MASTER 2 PROFESSIONNEL

MENTION « SURVEILLANCE ET GESTION DE L'ENVIRONNEMENT »

ETUDE DE LA DYNAMIQUE DES POPULATIONS DES RAVAGEURS DE LA VIGNE EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE ET METHODE DE LUTTE INTEGREE

Alexis Pourteau

DOCUMENTS ANNEXES

SEPTEMBRE 2016

Glossaire :

Liste d'abréviation des cépages : Cab : Cabernet-Sauvignon ; Syr : Syrah ; GN : Grenache noir ; GBl : Grenache blanc ; Mv : Mourvèdre ; Vio : Viognier ; Mer : Merlot ; Cari : Carignan ; CabFr : Cabernet Franc ; Cin : Cinsault ; MPG : Muscat Petits Grains ; MAlex : Muscat d'Alexandrie ; PMan : Petit Manseing ; GMan : Grand Manseing ; U : Ugny ; J : Jachères.

ANNEXE 1 : Présentation des trois parties du vignoble (Google Map, 2016)

Figure A1 : Emplacement approximatif des trois parties du vignoble par rapport à Rivesaltes

Tableau A1 : Caractéristiques géologique, granulométrique et surfaciques des trois parties du vignoble

Localité	Géologie	Granulométrie	Surface (ha)
Bruguère	Alluvions anciens des moyennes terrasses du Quaternaire de l'Agly	Argilo-limoneux avec des alluvions	169
Bouzigues	Alluvions récents des basses terrasses du Quaternaire de l'Agly	Limono-sableux	11,2
Bompas	Alluvions récents des basses terrasses du Quaternaire de l'Agly	Limono-sableux	7,9

ANNEXE 2 : Stade phénologiques de la vigne (AMTRA, agroscope)

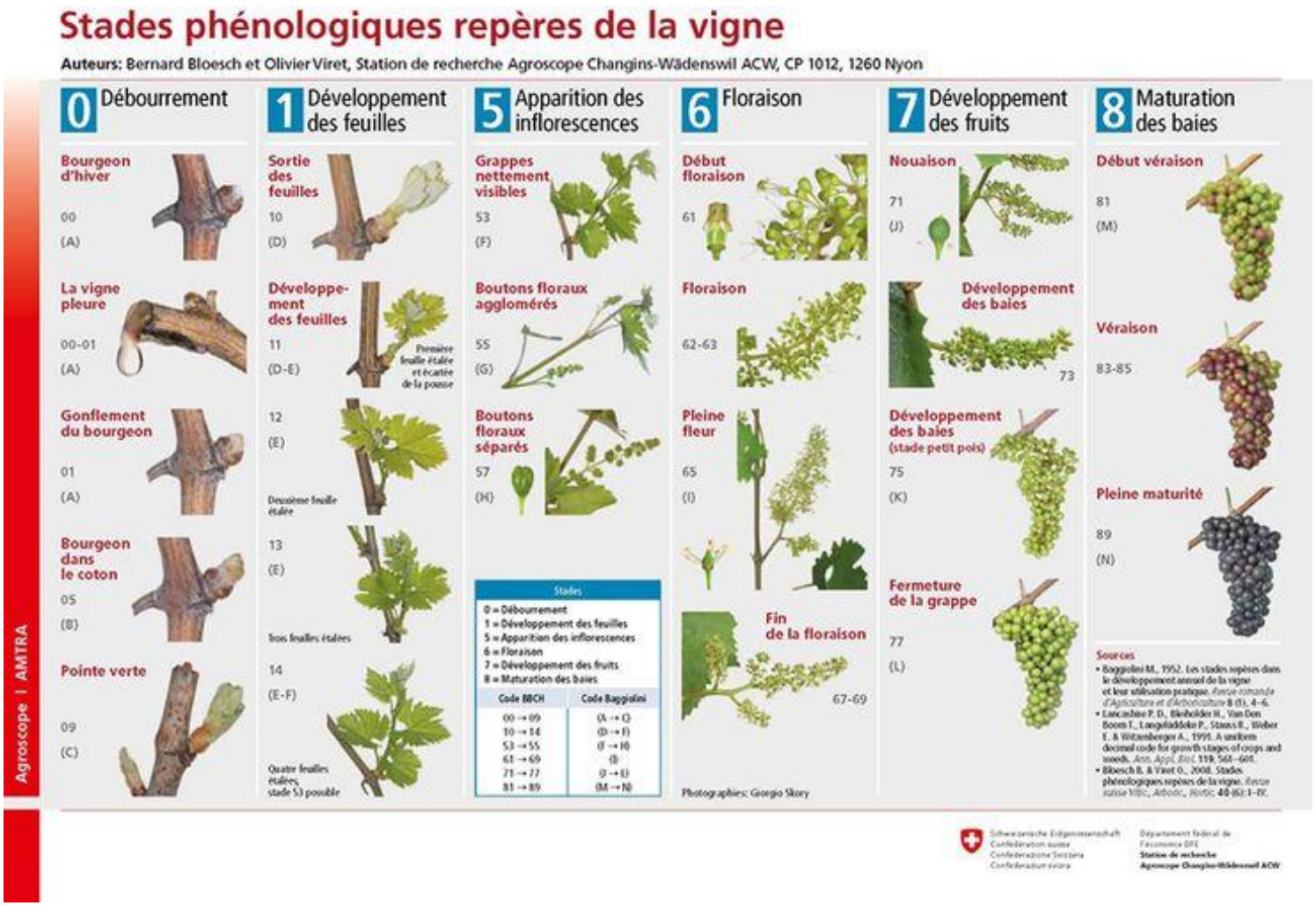


Figure A2 : Stades de développement de la vigne

ANNEXE 3 : Détails des traitements phytosanitaires certifiés biologique et lutte biotechnique par confusion sexuelle

- *Bacillus Thuringiensis ou Delphin®*

Le Bacillus Thuringiensis (Bt) est un microbe naturellement présent dans le sol qui produit des protéines toxiques pour les larves. Le Bacillus Thuringiensis est enregistré comme pesticide par l'US Environnement Protection Agency depuis 1961. L'action larvicide du Bacillus Thuringiensis s'effectue lors de son alimentation. Une fois le microbe dans le tube digestif de la chenille, le microorganisme produit des protéines toxiques qui décomposent l'intestin. Les larves sont alors dans l'incapacité de s'alimenter et meurent, au bout de quelques heures généralement à cause d'une infection ou d'une famine. Dans notre cas, c'est la souche KURSTAKI, qui est utilisée. Elle correspond au nom commercial Delfin®. La rémanence des toxines dans l'environnement est faible car l'énergie solaire associée à l'acidité du sol vient casser les liaisons moléculaires. Le Bt est pratiquement non-toxique et non-pathogène pour la macrofaune aviaire, piscicole ou pour les crevettes (National Pesticides Information Center, 2015). Il est intéressant de noter que le Bt est un complexe de substances. La souche AZAWAÏ par exemple, possède un complexe de substance différent. L'intérêt de changer de souche peu réduire une potentielle accoutumance développée par les ravageurs. Ce traitement n'est pas soumis à une limitation.

- *Spinosad ou Success®*

Le Success® est issu de la fermentation d'une bactérie actinomycète (bactérie anaérobie), présente naturellement dans le sol. C'est une molécule neurotoxique qui agit par contact ou par ingestion bien que cette dernière soit 5 à 10 fois plus efficace. Ce traitement implique une action choc : les insectes sont paralysés et cessent de se nourrir. De manière générale, le Success® est efficace contre les larves, les mouches ou les thrips, mais il n'agit pas sur les insectes suceurs, comme sur la cicadelle de la flavescence dorée ou sur les acariens. Grâce à sa faible toxicité pour les mammifères, oiseaux et poissons, le Spinosad est beaucoup vanté pour sa compatibilité avec des programmes de luttes intégrés au début des années 2000. Cette compatibilité reste discutable aujourd'hui. Des tests ont montré qu'il s'avère toxique pour les abeilles. Malgré tout, ce produit a une faible rémanence de l'ordre de 1 à 15 jours sur feuilles selon l'intensité lumineuse, et de l'ordre de quelques jours dans le sol. On estime que trois à sept jours après l'application, l'efficacité résiduelle est faible. Cependant, certains métabolites du produit peuvent demeurer plus longtemps dans le sol. (Dossiers biocontrôle, 2007)

Le Success® a un spectre d'action plus large et une rémanence plus longue que le Delfin®. Son utilisation est limitée à 2 passages par campagne et par ravageur.

- *Confusion sexuelle*

Cette méthode de lutte biotechnique est spécifique aux tordeuses de la grappe. Elle est en cours de développement et apparaît comme une solution alternative d'avenir. En France, 30 000ha soit 4% des vignobles sont ainsi protégés (BASF, 2016). Cette technique consiste à perturber la phase de rapprochement entre papillons mâles et femelles par l'émission en grande quantité de phéromones synthétiques qui reproduisent la substance naturelle qui permet aux

mâles de localiser les femelles. Dans l'atmosphère saturée en phéromone, les mâles sont incapables de repérer les femelles, même si des rencontres fortuites existent. Ainsi les accouplements diminuent, entrainant moins d'œufs, moins de chenilles et donc une réduction des perforations synonymes de dégâts sur grappe. Cette technique à de nombreux avantages : absence de toxicité pour l'utilisateur et pour l'environnement, respect de la faune auxiliaire et absence de résidus sur le raisin. Cependant, son efficacité est importante que la pression des vers de grappes est faible ou moyenne. Cette méthode de lutte doit être accompagnée de traitements curatifs ou préventifs. (IFV (Institut Français de la Vigne et du vin), 2016)

Chez Cazes, l'Isonet® de Terra Fructi est utilisé. Les capsules sont sous formes de lacets homologués depuis 2012 (figure A3). Un lacet couvre environ 20 m^2, 500 lacets sont donc nécessaire pour un hectare. Pour obtenir des résultats corrects, la confusion doit être mise en place sur une surface minimale de 10 ha avant le début du premier vol. La densité des lacets en bordures de parcelles doit être doublé afin d'assurer une concentration homogène au sein de la parcelle. Ce renforcement est d'autant plus important lorsque la région est exposée à des vents violents. (IFV, 2016)

Figure A3 : Lacets Isonet® (© Pourteau, 2016)

- Pyrèthre naturel ou Pyrévert®

Le Pyrévert® est un insecticide d'origine naturel obtenu à partir de l'extraction des fleurs de *Chrysanthemum cinerariaefolium.* Il contient 6 molécules complémentaires : pyréthrine I et II, cinérine I et II, jasmoline I et II. Le potentiel insecticide de ces molécules est différent et leurs proportions varient en fonction de l'origine de la plante et de la technique d'extraction.

Le produit a un effet neurotoxique sur l'insecte et sur la larve. Avant de mourir, ce dernier présente une phase d'hyperactivité. L'effet du produit se constate quelques minutes après son application, il a une véritable action de choc par contact. Malgré tout, il reste plus efficace sur des larves juvéniles que sur des adultes dans le cas de la CFD. Le Pyrèthre naturel, substance active du Pyrévert®, est une molécule fragile très sensible au rayonnement UV qui vient altérer sa structure, contrairement à la molécule de synthèse. Il existe deux voies pour stabiliser la molécule : l'association avec un synergiste antioxydant ou par voie de synthèse qui rend la molécule plus résistante. Au vu de sa très faible rémanence, dans le cadre de la lutte contre la CFD, les populations recolonisent vite les parcelles traitées, il est donc nécessaire, d'un point de vue stratégique, à penser le traitement de manière collective. Les traitements dépendent des populations initiales de cicadelles. En cas de forte pression il se peut que l'utilisation unique du Pyrévert® ne soit pas suffisante. (Constant, 2009)

Conformément à son autorisation de mise sur le marché, le Pyrévert doit être appliqué au minimum 3 fois dans le cadre de la lutte contre la cicadelle de la flavescence dorée (Lecocq, 2014).

ANNEXE 4 : *Empoasca vitis göthe* ou Cicadelle verte

Présente dans la plupart des vignobles français, cette cicadelle des grillures (figure A4) doit son nom aux décolorations des feuilles suite à son alimentation. Cette espèce est considérée comme un ravageur secondaire. Cet insecte piqueur-suceur se déplace en diagonale et ne saute pas contrairement à sa cousine *Scaphoideus titanus*. Selon les régions, la cicadelle verte effectue de 2 à 4 générations par an. Au cours de son développement, la cicadelle verte passe par cinq stades larvaires. (Sentenac, 2012)

D'après Guillemont H., la présence en nombre de cette cicadelle peut attirer un nombre important d'auxiliaires au vignoble.

Figure A4 : Cicadelle verte au stade L3 (t ≈ 2 mm) (© Pourteau, 2016)

ANNEXE 5 : Présentation des parasitoïdes des cicadelles

Les cicadelles peuvent être parasitées aux niveaux embryonnaire, larvaire ou adulte. La famille des Mymaridae sont les hyménoptères oophages des vignes. Ce sont des insectes de très petite taille, d'environ un demi-millimètre et nécessitent l'expertise d'un spécialiste pour les caractériser. Les hyménoptères Dryinida (ectoparasitoïdes) et les diptères Pupunculidae (endoparasitoïdes) sont les parasitoïdes larvaires et nymphaux. Parmi les ectoparasitoïdes, le tarse antérieur est souvent constitué d'une pince pour maintenir l'hôte durant la ponte. Chez de nombreuses espèces, la femelle aptère peut se confondre avec une fourmi. Le parasitisme est clairement visible sur les cicadelles parasitées car les larves se loge dans un kyste. Chez les endoparasitoïdes, les adultes sont facilement reconnaissables à leur tête large et ronde, composée essentiellement par leurs yeux. Le tableau A3 présente une liste non-exhaustive des espèces de parasitoïdes des cicadelles ainsi que diverses caractéristiques associées.

Tableau A3 : Parasitoïdes des cicadelles (inspiré de Delvare G. et Martinez M., 2011)

Hôte	**Type**	**Groupes**	**Principales caractéristiques**
Scaphoideus titanus **ou cicadelle de la flavescence dorée**	Occasionnels indigènes	*Anteon pubicorne* *Gonatus clavipes(*"**meilleur candidat***")* *Gonatus lunatus* *Gonatus audax* *Hyménoptère* de la famille de Drynidae (Anteomiane si la vésicule est abdominale et Gonatopodinae si la vésicule est abdominale) Mymaridae	Marques brûnes sur l'hôte si parasité Aucun œuf parasité par des Mymaridae autochtones observés en France
	Originaire d'Amérique du nord	Hyménoptères de la famille des Drynidae parasites les larves et adultes Diptères Pipunculidae parasites larvaires	Faune auxiliaire permet de réguler les populations de CFD dans la région de grands lacs
Empoasca vitis **ou cicadelle verte**	Parasitoïdes majeurs	Mymaridae	Œufs parasités de couleur orangée *Anagrus atomus* espèce prépondérante
	Parasitoïdes secondaires	Pipunculidae et Drynidae	Parasitisme par les Pipunculidae entraine des modifications de l'appareil génital de l'hôte Parasitisme par les Drynidae entraine des vésicules externes

ANNEXE 6 : Exemple de taux de parasitisme

Tableau A4 : Taux de parasitisme dans des vignobles du Languedoc-Roussillon et du Bordelais (tiré de *La faune auxiliaire des vignobles de France*, Sentenac, 2011)

Régions	Vignobles	Taux de parasitisme
Languedoc-Roussillon	Banyuls	37%
	Terrats	32%
	Rivesaltes	18%
	Maury	5%
Bordelais	Barsac	38%
	Pompignac	46%

ANNEXE 7 : Présentation des auxiliaires ayant un contrôle sur les tordeuses de la vigne

Le tableau A5 présente les différents prédateurs occasionnels des tordeuses de la grappe, leur cible et leurs principales caractéristiques

Tableau A5 : Présentation des prédateurs occasionnels aux tordeuses de la grappe (inspiré de Thiéry et al, 2011)

Prédateurs occasionnels	**Prédation**	**Principales caractéristiques**
Araignées (Salticidae) (Figures A6 à A9)	Œufs, chenilles et chrysalides	Faible impact sur les ravageurs Généralistes sur proies vivantes Mode de chasse varié (à l'affût, capture...)
Opilions (Figure A10)	Larves	Généralistes Dilacération des proies Individus vulnérables
Diptères Syrphidae ou Syrphe	Larves	Espèce commune des zones boisées (« fausse guêpe ») Adulte floricole
Punaises (Figure A11 et A12) **(genre *Orius*)**	Œufs et larves néonates	Polyphage ou prédateurs généralistes à régime varié
Forficules (« pinces oreilles »)	Chrysalides d'hiver	Prédation reconnue en automne et en hiver
Chrysopes (Figure A5)	Œufs et larves	Spectre alimentaire diversifié Prédateurs des chenilles des tordeuses de la vigne
Oiseaux	Papillons et chenilles	Non-spécifique à la vigne Très grande variabilité en fonction des facteurs abiotiques et géographiques Structures naturelles (haies, bosquets...) essentielles à leur présence Régime alimentaire varié Avifaune plus diversifié et abondante en agriculture biologique
Chauve-souris	Papillons	Espèces européennes entomophages (arthropodes) Grandes consommatrices d'insectes Activité et régime alimentaire au vignoble à préciser Crépusculaire donc potentiellement chasseuse d'adultes en activité

Figure A5 : ***Dichocrysa prasina*** **(t ≈ 25 mm)**

Figure A6 : ***Exechophysis bucephalus*** **(t ≈ 15mm)**

Figure A7 : ***Gibbaranea bituberculata*** **(t ≈ 20 mm)**

Figure A8 : ***Hogna radiata*** **(t ≈ 35 mm)**

Figure A9 : ***Mangora acalypha*** **(t ≈ 30 mm)**

Figure A10 : ***Phalangium opilo*** **femelle (t ≈ 45 mm)**

Figure A11 : Punaises non identifiée (t ≈ 15 mm)

Figure A12 : Punaises non identifiée (t ≈ 15 mm)

Le tableau A6 présente une liste non-exhaustive des espèces de parasitoïdes des tordeuses, leurs hôtes, les lieux où elles ont été récemment appréhendées et leurs principales caractéristiques

Tableau A6 : Présentation des parasitoïdes des tordeuses (inspiré de Villemant C., Delvare G., Martinez M., Sentenac G., Kuntzmann P., 2011)

Types de parasitoïdes	**Genre/Espèces**	**Hôtes (par ordre d'importance)**	**Région**	**Principales caractéristiques**
Oophages	Trichogramme	Œufs - Eudémis ou Cochylis	Europe	Taux de parasitisme supérieur à 50% déjà observé Œufs parasité présente une coloration noire caractéristique
Larvaires et nymphaux majeurs	(1)Icheumodiae */Campoplex capitator* (2)Icheumodiae */ Diadegma fenestral* (3)Pteromalidae*/Dibrachys (4)*Braonidae, *Apanteless sicarius*	Principalement aux chenilles des tordeuses de la vigne (1)Larves et chrysalides eudémis/cochylis (2)Larves et chrysalides pyrale/cochylis/eudémis (3)Chrysalides eudémis (4)Chenilles juvéniles eudémis/pyrale	(1)Bo, B, C, Ch, L-R, V (2)Bo, A, C,V (3)L-R (4)A, B	Joue un rôle prépondérant dans la régulation Parasitoïdes solitaires à l'exception des chalcidiens qui sont grégaires (1)Efficacité remarquable Taux de mortalité souvent très élevés (2)Efficacité remarquable, principale antagoniste des chenilles de la pyrale (3)Impact important sur la génération hivernante, espèce grégaire, extrêmement polyphage, parfois hyperparasitoïdes. (4)Activité limitée, largement répandue en Europe
Larvaires et nymphaux d'importance secondaires	(5)*I*chneomonidae*/Itoplectis maculator* (6)Diptera*/Phytomyptera nigrina*	(5)Chrysalides des tordeuses - eudémis/cochylis principalement ou autres microlépidoptères (6)Larves eudémis/cochylis	(4)A, B, Bo	Utilise les tordeuses de la vigne quand leurs hôtes préférentiels (*Torcidiae*) font défaut Faible importance dans la régulation mais viennent s'ajouter au parasitoïdes majeurs (5)Peut se comporter en hyperparasitoïdes (6)Efficacité remarquable, particulièrement efficace sur la G1, largement présente d'Europe du nord jusqu'en Grèce

Bo : Bordelais ; B : Bourgogne ; A : Alsace ; C : Charentes ; L-R : Languedoc-Roussillon ; V : Valais : Ch : Champagne

ANNEXE 8 : Courbes réelles brutes et lissées

La figure A13 présente la courbe réelle brute alors que la figure A14 montre la courbe réelle lissée pour la parcelle de Vio06 en G2.

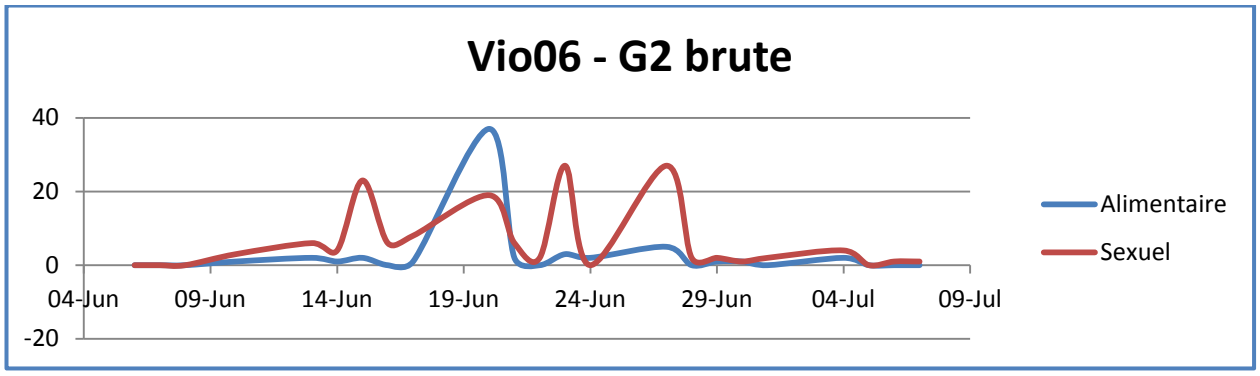


Figure A13 : Courbe de vol brute de deuxième génération de la parcelle de Vio06 à la Bouzigues

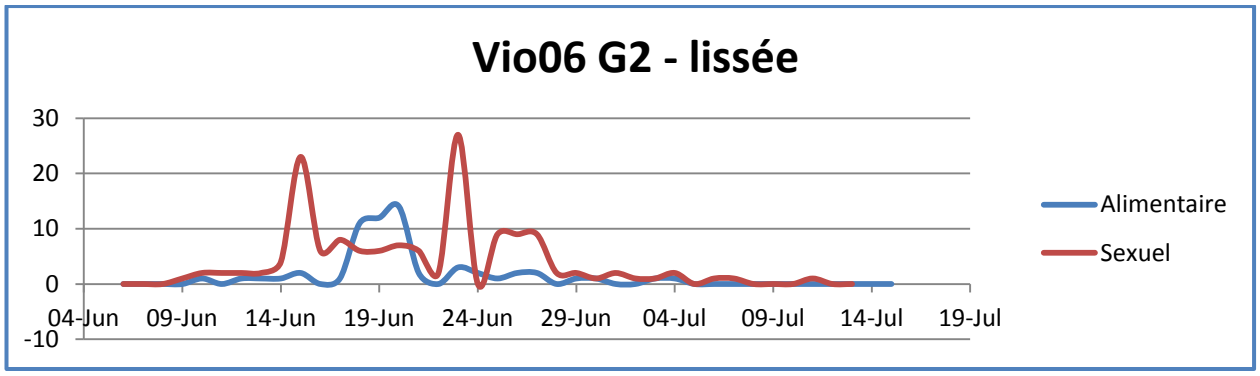


Figure A14 : Courbe de vol lissée de deuxième génération de la parcelle de Vio06 à la Bouzigues

ANNEXE 9 : Détails des vols des trois générations

- Première génération

Zones non confusées

Pour l'ensemble de l'étude, les vols dans les zones non confusées traduisent la dynamique naturelle des papillons d'eudémis. En théorie, les premières éclosions apparaissent 8 à 11 jours après le début des vols. Le tableau A7 présente la structure des vols de première génération. Les vols débutent quasi simultanément vers le 13 avril. La Figure A15 présente la courbe de vol réel du **Vio06**. Cette représentation assez éloignée de la représentation théorique.

Tableau A7 : Structure des vols de première génération (Bouzigues et Bompas)

Zones	Parcelles	Début	Pic	Fin
Bouzigues	**Vio06**	14/04	18/04	28/05
Bompas	**Mer Bps**	12/04	20/04	6/06

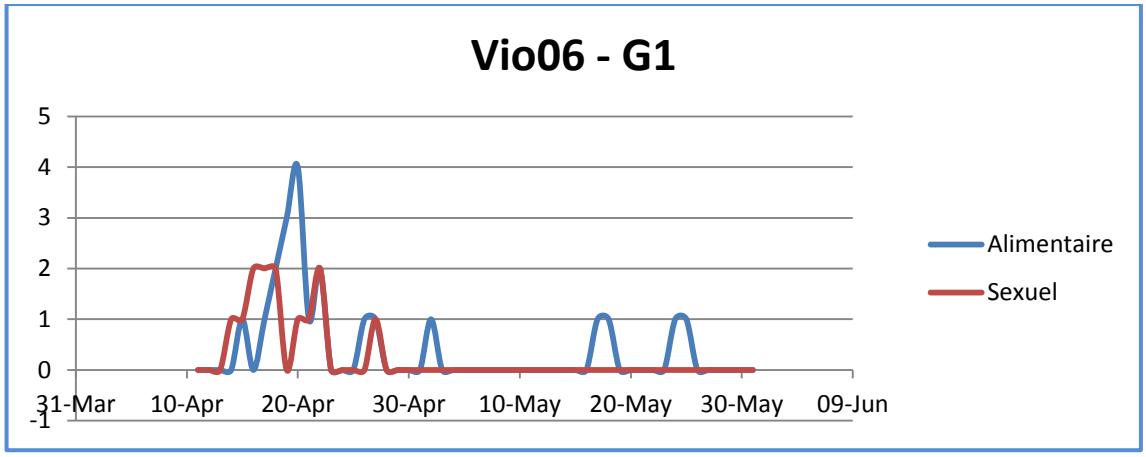


Figure A15 : Vol réel de première génération, parcelle de Vio06 à la Bouzigues

Zones confusées et TNC

Les vols dans cette zone sont perturbés et les pièges sexuels capturent peu de papillons. En théorie, aucun papillon ne devrait être capturé dans les pièges si la confusion est efficace à 100%. Malgré tout, la structure globale du premier vol est équivalente à la Bouzigues et à Bompas. Le vol commence entre le 12 et le 16 avril. Le tableau A8 présente la structure des vols à Bruguère et celle du TNC.

Tableau A8 : Structure des vols de première génération (Bruguère et TNC)

Zone	Parcelles	Début	Pic	Fin
Bruguère	**Cab00**	16/04	23/04	29/05
	Syr93	13/04	25/04	5/06
	Syr91	15/04	22/04	2/06
	GN92	16/04	27/04	20/05
	GBl10	12/04	13/04	20/05
	GN10	12/04	18/04	20/05
	TNC	x	17/04	21/05

- Deuxième génération

La structure du deuxième vol se base sur le suivi des pièges sexuels et alimentaires auquel vient s'ajouter le comptage des dépôts de pontes. Pour rappel, les résultats des dépôts de pontes sont exprimés en quantités relatives : absentes (A), rares (R) et facilement visibles (V) à partir de 5 dépôts de pontes trouvées. Le nombre accolé correspond à la quantité d'œufs trouvés. Lorsque le seuil facilement visible, est atteint (s'il l'est), les pontes sont en nombre suffisant pour qu'il y ait une majorité de larves juvéniles 8 à 11 jours plus tard. Cette durée correspond au temps d'incubation des œufs d'eudémis avant éclosion des larves. Ces deux protocoles corrélés permettent de positionner le ou les traitement(s) de deuxième génération. Dans une moindre mesure, la quantité de dépôts de pontes permet d'extrapoler sur les futurs dégâts.

Zones non confusées

Le tableau A9 présente la structure des vols de deuxième génération des zones non confusées. Ces derniers commencent le 9 juin. Malheureusement, ces comptages n'ont pas été effectués suffisamment tôt, soit 2 jours après le début du vol. Cependant, les tableaux A10 et A11 indiquent la présence de pontes qui viennent confirmer la reproduction des papillons. Peu de dépôts de pontes sont appréhendés, dus certainement à des erreurs expérimentales (cf. figure 7).

Tableau A9 : Structure des vols de deuxième génération (Bouzigues et Bompas)

Zones	Parcelles	Début	Pic	Fin
Bouzigues	**Vio06**	9/06	23/06	13/07
Bompas	**Mer Bps**	9/06	27/06	22/07

Tableau A10 : Comptage des dépôts de pontes de deuxième génération, la Bouzigues

	22-Juin	23-Juin	27-Juin	30-Juin
Vio06	R (2)	R (1)	R (1)	A
Vio11	A	R (2)	R (1)	A

Tableau A11 : Comptage des dépôts de pontes de deuxième génération, Bompas

	22-Juin	23-Juin	27-Juin	30-Juin
Mer Bps	R (2)	A	R (2)	A
Vio Bps	R (2)	R (1)	R (1)	R (1)

Zones confusées et TNC

Le tableau A12 présente la structure des vols de deuxième génération des zones confusées ainsi que le TNC. Ils commencent au plus tôt le 6 juin et le 11 juin au plus tard. Les pics de vol sont quasi simultanés sur l'ensemble de la zone le 21 juin. Le TNC possède la même structure de vol que les parcelles de Bruguère soumises à la confusion sexuelle. Cette dernière ne semble pas impacter la dynamique de vol de deuxième génération.

Tableau A12 : Structure des vols de deuxième génération (Bruguère et TNC)

Zone	Parcelles	Début	Pic	Fin
Bruguère	**Cab00**	11/06	21/06	8/07
	Syr93	11/06	21/06	6/07
	Syr91	9/06	21/06	11/07
	GN92	8/06	21/06	4/07
	GBl10	8/06	23/06	7/07
	GN10	6/06	21/06	11/07
	TNC	9/06	21/06	12/07

Le tableau A13 indique que les dépôts de pontes dans la zone route sont facilement visibles dès le 22 juin soit 11 jours après le début du vol. Le comptage des dépôts de ponte et encore une fois un peu en retard. Le **Cab00**, sondé à plusieurs reprises, contient un nombre passable de pontes, vaguement précurseur d'une forte pression. Dans la zone centrale, seul la **Syr93** contient de pontes à partir du 27 juin, comme l'indique le tableau A14. Pour la zone Condoret (tableau A15), les pontes sont présentes dès le 22 juin comme dans la parcelle de **GN10** où elles sont facilement visibles (tableau A16). Comme c'est le cas dans le Carignan. La quantité des pontes trouvée dans le **Cab00,** Cari et **GN10** confirme que ces parcelles subissent une pression non négligeable déterminée en G1. A contrario, aucun dépôt de ponte n'a été appréhendé dans le **GN92** ou dans la **Syr91**. Cette tendance sera confirmée par le comptage des perforations de G3.

Tableau A13 : Comptage des dépôts de pontes, zone route, Bruguère

	22-Juin	23-Juin	27-Juin	30-Juin	6-Juil
Cab00	V (5)	R(2)	R (2)	A	R(2)
Syr11				R (1)	
Mv91				A	
MAlex M	A		A	A	
Cab98				A	
TNC	A		R (2)	A	

Tableau A14 : Comptage des dépôts de pontes, zone centrale, Bruguère

	22-Juin	23-Juin	27-Juin	30-Juin	6-Juil
Syr93	A	A	R (3)	A	R (1)
Syr91	A	A	A	A	A
GN 92	A		A	A	

Tableau A15 : Comptage des dépôts de pontes, zone Condoret, Bruguère

	22-Juin	23-Juin	27-Juin	30-Juin	6-Juil
GBl10	R (1)		R (2)	A	
Mv1				R (1)	
Mv2				R (2)	
Syr Condo				A	
Carignan	V (4)		R (2)	A	A

Tableau A16 : Comptage des dépôts de pontes, zone GN10, Bruguère

	22-Juin	23-Juin	27-Juin	30-Juin
GN10	V (4)	A	A	R (1)

Le traitement phytosanitaire est effectué au Success® du 24/06 au 1/07 soit 14 jours après le début du vol et pendant le pic de vol. Les zones traitées au Success® sont celles identifiées à risque : **Cab00, Syr93, Syr91**, tout le secteur Condoret, toutes les parcelles de la Bouzigues et tout Bompas. Le reste du domaine est traité avec le Delfin® du 25/06 au 6/07. Ce traitement différencié est mis en place d'une part, car le Success® possède une action choc plus importante que le Delfin®, le rendant plus adéquat aux fortes pressions. D'autre part l'aspect économique entre en compte lorsque le Success® revient à 75€/ha alors qu'avec le Delfin® il revient à 30€/ha (cf. section 1.4).

- Troisième génération

Zones non confusées

Le tableau A17 présente la structure des vols de troisième génération des zones confusées. Le début des vols commencent à 6 jours d'intervalles avec un léger retard pour Bompas qui débute le 26 juillet. Cependant, le pic de vol est quai simultané vers le 3 aout pour l'ensemble des pièges. De plus, il est intéressant de constater que sur cette génération, les vols comportent deux pics. La figure A16 et la figure A17 présentent les vols du **Vio06** et du **Mer Bps** respectivement. Ces doubles vols entraineront deux pis d'éclosions qui peuvent être contrôlés par un repiquage.

Tableau A17 : Structure des vols de troisième génération, la Bouzigues et Bompas

Zones	Parcelle	Début	Pic	Fin
Bouzigues	**Vio06**	20/07	2/08 ou 10/08	30/08
Bompas	**Mer Bps**	26/07	3/08 ou 11/08	31/08

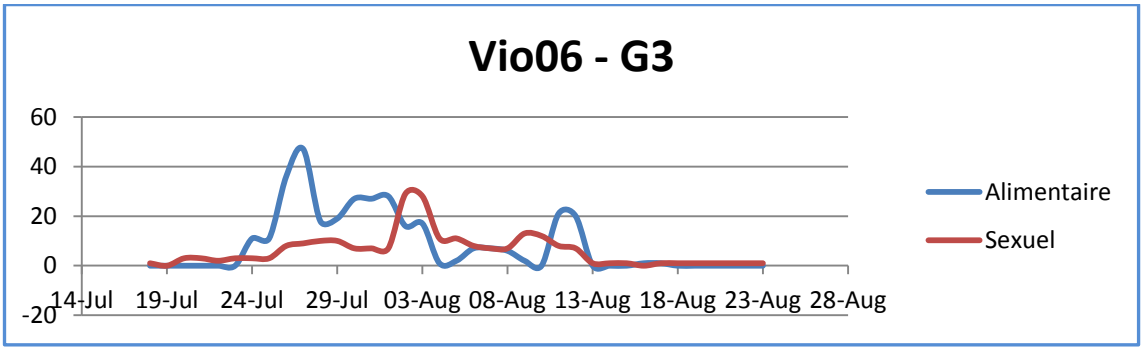


Figure A16 : Vol réel de troisième génération de la parcelle de Vio06, la Bouzigues

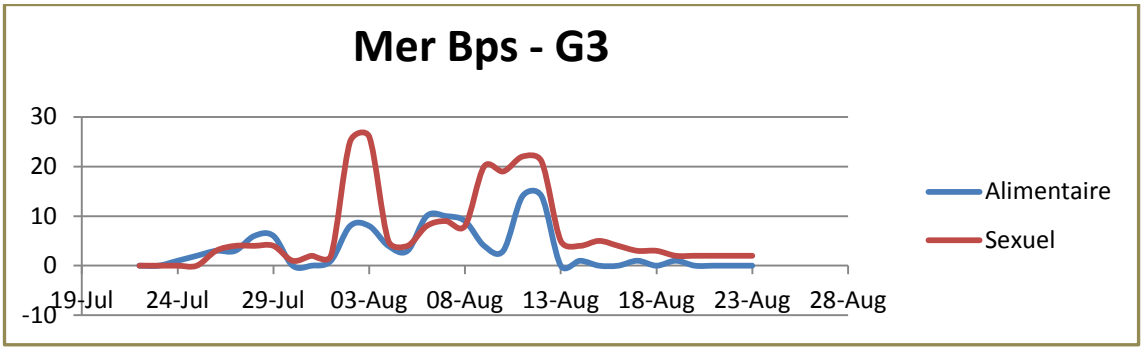


Figure A17 : Vol réel de troisième génération de la parcelle de Mer Bps, Bompas

Le 27 juillet, les premières pontes rares sont appréhendées dans les deux zones. A la Bouzigues, elles se confirment le 29 juillet avec 16 pontes trouvées dans le Vio11, comme l'indique le tableau A18. Cette valeur importante montre une certaine affinité des femelles eudémis pour cette parcelle en taille en cordon. A contrario, aucun dépôt de pontes n'est retrouvé sur le Cin12. A Bompas (tableau A19), on observe la même chronologie avec des pontes rares le 29 juillet puis visibles le 1 aout. De plus, il existe une différence notable entre la quantité de pontes entre le **Vio Bps** et le Tannat, 5 pontes et 3 pontes respectivement contre 1 seule ponte dans la parcelle de **Mer Bps**. Ces résultats montrent encore une affinité des femelles eudémis pour le Viognier possédant un volume végétatif plus important et des grappes plus compactes que le Merlot.

Tableau A18 : Comptage des dépôts de pontes, la Bouzigues

	27-Juil	28-Juil	29-Juil
Vio06	A	R (1)	R (4)
Vio11	R (2)	R (2)	V (16)
Cin12	A	A	A

Tableau A19 : Comptage des dépôts de pontes, Bompas

	27-Juil	29-Juil	01-Aou
Mer Bps	A	R (1)	R (1)
Vio Bps	A	R (2)	V (5)
Tannat	R (3)	R (3)	R (3)

Zone confusées et TNC

Le tableau A20 présente la structure des vols de troisième génération des zones confusées ainsi que le TNC. Les débuts des vols sont synchrones le 25 juillet. Le vol du TNC commence quatre jours plus tôt. Le pic du vol est également simultané le 3 août. La fin du vol est plus tardive chez le TNC et le la dynamique des populations de papillons forme un double vol. Comme c'est le cas la Bouzigues et à Bompas, zones non confusées.

Tableau A20 : Structure des vols de deuxième génération (Bruguère et TNC)

Zone	Parcelles	Début	Pic	Fin
Bruguère	**Cab00**	25/07	3/08	19/08
	Syr93	25/07	3/08	19/08
	Syr91	25/07	3/08	19/08
	GN92	24/07	3/08	19/08
	GBl10	25/07	3/08	19/08
	GN10	25/07	3/08	19/08
	TNC	21/07	4/08 ou 10/08	30/08

La recherche des dépôts de pontes 2 jours après le début des vols est pertinente avec des pontes rares sur l'ensemble des parcelles sondés hormis dans le **GN92** et GN08+09 dans la zone centrale (tableau A22) et le Cari dans la zone Condoret (tableau A23). Il est intéressant de se pencher sur le cas du **Cab00** où l'évolution de la quantité de pontes est croissante. Le tableau A21 indique que le nombre de pontes passe de 2 le 27 juillet, à 5 le lendemain pour atteindre 7 pontes le 1 août. De plus, le **Cab00** (1) sondé en bord de route et le **Cab00** (2) sondé vers l'intérieur du domaine ont des valeurs très différentes : 7 pontes contre 1 respectivement. On retrouve la même répartition de pression qui s'avère être plus importante en périphérie de domaine qu'à l'intérieur comme c'était le cas lors de la quantification des dégâts en G2.

La parcelle de **GN10** est encore soumise à une forte pression avec des pontes visibles (5) le 28 juillet et le 1 août (tableau A24).

Tableau A21 : Comptage des dépôts de pontes, zone route, Bruguère

	27-Juil	28-Juil	29-Juil	1-Aou
Cab00	R (2)	V (5)		Cab00 (1) : V (7)
				Cab00 (2) : R (1)
Syr12	R (2)	R (2)	A	R (4)
Mv91			R (2)	
TNC	R (1)		R (1)	R (2)

Tableau A22 : Comptage des dépôts de pontes, zone centrale, Bruguère

	27-Juil	28-Juil	29-Juil	1-Aou
Syr93	R (1)	R	R (1)	V (7)
Syr91	R (1)			R (2)
GN 92	A		R (1)	
GN08+09	A		A	

Tableau A23 : Comptage des dépôts de pontes, zone Condoret, Bruguère

	27-Juil	28-Juil	29-Juil	1-Aou
GBl10	R (1)	R (2)	V (6)	R (3)
Carignan	A		R (1)	R (3)

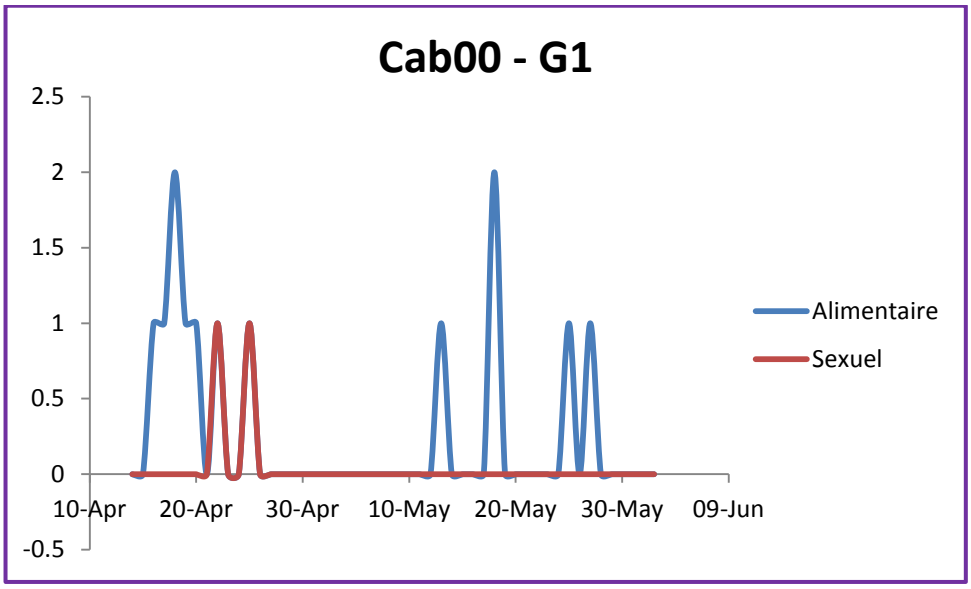
Tableau A24 : Comptage des dépôts de pontes, zone GN10, Bruguère

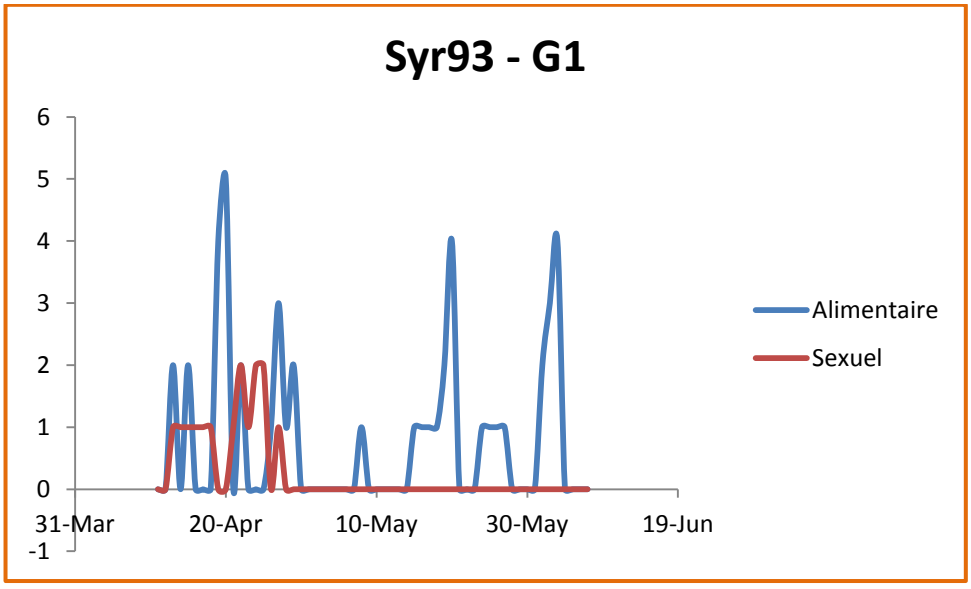
	27-Juil	28-Juil	29-Juil	1-Aou
GN10	R (2)	V (5)	R (1)	V (5)

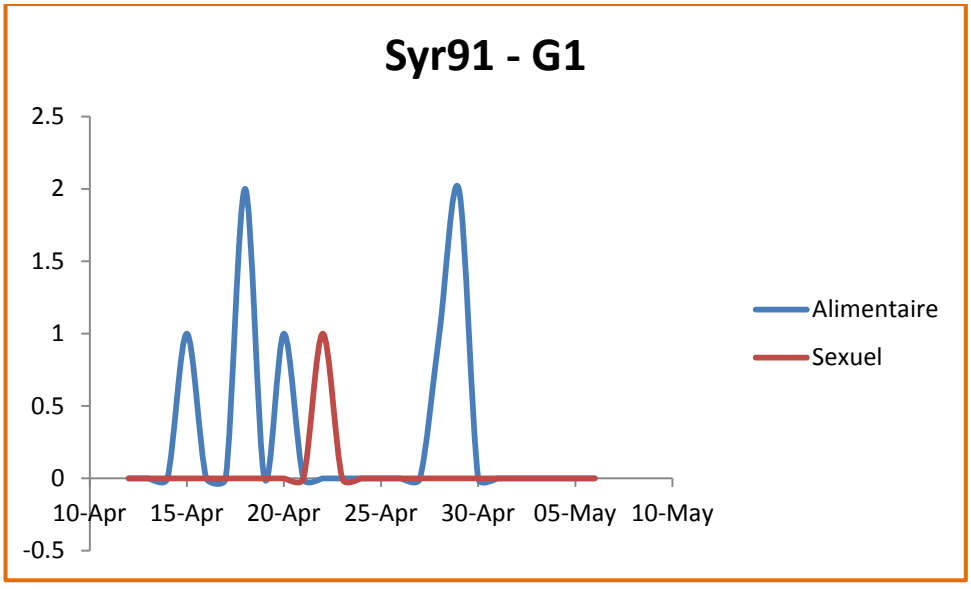
Il est important de rappeler que les dégâts occasionnés en troisième génération sont ceux qui impactent le plus la récolte. Les traitements à cette période sont primordiaux. Le traitement phytosanitaire est effectué du 2/08 au 8/08 au Success® sur les zones identifiées à risques, à savoir sur la Bouzigues, Bompas, la zone route, la zone centrale et la zone Condoret hormis sur les cépages identifiés comme moins sensibles (MPG et MAlex). De plus, ce sont des cépages précoces et son récoltés peu de temps après. Le traitement au Delfin® est effectué du 3/08 au 18/08 sur l'ensemble du vignoble. Les parcelles à forte pression sont traitées au Success® puis repiquées au Delfin®, les parcelles à pression faible ou moyenne sont traitées au Delfin® à deux reprises.

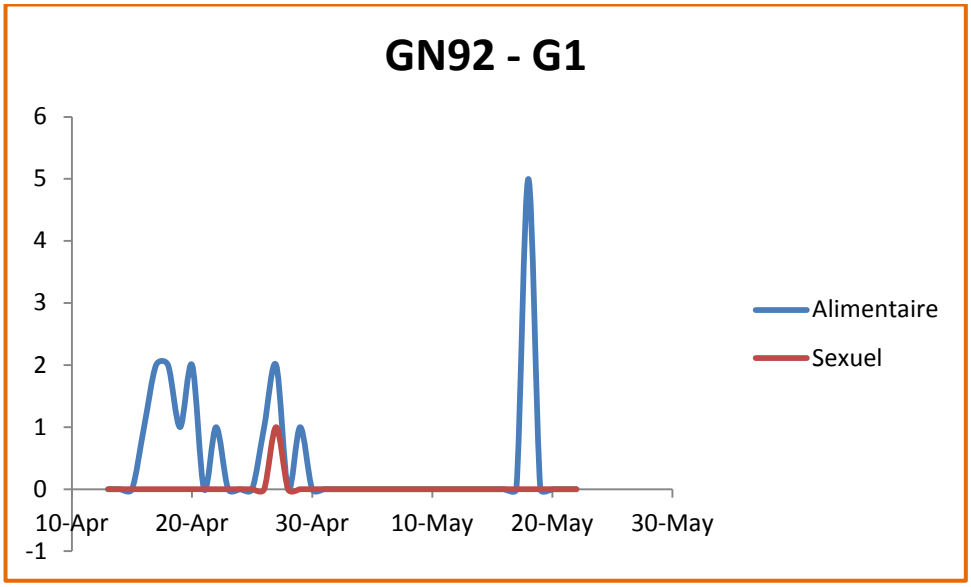
ANNEXE 10 : Courbes de vols réels pour l'ensemble du vignoble (figures non référencées)

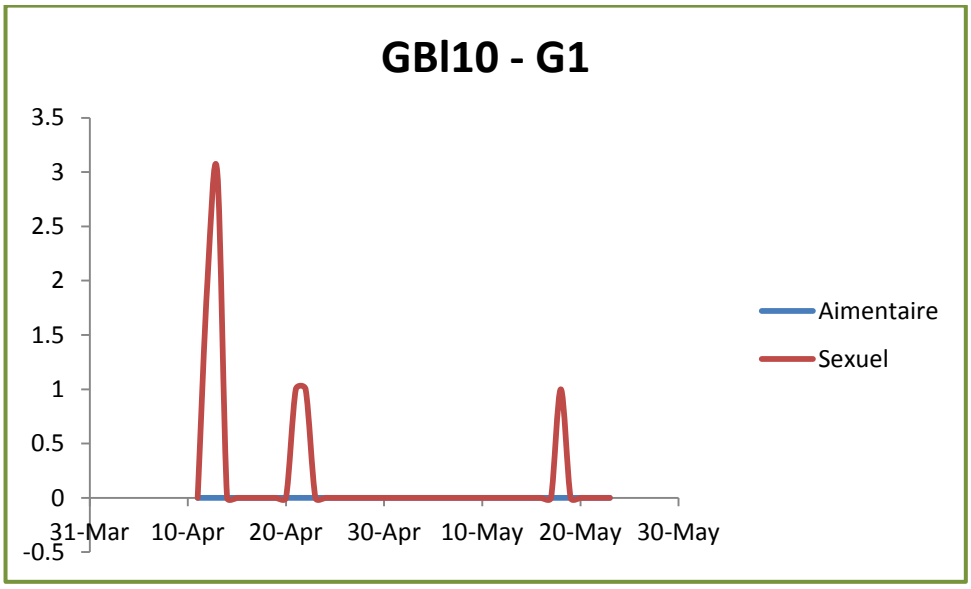
- Première génération

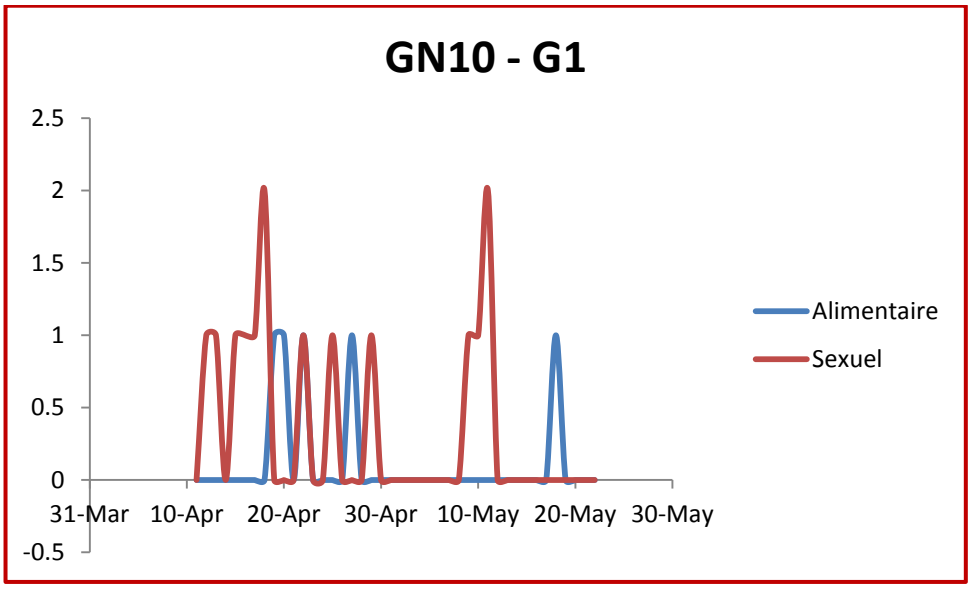


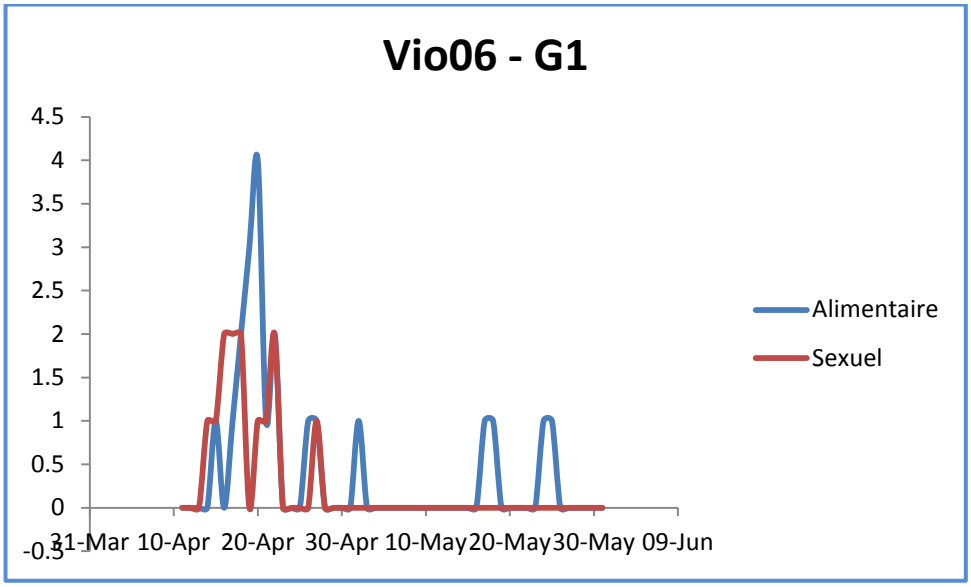


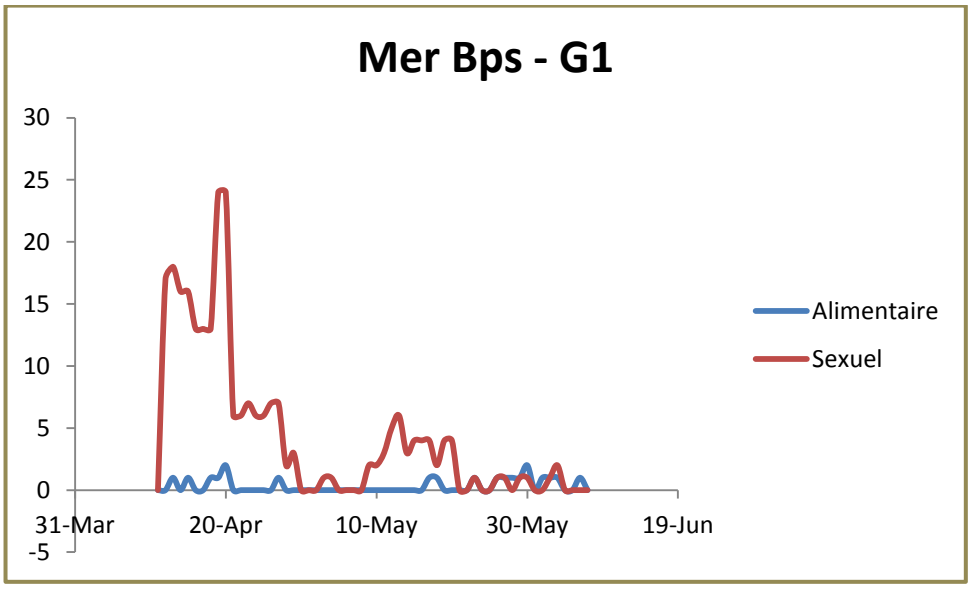


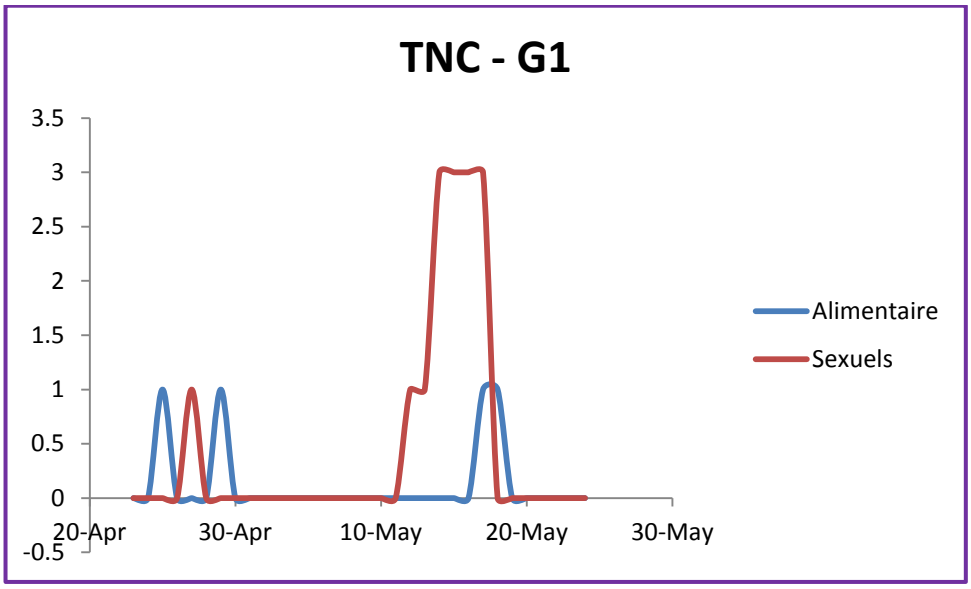

GN92 - G1
6
5
4
3
2
1
0
-1
10-Apr
20-Apr
30-Apr
10-May
20-May
30-May
Alimentaire
Sexuel


GBl10 - G1
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
-0.5
31-Mar
10-Apr
20-Apr
30-Apr
10-May
20-May
30-May
Aimentaire
Sexuel

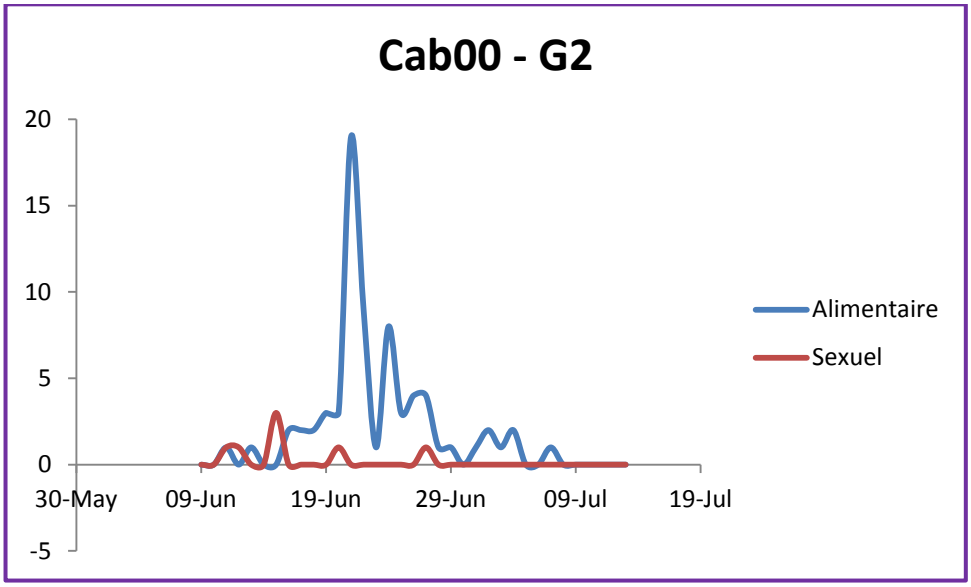

GN10 - G1
2.5
2
1.5
1
0.5
0
-0.5
31-Mar
10-Apr
20-Apr
30-Apr
10-May
20-May
30-May
Alimentaire
Sexuel

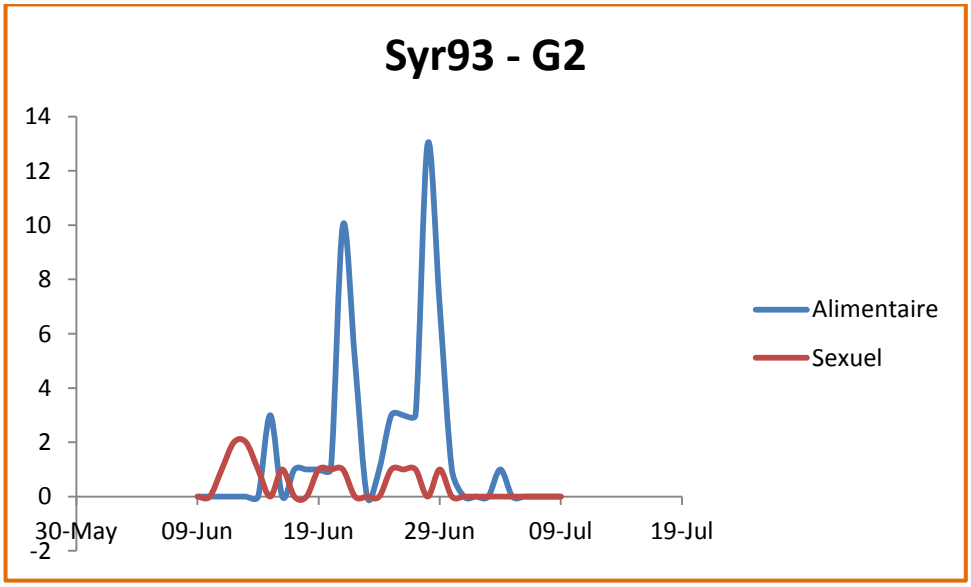

Vio06 - G1
4.5
4
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
-0.5
31-Mar
10-Apr
20-Apr
30-Apr
10-May
20-May
30-May
09-Jun
Alimentaire
Sexuel

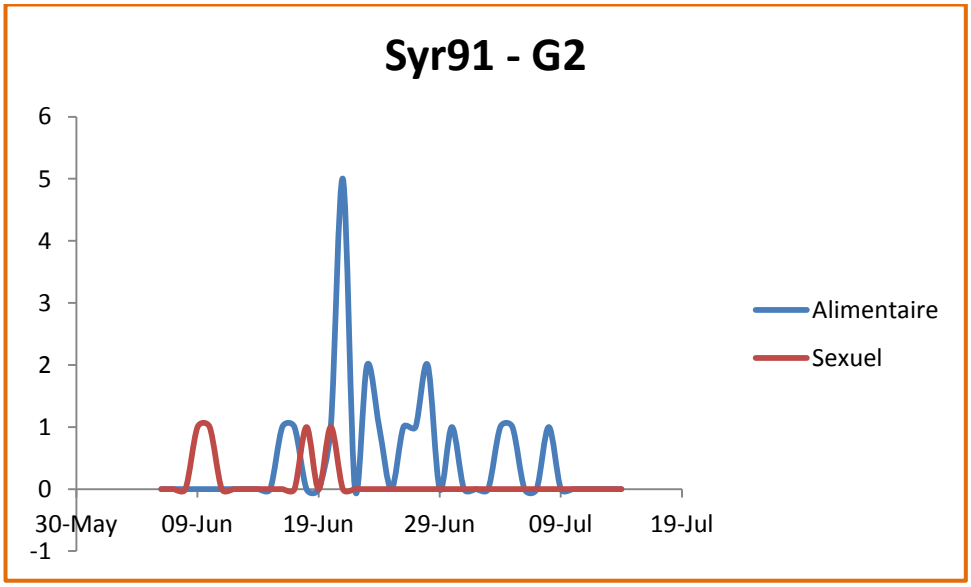

Mer Bps - G1
30
25
20
15
10
5
0
-5
31-Mar
20-Apr
10-May
30-May
19-Jun
Alimentaire
Sexuel

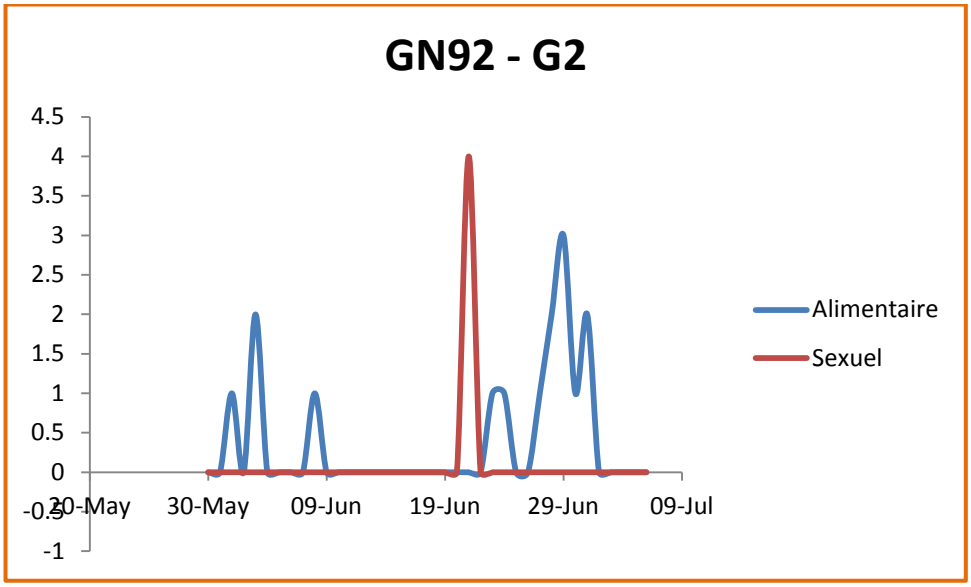

TNC - G1
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
-0.5
20-Apr
30-Apr
10-May
20-May
30-May
Alimentaire
Sexuels

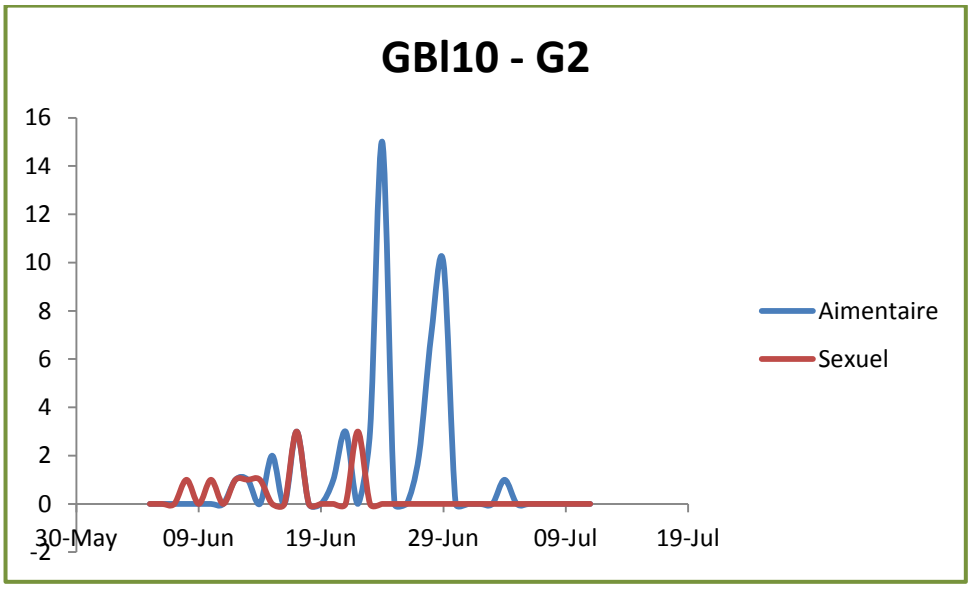
- Deuxième génération

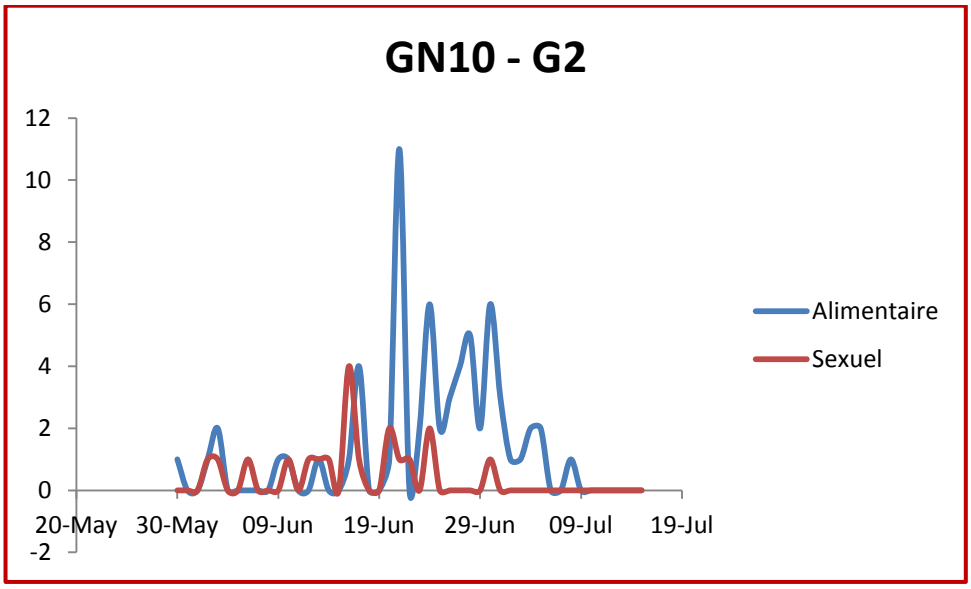


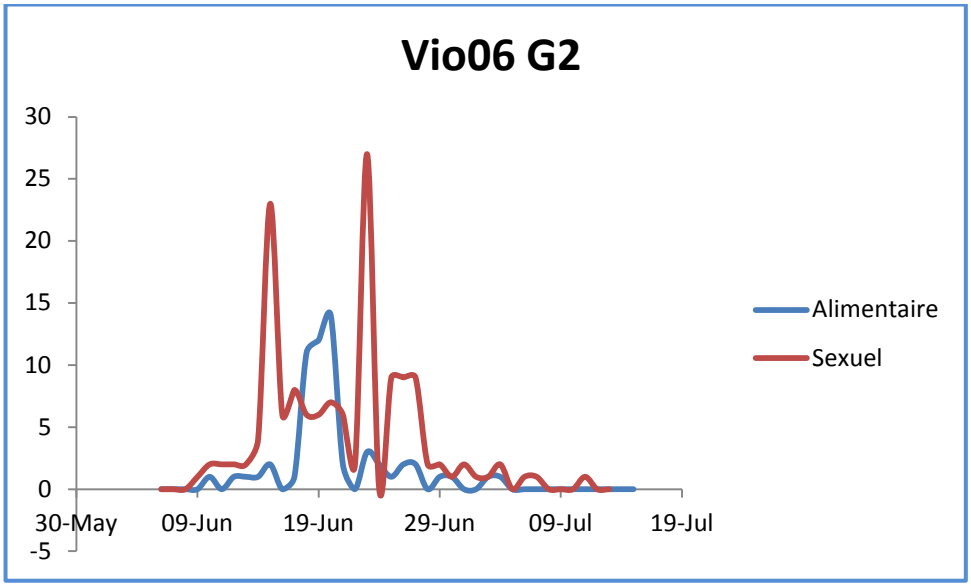


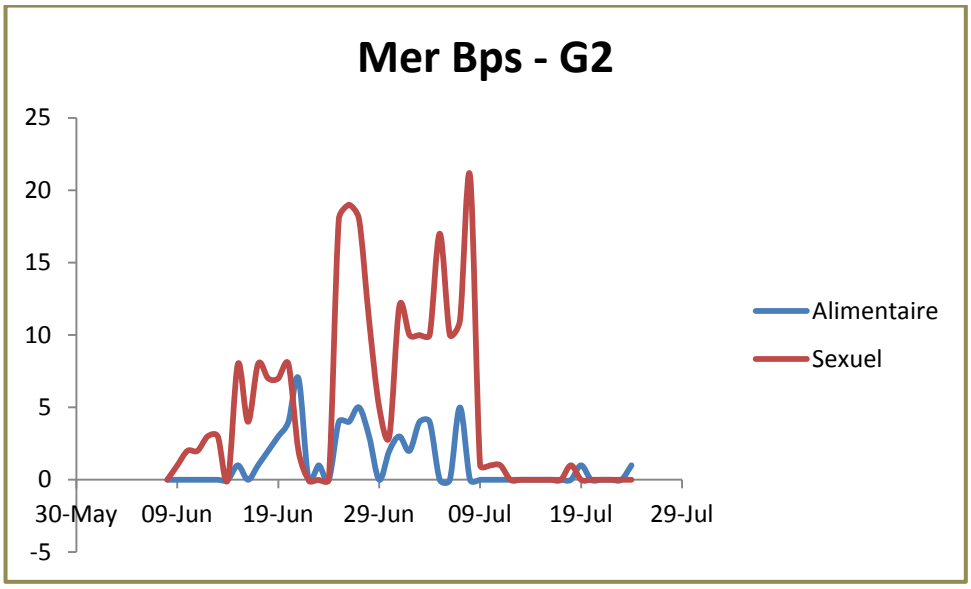


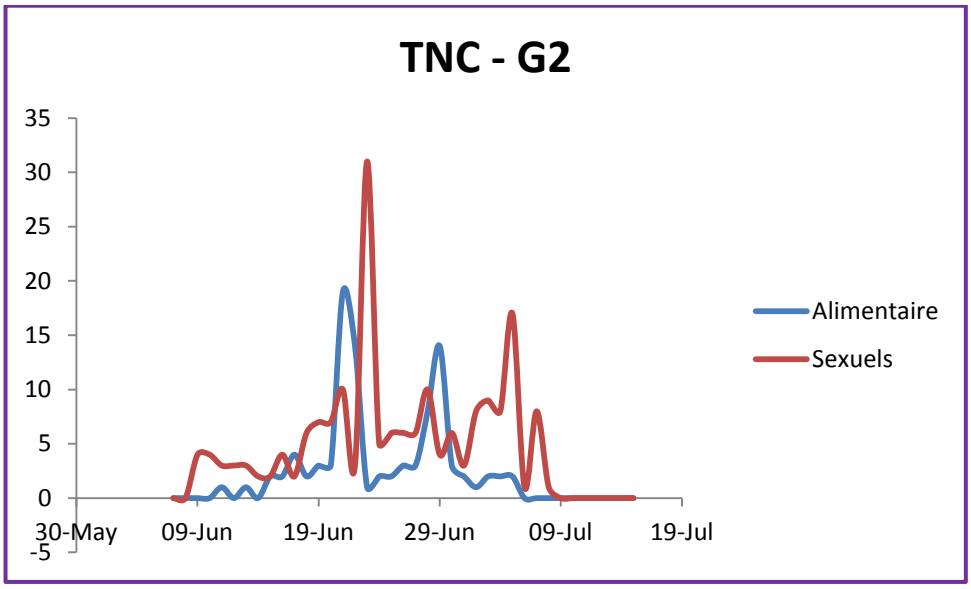

GN92 - G2
4.5
4
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
-0.5
-1
20-May
30-May
09-Jun
19-Jun
29-Jun
09-Jul
Alimentaire
Sexuel


GBl10 - G2
16
14
12
10
8
6
4
2
0
-2
30-May
09-Jun
19-Jun
29-Jun
09-Jul
19-Jul
Aimentaire
Sexuel

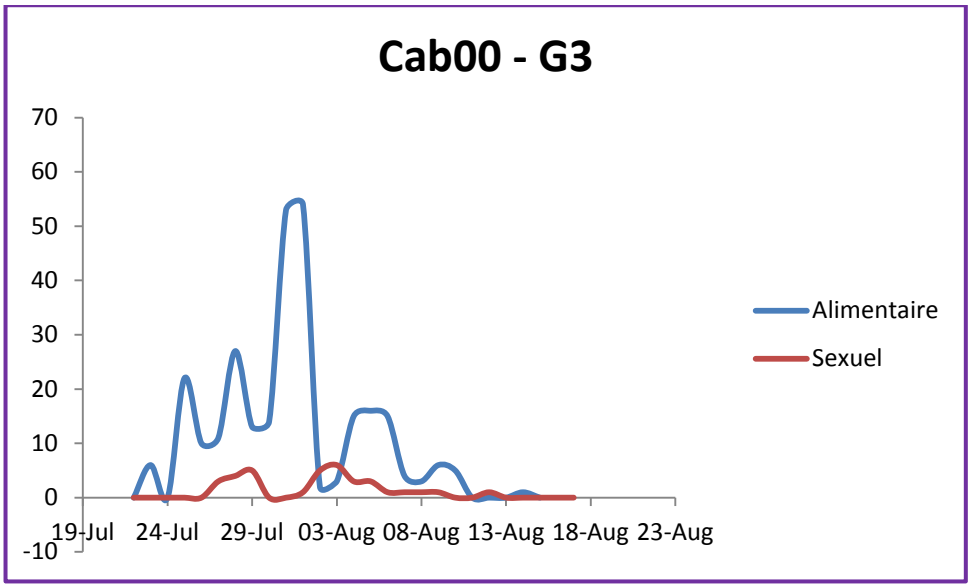

GN10 - G2
12
10
8
6
4
2
0
-2
20-May
30-May
09-Jun
19-Jun
29-Jun
09-Jul
19-Jul
Alimentaire
Sexuel

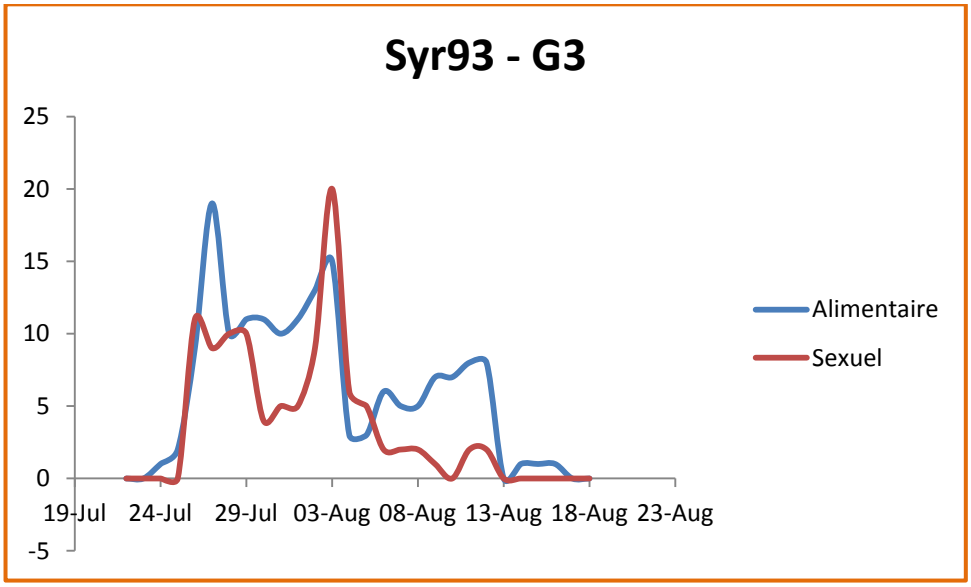

Vio06 G2
30
25
20
15
10
5
0
-5
30-May
09-Jun
19-Jun
29-Jun
09-Jul
19-Jul
Alimentaire
Sexuel

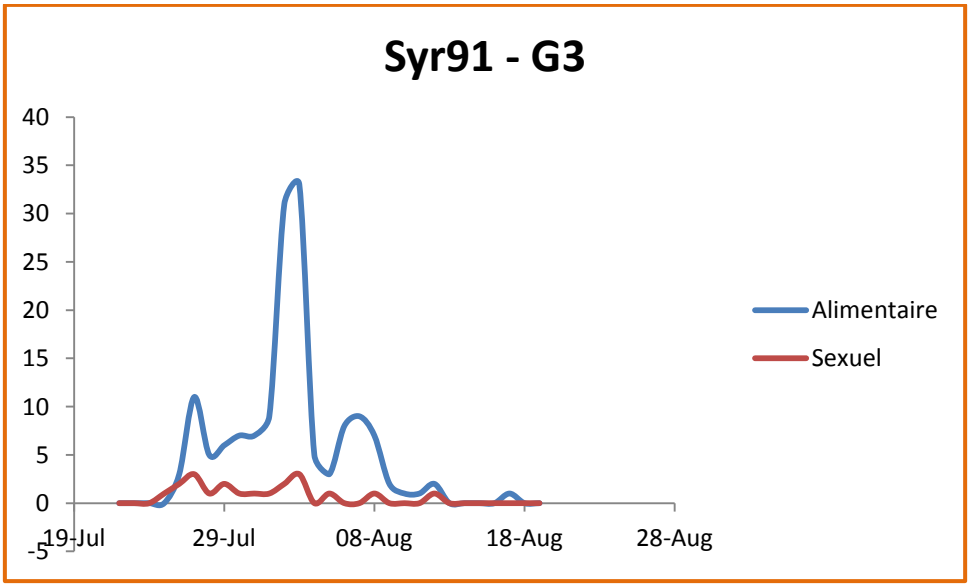

Mer Bps - G2
25
20
15
10
5
0
-5
30-May
09-Jun
19-Jun
29-Jun
09-Jul
19-Jul
29-Jul
Alimentaire
Sexuel

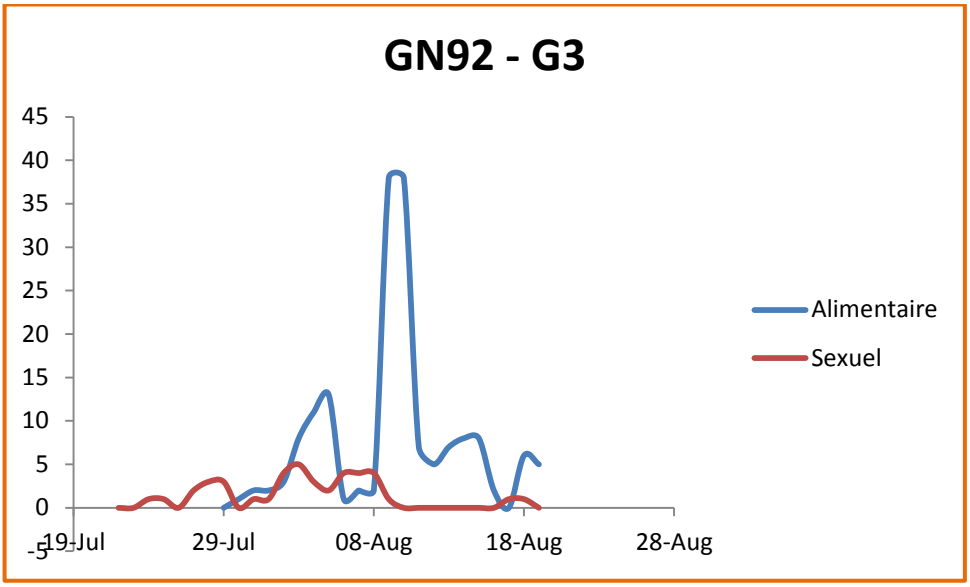

TNC - G2
35
30
25
20
15
10
5
0
-5
30-May
09-Jun
19-Jun
29-Jun
09-Jul
19-Jul
Alimentaire
Sexuels

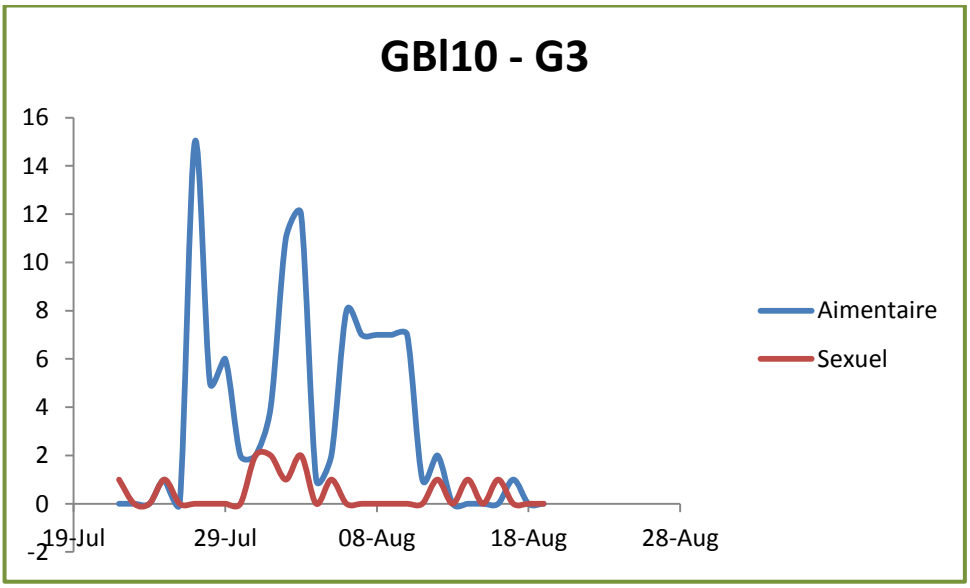
- Troisième génération

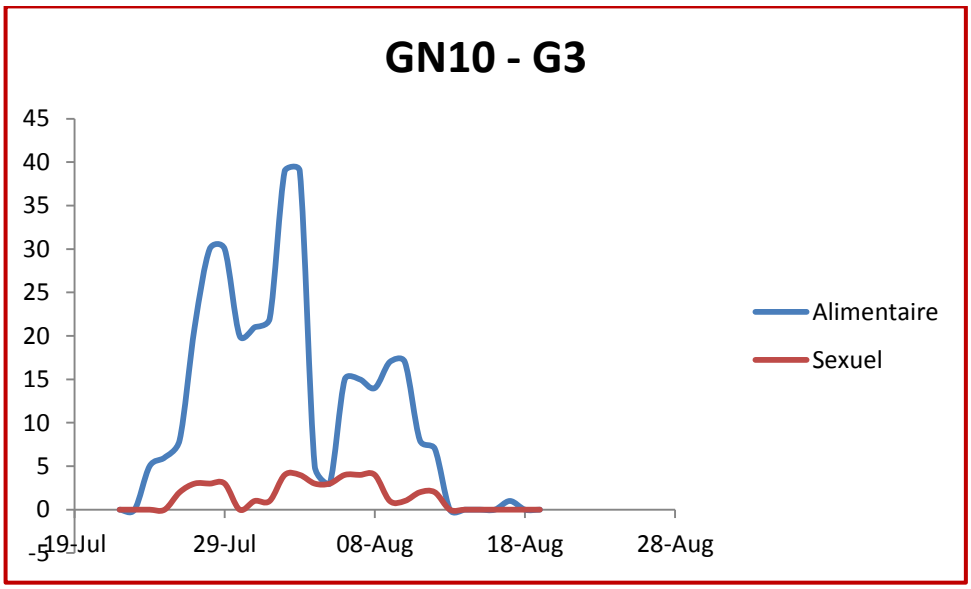


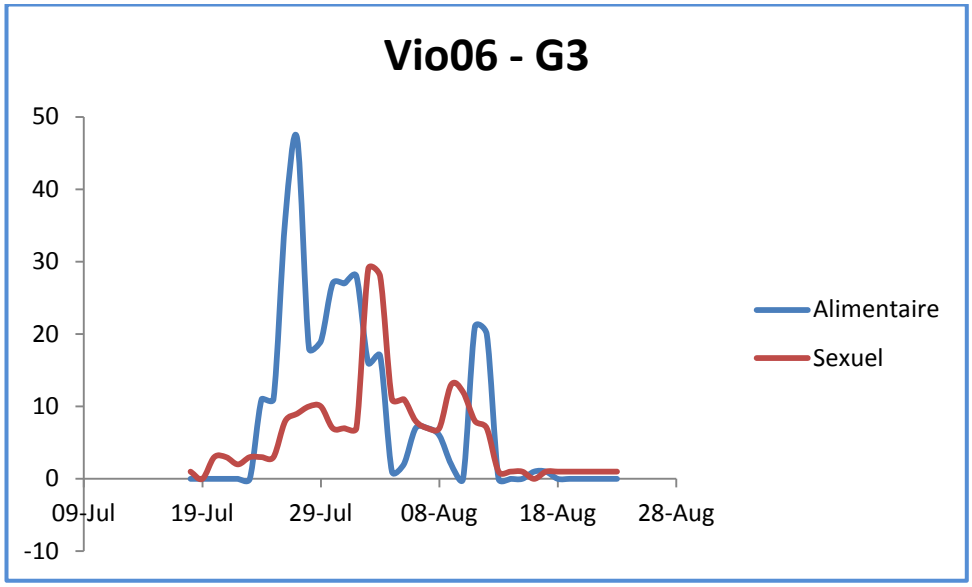


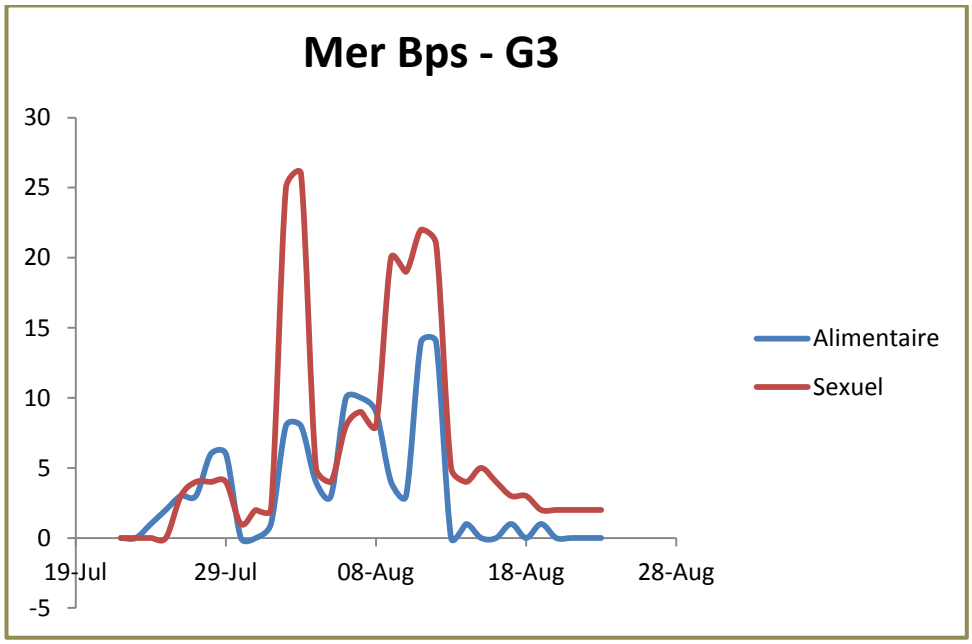


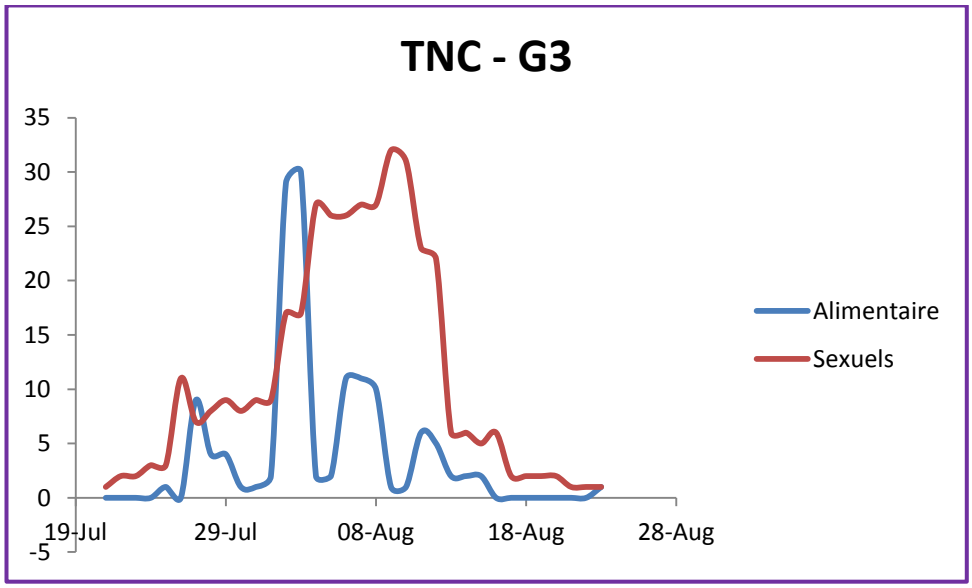

GN92 - G3
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
-5
19-Jul
29-Jul
08-Aug
18-Aug
28-Aug
Alimentaire
Sexuel


GBl10 - G3
16
14
12
10
8
6
4
2
0
-2
19-Jul
29-Jul
08-Aug
18-Aug
28-Aug
Aimentaire
Sexuel


GN10 - G3
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
-5
19-Jul
29-Jul
08-Aug
18-Aug
28-Aug
Alimentaire
Sexuel


Vio06 - G3
50
40
30
20
10
0
-10
09-Jul
19-Jul
29-Jul
08-Aug
18-Aug
28-Aug
Alimentaire
Sexuel


Mer Bps - G3
30
25
20
15
10
5
0
-5
19-Jul
29-Jul
08-Aug
18-Aug
28-Aug
Alimentaire
Sexuel


TNC - G3
35
30
25
20
15
10
5
0
-5
19-Jul
29-Jul
08-Aug
18-Aug
28-Aug
Alimentaire
Sexuels

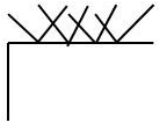
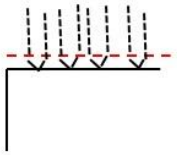
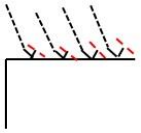
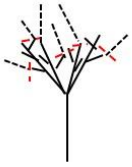
ANNEXE 11 : Niveaux de pression des parcelles de références et de parcelles comparatives

Tableau A25 : Niveaux de pressions de l'eudémis des parcelles de référence et des parcelles comparatives

Parcelles de référence	Niveau de pression	Parcelles comparatives	Niveau de pression
Cab00	Elevée	Syr11 et Syr12	Elevée
		Mer08 et Mer13	Faible
Syr93	Très élevée		
Syr91	Faible		
GN92	Faible		
GBl10	Moyenne	Cari	Moyenne
		Syr Condo	Moyenne
GN10	Très élevée		
Vio06	Elevée	Vio11	Très élevée
Mer Bps	Faible	Vio Bps	Elevée
		Tannat	Elevée

ANNEXE 12 : Présentation des différents types de taille pratiqués au vignoble

Tableau A26 : Différents type de taille (en pointillés rouge, la taille effectuée)

Type de taille	Hauteur des bras portant (mètres), variable selon le mode de conduite	Schéma simplifié
Non-taille	0.80-2,00	
Taille-rase	0,60-0,80	
Cordon	0,60-0,80	
Gobelet	0,40-0,80	

ANNEXE 13 : Détails sur l'environnement paysager

Tableau A27 : Détails des proportions de graminées, plantes vivaces, arbres/arbustes des friches et vignes abandonnées des espaces non-cultivés

Friches	Graminées	Vivaces	Arbuste/Arbres	Vignes abandonnées
B	100			
D	70	25	5	
A	90	5	5	
E	40	40	20	
F	80	20		
G	50	30	20	
C	95	5		
L	95	5		
M	100			
S	80	20		
Y	15	30	5	50
Z	35	30	35	
W	80	10	10	
T	95	5		
N	40	30	30	
V	60	20	10	10
O	75	10	15	
H	20	30	50	
P	80	10	10	
I	75	5		20
R	85	15		
J	75	15	5	30
W bis	95	10		5
X	60	25	15	
P bis	85	15		
Z ter	40	35	25	
Z bis	50	20	30	
K	20	20	30	30

Dominante graminées (>80%) : jeune friches

Partage graminées/vivaces, mineur arbres/arbustes : friches embroussaillées

Vignes abandonnées (>10%)

La Figure A18 présente l'environnement paysager. Les vignes conventionnelles ne sont pas représentées sur la carte car elles occupent le reste des parcelles.

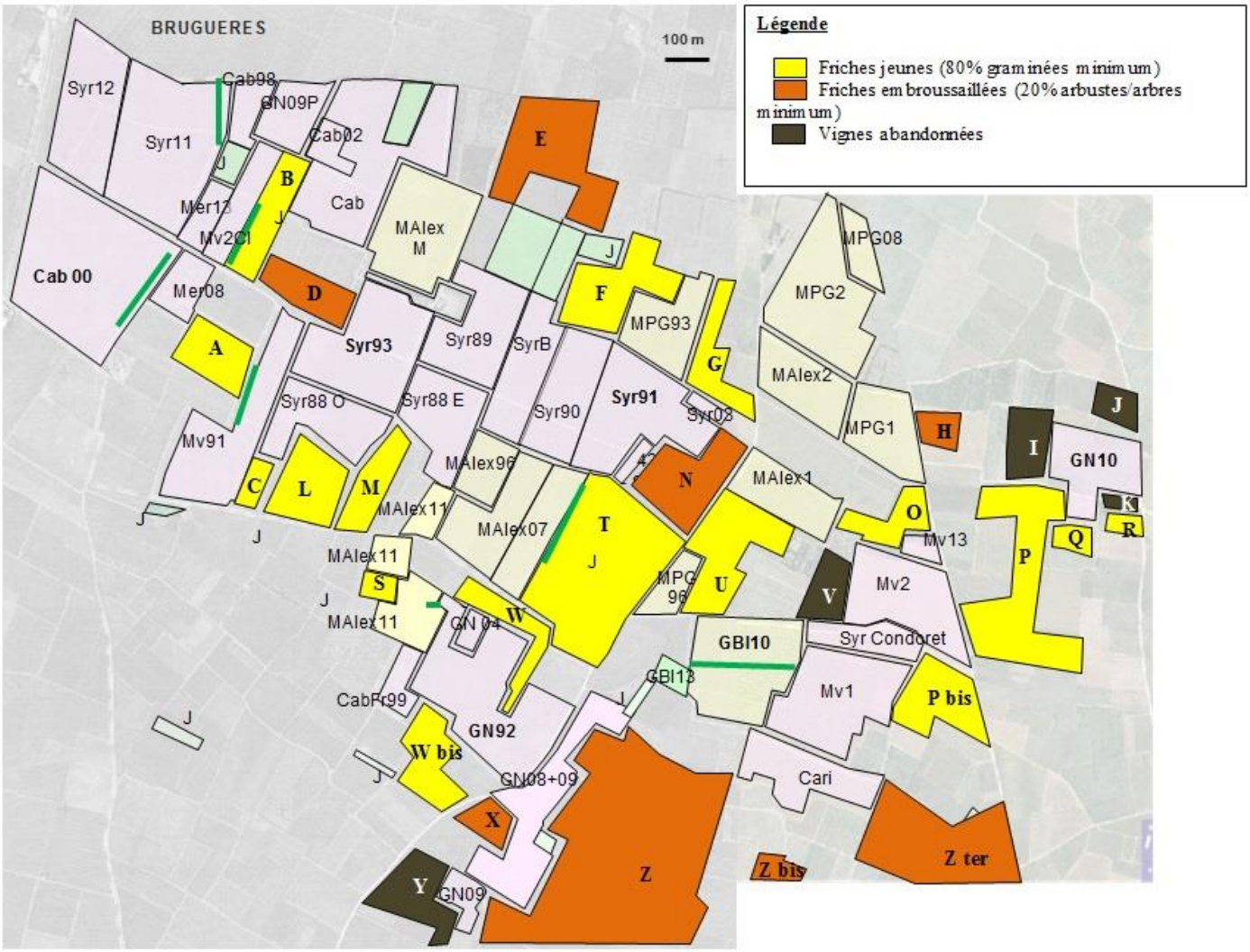


Figure A18 : Environnement paysager à Bruguère

ANNEXE 14 : Parcelle irriguées à Bruguère

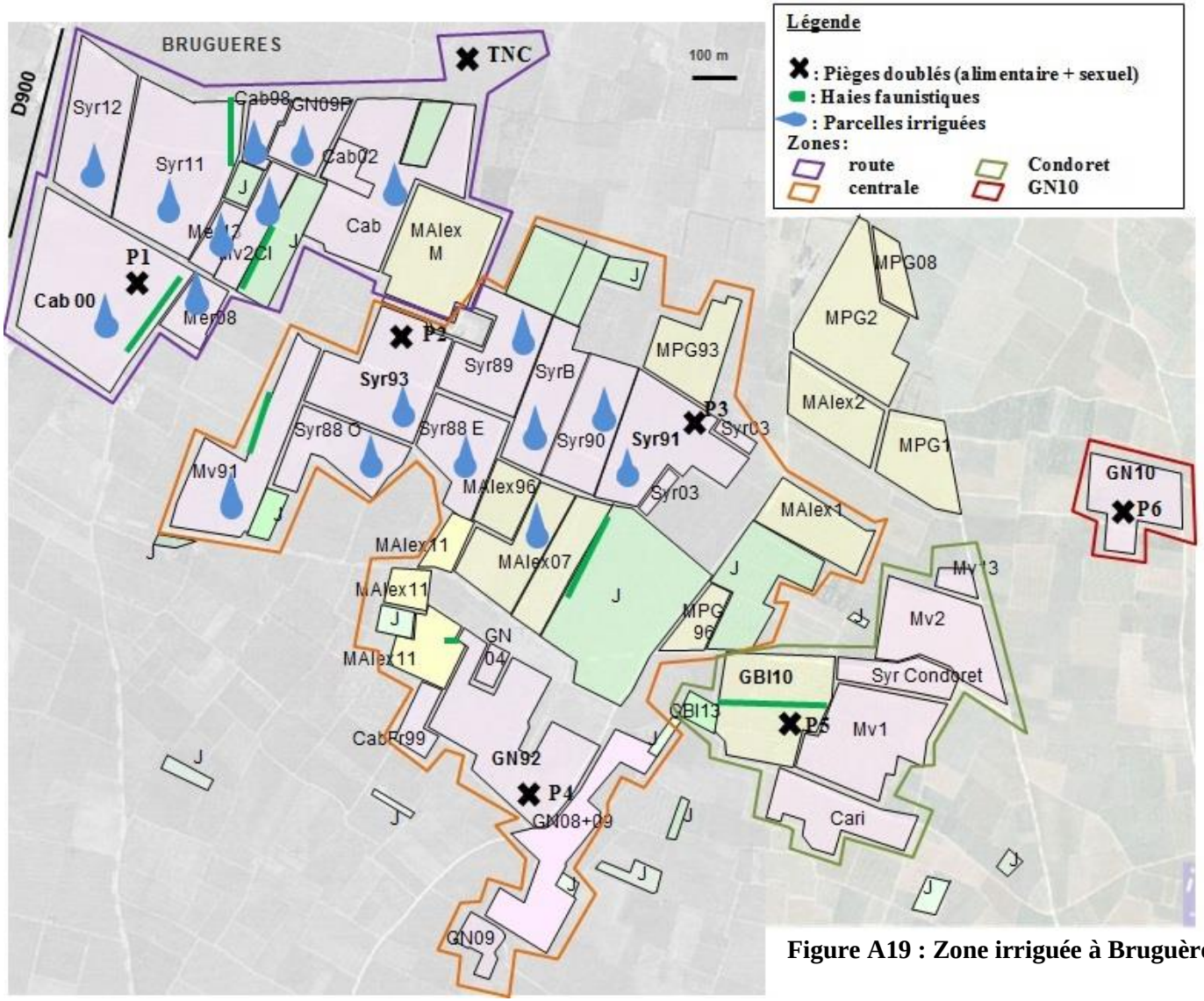


Figure A19 : Zone irriguée à Bruguère

ANNEXE 15 (A) : Prospections des CFD le 20 mai sur l'ensemble du vignoble

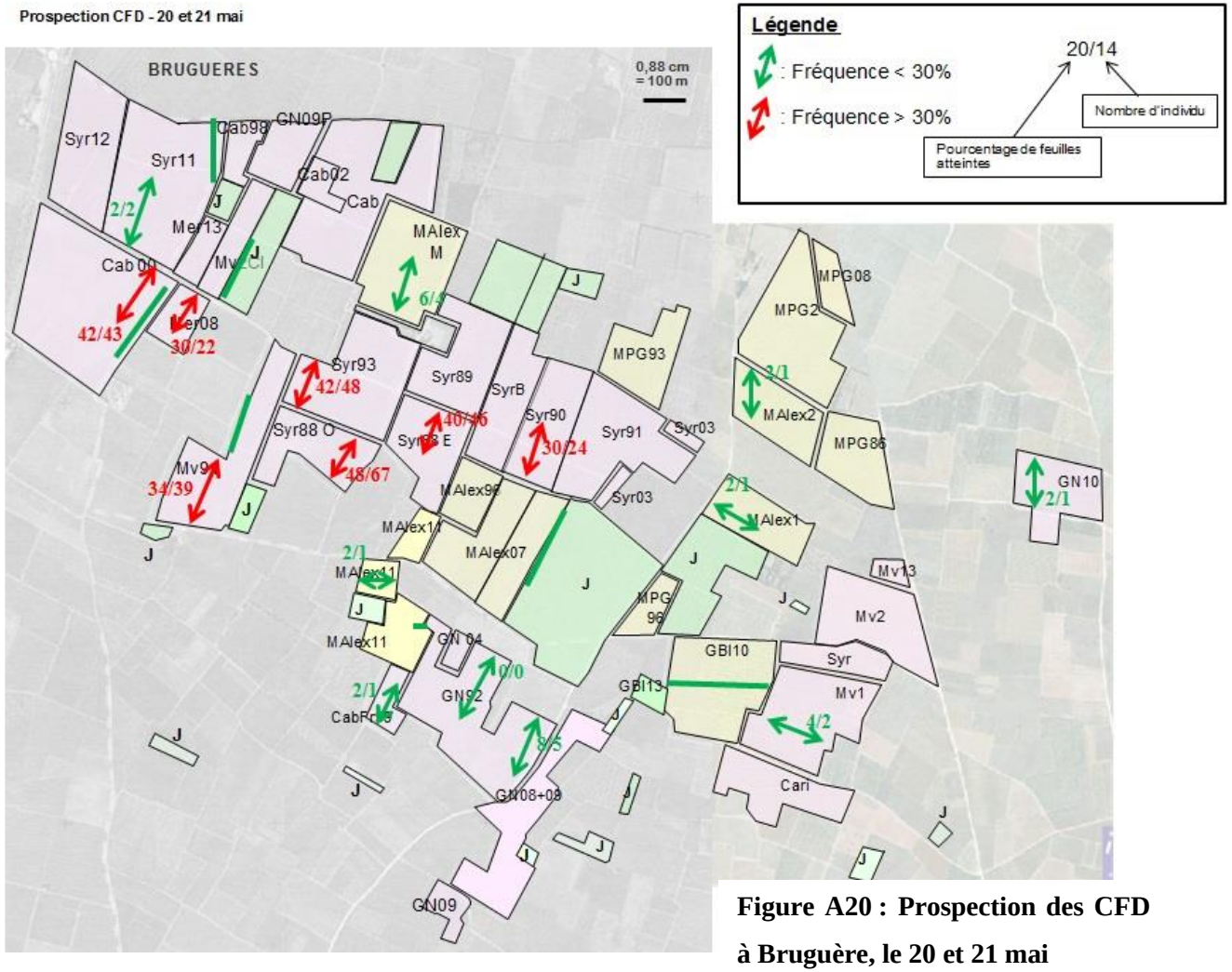


Figure A20 : Prospection des CFD à Bruguère, le 20 et 21 mai

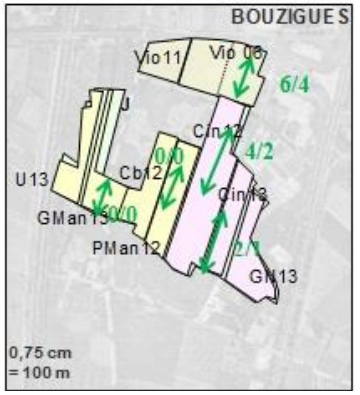


Figure A21 : Prospection des CFD à La Bouzigues, le 20 mai

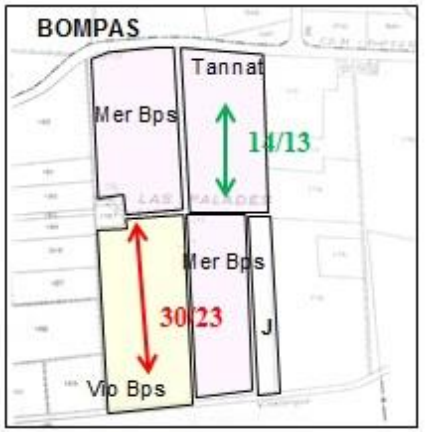


Figure A22 : Prospection des CFD à Bompas, le 20 mai

ANNEXE 15 (B) : Prospection des CFD le 10 juin sur Bruguère

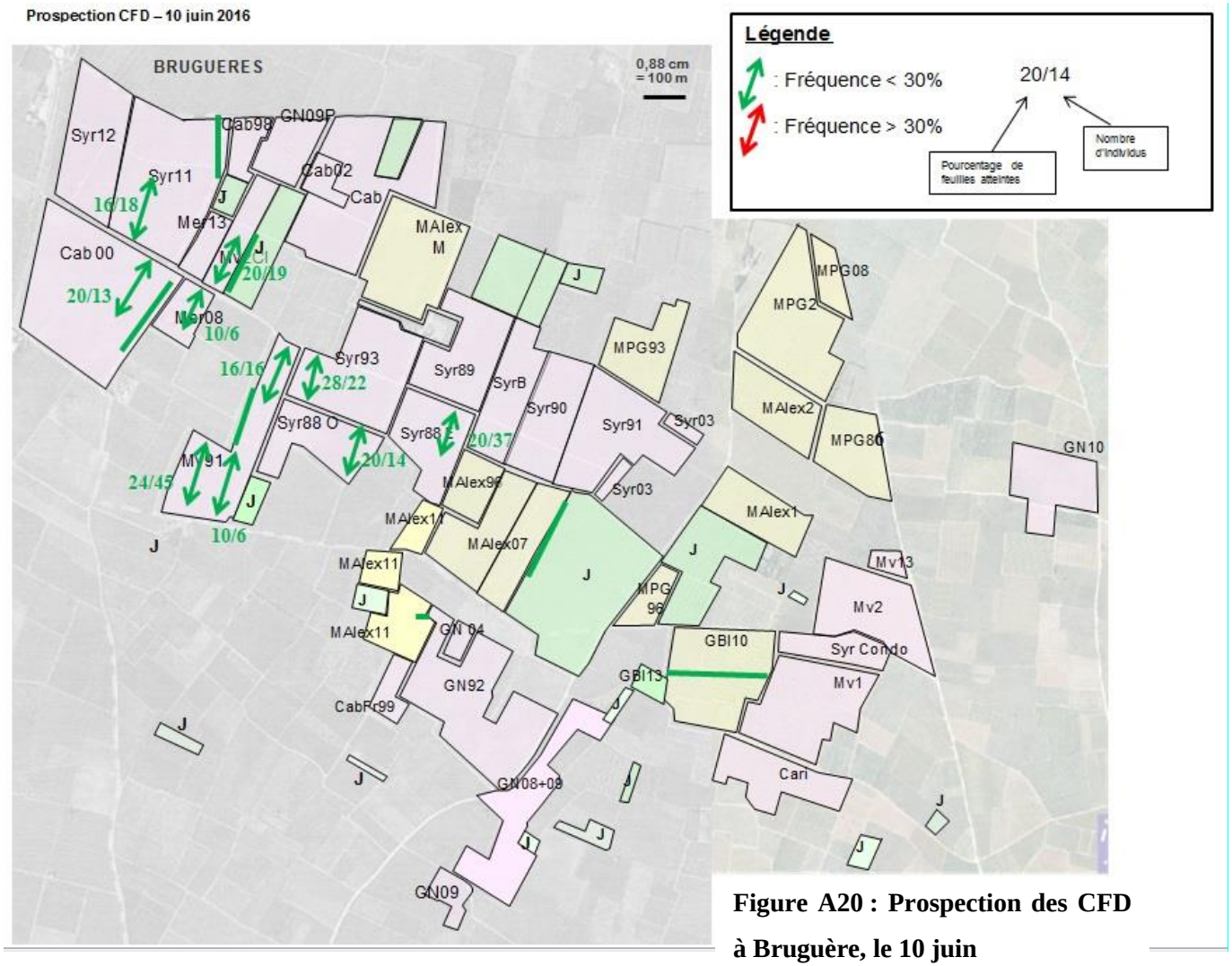


Figure A20 : Prospection des CFD à Bruguère, le 10 juin

ANNEXE 16 : Résultats de l'aspiration qualitative et quantitative

Les haies faunistiques sont nommées I1, I2, I3 et I4.

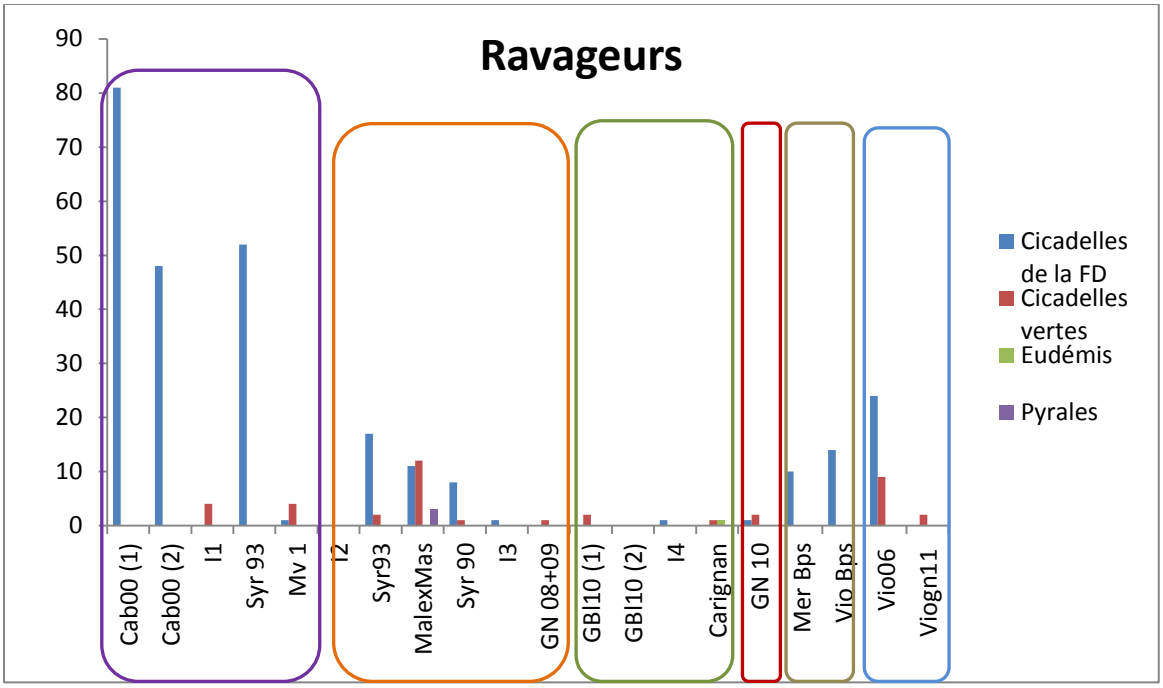


Figure A21 : Répartition des ravageurs sur l'ensemble du vignoble

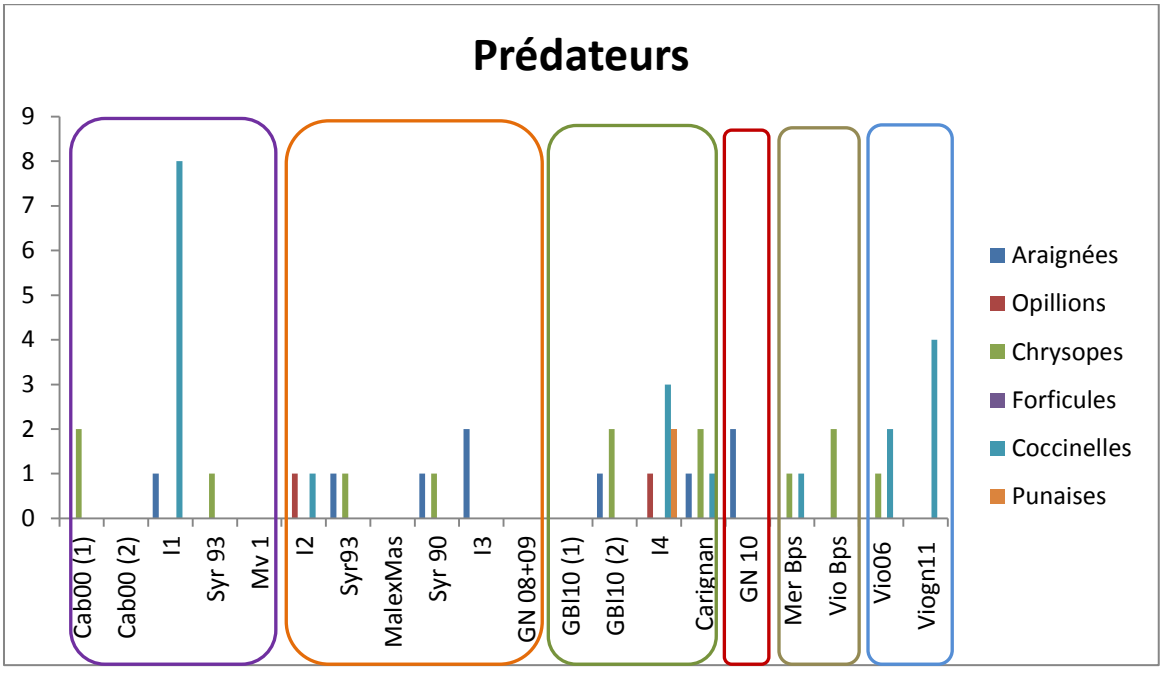


Figure A22 : Répartition des prédateurs sur l'ensemble du vignoble

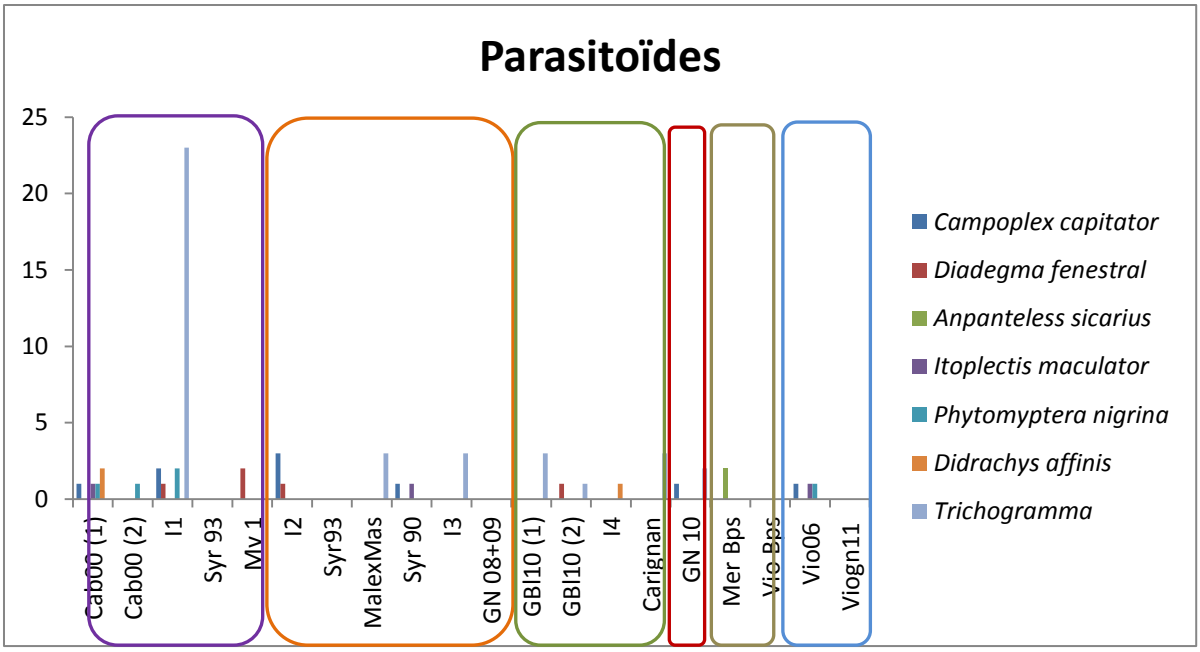


Figure A23 : Répartition des parasitoïdes sur l'ensemble du vignoble

ANNEXE 17 : Structure des vols des trois générations d'eudémis sur l'ensemble du vignoble

Tableau A28 : Structure des vols des trois générations d'eudémis pour l'ensemble du vignoble

		G1			G2			G3		
Zones	**Parcelles**	Début	Pic	Fin	Début	Pic	Fin	Début	Pic	Fin
Bruguère	**Cab00**	16/04	23/04	29/05	11/06	21/06	8/07	25/07	3/08	19/08
	Syr93	13/04	25/04	5/06	11/06	21/06	6/07	25/07	3/08	19/08
	Syr91	15/04	22/04	2/06	9/06	21/06	11/07	25/07	3/08	19/08
	GN92	16/04	27/04	20/05	8/06	21/06	4/07	24/07	3/08	19/08
	GBl10	12/04	13/04	20/05	8/06	23/06	7/07	25/07	3/08	19/08
	GN10	12/04	18/04	20/05	6/06	21/06	11/07	25/07	3/08	19/08
	TNC	-	17/04	21/05	9/06	21/06	12/07	21/07	4/08 et 10/08	29/08
Bouzigues	**Vio06**	14/04	18/04	28/05	9/06	23/06	13/07	20/07	2/08 et 10/08	30/08
Bompas	**Mer Bps**	12/04	20/04	6/06	9/06	27/06	22/07	26/06	3/08 et 11/08	30/08

Le tableau A28 présente les structures de vols des trois générations. On remarque que la détermination de la structure des vols en G1 est un peu chaotique. Cette détermination est compliquée car le nombre de papillons capturé est très faible. Le comptage des glomérules ainsi que la détermination des stades larvaires des chenilles viennent compléter le positionnement de dates de traitement. En G2, seul le vol de la parcelle éloignée de **GN10** débute une semaine plus tôt que les autres mais les pics de vols sont quasi-simultanés. Il est nécessaire de conserver des pièges dans cette parcelle où la dynamique de population d'eudémis semble se comporter différemment. La G3 vient confirmer que la structure des vols est quasi-identique sur l'ensemble de l'ilot ainsi qu'à la Bouzigues. Il existe un léger décalage d'une semaine à Bompas sur le début du vol. Les pics de vols sont encore simultanés. Par contre, on observe un arrêt de vol prématuré pour les parcelles soumises à la confusion sexuelle. Le vol de troisième génération s'arrêtent le 19 aout dans ces parcelles alors que pour le TNC, la Bouzigues et Bompas, le vol réel (car non confusé), s'arrête vers le 30 aout. Ainsi les structures de vols sont équivalentes sur l'ilot principal de Bruguère (hormis le **GN10**).

ANNEXE 18 : Exemple d'un comptage de ponte différencié

Tableau A37 : Exemple de comptage des dépôts de pontes, différenciation des stades d'avancement des œufs

Parcelles	**Cab00**					**Syr12...**				
Date	PP	PF	TN	PE	Tot	PP	PF	TN	PE	Tot
3 aout										
6 aout										
...										

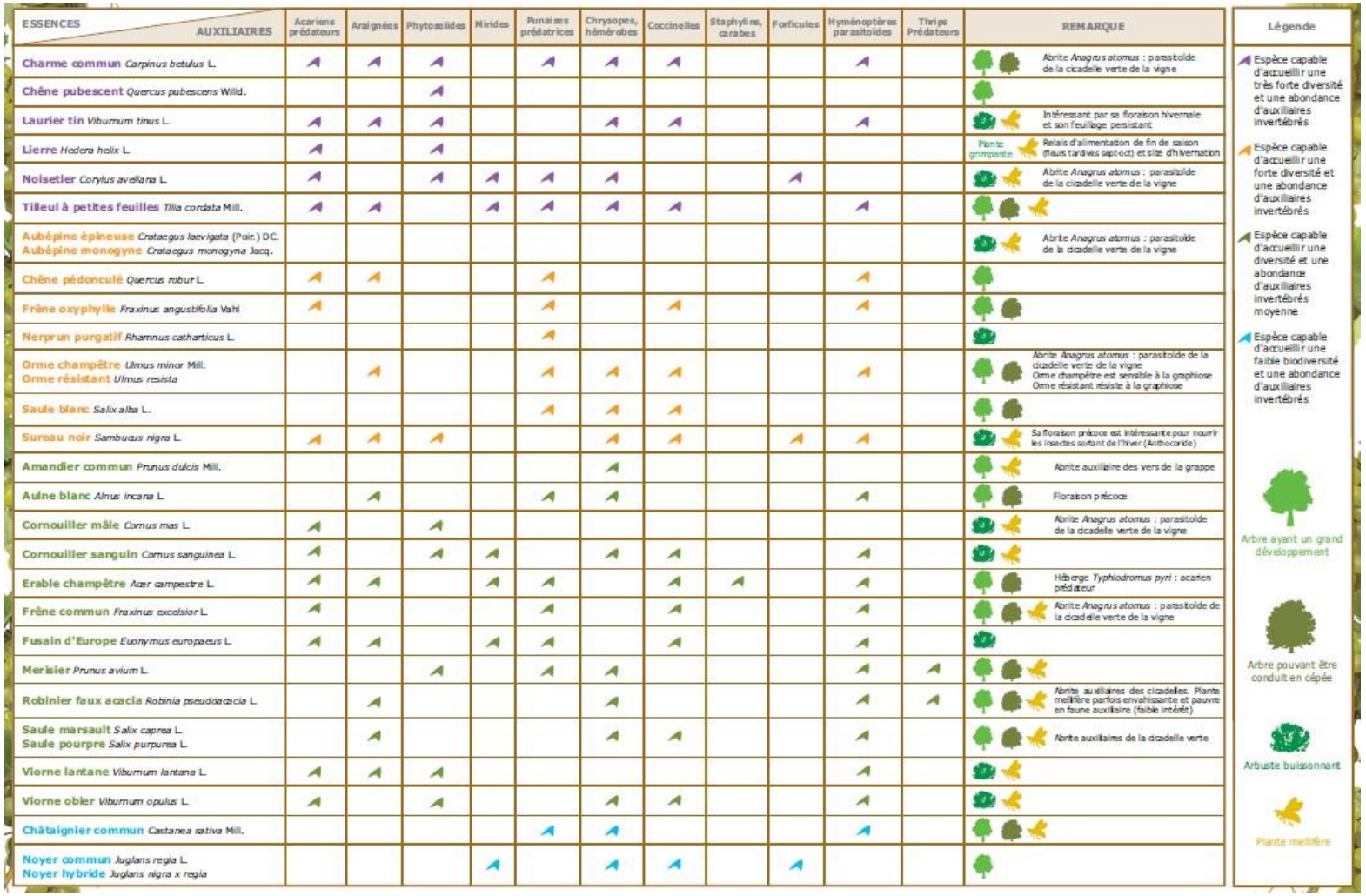
PP : Prépontes, PF : Pontes fraîches ; TN : Stade « tête noire » ; PE : Pontes écloses

ANNEXE 19 : Dates adéquates des protocoles proposés

Tableau A38 : Suivi adéquat des ravageurs présents au vignoble

Espèces appréhendées	Protocoles expérimentaux	Moments opportuns
Eudémis	Suivi pièges alimentaires et sexuels	- Quotidiennement avant le démarrage du vol. - Tous les deux jours après le début du vol.
	Comptage glomérules sur inflorescences en G1 sur 50 grappes	- 10 jours après le début du vol de G1, puis 2 fois par semaine.
	Elevage des glomérules en G1 sur 50 grappes	- Lorsque le comptage de glomérule donne une pression suffisante pour en prélever 10 rapidement.
	Comptage des dépôts de pontes en G2 et G3 sur 50 grappes	- 2 jours après le début du vol, puis tous les 3 jours.
	Comptage des foyers de perforations en G2 et G3 sur 50 grappes	- 10 jours après le début du vol, puis 2 fois par semaine.
Pyrale	Comptage glomérules sur 100 rameaux	- Commencer par une recherche grossière début mai (Muscat d'Alexandrie semble présenter une forte appétence des larves de pyrale et le secteur Condoret est un secteur historique de pression). - Comptage de la mi-mai jusqu'au traitement, 1 fois par semaine.
CFD	Comptage sur 50 feuilles	- Une fois par semaine de début mai jusqu'à mi-juin
Ravageurs, prédateurs, parasitoïdes	Aspiration	- De mi-juin jusqu'à fin aout pour la CFD, toute les 2 semaines. - Avant et après les phases de traitement.

ANNEXE 20 : Liens entre auxiliaires et habitats potentiels



ESSENCES / AUXILIAIRES	Acariens prédateurs	Araignées	Phytoseiides	Mirides	Punaises prédatrices	Chrysopes, hémérobes	Coccinelles	Staphylins, carabes	Forficules	Hyménoptères parasitoïdes	Thrips Prédateurs	REMARQUE
Charme commun *Carpinus betulus* L.	◢	◢	◢		◢	◢	◢			◢		Abrite *Anagrus atomus* : parasitoïde de la cicadelle verte de la vigne
Chêne pubescent *Quercus pubescens* Willd.			◢									
Laurier tin *Viburnum tinus* L.	◢	◢	◢			◢	◢			◢		Intéressant par sa floraison hivernale et son feuillage persistant
Lierre *Hedera helix* L.	◢		◢									Plante grimpante — Relais d'alimentation de fin de saison (fleurs tardives sept-oct) et site d'hivernation
Noisetier *Corylus avellana* L.	◢		◢	◢	◢	◢			◢			Abrite *Anagrus atomus* : parasitoïde de la cicadelle verte de la vigne
Tilleul à petites feuilles *Tilia cordata* Mill.	◢	◢		◢	◢	◢	◢			◢		
Aubépine épineuse *Crataegus laevigata* (Poir.) DC. **Aubépine monogyne** *Crataegus monogyna* Jacq.												Abrite *Anagrus atomus* : parasitoïde de la cicadelle verte de la vigne
Chêne pédonculé *Quercus robur* L.	◢	◢			◢					◢		
Frêne oxyphylle *Fraxinus angustifolia* Vahl	◢				◢		◢			◢		
Nerprun purgatif *Rhamnus catharticus* L.					◢							
Orme champêtre *Ulmus minor* Mill. **Orme résistant** *Ulmus resista*		◢			◢	◢	◢			◢		Abrite *Anagrus atomus* : parasitoïde de la cicadelle verte de la vigne Orme champêtre est sensible à la graphiose Orme résistant résiste à la graphiose
Saule blanc *Salix alba* L.					◢	◢	◢					
Sureau noir *Sambucus nigra* L.	◢	◢	◢			◢	◢		◢	◢		Sa floraison précoce est intéressante pour nourrir les insectes sortant de l'hiver (Anthocoride)
Amandier commun *Prunus dulcis* Mill.						◢						Abrite auxiliaire des vers de la grappe
Aulne blanc *Alnus incana* L.		◢			◢	◢				◢		Floraison précoce
Cornouiller mâle *Cornus mas* L.	◢		◢									Abrite *Anagrus atomus* : parasitoïde de la cicadelle verte de la vigne
Cornouiller sanguin *Cornus sanguinea* L.	◢		◢	◢		◢	◢			◢		
Erable champêtre *Acer campestre* L.	◢	◢		◢	◢		◢	◢		◢		Héberge *Typhlodromus pyri* : acarien prédateur
Frêne commun *Fraxinus excelsior* L.	◢				◢		◢			◢		Abrite *Anagrus atomus* : parasitoïde de la cicadelle verte de la vigne
Fusain d'Europe *Euonymus europaeus* L.	◢	◢		◢	◢		◢			◢		
Merisier *Prunus avium* L.			◢		◢	◢				◢	◢	
Robinier faux acacia *Robinia pseudoacacia* L.		◢				◢				◢	◢	Abrite auxiliaires des cicadelles. Plante mellifère parfois envahissante et pauvre en faune auxiliaire (faible intérêt)
Saule marsault *Salix caprea* L. **Saule pourpre** *Salix purpurea* L.		◢				◢	◢			◢		Abrite auxiliaires de la cicadelle verte
Viorne lantane *Viburnum lantana* L.	◢	◢	◢							◢		
Viorne obier *Viburnum opulus* L.	◢		◢			◢	◢			◢		
Châtaignier commun *Castanea sativa* Mill.					◢	◢				◢		
Noyer commun *Juglans regia* L. **Noyer hybride** *Juglans nigra x regia*				◢		◢	◢		◢			

Légende

- Espèce capable d'accueillir une très forte diversité et une abondance d'auxiliaires invertébrés
- Espèce capable d'accueillir une forte diversité et une abondance d'auxiliaires invertébrés
- Espèce capable d'accueillir une diversité et une abondance d'auxiliaires invertébrés moyenne
- Espèce capable d'accueillir une faible biodiversité et une abondance d'auxiliaires invertébrés

Arbre ayant un grand développement

Arbre pouvant être conduit en cépée

Arbuste buissonnant

Plante mellifère

Figure A24 : Liens entre auxiliaire entre essences et auxiliaire (tiré de : *Guide technique, Les auxiliaires de la vigne,* Chambre d'agriculture du Pays de la Loire)

Tableau A39 : Panaché d'essences végétales, habitats potentiel d'auxiliaires fonctionnels à planter dans les jachères (inspiré de la figure A24)

Essences/Auxiliaires	Chrysopes	Staphylins (hivernal)	Forficules	Hyménoptères	Niveau de biodiversité potentiel d'auxiliaires invertébrés
Charme *Capinus Betuls*	x			x	Très fort
Laurier tin *Viburnum vitus*	x			x	Très fort
Tilleul petites feuilles *Tilia cordata Mill.*	x			x	Très fort
Orme résistant *Ulmus resista*	x			x	Fort
Sureau noir *Sambucus nigra*	x		x	x	Fort
Merisier *Prunus avium L.*	x			x	Moyenne
Saule pourpre *Salix purpurea*	x	x		x	Moyenne
Erable Champêtre *Acer campestre*		x		x	Moyenne
Ravageurs ciblés	Tordeuses	Tordeuses	Tordeuses	Tordeuses et cicadelles	

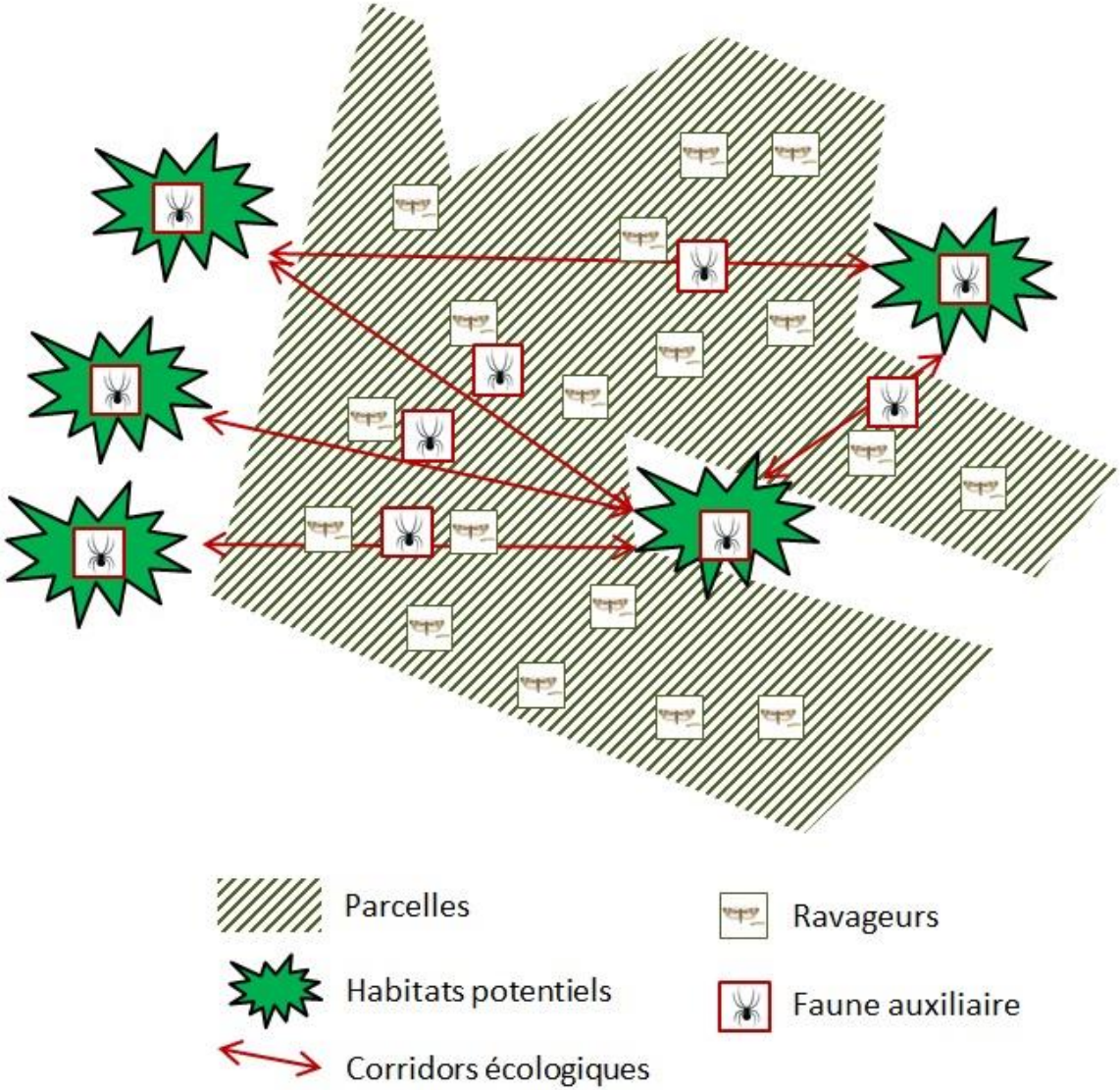


Figure A25 : Schéma théorique de corridors écologiques