élevés pour les différents troubles. Les tendances observées jusqu' alors sont conservées, mais avec des gains observés dès $EfficacitéV_{diarrhéeCT} = 0,6$ ou $0,7$ pour $CoefEFF_{TIP} = 0,5$ et pour des valeurs de $EfficacitéV_{diarrhéeCT}$ plus basses si $CoefEFF_{TIP} = 1$.

Pour le scénario H et au temps optimal de distribution du colostrum, la rentabilité de la vaccination est limitée à une efficacité du vaccin approchant 1, alors que le vaccin est considéré efficace sur veaux avec défaut de TIP ($CoefEFF_{TIP} = 1$) (Figure 3.2.13)

La différence de valeur nette à l'optimum entre les situations avec ou sans vaccin reste toutefois limitée comparée à la différence de valeur nette permise par l'augmentation de main d'œuvre, y compris lorsque celle-ci a un coût élevé (Figures 3.2.14 et 3.2.15). L'intérêt économique de la vaccination est maximal pour des distributions de colostrum égales ou au-delà de l'optimum.

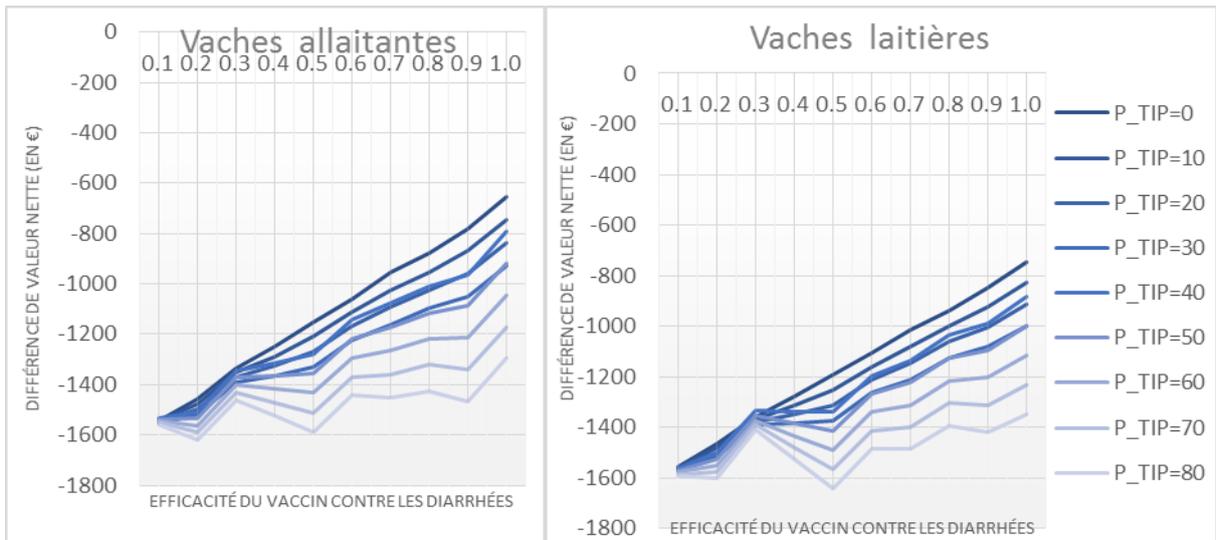


Figure 3.2-4 Différence de VN selon Efficacité $V_{diarrhéect}$ (Sce A ; Efficacité $V_{TIP} = 0$; CoefEFF $TIP = 0$; CoefEFF $Mort = 0$)

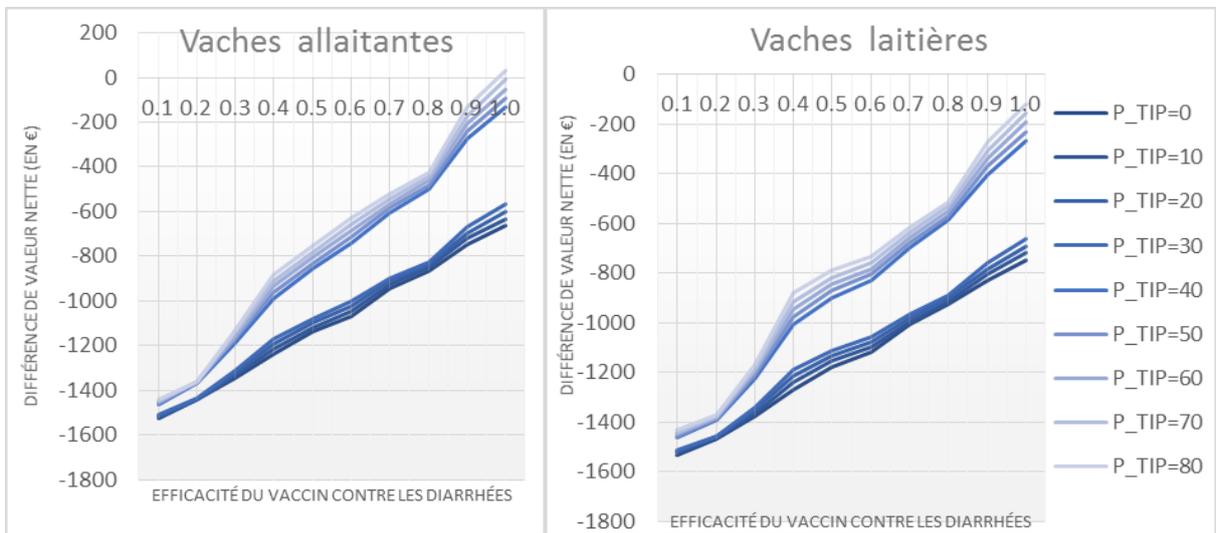


Figure 3.2-5 Différence de VN selon Efficacité $V_{diarrhéect}$ (Sce A ; Efficacité $V_{TIP} = 0$; CoefEFF $TIP = 0.5$; CoefEFF $Mort = 0$)

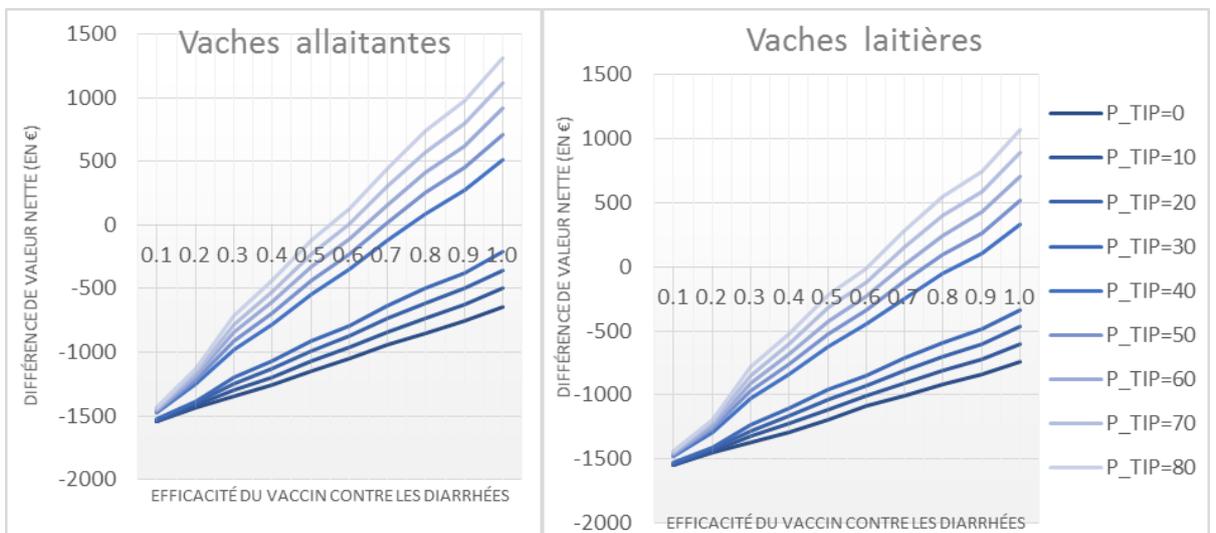


Figure 3.2-6 Différence de VN selon Efficacité $V_{diarrhéect}$ (Sce A ; Efficacité $V_{TIP} = 0$; CoefEFF $TIP = 1$; CoefEFF $Mort = 0$)

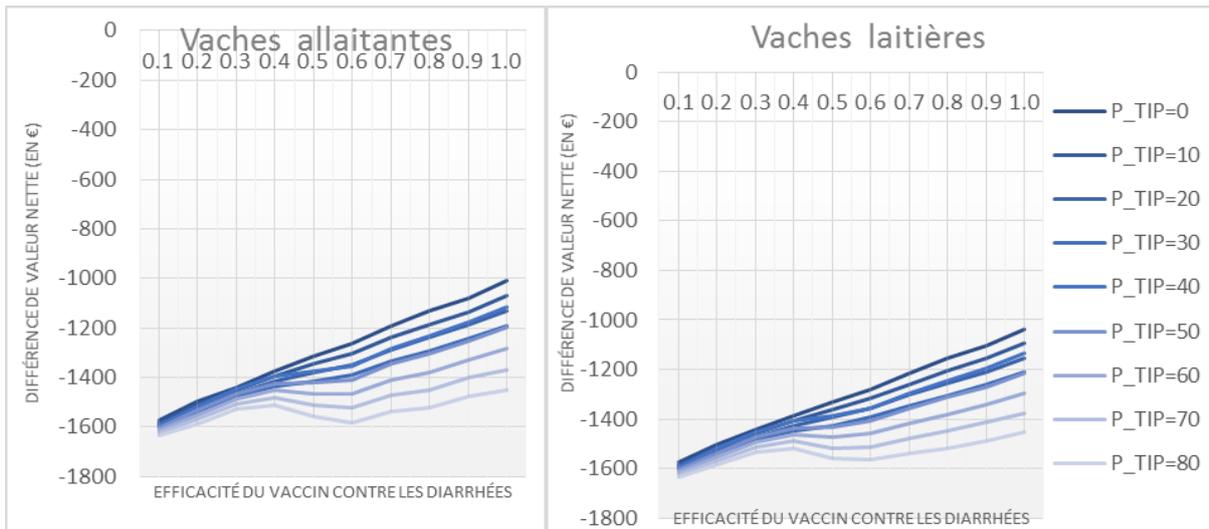


Figure 3.2-7 Différence de VN selon Efficacité $V_{diarrhéeCT}$ (Sce L ; Efficacité $V_{TIP} = 0$; CoefEFF $_{TIP} = 0$; CoefEFF $_{Mort} = 0$)

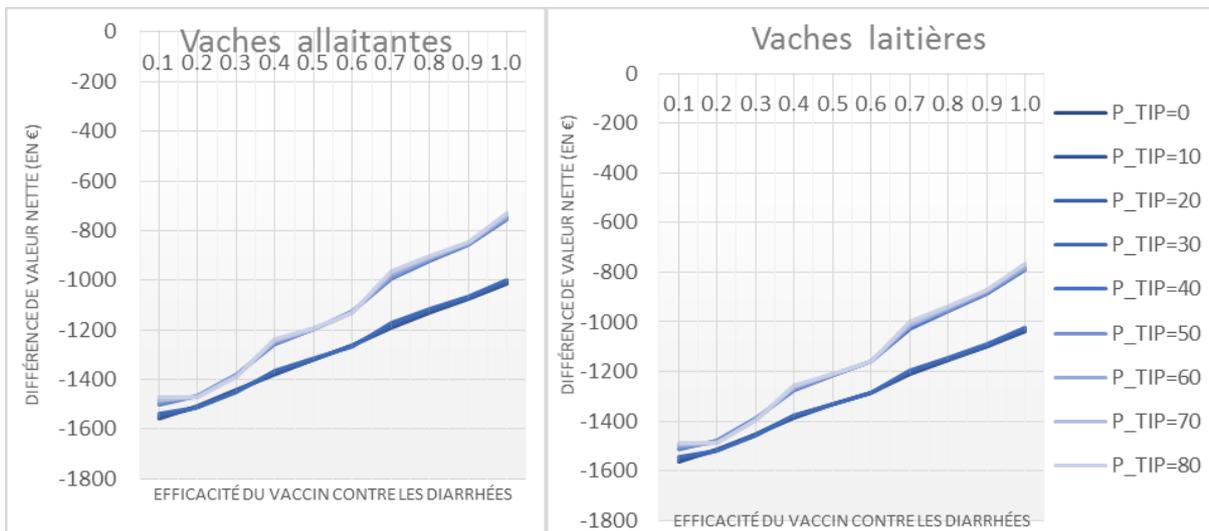


Figure 3.2-8 Différence de VN selon Efficacité $V_{diarrhéeCT}$ (Sce L ; Efficacité $V_{TIP} = 0$; CoefEFF $_{TIP} = 0.5$; CoefEFF $_{Mort} = 0$)

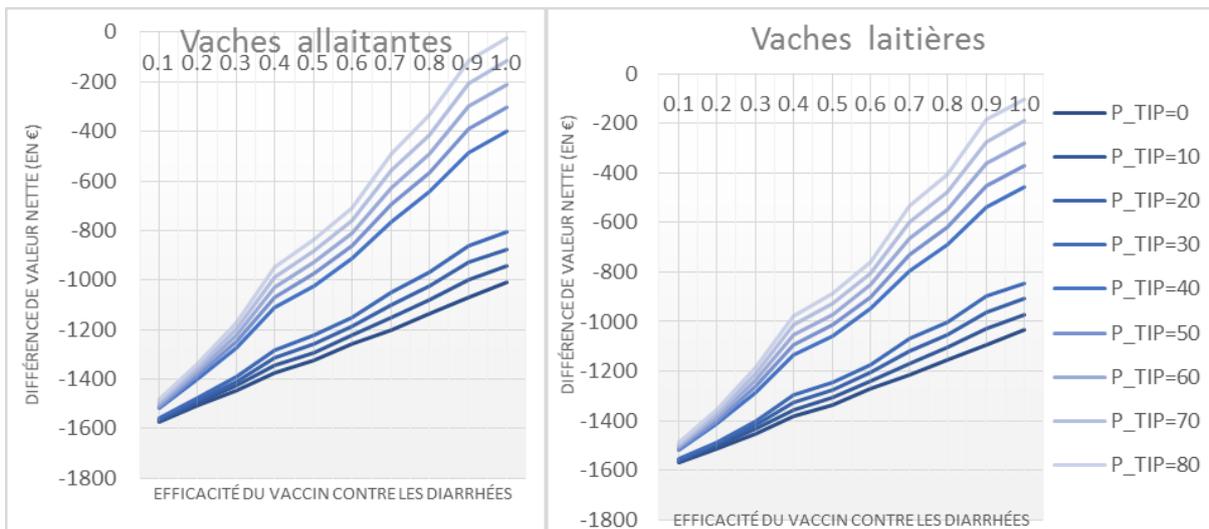


Figure 3.2-9 Différence de VN selon Efficacité $V_{diarrhéeCT}$ (Sce L ; Efficacité $V_{TIP} = 0$; CoefEFF $_{TIP} = 1$; CoefEFF $_{Mort} = 0$)

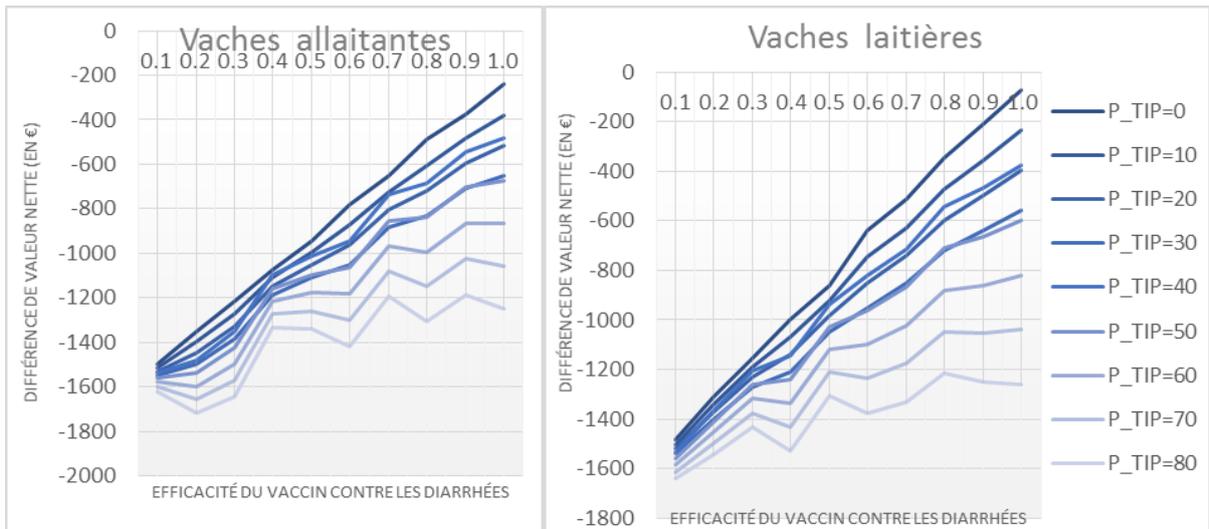


Figure 3.2-10 Différence de VN selon Efficacité $V_{diarrhéect}$ (Sce H ; Efficacité $V_{TIP} = 0$; CoefEFF $_{TIP} = 0$; CoefEFF $_{Mort} = 0$)

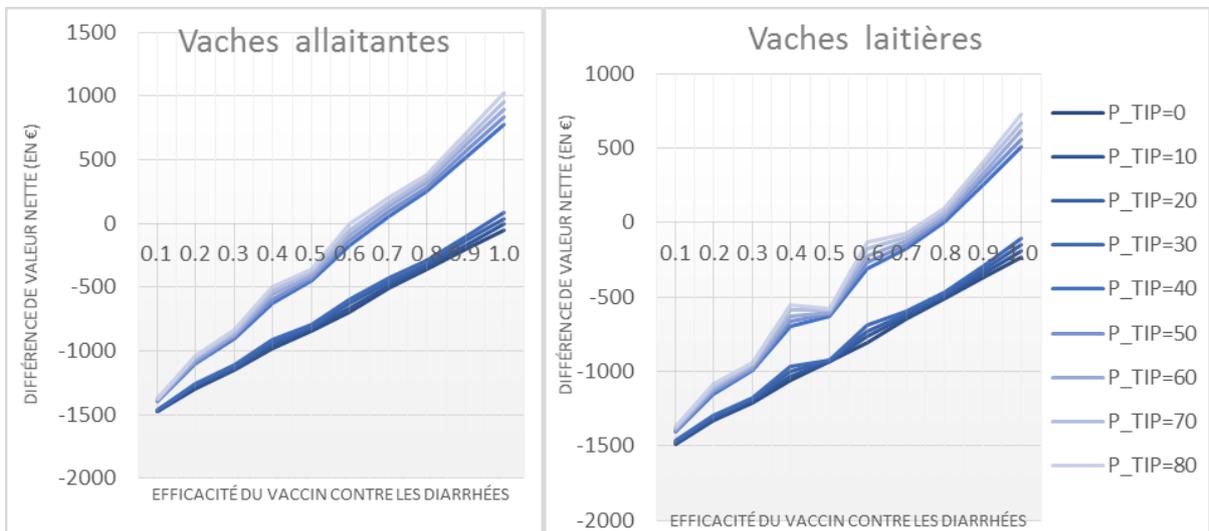


Figure 3.2-11 Différence de VN selon Efficacité $V_{diarrhéect}$ (Sce H ; Efficacité $V_{TIP} = 0$; CoefEFF $_{TIP} = 0,5$; CoefEFF $_{Mort} = 0$)

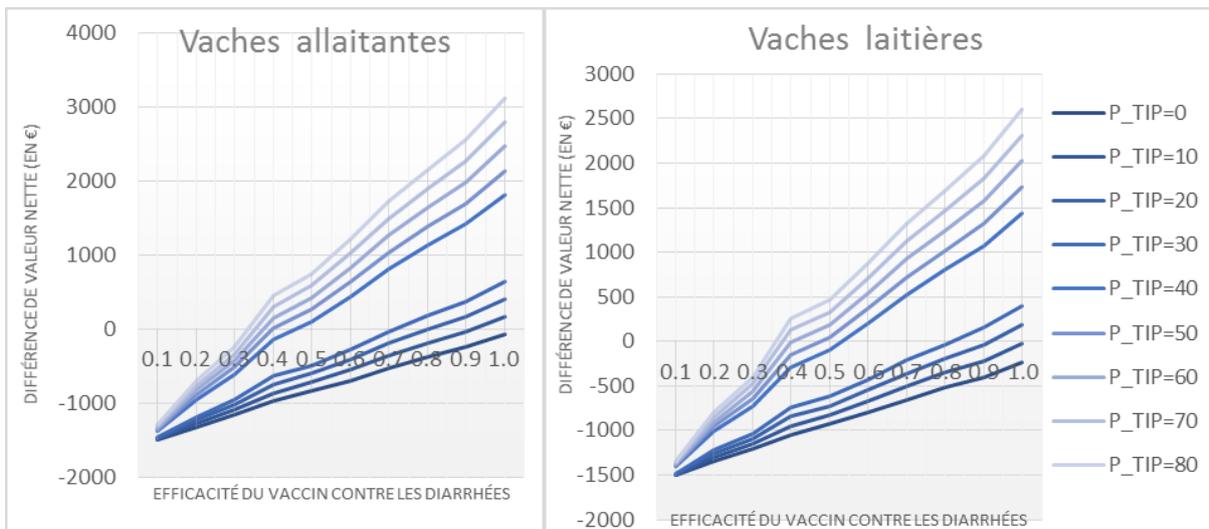


Figure 3.2-12 Différence de VN selon Efficacité $V_{diarrhéect}$ (Sce H ; Efficacité $V_{TIP} = 0$; CoefEFF $_{TIP} = 1$; CoefEFF $_{Mort} = 0$)

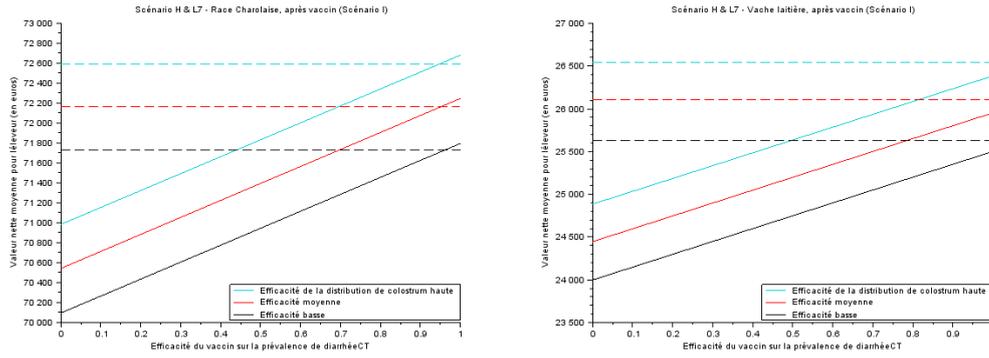


Figure 3.2-13 Comparaison de la valeur nette des revenus au temps optimum de distribution du colostrum avec et sans vaccination (Sce H, L7, $P_{TIP_0}=0,5$, $Efficacité_{V_{TIP}} = 0$; $CoefEFF_{TIP} = 1$; $CoefEFF_{Mort} = 0$)

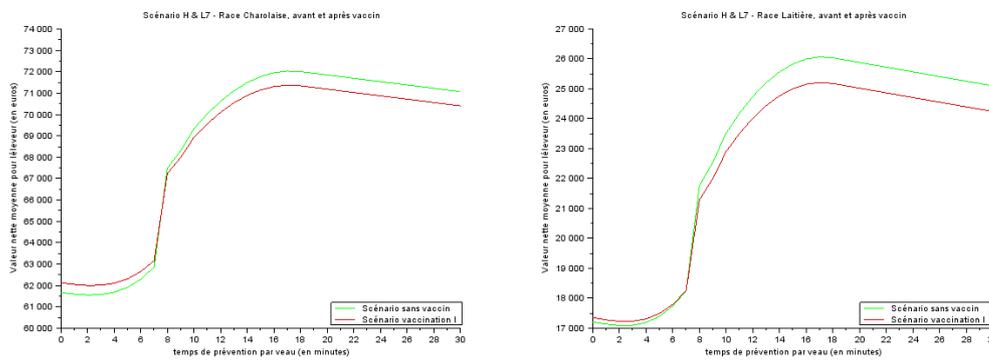


Figure 3.2-14 VN avec et sans vaccination des mères en élevage allaitant et laitier (Sce H, L7, $P_{TIP_0}=0,5$, $Efficacité_{V_{TIP}} = 0$; $CoefEFF_{TIP} = 1$; $CoefEFF_{Mort} = 0$)

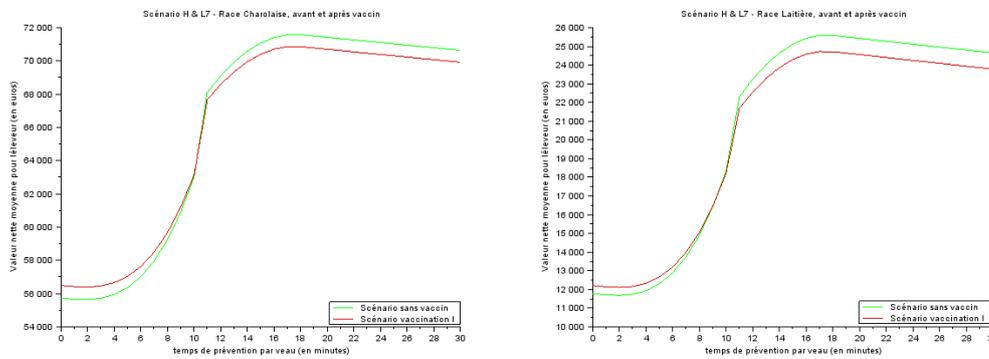


Figure 3.2-15 VN avec et sans vaccination des mères en élevage allaitant et laitier (Sce H, L7, $P_{TIP_0}=0,8$, $Efficacité_{V_{TIP}} = 0$; $CoefEFF_{TIP} = 1$; $CoefEFF_{Mort} = 0$)

3.2.2 Scénario II : vaccin avec réduction de défaut de TIP mais sans réduction de mortalité

Dans ce scénario, le vaccin agit contre les diarrhées chez les veaux sans (ou avec) défaut de TIP mais aussi sur la réduction générale du défaut de TIP (mais de manière limitée à 10%).

Les résultats sont concordants avec les résultats précédents, avec une meilleure rentabilité du vaccin dans ce scénario I-2, et pour toutes les situations B, A, L ou H. Le seuil de rentabilité du vaccin est ainsi obtenu pour des valeurs de $EfficacitéV_{diarrhéeCT}$ plus basses.

Le décrochage observé précédemment est retrouvé entre les situations avec $P_{TIP} < 40\%$ et $P_{TIP} > 40\%$. Pour $P_{TIP} = 40\%$ le décrochage important de la courbe est associé à un passage de $P_{TIP} > 40\%$ à $P_{TIP} < 40\%$ créant une comparaison artificielle avec un effet de seuil considéré comme discret dans le modèle alors qu'il est probablement continu en pratique. Aussi, il semble préférable de ne pas analyser la situation pour $P_{TIP} = 40\%$.

En raison de l'efficacité de manière globale sur P_{TIP} , l'efficacité économique de la vaccination apparaît supérieure pour les faibles P_{TIP} comparées aux forts P_{TIP} , indépendamment de $CoefEFF_{TIP}$. Cette situation n'était pas rencontrée pour $CoefEFF_{TIP} = 0$ dans le scénario I.

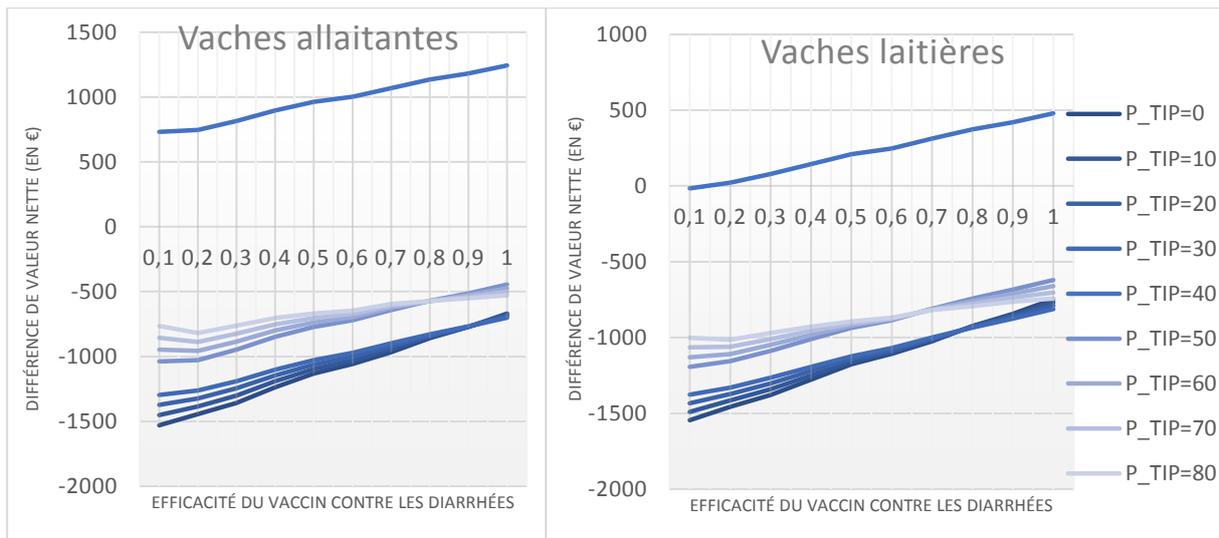


Figure 3.2-16 Différence de VN selon Efficacité $V_{diarrhéeCT}$ (Scé B ; Efficacité $V_{TIP} = 0,1$; CoefEFF $TIP = 0$; CoefEFF $Mort = 0$)

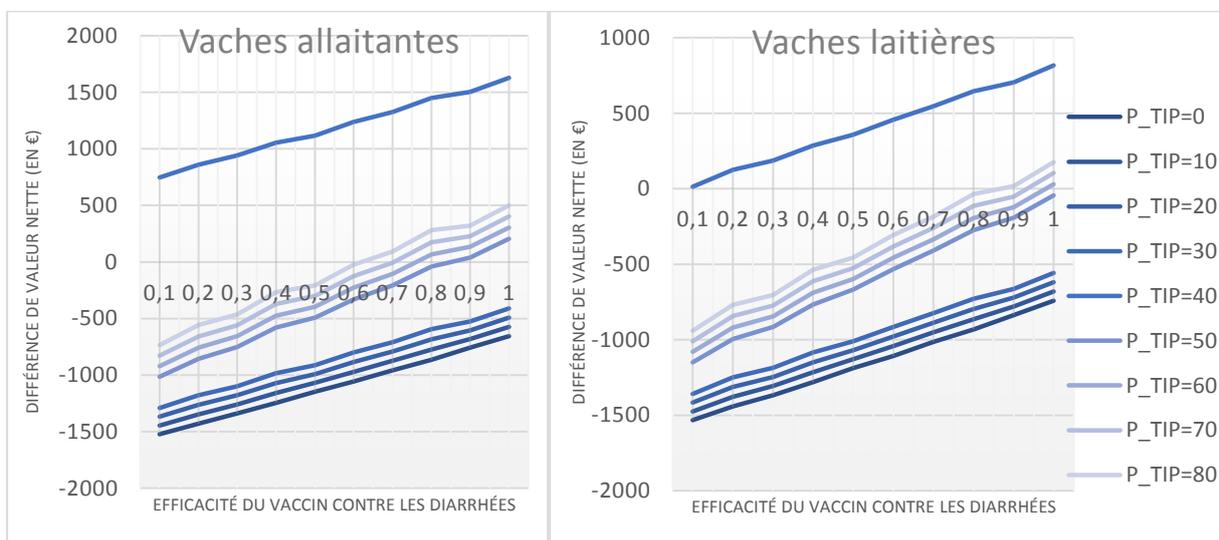


Figure 3.2-17 Différence de VN selon Efficacité $V_{diarrhéeCT}$ (Scé B ; Efficacité $V_{TIP} = 0,1$; CoefEFF $TIP = 0,5$; CoefEFF $Mort = 0$)

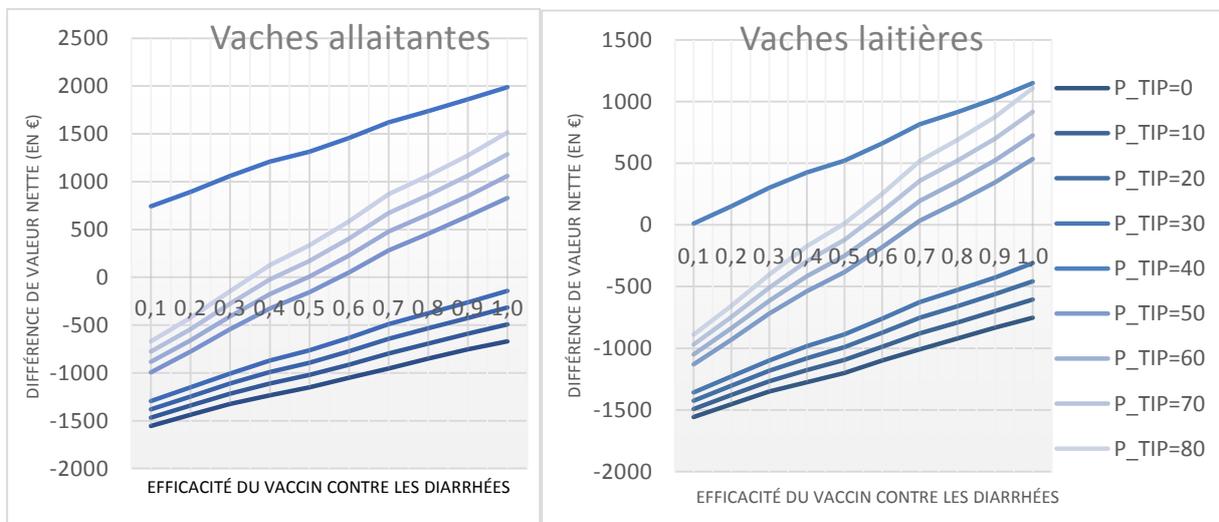


Figure 3.2-18 Différence de valeur nette selon Efficacité $V_{diarrhéeCT}$ (Scé B ; Efficacité $V_{TIP} = 0,1$; CoefEFF $TIP = 1$; CoefEFF $Mort = 0$)

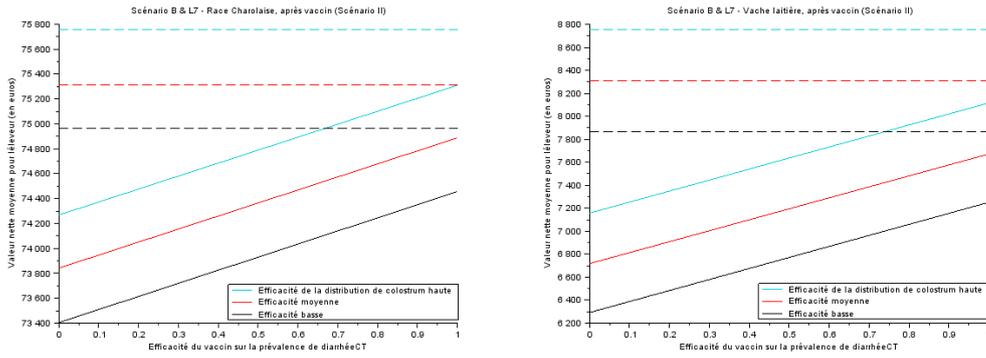


Figure 3.2-19 Comparaison de la valeur nette des revenus au temps optimum de distribution du colostrum avec et sans vaccination (Sc B, L7, $P_{TIP_0}=0,8$, $EfficacitéV_{TIP} = 0,1$; $CoefEFF_{TIP} = 1$; $CoefEFF_{Mort} = 0$)

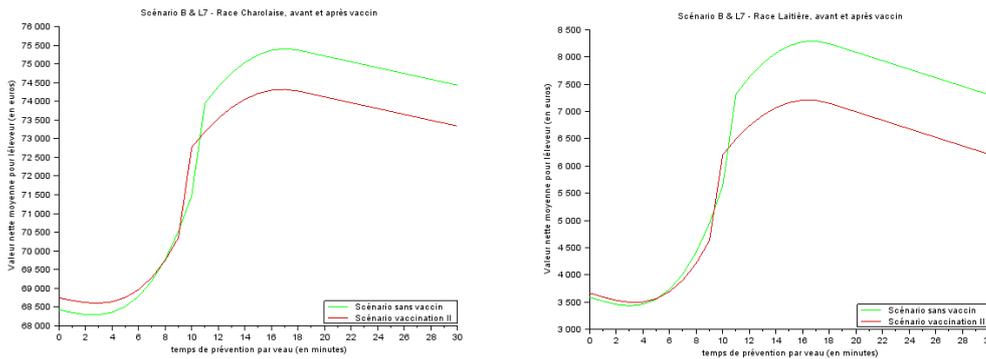


Figure 3.2-20 VN avec et sans vaccination des mères en élevage allaitant et laitier (Sc B, L7, $P_{TIP_0}=0,8$, $EfficacitéV_{TIP} = 0,1$; $CoefEFF_{TIP} = 1$; $CoefEFF_{Mort} = 0$)

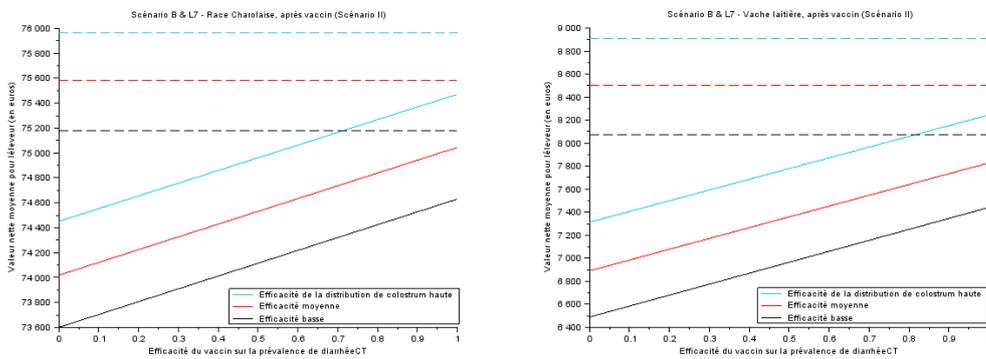


Figure 3.2-21 Comparaison de la valeur nette des revenus au temps optimum de distribution du colostrum avec et sans vaccination (Sc B, L7, $P_{TIP_0}=0,5$, $EfficacitéV_{TIP} = 0,1$; $CoefEFF_{TIP} = 1$; $CoefEFF_{Mort} = 0$)

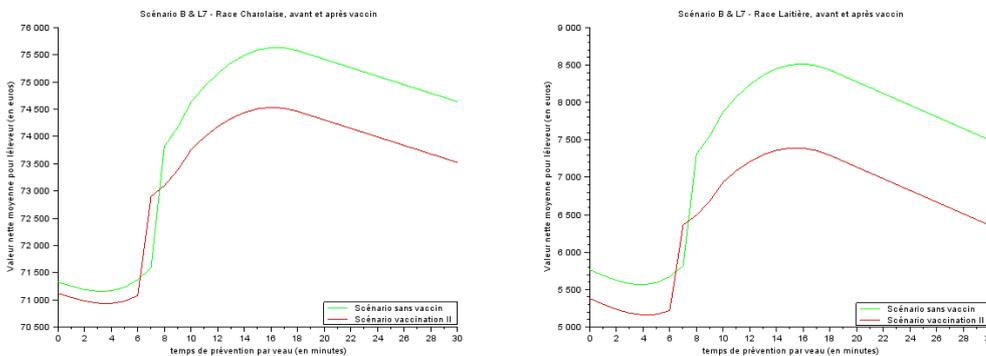


Figure 3.2-22 VN avec et sans vaccination des mères en élevage allaitant et laitier (Sc B, L7, $P_{TIP_0}=0,5$, $EfficacitéV_{TIP} = 0,1$; $CoefEFF_{TIP} = 1$; $CoefEFF_{Mort} = 0$)

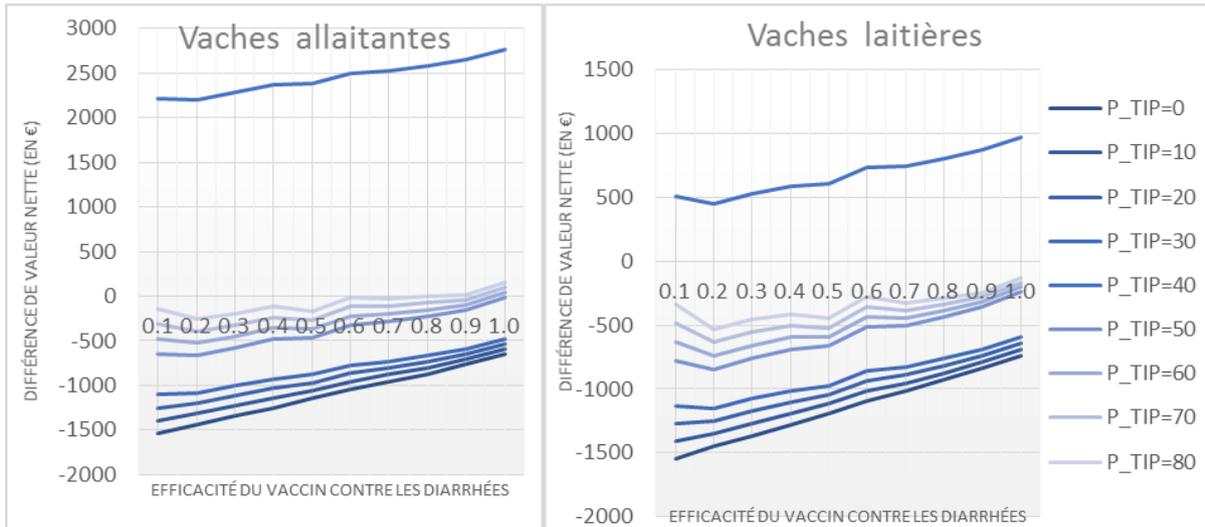


Figure 3.2-23 Différence de VN selon Efficacité $V_{diarrhéecr}$ (Sce A ; Efficacité $V_{TIP} = 0,1$; $CoefEFF_{TIP} = 0$; $CoefEFF_{Mort} = 0$)

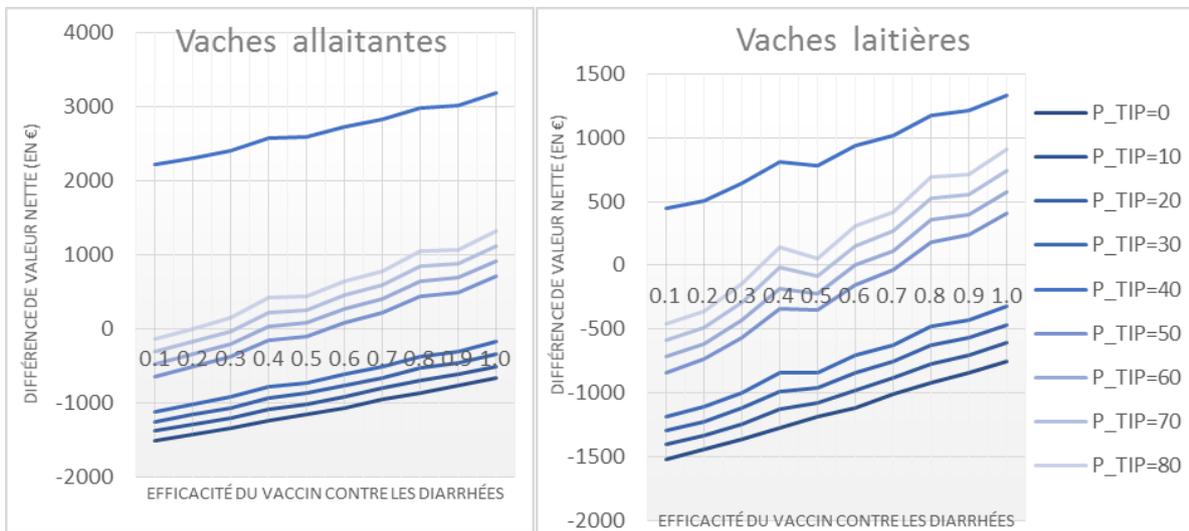


Figure 3.2-24 Différence de VN selon Efficacité $V_{diarrhéecr}$ (Sce A ; Efficacité $V_{TIP} = 0,1$; $CoefEFF_{TIP} = 0,5$; $CoefEFF_{Mort} = 0$)

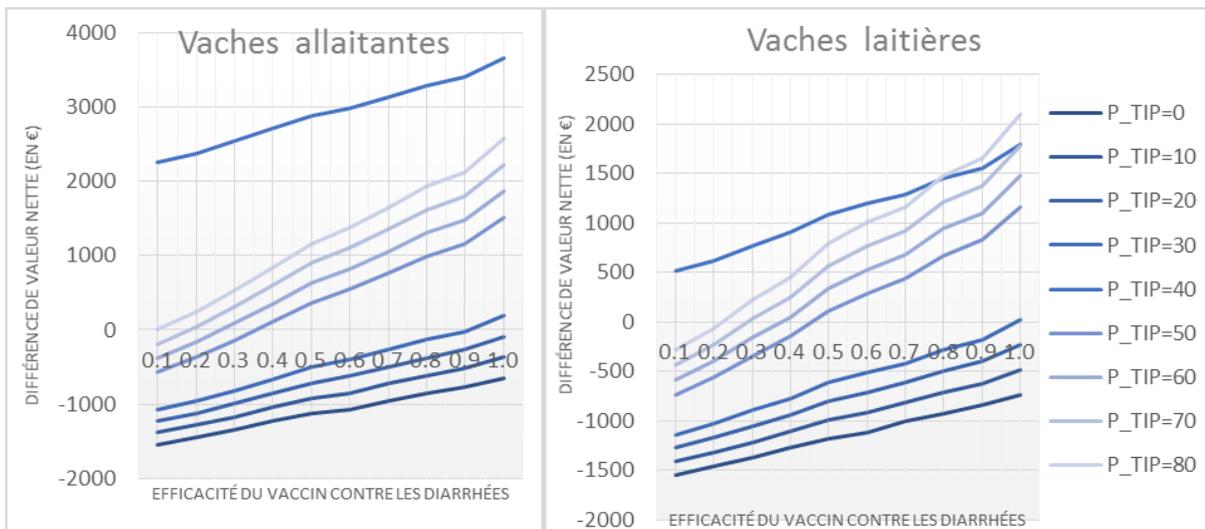


Figure 3.2-25 Différence de valeur nette selon Efficacité $V_{diarrhéecr}$ (Sce A ; Efficacité $V_{TIP} = 0,1$; $CoefEFF_{TIP} = 1$; $CoefEFF_{Mort} = 0$)

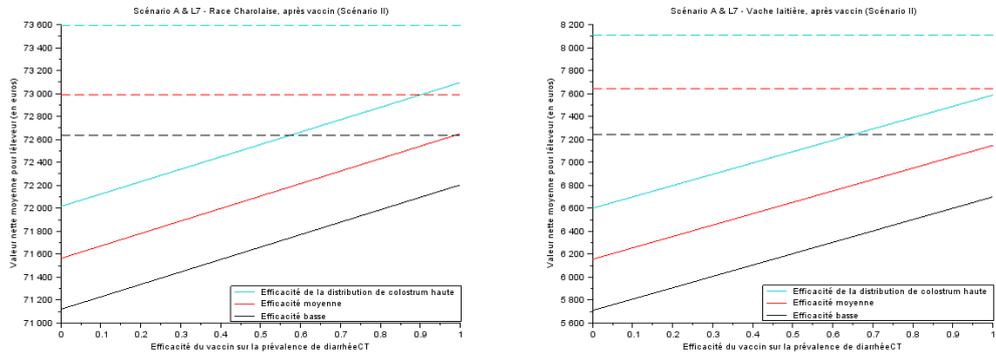


Figure 3.2-26 Comparaison de la valeur nette des revenus au temps optimum de distribution du colostrum avec et sans vaccination (Scé A,

$L7, P_{TIP_0}=0,8$; $EfficacitéV_{TIP} = 0,1$; $CoefEFF_{TIP} = 1$; $CoefEFF_{Mort} = 0$

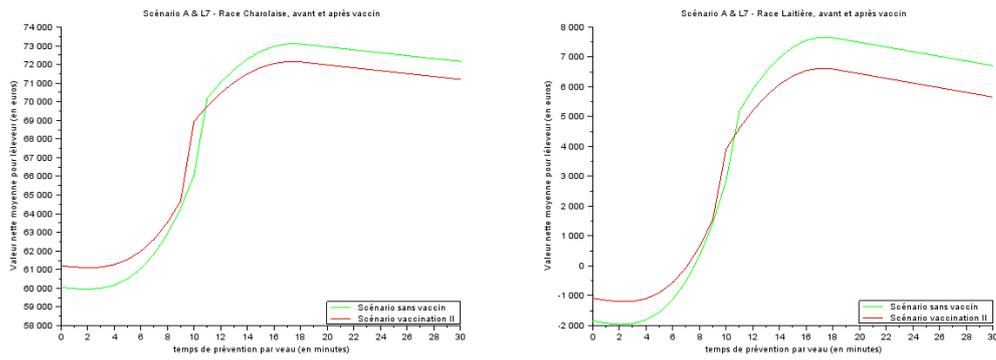


Figure 3.2-27 VN avec et sans vaccination des mères en élevage allaitant et laitier (Scé B, L7, $P_{TIP_0}=0,5$, $EfficacitéV_{TIP} = 0,1$;

$CoefEFF_{TIP} = 1$; $CoefEFF_{Mort} = 0$)

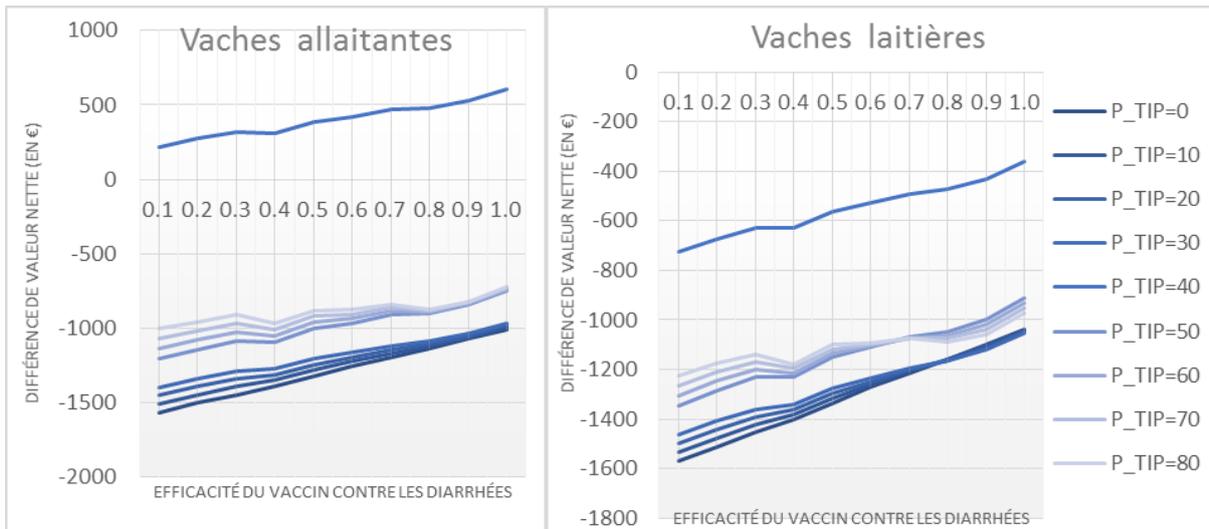


Figure 3.2-28 Différence de VN selon $EfficacitéV_{diarrhéect}$ (Sce L ; $EfficacitéV_{TIP} = 0,1$; $CoefEFF_{TIP} = 0$; $CoefEFF_{Mort} = 0$)

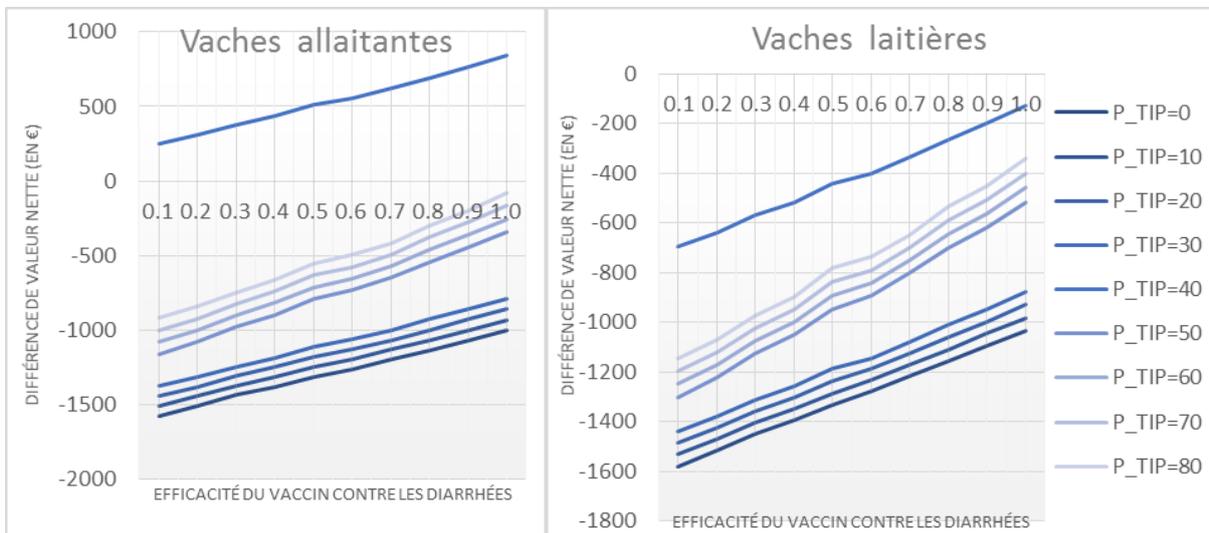


Figure 3.2-29 Différence de VN selon $EfficacitéV_{diarrhéect}$ (Sce L ; $EfficacitéV_{TIP} = 0,1$; $CoefEFF_{TIP} = 0,5$; $CoefEFF_{Mort} = 0$)

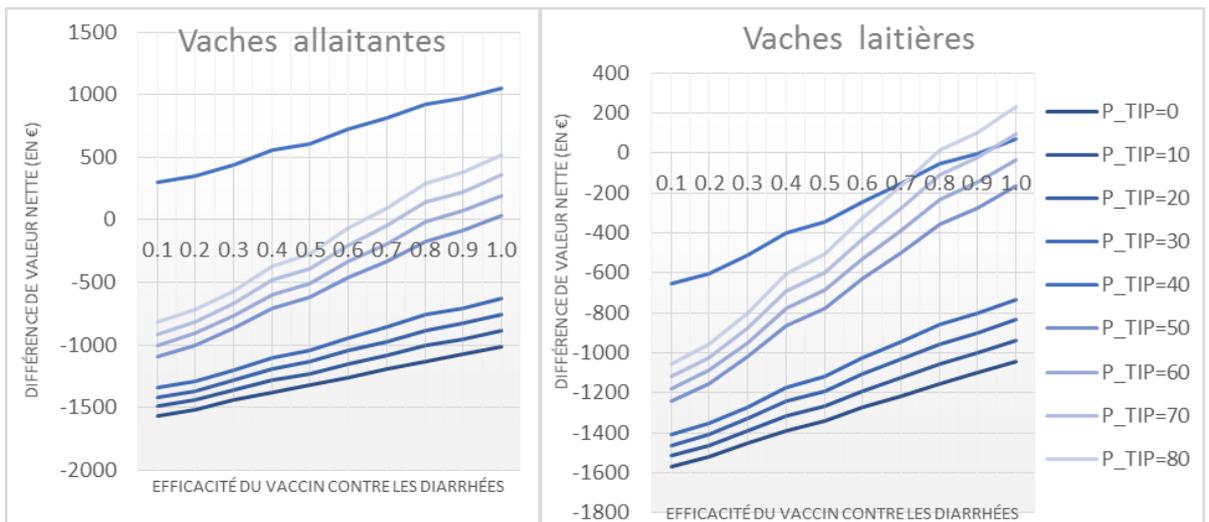


Figure 3.2-30 Différence de VN selon $EfficacitéV_{diarrhéect}$ (Sce L ; $EfficacitéV_{TIP} = 0,1$; $CoefEFF_{TIP} = 1$; $CoefEFF_{Mort} = 0$)

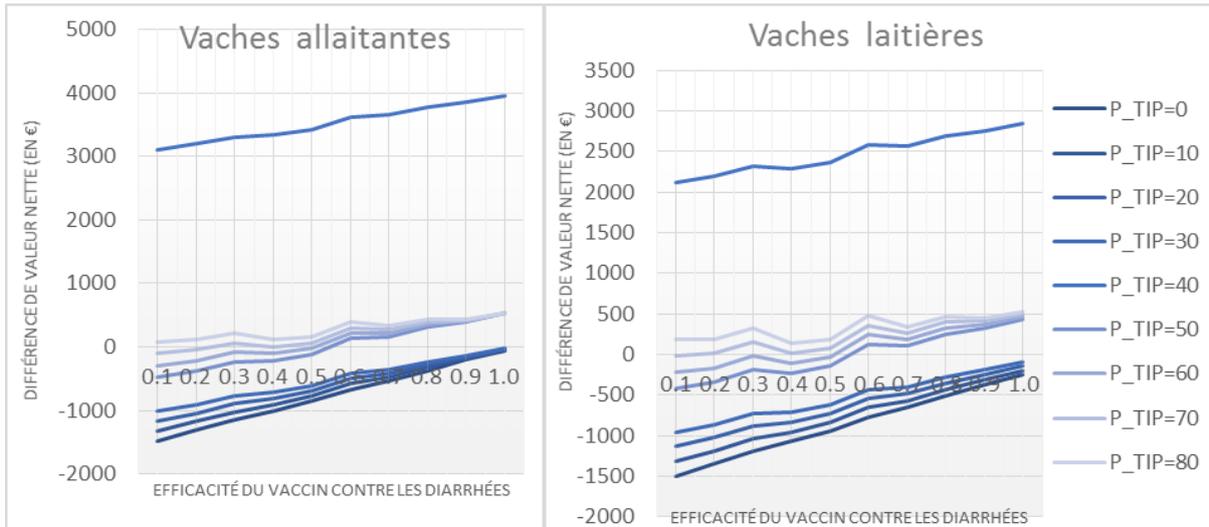


Figure 3.2-31 Différence de VN selon $EfficacitéV_{diarrhéeCT}$ (Sce H ; $EfficacitéV_{TIP} = 0,1$; $CoefEFF_{TIP} = 0$; $CoefEFF_{Mort} = 0$)

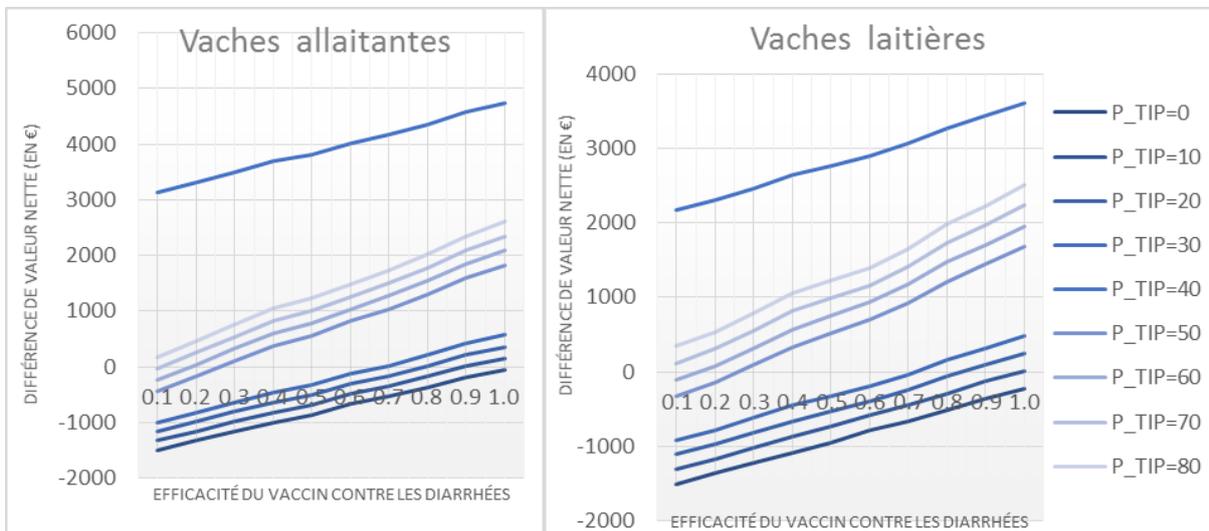


Figure 3.2-32 Différence de VN selon $EfficacitéV_{diarrhéeCT}$ (Sce H ; $EfficacitéV_{TIP} = 0,1$; $CoefEFF_{TIP} = 0,5$; $CoefEFF_{Mort} = 0$)

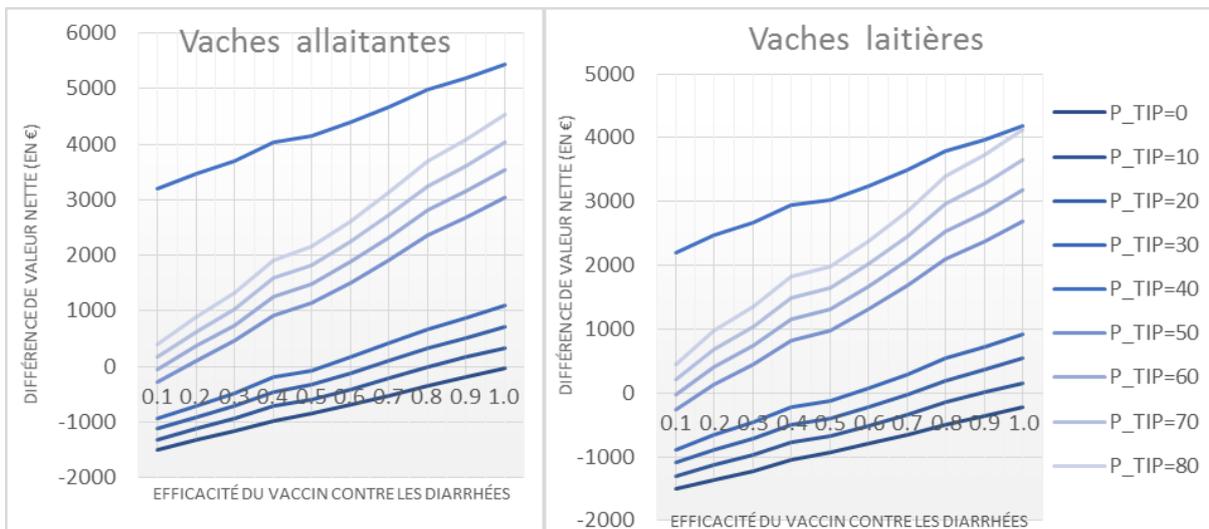


Figure 3.2-33 Différence de VN selon $EfficacitéV_{diarrhéeCT}$ (Sce H ; $EfficacitéV_{TIP} = 0,1$; $CoefEFF_{TIP} = 1$; $CoefEFF_{Mort} = 0$)

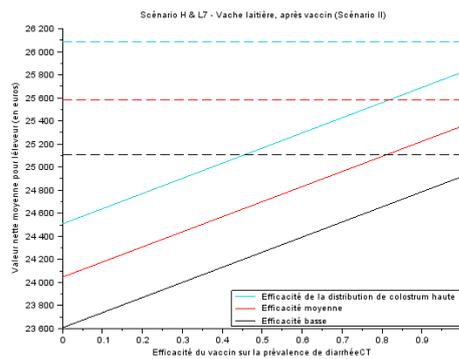
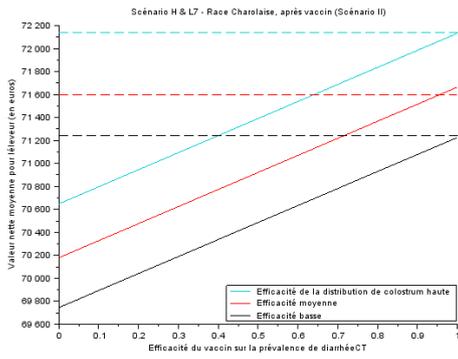


Figure 3.2-34 Comparaison de la valeur nette des revenus au temps optimum de distribution du colostrum avec et sans vaccination (Sc H, L7, $P_{TIP_0}=0,8$; $Efficacité_{V_{TIP}} = 0,1$; $CoefEFF_{TIP} = 0$; $CoefEFF_{Mort} = 0$)

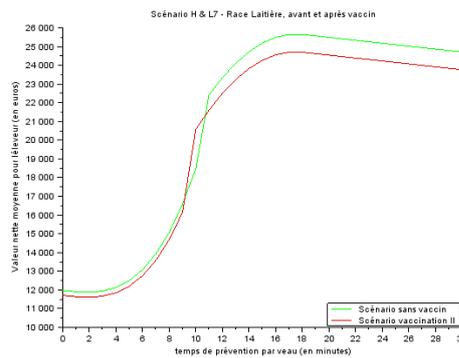
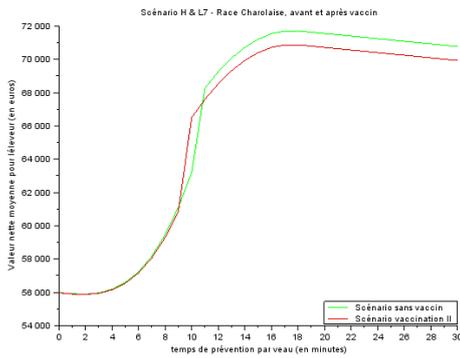


Figure 3.2-35 VN avec et sans vaccination des mères en élevage allaitant et laitier (Sc H, L7, $P_{TIP_0}=0,8$, $Efficacité_{V_{TIP}} = 0,1$; $CoefEFF_{TIP} = 0$; $CoefEFF_{Mort} = 0$)

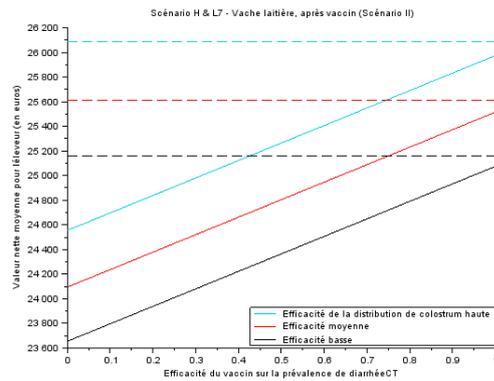
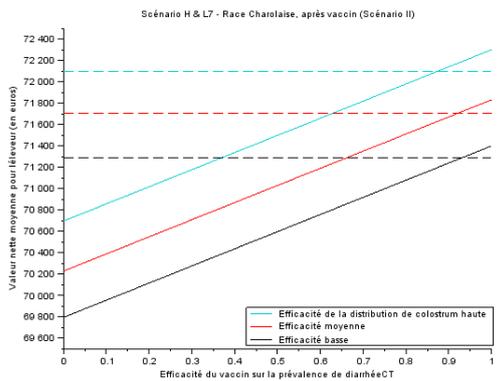


Figure 3.2-36 Comparaison de la valeur nette des revenus au temps optimum de distribution du colostrum avec et sans vaccination (Sc H, L7, $P_{TIP_0}=0,8$; $Efficacité_{V_{TIP}} = 0,1$; $CoefEFF_{TIP} = 0,5$; $CoefEFF_{Mort} = 0$)

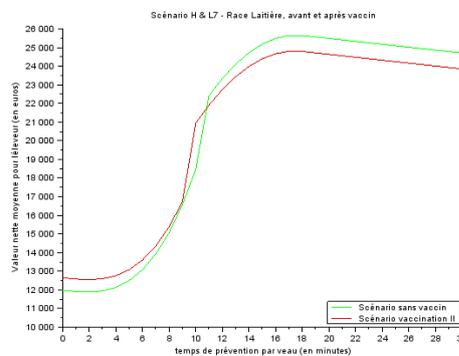
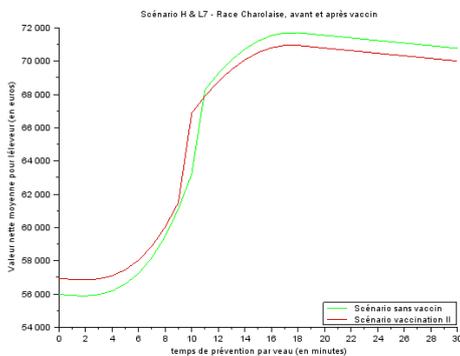


Figure 3.2-37 VN avec et sans vaccination des mères en élevage allaitant et laitier (Sc H, L7, $P_{TIP_0}=0,8$, $Efficacité_{V_{TIP}} = 0,1$; $CoefEFF_{TIP} = 0,5$; $CoefEFF_{Mort} = 0$)

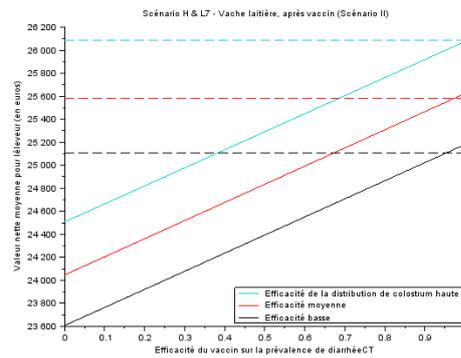
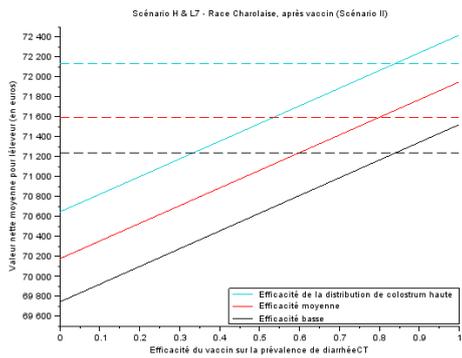


Figure 3.2-38 Comparaison de la valeur nette des revenus au temps optimum de distribution du colostrum avec et sans vaccination (Scé H, L7, $P_{TIP_0}=0,8$; $EfficacitéV_{TIP} = 0,1$; $CoefEFF_{TIP} = 1$; $CoefEFF_{Mort} = 0$)

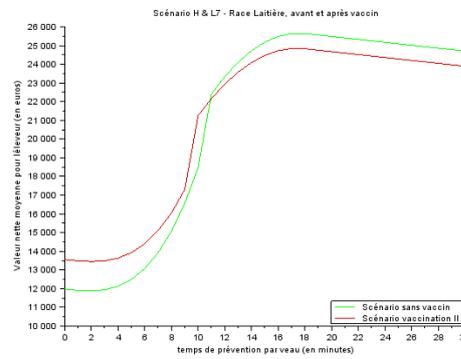
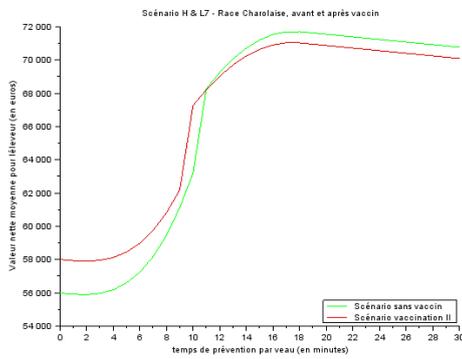


Figure 3.2-39 VN avec et sans vaccination des mères en élevage allaitant et laitier (Scé H, L7, $P_{TIP_0}=0,8$, $EfficacitéV_{TIP} = 0,1$; $CoefEFF_{TIP} = 1$; $CoefEFF_{Mort} = 0$)

3.2.3 Scénario III : vaccin avec réduction partielle de défaut de TIP et de mortalité

Dans ce scénario, le vaccin agit contre les diarrhées chez les veaux sans (ou avec) défaut de TIP, sur la réduction générale du défaut de TIP et sur la mortalité.

La considération de la baisse de mortalité via le vaccin permet d'améliorer sa rentabilité, et crée en particulier des différences importantes avec les situations précédentes en élevage allaitant (et moins en élevage laitier), en accord avec les différences des valeurs CU_{MORT} en laitier et allaitant.

Avec un vaccin sans activité sur les veaux avec défaut de TIP (Efficacité $V_{TIP} = 0$), la rentabilité reste limitée. Par contre, pour (Efficacité $V_{TIP} = 0.1$), la rentabilité s'améliore, en particulier pour les systèmes allaitants et pour les calibrations hautes (scénarios A et H).

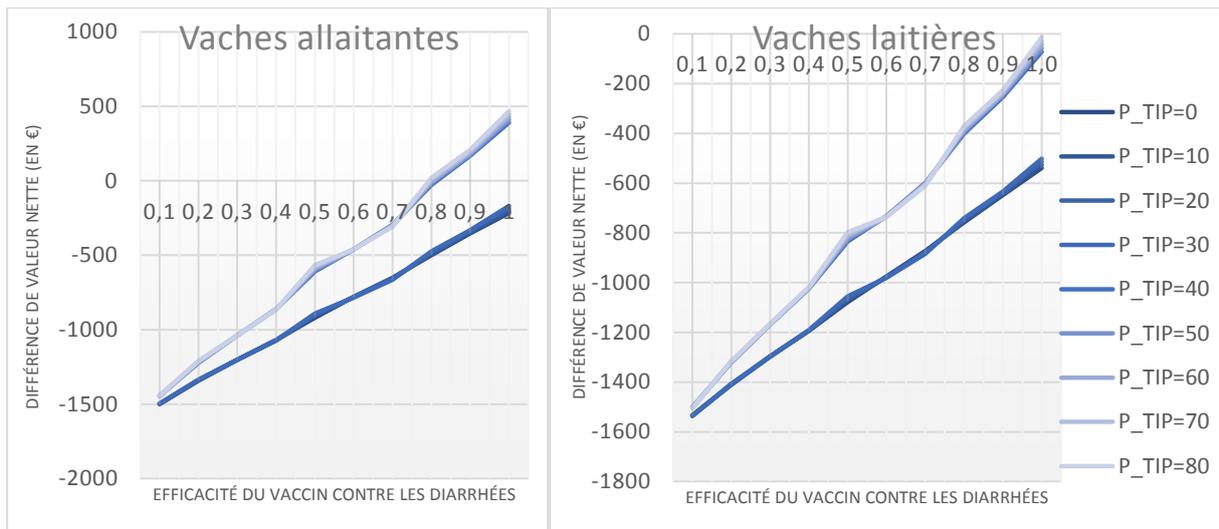


Figure 3.2-40 Différence de VN selon Efficacité $V_{diarrhéecT}$ (Sce B ; Efficacité $V_{TIP} = 0$; CoefEFF $_{TIP} = 0,5$, CoefEFF $_{Mort} = 0,25$)

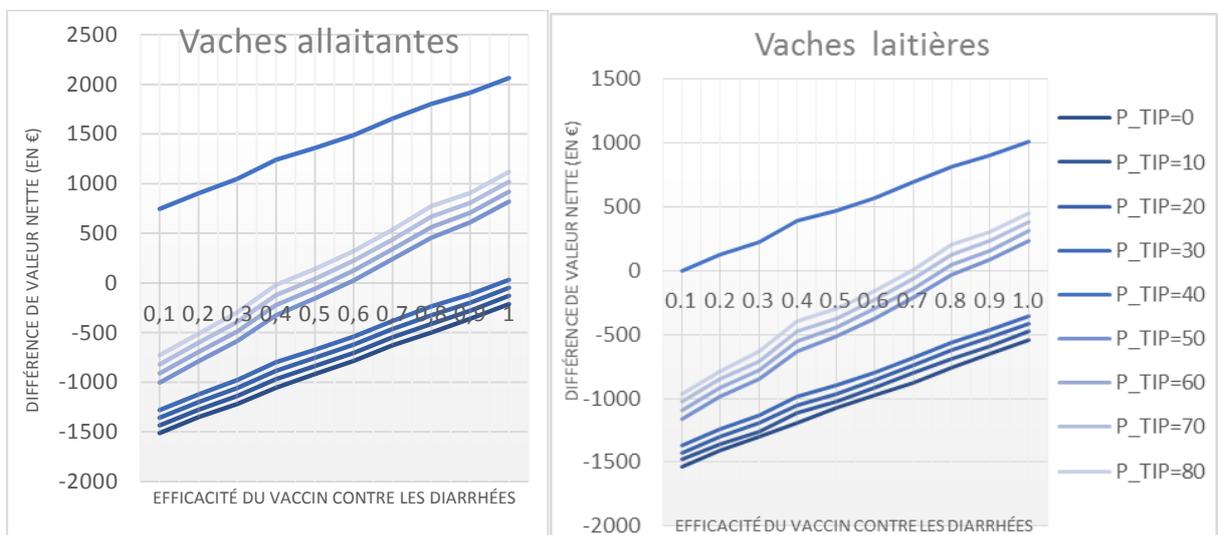


Figure 3.2-41 Différence de VN selon Efficacité $V_{diarrhéecT}$ (Sce B ; Efficacité $V_{TIP} = 0,1$; CoefEFF $_{TIP} = 0,5$, CoefEFF $_{Mort} = 0,25$)

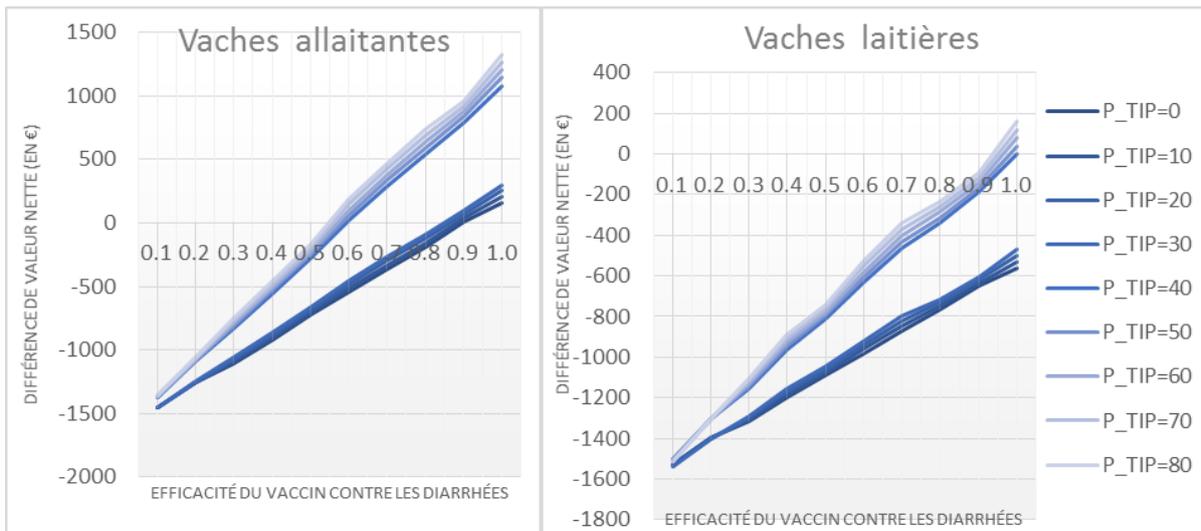


Figure 3.2-42 Différence de VN selon Efficacité $V_{diarrhéeCT}$ (Sce A ; Efficacité $V_{TIP} = 0$; $CoefEFF_{TIP} = 0,5$, $CoefEFF_{Mort} = 0.25$)

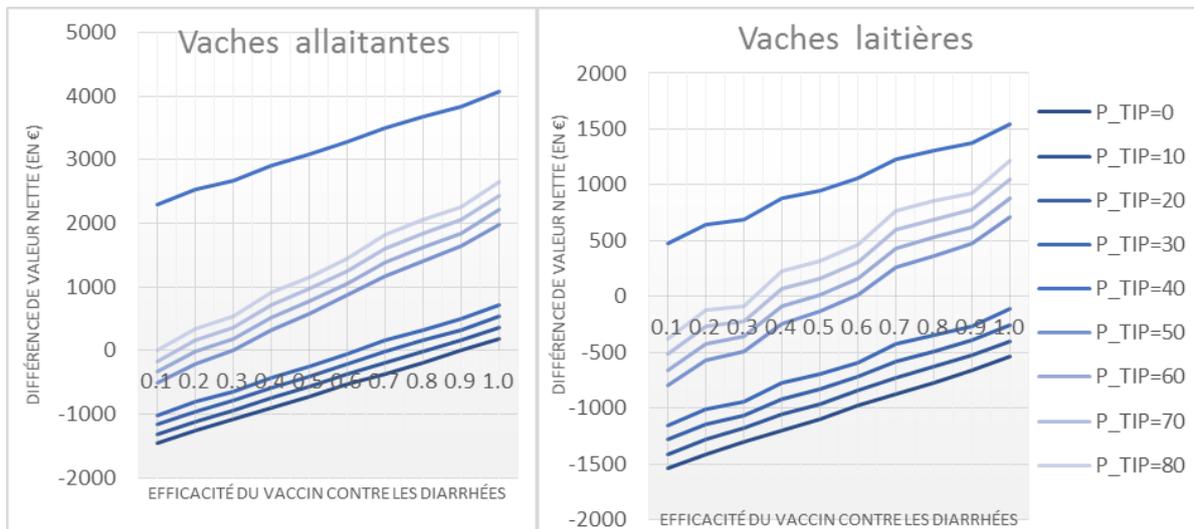


Figure 3.2-43 Différence de VN selon Efficacité $V_{diarrhéeCT}$ (Sce A ; Efficacité $V_{TIP} = 0,1$; $CoefEFF_{TIP} = 0,5$, $CoefEFF_{Mort} = 0.25$)

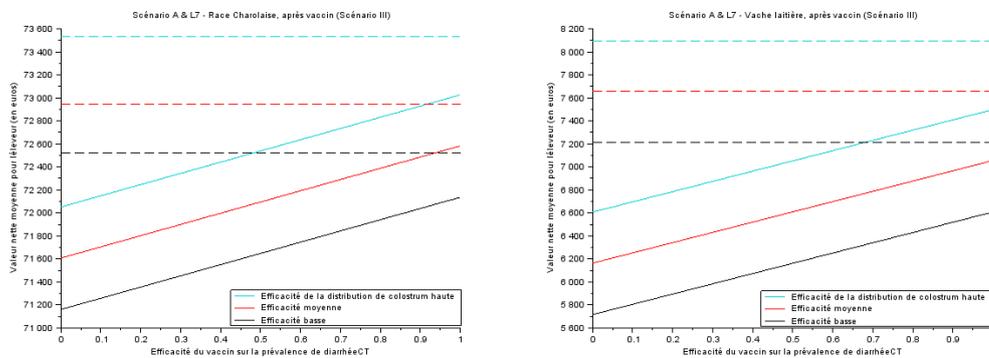


Figure 3.2-44 Comparaison de VN au temps optimum de distribution du colostrum avec et sans vaccination (Sce A, L7, $P_{TIP_0} = 0,8$; Efficacité $V_{TIP} = 0,1$; $CoefEFF_{TIP} = 0,5$; $CoefEFF_{Mort} = 1$)

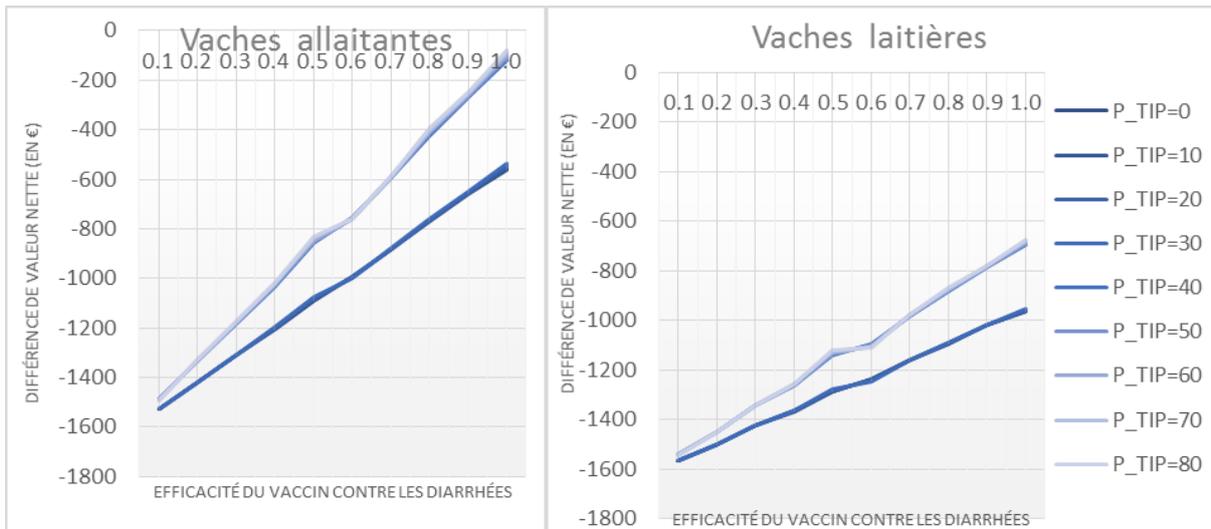


Figure 3.2-45 Différence de VN selon Efficacité $V_{diarrhéeCT}$ (Scé L ; Efficacité $V_{TIP} = 0$; $CoefEFF_{TIP} = 0,5$, $CoefEFF_{Mort} = 0,25$)

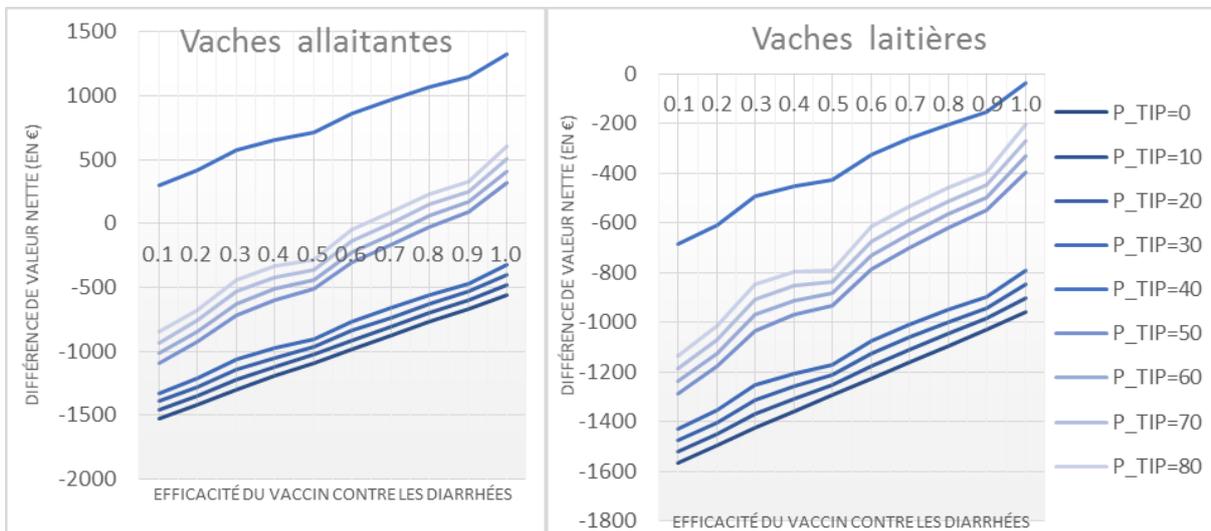


Figure 3.2-46 Différence de VN selon Efficacité $V_{diarrhéeCT}$ (Scé L ; Efficacité $V_{TIP} = 0,1$; $CoefEFF_{TIP} = 0,5$, $CoefEFF_{Mort} = 0,25$)

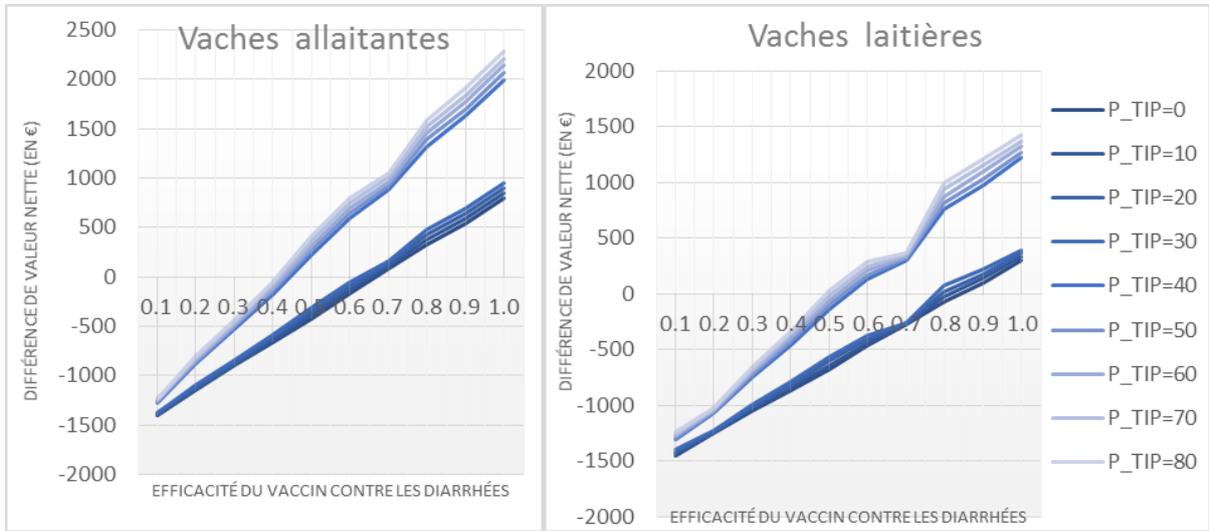


Figure 3.2-47 Différence de VN selon Efficacité $V_{diarrhéECT}$ (Sce H ; Efficacité $V_{TIP} = 0$; CoefEFF $TIP = 0,5$, CoefEFF $Mort = 0.25$)

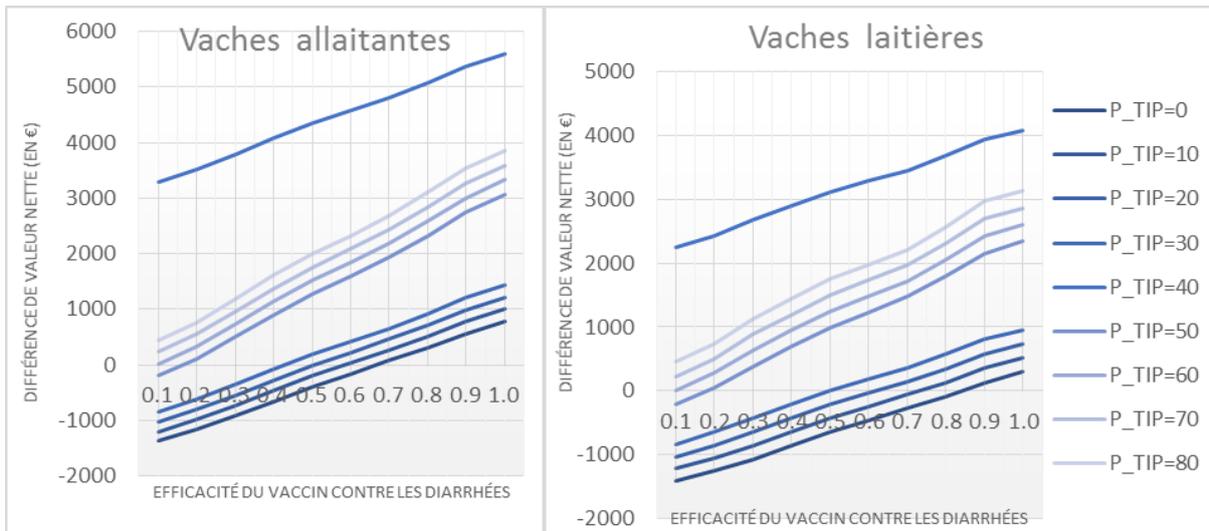


Figure 3.2-48 Différence de VN selon Efficacité $V_{diarrhéECT}$ (Sce H ; Efficacité $V_{TIP} = 0,1$; CoefEFF $TIP = 0,5$, CoefEFF $Mort = 0.25$)

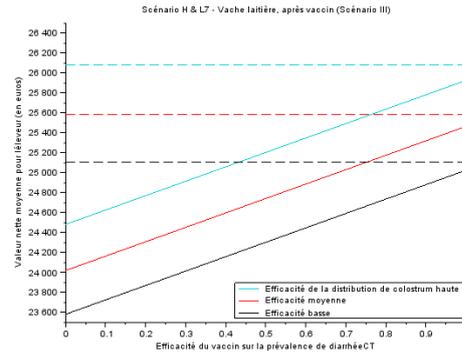
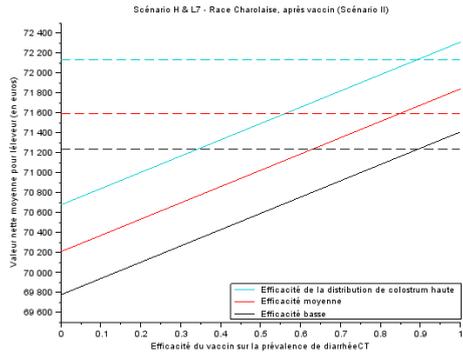


Figure 3.2-49 Comparaison de VN au temps optimum de distribution du colostrum avec et sans vaccination (Sce H, L7, $P_{TIP_0}=0,8$; $Efficacité_{TIP} = 0$; $CoefEFF_{TIP} = 0,5$; $CoefEFF_{Mort} = 1$)

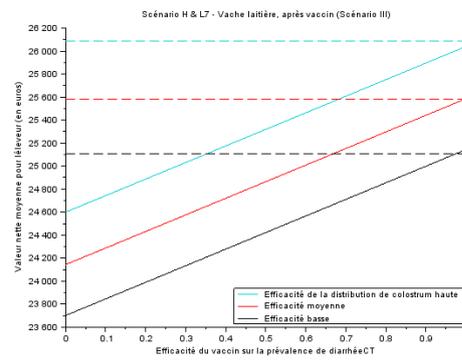
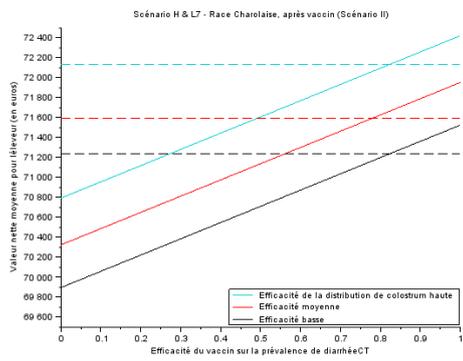


Figure 3.2-50 Comparaison de VN au temps optimum de distribution du colostrum avec et sans vaccination (Sce H, L7, $P_{TIP_0}=0,8$; $Efficacité_{TIP} = 0,1$; $CoefEFF_{TIP} = 0,5$; $CoefEFF_{Mort} = 1$)

Discussion générale

4.1 Méthodes

Les méthodes utilisées dans cette étude restent statiques, dans la mesure où elles ne permettent pas de considérer de manière dynamique des changements au sein d'une population. Cependant, les événements analysés sont fortement concentrés dans le temps (période postnatale) et ont peu de conséquences à long terme avec un effet déstabilisant de la population. Si un modèle dynamique avait pu améliorer la représentation de la réalité, la calibration d'un tel modèle aurait été particulièrement difficile et incertaine. Aussi, une préférence a été donnée à un modèle plus simple mais aussi « calibrable » avec plus de précision. Au vu des difficultés et des discussions sur la calibration des modèles, ce choix paraît judicieux.

Les modèles restent cependant stochastiques, et prennent à la source la variabilité des paramètres d'entrée. Ainsi, par exemple, l'intervalle de prédiction pour la valeur moyenne du coût lié au défaut de TIP à 95 % (IP95%) est calculé. L'intérêt de cette méthode est de présenter le résultat moyen et sa variance de manière globale et simple sous trois chiffres clés (moyenne et IP). Le format IP peut être très facilement utilisé en exploitation. Aussi, les modèles stochastiques couplés avec les modes de présentation permettent de faciliter la communication des résultats et donc leur appropriation et utilisation par les professionnels.

Enfin, les IC ou IP proposées présentent un avantage sur la méthode classique d'analyse de sensibilité où les paramètres clés sont augmentés ou diminués arbitrairement – généralement de 10 ou 20 %. L'IP ou l'IC prennent au contraire en compte une variabilité proche de la variabilité biologique, avec les paramètres d'entrée suivant des lois de distribution définies à partir de données de littérature, de terrain ou à dire d'expert.

4.2 Résultats

4.2.1 Coût total du défaut de TIP

Les résultats du coût total d'un cas de défaut de TIP synthétisés dans le tableau 1.3-1 sont facilement mobilisables en pratique.

D'une part le coût évitable peut être facilement calculé en comparant le coût d'une situation initiale (nombre de veaux avec défaut de TIP multiplié par coût marginal unitaire) au coût d'une situation attendue (même calcul mais avec prévalence de défaut de TIP attendue). Le coût évitable ainsi calculé peut faciliter certaines décisions, entre autres moyens en comparant ce coût initial au coût de changements de pratiques. Ce raisonnement est réalisé en partie 2, mais il peut aussi être réalisé par l'éleveur ou un intervenant en élevage. Dans ce cas-là les valeurs utilisées seront celles de l'élevage et pas une approximation.

Grâce à l'intervalle de prédiction, le praticien peut aussi facilement calculer les limites de l'estimation du coût évitable, en substituant le coût marginal moyen par les bornes de l'IP95%. L'intervalle de prédiction est ici indiqué car le praticien souhaite anticiper (prévoir) la situation dans un élevage donné, avec un risque inférieur à 5 % d'erreur. Il reste moins intéressé par l'IC95% car celui-ci renseigne la situation moyenne sur une série d'exploitations.

D'autre part, grâce aux différents scénarios proposés, l'éleveur peut choisir une estimation adaptée à celle de l'élevage. Cependant, les résultats proposés suggèrent de focaliser sur le scénario B et l'IP associé, les autres scénarios restant moins plausibles.

Les poids respectifs que prend la composante GMQ dans les scénarios A et H sont déconcertants. L'augmentation du coût total lié au GMQ dans ces scénarios est principalement liée à l'augmentation du paramètre clé ΔGMQ de 53 à 80 g/j. À ce jour, il est difficile de statuer sur cette composante : soit ΔGMQ est réellement autour de 80 g/j et le coût du défaut de TIP est sous-estimé sur le terrain car cette composante est peu considérée, soit ΔGMQ est réellement plus bas et les scénarios A et H sont surestimés. Des données épidémiologiques supplémentaires sont nécessaires pour statuer sur ce point. Il semble prudent de considérer les scénarios B et L dans l'attente de ces résultats.

Les coûts liés à la mortalité varient aussi en fonction du coût unitaire et de l'option remplacement ou pas de remplacement. La situation de l'élevage où ces résultats sont appliqués (système ouvert ou fermé, offre de veaux de remplacement...) permet de choisir facilement entre ces options et les scénarios respectifs. Cependant, le scénario A cumulant ΔGMQ élevé et

option de non-remplacement, il semblerait utile de définir de nouveaux scénarios adaptés. La décomposition du coût total d'un cas de défaut de TIP (figure 1.3-2 à 1.3-5) permet cependant de recomposer le coût total pour des combinaisons de composantes non proposées ici.

Au final, le scénario B semble le plus adéquat et plausible.

Le choix de tenir compte de la pression d'infection pour $P_{TIP} > 40\%$ peut être discuté à la fois sur le principe et sur le seuil retenu. En cas de refus du principe ou de son application à un autre seuil, le coût total marginal proposé pour $P_{TIP} < 40\%$ doit être retenu et utilisé pour le calcul du coût évitable en élevage.

4.2.2 Distribution du colostrum

De manière générale, les résultats de cette partie sont homogènes : un intérêt économique certain à consacrer un temps important à la distribution de colostrum est démontré. Pour la majorité des scénarios, mieux vaut consacrer trop de temps à la distribution du colostrum que pas assez. Il est ainsi économiquement optimal pour l'éleveur de consacrer entre 15 et 18 minutes à chaque veau né, afin de s'assurer que celui-ci ingère une quantité suffisante de colostrum, le plus rapidement possible.

Dans le cas du scénario L6 et surtout L7, associé à des coûts du temps passé fortement croissants, le coût de la main-d'œuvre dépasse le bénéfice attendu. L'identification de ce point de rupture est intéressante, car il permet d'illustrer la limite du raisonnement. Cependant, si les résultats montrent bien qu'en situation du coût unitaire important de main-d'œuvre, le temps à allouer à chaque veau doit être limité, les conséquences sur le temps optimal restent très limitées, avec une diminution de seulement 1 à 2 minutes du temps optimal, et l'impact sur P_{TIP} optimal et sur P_{MORT} et $P_{MORBIDITE}$ reste très limité, avec une quasi-absence de signification biologique des changements observés. Aussi, ces différentes observations montrent bien qu'a été identifié le point de rupture de la modélisation économique. Si l'optimum technique a pu être défini à partir de l'optimum économique, il n'en reste pas moins vrai que la pertinence biologique, et donc en termes de conseils pratiques, reste limitée.

Dans tous les cas, le point de rupture n'apparaît de manière forte que pour $P_{TIP0} = 30\%$, et n'est jamais observé pour $P_{TIP0} = 80\%$. L'amélioration de la distribution de colostrum est économiquement justifiée dans des troupeaux avec des graves déficiences de cette distribution, et des nuances sur l'intérêt économique de focaliser sur le temps à y allouer peuvent être réalisées, à la lumière du coût de la main-d'œuvre (ou du coût d'opportunité) lorsque P_{TIP0} est modérée. En effet, si P_{TIP0} est modérée, une partie du temps alloué est gaspillé en raison de l'absence d'amélioration du défaut de TIP.

Enfin, si le coût marginal d'un défaut de TIP est important, la probabilité d'approcher le point de rupture diminue. La plausibilité du scénario A, en particulier en raison du poids lié aux pertes de GMQ et en raison des incertitudes du paramètre ΔGMQ ($= 80$ g/j pour A), et donc de manière proche, du scénario B, a été discutée au préalable (partie 1). En fonction des nouvelles données épidémiologiques validant ou non les calibrations des scénarios B ou A, les résultats des ressources à mobiliser pour distribuer le colostrum seront modifiés.

Les résultats sont très dépendants de la courbe d'efficacité de distribution de colostrum et peu dépendants des courbes de prix du travail. La courbe d'efficacité de distribution de colostrum a été établie à partir des données disponibles à ce jour dans la littérature, mais mériterait d'être affinée et différenciée pour les divers systèmes de production. Le profil de l'éventuelle nouvelle courbe devrait permettre d'extrapoler facilement les résultats de la présente analyse économique.

4.2.3 Prévention vaccinale

La vaccination des mères pour la protection des veaux contre les troubles du jeune âge repose sur un processus multi-étapes, à savoir d'une part la production d'Ac par la vache et d'autre part l'ingestion du colostrum par le veau. Aussi, l'efficacité de la vaccination étant soumise à l'étape clé de l'absorption colostrale, les résultats de cette étude sont concordants avec les conclusions attendues, à savoir que la vaccination des mères n'est guère utile et rentable si l'ingestion colostrale n'est pas assurée. Or, améliorer l'ingestion colostrale permet en soi d'améliorer la santé des veaux nouveau-nés, d'où la nécessité de prise en compte concomitante de ces deux aspects dans le modèle et dans les graphiques de résultats.

Si l'absorption colostrale est indispensable à l'efficacité vaccinale, le défaut de TIP reste cependant un processus biologique continu, même s'il est considéré comme binaire dans sa définition même ($IgG < 10 \text{ g/l}$ ou $PT < 50 \text{ g/l}$). Aussi, les veaux avec défaut de TIP ou avec TIP limité ont ingéré une partie des Ac issus de la vaccination. Aussi, le scénario avec $CoefEFF_{TIP} = 0,5$ semble de plus plausible.

Par ailleurs, dans cette étude, le coût associé aux diarrhées repose sur les traitements curatifs et sur la main-d'œuvre liée, et n'intègre pas directement la mortalité consécutive à des diarrhées, la composante mortalité étant définie de manière indépendante aux composantes de morbidité. Aussi, il semble adapté de corriger la baisse de mortalité des veaux dans un schéma vaccinal efficace. Le scénario avec $CoefEFF_{Mort} = 0.25$ semble ainsi le plus plausible. En effet, les modalités d'application de ce scénario selon les équations (3.6) et (3.7) permettent d'appliquer une baisse de mortalité proportionnelle à la baisse de prévalence de diarrhée associée à la simulation en cours. Ainsi, la baisse de mortalité concerne les veaux sans défaut de TIP uniquement ($CoefEFF_{TIP} = 0$) ou les veaux avec et sans défaut de TIP ($CoefEFF_{TIP} = 0.5$).

Enfin, la valeur du paramètre Efficacité V_{TIP} reste difficile à définir. En toute rigueur, la vaccination n'affecte pas directement la baisse de TIP dans son ensemble et focalise uniquement sur les diarrhées et leurs conséquences (suggérant Efficacité $V_{TIP} = 0$). Cependant, la vaccination favorisant la prise de conscience de l'intérêt de la distribution du colostrum (corrélation positive probable entre les deux), considérer le paramètre Efficacité V_{TIP} comme non nul paraît recevable. Dans tous les cas, la valeur de Efficacité V_{TIP} retenue si non nulle reste raisonnable (0,1).

Les résultats montrent clairement que la vaccination des mères contre les diarrhées des veaux est loin de représenter un gain systématique. En particulier lorsque la vaccination est réalisée en absence d'amélioration de la distribution de colostrum (graphiques avec courbes bleues des différentes P_{TIP}).

Dans la situation la plus plausible, à savoir Efficacité $V_{TIP} = 0$ ou 0,1 ; $CoefEFF_{TIP} = 0,5$; $CoefEFF_{Mort} = 0.25$, l'intérêt de la vaccination dépend principalement des calibrations retenues entre B, A, L et H. La vaccination semble alors être plus indiquée pour des situations avec une mauvaise maîtrise de la distribution de colostrum que pour les autres. En ce sens, et sous réserve des hypothèses retenues, la vaccination serait une alternative à la distribution de colostrum. Dans tous les cas, Efficacité $V_{diarrhéeCT}$ devra atteindre des valeurs élevées. Pour les

spécialités où $\text{Efficacité}_{V_{\text{diarrhéeCT}}}$ est inférieure à 50 %, des doutes sérieux sur la rentabilité de la vaccination peuvent être émis. Malheureusement, la valeur de $\text{Efficacité}_{V_{\text{diarrhéeCT}}}$ pour les différentes spécialités sur le marché ne sont, à notre connaissance, pas disponibles.

La présentation des résultats sous la forme de différence de valeur nette avant et après vaccination permet une comparaison directe des résultats et une estimation facile de la rentabilité de la pratique. Cependant, il convient de comparer les valeurs absolues de ces gains aux différences de valeurs nettes permises par la réduction de P_{TIP} avec le temps consacré à la distribution de colostrum (partie 2). Les courbes traçant les valeurs nettes avec et sans vaccination permettent cette nécessaire remise en contexte.

Conclusions

Dans le scénario le plus plausible, le défaut de TIP coûte 80 € (IP95% = 20 – 140) et 60 € (IP95% = 10 – 108) par veau avec défaut de TIP. Ces résultats sont facilement mobilisables en pratique.

Un intérêt économique certain à consacrer un temps important à la distribution de colostrum est de plus démontré. Pour la majorité des scénarios, mieux vaut consacrer trop de temps à la distribution du colostrum que pas assez. Il est ainsi économiquement optimal pour l'éleveur de consacrer entre 15 et 18 minutes à chaque veau né, afin de s'assurer que celui-ci ingère une quantité suffisante de colostrum, le plus rapidement possible.

Les résultats montrent clairement que la vaccination des mères contre les diarrhées des veaux est loin de représenter un gain systématique. Dans la situation la plus plausible, la vaccination est plus indiquée pour des situations avec une mauvaise maîtrise de la distribution de colostrum que pour les autres. En ce sens, la vaccination serait une alternative à la distribution de colostrum.

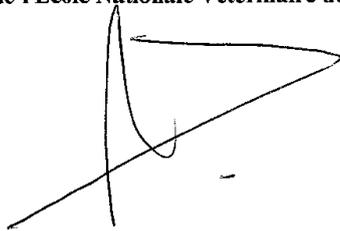
Ces estimations économiques restent dépendantes des hypothèses de calibration retenues ainsi que de la manière dont les modèles économiques ont été construits. La compréhension de ces éléments et leur mobilisation lors de l'utilisation des résultats dans la prise de décision sont indispensables, exposant dans le cas contraire à des erreurs d'appréciation potentiellement importantes. Par ailleurs, en absence de certains paramètres clés, diverses propositions ont été réalisées. L'amélioration des connaissances épidémiologiques sur les défauts de TIP et sur les efficacités techniques des outils de maîtrise devrait permettre d'améliorer les conditions d'utilisation des présents résultats, sans toutefois nécessiter de reconduire ces analyses économiques.

AGREMENT SCIENTIFIQUE

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

Je soussigné, **RABOISSON Didier**, Enseignant-chercheur, de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, directeur de thèse, certifie avoir examiné la thèse de **TRILLAT Pauline** intitulée « *Coût du défaut de transfert d'immunité passive chez le veau et économie des stratégies préventives associées.* » et que cette dernière peut être imprimée en vue de sa soutenance.

Fait à Toulouse, le 24 juillet 2015
Docteur **Didier RABOISSON**
Enseignant chercheur
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse



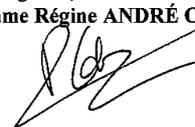
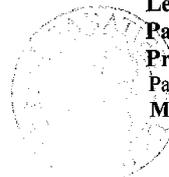
Vu :
La Directrice de l'Ecole Nationale
Vétérinaire de Toulouse
Isabelle **CHMITEF**



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



Vu et autorisation de l'impression :
Le Président de l'Université
Paul Sabatier
Professeur Bertrand **MONTHUBERT**
Par délégation, la Vice-Présidente du CEVU
Madame Régine **ANDRÉ OBRECHT**



Melle **TRILLAT Pauline**
a été admis(e) sur concours en : 2010
a obtenu son diplôme d'études fondamentales vétérinaires le : 26/06/2014
a validé son année d'approfondissement le : 25/06/2015
n'a plus aucun stage, ni enseignement optionnel à valider.

Bibliographie

ALLEMAND H. (2008). Evaluation par la technique d'immunodiffusion radiale de la qualité du colostum et du transfert colostrale chez les bovins. Thèse de doctorat vétérinaire, Lyon, 150p.

BESSER TE, GAY CC, PRITCHETT L. (1991) Comparison of three methods of feeding colostrum to dairy calves. *J Am Vet Med Assoc.* n°**198**, 419–422

CHIGERWE M., W. TYLER J., SUMMERS M., MIDDLETON J., SCHULTZ L., NAGY D. (2009). Evaluation of factors affecting serum IgG concentration in bottle-fed calves, *Science reports.* n°**6**, 785-789

FRANCE Agricole (2012). Estimation second half 2012. *La France Agricole*, n° **3443 & 3455**

GAY CC. (1994) Colostrum research says feed 4 quarts for healthier calves. *Hoard's Dairyman.* n°**139**, 256.

GODDEN S.M. (2008) ; Colostrum management for dairy calves, *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.*, n°**24** : 19-39

GRUSENMEYER D.J., RYAN C.M., GALTON D.M. (2006). Shortening the dry period from 60 to 40 days does not affect colostrum quality but decreases colostrum yield by Holstein cows, *J. Dairy Sci.*, n°**89** (Suppl 1), 336

HALLIDAY R. ; RUSSEL A.J.F ; WILLIAMS M.R. ; PEART J.N. (1978). Effects of energy intake during late pregnancy and of genotype on immunoglobulin transfer to calves in suckler herds, *Res. Vet. Sci.*, n°**24**, 26-31.

INSTITUT ELEVAGE BOVIN VIANDE (2013). Résultats 2011 des exploitations bovines viande. Résultats nationaux. Collection résultats annuels. Réseaux d'élevage pour le conseil et la prospective, **June 2013**, 1–40.

INSTITUT ELEVAGE BOVIN LAIT (2013). Résultats 2011 et estimations 2012 pour les exploitations bovines lait. Résultats nationaux. Collection résultats annuels. Réseaux d'élevage pour le conseil et la prospective, **June 2013**, 1–52

JACQUES S. (2012). Succédanés du colostrum et transfert d'immunité passive chez le veau nouveau-né. Thèse de doctorat vétérinaire, Toulouse, 169p

LEVIEUX D. (1984). Transmission de l'immunité colostrale chez le veau. *Le point vétérinaire*, n°**16**, 311-316

McGUIRK S.M. ; COLLINS M. (2004). Managing de production, storage and delivery of colostrum, *Vet. Clin. North Am. Food. Anim. Pract*, n°**20**, 593-603

MAILLARD R. (2006). Le transfert de l'immunité colostrale chez le veau. *Le point Vétérinaire* n° spécial n°**37**, 110-114

MANGUIN S. (2002). Le transfert d'immunité colostrale chez le veau. Thèse de doctorat vétérinaire. Alfort. 92p.

MILON A. (1986). Ontogénèse du système immunitaire et immunité néonatale, *Bulletin GTV*, n°4, 53-66

OLSON D.P. ; BULL R.C. ; WOODWARD L.F. ; KELLEY K.W. (1981). Effects of maternal nutritional restriction and cold stress on young calves : absorption of colostrum immunoglobulins, *Am. J. Vet. Res.*, n°42, 876-880.

LOUDAR J, LARVOR P, DARDILLAT J, RICHARD Y. (1976). L'immunité d'origine colostrale chez le veau. *R.M.V*, n°10, 1310-1346

PRITCHETT L.C., GAY C.C., BESSER T.E., HANCOCK D.D. (1991). Management and production factors influencing immunoglobulin G1 concentration in colostrums from Holstein cows, *J. Dairy Sci*, n°74 : 2336- 2341.

QUIGLEY J.D. (2001). Using a refractometer, *Calf Note*, #39, 5. <http://www.calfnotes.com/pdf/CN039.pdf> (28/06/2015)

RABOISSON D., MAIGNE E., SANS P., ALLAIRE P. CAHUZAC E. (2014). Factors influencing dairy calf and replacement heifer mortality in France. *J. Dairy Sci.* n°97, 202-211

RASTANI R.R., GRUMMER R.R., BERTICS S.J., GÜMEN A., WILTBANK M.C., MASHEK D.G., SCHWAB M.C. (2005). Reducing dry period length to simplify feeding transition cows : milk production, energy balance and metabolic profiles, *J. Dairy Sci.* n°88, 1004-1014

SERIEYS F. (1993) ; Le colostrum de vache, bien le connaître pour mieux l'utiliser, *Ed. Smithkline Beecham, Ploufragan*, 88p.

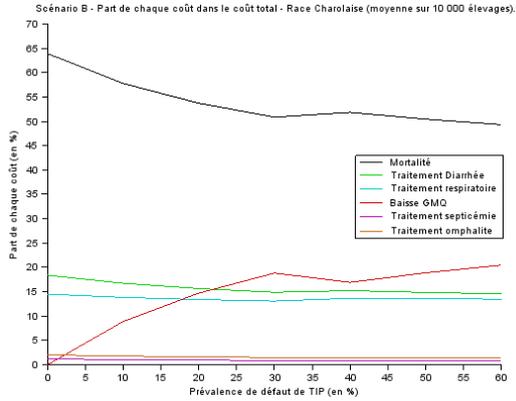
STOTT, G. H., and Fellah. A. (1983). Colostrum immunoglobulin absorption linearly related to concentration for calves. *J. Dairy Sci.* n°66, 1319–1328

SVENSSON C., HULTGREN J., OLTENACU P.A. (2006). Morbidity in 3–7-month-old dairy calves in south-western Sweden, and risk factors for diarrhoea and respiratory disease, *Preventive Veterinary Medicine.* n°74. 162–179

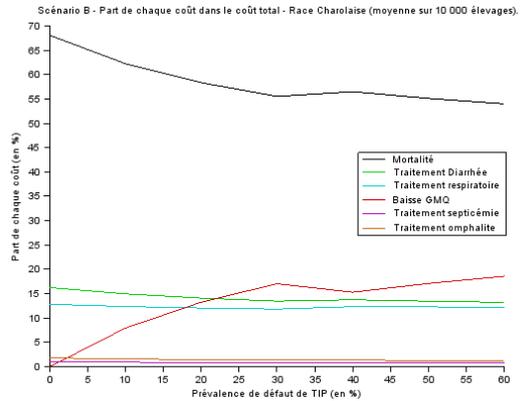
ANNEXES

ANNEXE 1 : Part de chaque coût dans le coût total

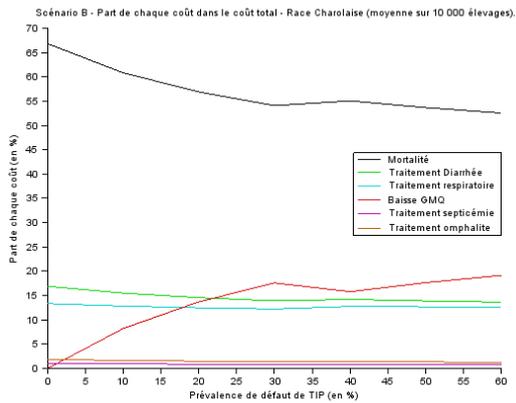
Scénario A



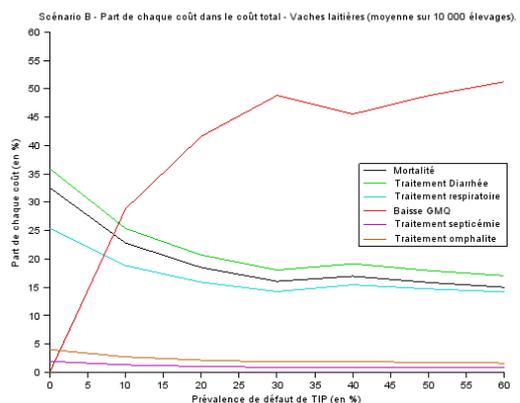
(a) Vaches allaitantes, Charolaise



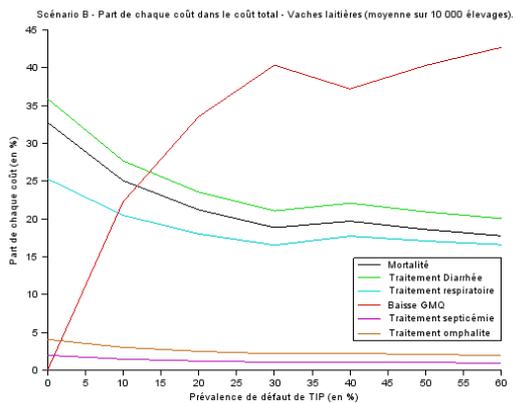
(b) Vaches allaitantes, Limousine



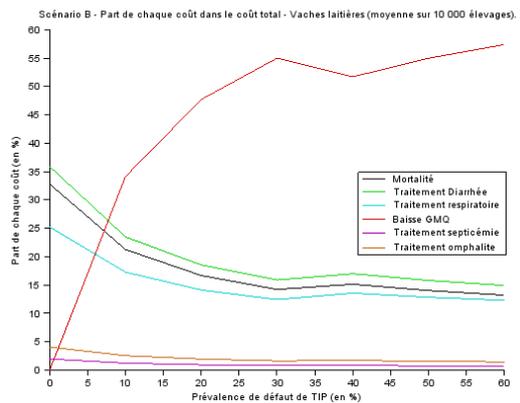
(c) Vaches allaitantes, Blonde d'Aquitaine



(d) Vaches laitières, 1^{er} vêlage à 2,5 ans



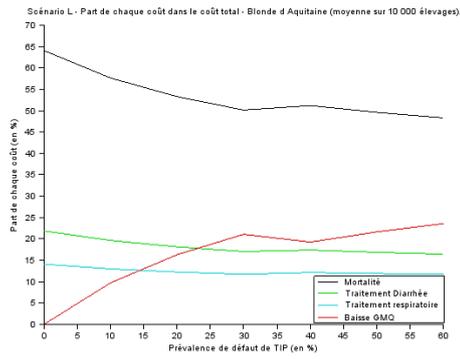
(e) Vaches laitières, 1^{er} vêlage à 2 ans



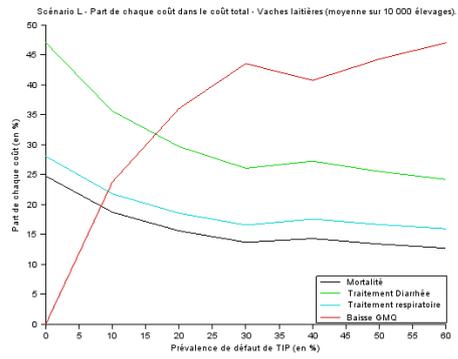
(f) Vaches laitières, 1^{er} vêlage à 3 ans

Annexe 1-1 : Part de chaque coût dans le coût total (en %), Sce A

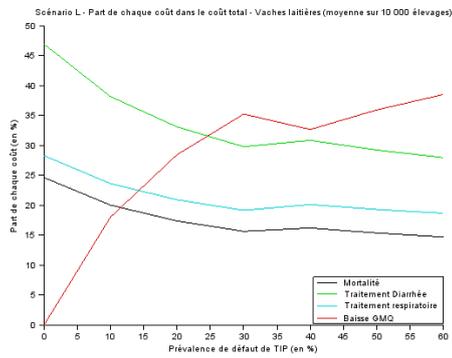
Scénario L



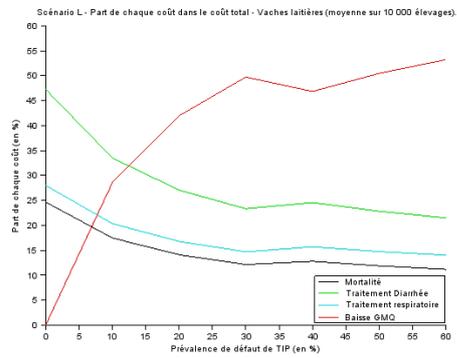
(a) Vaches allaitantes



(b) Vaches laitières (1^{er} vêlage à 2,5 ans)



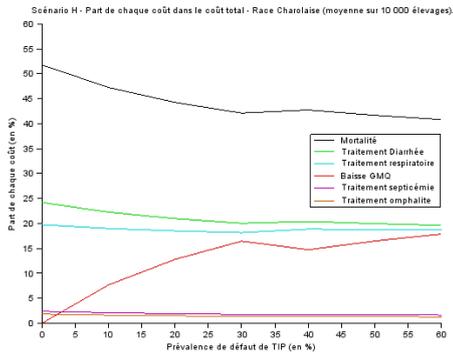
(c) Vaches laitières (1^{er} vêlage à 2 ans)



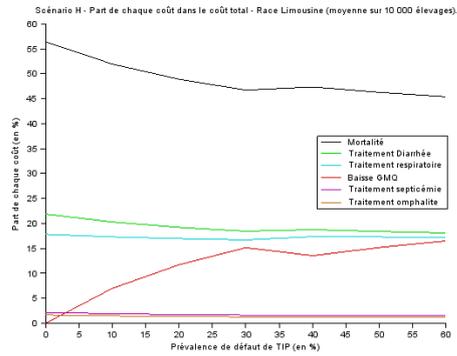
(d) Vaches laitières (1^{er} vêlage à 3 ans)

Annexe 1-2 : Part de chaque coût dans le coût total (en %), Sce L

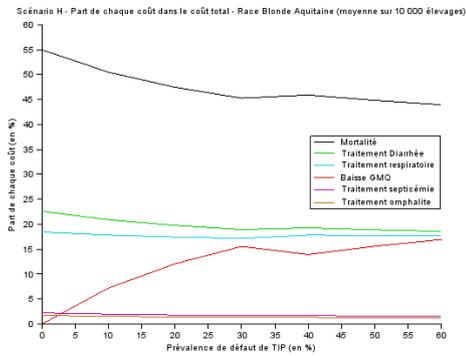
Scénario H



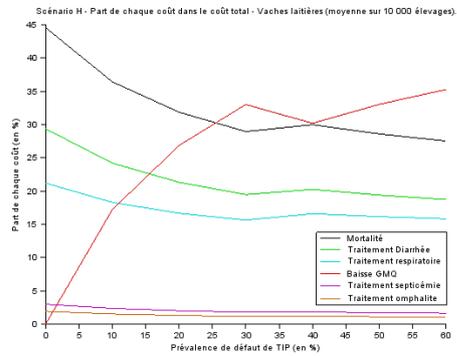
(a) Vaches allaitantes, Charolaise



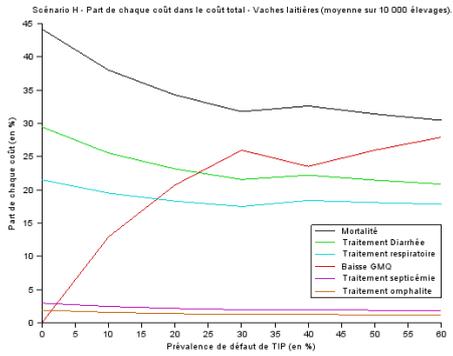
(b) Vaches allaitantes, Limousine



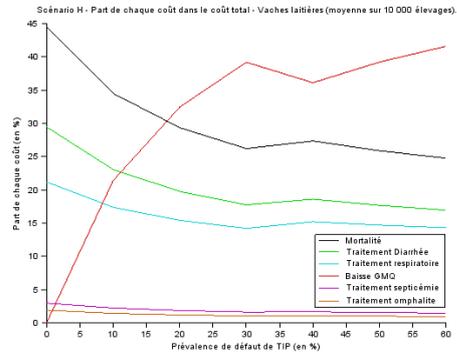
(c) Vaches allaitantes, Blonde d'Aquitaine



(d) Vaches laitières (1^{er} vêlage à 2,5 ans)



(e) Vaches laitières (1^{er} vêlage à 2 ans)



(f) Vaches laitières (1^{er} vêlage à 3 ans)

Annexe 1-3 : Part de chaque coût dans le coût total (en %), Sce H

ANNEXE 2 : Prévalences à l'optimum

Scénario B, Charolaise

		$PTIP_0 = 30\%$			$PTIP_0 = 50\%$			$PTIP_0 = 80\%$		
		Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max
t=0	P_mort	6.47			7.58			9.19		
	P_Pneumonie	35.01			38.96			45.15		
	P_Diarrhée	26.69			29.12			32.62		
	P_Omphaite	6.57			7.61			9.17		
	P_Septicémie	3.94			4.56			5.52		
L1	Temps optimal	17	12	23	17	12	23	18	12	23
	P_TIP optimal	0.032	0.030	0.031	0.053	0.050	0.052	0.08	0.08	0.08
	P_mort	5.01	5.00	5.00	5.12	5.11	5.12	5.27	5.27	5.29
	P_Pneumonie	29.12	29.08	29.10	29.05	28.99	29.02	29.62	29.62	29.68
	P_Diarrhée	23.12	23.10	23.11	23.32	23.28	23.31	23.65	23.65	23.69
	P_Omphaite	5.16	5.15	5.16	5.28	5.26	5.27	5.42	5.42	5.43
	P_Septicémie	3.10	3.09	3.10	3.17	3.16	3.16	3.25	3.25	3.26
L2	Temps optimal	17	12	23	17	12	23	18	12	23
	P_TIP optimal	0.032	0.030	0.031	0.053	0.050	0.052	0.08	0.08	0.08
	P_mort	5.02	5.01	5.01	5.13	5.11	5.12	5.28	5.28	5.29
	P_Pneumonie	28.90	28.86	28.88	29.49	29.42	29.46	30.07	30.07	30.13
	P_Diarrhée	23.22	23.20	23.21	22.95	22.91	22.93	23.28	23.28	23.32
	P_Omphaite	5.17	5.16	5.16	5.28	5.26	5.27	5.42	5.42	5.43
	P_Septicémie	3.10	3.09	3.10	3.17	3.16	3.16	3.25	3.25	3.26
L3	Temps optimal	17	11	23	17	12	23	18	12	24
	P_TIP optimal	0.032	0.034	0.031	0.053	0.050	0.052	0.08	0.08	0.08
	P_mort	5.01	5.02	5.01	5.12	5.10	5.11	5.26	5.26	5.26
	P_Pneumonie	29.04	29.08	29.02	29.40	29.33	29.37	29.97	29.97	29.97
	P_Diarrhée	23.05	23.08	23.04	23.19	23.16	23.18	23.52	23.52	23.52
	P_Omphaite	5.17	5.18	5.16	5.28	5.26	5.27	5.41	5.41	5.41
	P_Septicémie	3.10	3.11	3.10	3.17	3.16	3.16	3.25	3.25	3.25
L4	Temps optimal	17	12	23	17	12	23	18	12	23
	P_TIP optimal	0.032	0.030	0.031	0.053	0.050	0.052	0.08	0.08	0.08
	P_mort	5.01	5.00	5.00	5.13	5.11	5.12	5.27	5.27	5.29
	P_Pneumonie	28.95	28.91	28.93	29.46	29.39	29.43	30.03	30.03	30.10
	P_Diarrhée	23.15	23.12	23.14	23.43	23.39	23.42	23.76	23.76	23.80
	P_Omphaite	5.17	5.16	5.16	5.28	5.26	5.27	5.42	5.42	5.44
	P_Septicémie	3.10	3.09	3.10	3.17	3.16	3.16	3.25	3.25	3.26

Annexe 2-4 : Temps optimum et prévalences des différents troubles à t=0 et à l'optimum_Sce B_Ch_L1 à L4

		$PTIP_0 = 30\%$			$PTIP_0 = 50\%$			$PTIP_0 = 80\%$		
		Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max
L5	Temps optimal	17	11	23	17	12	23	18	12	23
	P_TIP optimal	0.032	0.034	0.031	0.053	0.050	0.052	0.08	0.08	0.08
	P_mort	5.01	5.02	5.00	5.12	5.11	5.12	5.27	5.27	5.29
	P_Pneumonie	28.74	28.78	28.72	29.50	29.43	29.47	30.07	30.07	30.13
	P_Diarrhée	23.40	23.43	23.39	23.61	23.57	23.59	23.95	23.95	23.99
	P_Omphaite	5.16	5.18	5.16	5.28	5.26	5.27	5.42	5.42	5.43
	P_Septicémie	3.10	3.11	3.10	3.17	3.16	3.16	3.25	3.25	3.26
L6	Temps optimal	16	11	21	17	12	22	17	12	23
	P_TIP optimal	0.038	0.034	0.040	0.053	0.050	0.057	0.08	0.08	0.08
	P_mort	5.04	5.02	5.05	5.12	5.10	5.14	5.29	5.27	5.28
	P_Pneumonie	29.25	29.18	29.30	29.66	29.59	29.74	30.34	30.23	30.30
	P_Diarrhée	23.63	23.59	23.66	23.60	23.56	23.65	24.00	23.94	23.97
	P_Omphaite	5.20	5.18	5.21	5.28	5.26	5.30	5.45	5.42	5.44
	P_Septicémie	3.12	3.11	3.13	3.17	3.16	3.18	3.27	3.25	3.26
L7	Temps optimal	15	11	19	16	11	21	17	12	22
	P_TIP optimal	0.047	0.034	0.057	0.063	0.057	0.066	0.08	0.08	0.09
	P_mort	5.10	5.03	5.15	5.18	5.15	5.21	5.31	5.28	5.34
	P_Pneumonie	29.22	28.94	29.44	29.76	29.63	29.84	30.24	30.13	30.38
	P_Diarrhée	23.16	23.00	23.29	23.41	23.34	23.46	23.69	23.63	23.78
	P_Omphaite	5.24	5.18	5.30	5.32	5.29	5.34	5.44	5.41	5.47
	P_Septicémie	3.15	3.11	3.18	3.20	3.18	3.21	3.27	3.25	3.29
L8	Temps optimal	18	12	24	18	12	24	18	12	24
	P_TIP optimal	0.030	0.030	0.030	0.050	0.050	0.050	0.08	0.08	0.08
	P_mort	5.00	5.00	5.00	5.11	5.11	5.11	5.28	5.28	5.28
	P_Pneumonie	28.78	28.78	28.78	29.10	29.10	29.10	29.74	29.74	29.74
	P_Diarrhée	23.11	23.11	23.11	23.42	23.42	23.42	23.80	23.80	23.80
	P_Omphaite	5.16	5.16	5.16	5.26	5.26	5.26	5.42	5.42	5.42
	P_Septicémie	3.09	3.09	3.09	3.16	3.16	3.16	3.25	3.25	3.25
L9	Temps optimal	18	12	24	18	12	24	18	12	24
	P_TIP optimal	0.030	0.030	0.030	0.050	0.050	0.050	0.08	0.08	0.08
	P_mort	5.00	5.00	5.00	5.11	5.11	5.11	5.27	5.27	5.27
	P_Pneumonie	29.20	29.20	29.20	29.21	29.21	29.21	29.85	29.85	29.85
	P_Diarrhée	23.13	23.13	23.13	23.20	23.20	23.20	23.57	23.57	23.57
	P_Omphaite	5.16	5.16	5.16	5.26	5.26	5.26	5.42	5.42	5.42
	P_Septicémie	3.09	3.09	3.09	3.16	3.16	3.16	3.25	3.25	3.25
L10	Temps optimal	18	12	24	18	12	24	18	12	24
	P_TIP optimal	0.030	0.030	0.030	0.050	0.050	0.050	0.08	0.08	0.08
	P_mort	5.00	5.00	5.00	5.11	5.11	5.11	5.27	5.27	5.27
	P_Pneumonie	28.97	28.97	28.97	29.50	29.50	29.50	30.14	30.14	30.14
	P_Diarrhée	22.88	22.88	22.88	23.29	23.29	23.29	23.66	23.66	23.66
	P_Omphaite	5.16	5.16	5.16	5.26	5.26	5.26	5.41	5.41	5.41
	P_Septicémie	3.09	3.09	3.09	3.16	3.16	3.16	3.25	3.25	3.25

Annexe 2-5 : Temps optimum et prévalences des différents troubles à $t=0$ et à l'optimum_Sce B_Ch_L5 à L10

Scénario B, Laitière

		$PTIP_0 = 30\%$			$PTIP_0 = 50\%$			$PTIP_0 = 80\%$		
		Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max
t=0	P_mort	9.23			10.78			13.08		
	P_Pneumonie	35.01			38.96			45.15		
	P_Diarrhée	26.69			29.12			32.62		
	P_Omphaite	6.57			7.61			9.7		
	P_Septicémie	3.94			4.56			5.52		
L1	Temps optimal	17	11	22	17	12	23	18	12	23
	P_TIP optimal	0.032	0.034	0.034	0.053	0.050	0.052	0.08	0.08	0.08
	P_mort	7.16	7.17	7.17	7.32	7.30	7.31	7.53	7.53	7.55
	P_Pneumonie	29.12	29.16	29.17	29.05	28.99	29.02	29.62	29.62	29.68
	P_Diarrhée	23.12	23.15	23.15	23.32	23.28	23.31	23.65	23.65	23.69
	P_Omphaite	5.16	5.18	5.18	5.28	5.26	5.27	5.42	5.42	5.43
	P_Septicémie	3.10	3.11	3.11	3.17	3.16	3.16	3.25	3.25	3.26
L2	Temps optimal	17	11	22	17	12	23	18	12	23
	P_TIP optimal	0.032	0.034	0.034	0.053	0.050	0.052	0.08	0.08	0.08
	P_mort	7.17	7.19	7.19	7.33	7.31	7.32	7.54	7.54	7.56
	P_Pneumonie	28.90	28.95	28.95	29.49	29.42	29.46	30.07	30.07	30.13
	P_Diarrhée	23.22	23.25	23.25	22.95	22.91	22.93	23.28	23.28	23.32
	P_Omphaite	5.17	5.18	5.18	5.28	5.26	5.27	5.42	5.42	5.43
	P_Septicémie	3.10	3.11	3.11	3.17	3.16	3.16	3.25	3.25	3.26
L3	Temps optimal	17	11	22	17	12	23	18	12	23
	P_TIP optimal	0.032	0.034	0.034	0.053	0.050	0.052	0.08	0.08	0.08
	P_mort	7.17	7.18	7.19	7.31	7.28	7.30	7.51	7.51	7.54
	P_Pneumonie	29.04	29.08	29.09	29.40	29.33	29.37	29.97	29.97	30.03
	P_Diarrhée	23.05	23.08	23.08	23.19	23.16	23.18	23.52	23.52	23.56
	P_Omphaite	5.17	5.18	5.18	5.28	5.26	5.27	5.41	5.41	5.43
	P_Septicémie	3.10	3.11	3.11	3.17	3.16	3.16	3.25	3.25	3.26
L4	Temps optimal	17	12	22	17	12	23	18	12	23
	P_TIP optimal	0.032	0.030	0.034	0.053	0.050	0.052	0.08	0.08	0.08
	P_mort	7.16	7.14	7.18	7.33	7.30	7.32	7.53	7.53	7.56
	P_Pneumonie	28.95	28.91	29.00	29.46	29.39	29.43	30.03	30.03	30.10
	P_Diarrhée	23.15	23.12	23.18	23.43	23.39	23.42	23.76	23.76	23.80
	P_Omphaite	5.17	5.16	5.18	5.28	5.26	5.27	5.42	5.42	5.44
	P_Septicémie	3.10	3.09	3.11	3.17	3.16	3.16	3.25	3.25	3.26

Annexe 2-6 : Temps optimum et prévalences des différents troubles à t=0 et à l'optimum_Sce B_Lait_L1 à L4

		$PTIP_0 = 30\%$			$PTIP_0 = 50\%$			$PTIP_0 = 80\%$		
		Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max
L5	Temps optimal	17	11	22	17	11	23	18	12	23
	P_TIP optimal	0.032	0.034	0.034	0.053	0.057	0.052	0.08	0.08	0.08
	P_mort	7.16	7.17	7.18	7.32	7.35	7.31	7.53	7.53	7.55
	P_Pneumonie	28.74	28.78	28.79	29.50	29.57	29.47	30.07	30.07	30.13
	P_Diarrhée	23.40	23.43	23.43	23.61	23.66	23.59	23.95	23.95	23.99
	P_Omphaite	5.16	5.18	5.18	5.28	5.29	5.27	5.42	5.42	5.43
	P_Septicémie	3.10	3.11	3.11	3.17	3.18	3.16	3.25	3.25	3.26
L6	Temps optimal	16	11	20	17	11	22	17	12	23
	P_TIP optimal	0.038	0.034	0.047	0.053	0.057	0.057	0.08	0.08	0.08
	P_mort	7.20	7.18	7.28	7.31	7.34	7.34	7.56	7.52	7.54
	P_Pneumonie	29.25	29.18	29.47	29.66	29.73	29.74	30.34	30.23	30.30
	P_Diarrhée	23.63	23.59	23.76	23.60	23.64	23.65	24.00	23.94	23.97
	P_Omphaite	5.20	5.18	5.25	5.28	5.30	5.30	5.45	5.42	5.44
	P_Septicémie	3.12	3.11	3.15	3.17	3.18	3.18	3.27	3.25	3.26
L7	Temps optimal	14	10	20	16	11	20	17	11	22
	P_TIP optimal	0.060	0.046	0.300	0.063	0.057	0.079	0.08	0.09	0.09
	P_mort	7.39	7.28	9.23	7.42	7.37	7.54	7.59	7.63	7.64
	P_Pneumonie	29.50	29.20	34.60	29.76	29.63	30.11	30.24	30.36	30.38
	P_Diarrhée	23.33	23.15	26.32	23.41	23.34	23.62	23.69	23.76	23.78
	P_Omphaite	5.31	5.24	6.56	5.32	5.29	5.41	5.44	5.47	5.47
	P_Septicémie	3.19	3.14	3.93	3.20	3.18	3.25	3.27	3.29	3.29
L8	Temps optimal	18	12	24	18	12	24	18	12	24
	P_TIP optimal	0.030	0.030	0.030	0.050	0.050	0.050	0.08	0.08	0.08
	P_mort	7.16	7.16	7.16	7.31	7.31	7.31	7.54	7.54	7.54
	P_Pneumonie	28.78	28.78	28.78	29.10	29.10	29.10	29.74	29.74	29.74
	P_Diarrhée	23.11	23.11	23.11	23.42	23.42	23.42	23.80	23.80	23.80
	P_Omphaite	5.16	5.16	5.16	5.26	5.26	5.26	5.42	5.42	5.42
	P_Septicémie	3.09	3.09	3.09	3.16	3.16	3.16	3.25	3.25	3.25
L9	Temps optimal	18	12	24	18	12	24	18	12	24
	P_TIP optimal	0.030	0.030	0.030	0.050	0.050	0.050	0.08	0.08	0.08
	P_mort	7.15	7.15	7.15	7.30	7.30	7.30	7.53	7.53	7.53
	P_Pneumonie	29.20	29.20	29.20	29.21	29.21	29.21	29.85	29.85	29.85
	P_Diarrhée	23.13	23.13	23.13	23.20	23.20	23.20	23.57	23.57	23.57
	P_Omphaite	5.16	5.16	5.16	5.26	5.26	5.26	5.42	5.42	5.42
	P_Septicémie	3.09	3.09	3.09	3.16	3.16	3.16	3.25	3.25	3.25
L10	Temps optimal	17	12	23	18	12	24	18	12	24
	P_TIP optimal	0.032	0.030	0.031	0.050	0.050	0.050	0.08	0.08	0.08
	P_mort	7.16	7.15	7.16	7.31	7.31	7.31	7.54	7.54	7.54
	P_Pneumonie	29.01	28.97	28.99	29.50	29.50	29.50	30.14	30.14	30.14
	P_Diarrhée	22.91	22.88	22.90	23.29	23.29	23.29	23.66	23.66	23.66
	P_Omphaite	5.17	5.16	5.16	5.26	5.26	5.26	5.41	5.41	5.41
	P_Septicémie	3.10	3.09	3.10	3.16	3.16	3.16	3.25	3.25	3.25

Annexe 2-7 : Temps optimum et prévalences des différents troubles à $t=0$ et à l'optimum_Sce B_Lait_L5 à L10

Scénario A, Charolaise

		$PTIP_0 = 30\%$			$PTIP_0 = 50\%$			$PTIP_0 = 80\%$		
		Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max
t=0	P_mort	6.53			7.82			9.77		
	P_Pneumonie	38.07			45.56			55.45		
	P_Diarrhée	28.28			32.43			37.76		
	P_Omphaite	6.57			7.60			9.12		
	P_Septicémie	3.94			4.57			5.49		
L1	Temps optimal	18	12	23	18	12	23	18	12	24
	P_TIP optimal	0.030	0.030	0.031	0.050	0.050	0.052	0.08	0.08	0.08
	P_mort	4.77	4.77	4.78	4.90	4.90	4.91	5.10	5.10	5.10
	P_Pneumonie	29.52	29.52	29.56	30.16	30.16	30.22	31.18	31.18	31.18
	P_Diarrhée	23.40	23.40	23.42	23.67	23.67	23.70	23.87	23.87	23.87
	P_Omphaite	5.16	5.16	5.16	5.26	5.26	5.27	5.42	5.42	5.42
	P_Septicémie	3.09	3.09	3.10	3.16	3.16	3.16	3.25	3.25	3.25
L2	Temps optimal	18	12	23	18	12	23	18	12	24
	P_TIP optimal	0.030	0.030	0.031	0.050	0.050	0.052	0.08	0.08	0.08
	P_mort	4.77	4.77	4.78	4.91	4.91	4.92	5.10	5.10	5.10
	P_Pneumonie	29.49	29.49	29.53	30.40	30.40	30.46	31.10	31.10	31.10
	P_Diarrhée	23.11	23.11	23.13	23.71	23.71	23.74	24.35	24.35	24.35
	P_Omphaite	5.16	5.16	5.16	5.26	5.26	5.27	5.42	5.42	5.42
	P_Septicémie	3.09	3.09	3.10	3.16	3.16	3.16	3.25	3.25	3.25
L3	Temps optimal	17	12	23	18	12	24	18	12	24
	P_TIP optimal	0.032	0.030	0.031	0.050	0.050	0.050	0.08	0.08	0.08
	P_mort	4.77	4.76	4.77	4.90	4.90	4.90	5.10	5.10	5.10
	P_Pneumonie	29.39	29.33	29.37	30.12	30.12	30.12	31.42	31.42	31.42
	P_Diarrhée	23.26	23.23	23.25	23.28	23.28	23.28	24.12	24.12	24.12
	P_Omphaite	5.17	5.16	5.16	5.26	5.26	5.26	5.42	5.42	5.42
	P_Septicémie	3.10	3.09	3.10	3.16	3.16	3.16	3.25	3.25	3.25
L4	Temps optimal	18	12	23	18	12	23	18	12	24
	P_TIP optimal	0.030	0.030	0.031	0.050	0.050	0.052	0.08	0.08	0.08
	P_mort	4.77	4.77	4.78	4.90	4.90	4.91	5.10	5.10	5.10
	P_Pneumonie	29.66	29.66	29.69	30.28	30.28	30.34	31.37	31.37	31.37
	P_Diarrhée	23.28	23.28	23.30	23.48	23.48	23.52	24.19	24.19	24.19
	P_Omphaite	5.16	5.16	5.16	5.26	5.26	5.27	5.42	5.42	5.42
	P_Septicémie	3.09	3.09	3.10	3.16	3.16	3.16	3.25	3.25	3.25

Annexe 2-8 : Temps optimum et prévalences des différents troubles à t=0 et à l'optimum_Sce A_Ch_L1 à L4

		$PTIP_0 = 30\%$			$PTIP_0 = 50\%$			$PTIP_0 = 80\%$		
		Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max
L5	Temps optimal	17	12	23	18	12	24	18	12	24
	P_TIP optimal	0.032	0.030	0.031	0.050	0.050	0.050	0.08	0.08	0.08
	P_mort	4.78	4.77	4.77	4.91	4.91	4.91	5.09	5.09	5.09
	P_Pneumonie	29.23	29.16	29.20	29.86	29.86	29.86	30.96	30.96	30.96
	P_Diarrhée	23.38	23.35	23.37	23.50	23.50	23.50	24.38	24.38	24.38
	P_Omphaite	5.17	5.16	5.16	5.26	5.26	5.26	5.42	5.42	5.42
	P_Septicémie	3.10	3.09	3.10	3.16	3.16	3.16	3.25	3.25	3.25
L6	Temps optimal	17	12	22	17	12	23	18	12	23
	P_TIP optimal	0.032	0.030	0.034	0.053	0.050	0.052	0.08	0.08	0.08
	P_mort	4.78	4.77	4.80	4.92	4.90	4.91	5.10	5.10	5.12
	P_Pneumonie	29.51	29.45	29.60	30.12	30.01	30.07	30.88	30.88	30.98
	P_Diarrhée	23.51	23.47	23.56	23.25	23.19	23.22	24.50	24.50	24.56
	P_Omphaite	5.17	5.16	5.18	5.28	5.26	5.27	5.42	5.42	5.43
	P_Septicémie	3.10	3.09	3.11	3.16	3.15	3.16	3.25	3.25	3.26
L7	Temps optimal	16	11	21	17	12	22	17	12	23
	P_TIP optimal	0.038	0.034	0.040	0.053	0.050	0.057	0.08	0.08	0.08
	P_mort	4.82	4.80	4.84	4.92	4.90	4.95	5.13	5.10	5.12
	P_Pneumonie	29.41	29.29	29.49	30.00	29.89	30.14	31.53	31.36	31.46
	P_Diarrhée	23.33	23.26	23.37	23.41	23.35	23.49	24.00	23.91	23.96
	P_Omphaite	5.20	5.18	5.21	5.27	5.26	5.30	5.45	5.42	5.43
	P_Septicémie	3.12	3.11	3.12	3.17	3.16	3.18	3.27	3.25	3.26
L8	Temps optimal	18	12	24	18	12	24	18	12	24
	P_TIP optimal	0.030	0.030	0.030	0.050	0.050	0.050	0.08	0.08	0.08
	P_mort	4.77	4.77	4.77	4.91	4.91	4.91	5.09	5.09	5.09
	P_Pneumonie	29.14	29.14	29.14	29.92	29.92	29.92	30.92	30.92	30.92
	P_Diarrhée	23.19	23.19	23.19	23.39	23.39	23.39	24.09	24.09	24.09
	P_Omphaite	5.16	5.16	5.16	5.26	5.26	5.26	5.42	5.42	5.42
	P_Septicémie	3.09	3.09	3.09	3.16	3.16	3.16	3.25	3.25	3.25
L9	Temps optimal	18	12	24	18	12	24	18	12	24
	P_TIP optimal	0.030	0.030	0.030	0.050	0.050	0.050	0.08	0.08	0.08
	P_mort	4.78	4.78	4.78	4.90	4.90	4.90	5.09	5.09	5.09
	P_Pneumonie	29.63	29.63	29.63	29.83	29.83	29.83	31.01	31.01	31.01
	P_Diarrhée	23.58	23.58	23.58	23.50	23.50	23.50	23.96	23.96	23.96
	P_Omphaite	5.16	5.16	5.16	5.26	5.26	5.26	5.42	5.42	5.42
	P_Septicémie	3.09	3.09	3.09	3.16	3.16	3.16	3.25	3.25	3.25
L10	Temps optimal	18	12	24	18	12	24	18	12	24
	P_TIP optimal	0.030	0.030	0.030	0.050	0.050	0.050	0.08	0.08	0.08
	P_mort	4.77	4.77	4.77	4.91	4.91	4.91	5.09	5.09	5.09
	P_Pneumonie	29.39	29.39	29.39	30.03	30.03	30.03	31.19	31.19	31.19
	P_Diarrhée	23.63	23.63	23.63	23.78	23.78	23.78	24.37	24.37	24.37
	P_Omphaite	5.16	5.16	5.16	5.26	5.26	5.26	5.42	5.42	5.42
	P_Septicémie	3.09	3.09	3.09	3.16	3.16	3.16	3.25	3.25	3.25

Annexe 2-9 : Temps optimum et prévalences des différents troubles à $t=0$ et à l'optimum_Sce A_Ch_L5 à L10

Scénario A, Laitière

		$PTIP_0 = 30\%$			$PTIP_0 = 50\%$			$PTIP_0 = 80\%$		
		Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max
t=0	P_mort	9.10			10.90			13.59		
	P_Pneumonie	38.07			45.56			55.45		
	P_Diarrhée	28.28			32.43			37.76		
	P_Omphaite	6.57			7.60			9.12		
	P_Septicémie	3.94			4.57			5.49		
L1	Temps optimal	17	12	23	18	12	23	18	12	24
	P_TIP optimal	0.032	0.030	0.031	0.050	0.050	0.052	0.08	0.08	0.08
	P_mort	6.69	6.67	6.68	6.85	6.85	6.87	7.14	7.14	7.14
	P_Pneumonie	29.58	29.52	29.56	30.16	30.16	30.22	31.18	31.18	31.18
	P_Diarrhée	23.44	23.40	23.42	23.67	23.67	23.70	23.87	23.87	23.87
	P_Omphaite	5.17	5.16	5.16	5.26	5.26	5.27	5.42	5.42	5.42
	P_Septicémie	3.10	3.09	3.10	3.16	3.16	3.16	3.25	3.25	3.25
L2	Temps optimal	17	12	23	18	12	23	18	12	24
	P_TIP optimal	0.032	0.030	0.031	0.050	0.050	0.052	0.08	0.08	0.08
	P_mort	6.69	6.68	6.69	6.86	6.86	6.88	7.13	7.13	7.13
	P_Pneumonie	29.55	29.49	29.53	30.40	30.40	30.46	31.10	31.10	31.10
	P_Diarrhée	23.14	23.11	23.13	23.71	23.71	23.74	24.35	24.35	24.35
	P_Omphaite	5.17	5.16	5.16	5.26	5.26	5.27	5.42	5.42	5.42
	P_Septicémie	3.10	3.09	3.10	3.16	3.16	3.16	3.25	3.25	3.25
L3	Temps optimal	17	12	23	18	12	23	18	12	24
	P_TIP optimal	0.032	0.030	0.031	0.050	0.050	0.052	0.08	0.08	0.08
	P_mort	6.67	6.66	6.67	6.86	6.86	6.87	7.14	7.14	7.14
	P_Pneumonie	29.39	29.33	29.37	30.12	30.12	30.18	31.42	31.42	31.42
	P_Diarrhée	23.26	23.23	23.25	23.28	23.28	23.31	24.12	24.12	24.12
	P_Omphaite	5.17	5.16	5.16	5.26	5.26	5.27	5.42	5.42	5.42
	P_Septicémie	3.10	3.09	3.10	3.16	3.16	3.16	3.25	3.25	3.25
L4	Temps optimal	17	12	23	18	12	23	18	12	24
	P_TIP optimal	0.032	0.030	0.031	0.050	0.050	0.052	0.08	0.08	0.08
	P_mort	6.70	6.68	6.69	6.85	6.85	6.86	7.12	7.12	7.12
	P_Pneumonie	29.72	29.66	29.69	30.28	30.28	30.34	31.37	31.37	31.37
	P_Diarrhée	23.31	23.28	23.30	23.48	23.48	23.52	24.19	24.19	24.19
	P_Omphaite	5.17	5.16	5.16	5.26	5.26	5.27	5.42	5.42	5.42
	P_Septicémie	3.10	3.09	3.10	3.16	3.16	3.16	3.25	3.25	3.25

Annexe 2-10 : Temps optimum et prévalences des différents troubles à t=0 et à l'optimum_Sce A_Lait_L1 à L4

		$PTIP_0 = 30\%$			$PTIP_0 = 50\%$			$PTIP_0 = 80\%$		
		Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max
L5	Temps optimal	17	11	23	18	12	23	18	12	24
	P_TIP optimal	0.032	0.034	0.031	0.050	0.050	0.052	0.08	0.08	0.08
	P_mort	6.69	6.70	6.68	6.87	6.87	6.88	7.11	7.11	7.11
	P_Pneumonie	29.23	29.30	29.20	29.86	29.86	29.92	30.96	30.96	30.96
	P_Diarrhée	23.38	23.42	23.37	23.50	23.50	23.53	24.38	24.38	24.38
	P_Omphaite	5.17	5.18	5.16	5.26	5.26	5.27	5.42	5.42	5.42
	P_Septicémie	3.10	3.11	3.10	3.16	3.16	3.16	3.25	3.25	3.25
L6	Temps optimal	17	11	22	17	12	23	18	12	23
	P_TIP optimal	0.032	0.034	0.034	0.053	0.050	0.052	0.08	0.08	0.08
	P_mort	6.69	6.71	6.71	6.89	6.86	6.87	7.14	7.14	7.16
	P_Pneumonie	29.51	29.58	29.60	30.12	30.01	30.07	30.88	30.88	30.98
	P_Diarrhée	23.51	23.55	23.56	23.25	23.19	23.22	24.50	24.50	24.56
	P_Omphaite	5.17	5.18	5.18	5.28	5.26	5.27	5.42	5.42	5.43
	P_Septicémie	3.10	3.11	3.11	3.16	3.15	3.16	3.25	3.25	3.26
L7	Temps optimal	16	11	21	17	12	22	17	12	23
	P_TIP optimal	0.038	0.034	0.040	0.053	0.050	0.057	0.08	0.08	0.08
	P_mort	6.75	6.72	6.77	6.89	6.86	6.92	7.19	7.14	7.17
	P_Pneumonie	29.41	29.29	29.49	30.00	29.89	30.14	31.53	31.36	31.46
	P_Diarrhée	23.33	23.26	23.37	23.41	23.35	23.49	24.00	23.91	23.96
	P_Omphaite	5.20	5.18	5.21	5.27	5.26	5.30	5.45	5.42	5.43
	P_Septicémie	3.12	3.11	3.12	3.17	3.16	3.18	3.27	3.25	3.26
L8	Temps optimal	18	12	24	18	12	24	18	12	24
	P_TIP optimal	0.030	0.030	0.030	0.050	0.050	0.050	0.08	0.08	0.08
	P_mort	6.67	6.67	6.67	6.87	6.87	6.87	7.12	7.12	7.12
	P_Pneumonie	29.14	29.14	29.14	29.92	29.92	29.92	30.92	30.92	30.92
	P_Diarrhée	23.19	23.19	23.19	23.39	23.39	23.39	24.09	24.09	24.09
	P_Omphaite	5.16	5.16	5.16	5.26	5.26	5.26	5.42	5.42	5.42
	P_Septicémie	3.09	3.09	3.09	3.16	3.16	3.16	3.25	3.25	3.25
L9	Temps optimal	18	12	24	18	12	24	18	12	24
	P_TIP optimal	0.030	0.030	0.030	0.050	0.050	0.050	0.08	0.08	0.08
	P_mort	6.69	6.69	6.69	6.84	6.84	6.84	7.12	7.12	7.12
	P_Pneumonie	29.63	29.63	29.63	29.83	29.83	29.83	31.01	31.01	31.01
	P_Diarrhée	23.58	23.58	23.58	23.50	23.50	23.50	23.96	23.96	23.96
	P_Omphaite	5.16	5.16	5.16	5.26	5.26	5.26	5.42	5.42	5.42
	P_Septicémie	3.09	3.09	3.09	3.16	3.16	3.16	3.25	3.25	3.25
L10	Temps optimal	18	12	24	18	12	24	18	12	24
	P_TIP optimal	0.030	0.030	0.030	0.050	0.050	0.050	0.08	0.08	0.08
	P_mort	6.68	6.68	6.68	6.87	6.87	6.87	7.12	7.12	7.12
	P_Pneumonie	29.39	29.39	29.39	30.03	30.03	30.03	31.19	31.19	31.19
	P_Diarrhée	23.63	23.63	23.63	23.78	23.78	23.78	24.37	24.37	24.37
	P_Omphaite	5.16	5.16	5.16	5.26	5.26	5.26	5.42	5.42	5.42
	P_Septicémie	3.09	3.09	3.09	3.16	3.16	3.16	3.25	3.25	3.25

Annexe 2-11 : Temps optimum et prévalences des différents troubles à $t=0$ et à l'optimum_Sce A Lait_L5 à L10

Scénario L, Charolaise

		$PTIP_0 = 30\%$			$PTIP_0 = 50\%$			$PTIP_0 = 80\%$		
		Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max
t=0	P_mort	6.47			7.56			9.21		
	P_Pneumonie	34.20			38.64			45.00		
	P_Diarrhée	26.04			28.66			32.75		
	P_Omphaite	6.58			7.60			9.20		
	P_Septicémie	3.94			4.58			5.49		
L1	Temps optimal	17	12	22	17	12	23	18	12	23
	P_TIP optimal	0.032	0.030	0.034	0.053	0.050	0.052	0.08	0.08	0.08
	P_mort	5.01	5.00	5.02	5.13	5.11	5.12	5.27	5.27	5.29
	P_Pneumonie	28.67	28.63	28.72	29.18	29.11	29.15	29.62	29.62	29.68
	P_Diarrhée	23.10	23.07	23.13	23.35	23.31	23.33	23.65	23.65	23.69
	P_Omphaite	5.17	5.16	5.18	5.28	5.26	5.27	5.42	5.42	5.43
	P_Septicémie	3.10	3.09	3.11	3.17	3.16	3.16	3.25	3.25	3.26
L2	Temps optimal	17	12	22	17	12	23	18	12	23
	P_TIP optimal	0.032	0.030	0.034	0.053	0.050	0.052	0.08	0.08	0.08
	P_mort	5.01	5.00	5.02	5.13	5.11	5.12	5.27	5.27	5.29
	P_Pneumonie	28.97	28.93	29.03	29.48	29.41	29.45	29.74	29.74	29.81
	P_Diarrhée	23.25	23.22	23.28	23.50	23.46	23.49	24.00	24.00	24.04
	P_Omphaite	5.17	5.16	5.18	5.28	5.26	5.27	5.42	5.42	5.43
	P_Septicémie	3.10	3.09	3.11	3.17	3.16	3.16	3.25	3.25	3.26
L3	Temps optimal	17	11	22	17	12	23	18	12	23
	P_TIP optimal	0.032	0.034	0.034	0.053	0.050	0.052	0.08	0.08	0.08
	P_mort	5.01	5.02	5.02	5.12	5.10	5.11	5.26	5.26	5.28
	P_Pneumonie	28.96	29.00	29.01	29.49	29.43	29.46	30.14	30.14	30.20
	P_Diarrhée	22.82	22.84	22.85	23.75	23.71	23.74	23.69	23.69	23.73
	P_Omphaite	5.17	5.18	5.18	5.28	5.26	5.27	5.42	5.42	5.44
	P_Septicémie	3.10	3.11	3.11	3.17	3.16	3.16	3.25	3.25	3.26
L4	Temps optimal	17	12	22	17	12	23	18	12	23
	P_TIP optimal	0.032	0.030	0.034	0.053	0.050	0.052	0.08	0.08	0.08
	P_mort	5.01	5.00	5.03	5.13	5.11	5.12	5.27	5.27	5.28
	P_Pneumonie	28.98	28.94	29.03	29.31	29.25	29.28	30.30	30.30	30.36
	P_Diarrhée	23.08	23.06	23.11	23.08	23.04	23.06	23.63	23.63	23.66
	P_Omphaite	5.17	5.16	5.18	5.28	5.26	5.27	5.42	5.42	5.43
	P_Septicémie	3.10	3.09	3.11	3.17	3.16	3.16	3.25	3.25	3.26

Annexe 2-12 : Temps optimum et prévalences des différents troubles à t=0 et à l'optimum_Sce L_Ch_L1 à L4

		$PTIP_0 = 30\%$			$PTIP_0 = 50\%$			$PTIP_0 = 80\%$		
		Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max
L5	Temps optimal	17	11	22	17	11	23	18	12	23
	P_TIP optimal	0.032	0.034	0.034	0.053	0.057	0.052	0.08	0.08	0.08
	P_mort	5.01	5.02	5.02	5.12	5.14	5.12	5.27	5.27	5.29
	P_Pneumonie	28.64	28.69	28.70	29.36	29.43	29.33	30.22	30.22	30.29
	P_Diarrhée	23.38	23.40	23.41	23.40	23.45	23.39	23.76	23.76	23.80
	P_Omphaite	5.17	5.18	5.18	5.28	5.29	5.27	5.42	5.42	5.43
	P_Septicémie	3.10	3.11	3.11	3.17	3.18	3.16	3.25	3.25	3.26
L6	Temps optimal	16	11	21	17	11	22	17	12	23
	P_TIP optimal	0.038	0.034	0.040	0.053	0.057	0.057	0.08	0.08	0.08
	P_mort	5.05	5.03	5.06	5.13	5.15	5.15	5.30	5.27	5.29
	P_Pneumonie	28.86	28.78	28.91	29.17	29.24	29.25	30.40	30.30	30.36
	P_Diarrhée	22.85	22.80	22.87	23.38	23.43	23.43	23.33	23.27	23.30
	P_Omphaite	5.20	5.18	5.21	5.28	5.30	5.30	5.44	5.41	5.43
	P_Septicémie	3.12	3.11	3.13	3.17	3.18	3.18	3.27	3.25	3.26
L7	Temps optimal	15	11	19	16	11	21	17	11	22
	P_TIP optimal	0.047	0.034	0.057	0.063	0.057	0.066	0.08	0.09	0.09
	P_mort	5.09	5.02	5.15	5.18	5.14	5.20	5.30	5.33	5.33
	P_Pneumonie	29.36	29.09	29.58	29.83	29.70	29.91	30.24	30.36	30.39
	P_Diarrhée	23.27	23.11	23.40	23.57	23.49	23.61	24.05	24.12	24.14
	P_Omphaite	5.25	5.18	5.30	5.33	5.30	5.35	5.44	5.47	5.48
	P_Septicémie	3.15	3.11	3.18	3.20	3.18	3.21	3.27	3.28	3.29
L8	Temps optimal	18	12	24	18	12	24	18	12	24
	P_TIP optimal	0.030	0.030	0.030	0.050	0.050	0.050	0.08	0.08	0.08
	P_mort	5.01	5.01	5.01	5.12	5.12	5.12	5.27	5.27	5.27
	P_Pneumonie	28.88	28.88	28.88	29.41	29.41	29.41	30.00	30.00	30.00
	P_Diarrhée	23.36	23.36	23.36	23.45	23.45	23.45	23.55	23.55	23.55
	P_Omphaite	5.16	5.16	5.16	5.26	5.26	5.26	5.42	5.42	5.42
	P_Septicémie	3.09	3.09	3.09	3.16	3.16	3.16	3.25	3.25	3.25
L9	Temps optimal	18	12	24	18	12	24	18	12	24
	P_TIP optimal	0.030	0.030	0.030	0.050	0.050	0.050	0.08	0.08	0.08
	P_mort	5.00	5.00	5.00	5.11	5.11	5.11	5.28	5.28	5.28
	P_Pneumonie	28.74	28.74	28.74	29.41	29.41	29.41	29.97	29.97	29.97
	P_Diarrhée	23.36	23.36	23.36	23.26	23.26	23.26	23.54	23.54	23.54
	P_Omphaite	5.16	5.16	5.16	5.26	5.26	5.26	5.42	5.42	5.42
	P_Septicémie	3.09	3.09	3.09	3.16	3.16	3.16	3.25	3.25	3.25
L10	Temps optimal	18	12	24	18	12	24	18	12	24
	P_TIP optimal	0.030	0.030	0.030	0.050	0.050	0.050	0.08	0.08	0.08
	P_mort	5.00	5.00	5.00	5.12	5.12	5.12	5.28	5.28	5.28
	P_Pneumonie	28.82	28.82	28.82	29.52	29.52	29.52	30.31	30.31	30.31
	P_Diarrhée	23.30	23.30	23.30	23.13	23.13	23.13	23.45	23.45	23.45
	P_Omphaite	5.16	5.16	5.16	5.26	5.26	5.26	5.42	5.42	5.42
	P_Septicémie	3.09	3.09	3.09	3.16	3.16	3.16	3.25	3.25	3.25

Annexe 2-13 : Temps optimum et prévalences des différents troubles à $t=0$ et à l'optimum_Sce L_Ch_L5 à L10

Scénario L, Laitière

		$PTIP_0 = 30\%$			$PTIP_0 = 50\%$			$PTIP_0 = 80\%$		
		Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max
t=0	P_mort	9.23			10.77			13.09		
	P_Pneumonie	34.20			38.64			45.00		
	P_Diarrhée	26.04			28.66			32.75		
	P_Omphaite	6.58			7.60			9.20		
	P_Septicémie	3.94			4.58			5.49		
L1	Temps optimal	17	11	22	17	12	23	17	12	23
	P_TIP optimal	0.032	0.034	0.034	0.053	0.050	0.052	0.08	0.08	0.08
	P_mort	7.16	7.18	7.18	7.34	7.31	7.33	7.57	7.53	7.55
	P_Pneumonie	28.67	28.72	28.72	29.18	29.11	29.15	29.72	29.62	29.68
	P_Diarrhée	23.10	23.12	23.13	23.35	23.31	23.33	23.72	23.65	23.69
	P_Omphaite	5.17	5.18	5.18	5.28	5.26	5.27	5.45	5.42	5.43
	P_Septicémie	3.10	3.11	3.11	3.17	3.16	3.16	3.27	3.25	3.26
L2	Temps optimal	17	11	22	17	12	23	17	12	23
	P_TIP optimal	0.032	0.034	0.034	0.053	0.050	0.052	0.08	0.08	0.08
	P_mort	7.16	7.17	7.18	7.33	7.30	7.32	7.58	7.54	7.56
	P_Pneumonie	28.97	29.02	29.03	29.48	29.41	29.45	29.85	29.74	29.81
	P_Diarrhée	23.25	23.27	23.28	23.50	23.46	23.49	24.06	24.00	24.04
	P_Omphaite	5.17	5.18	5.18	5.28	5.26	5.27	5.45	5.42	5.43
	P_Septicémie	3.10	3.11	3.11	3.17	3.16	3.16	3.26	3.25	3.26
L3	Temps optimal	17	11	22	17	12	23	17	12	23
	P_TIP optimal	0.032	0.034	0.034	0.053	0.050	0.052	0.08	0.08	0.08
	P_mort	7.16	7.18	7.18	7.31	7.29	7.30	7.55	7.51	7.53
	P_Pneumonie	28.96	29.00	29.01	29.49	29.43	29.46	30.25	30.14	30.20
	P_Diarrhée	22.82	22.84	22.85	23.75	23.71	23.74	23.76	23.69	23.73
	P_Omphaite	5.17	5.18	5.18	5.28	5.26	5.27	5.45	5.42	5.44
	P_Septicémie	3.10	3.11	3.11	3.17	3.16	3.16	3.27	3.25	3.26
L4	Temps optimal	17	12	22	17	12	23	17	12	23
	P_TIP optimal	0.032	0.030	0.034	0.053	0.050	0.052	0.08	0.08	0.08
	P_mort	7.17	7.16	7.19	7.34	7.31	7.33	7.56	7.52	7.54
	P_Pneumonie	28.98	28.94	29.03	29.31	29.25	29.28	30.41	30.30	30.36
	P_Diarrhée	23.08	23.06	23.11	23.08	23.04	23.06	23.69	23.63	23.66
	P_Omphaite	5.17	5.16	5.18	5.28	5.26	5.27	5.44	5.42	5.43
	P_Septicémie	3.10	3.09	3.11	3.17	3.16	3.16	3.27	3.25	3.26

Annexe 2-14 : Temps optimum et prévalences des différents troubles à t=0 et à l'optimum_Sce L_Lait_L1 à L4

		$PTIP_0 = 30\%$			$PTIP_0 = 50\%$			$PTIP_0 = 80\%$		
		Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max
L5	Temps optimal	16	11	22	17	11	23	17	12	23
	P_TIP optimal	0.038	0.034	0.034	0.053	0.057	0.052	0.08	0.08	0.08
	P_mort	7.22	7.17	7.18	7.32	7.35	7.31	7.57	7.53	7.56
	P_Pneumonie	29.02	28.69	28.70	29.36	29.43	29.33	30.33	30.22	30.29
	P_Diarrhée	23.36	23.40	23.41	23.40	23.45	23.39	23.83	23.76	23.80
	P_Omphaite	5.20	5.18	5.18	5.28	5.29	5.27	5.45	5.42	5.43
	P_Septicémie	3.12	3.11	3.11	3.17	3.18	3.16	3.27	3.25	3.26
L6	Temps optimal	15	11	19	16	11	21	17	12	22
	P_TIP optimal	0.047	0.034	0.057	0.063	0.057	0.066	0.08	0.08	0.09
	P_mort	7.29	7.20	7.37	7.41	7.36	7.44	7.57	7.53	7.62
	P_Pneumonie	29.06	28.78	29.27	29.36	29.24	29.44	30.40	30.30	30.55
	P_Diarrhée	22.96	22.80	23.09	23.50	23.43	23.55	23.33	23.27	23.41
	P_Omphaite	5.24	5.18	5.30	5.33	5.30	5.35	5.44	5.41	5.47
	P_Septicémie	3.15	3.11	3.18	3.20	3.18	3.21	3.27	3.25	3.29
L7	Temps optimal	14	10	0	16	11	20	16	11	21
	P_TIP optimal	0.060	0.046	0.300	0.063	0.057	0.079	0.10	0.09	0.11
	P_mort	7.39	7.28	9.23	7.40	7.35	7.52	7.68	7.60	7.73
	P_Pneumonie	29.64	29.34	34.78	29.83	29.70	30.18	30.57	30.36	30.70
	P_Diarrhée	23.43	23.26	26.41	23.57	23.49	23.77	24.24	24.12	24.32
	P_Omphaite	5.32	5.24	6.58	5.33	5.30	5.41	5.52	5.47	5.56
	P_Septicémie	3.19	3.14	3.94	3.20	3.18	3.25	3.31	3.28	3.33
L8	Temps optimal	18	12	24	18	12	24	18	12	24
	P_TIP optimal	0.030	0.030	0.030	0.050	0.050	0.050	0.08	0.08	0.08
	P_mort	7.17	7.17	7.17	7.32	7.32	7.32	7.53	7.53	7.53
	P_Pneumonie	28.88	28.88	28.88	29.41	29.41	29.41	30.00	30.00	30.00
	P_Diarrhée	23.36	23.36	23.36	23.45	23.45	23.45	23.55	23.55	23.55
	P_Omphaite	5.16	5.16	5.16	5.26	5.26	5.26	5.42	5.42	5.42
	P_Septicémie	3.09	3.09	3.09	3.16	3.16	3.16	3.25	3.25	3.25
L9	Temps optimal	18	11	24	18	12	24	18	12	24
	P_TIP optimal	0.030	0.034	0.030	0.050	0.050	0.050	0.08	0.08	0.08
	P_mort	7.15	7.18	7.15	7.31	7.31	7.31	7.55	7.55	7.55
	P_Pneumonie	28.74	28.83	28.74	29.41	29.41	29.41	29.97	29.97	29.97
	P_Diarrhée	23.36	23.41	23.36	23.26	23.26	23.26	23.54	23.54	23.54
	P_Omphaite	5.16	5.18	5.16	5.26	5.26	5.26	5.42	5.42	5.42
	P_Septicémie	3.09	3.11	3.09	3.16	3.16	3.16	3.25	3.25	3.25
L10	Temps optimal	17	12	23	18	12	24	18	12	24
	P_TIP optimal	0.032	0.030	0.031	0.050	0.050	0.050	0.08	0.08	0.08
	P_mort	7.16	7.14	7.15	7.32	7.32	7.32	7.54	7.54	7.54
	P_Pneumonie	28.86	28.82	28.84	29.52	29.52	29.52	30.31	30.31	30.31
	P_Diarrhée	23.32	23.30	23.31	23.13	23.13	23.13	23.45	23.45	23.45
	P_Omphaite	5.17	5.16	5.16	5.26	5.26	5.26	5.42	5.42	5.42
	P_Septicémie	3.10	3.09	3.10	3.16	3.16	3.16	3.25	3.25	3.25

Annexe 2-15 : Temps optimum et prévalences des différents troubles à $t=0$ et à l'optimum_Sce L_Lait_L5 à L10

Scénario H, Charolaise

		$PTIP_0 = 30\%$			$PTIP_0 = 50\%$			$PTIP_0 = 80\%$		
		Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max
t=0	P_mort	6.52			7.83			9.74		
	P_Pneumonie	38.46			45.83			55.81		
	P_Diarrhée	29.52			33.84			41.55		
	P_Omphaite	6.56			7.59			9.17		
	P_Septicémie	3.95			4.57			5.51		
L1	Temps optimal	18	12	23	18	12	24	18	12	24
	P_TIP optimal	0.030	0.030	0.031	0.050	0.050	0.050	0.08	0.08	0.08
	P_mort	4.78	4.78	4.78	4.91	4.91	4.91	5.10	5.10	5.10
	P_Pneumonie	29.27	29.27	29.31	29.88	29.88	29.88	31.00	31.00	31.00
	P_Diarrhée	22.94	22.94	22.96	23.58	23.58	23.58	24.39	24.39	24.39
	P_Omphaite	5.16	5.16	5.16	5.26	5.26	5.26	5.41	5.41	5.41
	P_Septicémie	3.09	3.09	3.10	3.16	3.16	3.16	3.25	3.25	3.25
L2	Temps optimal	18	12	23	18	12	24	18	12	24
	P_TIP optimal	0.030	0.030	0.031	0.050	0.050	0.050	0.08	0.08	0.08
	P_mort	4.77	4.77	4.78	4.90	4.90	4.90	5.10	5.10	5.10
	P_Pneumonie	29.37	29.37	29.41	29.89	29.89	29.89	31.03	31.03	31.03
	P_Diarrhée	23.36	23.36	23.38	23.70	23.70	23.70	24.31	24.31	24.31
	P_Omphaite	5.16	5.16	5.16	5.26	5.26	5.26	5.42	5.42	5.42
	P_Septicémie	3.09	3.09	3.10	3.16	3.16	3.16	3.25	3.25	3.25
L3	Temps optimal	18	12	23	18	12	24	18	12	24
	P_TIP optimal	0.030	0.030	0.031	0.050	0.050	0.050	0.08	0.08	0.08
	P_mort	4.77	4.77	4.78	4.90	4.90	4.90	5.10	5.10	5.10
	P_Pneumonie	29.42	29.42	29.46	30.21	30.21	30.21	31.18	31.18	31.18
	P_Diarrhée	23.14	23.14	23.16	23.47	23.47	23.47	24.17	24.17	24.17
	P_Omphaite	5.16	5.16	5.16	5.26	5.26	5.26	5.42	5.42	5.42
	P_Septicémie	3.09	3.09	3.10	3.16	3.16	3.16	3.25	3.25	3.25
L4	Temps optimal	18	12	23	18	12	24	18	12	24
	P_TIP optimal	0.030	0.030	0.031	0.050	0.050	0.050	0.08	0.08	0.08
	P_mort	4.76	4.76	4.77	4.90	4.90	4.90	5.10	5.10	5.10
	P_Pneumonie	29.25	29.25	29.28	30.22	30.22	30.22	31.04	31.04	31.04
	P_Diarrhée	22.96	22.96	22.98	23.58	23.58	23.58	23.92	23.92	23.92
	P_Omphaite	5.16	5.16	5.16	5.26	5.26	5.26	5.42	5.42	5.42
	P_Septicémie	3.09	3.09	3.10	3.16	3.16	3.16	3.25	3.25	3.25

Annexe 2-16 : Temps optimum et prévalences des différents troubles à t=0 et à l'optimum_Sce L_Ch_L1 à L4

		$PTIP_0 = 30\%$			$PTIP_0 = 50\%$			$PTIP_0 = 80\%$		
		Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max
L5	Temps optimal	18	12	23	18	12	24	18	12	24
	P_TIP optimal	0.030	0.030	0.031	0.050	0.050	0.050	0.08	0.08	0.08
	P_mort	4.77	4.77	4.78	4.90	4.90	4.90	5.10	5.10	5.10
	P_Pneumonie	29.58	29.58	29.62	29.94	29.94	29.94	31.31	31.31	31.31
	P_Diarrhée	22.85	22.85	22.87	23.76	23.76	23.76	24.46	24.46	24.46
	P_Omphaite	5.16	5.16	5.16	5.26	5.26	5.26	5.42	5.42	5.42
	P_Septicémie	3.09	3.09	3.10	3.16	3.16	3.16	3.25	3.25	3.25
L6	Temps optimal	17	12	23	18	12	23	18	12	24
	P_TIP optimal	0.032	0.030	0.031	0.050	0.050	0.052	0.08	0.08	0.08
	P_mort	4.78	4.77	4.78	4.90	4.90	4.91	5.09	5.09	5.09
	P_Pneumonie	29.44	29.38	29.42	30.04	30.04	30.11	31.23	31.23	31.23
	P_Diarrhée	23.51	23.48	23.50	23.81	23.81	23.85	24.35	24.35	24.35
	P_Omphaite	5.17	5.16	5.16	5.26	5.26	5.27	5.42	5.42	5.42
	P_Septicémie	3.10	3.09	3.10	3.16	3.16	3.16	3.25	3.25	3.25
L7	Temps optimal	17	11	22	17	12	23	18	12	23
	P_TIP optimal	0.032	0.034	0.034	0.053	0.050	0.052	0.08	0.08	0.08
	P_mort	4.78	4.80	4.80	4.93	4.91	4.92	5.10	5.10	5.12
	P_Pneumonie	28.95	29.02	29.03	30.30	30.19	30.25	31.38	31.38	31.48
	P_Diarrhée	22.84	22.88	22.88	23.69	23.63	23.67	24.12	24.12	24.17
	P_Omphaite	5.17	5.18	5.18	5.27	5.26	5.27	5.42	5.42	5.43
	P_Septicémie	3.10	3.11	3.11	3.17	3.16	3.16	3.25	3.25	3.26
L8	Temps optimal	18	12	24	18	12	24	18	12	24
	P_TIP optimal	0.030	0.030	0.030	0.050	0.050	0.050	0.08	0.08	0.08
	P_mort	4.78	4.78	4.78	4.90	4.90	4.90	5.10	5.10	5.10
	P_Pneumonie	29.43	29.43	29.43	30.05	30.05	30.05	30.81	30.81	30.81
	P_Diarrhée	23.45	23.45	23.45	23.52	23.52	23.52	24.22	24.22	24.22
	P_Omphaite	5.16	5.16	5.16	5.26	5.26	5.26	5.42	5.42	5.42
	P_Septicémie	3.09	3.09	3.09	3.16	3.16	3.16	3.25	3.25	3.25
L9	Temps optimal	18	12	24	18	12	24	18	12	24
	P_TIP optimal	0.030	0.030	0.030	0.050	0.050	0.050	0.08	0.08	0.08
	P_mort	4.78	4.78	4.78	4.90	4.90	4.90	5.09	5.09	5.09
	P_Pneumonie	29.25	29.25	29.25	30.28	30.28	30.28	31.12	31.12	31.12
	P_Diarrhée	23.09	23.09	23.09	23.95	23.95	23.95	24.20	24.20	24.20
	P_Omphaite	5.16	5.16	5.16	5.26	5.26	5.26	5.42	5.42	5.42
	P_Septicémie	3.10	3.10	3.10	3.16	3.16	3.16	3.25	3.25	3.25
L10	Temps optimal	18	12	24	18	12	24	18	12	24
	P_TIP optimal	0.030	0.030	0.030	0.050	0.050	0.050	0.08	0.08	0.08
	P_mort	4.78	4.78	4.78	4.91	4.91	4.91	5.10	5.10	5.10
	P_Pneumonie	29.17	29.17	29.17	29.93	29.93	29.93	30.81	30.81	30.81
	P_Diarrhée	23.30	23.30	23.30	23.84	23.84	23.84	24.36	24.36	24.36
	P_Omphaite	5.16	5.16	5.16	5.26	5.26	5.26	5.41	5.41	5.41
	P_Septicémie	3.09	3.09	3.09	3.16	3.16	3.16	3.25	3.25	3.25

Annexe 2-17 : Temps optimum et prévalences des différents troubles à $t=0$ et à l'optimum_Sce L_Ch_L5 à L10

Scénario H, Laitière

		$PTIP_0 = 30\%$			$PTIP_0 = 50\%$			$PTIP_0 = 80\%$		
		Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max
t=0	P_mort	9.10			10.90			13.57		
	P_Pneumonie	38.46			45.83			55.81		
	P_Diarrhée	29.52			33.84			41.55		
	P_Omphaite	6.56			7.59			9.17		
	P_Septicémie	3.95			4.57			5.51		
L1	Temps optimal	18	12	23	18	12	24	18	12	24
	P_TIP optimal	0.030	0.030	0.031	0.050	0.050	0.050	0.08	0.08	0.08
	P_mort	6.686	6.69	6.695	6.87	6.87	6.87	7.14	7.14	7.14
	P_Pneumonie	29.27	29.27	29.31	29.88	29.88	29.88	31.00	31.00	31.00
	P_Diarrhée	22.94	22.94	22.96	23.58	23.58	23.58	24.39	24.39	24.39
	P_Omphaite	5.16	5.16	5.16	5.26	5.26	5.26	5.41	5.41	5.41
	P_Septicémie	3.09	3.09	3.10	3.16	3.16	3.16	3.25	3.25	3.25
L2	Temps optimal	18	12	23	18	12	24	18	12	24
	P_TIP optimal	0.030	0.030	0.031	0.050	0.050	0.050	0.08	0.08	0.08
	P_mort	6.673	6.67	6.683	6.86	6.86	6.86	7.13	7.13	7.13
	P_Pneumonie	29.37	29.37	29.41	29.89	29.89	29.89	31.03	31.03	31.03
	P_Diarrhée	23.36	23.36	23.38	23.70	23.70	23.70	24.31	24.31	24.31
	P_Omphaite	5.16	5.16	5.16	5.26	5.26	5.26	5.42	5.42	5.42
	P_Septicémie	3.09	3.09	3.10	3.16	3.16	3.16	3.25	3.25	3.25
L3	Temps optimal	18	12	23	18	12	24	18	12	24
	P_TIP optimal	0.030	0.030	0.031	0.050	0.050	0.050	0.08	0.08	0.08
	P_mort	6.68	6.68	6.69	6.86	6.86	6.86	7.14	7.14	7.14
	P_Pneumonie	29.42	29.42	29.46	30.21	30.21	30.21	31.18	31.18	31.18
	P_Diarrhée	23.14	23.14	23.16	23.47	23.47	23.47	24.17	24.17	24.17
	P_Omphaite	5.16	5.16	5.16	5.26	5.26	5.26	5.42	5.42	5.42
	P_Septicémie	3.09	3.09	3.10	3.16	3.16	3.16	3.25	3.25	3.25
L4	Temps optimal	18	12	23	18	12	24	18	12	24
	P_TIP optimal	0.030	0.030	0.031	0.050	0.050	0.050	0.08	0.08	0.08
	P_mort	6.66	6.66	6.67	6.86	6.86	6.86	7.14	7.14	7.14
	P_Pneumonie	29.25	29.25	29.28	30.22	30.22	30.22	31.04	31.04	31.04
	P_Diarrhée	22.96	22.96	22.98	23.58	23.58	23.58	23.92	23.92	23.92
	P_Omphaite	5.16	5.16	5.16	5.26	5.26	5.26	5.42	5.42	5.42
	P_Septicémie	3.09	3.09	3.10	3.16	3.16	3.16	3.25	3.25	3.25

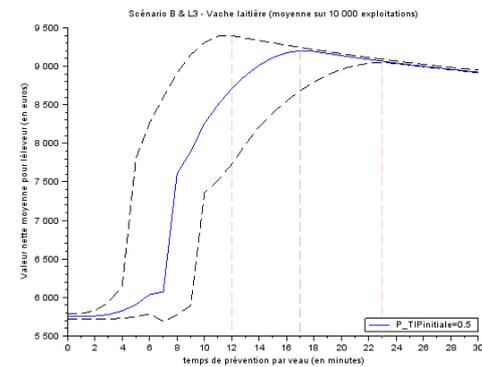
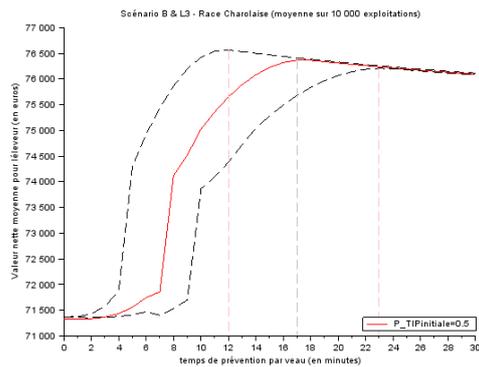
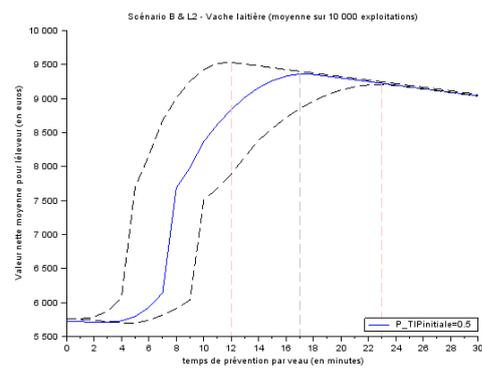
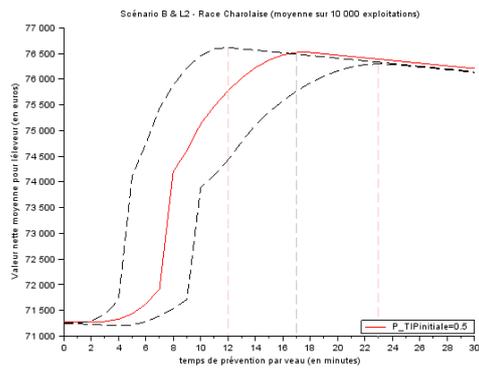
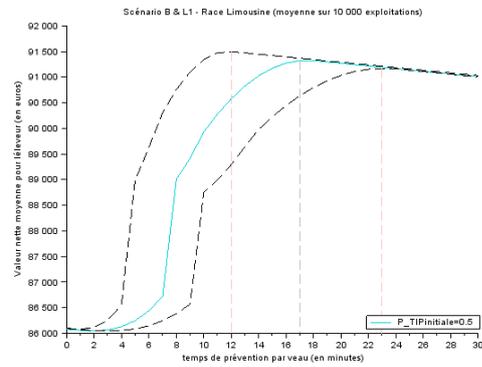
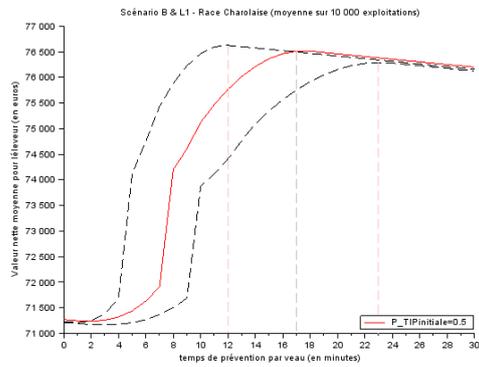
Annexe 2-18 : Temps optimum et prévalences des différents troubles à t=0 et à l'optimum_Sce L_Lait_L1 à L4

		$PTIP_0 = 30\%$			$PTIP_0 = 50\%$			$PTIP_0 = 80\%$		
		Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max
L5	Temps optimal	18	12	23	18	12	24	18	12	24
	P_TIP optimal	0.030	0.030	0.031	0.050	0.050	0.050	0.08	0.08	0.08
	P_mort	6.67	6.67	6.68	6.85	6.85	6.85	7.13	7.13	7.13
	P_Pneumonie	29.58	29.58	29.62	29.94	29.94	29.94	31.31	31.31	31.31
	P_Diarrhée	22.85	22.85	22.87	23.76	23.76	23.76	24.46	24.46	24.46
	P_Omphaite	5.16	5.16	5.16	5.26	5.26	5.26	5.42	5.42	5.42
	P_Septicémie	3.09	3.09	3.10	3.16	3.16	3.16	3.25	3.25	3.25
L6	Temps optimal	17	12	23	18	12	23	18	12	24
	P_TIP optimal	0.032	0.030	0.031	0.050	0.050	0.052	0.08	0.08	0.08
	P_mort	6.69	6.68	6.69	6.85	6.85	6.87	7.12	7.12	7.12
	P_Pneumonie	29.44	29.38	29.42	30.04	30.04	30.11	31.23	31.23	31.23
	P_Diarrhée	23.51	23.48	23.50	23.81	23.81	23.85	24.35	24.35	24.35
	P_Omphaite	5.17	5.16	5.16	5.26	5.26	5.27	5.42	5.42	5.42
	P_Septicémie	3.10	3.09	3.10	3.16	3.16	3.16	3.25	3.25	3.25
L7	Temps optimal	17	11	22	17	12	23	18	12	23
	P_TIP optimal	0.032	0.034	0.034	0.053	0.050	0.052	0.08	0.08	0.08
	P_mort	6.69	6.71	6.72	6.91	6.88	6.90	7.13	7.13	7.16
	P_Pneumonie	28.95	29.02	29.03	30.30	30.19	30.25	31.38	31.38	31.48
	P_Diarrhée	22.84	22.88	22.88	23.69	23.63	23.67	24.12	24.12	24.17
	P_Omphaite	5.17	5.18	5.18	5.27	5.26	5.27	5.42	5.42	5.43
	P_Septicémie	3.10	3.11	3.11	3.17	3.16	3.16	3.25	3.25	3.26
L8	Temps optimal	18	12	24	18	12	24	18	12	24
	P_TIP optimal	0.030	0.030	0.030	0.050	0.050	0.050	0.08	0.08	0.08
	P_mort	6.70	6.70	6.70	6.86	6.86	6.86	7.13	7.13	7.13
	P_Pneumonie	29.43	29.43	29.43	30.05	30.05	30.05	30.81	30.81	30.81
	P_Diarrhée	23.45	23.45	23.45	23.52	23.52	23.52	24.22	24.22	24.22
	P_Omphaite	5.16	5.16	5.16	5.26	5.26	5.26	5.42	5.42	5.42
	P_Septicémie	3.09	3.09	3.09	3.16	3.16	3.16	3.25	3.25	3.25
L9	Temps optimal	18	12	24	18	12	24	18	12	24
	P_TIP optimal	0.030	0.030	0.030	0.050	0.050	0.050	0.08	0.08	0.08
	P_mort	6.69	6.69	6.69	6.86	6.86	6.86	7.12	7.12	7.12
	P_Pneumonie	29.25	29.25	29.25	30.28	30.28	30.28	31.12	31.12	31.12
	P_Diarrhée	23.09	23.09	23.09	23.95	23.95	23.95	24.20	24.20	24.20
	P_Omphaite	5.16	5.16	5.16	5.26	5.26	5.26	5.42	5.42	5.42
	P_Septicémie	3.10	3.10	3.10	3.16	3.16	3.16	3.25	3.25	3.25
L10	Temps optimal	18	12	24	18	12	24	18	12	24
	P_TIP optimal	0.030	0.030	0.030	0.050	0.050	0.050	0.08	0.08	0.08
	P_mort	6.68	6.68	6.68	6.87	6.87	6.87	7.12	7.12	7.12
	P_Pneumonie	29.17	29.17	29.17	29.93	29.93	29.93	30.81	30.81	30.81
	P_Diarrhée	23.30	23.30	23.30	23.84	23.84	23.84	24.36	24.36	24.36
	P_Omphaite	5.16	5.16	5.16	5.26	5.26	5.26	5.41	5.41	5.41
	P_Septicémie	3.09	3.09	3.09	3.16	3.16	3.16	3.25	3.25	3.25

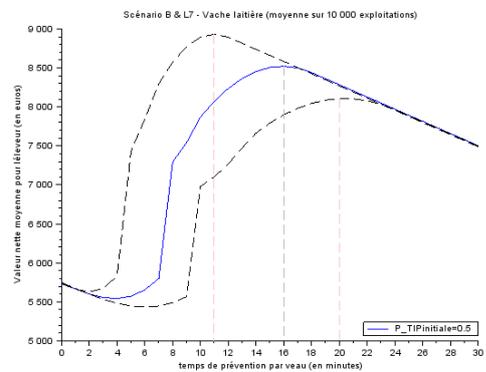
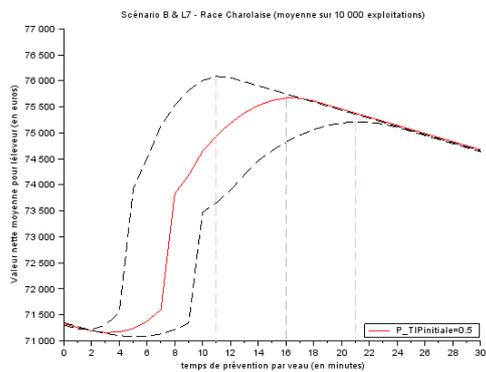
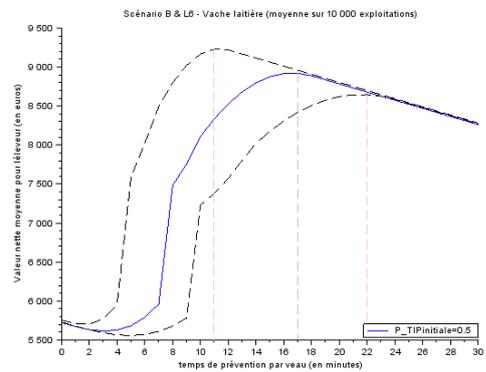
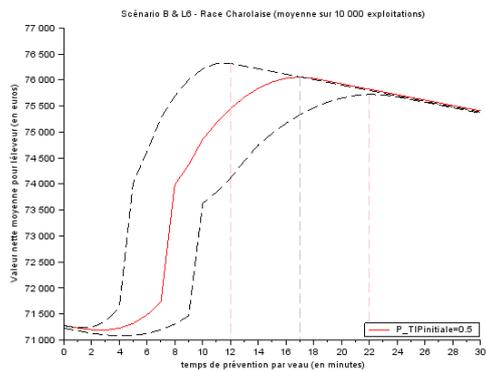
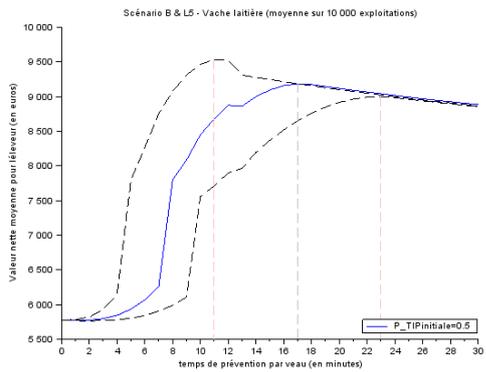
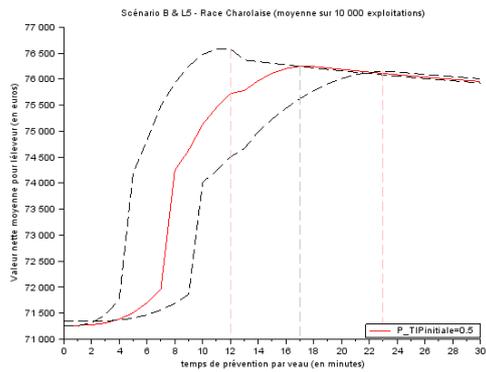
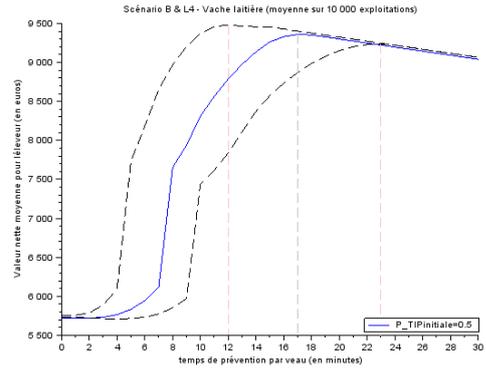
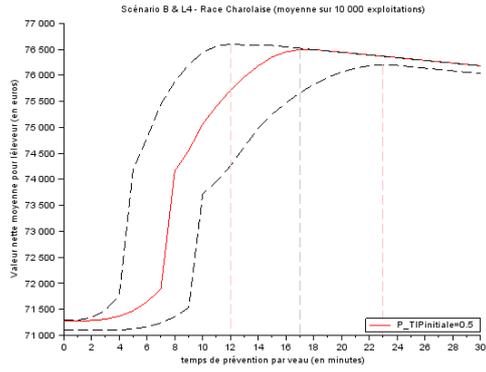
Annexe 19 : Temps optimum et prévalences des différents troubles à $t=0$ et à l'optimum_Sce L_Lait_L5 à L10

ANNEXE 3 : Valeur nette en fonction du temps de distribution du colostrum

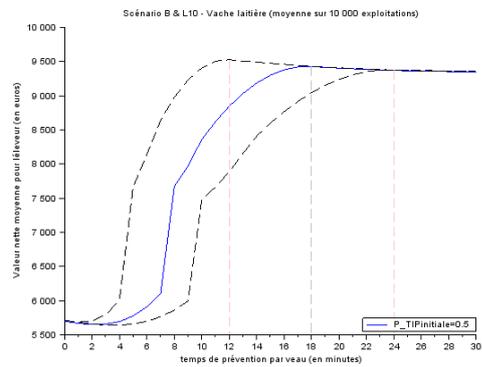
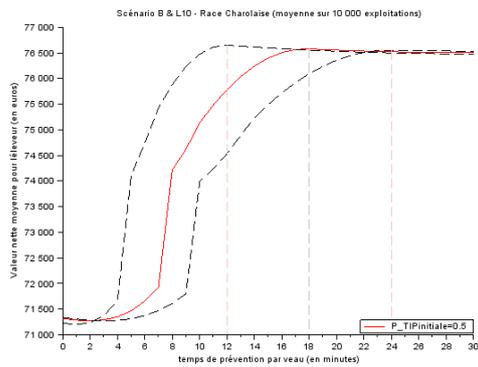
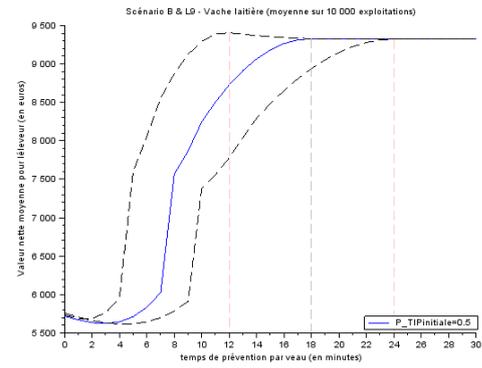
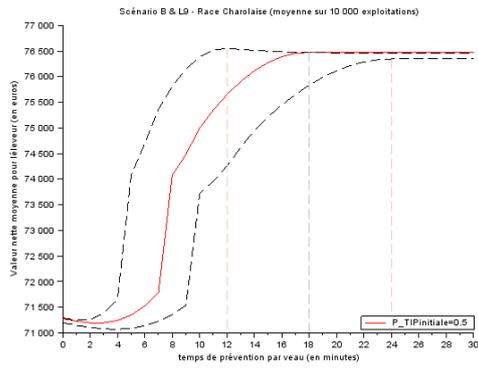
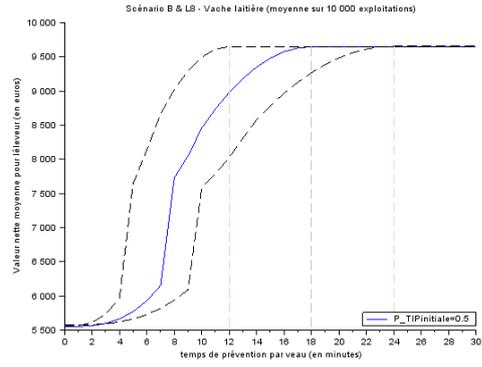
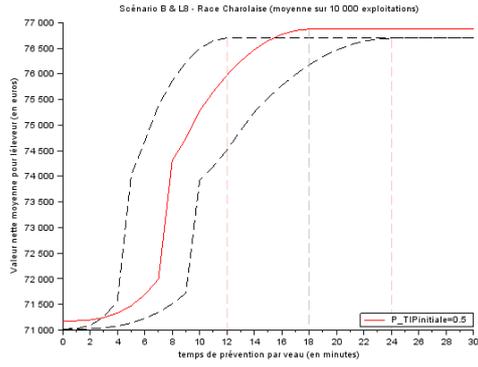
Scénario B, $P_{TIP_0} = 50\%$



Annexe 3-20 : VN race Ch et Lait (Sc B_ $P_{TIP_0} = 50\%$ _L1, L2 et L3)

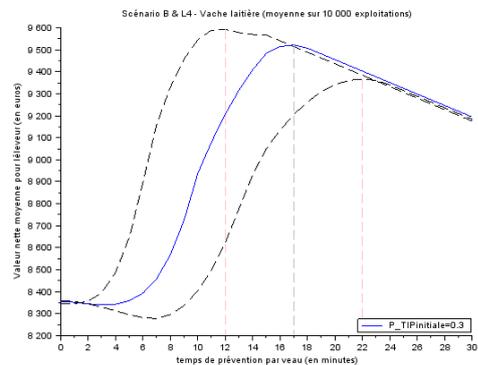
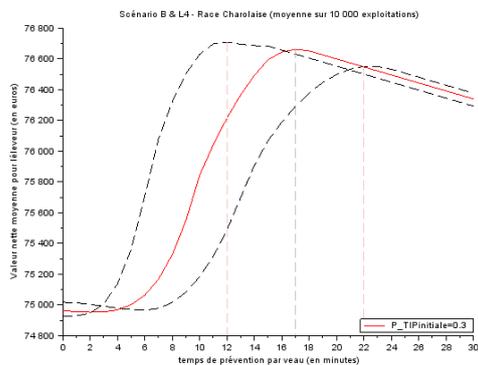
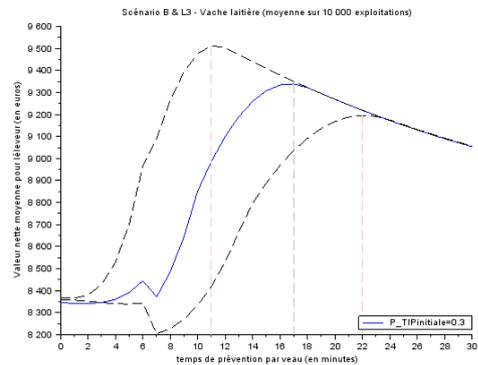
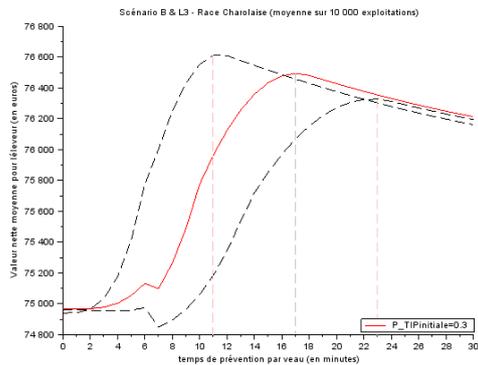
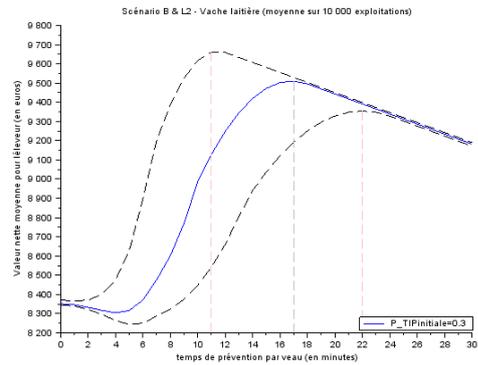
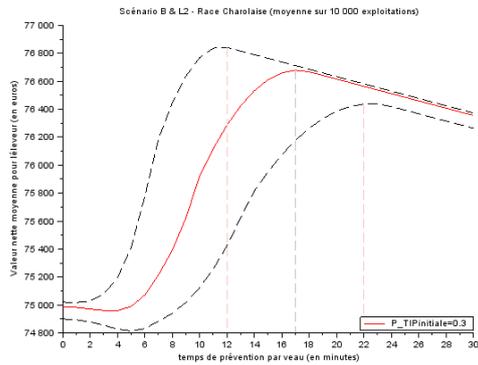
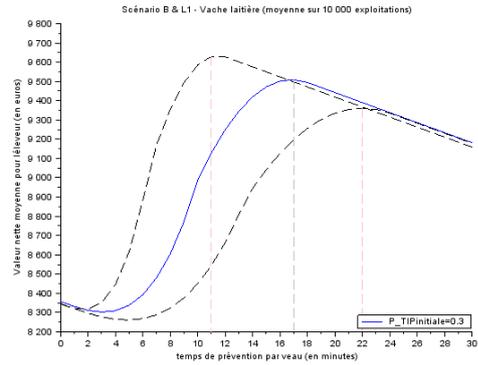
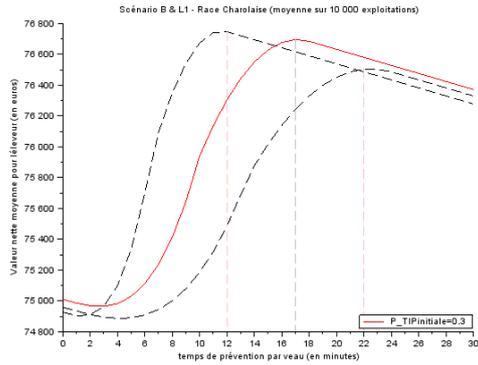


Annexe 3-21 : VN race Ch et Lait (Sce B_ $P_{TIP_0} = 50\%$ _L4, L5, L6 et L7)

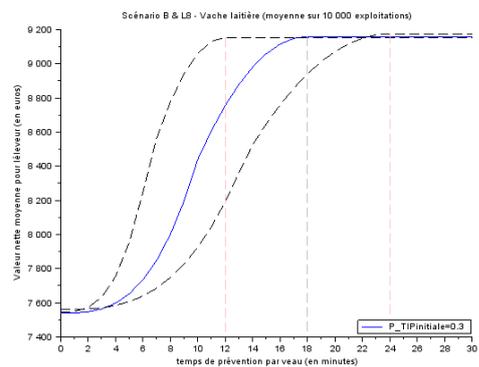
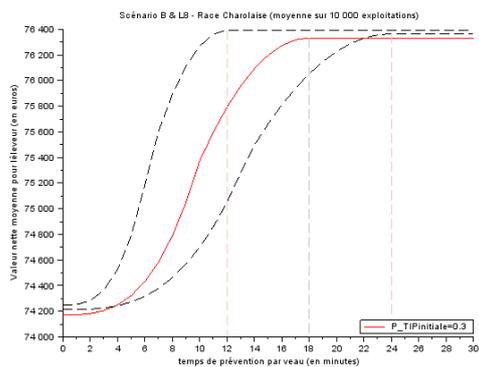
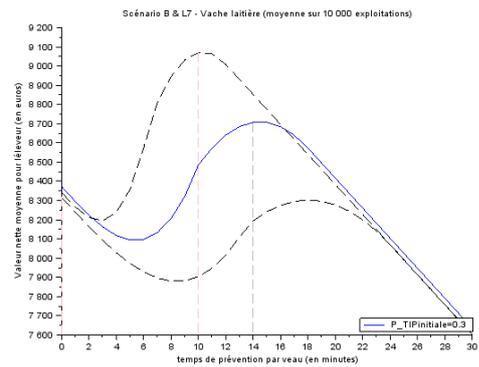
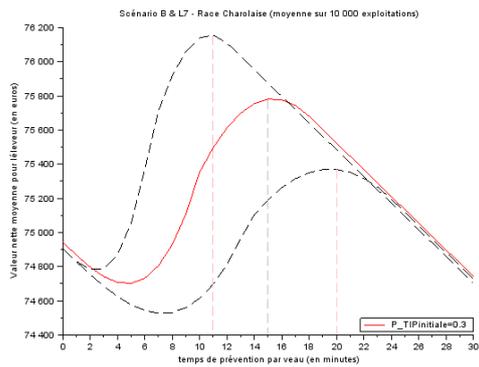
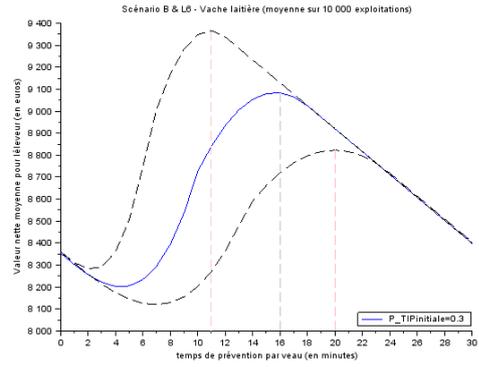
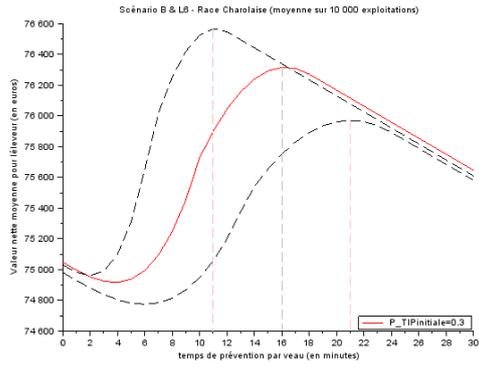
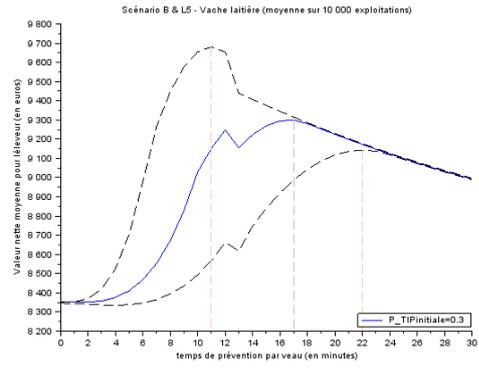
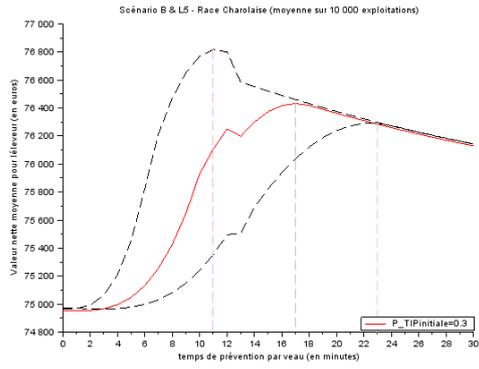


Annexe 3-22 : VN race Ch et Lait (Sce B_ $P_{TIP_0} = 50\%$ L8, L9 et L10)

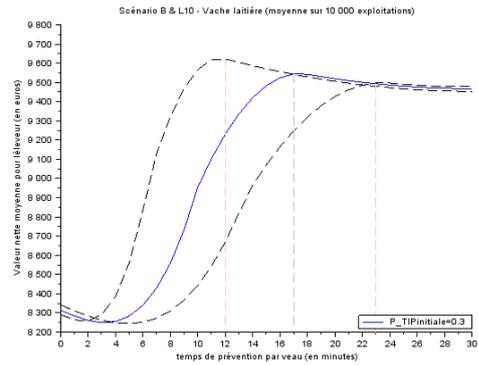
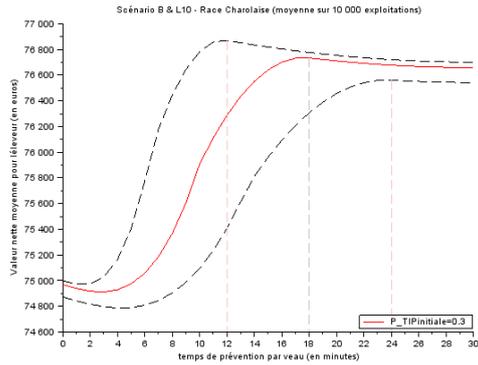
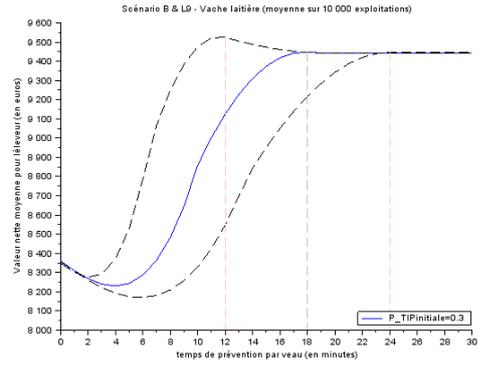
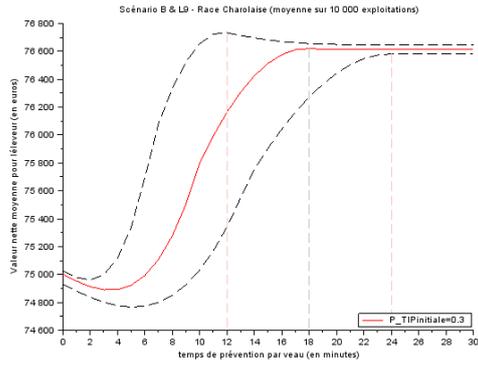
Scénario B, $P_{TIP_0} = 30\%$



Annexe 3-23 : VN race Ch et Lait (Sc B_ $P_{TIP_0} = 30\%$ _L1, L2, L3 et L4)

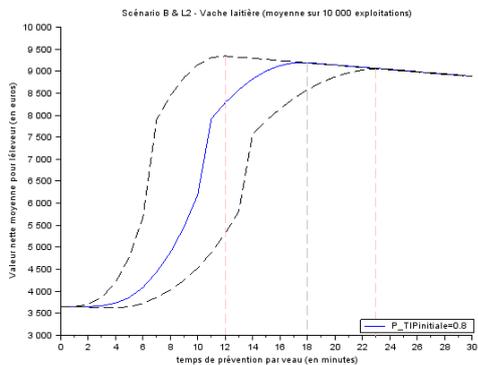
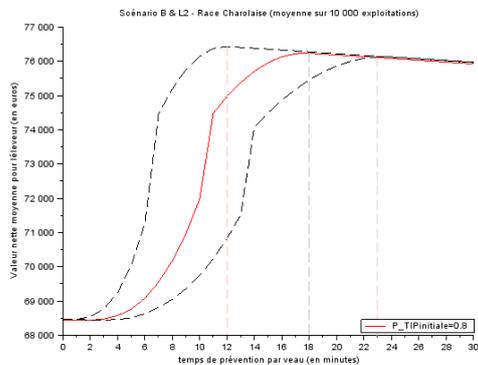
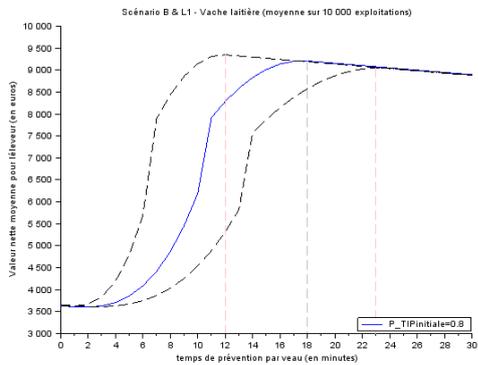
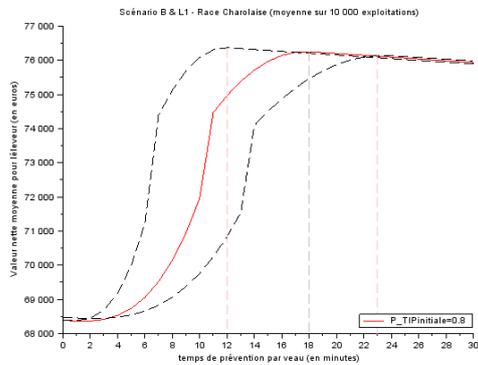


Annexe 3-24 : VN race Ch et Lait (Scé B $P_{TIP_0} = 30\%$ L5, L6, L7 et L8)

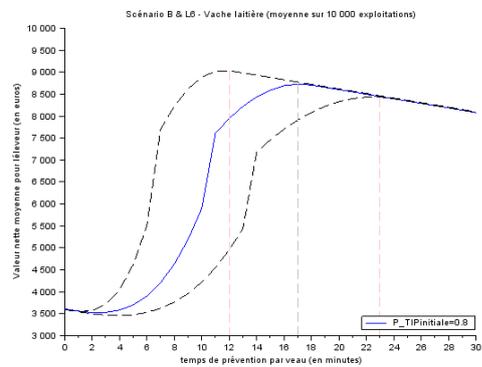
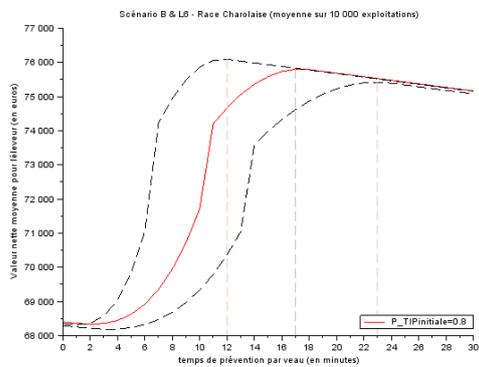
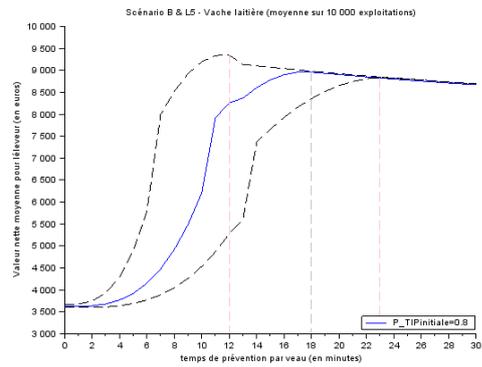
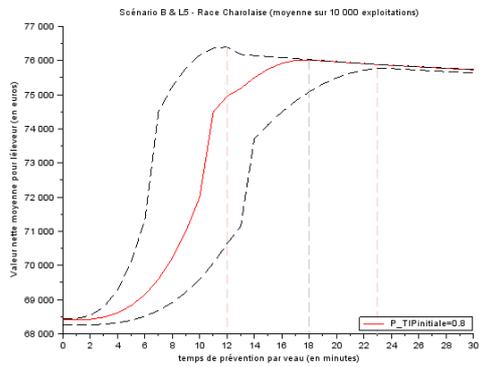
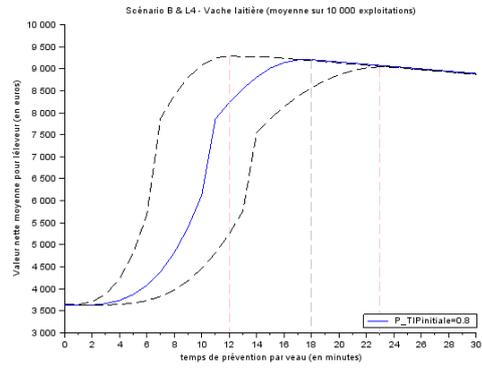
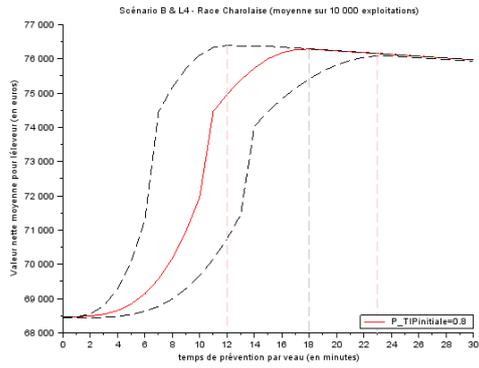
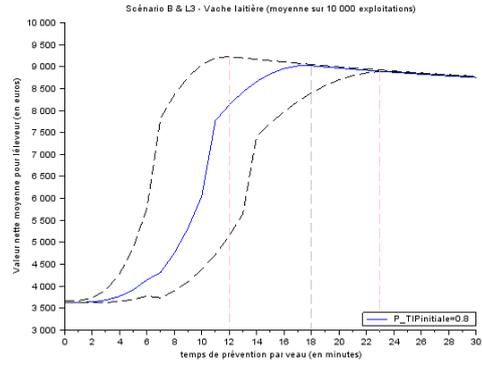
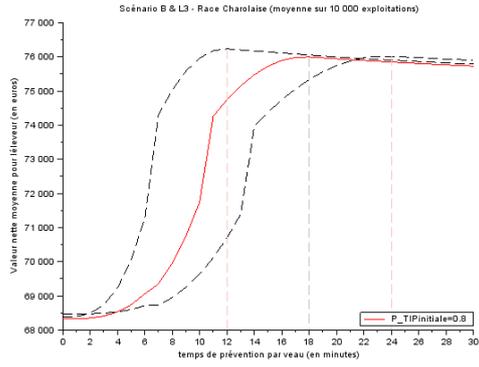


Annexe 3-25 : VN race Ch et Lait (Sc B $P_{TIP_0} = 30\%$ L9 et L10)

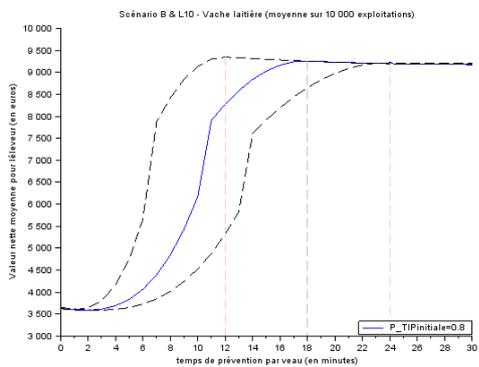
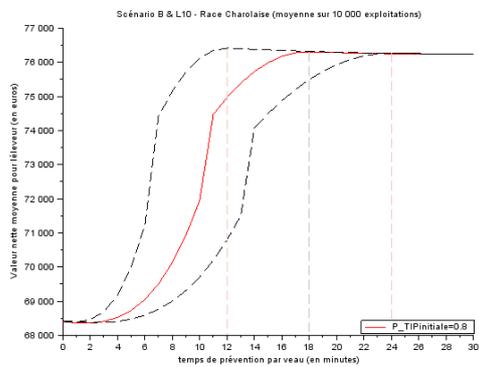
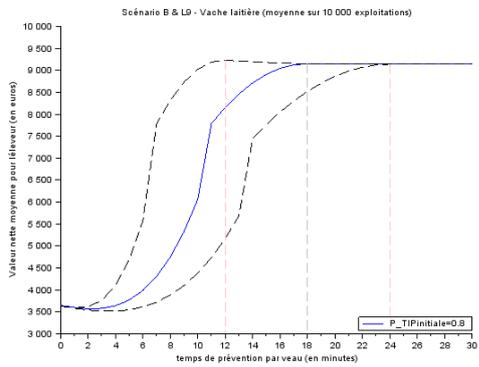
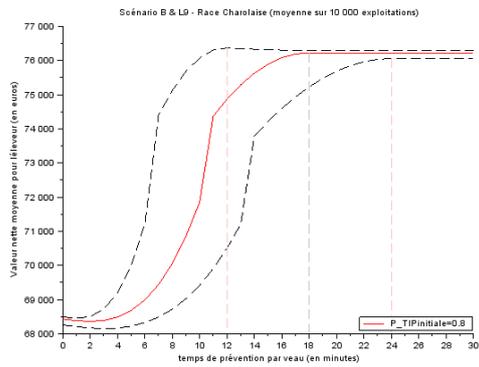
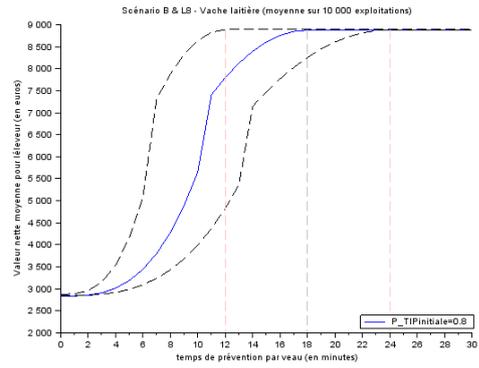
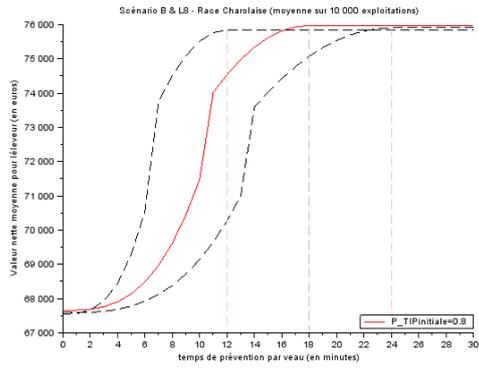
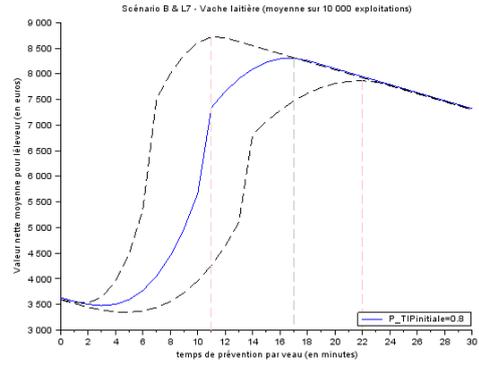
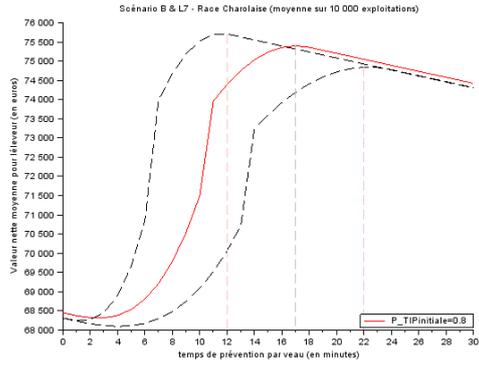
Scénario B, $P_{TIP_0} = 80\%$



Annexe 3-26 : VN race Ch et Lait (Sc B $P_{TIP_0} = 80\%$ L1 et L2)

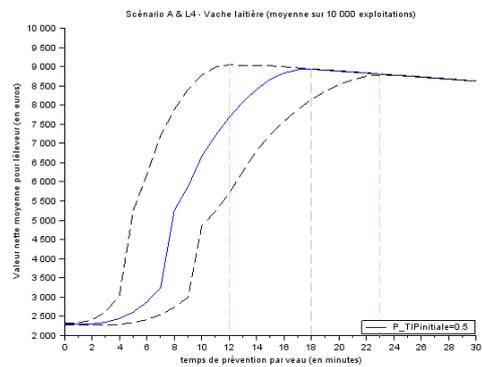
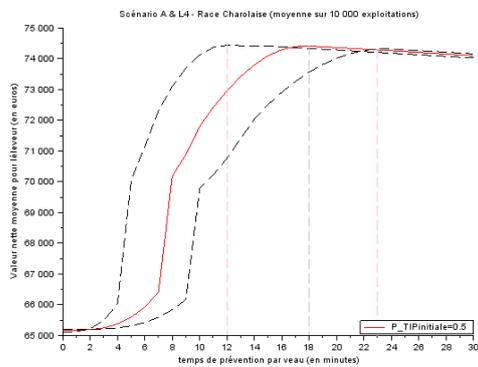
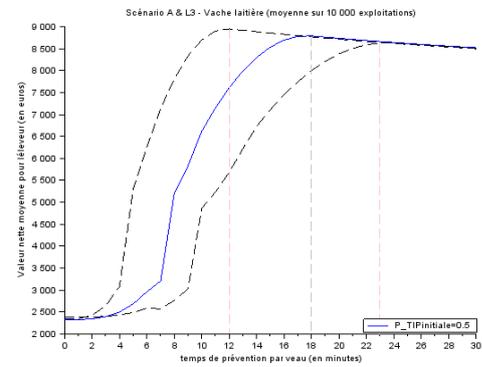
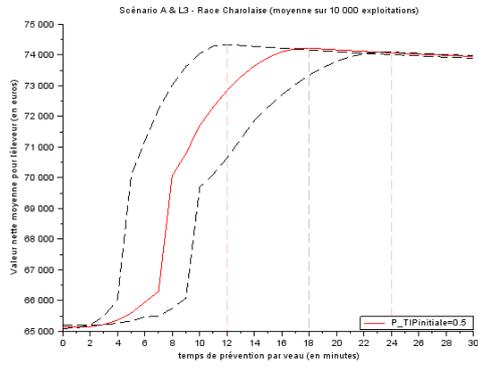
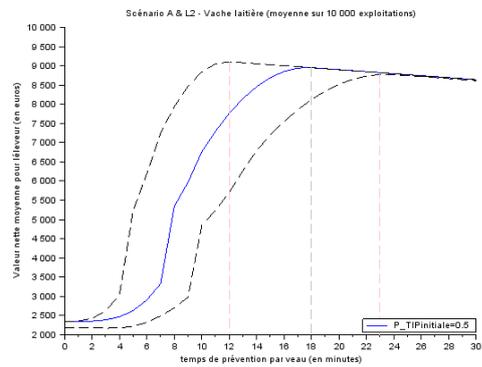
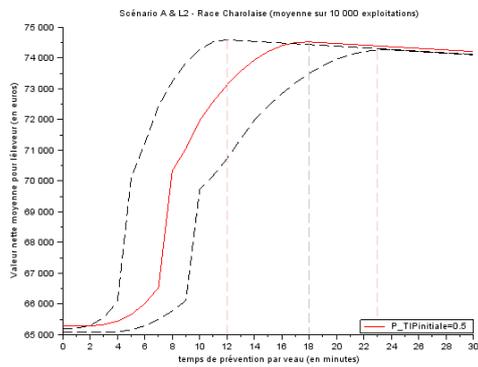
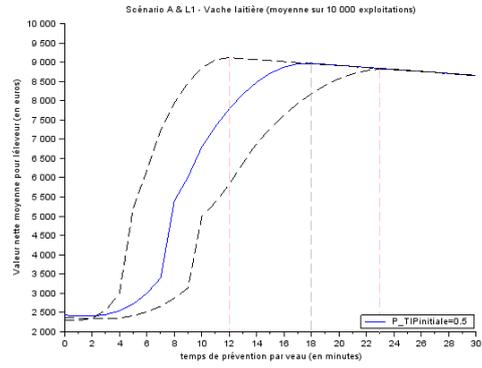
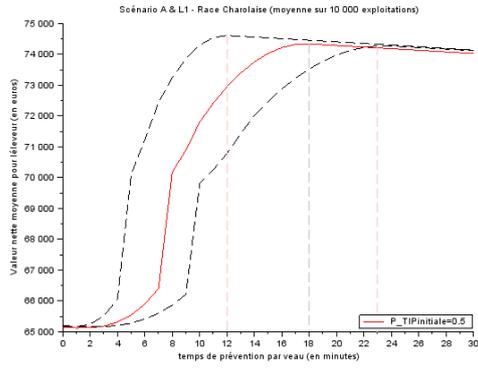


Annexe 3-27 : VN race Ch et Lait (Sc B_P_{TIP0} = 80%_L3, L4, L5 et L6)

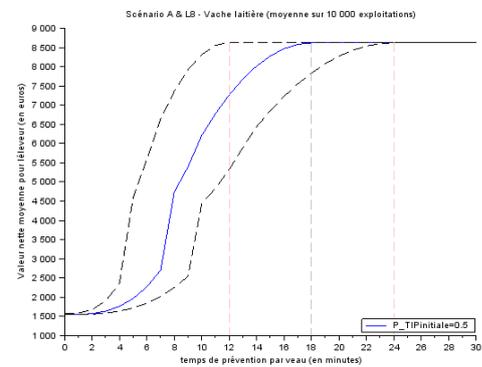
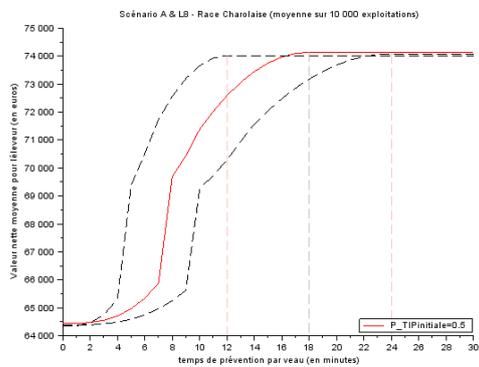
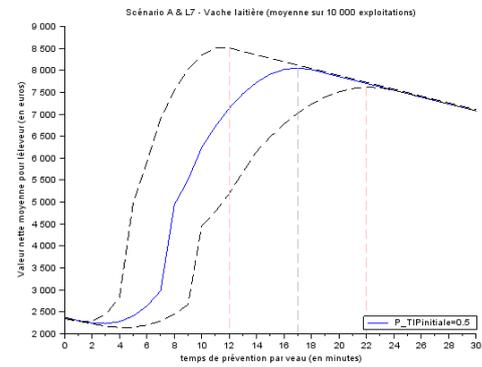
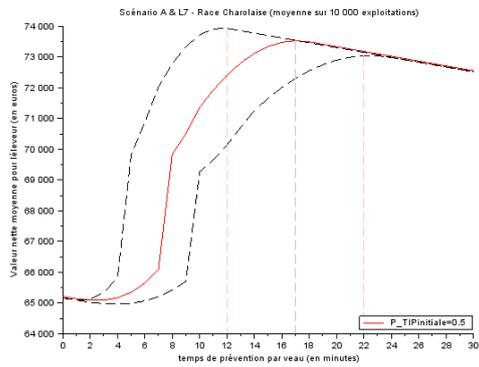
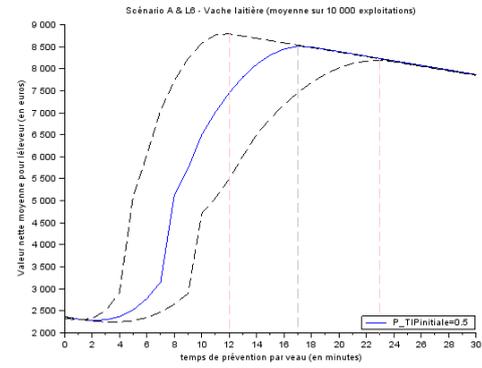
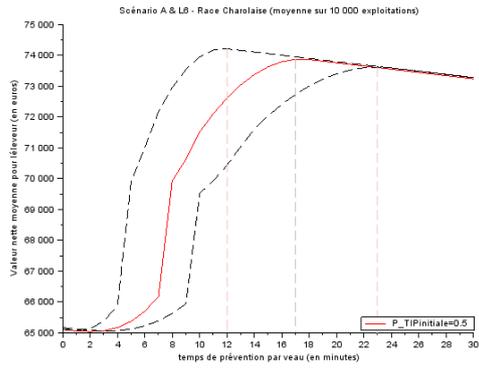
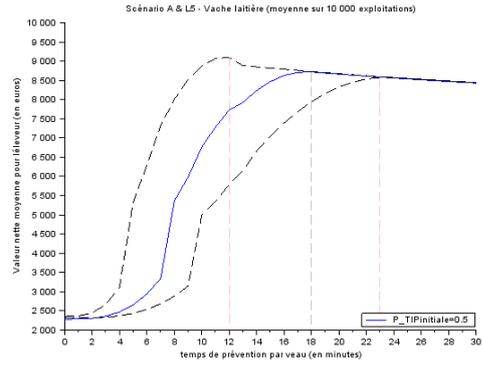
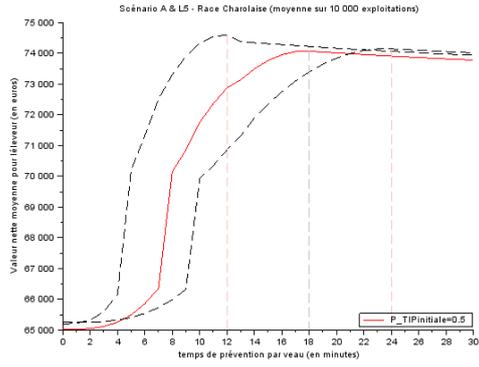


Annexe 3-28 : VN race Ch et Lait (Sce B $P_{TIP_0} = 80\%$ L6, L7, L8, L9 et L10)

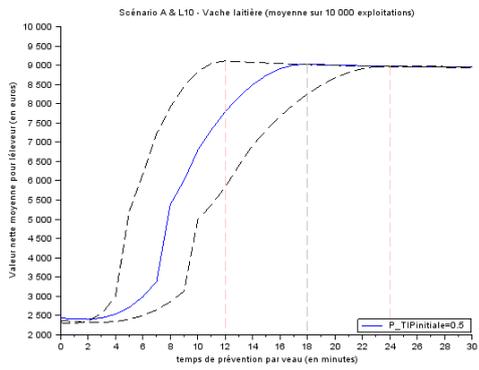
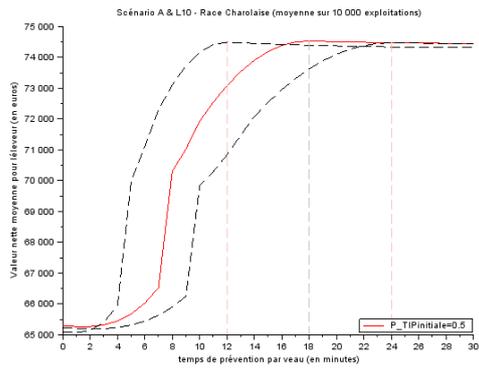
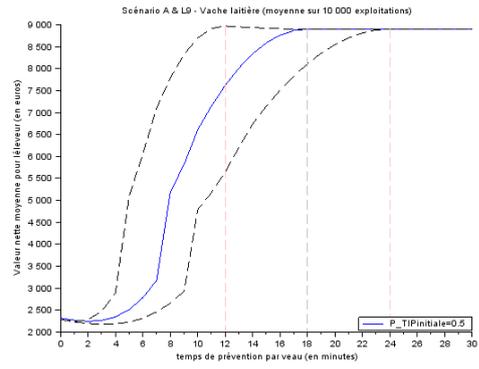
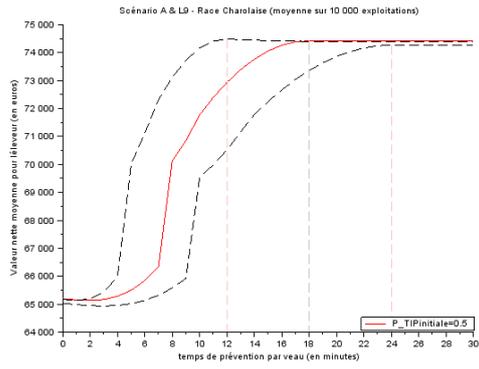
Scénario A, $P_{TIP_0} = 50\%$



Annexe 3-29 : VN race Ch et Lait (Sce A_ $P_{TIP_0} = 50\%$ _L1, L2, L3 et L4)

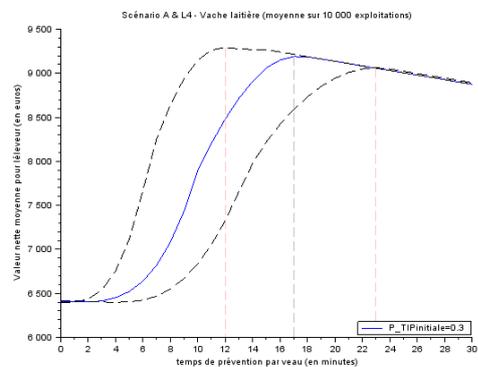
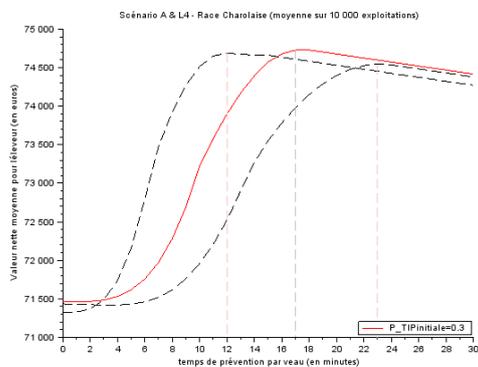
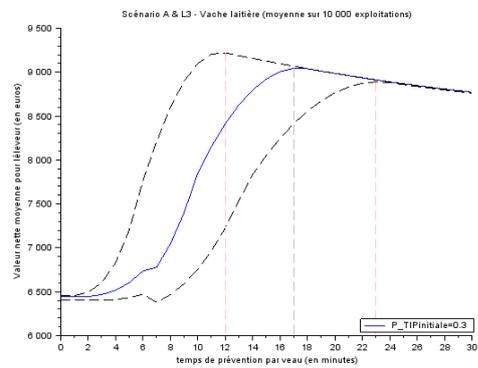
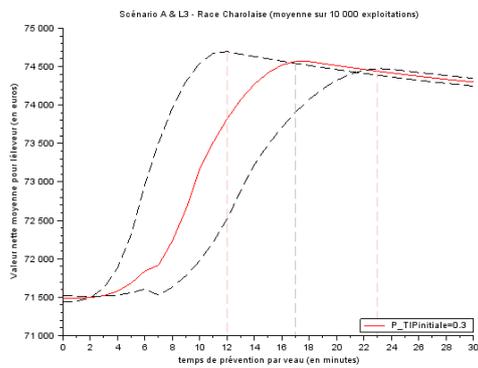
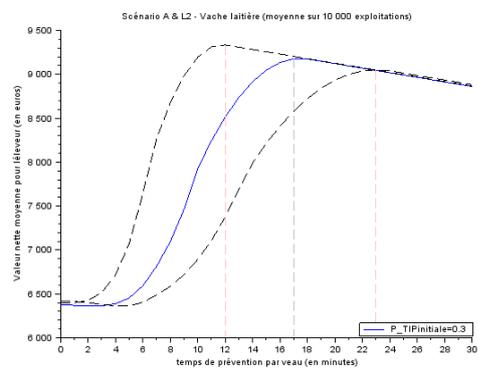
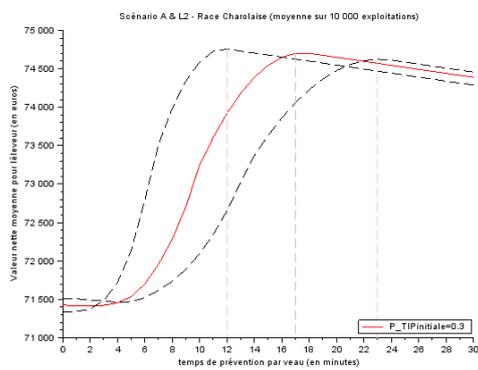
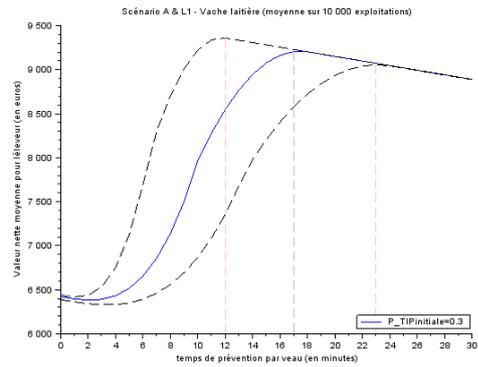
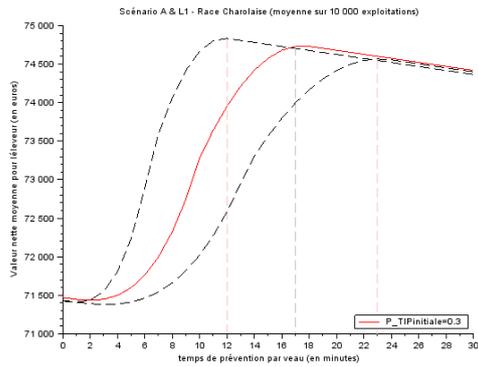


Annexe 3-30 : VN race Ch et Lait (Scé A_P_TIP₀ = 50%_L5, L6, L7 et L8)

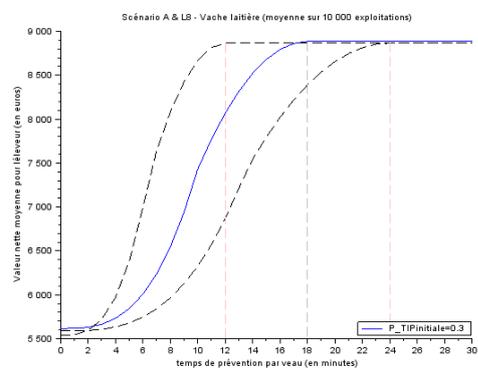
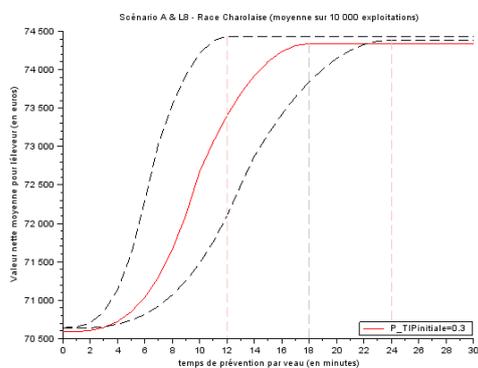
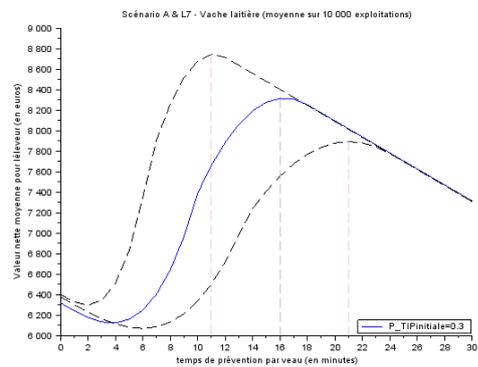
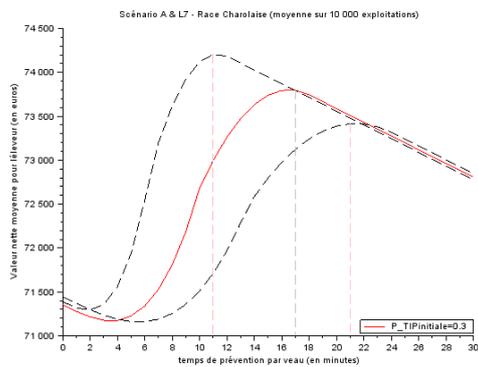
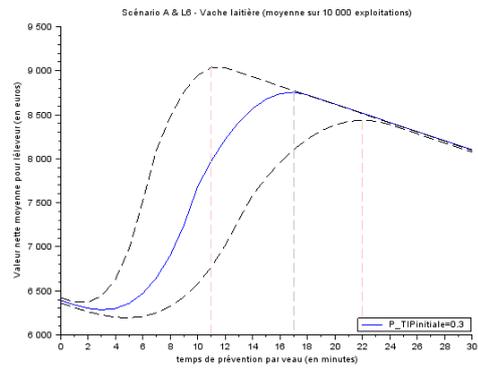
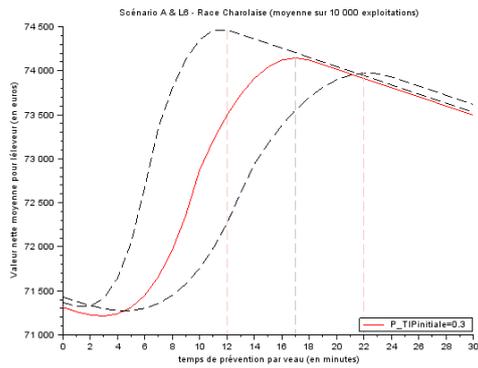
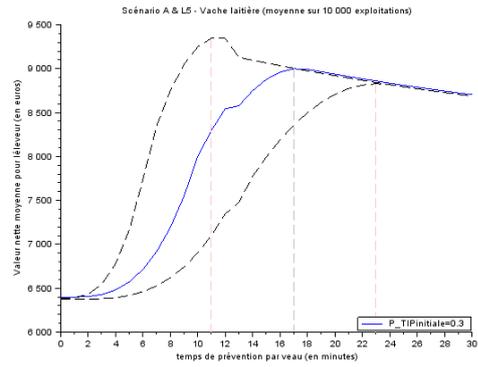
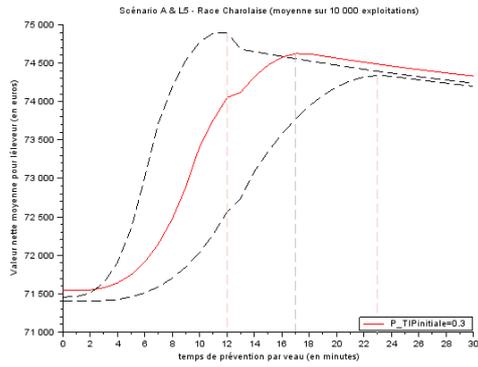


Annexe 3-31 : VN race Ch et Lait (Sc A_ $P_{TIP_0} = 50\%$ _ L9 et L10)

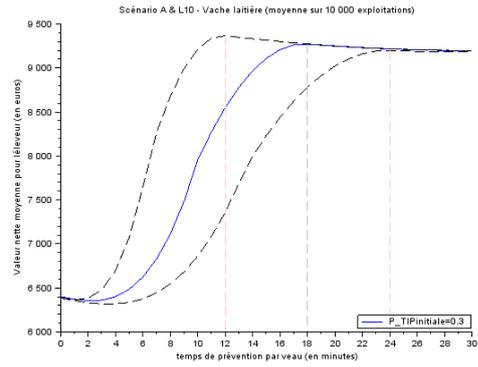
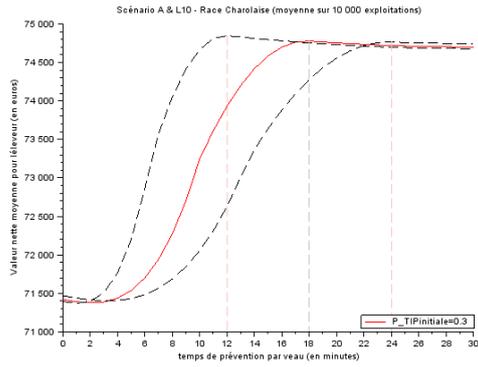
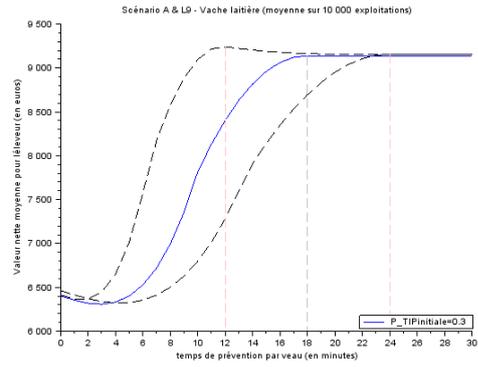
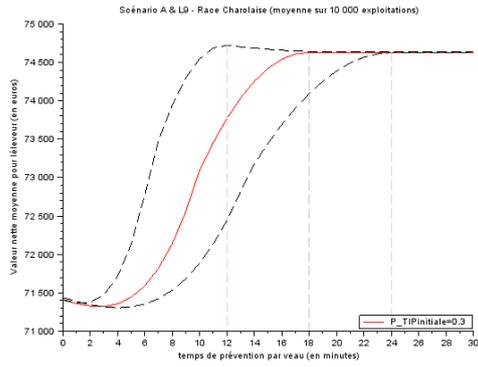
Scénario A, $P_{TIP_0} = 30\%$



Annexe 3-32 : VN race Ch et Lait (Sc A, $P_{TIP_0} = 30\%$, L1, L2, L3 et L4)

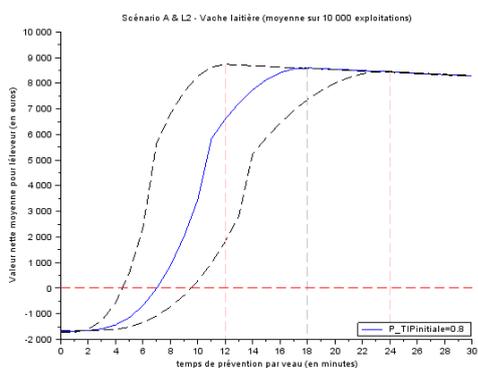
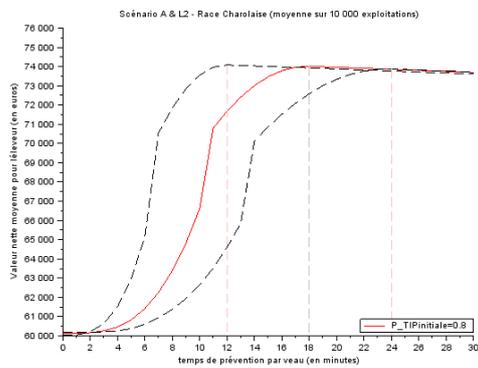
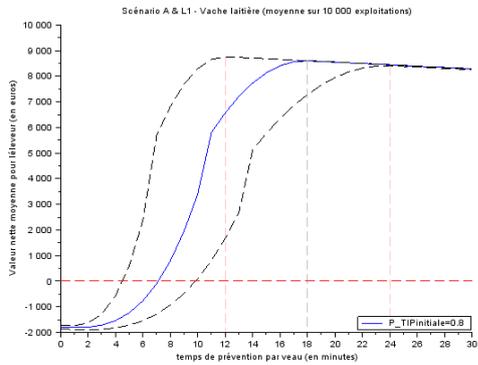
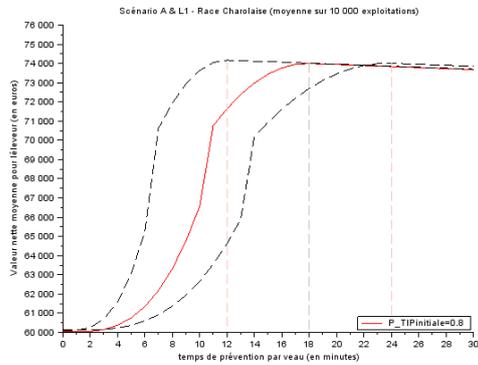


Annexe 3-33 : VN race Ch et Lait (Sc A $P_{TIP_0} = 30\%$ L5, L6, L7 et L8)

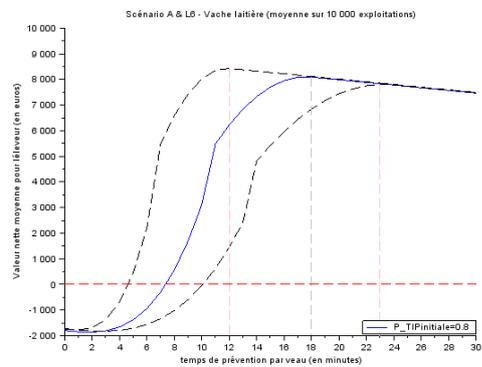
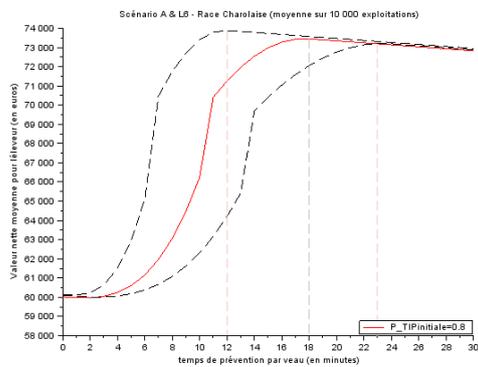
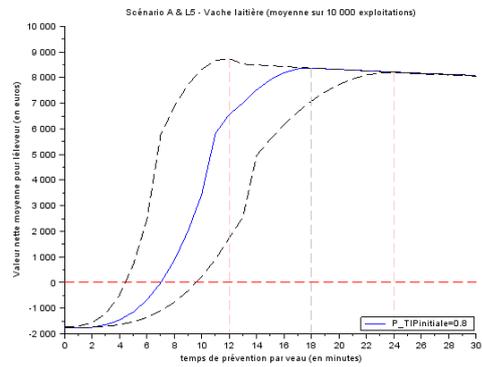
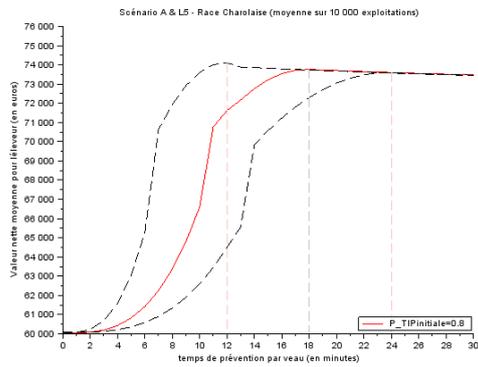
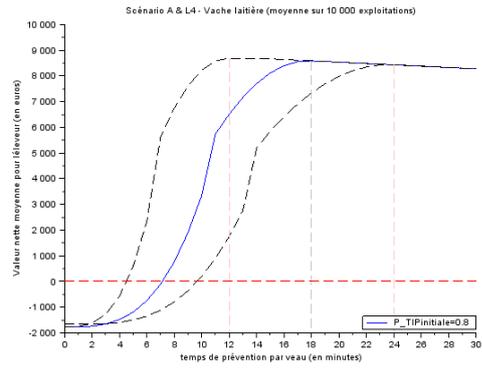
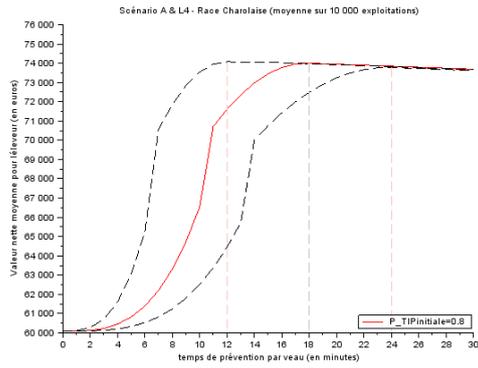
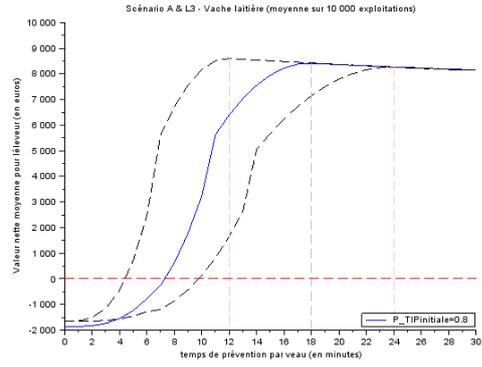
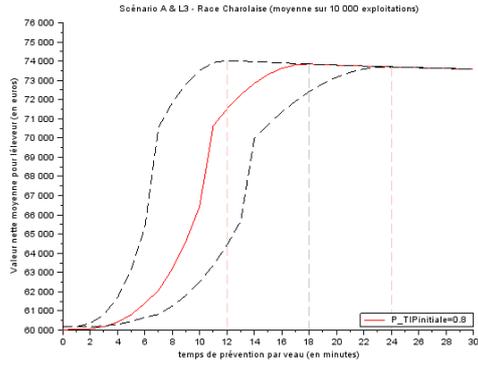


Annexe 3-34 : VN race Ch et Lait (Scé A_ $P_{TIP_0} = 30\%$ _L9 et L10)

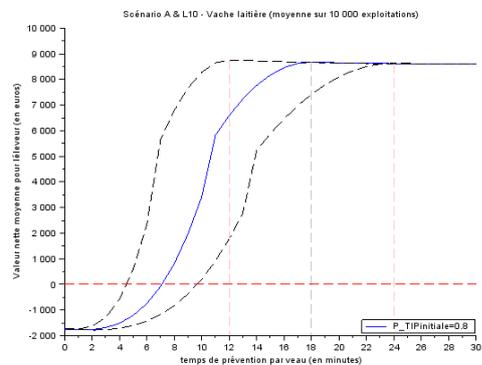
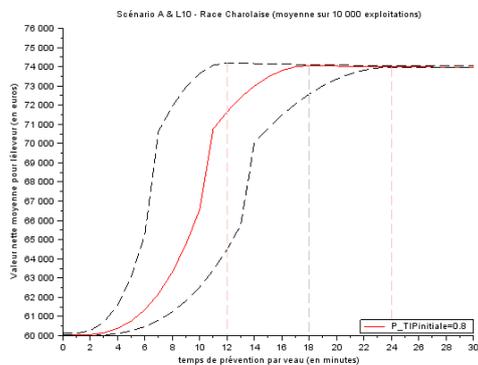
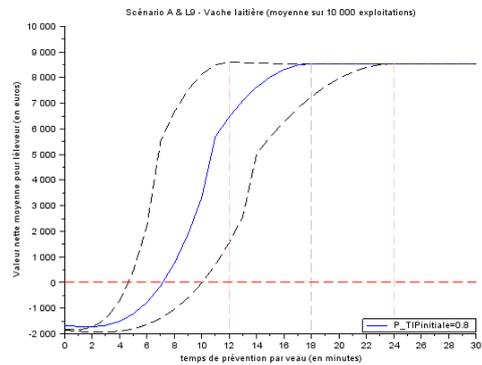
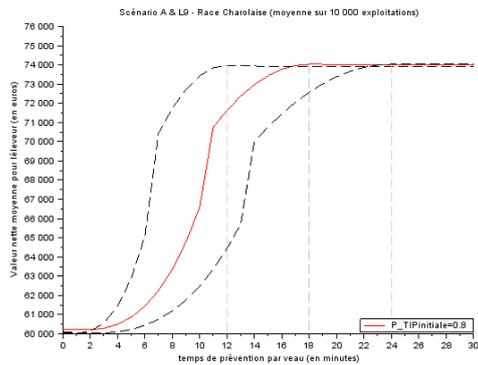
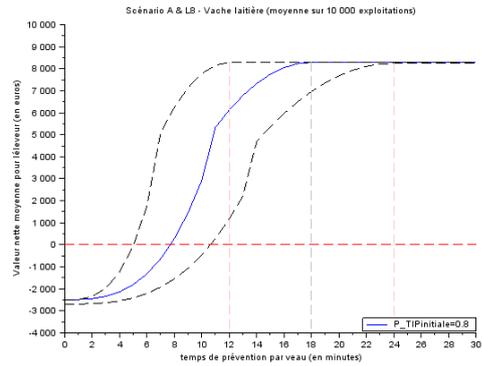
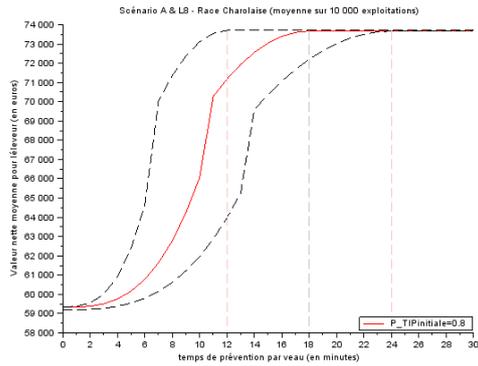
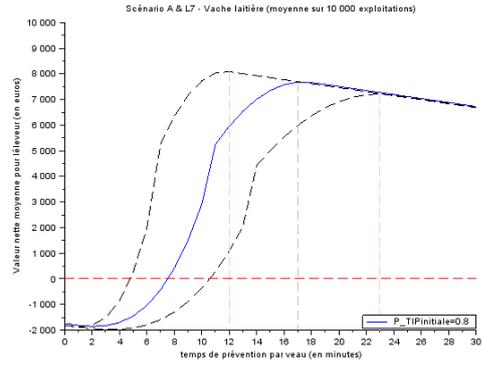
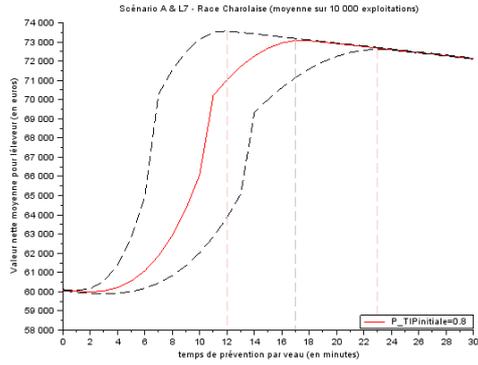
Scénario A, $P_{TIP_0} = 80\%$



Annexe 3-35 : VN race Ch et Lait (Scé A_ $P_{TIP_0} = 80\%$ _L1 et L2)

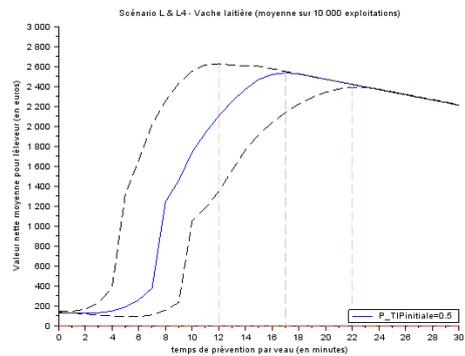
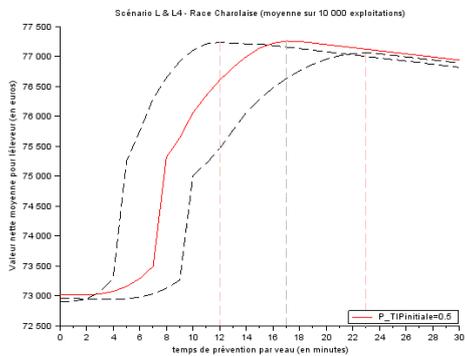
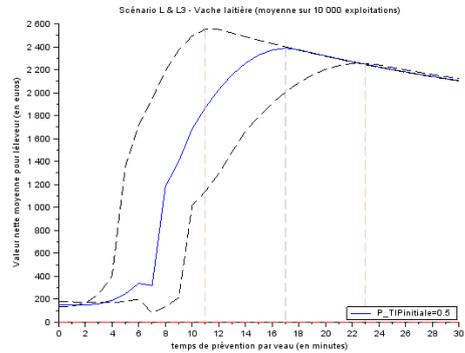
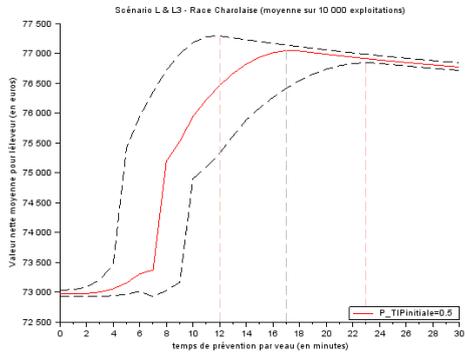
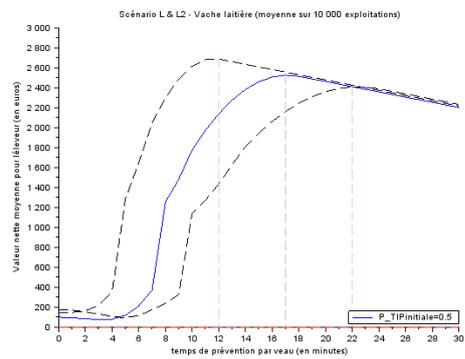
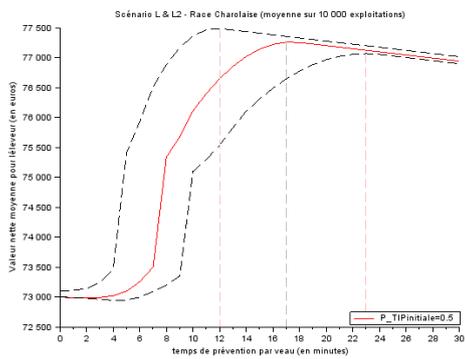
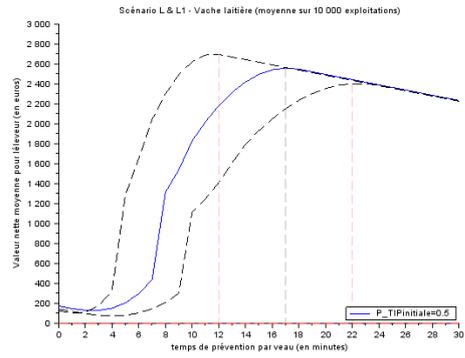
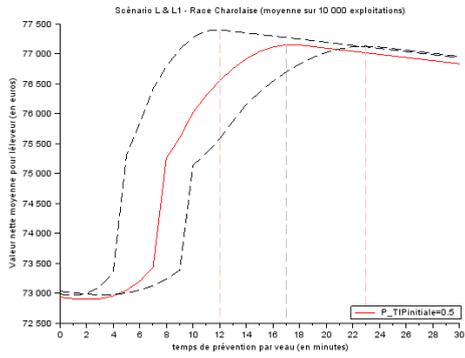


Annexe 3-36 : VN race Ch et Lait (Scé A $P_{TIP_0} = 80\%$ L3, L4, L5 et L6)

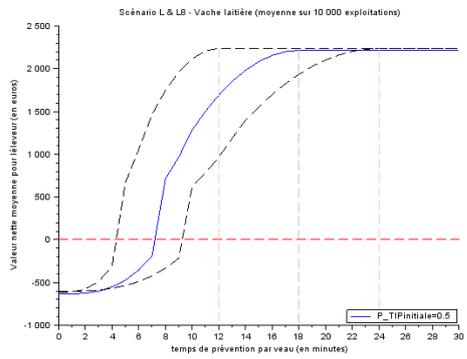
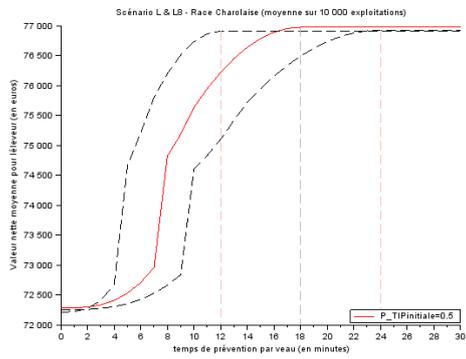
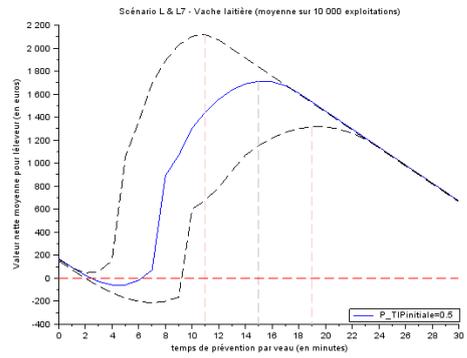
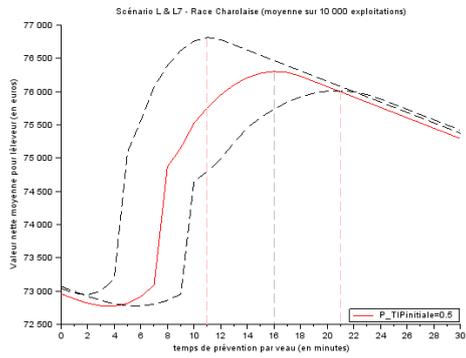
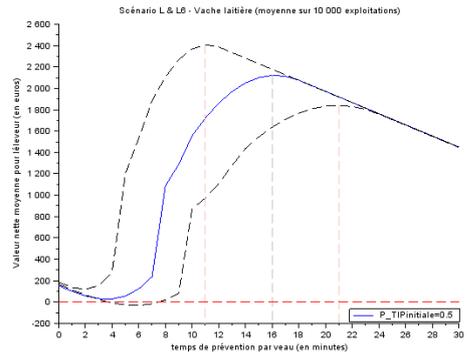
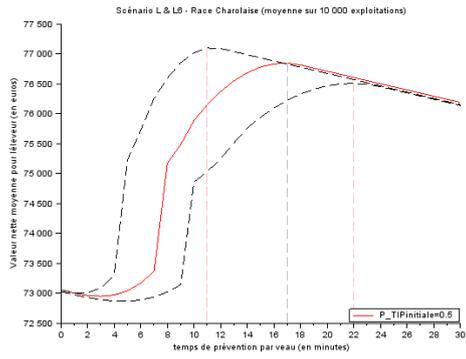
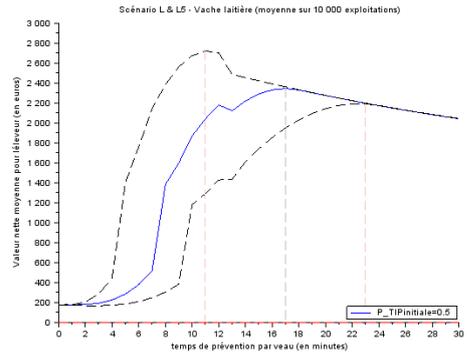
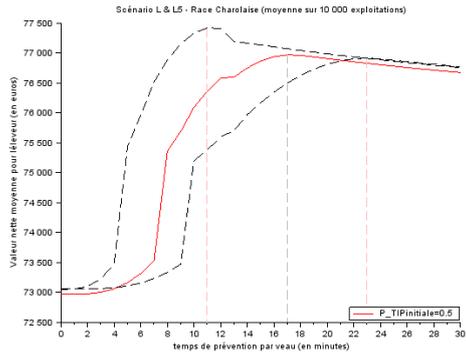


Annexe 3-37 : VN race Ch et Lait (Scé A_ $P_{TIP_0} = 80\%$ _L6, L7, L8, L9 et L10)

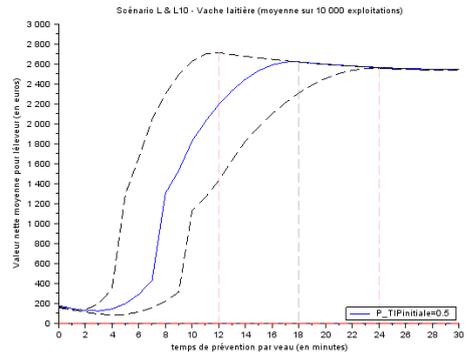
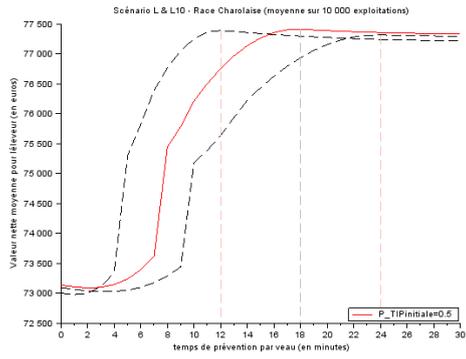
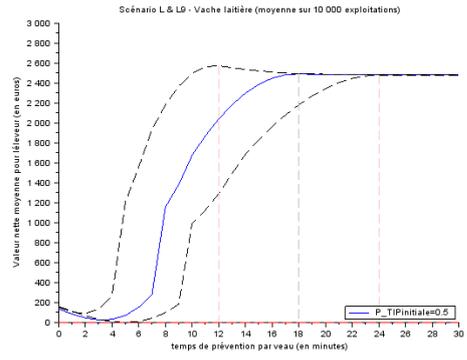
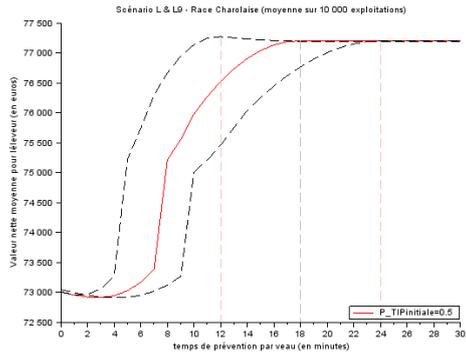
Scénario L, $P_{TIP_0} = 50\%$



Annexe 3-38 : VN race Ch et Lait (Sc L_ $P_{TIP_0} = 50\%$ _L1, L2, L3 et L4)

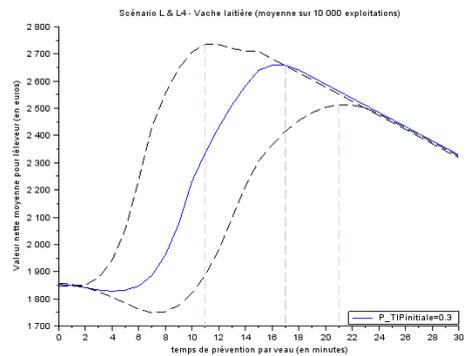
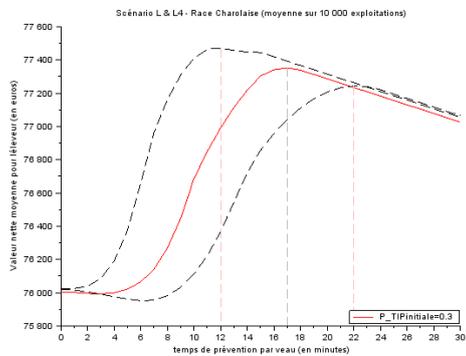
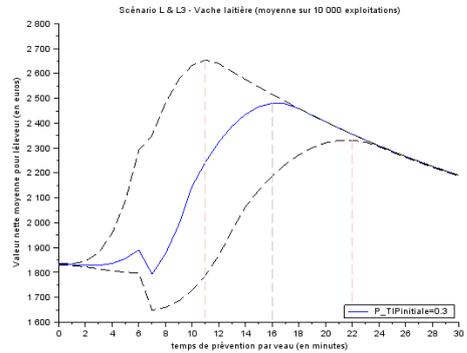
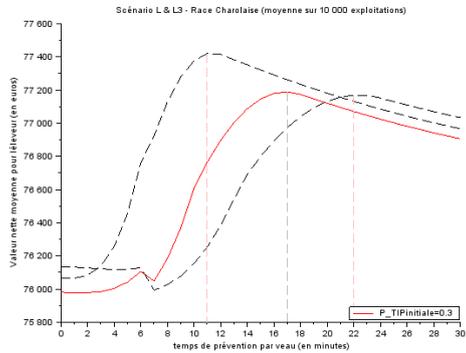
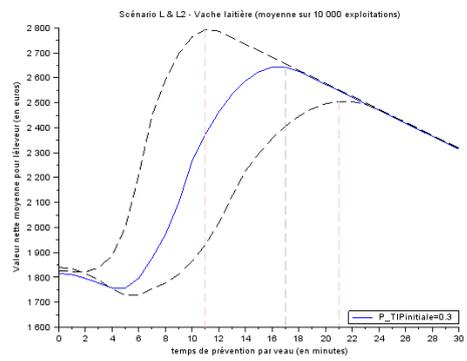
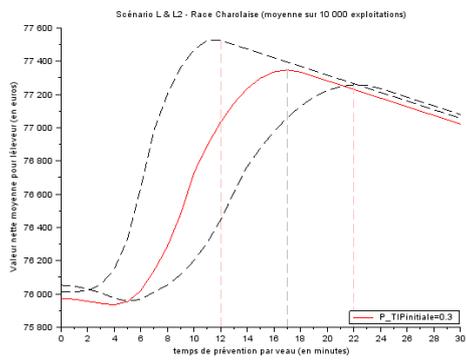
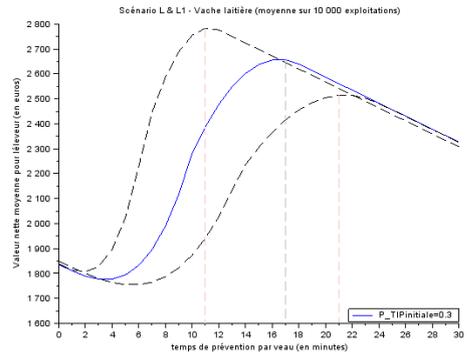
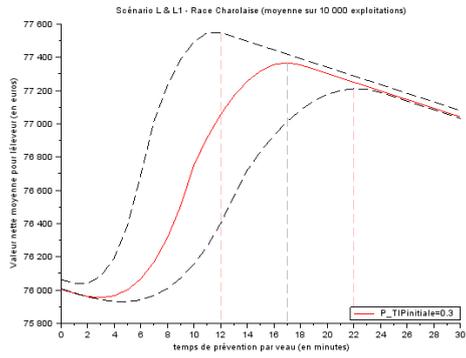


Annexe 3-39 : VN race Ch et Lait (Sce L_P_{TIP0} = 50%_L5, L6, L7 et L8)

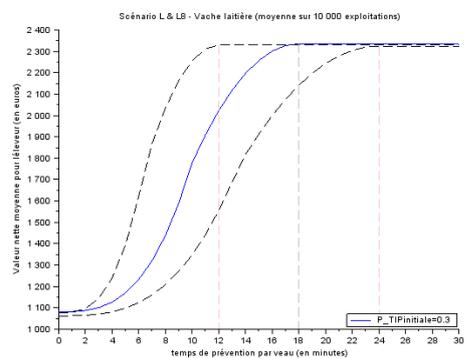
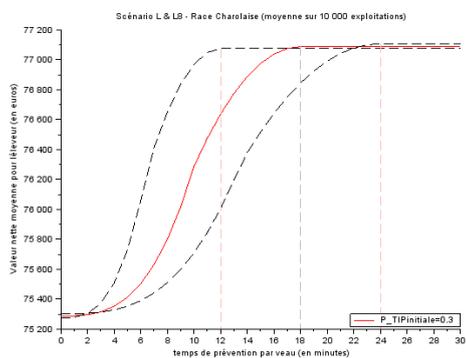
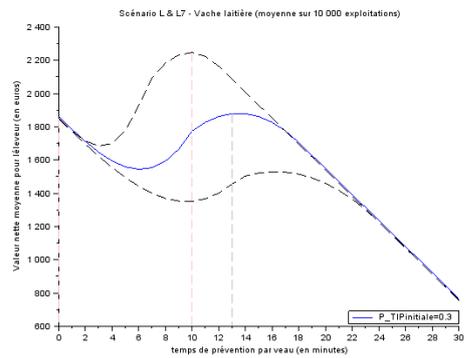
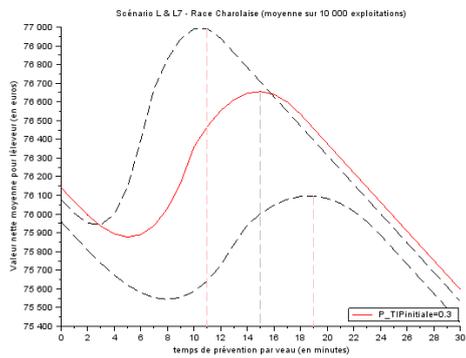
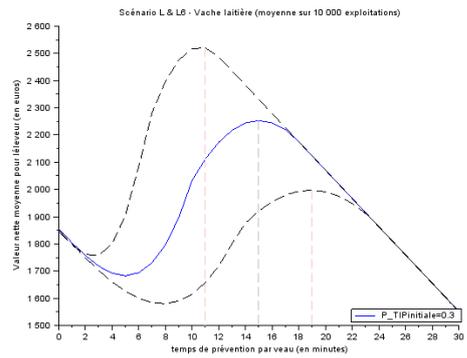
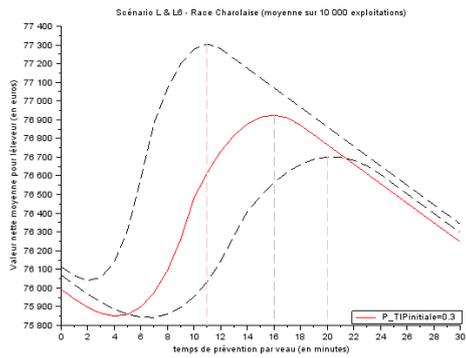
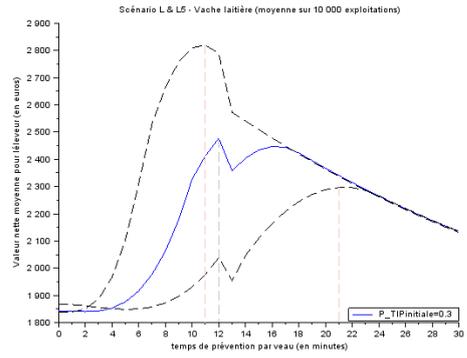
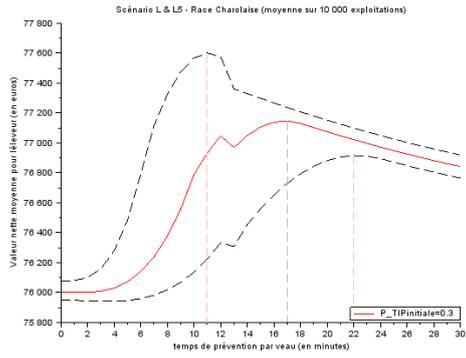


Annexe 3-40 : VN race Ch et Lait (Sce L_P_{TIP0} = 50%_L9 et L10)

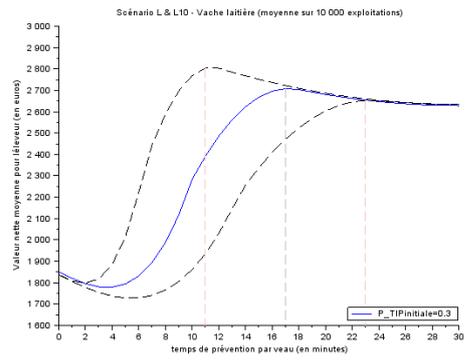
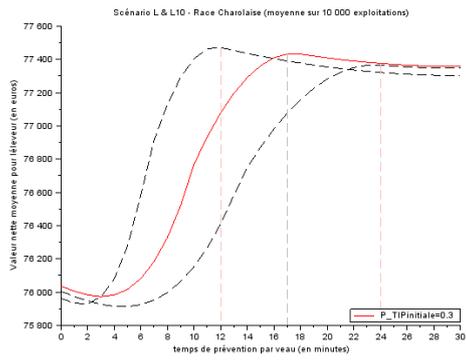
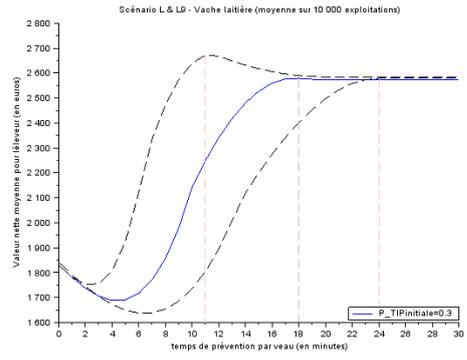
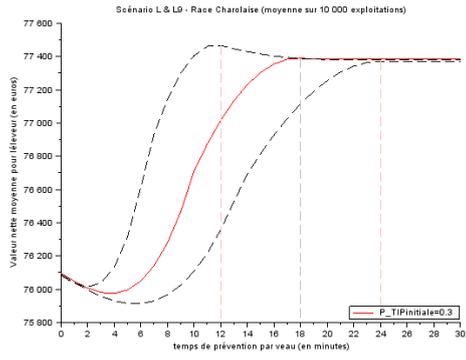
Scénario L, $P_{TIP_0} = 30\%$



Annexe 3-41 : VN race Ch et Lait (Sc L_ $P_{TIP_0} = 30\%$ _L1, L2, L3 et L4)

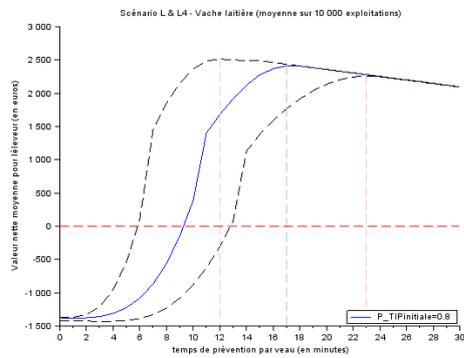
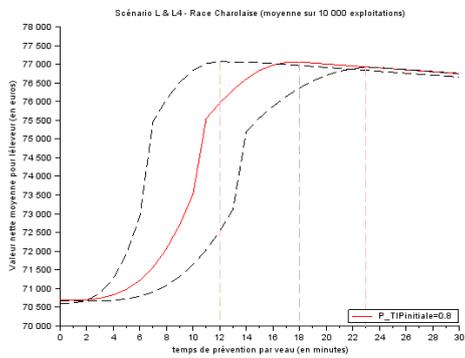
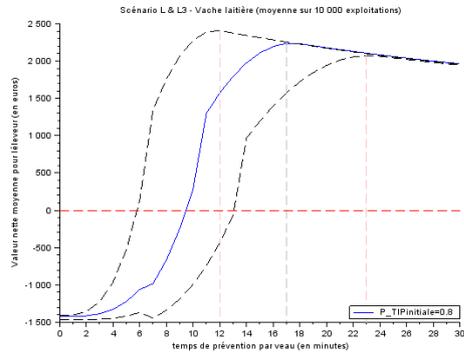
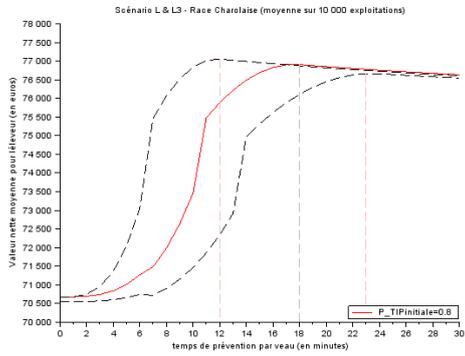
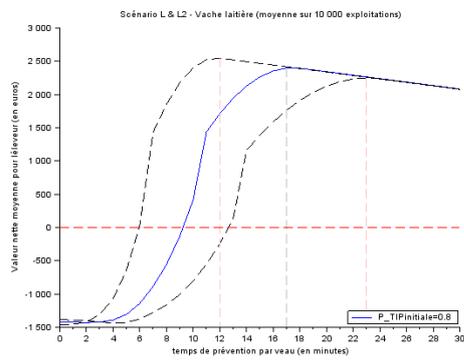
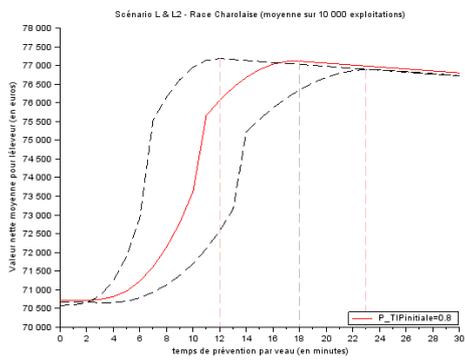
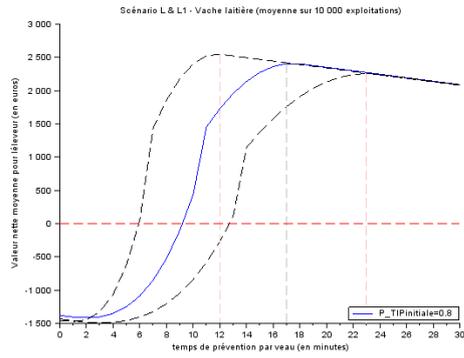
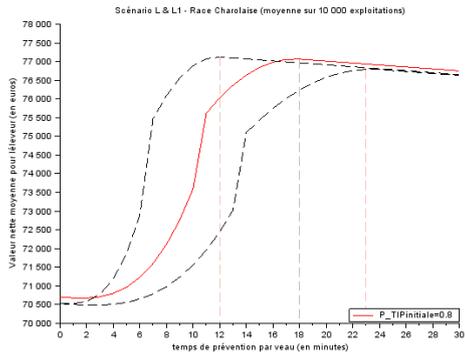


Annexe 3-42 : VN race Ch et Lait (Sc L_P_{TIP0} = 30%_L5, L6, L7 et L8)

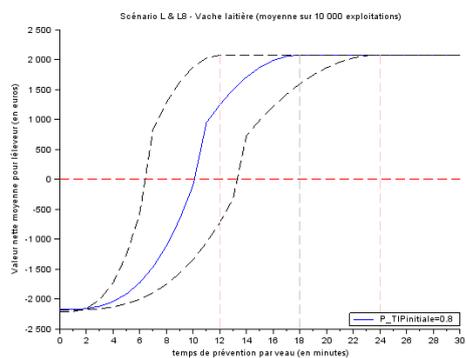
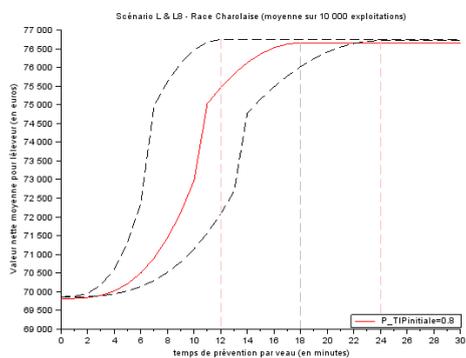
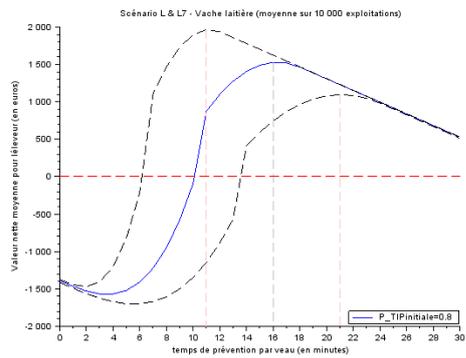
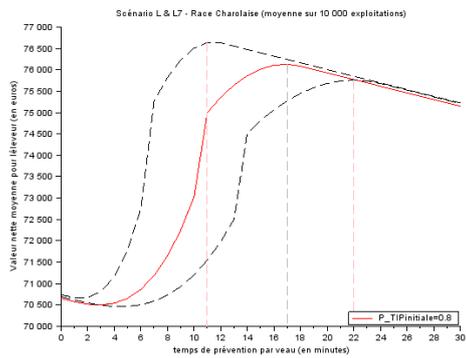
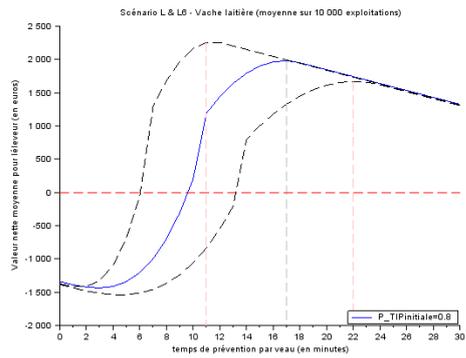
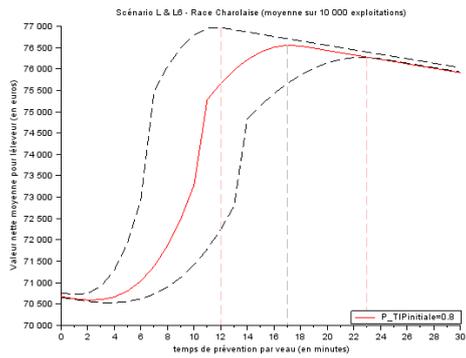
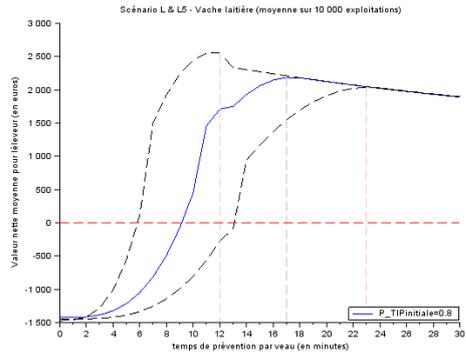
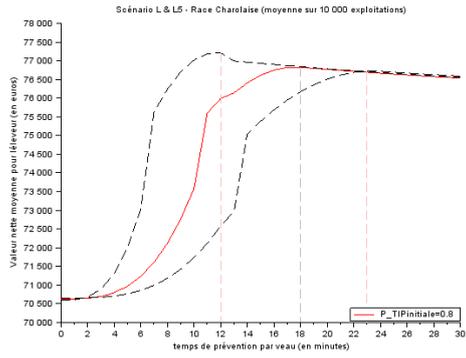


Annexe 3-43 : VN race Ch et Lait (Sce L_P_TIP₀ = 30%_L9 et L10)

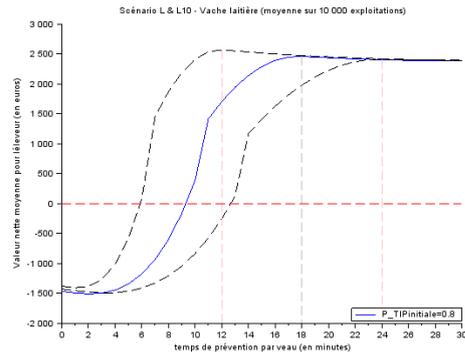
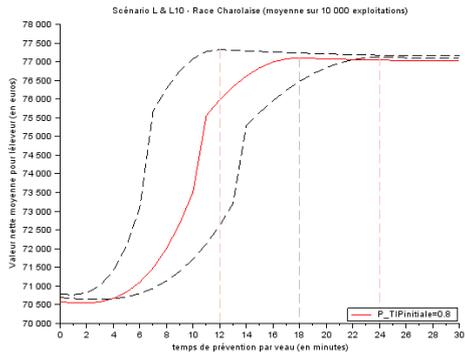
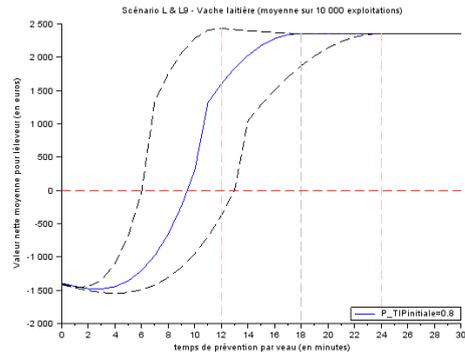
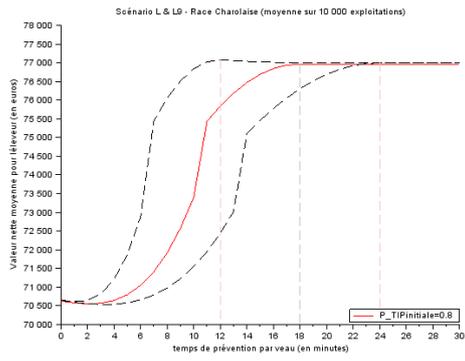
Scénario L, $P_{TIP_0} = 80\%$



Annexe 3-44: VN race Ch et Lait (Sc L_ $P_{TIP_0} = 80\%$ _L1, L2, L3 et L4)

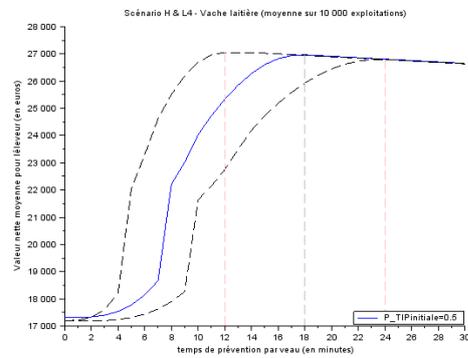
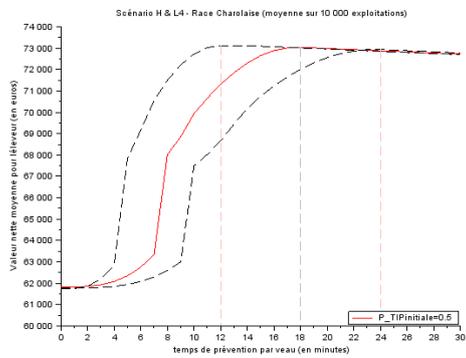
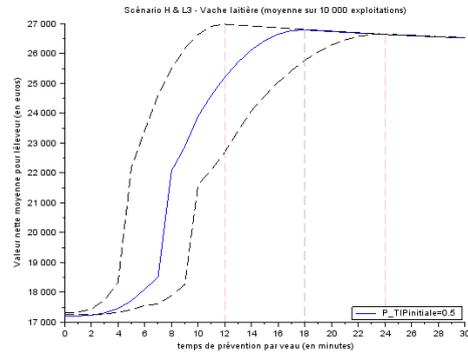
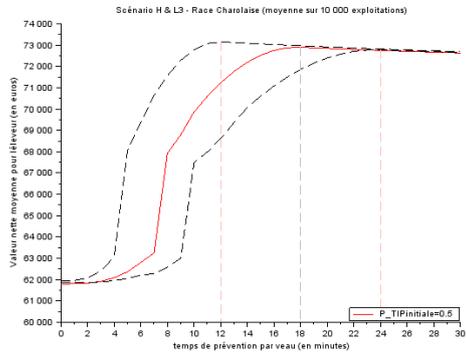
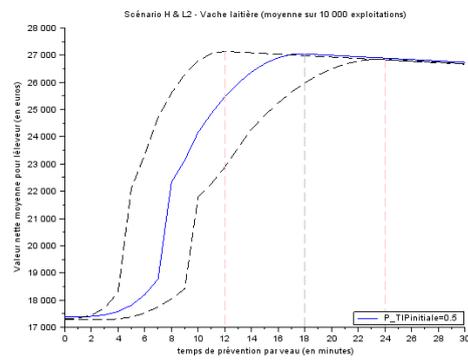
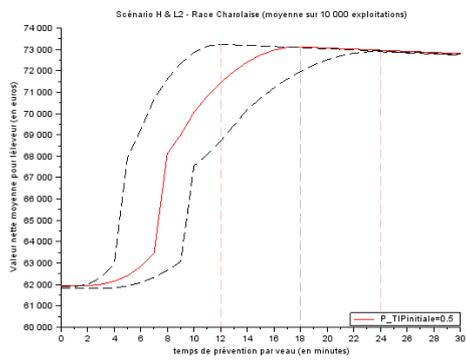
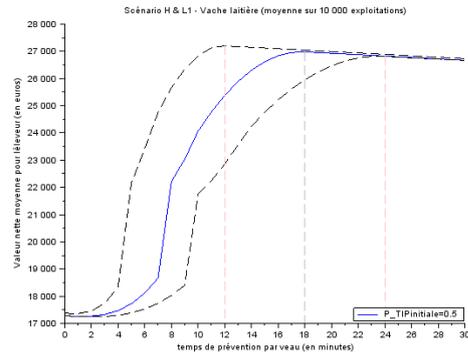
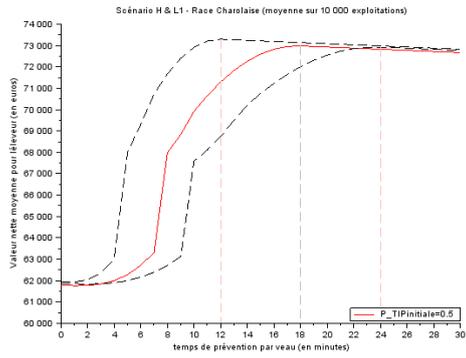


Annexe 3-45 : VN race Ch et Lait (Sce L_ P_{TIP0} = 80%_L5, L6, L7 et L8)

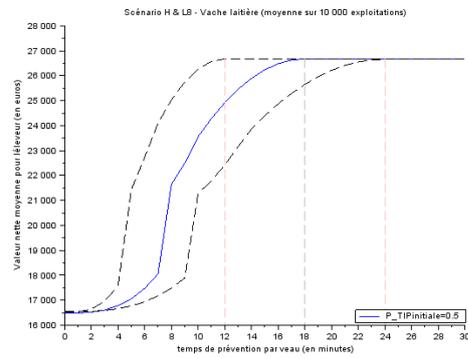
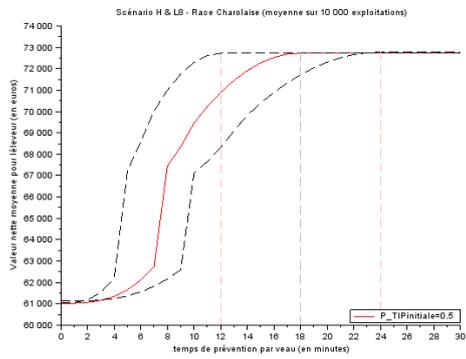
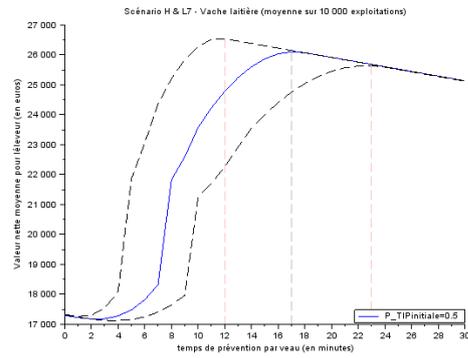
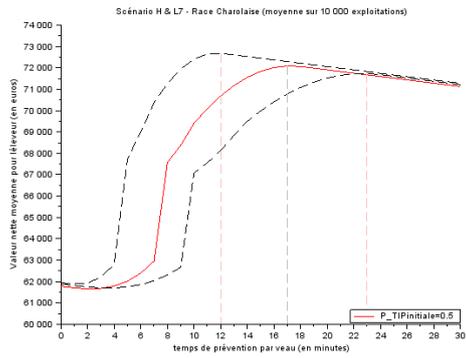
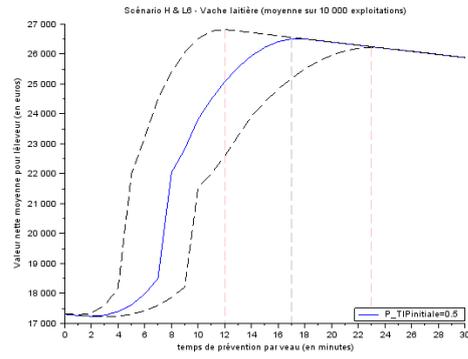
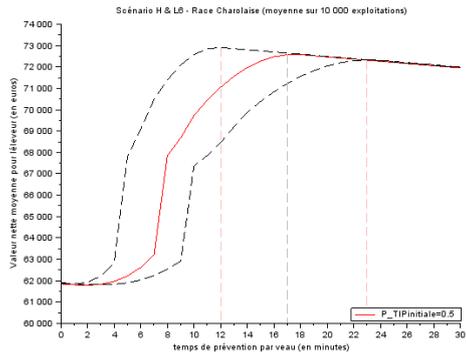
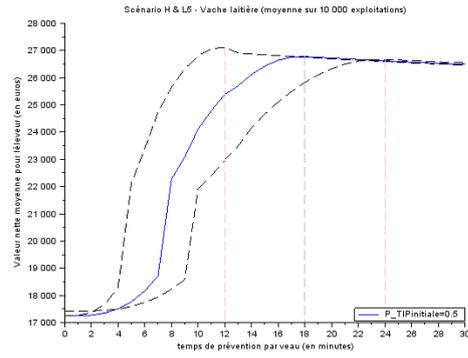
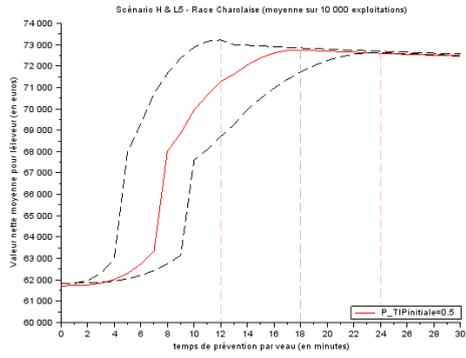


Annexe 3-46 : VN race Ch et Lait (Sc L_ $P_{TIP_0} = 80\%$ _L9 et L10)

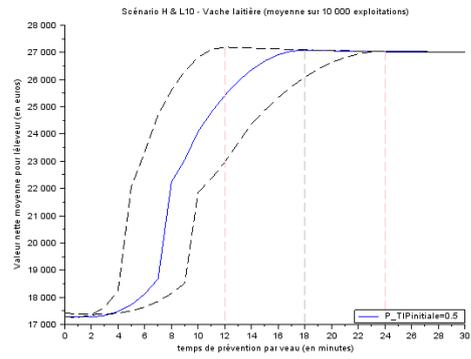
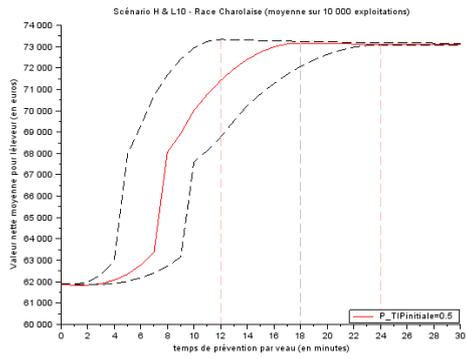
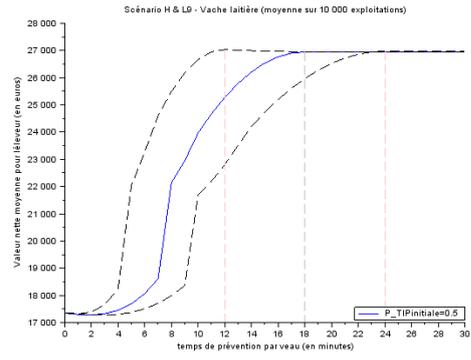
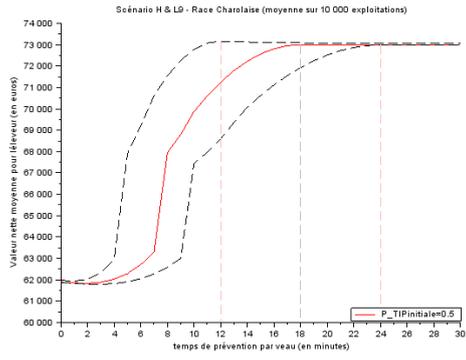
Scénario H, $P_{TIP_0} = 50\%$



Annexe 3-47: VN race Ch et Lait (Sc H_ $P_{TIP_0} = 50\%$ _L1, L2, L3 et L4)

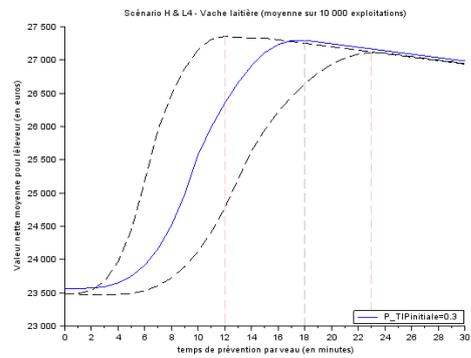
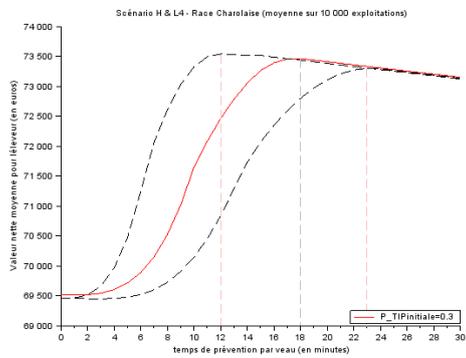
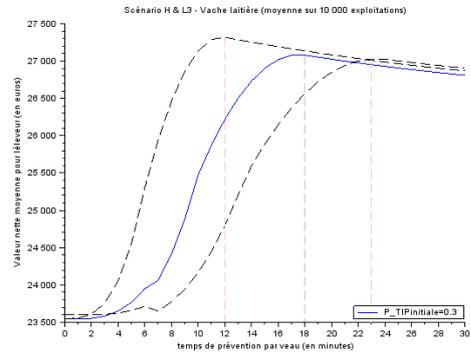
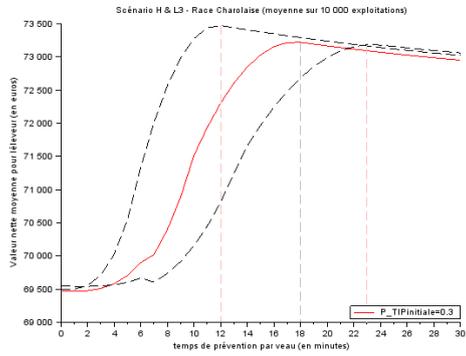
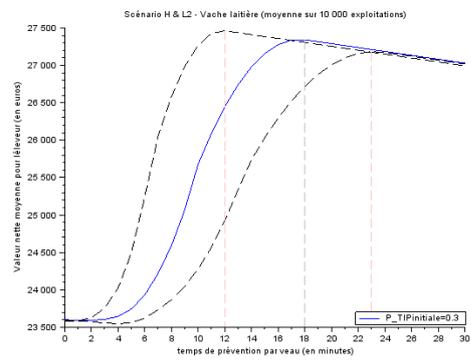
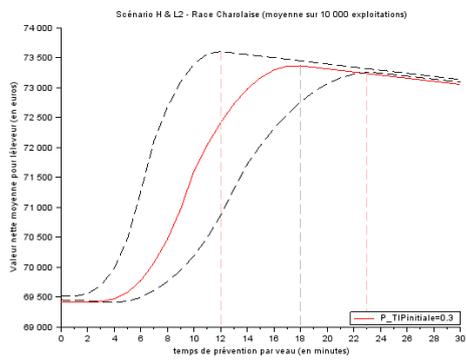
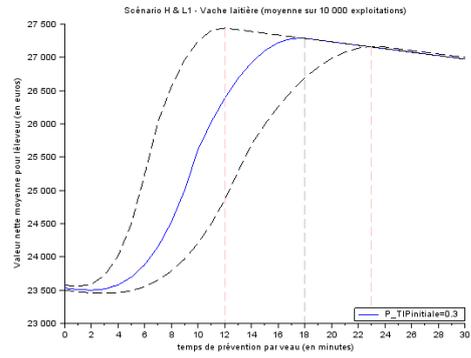
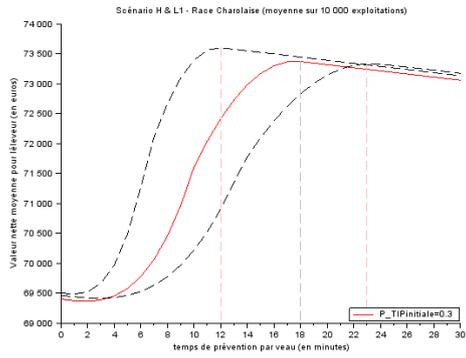


Annexe 3-48 : VN race Ch et Lait (Sc H_ $P_{TIP_0} = 50\%$ L5, L6, L7 et L8)

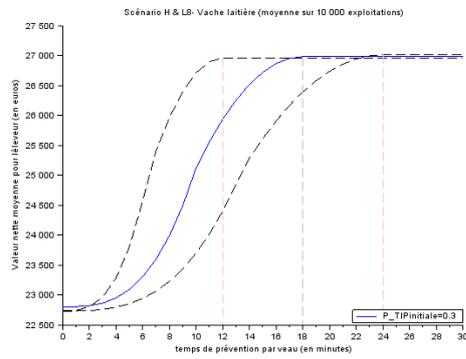
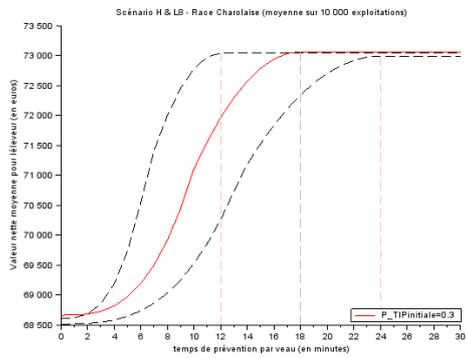
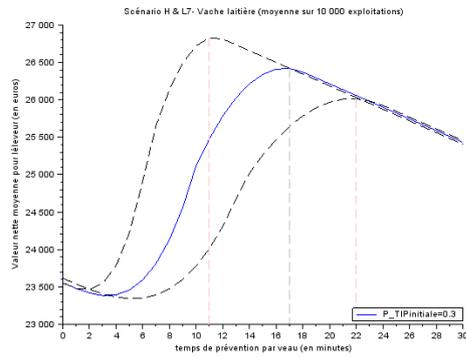
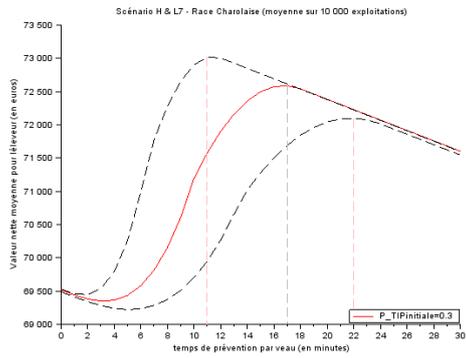
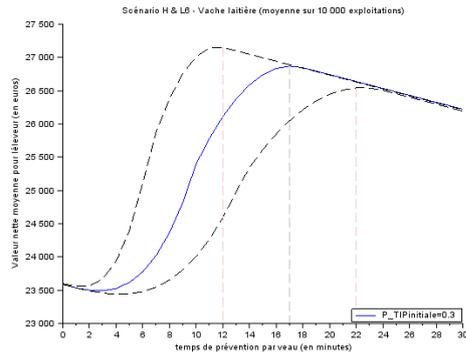
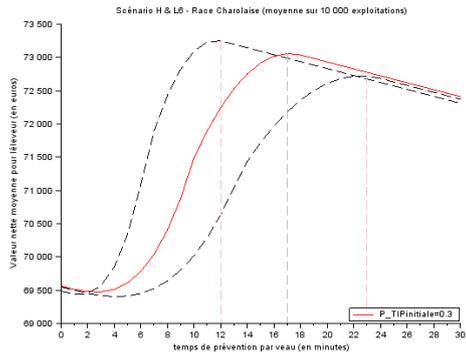
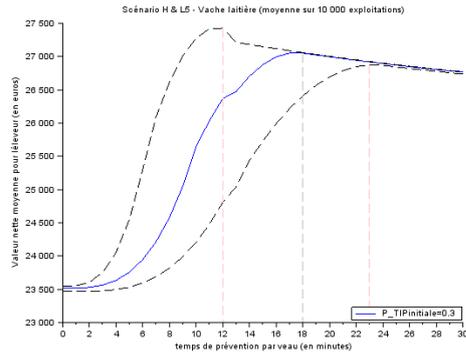
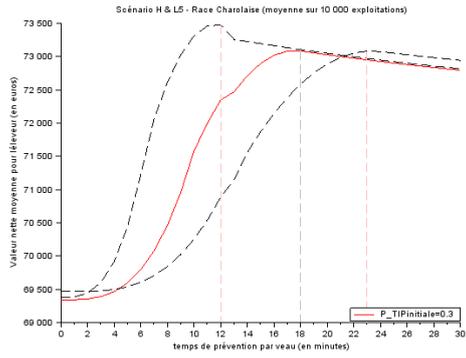


Annexe 3-49 : VN race Ch et Lait (Sc H_ $P_{TIP_0} = 50\%$ L9 et L10)

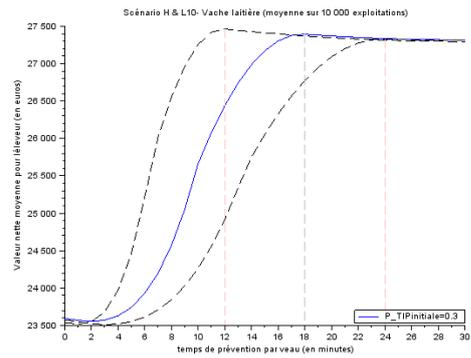
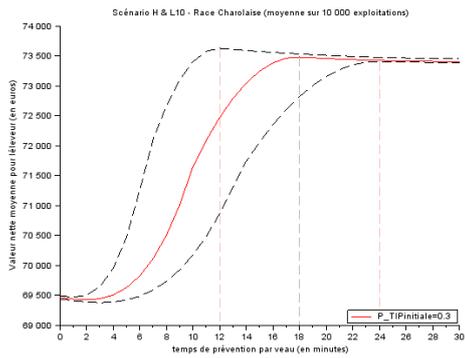
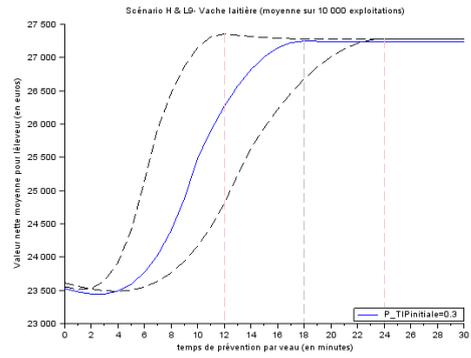
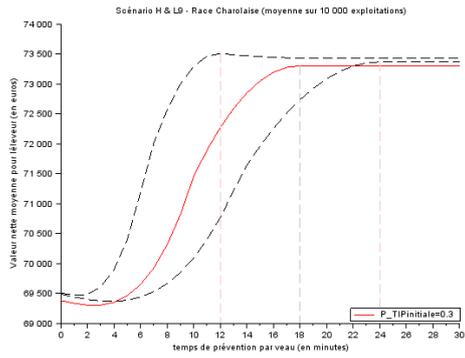
Scénario H, $P_{TIP_0} = 30\%$



Annexe 3-50 : VN race Ch et Lait (Sc H_ $P_{TIP_0} = 30\%$ _L1, L2, L3 et L4)

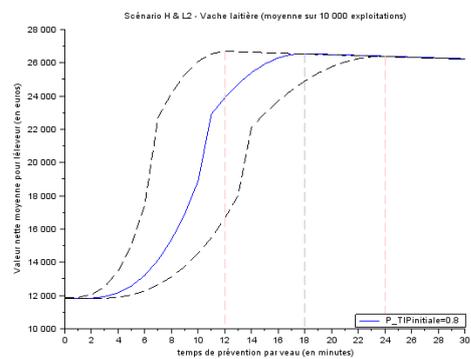
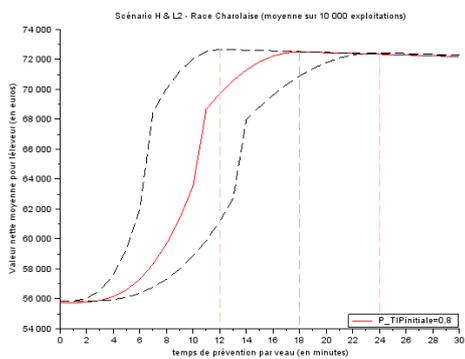
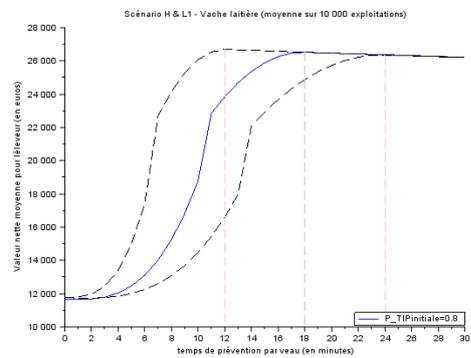
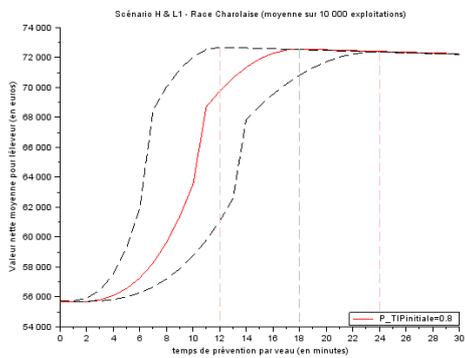


Annexe 3-51 : VN race Ch et Lait (Sc H_P_{TIP0} = 30%_L5, L6, L7 et L8)

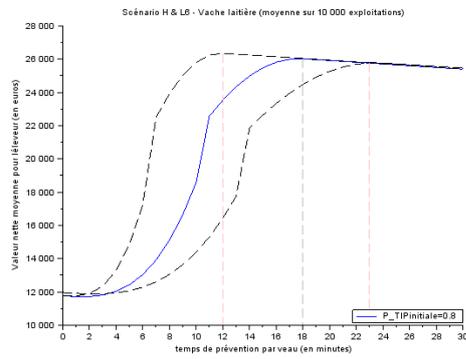
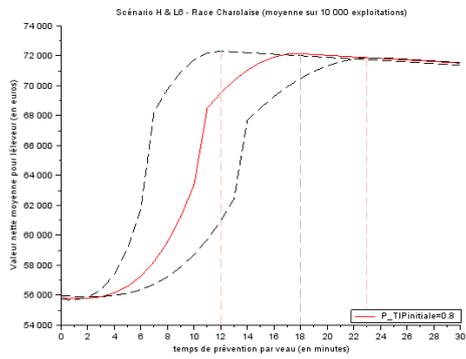
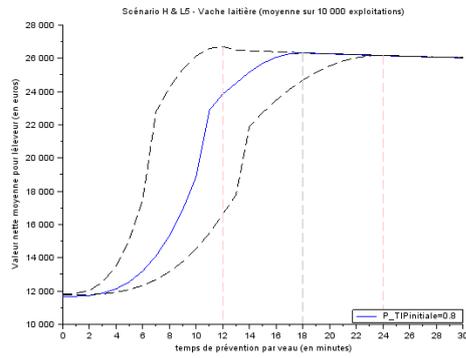
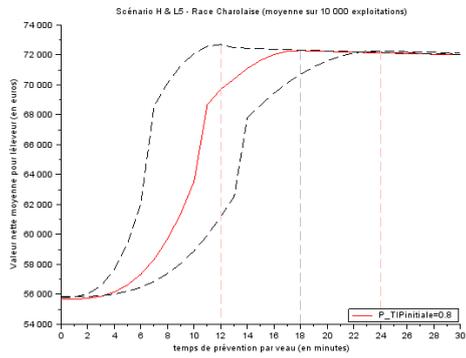
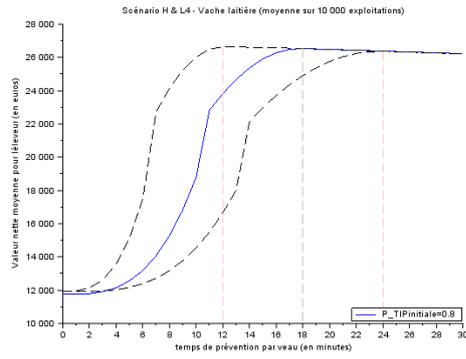
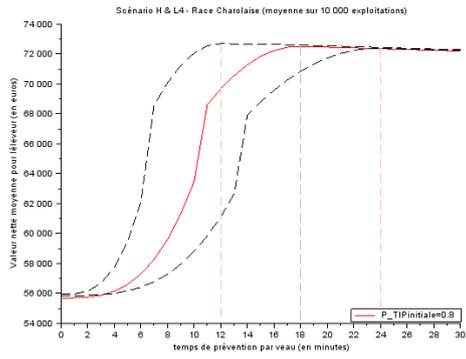
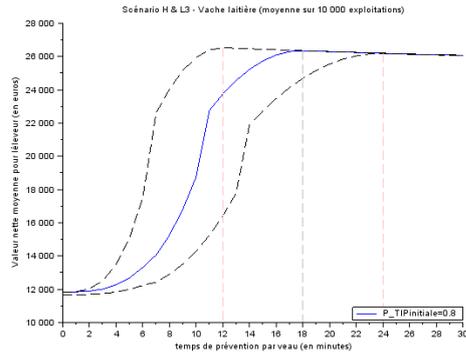
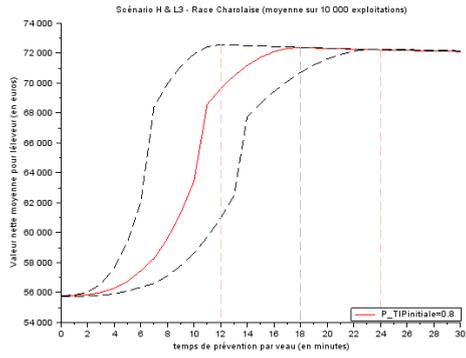


Annexe 3-52 : VN race Ch et Lait (Sc H_ P_{TIP_0} = 30%_L9 et L10)

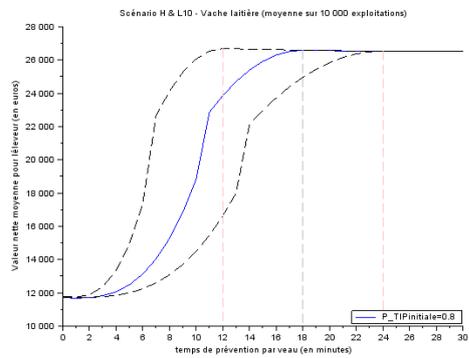
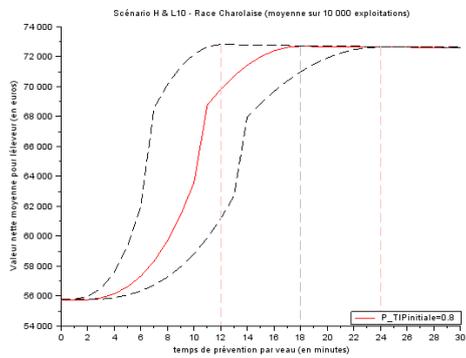
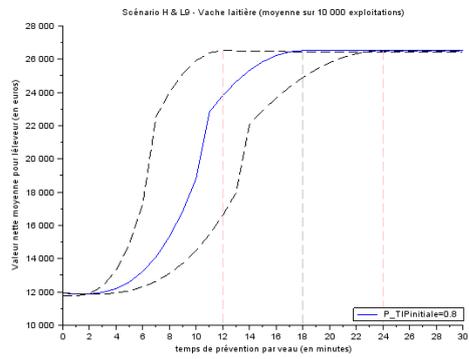
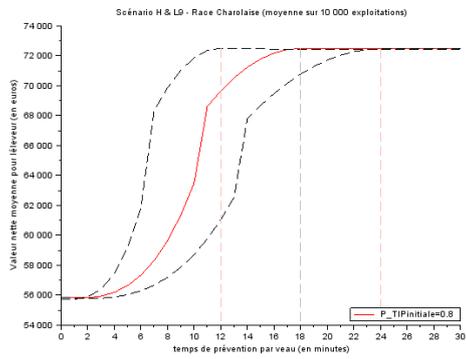
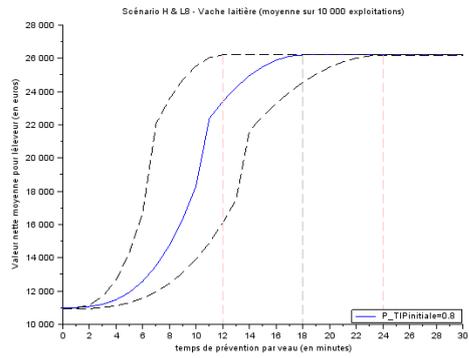
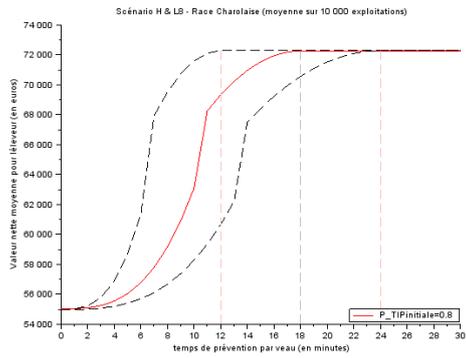
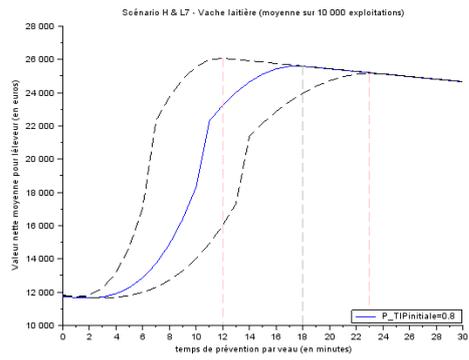
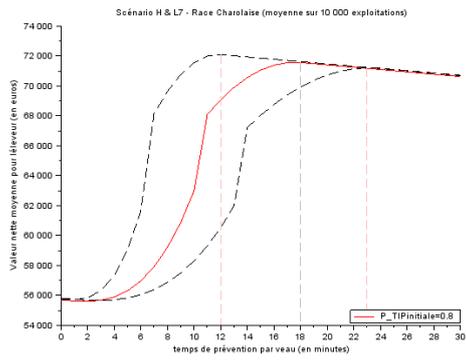
Scénario H, P_{TIP_0} = 80%



Annexe 3-53 : VN race Ch et Lait (Sc H_ P_{TIP_0} = 80%_L1 et L2)



Annexe 3-54 : VN race Ch et Lait (Sce $H_{P_{TIP_0}} = 80\%$ _L3, L4, L5 et L6)



Annexe 3-55 : VN race Ch et Lait (Sc H_ $P_{TIP_0} = 80\%$ _L7, L8, L9 et L10)