

République Algérienne Démocratique et Populaire

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'El Harrach

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة بالحراش

# THESE

En vue de l'obtention du Diplôme de Doctorat En Sciences Agronomiques

Spécialité : Entomologie appliquée

Présentée et Soutenue Publiquement par :

Mr BOUNACEUR FARID

**Dynamique Spatio-temporelle et Dégâts de *Lobesia botrana* (Denis & Schiffermuller, 1776) (Lepidoptera : Tortricidae), *Jacobiasca lybica* ( Bergevin & Zanon, 1922), (Homoptera : Jassidae) et *Planococcus ficus* (Signoret, 1875) (Homoptera : Pseudococcidae) dans les Vignobles de la Mitidja**

Devant le Jury composé de :

Président :	Mr S. Doumandji	Professeur à l'ENSA d'Alger
Directeur de thèse:	Mme B. Doumandji-Mitiche	Professeur à l'ENSA d'Alger
Examinateur :	Mr B. Samraoui	Professeur à l'Université de Guelma
Examinateur :	Mr M. Laamari	Professeur à l'Université de Batna
Examinateur :	Mme A. Guendouz-Benrima	Maître de conférences à l'Université de Blida

Année Universitaire 2009/2010

République Algérienne Démocratique et Populaire

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'El Harrach

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة بالحراش

# THESE

En vue de l'obtention du Diplôme de Doctorat En Sciences Agronomiques

Spécialité : Entomologie appliquée

Présentée et Soutenue Publiquement par :

Mr BOUNACEUR FARID

**Dynamique Spatio-temporelle et Dégâts de *Lobesia botrana* (Denis & Schiffermuller, 1776) (Lepidoptera : Tortricidae), *Jacobiasca lybica* (Bergevin & Zanon, 1922), (Homoptera : Jassidae) et *Planococcus ficus* (Signoret, 1875) (Homoptera : Pseudococcidae) dans les Vignobles de la Mitidja**

Devant le Jury composé de :

Président :	Mr S. Doumandji	Professeur à l'ENSA d'Alger
Directeur de thèse:	Mme B. Doumandji-Mitiche	Professeur à l'ENSA d'Alger
Examineur :	Mr B. Samraoui	Professeur à l'Université de Guelma
Examineur :	Mr M. Laamari	Professeur à l'Université de Batna
Examineur :	Mme A. Guendouz-Benrima	Maître de conférences à l'Université de Blida

Année Universitaire 2009/2010

## **DEDICACES**

**A mes parents**

**A ma femme**

**A mes frères et sœurs**

**A ma grand-mère**

**A toute ma famille**

**Farid**

## REMERCIEMENTS

Tout d'abord, je remercie notre grand **DIEU** de m'avoir donné la santé, les moyens, la volonté, le courage et la chance de faire ces études et de les terminer.

Ma grande reconnaissance s'adresse à ma Directrice de Thèse Mme le Professeur Doumandji-Mitiche B., qu'elle reçoive l'expression de ma profonde gratitude pour toute l'aide et les précieux conseils qu'elle a donnés lors de la réalisation du présent travail pour son encadrement, ses conseils et ses orientations.

Qu'il me soit permis de remercier Mr Le Professeur Doumandji S.E., d'avoir bien voulu m'honorer par sa présence en président de ce jury et d'examiner ce travail. Qu'il veuille bien trouver l'assurance de mon profond respect.

Mes vifs remerciements vont à Mr le Professeur Samraoui B., qui me fait l'honneur d'être membre de ce jury, malgré ses nombreuses occupations. Qu'il veuille bien trouver ici l'expression de ma profonde gratitude.

J'adresse mes sincères remerciements à Mr le Professeur Laamari M., qui a très aimablement accepté de participer à ce jury et pour l'intérêt qu'il a porté à ce travail, qu'il veuille bien croire en mes sentiments respectueux.

J'adresse mes remerciements à Mme Guendouz-Benrima A., d'avoir accepté d'examiner ce travail et d'avoir répondu à mes questions, pour son soutien permanent, ces critiques judicieuses et l'atmosphère amicale et stimulante qu'elle a su créer. C'est pour moi l'opportunité de lui exprimer ma profonde reconnaissance et mes remerciements pour son esprit ouvert et ses conseils précieux.

Je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance à Mr Djazouli Z.E. je lui dois beaucoup et je ne saurais comment le remercier pour l'aide dont il m'a fait part pour la réalisation des statistiques, son soutien moral et ses encouragements. Qu'il trouve ici la marque de ma reconnaissance et de mon amitié.

Je remercie Dr Bahlouli H. chercheur à l'université Mc Gill de Montréal pour l'aide qu'il nous a porté pour la réalisation de la cartographie.

Je remercie vivement Mme le Professeur Krimi.Z., pour ses critiques constructives et l'intérêt porté à ce travail.

Je tiens à remercier également Germain J.F., chercheur à L.N.P.V. de Montpellier ; Mme Matile-Ferrero D., et Remaudière D., du MHN de Paris, Mme Ryder S., et Mr Notton D., du MHN de Londres ainsi que Dr Sholl el Said S., du centre de recherche en protection phytosanitaire du Caire et le Dr Van Helden M., de l'ENITA de Bordeaux, pour leurs aides dans la détermination des spécimens.

Qu'il me soit permis de remercier Mme Pracros P., Mr Roehrich R., de l'INRA de Bordeaux, Mr Kreiter P., de l'INRA d'Antibes, Mme Lebdi-Grissa K., et Mr Mansour R., de l'INAT de Tunis et Mme Bouabdellah L. et Rouj S. de l'université de Senia pour leurs aides et leurs conseils. Je souhaite qu'ils trouvent ici l'expression de mes sincères remerciements.

Je tiens à remercier particulièrement mes collègues de Blida, de Biskra et de Tiaret, Mr Abdelhamid D., Mme Nebih, Mme Allal-Benfekih L., Mme Saighi H., Melle Mestefaoui H., Mme Moussaoui K., Melle Mebrek N., Melle Razi S., Mr et Mme Allache, Mr Acem K., Mr Sassi D., et Mr Aroun M.E.F.

Mes sincères remerciements vont à M<sup>elle</sup> Djemai A. technicienne du laboratoire de zoologie, et M<sup>elle</sup> Fadile D., de mycologie.

Mes remerciements s'adressent également à mes étudiants de Blida, particulièrement Boustlia F., Ameurlain S., Safieddine F., et Guittoun S.

Je remercie vivement Tout le personnel de L' E.N.S.A. particulièrement le personnel de la Post-Graduation, ainsi que la bibliothécaire de Zoologie pour son aide et sa disponibilité.

Je souhaite remercier Mr Moussa A. Directeur régional au sein de l'office national des commercialisations des produits vitivinicoles de la région Centre, la direction technique particulièrement Melle Djani A., Dahane F., Boumbar L., et tous le personnel de la ferme pilote Si Semiani de Bourkika, particulièrement Melle Sahnoune L., Maroc N. et Ahmed L., ainsi qu'aux responsables techniques de L'I.T.A.F.V. de Tessala El-Merdja.

Enfin que toutes les personnes omises involontairement ne me tiennent pas rigueur. Que tous et toutes trouvent ici l'expression de ma sincère gratitude.

## SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
<b>CHAPITRE 1 : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE.....</b>	<b>4</b>
1. Données bibliographiques sur <i>Lobesia botrana</i> (Denis et Schiffermuller, 1776).....	4
2. Données bibliographiques sur <i>Jacobiasca lybica</i> (Bergevin & Zanon, 1922).....	8
3. Données bibliographiques sur <i>Planococcus ficus</i> (Signoret, 1875).....	12
<b>CHAPITRE 2 : METHODOLOGIE.....</b>	<b>17</b>
1. Présentation de la région d'étude : La Mitidja occidentale.....	17
1.1. Situation géographique.....	17
1.2. Données climatiques.....	17
1.2.1. La pluviométrie.....	18
1.2.2. La température.....	18
1.2.3. Le vent.....	18
1.2.4. L'hygrométrie.....	19
1.2.5. Les gelées.....	19
1.3. Synthèse climatique.....	19
1.3.1. Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1953).....	19
1.3.2. Climagramme d'Emberger.....	21
1.4. Caractéristiques floristiques.....	21
1.5. Caractéristiques faunistiques.....	21
2. Etude de la biocénose dans un agro-écosystème viticole.....	23
2.1. Présentation des stations d'études.....	23
2.2. Choix des parcelles.....	25
2.3. Techniques d'échantillonnages.....	25
3. Etude de la dynamique spatio-temporelle de <i>Lobesia botrana</i> .....	25
3.1. Caractéristiques et description de la station d'étude.....	25
3.2. Techniques de piégeages de <i>Lobesia botrana</i> .....	26
3.2.1. Les pièges à phéromones.....	26
3.2.2. Les pièges alimentaires.....	26

3.3.	Dynamique des vols des adultes.....	27
3.4.	Dynamique temporelle de la ponte.....	28
3.5.	Dynamique des dégâts.....	28
4.	Etude de la dynamique spatio-temporelle de <i>Jacobiasca lybica</i> .....	28
4.1.	Caractéristiques et description de la station étude.....	28
4.2.	Technique de piégeage de <i>Jacobiasca lybica</i> .....	29
4.2.1.	Dispositif de suivi de la dynamique des populations adultes.....	29
4.2.2.	Dispositif de suivi de la dynamique des populations larvaires.....	30
4.3.	Etude de l'effet de la vigueur sur la dynamique de <i>Jacobiasca lybica</i> .....	30
4.4.	Dynamique des dégâts et sensibilité variétale.....	30
5.	Etude de la dynamique spatio-temporelle de <i>Planococcus ficus</i> .....	31
5.1.	Caractéristiques et description de la station d'étude .....	31
5.2.	Techniques de prélèvements de <i>Planococcus ficus</i> .....	31
5.2.1.	Dispositif de suivi de la dynamique des populations adultes et larvaires sur feuilles de vignes.....	32
5.2.2.	Dispositif de suivi de la dynamique des populations sur grappes de raisins	32
5.3.	Etude de l'effet des éléments minéraux sur la dynamique de <i>Planococcus ficus</i> .....	32
5.3.1.	Dispositif expérimental.....	32
5.3.2.	Prélèvement et dosage.....	33
5.4.	Dynamique des dégâts.....	33
5.4.1.	Dégâts.....	33
5.4.2.	Cartographie des attaques.....	34
6.	Analyses statistiques.....	34
6.1.	Analyses de variance (SYSTAT vers. 12, SPSS 2009).....	34
6.2.	Corrélations-régressions (SYSTAT vers. 12, SPSS 2009 et Excel™).....	34
6.3.	Analyses multivariées (PAST vers. 1.37, Hammer <i>et al.</i> , 2001).....	35
<b>CHAPITRE 3 : RESULTATS.....</b>		<b>35</b>
1.	Etude de la biocénose dans un agro écosystème viticole.....	35
1.1.	Analyse globale et composition taxonomique.....	35
1.2.	Evolution temporelle de la biocénose.....	38
1.2.1.	Evolution mensuelle.....	38

1.2.2.	Evolution saisonnière.....	39
1.3.	Evolution temporelle des différents groupes fonctionnels.....	40
1.3.1.	Evolution mensuelle.....	40
1.3.2.	Evolution saisonnière.....	41
2.	Dynamique spatio-temporelle de <i>Lobesia botrana</i> .....	42
2.1.	Dynamique des vols des males.....	42
2.1.1.	Au niveau des cépages de cuves.....	42
2.1.2.	Au niveau des cépages de tables.....	47
2.1.3.	Comparaison des deux techniques de piégeages.....	47
2.2.	Dynamique des vols des femelles.....	51
2.2.1.	Au niveau des cépages de cuves.....	51
2.1.2.	Au niveau des cépages de tables.....	51
2.3.	Analyse globale de la dynamique spatio-temporelle des adultes.....	57
2.4.	Dynamique de la ponte.....	57
2.4.1.	Dynamique spatio-temporelle de la ponte.....	57
2.4.2.	Répartition de la ponte des œufs de <i>Lobesia botrana</i> sur grappes.....	58
2.5.	Cycle interprétatif <i>Lobesia botrana</i> sur <i>Vitis vinifera</i> en Mitidja.....	59
2.6.	Dynamique des dégâts.....	61
3.	Dynamique spatio-temporelle de <i>Jacobiasca lybica</i> .....	63
3.1.	Dynamique des populations adultes et larvaires de <i>Jacobiasca lybica</i> .....	63
3.1.1.	Au niveau des cépages de cuves.....	63
3.1.2.	Au niveau des cépages de tables.....	68
3.2.	Analyse globale de la dynamique spatio-temporelle des populations adultes et larvaires.....	72
3.3.	Cycle interprétatif de <i>Jacobiasca lybica</i> sur <i>Vitis vinifera</i> en Mitidja.....	74
3.4.	Etude de l'effet vigueur sur la dynamique de <i>Jacobiasca lybica</i> .....	76
3.5.	Dégâts et sensibilité variétale.....	78
4.	Dynamique spatio-temporelle de <i>Planococcus ficus</i> .....	81
4.1.	Dynamique des populations adultes et larvaires.....	81
4.1.1.	Au niveau des cépages de cuves.....	81
4.1.2.	Au niveau des cépages de tables.....	85

4.2. Dynamique saisonnière des populations de <i>Planococcus ficus</i> sur grappes.....	89
4.3. Analyse globale de la dynamique spatio-temporelle de <i>Planococcus ficus</i> .....	93
4.4. Cycle interprétatif de <i>Planococcus ficus</i> sur <i>Vitis vinifera</i> en Mitidja.....	95
4.5. Effet des éléments minéraux sur la répartition de <i>Planococcus ficus</i> .....	97
4.6. Dynamique des dégâts.....	99
4.6.1. Dégâts.....	99
4.6.2. Cartographie des attaques.....	101
<b>CHAPITRE 5 : DISCUSSIONS.....</b>	<b>108</b>
1. Biocénose de l'agro-écosystème viticole.....	108
2. Dynamique spatio-temporelle et dégâts de <i>Lobesia botrana</i> .....	112
3. Dynamique spatio-temporelle et dégâts de <i>Jacobiasca lybica</i> .....	116
4. Dynamique spatio-temporelle et dégâts de <i>Planococcus ficus</i> .....	122
<b>CONCLUSIONS GENERALES ET PERSPECTIVES.....</b>	<b>129</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>133</b>
<b>ANNEXES.....</b>	

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 :	Description morphologique des différents stades de <i>Lobesia botrana</i> .....	6
Figure 2 :	<i>Jacobiasca lybica</i> .....	10
Figure 3 :	Premiers symptômes des attaques de <i>Jacobiasca lybica</i> sur cépages de cuves et de tables dans la Mitidja.....	11
Figure 4 :	Biogéographie de <i>Planococcus ficus</i> (Signoret, 1875).....	12
Figure 5 :	Vue de la face dorsale de la femelle de <i>Planococcus ficus</i> (Signoret, 1875).....	13
Figure 6 :	Limite géographique de la Mitidja.....	17
Figure 7 :	Diagramme ombrothermique de la région d'étude des années 2005, 2006, 2007 et 2008.....	20
Figure 8 :	Place de la région d'étude dans le climagramme d'Emberger.....	22
Figure 9 :	Localisation des stations d'études dans la Mitidja Occidentale.....	23
Figure 10 :	Croquis parcellaire des deux stations d'études.....	24
Figure 11 :	Techniques de Piégeages de <i>Lobesia botrana</i> en vignoble.....	27
Figure 12 :	Dispositif de capture des cicadelles adultes par le piège triangulé mis en place sur cépages de cuves et de tables dans la Mitidja en 2006, 2007 et 2008.....	30
Figure 13 :	Dispositif d'échantillonnage des feuilles sur la canopée de la vigne.....	32
Figure 14 :	Exemple de grille d'échantillonnage dans une parcelle de vigne.....	34
Figure 15 :	Evolution mensuelle de la biocénose de l'agro-écosystème viticole en la Mitidja en 2005.....	39
Figure 16 :	Evolution saisonnière de la biocénose de l'agro-écosystème viticole dans la Mitidja en 2005.....	40
Figure 17 :	Evolution mensuelle des principaux groupes fonctionnels de l'agro-système viticole dans Mitidja en 2005.....	41
Figure 18 :	Evolution saisonnière des principaux groupes fonctionnels de l'agro-système viticole dans la Mitidja en 2005.....	42
Figure 19 :	Fluctuations des populations adultes mâles de <i>Lobesia botrana</i> sur trois cépages de cuves dans la Mitidja en 2006.....	44

Figure 20 :	Fluctuations des populations adultes mâles de <i>Lobesia botrana</i> sur trois cépages de cuves dans la Mitidja en 2007.....	45
Figure 21 :	Fluctuations des populations adultes mâles de <i>Lobesia botrana</i> sur trois cépages de cuves dans la Mitidja en 2008.....	46
Figure 22 :	Fluctuations des populations adultes mâles de <i>Lobesia botrana</i> sur trois cépages de tables dans la Mitidja en 2006.....	48
Figure 23 :	Fluctuations des populations adultes mâles de <i>Lobesia botrana</i> sur trois cépages de tables dans la Mitidja en 2007.....	49
Figure 24 :	Fluctuations des populations adultes mâles de <i>Lobesia botrana</i> sur trois cépages de tables dans la Mitidja en 2008.....	50
Figure 25 :	Corrélation entre les deux méthodes de captures, pièges à phéromones et pièges alimentaires, pour l'estimation du nombre d'adultes mâles présents sur cépages de cuves et de tables dans la Mitidja.....	52
Figure 26 :	Fluctuations des populations femelles adultes de <i>Lobesia botrana</i> sur trois cépages de cuves dans la Mitidja.....	53
Figure 27 :	Fluctuations des populations femelles adultes de <i>Lobesia botrana</i> sur trois cépages de tables dans la Mitidja.....	54
Figure 28 :	Dynamique spatio-temporelle des populations adultes au cours des campagnes viticoles 2006, 2007 et 2008 dans les vignobles de la Mitidja.....	56
Figure 29 :	Dynamique spatio-temporelle de la ponte chez l'Eudémis de la vigne au cours des campagnes viticoles 2006,2007 et 2008 dans les vignobles de la Mitidja.....	58
Figure 30 :	Répartition de la ponte selon la position de la grappe et en fonction des générations de <i>Lobesia botrana</i> au cours des campagnes viticoles 2006, 2007 et 2008 dans les vignobles de la Mitidja.....	59
Figure 31 :	Cycle interprétatif de <i>Lobesia botrana</i> sur <i>Vitis vinifera</i> dans la Mitidja.....	60
Figure 32 :	Pourcentage de grappes attaquées par <i>Lobesia botrana</i> en 4 <sup>ème</sup> génération sur cépages de cuves et de tables en fonction des années dans la Mitidja.....	62
Figure 33 :	Dégâts de <i>Lobesia botrana</i> sur grappes de raisins.....	63
Figure 34 :	Fluctuations des populations de <i>Jacobiasca lybica</i> cicadelle verte sur trois cépages de cuves dans la Mitidja en 2006.....	65
Figure 35 :	Fluctuations des populations de <i>Jacobiasca lybica</i> cicadelle verte sur trois cépages de cuves dans la Mitidja en 2007.....	66
Figure 36 :	Fluctuations des populations de <i>Jacobiasca lybica</i> cicadelle verte sur trois cépages de cuves dans la Mitidja en 2008.....	67
Figure 37 :	Fluctuations des populations de <i>Jacobiasca lybica</i> cicadelle verte sur trois cépages de tables dans la Mitidja en 2006.....	69
Figure 38 :	Fluctuations des populations de <i>Jacobiasca lybica</i> cicadelle verte sur trois cépages de tables dans la Mitidja en 2007.....	70

Figure 39 :	Fluctuations des populations de <i>Jacobiasca lybica</i> cicadelle verte sur trois cépages de tables dans la Mitidja en 2008.....	71
Figure 40 :	Dynamique spatio-temporelle des populations adultes et larvaires de <i>Jacobiasca lybica</i> au cours des campagnes viticoles 2006, 2007 et 2008 dans les vignobles de la Mitidja.....	73
Figure 41 :	Cycle interprétatif de <i>Jacobiasca lybica</i> sur <i>Vitis vinifera</i> en Mitidja.....	75
Figure 42 :	Analyse multivariée « ACP » représentant : Effet cépages, effet vigueur et répartition des populations adultes et larvaires de <i>Jacobiasca lybica</i> cicadelle verte sur cépages de cuves et de tables dans la Mitidja.....	77
Figure 43 :	Dégâts ou grillures des feuilles sur cépages de cuves dans les vignobles de la Mitidja en 2006.....	79
Figure 44 :	Sensibilité variétale des cépages de cuves et de tables vis-à-vis de <i>Jacobiasca lybica</i> en fonction des années dans la Mitidja.....	80
Figure 45 :	Fluctuations des populations de <i>Planococcus ficus</i> cochenille farineuse sur trois cépages de cuves dans la Mitidja en 2006.....	82
Figure 46 :	Fluctuations des populations de <i>Planococcus ficus</i> cochenille farineuse sur trois cépages de cuves dans la Mitidja en 2007.....	83
Figure 47 :	Fluctuations des populations de <i>Planococcus ficus</i> cochenille farineuse sur trois cépages de cuves dans la Mitidja en 2008.....	84
Figure 48 :	Fluctuations des populations de <i>Planococcus ficus</i> cochenille farineuse sur trois cépages de tables dans la Mitidja en 2006.....	86
Figure 49 :	Fluctuations des populations de <i>Planococcus ficus</i> cochenille farineuse sur trois cépages de tables dans la Mitidja en 2007.....	87
Figure 50 :	Fluctuations des populations de <i>Planococcus ficus</i> cochenille farineuse sur trois cépages de tables dans la Mitidja en 2008.....	88
Figure 51 :	Dynamique saisonnière des populations de <i>Planococcus ficus</i> sur grappes au cours des campagnes viticoles 2006, 2007 et 2008 dans les vignobles de la Mitidja.....	89
Figure 52 :	Variations saisonnières de la dynamique de <i>Planococcus ficus</i> sur les six cépages étudiés.....	91
Figure 53 :	Variations mensuelles de la dynamique de <i>Planococcus ficus</i> sur les six cépages étudiés.....	92
Figure 54 :	Variations mensuelles et annuelles de la dynamique de <i>Planococcus ficus</i> sur les six cépages étudiés.....	93
Figure 55 :	Dynamique spatio-temporelle des populations adultes et larvaires de <i>Planococcus ficus</i> au cours des campagnes viticoles 2006, 2007 et 2008 dans les vignobles de la Mitidja.....	94
Figure 56 :	Cycle interprétatif de <i>Planococcus ficus</i> sur <i>Vitis vinifera</i> en Mitidja.....	96

Figure 57 :	Analyse multivariée « ACP » représentant : Effets des éléments minéraux et sucres totaux en fonction de la canopée de la vigne sur la répartition des populations adultes et larvaires de <i>Planococcus ficus</i> cochenille farineuse sur cépages de cuves et de tables dans la Mitidja.....	98
Figure 58 :	Classification hiérarchique de la d'ordre 2 des projections sur l'A.C.P. La ligne rouge indique le niveau de troncature retenu pour définir les différents groupes....	99
Figure 59 :	Sensibilité variétale des cépages de cuves et de tables vis-à-vis de <i>Planococcus ficus</i> en fonction des années dans la Mitidja.....	100
Figure 60 :	Cartographie des attaques de la cochenille farineuse <i>Planococcus ficus</i> dans une parcelle cépage Cinsault dans la Mitidja en 2007.....	102
Figure 61 :	Cartographie des attaques de la cochenille farineuse <i>Planococcus ficus</i> dans une parcelle cépage Grenache dans la Mitidja en 2007.....	103
Figure 62 :	Cartographie des attaques de la cochenille farineuse <i>Planococcus ficus</i> dans une parcelle cépage Carignan dans la Mitidja en 2007.....	105
Figure 63 :	Dégât de <i>Planococcus ficus</i> sur cépages de cuves en 2007 dans la Mitidja.....	106
Figure 64 :	Evaluation de la production des cépages de cuves étudiés aux cours des années (2005, 2006, 2007) dans Mitidja .....	107

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 :	Caractéristiques des cépages ayant servi à l'étude de la biocénose.....	25
Tableau 2 :	Caractéristiques des cépages ayant servi aux suivis de la dynamique des populations de <i>Lobesia botrana</i> .....	26
Tableau 3 :	Caractéristiques des cépages ayant servi aux suivis de la dynamique des populations de <i>Jacobiasca lybica</i> .....	29
Tableau 4 :	caractéristiques des cépages ayant servi aux suivis de la dynamique des populations de <i>Planococcus ficus</i> .....	31
Tableau 5 :	Abondance et richesse de la biocénose de l'agro-écosystème viticole.....	36
Tableau 6 :	Modèle G.L.M. appliqué à la dynamique spatio-temporelle des populations adultes de l'Eudémis (N=54).....	55
Tableau 7 :	Modèle G.L.M. appliqué pour l'étude de la dynamique de la ponte chez l'Eudémis de la vigne (N=54).....	57
Tableau 8 :	ANOVA de la micro-répartition de la ponte chez l'Eudémis de la vigne (N=54).....	58
Tableau 9 :	Modèle G.L.M. appliqué à la dynamique spatio-temporelle des populations adultes et larvaires de la cicadelle verte (N=54).....	73
Tableau 10 :	Modèle G.L.M. appliqué à la dynamique des Cochenilles farineuses sur grappe (N=72).....	89
Tableau 11 :	Analyses de variances de la dynamique de <i>Planococcus ficus</i> sur grappes en fonction des cépages et des années (N=72).....	90
Tableau 12 :	Tableau : Analyses de variances de la de la dynamique mensuelle de <i>Planococcus ficus</i> sur grappes en fonction des cépages (N=72).....	91
Tableau 13 :	Analyses de variances de la dynamique mensuelle et annuelles de <i>Planococcus ficus</i> sur grappes (N=72).....	92
Tableau 14 :	Modèle G.L.M. pour les formes adultes et larves de la cochenille (N=54).....	94
Tableau 15 :	Corrélation des dosages des éléments minéraux et des sucres totaux au niveau des trois cépages sains échantillonnés.....	97
Tableau 16 :	Corrélation des dosages des éléments minéraux, des sucres totaux au niveau des trois cépages infestés échantillons en fonction des densités des populations adultes et larvaires de <i>Planococcus ficus</i> échantillonnés.....	97
Tableau 17 :	Production parcellaire aux cours des années d'études (2005, 2006 et 2007)	107

## LISTE DES ABREVIATIONS

- I.T.A.F.V. Institut Technique d'Arboriculture Fruitière et de Viticulture
- R.C.I. Régulateurs de croissance d'insectes
- I.C.I. Inhibiteurs de croissance d'insectes
- O.N.M. Office National de Météorologie
- A.C.T.A. Action et Collaboration en Techniques Arboricoles
- I.T.V. Institut Technique de la Vigne
- D.C.A. Dedendred Corrspondance Analysis
- E.U.R.L. Entreprise Unique à Responsabilité Limitée

## RESUME

Dynamique Spatio-temporelle et Dégâts de *Lobesia botrana* (Denis & Schiffermuller, 1776) (Lepidoptera : Tortricidae), *Jacobiasca lybica* ( Bergerin & Zanon, 1922), (Hemiptera : Jassidae) et *Planococcus ficus* (Signoret, 1875) (Hemiptera : Pseudococcidae) dans les Vignobles de la Mitidja

Cette thèse présente les résultats relatifs à la biocénose et aux populations des bioagresseurs dans l'agro-écosystème viticole dans la Mitidja. De plus, elle met en évidence la dynamique spatio-temporelle de trois ravageurs potentiels du vignoble algérien *Lobesia botrana*, *Jacobiasca lybica* et *Planococcus ficus*. L'analyse de la biocénose au sein de ces milieux viticoles montre une diversité d'arthropodes appartenant à plusieurs groupes fonctionnels. Soit un total de 7540 spécimen a été récolté au cours de l'année 2005. Les relevés bimensuels ont permis de capturer cinq groupes fonctionnels répartis sur 3449 individus phytophages, 3256 individus opophages, 22 individus xylophages, 778 individus prédateurs et 35 individus parasitoïdes. L'étude de la dynamique spatio-temporelle et les dégâts des trois ravageurs potentiels ont été suivi en 2006, 2007 et 2008. Les résultats ont montré que pour *Lobesia botrana* quatre vols ont été observés, la ponte varie selon les cépages, les années et les générations. Quant aux dégâts, les cépages de cuves sont les plus sensibles en raison de la structure de leurs grappes. Les fluctuations des populations de cicadelles *Jacobiasca lybica* ont permis de relever quatre pics, correspondant à quatre générations annuelles. La vigueur des plants semble exercer un effet sur la distribution des populations de cette cicadelle, les cépages les plus vigoureux sont les plus infestés et les plus attaqués. En ce qui concerne *Planococcus ficus*, le suivi des populations a montré la succession de cinq pics, le suivi des populations sur grappe de raisin a montré un effet cépage très marqué, particulièrement pour les cépages de cuves. En revanche l'étude de l'effet des composés biochimiques et des sucres totaux n'a pas montré une réelle interaction entre ces éléments et cette répartition. La dynamique des dégâts révèle des différences entre cépages et années, l'évolution des attaques fait ressortir d'importantes pertes qui varient entre 3 à 43% pour l'eudémis, 5 à 90% pour la Cicadelle verte et 2 à 56% pour la Cochenille farineuse.

**Mots clés :** Biocénose, Dynamique, Dégâts, *Lobesia botrana*, *Jacobiasca lybica*, *Planococcus ficus*, vignoble, Mitidja

## Abstract :

Spatial-temporel dynamics and damages score of *Lobesia botrana* (Denis & Schiffermuller, 1776) (Lepidoptera : Tortricidae), *Jacobiasca lybica* ( Bergerin & Zanon, 1922), (Hemiptera : Jassidae) et *Planococcus ficus* (Signoret, 1875) (Hemiptera : Pseudococcidae) in Mitidja vineyards.

This thesis present the results according to the biocenosis and the populations of the bioagresseurs in the wine agro-ecosystem in Mitidja vineyard. Moreover, it highlights the space-time dynamics of three potential pests of the Algerian vineyard *Lobesia botrana*, *Jacobiasca lybica*, *Planococcus ficus*. The analyses of the biocenosis with these wine mediums shows a diversity of arthropods belonging to several functional groups with total of 7540 species are harvest at 2005 year; corresponding at 3449 individual phytophagous, 3256 individual opophagous, 22 individual xylophages, 778 individual predators and 35 individual parasitoids.

The Spatial-temporel dynamics and the damage of the three principal pests were followed in 2006, 2007 and 2008. The results showed that for *Lobesia botrana* four flights were observed, the laying varieties according to the grapes varieties, the years and the generations. For the damage, the varieties of grapes of tanks are most sensitive because of the structure of their bunches. Monitoring of the population of green leafhopper *Jacobiasca lybica* showed four peaks, corresponding to four annual generations. The strength of the seedlings seems to exert an effect on the distribution of the populations of this leafhopper, the most vigorous varieties of grapes are infested and the most famous attacked. With regard to mealybugs *Planococcus ficus*, the follow-up of the populations have shown the succession of five peaks, the follow-up of the populations on bunch of grapes showed very marked a variety of grapes effect, particularly for type of grapes of tanks. On the other hand the study of the effect of the biochemical compounds and total sugars did not show a real interaction between these elements and this distribution. The dynamics of the damage reveals differences between varieties of grapes and years; the evolution of the attacks emphasizes important losses due to these attacks. The evolution of the attacks emphasizes important losses due to these attacks from 3 to 43% for moth grape, for 5 to 90% for the green leafhopper and 2 to 56% for mealybugs.

**Keys Words :** Biocenosis, Dynamics, Damage Scors, *Lobesia botrana*, *Jacobiasca lybica*, *Planococcus ficus*, Vineyards, Mitidja

## ملخص:

حركة العشانر الزمنية والمكانية وضرر *Lobesia botrana* (Denis & Schiffermuller, 1776) (Lepidoptera : Tortricidae), *Jacobiasca lybica* ( Bergerin & Zanon, 1922), (Hemiptera : Jassidae) *Planococcus ficus* (Signoret, 1875) (Hemiptera : Pseudococcidae) في كروم متيجة

هذه الرسالة تعرض النتائج المتحصل عليها حول العشانر البيولوجية للآفات في النظم الإيكولوجية الزراعية في كروم متيجة. وعلاوة على ذلك ، فإنها تلقي الضوء على حركية العشانر المكانية والزمانية لثلاثة آفات حشرية المنتشرة المحتملة *Lobesia botrana*, *Jacobiasca lybica*, *Planococcus ficus* في كروم الجزائر.

تحليل الكائنات الحية في بيئات الكروم تظهر تنوع المفصليات ينتمون إلى جماعات وظيفية عدة. وتلت دراسة حركية التوزيع الظرفي و المكاني و نسبة الضرر الخارجي الناتج من إصابة هاته الآفات الحشرية الثلاث المذكورة أعلاه . خلال سنوات 2006 و 2007 و 2008. حيث أظهرت النتائج أربعة أجيال لحشرة *Lobesia botrana* و التي تختلف حسب نوعية أصناف الكروم والسنوات .

كما بينت النتائج تقلبات مختلفة لنشاط أوراق العنب *Jacobiasca lybica* حيث حددت أربعة قمم موافقة لأربعة أجيال سنوية. كما تلعب نسبة كثافة النبات تأثيرا هاما على توزيع عشانر هذه الحشرة النطاطة، و الذي يظهر جليا في أقوى أصناف العنب كثافة هم أشد وطأة لهجوم *Jacobiasca lybica*

أما فيما يتعلق بـ *Planococcus ficus* حيث بين رصد حركية العشانر تعاقب خمس قمم، متوافقة لخمس أجيال . كما بينت النتائج تنوع في رصد العشانر في كروم العنب كما أظهرت تأثيرا ملحوظا للغاية ، وخاصة بالنسبة لأصناف كروم التحويل . لكن دراسة تأثير المركبات الكيميائية الحيوية والسكريات مجموع تظهر أي تفاعل حقيقي بين هذه المكونات والتوزيع. حيث سلط الضوء على تطور الهجمات و حركية الضرر وكشف الفروق بين أصناف الكروم و تعاقب السنوات ، خسائر فادحة نتيجة لهجمات *Planococcus ficus*

الكلمات الأساسية: حركية عشانر الضرر الظاهري *Lobesia botrana*, *Jacobiasca lybica*, *Planococcus ficus*, كروم متيجة

# INTRODUCTION

## INTRODUCTION

La protection des cultures est principalement réalisée en luttant contre les insectes ravageurs ou vecteurs de maladies qui sont les principaux responsables de pertes considérables dans les systèmes de production agricole. Pimentel (1991), estime que sans aucune lutte contre les insectes, les agents pathogènes et les mauvaises herbes, les pertes occasionnées pourraient dépasser 35% de la production agricole. Cette lutte est encore très dépendante de l'utilisation de pesticides, mais la nécessité d'utiliser des méthodes de lutte différentes s'est révélée accentuée après l'apparition de problèmes environnementaux et d'une diminution globale de l'efficacité de ces traitements.

Ainsi, l'utilisation intensive des pesticides (augmentation des doses et de la fréquence des traitements) a fait apparaître des résistances dans les populations cibles qui sont responsables de leur baisse d'efficacité générale (Riba & Silvy, 1989 ; Rajnchapel-Messai, 1993).

La faible diversité des écosystèmes agricoles (monocultures, utilisation intensive de pesticides, pratiques culturales...) rend ces systèmes très vulnérables à un changement d'équilibre entre les populations (Vincent & Coderre, 1992).

Ainsi, l'utilisation intensive de pesticides a provoqué la destruction de l'entomofaune utile, qui a entraîné la résurgence d'organismes nuisibles après une période de faibles effectifs, ou l'émergence de nouveaux prédateurs comme les cicadelles des grillures en Algérie (Ait Said, 2002; Bounaceur *et al.*, 2006).

Les mesures de relance du potentiel de production prises dans le cadre des orientations du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche s'appuient sur le programme de la modification de l'assiette viticole dans un but de rajeunissement et de développement du vignoble par un rajeunissement riche et diversifié grâce à l'introduction de nouveaux cépages dits améliorateurs tel que le Cabernet-Sauvignon, Syrah, Merlot ... etc. Ce programme porte sur la réhabilitation de la vigne, culture déjà connue dans le passé.

La vigne est une culture sensible à un grand nombre de pathogènes et de ravageurs. En Algérie, les pertes générées coûtent à la viticulture des milliards de dinars chaque année pour une surface de 94.025 ha de vigne. Dans les vignobles, plus de 45 virus différents et une dizaine de maladies de type virale dont la transmission s'effectue par les voies de multiplication végétative (bouturage et greffage) ou par des vecteurs comme les nématodes et les cochenilles, ont été caractérisés et causent d'importants problèmes (Esmajeaud, 2000; Sforza, 2000). Outre ces pathogènes, les maladies fongiques et bactériennes dont les plus importantes sont le mildiou, *Plasmopara viticola*, l'oïdium *Uncinula necator* et le *Botrytis cinerea* causent des dégâts non négligeables.

Les ravageurs de la vigne sont les autres causes principales responsables des pertes dans les vignobles. Parmi celles-ci, nous pouvons distinguer les nématodes, les acariens, les lépidoptères, les cochenilles et les cicadelles. La plupart de ces déprédateurs ont été introduits en Algérie où plusieurs d'entre eux sont susceptibles certaines années de causer des dommages considérables dans certaines régions viticoles comme fut le cas de la cicadelle des grillures en 2004, 2005 et 2007 dans les vignobles de la Mitidja et de l'Oranais (Bounaceur, 2008).

La viticulture Algérienne dégage chaque année en moyenne un excédent de devises, de milliards de Dinars qu'elle doit à un potentiel de production de milliers d'hectares de vigne de table et de cuve. Cette production n'est assurée que près d'un nombre très élevé de traitements fongicides contre les maladies des feuilles et des grappes d'une part, de traitements insecticides et acaricides contre les ravageurs des feuilles et des grappes d'autres part (Anonyme, 1996).

Si la viticulture offre à l'industrie phytosanitaire un marché important (Fongicides, acaricides, et insecticides), il n'en demeure pas moins que les exigences des consommateurs en matière de résidus et de qualité de produits, les soucis de protection de l'environnement au sens large et le développement de populations parasites résistants aux pesticides conduisent aujourd'hui à l'obligation de mieux gérer l'utilisation des intrants chimiques.

La mise en œuvre de méthodes de lutte raisonnée : chimique, biologique et biotechnologique, est beaucoup plus exigeante que la lutte par insecticides à large spectre. Elle nécessite de ce fait la connaissance précise des périodes de développement de l'insecte en liaison avec son importance numérique donc de la dynamique des populations. Au plan conceptuel, il est donc nécessaire de connaître les paramètres à prendre en compte pour évaluer l'incidence d'itinéraire agro technique (lutte chimique et autres moyens de lutte) sur la biodiversité génétique des populations de ravageurs, en particulier les ravageurs ayant une incidence économique considérable telles que les cicadelles vertes, les cochenilles farineuses et l'eudémis.

Aujourd'hui, l'agriculture doit devenir durable et prendre en considération la protection de l'environnement, de la santé humaine et la sécurité alimentaire. Pour mettre en œuvre de nouvelles pratiques agricoles intégrant une gestion rationnelle des organismes nuisibles, il est fondamental de mieux comprendre les relations entre insectes ravageurs et leurs plantes hôtes.

Dans ce contexte et devant le manque des travaux sur les ravageurs de la vigne en Algérie. Notre objectif s'inscrit à inventorier tous les ravageurs de la vigne, étudier leurs bio écologie, de comprendre leurs comportements, afin de nous permettre de prévenir leurs risques d'apparition et développer des stratégies de lutte raisonnée visant à une utilisation rationnelle de produits chimiques, protéger l'environnement, l'utilisateur et le consommateur en limitant les seuils de résidus de certaines matières actives.

Parmi les ravageurs de la vigne, l'eudémis de la vigne (*Lobesia botrana* Den & Schiff, 1776), la cicadelle verte (*Jacobiasca lybica* Bergevin & Zanon, 1922) et la cochenille farineuse

(*Planococcus ficus* Signoret, 1875), sont des espèces responsables d'importantes pertes qualitatives et quantitatives au sein du vignoble algérien.

La lutte contre ces ravageurs passe par l'épandage de produits insecticides de façon périodique, du printemps à la fin de l'été. Cette méthode de lutte chimique systématique fait de moins en moins d'adaptés chez les viticulteurs et cela pour trois sortes de motivations :

- Le coût de cette protection est excessif par rapport aux résultats obtenus ;
- Des motivations d'ordre écologique : l'emploi répété d'insecticides est responsable de la destruction de la faune auxiliaire et de l'apparition de ravageurs résistants ;
- Des intérêts économiques avec le développement de lois drastiques réglementant le taux de résidus de pesticides dans le raisin et dans les sous produits de transformations (jus et vins).

Le viticulteur doit disposer de renseignements fiables permettant d'éviter les interventions phytosanitaires inutiles. Des connaissances approfondies sur la bio-écologie des ravageurs, leurs comportements, leurs distributions, leurs préférences ainsi que la connaissance de la dynamique de ces populations sont indispensables de nos jours en vu d'une meilleure gestion des ravageurs potentiels des vignobles.

Dans ce raisonnement de la lutte, il faut prévoir le risque encouru qui est une composante du nombre d'insectes et du seuil de tolérance du vignoble. Une telle prévision passera par la mise au point d'un système de monitoring et de surveillance fiable, visant à détecter les ravageurs au moment opportun afin de bien comprendre leurs éthologies en fonction des stades phénologiques de la plante hôte «vigne» et leurs répartitions spatio-temporelles, par des outils d'analyses de cartographie, en vue d'adopter les meilleurs stratégies de lutte raisonnée.

Nous nous proposons dans ce travail, d'établir une liste exhaustive des principaux bioagresseurs de la vigne. Plus précisément, nous essayerons d'apporter des éclaircissements sur les points suivants :

- La biocénose de l'agro-écosystème viticole au cours d'un cycle annuel.
- La dynamique spatio-temporelle des ravageurs potentiels (l'eudémis de la vigne (*Lobesia botrana* Den & Schiff, 1776), la cicadelle verte (*Jacobiasca lybica* Berger & Zanon, 1922) et la cochenille farineuse (*Planococcus ficus* Signoret, 1875), ayant un impact économique au cours de trois campagnes viticoles consécutives ; 2006, 2007 et 2008 dans les vignobles de la Mitidja par des systèmes de monitoring appropriés.

L'ensemble de ces travaux doit permettre d'améliorer la connaissance des bioagresseurs inféodés à la vigne, ainsi que leurs nuisibilités en vue d'une meilleure gestion viticole dans le cadre d'une viticulture durable.

# CHAPITRE I. SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

## CHAPITRE 1 : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

### 1. Données bibliographiques sur l'eudémis, (*Lobesia botrana*) (Denis et Schiffermuller, 1776)

#### 1.1. Position systématique

L'eudémis de la vigne, appelé communément « Tordeuse ou Ver de la grappe », est un microlépidoptère hétérocère. Les papillons hétérocères, présentent des ailes souvent de couleur terne et repliées en toit et leurs antennes filiformes ou pectinées. Cet insecte appartient à l'ordre des Lepidoptera, famille des Tortricidae, sous-famille des Olethreutinae, genre *Lobesia botrana* (Denis et Schiffermuller, 1776), (Balachowsky, 1966).

#### 1.2. Historique et répartition géographique

L'eudémis a été décrit pour la première fois en 1776 en Autriche où il a été signalé comme ravageur de la vigne en 1800 (Kollar, 1837 *in* Bovey, 1966). Avec l'augmentation des rendements de la vigne au cours du XIXe siècle, l'eudémis s'est propagé, comme plusieurs autres maladies et ravageurs (mildiou, oïdium, phylloxera, ... etc), dans tous les vignobles. Sa présence fut signalée en 1854 en Allemagne, en 1865 en Russie, en 1869 en Hongrie, en 1880 en Suisse, en 1889 au Luxembourg et en Italie vers la même époque (Bovey, 1966 ; Galet, 1982 ; Torres-Villa, 1995).

C'est une espèce paléarctique dont l'aire de distribution est assez limitée, elle est abondante dans toutes les régions viticoles méridionales, dont celle du bassin méditerranéen (France – Italie – Espagne – Grèce - Afrique du nord – Libye – Egypte ... etc) (Bovey, 1966 *in* Cauter, 1996).

En Algérie, l'Eudémis était signalé pour la première fois en 1904 par Vermiel. Sa répartition n'a été constatée qu'en 1930 et 1931, au cours de ces années l'Eudémis a fait des ravages dans la plus grande partie de la Mitidja (Bourkika, Ahmeur-El-Ain ... etc) et du Sahel (Dellassus *et al.*, 1933).

#### 1.3. Description morphologique

L'eudémis est un insecte holométabole (à métamorphose complète) dont le cycle reproducteur comporte quatre stades : l'œuf, la larve ou chenille, la chrysalide et l'adulte.

**L'œuf**, en forme de lentille d'un diamètre inférieur à 1 mm, est collé isolément sur l'organe fructifère de la plante. La durée d'incubation des œufs, entre la ponte et l'éclosion d'une chenille, est de 7 à 11 jours au printemps et de 3 à 5 jours en été, en fonction de la température.

**La chenille** présente cinq stades larvaires où sa taille passe d'environ 1 mm (L<sub>1</sub>) à 10 à 12 mm de long (L<sub>5</sub>), entre 21 à 28 jours. Au cours du dernier stade larvaire, la chenille cesse de s'alimenter et construit un cocon plus épais pour se métamorphoser. Sur la vigne, la nymphose a lieu le plus souvent sur le bordure desséchée d'une feuille, entre deux feuilles, entre une feuille et une trappe, ou bien dans les anfractuosités de l'écorce pour les chenilles entrant en diapause (Roehrich, 1969 et 1977), (figure, 1b ).

**La chrysalide** d'aspect fusiforme, mesure entre 4 et 7 mm de longueur. La nymphose dure entre 5 et 7 jours au bout desquels des mouvements abdominaux annoncent l'émergence (figure, 1c).

**L'adulte**, émerge au cours des 5 premières heures de la photophase lorsque la température est au-dessus de 12 à 14°C (Stoeva, 1979). Ses ailes antérieures sont marbrées de taches marron et grises bleutées, traversées transversalement par une bande brunâtre. Il mesure 5 à 8 mm de long et 10 à 13 mm d'envergure (figure, 1a).

Il n'existe pas de dimorphisme sexuel marqué mais la femelle se distingue du mâle par un abdomen plus renflé avec une dépression circulaire à l'extrémité.

#### 1.4. Cycle de vie

L'eudémis est un insecte polyvoltin dont le nombre de générations (œuf à adulte) varie en fonction de la latitude et du climat. Dans les régions méditerranéennes une troisième génération est complétée avec souvent l'ébauche d'une quatrième. La température est le principal facteur déterminant l'existence d'une troisième ou quatrième génération. Le cycle de vie interprétatif établi dans les vignobles de la Mitidja fera l'objet de nos résultats de thèse.

**La première génération (G<sub>1</sub>)** est issue du 1<sup>er</sup> vol d'adultes provenant de la G<sub>3</sub> de l'année précédente et émergeant après une diapause hivernale. Ce vol a lieu avant la floraison de la vigne (mars à début avril), en fonction du cépage. Les femelles pondent leurs œufs isolément de préférence sur les inflorescences, soit directement sur un bouton floral (sur le côté ou dans la dépression située au sommet), soit sur la bractée des boutons floraux, soit parfois sur les pédicelles.

**La deuxième génération (G<sub>2</sub>)** est issue du 2<sup>ème</sup> vol d'adultes de la génération précédente. Ce vol se déroule, lorsque les grappes ont des baies vertes de la taille d'un pois ou sont au stade de fermeture de la grappe entre mai à juin. Les femelles pondent quasi exclusivement leurs œufs à la surface des baies de raisin immatures servant de refuge lors du comportement de fuite de la chenille.

**La troisième génération (G<sub>3</sub>)** est issue du 3<sup>ème</sup> vol qui commence au moment de la véraison entre fin juin à début juillet voir la première semaine d'août. Comme pour la seconde génération, les femelles pondent sur les baies et les chenilles s'alimentent sur ces dernières qui sont alors en voie de maturation. Les chenilles qui se développent sous une durée de jour inférieure à 12h entreront en diapause au stade nymphal (Roehrich, 1969). Ces chenilles se nymphosent de préférence sous l'écorce des ceps où dans les fentes d'échalas où elles passeront l'hiver (Causse *et al.*, 1984). Les chenilles les plus précoces ne subissent pas l'induction de la diapause nymphale et donneront des adultes formant un 4<sup>ème</sup> vol à la fin août, début septembre. La descendance de cette quatrième génération n'aura pas le temps de se nymphosent avant la vendange. D'après Bernon (1953, *in* Galet, 1982) une partie de cette quatrième génération pourrait néanmoins survivre sur des plantes sauvages comme *Daphne gnidium*.



**Figure 1 : Description morphologique des différents stades de *Lobesia botrana* (Denis et Schiffermuller, 1776) (Original)**

( a : adulte , b : Chenille , c : Chrysalide )

### 1.5. Dégâts

Durant la première génération, des dégâts directs dus à l'alimentation des chenilles de  $G_1$  ont une incidence généralement faible sur le poids de la récolte à maturité car la vigne possède une bonne capacité de compensation, pouvant supporter, selon le cépage, 1 à 4 glomérules par inflorescence (Roehrich & Schimid, 1979). Toutefois, ceci doit être modéré pour les cépages ayant de petites inflorescences (la rafle est attaquée) ou sensible à la coulure. Même si les

relations ne sont pas toujours claires, on pense que le niveau de population en  $G_1$  conditionne ceux en  $G_2$  et  $G_3$ .

Durant la deuxième génération, après avoir réuni plusieurs grains à l'aide de fils de soie, les chenilles perforent un grain au niveau de l'insertion pédonculaire ou au point de contact entre deux grains et creusent une galerie sous l'épiderme. Deux ou trois grains peuvent être attaqués. Les tunnels servent de refuge lors du comportement de fuite de la chenille.

Durant la troisième génération, les dégâts directs se caractérisent par la destruction des baies par les chenilles des générations estivales et sont négligeables durant la récolte. En revanche, les dégâts indirects dus à des pathogènes dont l'installation est favorisée par le comportement des chenilles, sont responsables des principales pertes quantitatives et qualitatives de la production. Les blessures causées par les chenilles (surtout celles de  $G_3$ ) fournissent des portes d'entrée à de nombreux champignons phytopathogènes (*Botrytis*, *Aspergillus*, *Alternaria*, *Rhizopus*, *Cladosporium*, *Penicillium*...) (Torres-Vila, 1995). Les chenilles favorisent la dissémination et l'installation du champignon par le transport des conidies sur le tégument et dans les fèces, la création de foyers précoces latents dans les baies vertes et de nombreuses blessures superficielles sur les baies mûres (Fermaud & Le Menn, 1989 ; 1992). Le champignon favoriserait quant à lui le développement des chenilles (Mondy, 1998 et Mondy & Corio-Costet, 2000). Toutefois, cette relation n'est pas obligatoire car *Botrytis cinerea* a la capacité de se développer seul, mais aussi peut être favorisé par d'autres ravageurs, comme *Drosophila melanogaster* (Louis *et al.*, 1996 in Barnay, 1999).

### 1.6. Plantes hôtes

Les principales plantes hôtes de l'eudémis confirmées récemment appartiennent aux genres *Vitis* et *Prunus*. Le daphné (*Daphne gnidium*) est considéré comme une plante hôte d'origine de l'eudémis car des chenilles ont souvent été trouvées en abondance sur cette plante dans différents pays autour du bassin méditerranéen (Marschal, 1912; Picard, 1913; Grassé, 1928 ; Nuzzaci & Triggiani, 1982 ; Tzanakakis, 1985). Le daphné est d'ailleurs une des plantes qui convient le mieux au développement larvaire de l'eudémis (Picard, 1913 ; Richard *et al.*, 2000). En Espagne, le daphné servirait de plante refuge à l'eudémis pendant l'hiver assurant le lieu entre génération des populations d'Eudémis sur vigne (Ruiz Castro, 1943 in Coscolla, 1997). Balachowsky (1928), indique également que l'eudémis peut vivre sur la flore sauvage pendant la mauvaise saison, Genduso (1985 in Coscolla, 1997) a signalé qu'en Sicile des papillons étaient présents fin février bien avant le débourrement de la vigne. Il est possible qu'au cours de l'année, l'eudémis change de plante hôte en fonction de la disponibilité des organes fructifères. Ainsi, en Grèce, il serait présent sur les inflorescences d'oliviers à proximité des vignobles (Savopoulou-Soultani *et al.*, 1990). Enfin, d'après Lozzia et Rigamonti (1995, in Coscolla, 1997), l'eudémis serait pratiquement absent des régions non viticoles, ce qui laisse penser que son adaptation récente à la vigne s'accompagnerait d'une augmentation de sa préférence pour celle-ci (Coscolla, 1997).

### 1.7. Moyens de lutte

L'eudémis constitue un ravageur principal de la vigne et c'est pour cette raison que de nombreux produits et procédés ont été expérimentés.

Les méthodes de lutte contre ce ravageur sont d'ordre chimique, biologique et biotechnologique.

- **Lutte chimique :** D'après Caute, (1996) les insecticides utilisés contre l'eudémis, sont les Organophosphorés, les Pyréthrinoides de synthèse, et les Carbamates, caractérisés par leurs actions de choc et leur efficacité ovicide. En fonction de ces critères, l'action de ces substances est soit préventive, soit curative, soit mixte. Ainsi, les produits Acylurées ont été utilisés comme lutte préventive à large spectre (Stockel , 2000).

- **Lutte biologique :** D'autres méthodes de lutte ont été essayées avec plus ou moins de succès, c'est la lutte biologique (Bull, 1982 ; Bouguerra, 1986 *in* Caute, 1996). Ce type de lutte s'effectue sur la ponte ou sur de très jeunes chenilles, donc avant l'apparition de dégâts par l'utilisation d'insectes auxiliaires hyménoptères tel que les trichogrammes et l'utilisation de la bactérie *Bacillus thuringiensis* (Babi, 1990 ; Thiery *et al.*, 2001).

- **Lutte biotechnique :** Utilisation des RCI et des ICI : il s'agit des produits essentiellement préventifs, le premier c'est un régulateur de croissance d'insecte (RCI) et le deuxième c'est un inhibiteur de croissance d'insecte (ICI) (Stockel, 1989).

- **La confusion sexuelle :** Cette méthode de lutte non insecticide présente un intérêt incontestable pour contrôler ce type de ravageur. Le principe de la méthode est simple, il convient d'empêcher le mâle de localiser la femelle et par la suite de s'accoupler (Roehrich *et al.*, 1976 ; Roehrich & Schimd, 1979 ; Thiery *et al.*, 1992 ; Stockel, 1993 ; Schimtz *et al.*, 1995 ; Stockel *et al.*, 1997 ; Stockel, 1993 ; Charmillot & Pasquier, 2000 ).

- **La stratégie 'Push-pull' ou confusion de ponte :** Selon (Thiery *et al.*, 2002), cette technique se base sur le comportement de la ponte de l'eudémis. Le principe de ce type de stratégie est de manipuler des signaux chimiques ou physiques gouvernant la sélection de l'hôte par un ravageur afin de modifier ces comportements de manière à protéger la culture (Foster & Harris, 1997). Pyke *et al.*, (1987) et Miller & Cowles (1991) ont proposé une stratégie appelée 'Push-pull' par le premier et 'stimulo-déterrent diversion' (détournement par dissuasion – stimulation) par le second, où la ressource est protégée par l'action combinée de signaux répulsifs et dissuasifs appliqués sur la culture et de signaux attractifs et stimulants appliqués sur des plantes pièges ou des leurres. Le ravageur ou sa ponte est alors détourné de la culture et peut être agrégé sur des pièges à l'extérieur de la parcelle, où un agent de contrôle spécifique pourra être appliqué pour diminuer sélectivement la population du ravageur (Pickett *et al.*, 1999 ; Agelopoulos *et al.*, 1999).

## 2. Données bibliographiques sur *Jacobiasca lybica* (Bergevin & Zanon, 1922)

### 2.1. Position systématique

*Jacobiasca lybica* est un insecte appartenant à l'ordre des hémiptères qui comprend des familles d'insectes très diverses.

*Jacobiasca lybica* appartient aux sous ordre des Auchenorrhyncha, groupe des Cocodomorpha, super famille des Membracoïdae, famille des Cicadellidae ou Jassidae et la sous famille des Typhlocybinae (Ribaut, 1936 ; Ribaut, 1952) qui ne comprend que des insectes de petite taille, se nourrissant sur le xylème, le phloème ou du contenu cellulaire des tissus mésophiles de la plante (Remane et Wechman, 1993).

## 2.2. Historique et répartition géographique

Polyphage, l'espèce *Jacobiasca lybica* ou cicadelle verte responsable des grillures sur vignes a été signalée comme un ravageur du coton en Egypte et au Soudan. Elle a été décrite pour la première fois en Libye par Bergevin & Zanon en 1922. Cette espèce est actuellement distribuée depuis l'Afrique du Nord jusqu'en Egypte. Elle se trouve également dans la région orientale ainsi que dans la région éthiopienne où elle provoque des dégâts aux vignes d'Afrique du Sud (Della Giustina, 1989).

## 2.3. Description morphologique

**L'œuf :** Il est très difficile d'observer les œufs, ceux-ci étant insérés dans les tissus de la plante, de plus ils ne mesurent que 0,7mm et sont pondus individuellement dans les feuilles à l'intérieur des nervures principales. Les femelles pondent préférentiellement dans les feuilles complètement étalées (Fos *et al.*, 1997).

**Les larves :** Les larves se situent toujours à la face inférieure des feuilles mûres. Ces larves montrent des couleurs très diverses : blanchâtre, vert clair. Il ya cinq stade larvaires qui se distinguent grâce à leur taille, leur forme et la présence d'ébauches d'ailes, visibles dès le quatrième stade larvaire. L'immigration dans les parcelles de vigne se fait juste après le débourrement (stade décimales BBCH11-18 ou stade de Baggiolini F et G. (Lorenz *et al.*, 1995).

**L'adulte :** il a une forme très allongée, ses ailes plus longues que son corps sont d'un blanc translucide à nervation verte (figure, 2a). La femelle longue de 3 à 3,2 mm est plus grande que le mâle qui mesure de 2,2 à 2,5mm. Des critères pratiques de reconnaissance de l'espèce ont été fournis par Della Giustina (1989). L'insecte adulte est en général d'un vert foncé, le mâle présente des appendices supérieurs de forme lamellée, se terminant par deux apophyses, qui entourent la partie apicale des appendices inférieures dont l'extrémité est dentée (Della Giustina, 1989 ; Della Giustina, 2002a et 2002b) (figure, 2b).

## 2.4. Cycle de vie

Sur vigne, *Jacobiasca lybica* effectue trois à quatre générations par an (Bounaceur *et al.*, 2006 ; Bounaceur *et al.*, 2007). En Algérie, en dehors de la vigne, nous ne disposons pas d'éléments nécessaires quant à son hibernation et les plantes hôtes intermédiaires ainsi que sa polyphagie vu qu'elle n'a jamais été signalée en dehors de ces références.

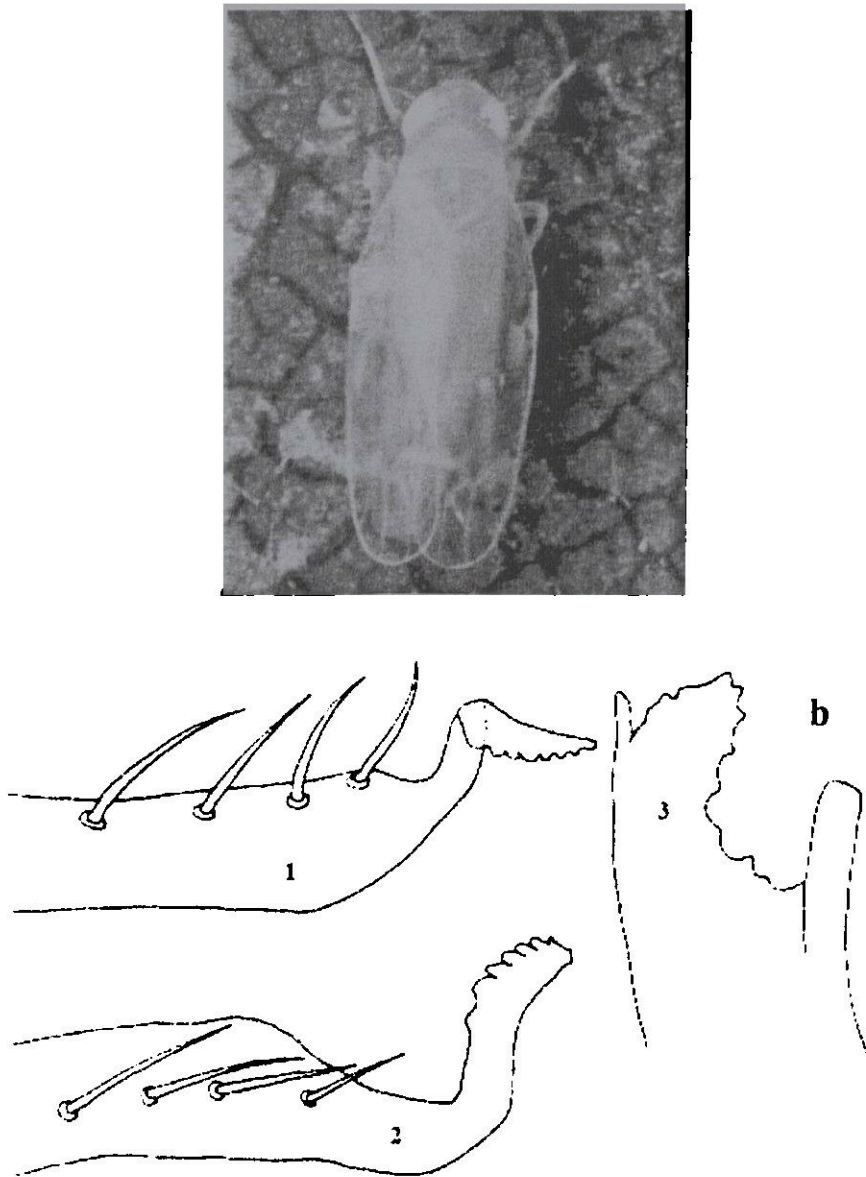


Figure 2: *Jacobiasca lybica* (,)

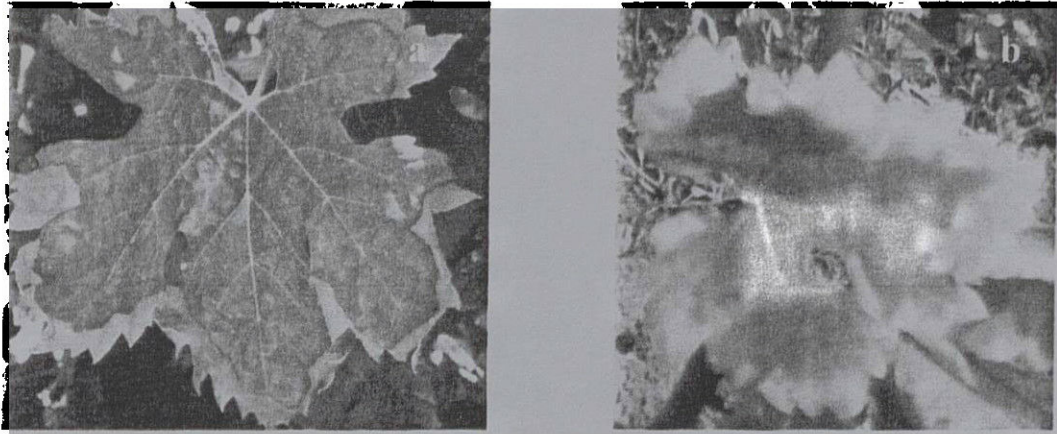
a : adulte (original) ; b : génitalia chez le male adulte 1 et 2 : stylet inférieur, 3 : stylet supérieur (Della-Giustina, 1989)

En général, l'immigration dans les parcelles de vigne se fait juste après le débourrement. Les cicadelles vont alors pondre des œufs à l'intérieur des feuilles de vigne, qui vont donner la première génération de larves. Les adultes de cette génération apparaissent en juin, suivi par une deuxième génération avec des maxima de larves en juillet et août. On peut parfois observer une troisième, voir une quatrième génération, mais celles-ci sont toujours moins importantes que la deuxième (Della Giustina, 1989).

### 2.5. Dégâts

*Jacobiasca lybica* s'attaque aux feuilles de la vigne provoquant ainsi des dégâts proches d'*Empoasca vitis* mais plus prononcés : enroulement des feuilles, puis jaunissement chez les variétés à grains jaunes ou rougissement puis dessèchement complet de la feuille (figure, 3a et 3b). Les symptômes apparaissent quelques semaines après les piqûres des larves provoquant

un rougissement des bords des limbes qui meurent et se dessèchent et forment par la suite des grillures. Ceci induit une diminution de la surface foliaire fonctionnelle et entraîne un moindre pouvoir de la photosynthèse donc un retard de la maturation et l'aoûtement et une réduction de la croissance des plantes (Candolfi *et al.*, 1993 ; Baillod *et al.*, 1993 ; Bounaceur *et al.*, 2008b).



**Figure 3 : Premiers symptômes des attaques de *Jacobiasca lybica* sur cépages de cuves et de tables dans la Mitidja (Original)**

(a : rougissement et grillures chez les cépages rouges, b : jaunissement chez les cépages blancs)

## 2.6. Plantes hôtes

Della Giustina, (1989) semble montrer que les cicadelles adultes passent leur phase d'hivernation avant d'immigrer dans les parcelles de vigne, sur de nombreuses espèces appartenant à diverses familles botaniques (Labiées, Malvacées, Légumineuses...).

Les plantes hôtes importantes sont mal connues, selon la région, la localisation géographique, le climat et la disponibilité de certaines plantes par rapport à d'autres, jouant sans doute un rôle particulier. En Algérie, en dehors de la vigne, nous ne disposons pas d'éléments nécessaires quant à son hibernation, aux plantes hôtes intermédiaires ainsi qu'à sa polyphagie vu qu'elle n'a jamais été signalée.

## 2.7. Moyens de lutte

Il existe plusieurs méthodes, nous citerons les plus importantes. Pour la lutte chimique, il existe une vingtaine de matières actives homologuées pour la lutte contre la cicadelle verte, (Cluzeau *et al.*, 2000). Le choix du produit devrait se faire en fonction d'autres ravageurs et des auxiliaires présents sur la parcelle et aussi il semble préférable, l'utilisation des régulateurs de croissance des insectes (RCI) comme le flufénoxuron (inhibiteur de synthèse de chitine).

Il existe un nombre important d'ennemis naturels connus des cicadelles (Arzone *et al.*, 1987 ; Van Helden et Decante, 2001 ). Le seul ennemi naturel qui semble être utilisable est la guêpe

parasitoïde *Anagrus atomus* auxiliaire déjà commercialisée comme moyen de lutte contre la cicadelle de la tomate sous-serre qui reste pour l'instant trop coûteuse (Van Helden, 2000). L'importance des prédateurs est mal comprise. La punaise miridé *Malacocoris chlorizans*, les *Salticidae* (araignées sauteuses), les fourmis et les chrysopes sont toutes capables de dévorer les larves et les adultes (Santenac, 2005a et 2005b).

### 3. Données bibliographiques sur *Planococcus ficus* (Signoret, 1875)

#### 3.1. Position systématique

La cochenille farineuse *Planococcus ficus* est l'une des cochenilles les plus nuisibles sur le bassin méditerranéen où son attaque sévit intensivement sur une panoplie d'espèces hôtes, la vigne constitue l'une de ses principaux hôtes. *Planococcus ficus* (Signoret, 1875) appartient à la super famille des Coccidés et de la famille des Pseudococcidae.

#### 3.2. Historique et répartition géographique

*Planococcus ficus*, est une espèce cosmopolite répandue dans les cinq continents (Galet, 1982). Elle est présente en Europe de l'Ouest et de l'Est (Espagne, France, Italie, la Grèce). En Afrique du Nord (Maroc, Algérie, Tunisie). En Inde et en Amérique (Etats Unis, Mexique, Brésil, Argentine) (figure, 4), (Sforza,2000).

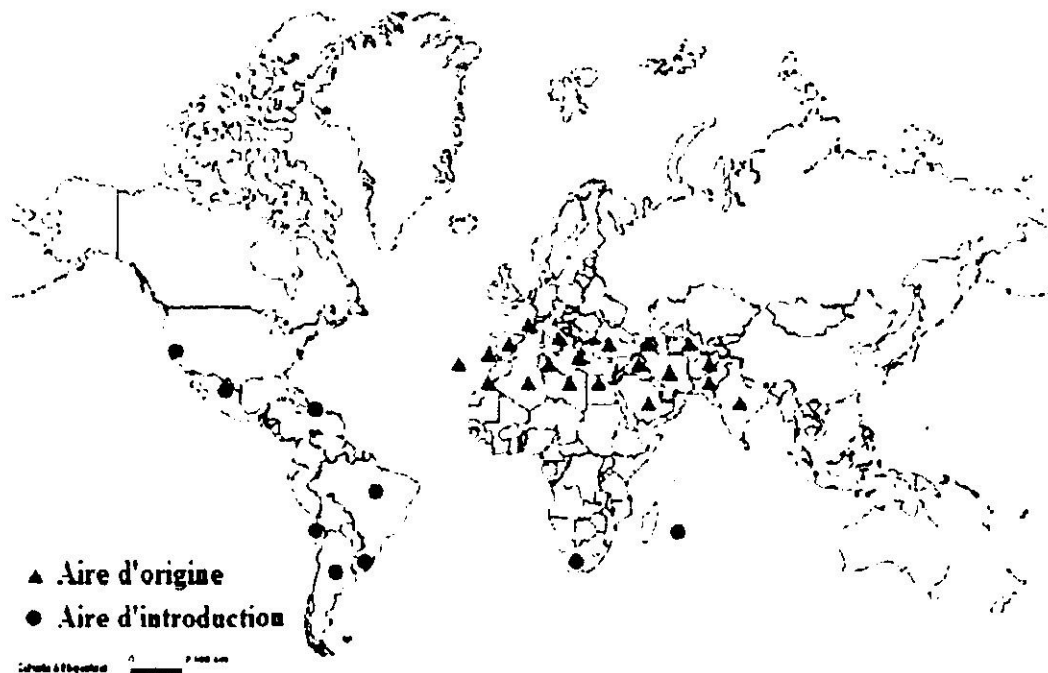


Figure 4 : Biogéographie de *Planococcus ficus* (Signoret) (Sforza et al., 2005)

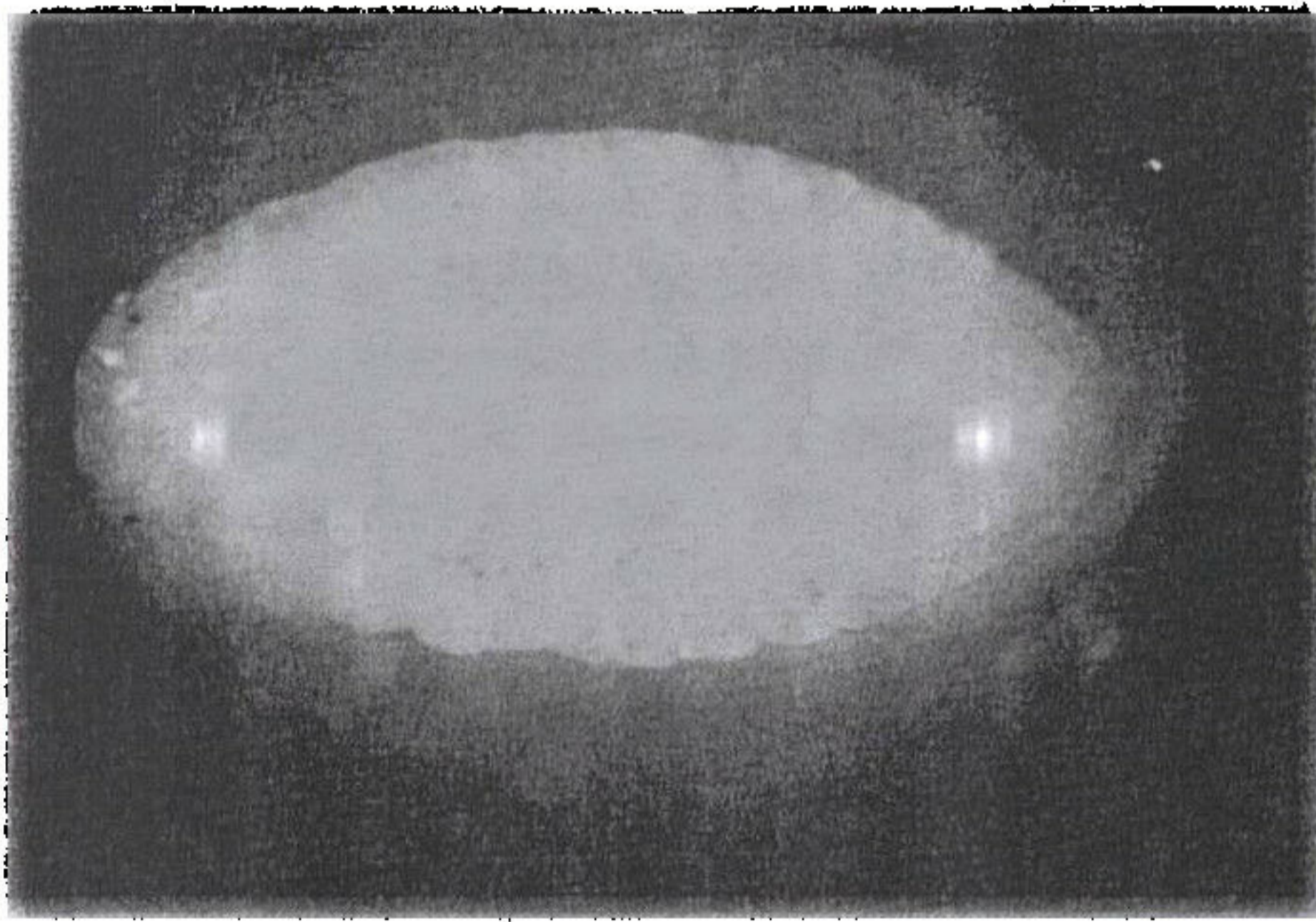
#### 3.3. Description morphologique

L'œuf : a une forme ovale et une couleur jaune pâle et devient ensuite jaune orangé et de forme ovale (Malais et Ravaensberg, 1993). Il mesure environ 0,3 mm de longueur (Galet, 2000). Il est recouvert d'une substance collante, ce qui facilite son adhérence à la masse

farineuse que sécrète la femelle. Les œufs sont petits, de couleurs jaune pâle, lisses et assez brillants.

**Les larves :** Les jeunes larves sont de couleur jaune-rose. Elles sont ovales et mesurent environ 0,5 mm de long et à peine 0,25 mm de large. Elles se retrouvent rapidement recouvertes d'une poudre blanchâtre sécrétée par des glandes. Les larves sont mobiles à tous les stades qui passent par quatre phases (larve mobile, L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>) (Anonyme, 2007b). Les deux sexes ne se distinguent pratiquement qu'à la fin du 2<sup>ème</sup> stade larvaire (Bodenheimer, 1951). Les larves, qui doivent produire des mâles, restent très petites, très allongées avec des antennes à 7 articles seulement, alors que les larves destinées à donner des femelles ont le corps plus allongé que l'adulte avec des antennes à 6 articles (Mayet, 1890).

**L'adulte :** Les femelles adultes sont de grande taille mesurant en moyenne 3,5 mm × 2 mm, de forme ovale à allongée, et à tégument mou (Bodenheimer, 1951), d'une couleur jaune-rouge, couvert d'une sérosité d'aspect farineux (figure, 5).



**Figure 5: Vue de la face dorsale de la femelle de *Planococcus ficus* (Signoret, 1875)**

**(Original)**

Selon Ruiz Castro (1944), après l'accouplement, chaque femelle dépose entre 100 et 200 œufs dans chaque ovisac. En revanche sur les organes verts de la vigne, elle dépose entre 400 à 500 œufs de 50 à 150 unités (Mayet, 1890).

Les femelles adultes sont pourvues de pattes et d'antennes, et mènent comme les larves une vie active, passant facilement d'une plante à une autre et ne s'immobilisent que pendant la période de ponte ou de nutrition.

L'adulte mâle a une taille assez réduite par rapport à celle d'une femelle adulte (Malais et Ravaensberg, 1993). Il apparaît après que la larve du deuxième stade soit passée par un stade nymphal, au cours duquel se produit la métamorphose, avec une différenciation de la tête, du thorax et de l'abdomen. Il a un corps allongé, une tête brun-rouge et porte dix articles antennaires. Dans son thorax s'insèrent une paire d'ailes hyalines et une seconde paire servant de balancier. Les pattes sont gris-brun, l'abdomen jaune comporte neuf segments (Anonyme, 2007b).

### 3.4. Cycle de vie

Cette espèce connaît un développement de type amétabole pour la lignée femelle et paucimétabole pour la lignée mâle.

*Planococcus ficus*, est une espèce polyvoltine, à reproduction sexuée. Les femelles sont ovipares, la ponte commence dès que la femelle atteint son stade adulte (3 à 3.5 mm de long.) et a lieu sur n'importe quel organe de l'arbre (Bodenheimer, 1951). La femelle secrète alors un ovisac floconneux, dans lequel elle dépose quelques centaines de petits œufs, qui restent isolés les uns des autres, séparés par des filaments cireux de l'ovisac. La femelle meurt aussitôt que la ponte est achevée. La période de ponte s'étale sur plusieurs semaines. La période d'incubation dure d'une à plusieurs semaines selon les conditions climatiques (Mahfoudi, 2002).

Les larves néonates, après un bref séjour dans l'ovisac, quittent le lieu de ponte, sans toutefois s'en éloigner. Elles sont de couleur jaune-rose, nues à leur naissance, se recouvrent rapidement d'une pruinosité blanchâtre, qui se traduit au cours du développement par une couche cireuse de plus en plus épaisse ( Foldi et Soria, 1989 ; Chapot, 1964).

Les deux sexes se distinguent pratiquement à partir du deuxième stade larvaire. Le mâle devient alors plus foncé et cesse définitivement de s'alimenter, avant la formation du puparium, la larve cherche un emplacement lui procurant la plus large surface de contact de son corps avec le substrat végétal. Elle secrète le puparium à l'intérieur duquel passe ses derniers stades, et le temps nécessaire à l'adulte pour la formation des ailes, le durcissement des téguments et la sécrétion de son revêtement cireux. L'adulte mâle porte deux filaments relativement longs à l'extrémité de l'abdomen.

Toutes ces étapes constituent une génération complète de développement de l'insecte. Le cycle évolutif de la cochenille farineuse se déroule en générations chevauchantes dont le nombre dépend des conditions climatiques (Mahfoudi, 2002).

### 3.5. Symptômes et dégâts

A travers le monde, les cochenilles sont les premiers ravageurs des cultures. Elles peuvent poser d'importants problèmes dans les vignobles des régions chaudes, où plusieurs générations se succèdent au cours de la période végétative (Sforza, 2000).

- **Dégâts directs :** par l'insertion de leurs pièces buccales dans la plante, et par le rôle toxique de la salive, les cochenilles peuvent modifier et léser les tissus végétaux de la vigne. Ces atteintes vont modifier en particulier les tissus photosynthétiques, entraînant des décolorations autour des points de piqûres. Les cochenilles se nourrissent de la sève et vont fatiguer le cep par les prélèvements répétés des nutriments nécessaires à la croissance du cep. A terme, le cep peut présenter un développement anormal. La répétition sur plusieurs années d'une telle pression peut engendrer le dépérissement, voire la mort du cep.

- **Dégâts indirects :**

**Développement de la fumagine.** Les cochenilles comme beaucoup d'espèces phytophages (Cicadelles, Pucerons, etc.) excrètent un miellat sucré, riche en glucides. Les insectes producteurs de miellat sont principalement des piqueurs de phloème, lieu de la circulation de la sève élaborée. Le miellat est le siège du développement du champignon de surface "*Cladosporium spp*". Les filaments du champignon vivent aux dépens des matières sucrées du

miellat et vont former un encroutement noir sur les parties végétales ; les feuilles, rameaux, tiges et raisins peuvent en être abondamment recouverts. Cette nuisance est surtout dommageable pour les raisins de table, dont la dépréciation peut être importante en cas de forte densité. De plus, la présence de fumagine sur les baies peut entraîner le développement du *Botrytis cinerea*.

**Transmission d'agents phytopathogènes.** Les cochenilles sont vectrices d'agents phytopathogènes, ce qui est une caractéristique commune à de nombreux hémiptères phytophages. Quel que soit le type de culture (vigne, palmier, ananas, cacao, café, etc.) et dans l'état actuel des connaissances, ce sont toujours des particules virales que transmettent les cochenilles (Sforza, 2000).

Depuis le début des années 1980, le rôle des cochenilles sur vigne a été démontré ; les cochenilles sont des agents vecteurs de virus appelés «clostérovirus». Ces virus sont à l'origine du développement de la maladie de l'enroulement de la vigne, présente sur tous les continents où la vigne est cultivée (Sforza *et al.*, 2005 ).

### 3.6. Plantes hôtes

*Planococcus ficus*, est une espèce très polyphage attaquant plusieurs espèces végétales (de même c'est une espèce eurymère du fait qu'elle colonise différents organes de son hôte (racines, troncs, feuilles, fruits).

Les plantes hôtes préférées de cette espèce appartiennent à 5 familles botaniques représentées essentiellement par les Cucurbitaceae tel que *Cucumis melo*, la famille des Moraceae représenté par *Ficus carica*, la famille des Rutaceae représentée par *Citrus spp*, la famille des Thymelaeaceae représentée par *Solanum tuberosum* et enfin la famille des Vitaceae représentée par *Vitis vinifera* (Balashowsky, 1951, Vaughin, 2000).

### 3.7. Méthodes de lutte

Pour la cochenille farineuse, plusieurs moyens de lutte peuvent être utilisés dont l'efficacité varie selon la méthode déployée.

- **La lutte culturale :** plusieurs espèces de mauvaises herbes constituent des hôtes des cochenilles farineuses, qui peuvent héberger les cochenilles sur les racines (*Polygonum equisetiforme*, *Thymelaea hirsuta*). D'autres mauvaises herbes ne sont pas des hôtes préférentielles de cette cochenille mais peuvent l'héberger sur les racines pendant l'hiver. Parmi ces espèces, on trouve *Bideus pilosa*, *Tagetes minuta*, *Malva parviflora*, *Conyza banariensis* et *Datura stramonium* (Vaughin, 2000). De ce fait, la lutte contre les mauvaises herbes soit par désherbage mécanique ou chimique est indispensable pour limiter la population hivernante de la cochenille.

- **La lutte chimique :** Il n'existe pas d'insecticides spécifiques aux cochenilles. Cependant certains produits ciblés contre les chenilles des tordeuses de la grappe ou bien contre la cicadelle verte ont une action sur les cochenilles, soit par effet direct, soit par effet secondaire (Sforza, 2000).

La lutte chimique contre *P. ficus* est difficile, en effet, l'enveloppe cireuse constitue une barrière contre les insecticides de contact. Non seulement les insecticides systémiques n'atteignent pas leur cible, mais ils sont dangereux du fait que les fortes pullulations de la

cochenille surviennent à une époque où les raisins sont proches de la maturité, ce qui limite l'utilisation de tels produits chimiques (Foldi et Soria, 1989). En plus, la ponte peut durer quelques semaines, et la femelle peut survivre et pondre pendant un temps dépassant la période active de la plupart des pesticides systémiques sans alimentation (Santorini, 1977).

L'action des produits systémiques est plus marquée en cas d'éclosion très groupée des œufs de *Planococcus ficus*, ce qui n'est pas toujours le cas dans la nature. La détermination du moment opportun d'intervention chimique est très importante et ce pour cibler les stades jeunes qui sont les plus sensibles aux insecticides. Le piégeage sexuel constitue un moyen plus mieux réussir ce type de traitement. En effet, l'intervention chimique doit se faire juste après le pic de capture des mâles (Ortu et Delrio, 1982).

Des huiles minérales sont utilisées en traitement, auxquelles sont associés des organophosphorés en cas de forte infestation. Il est important donc de choisir des produits polyvalents (tordeuse/cochenille) (Anonyme, 2007).

- **La lutte physique :** Cette technique consiste à faire l'écorçage des ceps infestés pour lutter contre les formes hivernantes de la cochenille. Ce travail long est fastidieux a donné des résultats peu satisfaisants par rapport aux objectifs visés. De plus, il détruit la faune auxiliaire réfugiée également sous l'écorce (Sforza, 2000). En Italie, en 1993, l'association écorçage, brossage des ceps et traitements insecticides a engendré un taux de réduction des populations de *Targionia vitis* de 90% (Guarino *et al.*, 1996). En général, cette technique n'est pas retenue, compte tenu de son coût élevé.

- **La lutte biologique :** Vu les connaissances acquises aujourd'hui sur l'utilisation des ennemis naturels, il apparaît que l'emploi raisonné de ces dernières offre des possibilités réelles d'interventions.

Des études ont montré que la faune entomophage généralement rencontrée dans les vergers ne suffit pas à elle seule pour réduire les populations de cochenilles. Une des raisons de cette insuffisance est que ces mêmes parasites sont à leur tour attaqués par des parasites ou par des hyperparasites, en plus de leur limitation par les traitements phytosanitaires appliqués dans ces plantations (Anonyme, 1935).

Comme toutes les espèces de la vigne, *P. ficus* a un cortège d'auxiliaires qui participe à la régulation naturelle de l'espèce dans l'écosystème. Il s'agit d'une corporation habituelle de prédateurs et de parasites. En Afrique du nord particulièrement en Tunisie, un inventaire des ennemis naturels de ces ravageurs a été réalisé au cours de ces dernières années (Mahfoudi et Dhouibi, 2009 ; Mansour *et al.*, 2009).

Des recherches menées en Géorgie ont montré que la coccinelle australienne *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant) permettait de contrôler les populations de *P. citri* et *Neopulvinaria innumerabilis*, qui sont les ravageurs dominants pour ce pays (Yasnosh, 1995 *in* Stockel, 2000). Cette coccinelle prédatrice a été utilisée depuis longtemps, dans des programmes de lutte contre *Planococcus. citri*, dans plusieurs pays du monde, où elle a montré une efficacité particulière pour contrôler les populations de cette cochenille.

## CHAPITRE 2. METHODOLOGIE

## CHAPITRE 2 : METHODOLOGIE

### 1. Présentation de la région d'étude : La Mitidja occidentale

#### 1.1. Situation géographique

La Mitidja est la plus vaste plaine sub-littorale d'Algérie. Elle s'étend sur 140.000 hectares, s'étirant sur une centaine de kilomètres de long, et 5 à 20 kilomètres de large. Elle est isolée de la mer par le ride de Sahel, prenant appui sur le vieux massif de Chenoua. Elle est située à l'est d'Alger entre l'Oued Rghaia et Oued Boudouaou. La Mitidja est bornée par tout un ensemble de montagnes. Sur sa partie nord-ouest et à l'ouest, on trouve le Djebel Chenoua et la retombée de la chaîne de Boumaad avec le Djebel Zaccar formant la plaine. Plus au sud, l'Atlas Mitidjien constitue une barrière continue. A l'est, le relais est pris par les premières chaînes de calcaire du massif Kabyle (Djebel Bouzegza). Enfin, ce sont les hauteurs et les collines de Basse Kabylie qui ferment la plaine à l'est (figure 6), (Mutin, 1977).

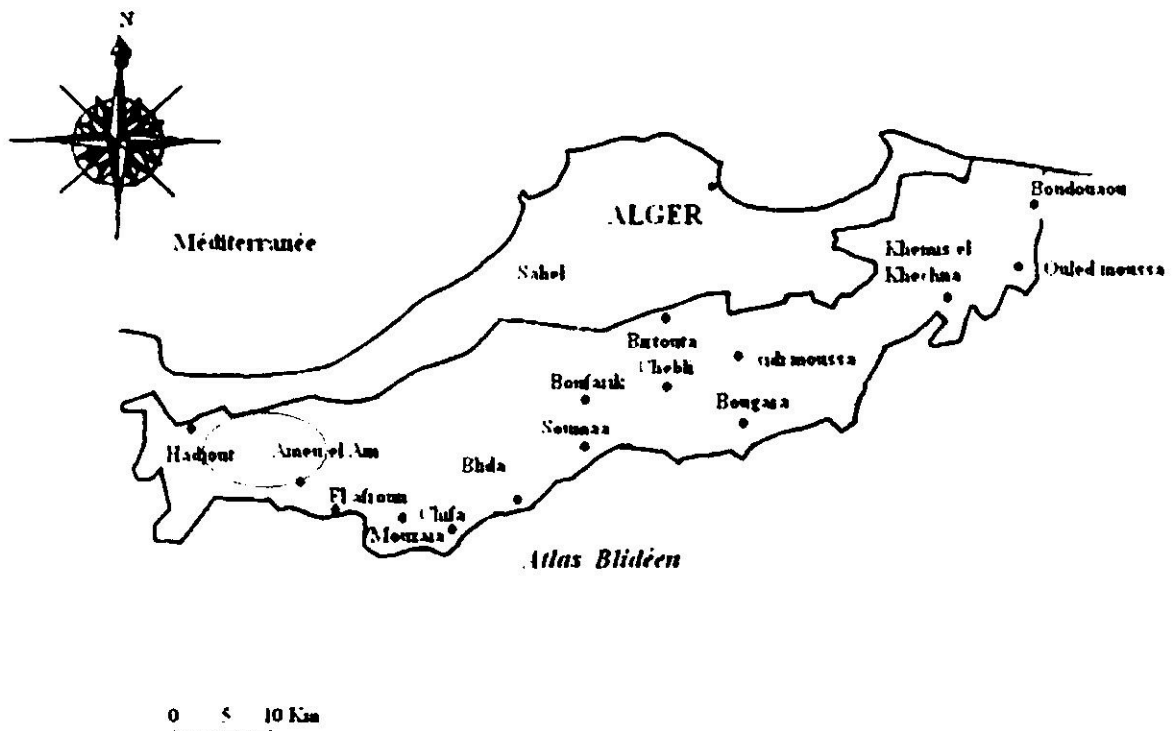


Figure 6: Limite géographique de la Mitidja (Mutin, 1977)

La plaine ne s'ouvre directement sur la mer que sur quelques kilomètres séparant l'Oued Réghaia et l'Oued Boudouaou bordée de collines et de montagnes. Elle constitue une vaste carènes dissymétriques sur fond incliné. Cette inclinaison est particulièrement nette dans la partie centrale. Sur la lisière méridionale, les altitudes

dépassent toujours les 160 mètres, atteignant les 260 mètres à Blida, pour s'abaisser vers le nord. Ainsi, dans la basse plaine, le point le plus bas est à 16 mètres. Par contre, aux deux extrémités, les altitudes se relèvent jusqu'à 60 à 70 mètres à l'est (Loucif et Bonafonte, 1977).

## **1.2. Données climatiques**

Vu le rôle important que joue le climat dans la dynamique des populations des insectes, il est nécessaire de donner un aperçu sur les fluctuations climatiques, à savoir les précipitations et les températures.

### **1.2.1. La pluviométrie**

L'eau est un facteur écologique d'importance fondamentale pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres afin d'assurer un équilibre biologique (Mercier, 1999).

Les précipitations mensuelles en Mitidja ont un régime typiquement méditerranéen avec un maximum en hiver et un minimum en été, variant entre 600 et 900 mm en fonction de la région considérée (localisation géographique et l'altitude) (Mutin, 1977). Cette distribution inégale des précipitations au cours du cycle annuel et l'alternance saison humide et saison sèche joue un rôle régulateur des activités biologiques des ravageurs.

Les données climatiques sont recueillies auprès de la station météorologique la plus proche située au niveau du barrage de Boukerdouna à 4 km à l'est des stations d'études. Ces derniers ont fait l'objet de l'étude de la synthèse climatique.

### **1.2.2. La température**

La température représente un facteur limitant de toute première importance, car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère.

Les données thermiques, à savoir, les températures minimales (m), maximales (M) et moyennes mensuelles  $[(m + M)/2]$  au cours des années d'études ; 2005, 2006, 2007 et 2008 sont portés en (annexe 1). L'analyse de température, fait ressortir que les basses températures sont enregistrées aux mois de janvier et février. Les hautes températures sont notées durant les mois de juillet et août. Les moyennes des minimas du mois le plus froid sont enregistrées au mois de janvier de l'année 2005 avec une température de 11,5 °C et les moyennes des maximas du mois le plus chaud sont notées au mois d'août 2008 avec 28 °C.

### **1.2.3. Les vents**

Les vents les plus redoutés pour les vergers de la Mitidja sont ceux qui soufflent en hiver de l'ouest et du nord-ouest. Modérés, ils frappent, parfois, fortement à la fin de l'automne (novembre) et en hiver, or les vents desséchant (sirocco) du sud provoquent des dommages aux vignobles lorsqu'ils sont insuffisamment protégés (Mutin, 1969 et Mutin, 1977).

Pour l'année 2008, la moyenne annuelle de la vitesse du vent est de 3,43 Km/h, bien que la vitesse maximale ait atteint 54,7 Km/h au mois de juillet.

#### **1.2.4. L'Hygrométrie**

L'hygrométrie est assez élevée en hiver où elle peut atteindre les 100%, comme c'était le cas en octobre 2006 (Anonyme, 2006). Elle est moyenne ou nulle en été où nous avons noté son minimum le mois de juillet pour l'année 2008.

#### **1.2.5. Les Gelées**

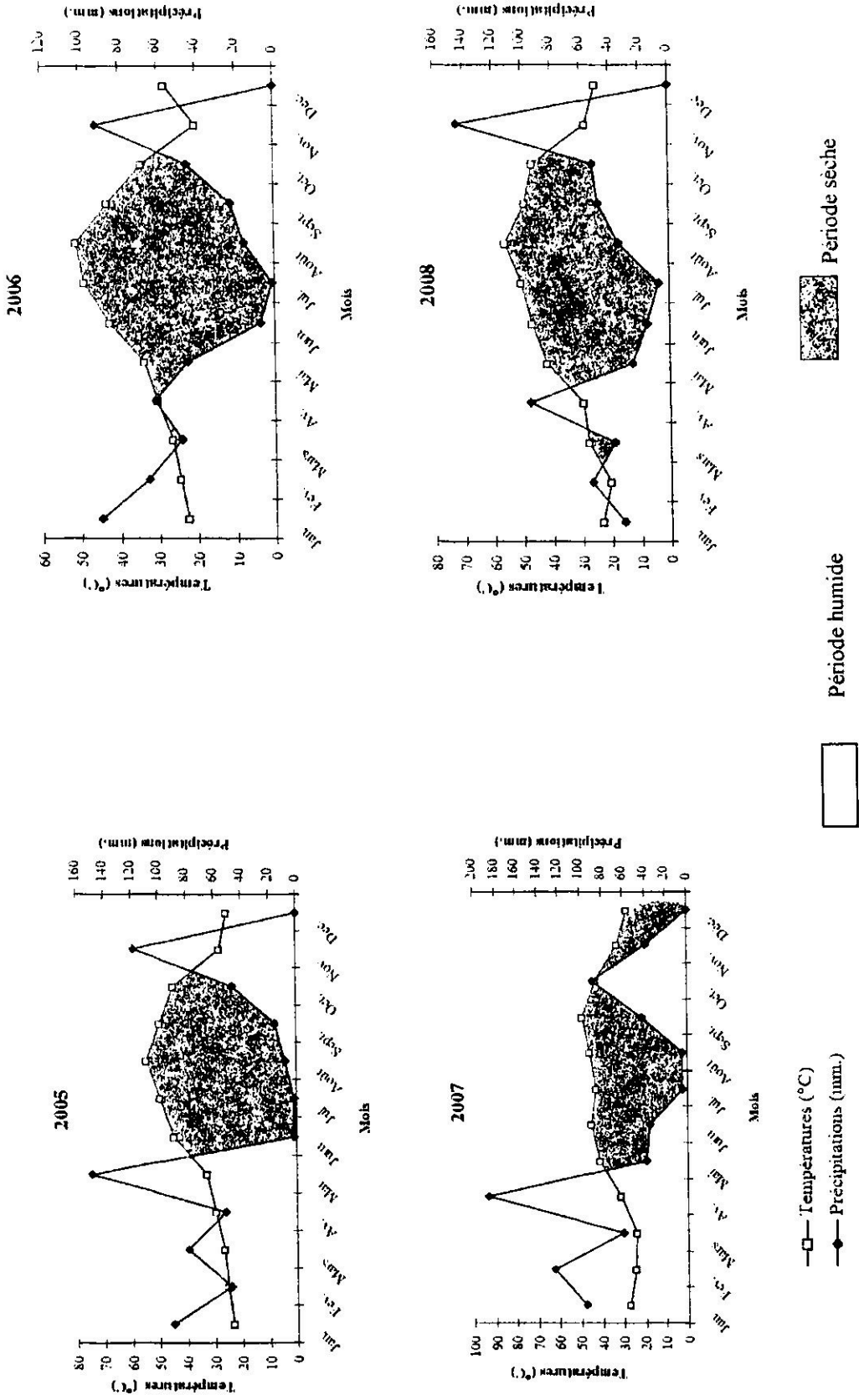
Les gelées sont fréquemment signalées en hiver. Elles causent de graves dommages sur les feuilles les jeunes bourgeons et les pousses donnant un aspect de brûlures. Aucune journée gélive n'a été observée au cours de nos années de suivis.

### **1.3. Synthèse climatique**

#### **1.3.1. Diagrammes Ombrothermiques de Bagnouls et Gaussen (1953)**

Bagnouls et Gaussen (1953) et Dajoz, (1985), définissent le mois sec lorsque la somme des précipitations moyennes exprimées en (mm) est inférieure ou double de la température de ce mois ( $P/2 T$ ). Ils ont proposé un diagramme où on juxtapose les précipitations et les températures. Lorsque la courbe des précipitations rencontre celle des températures et passe en dessous de cette dernière, nous avons une période sèche.

Les diagrammes Ombrothermiques des années (2005, 2006, 2007 et 2008) obtenus dans la figure 8 au-dessous montrent l'irrégularité du climat au cours des années d'études. On remarque l'apparition d'une à deux périodes sèche qui s'étalent parfois sur huit mois de mars à octobre et la période humide qui s'étale sur sept mois de la mi octobre au début mars. Pour l'année 2007 et 2008, la figure 7 montre des variations assez marquées d'où la constatation de deux saisons sèches et d'une saison froide et humide.



**Figure 7 : Diagramme ombrothermique de la région d'étude des années 2005, 2006, 2007 et 2008**

### 1.3.2. Climagramme d'Emberger

L'indice d'Emberger permet la caractérisation des climats et leurs classifications dans les différents étages bioclimatiques.

L'indice d'Emberger où le coefficient pluviométrique est calculé selon la formule (Stewart, 1969):

$$Q_2=3,43 \frac{P}{M-m}$$

Avec :

**P** : pluviométrie annuelle (mm) ;

**M** : Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud ;

**m** : Moyenne des températures minimales du mois le plus froid.

En utilisant la formule donnée précédemment, on trouve que le quotient pluviométrique de la zone d'étude est égal à 93,50 mm. Rapportant cette valeur sur le diagramme d'Emberger, nous avons défini l'étage bioclimatique pour notre région d'étude et qui se situe dans l'étage sub-humide à hiver doux pour les dix ans de 1998 à 2008 (figure, 8).

### 1.4. Caractéristiques floristiques

La région prend part à partir de la commune d'El Affroun jusqu'à la commune de Hadjout limite occidentale de la plaine de la Mitidja. Les sols sont riches et propices aux différentes cultures légumières et maraîchères par excellence ainsi que les céréales. Une part très importante est consacrée à la viticulture et à l'arboriculture fruitière particulièrement le Poirier, le Pommier et le Pêcher ainsi que l'agrumiculture. On y retrouve aussi des espèces telles que *Olea europea*, *Ceratonia siliqua*, *Pinus halepensis*, *Pinus resinosa*, *Pseudotsuga menziesii*, *Pinus nigra*, *Eucalyptus sp*, *Pinus silvestris*, *Acer campestre* et *Plantanus sp* (Raissi, 1993).

### 1.5. Caractéristiques faunistiques

L'arthropodofaune de la région a été décrite par Setbel (2008) dans le cadre de l'exploitation du régime alimentaire du héron gards bœufs dans un vignoble de la région de Hadjout. Elle a mentionné un nombre important d'insectes soit 2488, par rapport aux autres classes comme les arachnides avec 129 individus et les myriapodes avec 103 individus seulement.

En 1985, Doumandji a mentionné la présence de *Hemiberlesia lataniae* sur *Ceratonia siliqua* du côté de Bourkika. Par ailleurs les mammifères présents dans ces biotopes ont été décrit par Kowalski et Rzebik-Kowalka (1991) et sont représentés par des chauves-souris *Miniopterus schreibersi* et *Myotis blythi*, des carnivores Canidae comme *Vulpes vulpes*, des Viverridae avec *Genetta genetta*, des Hyanidae comme *Hyaena hyaena* et des Felidae avec *Felis silvestris*.

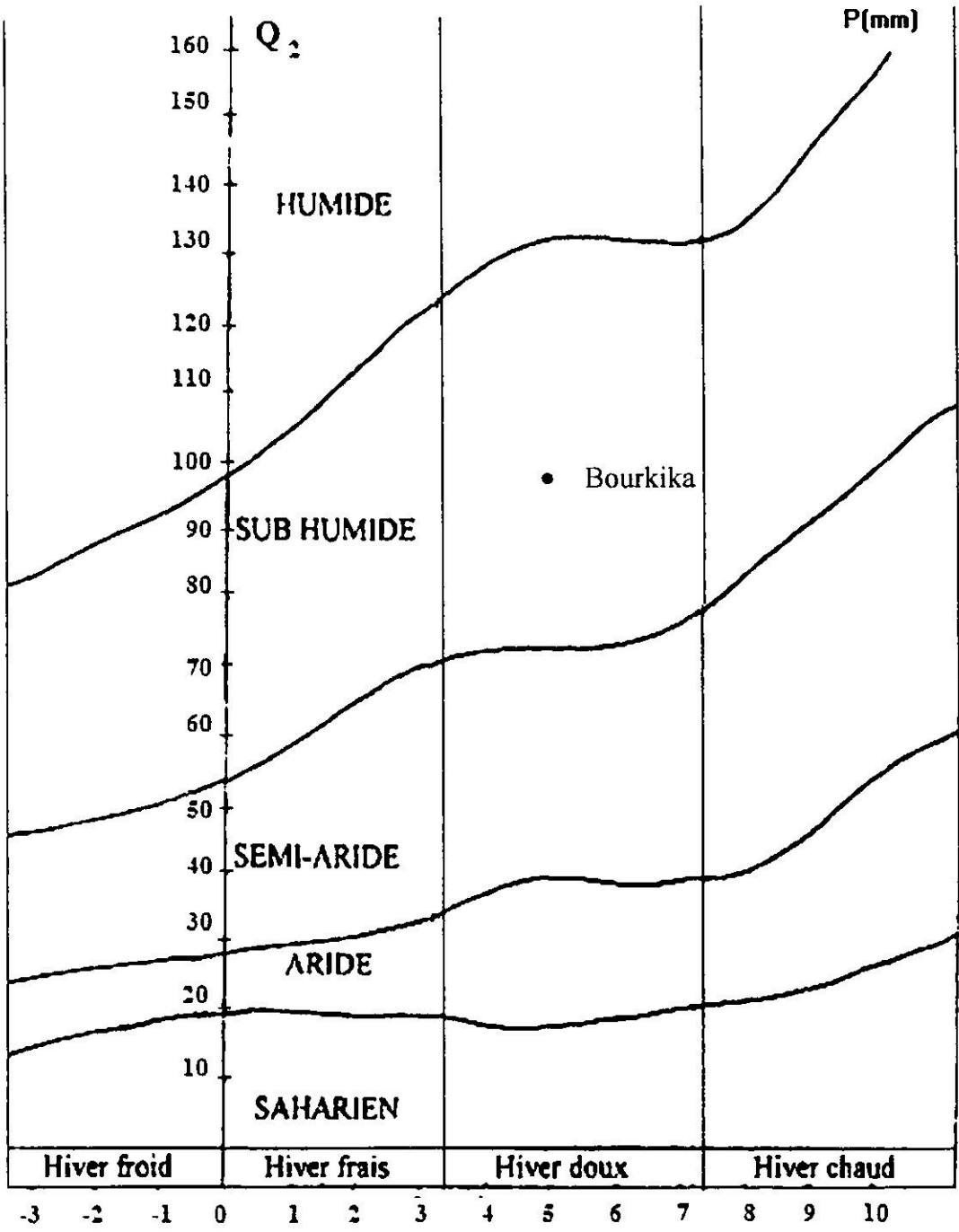


Figure 8 : Place de la région d'étude dans le climagramme d'Emberger

## 2. Etude de la biocénose dans un agroécosystème viticole

### 2.1. Présentation des stations d'études

L'étude a été menée sur plusieurs domaines viticoles s'intégrant dans la partie occidentale de la plaine de la Mitidja (Nord de l'Algérie).

Deux stations ont été retenues : la station Eurl Semiani, et l'exploitation agricole Guesmia (figure, 9a et 9b).



**Figure 9: Localisation des stations d'études dans la Mitidja Occidentale**

**(a : Eurl Si Semiani, b : Exploitation Guesmia)**

## 2.2. Choix des parcelles

Les parcelles sélectionnées pour notre étude font partie de deux grands domaines viticoles en Mitidja occidentale (figure, 10a et 10b). Nos investigations ont porté sur un ensemble de deux parcelles, chaque parcelle est constituée d'un cépage ou variété à part entière. Nous avons choisi un cépage de cuve et un de table, et dans chaque station, les caractéristiques des deux parcelles et cépages sont rapportés dans le tableau ci-après.

**Tableau1 : caractéristiques des cépages ayant servi à l'étude de la biocénose**

Cépages	Superficie de la parcelle	Age du vignoble	Porte-greffe
Cinsault	2 ha	12 ans	SO4
Dattier de Beyrouth	3,33 ha	6 ans	41 B

## 2.3. Techniques d'échantillonnages

L'échantillonnage du peuplement faunistique de l'agro-écosystème viticole été entamé en janvier 2005 pour s'achever en décembre 2005, soit une durée de douze mois. L'étude de la dynamique de la biocénose nous a conduit à retenir un dispositif selon la diagonale, afin de couvrir le maximum les parcelles de vignes et selon la méthode préconisée par Bastide (1989). Au total 2 sorties ont été réalisées tous les 15 jours, nous avons examiné soigneusement, toutes les parties du vignoble (écorce, rameaux, bourgeons, feuilles et grappes).

Nous avons complété ces examens directs par la mise en place de pièges jaunes englués (à raison de 2 pièges par station), l'utilisation du filet fauchoir (dont nous avons retenu 4 minutes comme unité d'effort par plant), le battage et le frappage ainsi que l'observation in situ. Tous les prélèvements et les observations ont été réalisés entre 9 heures jusqu'à 13 heures.

Les spécimens ainsi collectés sont mis dans des flacons contenant du formol à 33% et sont ensuite transférés au laboratoire pour être déterminés et dénombrés. Les diptères n'ont pas été pris en compte à cause des difficultés de l'identification. Chaque spécimen a été envoyé à des spécialistes.

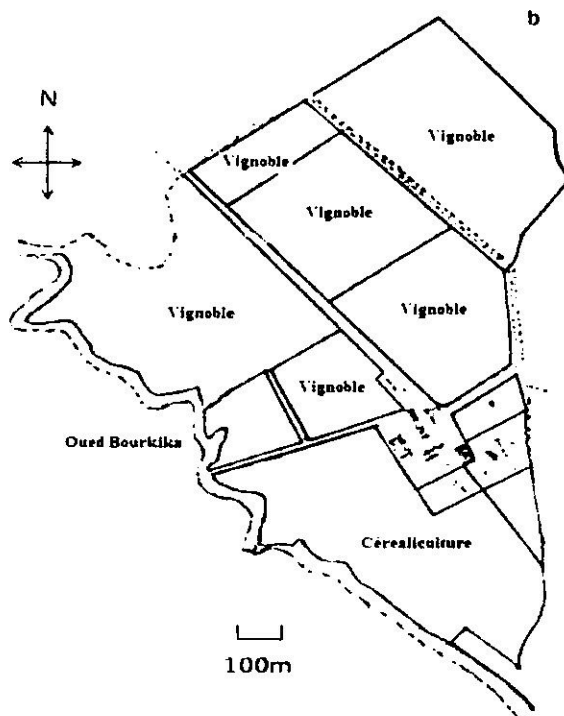
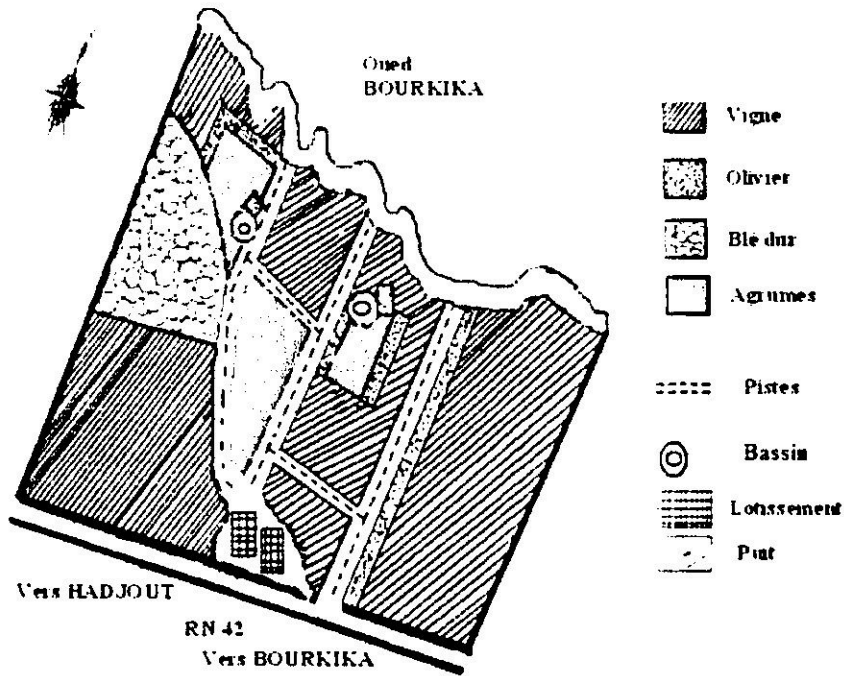


Figure 10: Croquis parcellaire des deux stations d'études

(a : Eurl Semiani , b : Exploitation Guesmia)

### 3. Etude de la dynamique spatio-temporelle de *Lobesia botrana*

#### 3.1. Caractéristiques et description de la station d'étude choisie

L'étude a été menée sur un grand domaine viticole dans la Mitidja occidentale, ce dernier s'étend sur une superficie de plus de 145 ha, l'Eurl Semiani, situé à 80 km d'Alger sur la nationale 42 (figure, 10a et 10b).

Les prélèvements ont été réalisés dans un vignoble de cuve greffée sur des portes greffes 41B et SO4, trois cépages ont été suivis Cinsault, Carignan et Grenache, (cépages classiques de référence). Ces derniers sont plantés dans la majorité des zones viticoles en Algérie.

Quant au vignoble de table, il est composé de trois cépages ; représenté par le Muscat d'Alexandrie, le Dattier de Beyrouth et le Cardinal, tous sont greffés soudés sur le porte greffe 41B (tableau, 2). Ces vignobles sont conduits en palissage sur trois fils de fer, taillés en guyot simple à une densité de plantation de 3300 plants par hectare et selon une orientation nord sud.

**Tableau 2: Caractéristiques des cépages ayant servi aux suivis de la dynamique des populations de *Lobesia botrana***

Cépages	Superficie de la parcelle	Age du vignoble	Porte-greffe
Cinsault	3,33 ha	6 ans	41 B
Carignan	3,33 ha	6 ans	41 B
Grenache	3,33 ha	6 ans	41 B
Muscat d'Alexandrie	3,33 ha	15 ans	41 B
Dattier de Beyrouth	3,33 ha	15 ans	41B
Cardinal	3,33 ha	10 ans	41B

#### 3.2. Technique de piégeage de *Lobesia botrana*

Le dispositif de suivi a été mis en place sur les domaines viticoles au cours des campagnes viticoles, 2006, 2007 et 2008. Ce dernier s'articule sur un réseau de 4 pièges à phéromones et pièges alimentaires par cépage.

##### 3.2.1.. Les pièges à phéromones

Ces derniers sont des pièges sexuels type INRA, constitués d'un abri plastique en forme de tente, dans le fond duquel est disposé une plaque engluée. L'abri est de couleur jaune vif (figure, 11a). Une capsule minidosée de phéromones de synthèse (Acétoxy-1-dodécadiène E7, Z9 : E7, Z9 DDA), (Roelofs *et al.*, 1973 ; Descoins *et al.*, 1974) est fixée sur une languette plastique au milieu de l'abri (figure, 11a). Les plaques engluées sont changées une fois par

semaine alors que les capsules mini-dosées de phéromones sont changées toutes les deux semaines.

### 3.2.2. Les pièges alimentaires

Ce piège vise à capturer les populations adultes mâles et femelles *Lobesia botrana*. Ce type de piège a été installé à partir du premier fil de palissage, à raison de 4 pièges par parcelle ou cépage. Le piège utilisé est un récipient en verre, contenant quelques centilitres de solution sucrée (figure, 11b). La solution est préparée avec 2 litres de jus de pomme, 1 cannette de bière brune, 150g de sucre brun, complétée à 1 litre d'eau (Roehrich, com pers).



**Figure 11: Techniques de Piégeages de *Lobesia botrana* en vignoble (Original)**

**(a : Piège à phéromone , b : piège alimentaire)**

### 3.3. Dynamique des vols des adultes

La dynamique des vols des populations adultes de *Lobesia botrana* a été suivie pendant trois campagnes viticoles (2006, 2007 et 2008). Le vol des mâles a été suivi à l'aide des deux types de pièges (pièges à phéromones et pièges alimentaires). En revanche le vol des femelles a été également suivi par pièges alimentaires.

Dans chaque parcelle étudiée, nous avons disposé 4 pièges à phéromones et 4 pièges alimentaires distants l'un de l'autre de 30 m pour éviter les interférences (Barnay, 1999). Les pièges ont été relevés chaque semaine et les papillons mâles et femelles capturés ont été dénombrés à chaque relevé.

### 3.4. Dynamique de la ponte

La dynamique de la ponte de *Lobesia botrana* a été suivie sur les 6 parcelles au cours des campagnes viticoles 2006, 2007 et 2008. Les échelles de temps et d'espaces concernées étant variables selon les paramètres étudiés à savoir la dynamique parcellaire et la répartition des pontes. Deux échantillonnages différents, un échantillonnage destructif et un échantillonnage visuel ont été utilisés pour décrire la dynamique de la ponte dans les 6 parcelles décrites précédemment au niveau des 2 stations.

La dynamique de la ponte a été réalisée sur 50 ceps-échantillons, répartis d'une manière uniforme dans la parcelle, selon une grille de 10 ceps par rang sur 5 rangs (Barnay, 1999). Une grappe par plant est prélevée à chaque date de prélèvement d'une manière aléatoire. Chaque grappe est codée par un numéro de plant, de rang, de parcelle et date de prélèvement. A chaque date de prélèvement, la grille est avancée de 1 plant sur le rang afin de répartir les prélèvements de manière uniforme sur tous les plants de la parcelle et ainsi ne pas affaiblir la production de certains plants. Ce prélèvement est réalisé dès l'apparition des premiers œufs dans les parcelles et est interrompu en absence de ponte. Ces prélèvements sont réalisés 2 fois par semaine pendant toute la période de ponte de *Lobesia botrana*, en première, deuxième et troisième génération.

Toutes les grappes sont ramenées au laboratoire, observées sous loupe binoculaire afin de compter les œufs de *Lobesia botrana*. Le paramètre position des œufs sur la grappe a été noté lors de chaque prélèvement. Les différenciations des positions des œufs sur la grappe s'effectue en la divisant en trois parties égales : une position haute des œufs (partie supérieure de la grappe près du pédoncule), une position moyenne et enfin une position basse.

### 3.5. Dynamique des dégâts

La dynamique des dégâts a été évaluée uniquement en troisième génération, compte tenu des pertes importantes engendrées par ces générations. De même il ne nous a pas été permis d'effectuer des prélèvements destructifs à chaque génération, faute d'affaiblir la production. Nous avons pris en compte les glomérules pour estimer les dégâts, en observant au hasard 100 grappes par parcelle à raison de 1 grappe par cep suivant la méthode définie par l'A.C.T.A et l'I.T.V (ACTA-ITV, 1980).

Pour les cépages de tables, nous avons réalisé cette opération au moment des cueillettes, alors que pour les cépages de cuves nous l'avons procédé au cours des vendanges.

## 4. Etude de la dynamique spatio-temporelle de *Jacobiasca lybica*

### 4.1. Caractéristiques et description de la station étudiée

L'étude a été réalisée dans une station viticole située à l'extrême Ouest de la Mitidja (36° 36 N 02° 24 E). Ce vignoble fait partie d'une exploitation étatique transformée en EURL « Si Semiani » sur la nationale 42 entre les communes de Hadjout et Bourkika à 80 km à l'Ouest d'Alger (figure, 10a et 10b). La culture de la vigne occupe une superficie de 145 ha .

Les observations ont été réalisées dans un vignoble de cuve greffée sur un porte greffe 1103P. Trois cépages ont été suivis Merlot, Cabernet Sauvignon et Syrah (tableau, 3). Le vignoble de table est composé de trois cépages à savoir Muscat d'Alexandrie, Dattier de Beyrouth et Cardinal d'une superficie plantée greffée soudée porte greffe 41B en 2002 (tableau, 3). Ces vignobles sont conduits en palissage sur trois fils de fer, taillés en guyot simple à une densité de plantation de 3300 plants par hectare et selon une orientation nord sud.

**Tableau3: Caractéristiques des cépages ayant servi aux suivis de la dynamique des populations de *Jacobiasca lybica***

Cépages	Superficie de la parcelle	Age du vignoble	Porte-greffe
Merlot	6 ha	5 ans	1103P
Cabernet-sauvignon	6 ha	5 ans	1103P
Syrah	8 ha	5 ans	1103P
Muscat d'Alexandrie	4 ha	15 ans	41B
Dattier de Beyrouth	5ha	25 ans	41B
Cardinal	2 ha	10 ans	41B

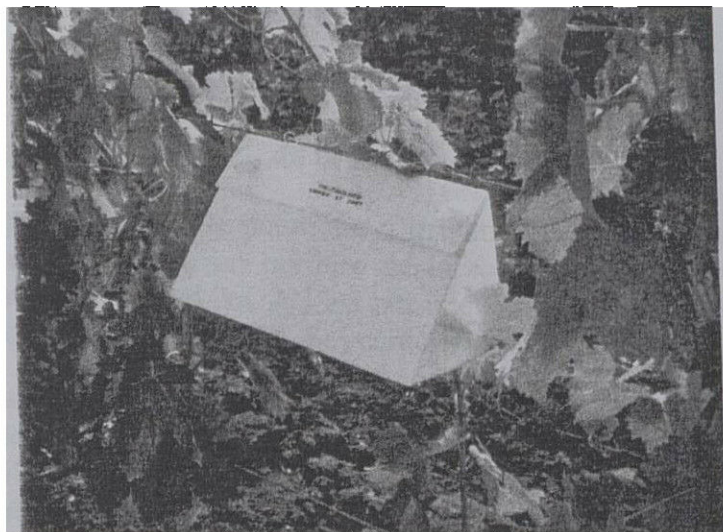
### 4.2. Technique de piégeage de *Jacobiasca lybica*

Les échantillonnages ont été effectués une fois par semaine pendant les campagnes viticoles 2006, 2007 et 2008 en effectuant un dénombrement périodique de larves et d'adultes.

#### 4.2.1. Dispositif de suivi de la dynamique des populations adultes

Le suivi de la dynamique des adultes a été réalisé par l'utilisation de pièges jaunes triangulés, ces derniers sont similaires aux pièges sexuels type INRA. Ils sont constitués d'un abri plastique en forme de tente dans le fond duquel est disposée une plaque engluée. L'abri est de couleur jaune vif (figure, 12), ce qui permet de piéger les adultes de Cicadelles vertes par attirance chromatique. Ces derniers sont fixés horizontalement à l'aide d'une pince sur fil de palissage à la hauteur des feuilles les plus basses à raison de 5 pièges par parcelle répartis sur 5 rangs et selon la diagonale de la parcelle (Bastide, 1989). Les renouvellements des pièges

triangulés chromoactifs ont été changés toutes les semaines pour la période d'étude allant de mars à novembre.



**Figure 12 : Dispositif de capture des cicadelles adultes par le piège triangulé mis en place sur cépages de cuves et de tables dans la Mitidja en 2006, 2007 et 2008 (Original)**

#### **4.2.2. Dispositif de suivi de la dynamique des populations larvaires**

La dynamique des populations larvaires a été suivie chaque semaine par un dénombrement et comptage in-situ de larves sur 200 feuilles de vigne par parcelle à raison de 4 feuilles par cep et 50 pieds par parcelle, prélevés d'une manière aléatoire selon le dispositif de Bastide (1989) ; ces ceps sont répartis à leurs tours sur 5 rangs tout en évitant les bordures (Delbac, 2000). Les observations ont été réalisées entre Mars et Novembre à partir de 9 heures du matin. Les traitements phytosanitaires à base d'un régulateur de croissance le Cascade (100g/l de Flufénoxuron) ont été faits par les propriétaires du vignoble à partir de la première décade du mois de Mai et Juillet contre la cicadelle verte, d'autres traitements antifongiques ont été appliqués contre le Mildiou et l'Oïdium à base de bouillie bordelaise et de soufre mouillable.

#### **4.3. Etude de l'effet de la vigueur sur la dynamique de *Jacobiasca lybica***

La vigueur a été estimée par la pesée du bois de taille au cours du repos végétatif de l'année d'étude et ceci à partir du mois de Décembre. Un total de 10 ceps est pris au hasard selon la diagonale de la parcelle (Bastide, 1989 ; Goutouly *et al.*, 2006). La vigueur a été estimée en fonction du poids moyen du bois de taille par souche (Galet, 1993; Reynier, 2000).

#### **4.4. Dynamique des dégâts et sensibilité variétale**

L'estimation des dégâts sur feuilles a été réalisée par un contrôle visuel, sur une centaine de plants pour chaque cépage étudié avant la récolte des raisins. Nous avons utilisé l'échelle décrite par Burkness *et al.*, (2000) et Nault *et al.*, (2004), qui porte sur une cicadelle de la même famille sur pomme de terre. L'échelle décrit les dégâts comme suit : 1= aucune attaque foliaire, 2= < 10% début du rougissement ou jaunissement des feuilles, 3=11-50% rougissement ou jaunissement des feuilles, 5= < 50% rougissement et jaunissement des feuilles avec grillures, 6= 51-90% rougissement et jaunissement des feuilles avec grillures

prononcées, 7= < 90% rougissement et jaunissement des feuilles avec grillures très prononcées.

## 5. Etude de la dynamique spatio-temporelle de *Planococcus ficus*

### 5.1. Caractéristiques et description de la station d'étude

L'Eurl Si Semiani est située dans le périmètre d'irrigation à 2,5 Km environ à l'est du chef lieu de la commune de Hadjout, en bordure de la route nationale n°42 .L'entreprise est limitée : Au nord par l'oued Bourkika. A l'est par une E.A.C. A l'ouest par une E.A.C et au sud par la route nationale 42 (figure, 10a). Ses caractéristiques ont été déjà décrites

Ce travail a été réalisé dans un domaine viticole cuve et de table constitué de plusieurs cépages au cours des campagnes viticoles 2006, 2007 et 2008. La vigne est conduite en palissage sur trois fils de fer, taillée en guyot simple planté à une densité de 3333 plants par hectare, selon une orientation Nord-Sud (figure, 10a et 10b).

Notre expérimentation a porté sur six parcelles constituées de six cépages : trois cépages de cuves représentés par le Cinsault, Grenache et Carignan. Alors que les cépages de tables sont représentés par le Muscat d'Alexandrie, Dattier de Beyrouth et Cardinal.

Les caractéristiques de ces derniers sont portées dans le tableau qui suit :

**Tableau 4: Caractéristiques des cépages ayant servi aux suivis de la dynamique des populations de *Planococcus ficus***

Cépages	Superficie de la parcelle	Age du vignoble	Porte-greffe
Cinsault	3,33 ha	6 ans	41 B
Carignan	3,33 ha	6 ans	41 B
Grenache	3,33 ha	6 ans	41 B
Muscat d'Alexandrie	3,33 ha	15 ans	41 B
Dattier de Beyrouth	3,33 ha	25 ans	41B
Cardinal	3,33 ha	10 ans	41B

### 5.2. Techniques de prélèvement de *Planococcus ficus*

L'échantillonnage des populations de cochenilles farineuses a été suivi au cours de 3 campagnes viticoles consécutives 2006, 2007 et 2008 sur 6 parcelles et 6 cépages dans un domaine viticole de la Mitidja occidentale. Pour le suivi de la dynamique des populations. Nous avons effectué des prélèvements de feuilles selon un dispositif approprié qui sera évoqué dans le paragraphe suivant.

### **5.2.1. Dispositif de suivi de la dynamique des populations adultes et larvaires sur feuilles de vignes**

La dynamique des populations adultes et larvaires a été suivie chaque semaine par un dénombrement et comptage d'adultes et de larves sur 200 feuilles de vigne par parcelle à raison de 4 feuilles par cep et 50 pieds par parcelle, prélevés d'une manière aléatoire selon le dispositif de Bastide (1989). Ces ceps sont répartis à leurs tours sur 5 rangs tout en évitant les bordures (Frontier, 1983 ; Delbac, 2000). Les observations ont été réalisées entre Mars et Novembre à partir de 9 heures du matin, à raison d'une sortie par semaine. Les échantillons de feuilles ont été mis dans des sachets en plastique étiqueté ou toutes les informations ont été relevées (date, cépages et conditions climatiques) et ramené au laboratoire où on procède au dénombrement et comptage des différentes formes. Lors des comptages, il n'a pas été pris en compte stade par stade en raison du nombre important d'infestation. Tous les stades larvaires confondus et stades adultes ont été pris en compte. Aucun traitement insecticide n'a été appliqué en 2006 et 2007. En 2008 un traitement anti cochenilles a été appliqué, d'autres traitements antifongiques ont été appliqués contre le Mildiou et l'Oïdium à base de bouillie bordelaise et de soufre mouillable.

### **5.2.2. Dispositif de suivi de la dynamique des populations sur grappes de raisins**

Les prélèvements des cochenilles farineuses sur grappes de raisins ont été entamés à partir du mois de juin jusqu'à septembre et ceci pour l'ensemble des cépages suivis au cours des campagnes viticoles ; 2006, 2007 et 2008. Comme pour le suivi précédent, cette étude a portée sur deux stades de l'insecte à savoir stades larvaires et adultes (tous stades confondus).

Concernant la présence des cochenilles sur grappes de raisins un échantillonnage destructif a été réalisé sur seulement trois grappes par plant de vigne soit un total de 39 grappes pour chaque parcelle et cépage. Ces dernières ont été mises dans des sachets en plastique étiquetés et ramenés au laboratoire pour dénombrement et comptage.

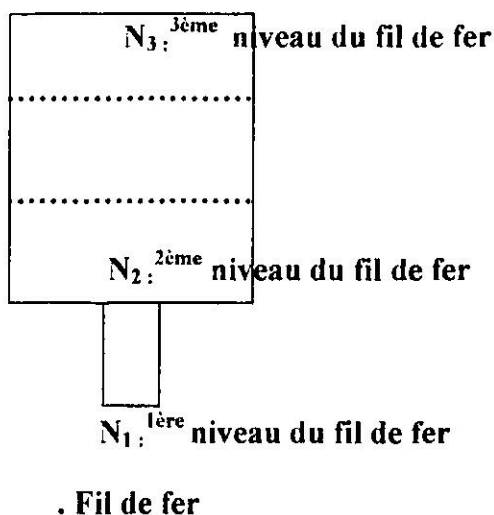
## **5.3. Etude de l'effet des éléments minéraux sur la dynamique de *Planococcus ficus***

### **5.3.1. Dispositif expérimental**

Le matériel végétal utilisé au cours de notre expérimentation appartient à l'espèce *Vitis vinefera*. Seulement les cépages de cuves cités précédemment ont été pris en considération pour cette étude. Afin d'avoir une collection ordonnée et assez complète dans l'espace et dans le temps, nous avons procédé à un échantillonnage selon trois niveaux sur les plants de vignes dans chaque parcelle d'étude (figure, 13), selon la méthode préconisée par Fos *et al.*, (1997).

Le dispositif expérimental est présenté dans la figure 13. Afin de suivre les fluctuations des populations en phase d'infestation, nous avons jugé utile d'estimer ces populations sur trois niveaux de feuilles. Pour cela nous avons procédé à un échantillonnage aléatoire et selon une diagonale pour chaque 10 rangée et ceux pour l'ensemble des trois cépages de cuves (Cinsault, Grenache et Carignan).

Cette étude a porté également sur la répartition des formes adultes et larvaires sur trois niveaux de la vigne selon le fil du palissage ; le niveau N<sub>1</sub> correspond au 1<sup>ère</sup> fil de palissage, le niveau N<sub>2</sub> correspond au 2<sup>ème</sup> fil de palissage et ainsi pour le niveau N<sub>3</sub>. Au total trois feuilles par niveau ont été prises en considération dans cette étude. Les feuilles des cépages non infestés et cépages infestés ont été prélevés.



**Figure 13 : Dispositif d'échantillonnage des feuilles sur la canopie de la vigne**

A partir des feuilles échantillonnées, nous avons dénombré les individus des deux formes adultes et larvaires sur feuilles infestés appartenant à des cépages très infestés. Nous avons recherché des plants indemnes, les feuilles de ces derniers sont à leur tour prélevées afin de dégager certaines préférences.

### 5.3.2. Prélèvement et dosage

Le matériel végétal prélevé a été réparti en deux lots. Le premier a servi aux dosages des minéraux et le second pour le dosage des sucres totaux. Pour le dosage de la fraction minérale, une prise d'essai de 2 g de feuilles finement broyées est disposée dans un four à mouffles (Heraeus, Hanau, Germany), à une température de 450°C pendant 4 heures. Les cendres obtenus sont humectées par un mélange eau distillé : acide chlorhydrique (3:1), puis chauffées jusqu'à apparition des premières vapeurs. Après filtration, le papier filtre et son contenu sont incinérés pendant 30 min à 550°C puis repris par 5 ml d'acide fluorhydrique. Le mélange est séché et repris par 1 ml d'acide chlorhydrique concentré puis amener à 100 ml par de l'eau tiède distillée (Martin-Prevel *et al.*, 1984). La solution obtenue est utilisée pour le dosage du K par spectrophotométrie d'émission de flamme et le P par spectrophotométrie d'absorption atomique.

Les sucres solubles totaux sont dosés par la méthode de Dubois *et al.* (1956). Les colorants sont éliminés en utilisant le charbon actif, et les autres substances sont éliminées en employant l'acétate de plomb. L'excès de ce dernier réactif, se trouvant dans la solution du sucre, est éliminé en additionnant l'oxalate du potassium. La matière végétale est mise en contact avec de l'éthanol à 80% durant 48 heures à une température ambiante. Le dispositif est mis à l'étuve à 80°C afin d'évaporer l'alcool, puis on ajoute 20 ml d'eau distillée au résidu. Une fraction de 2 ml de la solution obtenue est additionnée au phénol à 5%, l'acide sulfurique concentré 96 %, puis homogénéisé au vortex, après 10 min; on les place au bain-marie à une température de 30°C pendant 20 min; la lecture de la densité optique se fera à 485 nm au bout de 10 minutes par spectrométrie optique. La méthode de Dubois *et al.* (1956) permet de doser les oses et les hexoses en utilisant le phénol et l'acide sulfurique concentré, en présence de ces deux réactifs. Les oses donnent une couleur jaune-orange dont l'intensité est proportionnelle à la concentration des glucides.

## 5.4. Dynamique des dégâts

### 5.4.1. Dégâts

Les dégâts ont été estimés aux cours de la récolte ou vendange de chaque campagne viticole. A ce stade de maturation, 100 grappes par parcelle de vigne ont été prélevées au hasard, sont observées à raison de 1 grappe par cep, réparties uniformément sur les rangs et rangs intercalaires (figure 14), suivant la méthode définie par l'A.C.T.A. et l'I.T.V. (ACTA-ITV, 1980). Le pourcentage ou le taux de plants infestés est ensuite calculé. Nous avons aussi comparé la production des parcelles des cépages de cuves au cours des années 2005, 2006 et 2007.

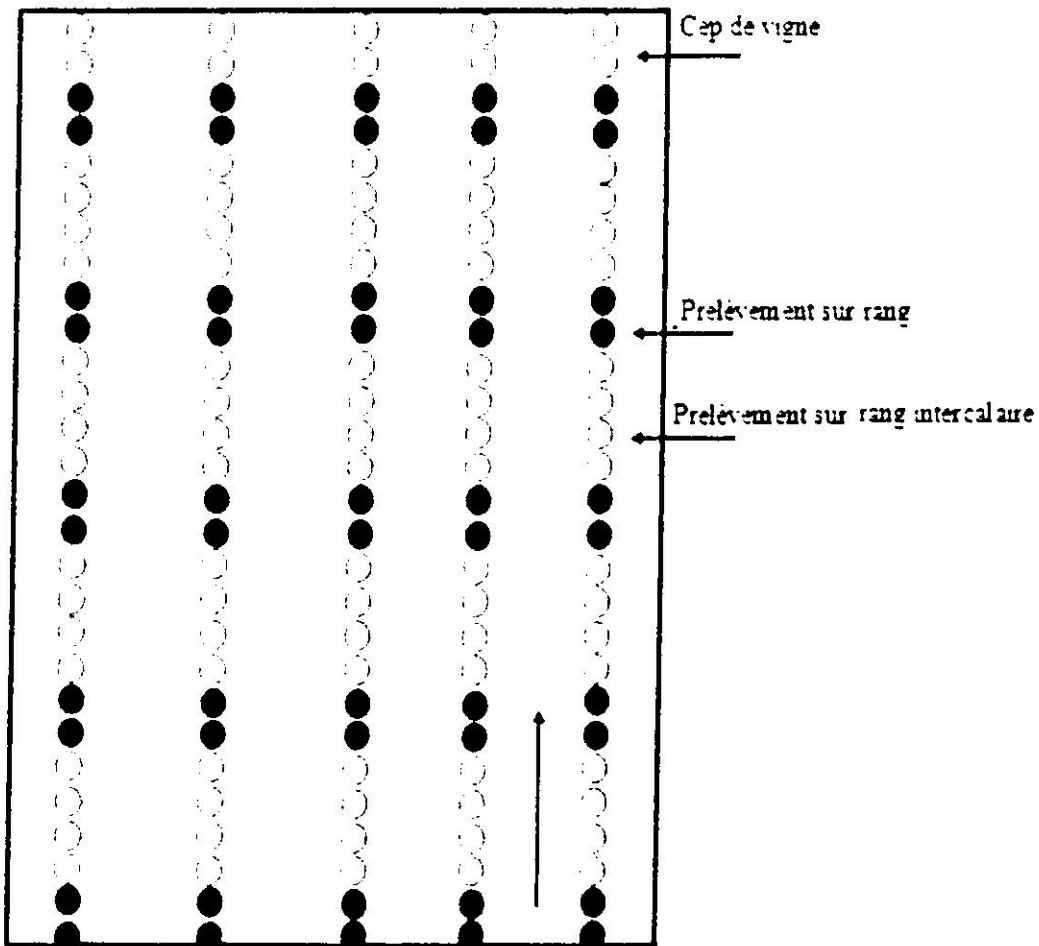


Figure 14 : Exemple de grille d'échantillonnage des dégâts dans une parcelle de vigne

### 5.4.2. Cartographie des attaques

Dans cette partie, nous allons décrire l'évolution et l'épidémiologie des attaques de *Planococcus ficus* au sein d'une station viticole dans la Mitidja occidentale pour trois cépages de cuve au cours de la campagne viticole 2007 en raison des très fortes infestations enregistrées sur ces derniers. Pour se faire une représentation sous forme de nuage de points afin de faire ressortir l'importance de ces attaques sur les trois cépages étudiés (Cinsault, Carignan et Grenache). Nos investigations ont porté sur l'examen des pieds sains et atteints

des trois cépages, pied par pied sur un ensemble 3333 plants pour chaque cépage, soit au total 9999 plants ce qui équivaut à une superficie de 3,33 ha. Il est à signaler que les trois parcelles étudiées forment un ensemble de vignoble situé dans le même contexte, ces parcelles sont séparées juste par une simple allée.

La cartographie a été analysée par le logiciel Matlab. La méthode adoptée est de formater le fichier Excel renfermant les données de bases initiales portant sur l'épidémiologie parcellaire. L'utilisation d'un logiciel en l'occurrence Matlab pour faire le graphique consiste à faire d'abord le transfert du fichier excel en format Matlab.

## 6. Analyses statistiques

### 6.1. Analyses de variance (SYSTAT vers. 12, SPSS 2009)

Dans les conditions paramétriques (ANOVA pour *ANalysis Of VAriance*), la distribution de la variable quantitative doit être normale. Dans certains cas, une transformation logarithmique a été nécessaire afin de normaliser cette distribution. Lorsque plus de 2 modalités interviennent par facteur, nous avons appliqué en outre le test de Tukey qui intervient après l'ANOVA. Il permet de vérifier la significativité de la variable d'intérêt entre toutes les combinaisons des modalités. Si par exemple, il y a 3 classes de précipitations, on compare la variable entre les classes 1 et 2, puis 1 et 3, et enfin 2 et 3.

Dans les cas où plusieurs facteurs sont en jeu, il peut arriver que toutes les interactions entre facteurs ne soient pas pertinentes à tester. Nous avons alors utilisé le modèle linéaire global (G.L.M.). Par exemple, si on désire connaître l'effet des facteurs A, B et C et seulement l'interaction entre A et C, il suffit de sélectionner explicitement ces 4 catégories.

### 6.2. Corrélations-régressions (SYSTAT vers. 12, SPSS 2009 et Excel™)

Lorsque 2 variables quantitatives varient conjointement, on doit mesurer la significativité du coefficient de corrélation. En conditions paramétriques, il s'agit du coefficient  $r$  de Pearson et en conditions non paramétriques, du coefficient  $\rho$  de Spearman. L'équation de la droite de régression est calculée lorsque les distributions sont en accord avec la normalité et que le coefficient de Pearson est significatif.

Pour enlever l'effet d'une variable quantitative  $C$  corrélée à une variable d'intérêt  $V$ , on calcule l'équation de la droite de régression ( $y = ax + b$ ) puis les résidus de cette régression. Ces résidus sont calculés en retranchant les valeurs réelles ( $V_i$ ) de la variable d'intérêt aux valeurs prédites par l'équation de la droite. On a donc : Résidu ( $i$ ) =  $V_i - (aC_i + b)$ .

### 6.3. Analyses multivariées (PAST vers. 1.37, Hammer *et al.*, 2001)

Dans le cas de variables de type présence-absence, les relations multivariées sont étudiées à l'aide d'une analyse factorielle des correspondances en composantes principales (A.C.P.) (Ter Braak et Prentice, 1988). Dans cette analyse, les espèces sont groupées selon leur groupe fonctionnel ou leur guild. A partir des trois premiers axes de l'analyse factorielle, une classification ascendante hiérarchique des espèces est réalisée dans le but de détecter des discontinuités inter-communautés.

## CHAPITRE 3. RESULTATS

## CHAPITRE 3 : RESULTATS

### 1. Etude de la biocénose dans un agro écosystème viticole

#### 1.1. Analyse globale et composition taxonomique

Les données présentées concernent essentiellement le complexe entomologique et les autres invertébrés des vignobles conduits dans les conditions habituelles de la pratique viticole et leurs variations mensuelles et annuelles sur un cycle phénologique viticole dans la région de la Mitidja occidentale.

Le dispositif de piégeage est mis en place de janvier à décembre 2005 et les relevés sont effectués chaque 15 jours. L'analyse porte sur l'ensemble du peuplement de la biocénose de l'agro-écosystème viticole, à la fois sur le plan qualitatif que quantitatif.

Au cours de cette étude, 7540 individus ont été capturés, mettant ainsi en évidence l'abondance relative et la complexité de la faune qui fréquente les milieux viticoles.

**Tableau 5 : Abondance et richesse de la biocénose de l'agro-écosystème viticole**

Classe	Ordre	Famille	Espèce	Ni	Régime alimentaire
Gasteropoda	Stylommaphora	Helicidae	<i>Theba pisana</i>	150	Phytophage
Acarina	Actinidida	Tetranychidae	<i>Panonychus ulmi</i>	339	Phytophage
			<i>Tetranychus urticae</i>	229	Phytophage
			<i>Eotetranychus carpini</i>	208	Phytophage
		Eriophyidae	<i>Eriophyes vitis</i>	709	Phytophage
	Gamasida	Phytoseiidae	<i>Thyphlodromus sp</i>	22	Prédateur
			<i>Phytoseiulus sp</i>	17	Prédateur
Arachnida	Aranea	Salticidae	<i>Salticus scenicus</i>	34	Prédateur
			<i>Salticus sp1</i>	59	Prédateur
			<i>Salticus sp2</i>	17	Prédateur
Insecta	Homoptera	Cicadellidae	<i>Jacobiasca lybica</i>	1253	Opophage
		Aphididae	<i>Aphis gossypii</i>	163	Opophage
		Pseudococcidae	<i>Planococcus ficus</i>	1840	Opophage
		Anthocoridae	<i>Orius sp1</i>	33	Prédateur
			<i>Orius sp2</i>	28	Prédateur
		Miridae	<i>Malacochoris sp</i>	36	Prédateur

Insecta	Colcoptera	Scarabeidae	<i>Rhizotrogus numidicus</i>	85	Phytophage
		Bostrychidae	<i>Sinoxylon sexdentatum</i>	22	Xylophage
		Cctonidae	<i>Epicometis squalida</i>	50	Phytophage
			<i>Oxythera sp</i>	11	Phytophage
		Chrysomelidae	<i>Haltica ampelophaga</i>	128	Phytophage
		Coccinellidae	<i>Coccinella algerica</i>	10	Prèdateur
			<i>Adonia variegata</i>	15	Prèdateur
		Lepidoptera	Tortricidae	<i>Lobesia botrana</i>	869
	Noctuidea		<i>Agriotes sp</i>	59	Phytophage
	Thysanoptera	Thripidae	<i>Frankliniella occidentalis</i>	98	Phytophage
			<i>Drepanothrips reuteri</i>	135	Phytophage
	Orhoptera	Acrididae	<i>Aiolopus strepens</i>	08	Phytophage
			<i>Aiolopus thalassinus</i>	06	Phytophage
			<i>Doclostaurus jagoi jagoi</i>	16	Phytophage
			<i>Pamphagus elephans</i>	10	Phytophage
		Gryllidae	<i>Gryllus bimaculatus</i>	32	Phytophage
			<i>Gryllus sp</i>	28	Phytophage
	Hymenoptera	Braconidae	<i>Apanteles sp</i>	04	Parasitoïde
		Ichneumonidae	<i>Dibrachys affinis</i>	07	Parasitoïde
			<i>Dibrachys sp</i>	10	Parasitoïde
		Ichneumonidae	<i>Campoplex sp</i>	06	Parasitoïde
		Encyrtidae	<i>Anagyrus sp</i>	08	Parasitoïde
		Vespidae	<i>Vespa germanica</i>	77	Phytophage
			<i>Polistes gallicus</i>	50	Prèdateur
	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	93	Phytophage	
	Diptera	Tephritidae	<i>Ceratitis capitata</i>	64	Phytophage
		Drosophilidae	<i>Drosophila malanogaster</i>	45	Phytophage
	Dermaptera	Forficulidae	<i>Forficula auricularia</i>	139	Prèdateur
	Nevroptera	Chrysopidae	<i>Chrysoperla carnea</i>	190	Prèdateur
			<i>Chrysopa sp1</i>	114	Prèdateur
<i>Chrysopa sp2</i>			14	Prèdateur	

Les invertébrés sont répartis selon quatre classes : celle des Gasteropoda présentée par une seule famille et une seule espèce ; les Acarina sont présentés par deux familles phytophages (Tetranychidae et Eriphyidae) et une famille de prédateurs (Gamasidae) ; les Arachnida sont représentés par une seule famille appartenant au genre *Salticus*. Les mollusques sont formés par plus de 150 individus, alors que les acariens se présentent sous deux groupes : les phytophages représentés par 4 espèces avec un total de 1485 individus et les prédateurs par 2 espèces avec un total de 39 individus. Les araignées sont présentes avec seulement 3 espèces avec un total de 110 individus. Quant à la faune entomologique, cette dernière se compose de 37 espèces ou taxons dont la majorité se développe sur vigne. Les autres espèces sont des auxiliaires entomophages (parasites et prédateurs) jouant un rôle important dans la régulation des populations des phytophages. Au total 24 familles ont été collectées dans les deux stations d'études. La classe des Hymenoptera a dominé les autres classes avec un total de huit espèces. Quant aux autres classes, on note une importance des Coleoptera, Orthoptera et Hemiptera avec un total respectif de sept, six et cinq espèces. La classe des Neuroptera, Lepidoptera, Thysanoptera, Diptera et Dermaptera sont signalés avec seulement trois à deux espèces.

De point de vue numérique, c'est l'ordre des Hemiptera, qui constitue le plus d'individus soit au total de 3353 soit 3256 spécimens opophages et 97 individus prédateurs. Il est suivi par l'ordre des Lepidoptera. Parmi celle-ci, 871 individus. Par ailleurs pour les invertébrés l'ordre des Acarina est le plus représenté soit un total de 1524 acariens dont 1485 phytophages et 39 prédateurs.

## 1.2. Evolution temporelle de la biocénose

Cette étude est basée sur la connaissance du régime alimentaire et donc la place trophique, des espèces capturées. L'examen des relevés du terrain relatif à la biocénose viticole fait apparaître plusieurs groupes distincts représentés principalement par des phytophages et des opophages, des prédateurs généralistes et des parasitoïdes. Cette partie a été analysée par une ACP ou une DCA (Analyses en Composantes Principales effectuée avec PAST vers 1,95 (Hammer *et al.*, 2001).

### 1.2.1. Evolution mensuelle

La biocénose de l'agro-écosystème viticole varie continuellement en fonction des mois. Le groupe le plus important est représenté par les phytophages et les opophages (figure, 15), qui sont actifs à partir de la deuxième décennie du mois de mars particulièrement pour certaines espèces précoces (Eudémis et Altise). Les autres espèces vont apparaître à partir du mois d'avril. Leurs importances augmentent au fil des mois en fonction des conditions climatiques clémentes, pour atteindre de très fortes pullulations à partir du mois de juin, juillet et août.

Les espèces capturées mensuellement sont représentées par des effectifs très variables allant de l'unité à plusieurs centaines. L'analyse du matériel recueilli fait ressortir un ensemble de 3449 individus de phytophages, 3256 individus d'opophages, 778 individus prédateurs, 35 individus parasitoïdes et 22 individus xylophages représentés par une seule espèce.

L'abondance des phytophages-opophages est très marquée à partir d'avril jusqu'à août, en parallèle les auxiliaires sont présents à des effectifs relativement importants. En revanche la majorité des espèces parasitoïdes recensées apparaissent à partir

d'août, à l'exception du genre *Campoplex*, ou sa présence a été relevée à partir de la deuxième décennie du mois d'avril pour disparaître au début juin.

La classification hiérarchique basée sur les 3 premiers axes de la D.C.A. (figure 1 annexe 2) montre l'existence de 3 groupes successionnels, avec deux espèces apparentées s'agissant d'un apate xylophage *Sinoxylon sexdentatum* et d'un parasitoïde du genre *Anagyrus sp.*

L'analyse en Composantes Principales effectuée avec PAST vers 1,95 (Hammer *et al.*, 2001) est satisfaisante dans la mesure où plus de 50 % de la variance sont exprimés sur les 2 premiers axes.

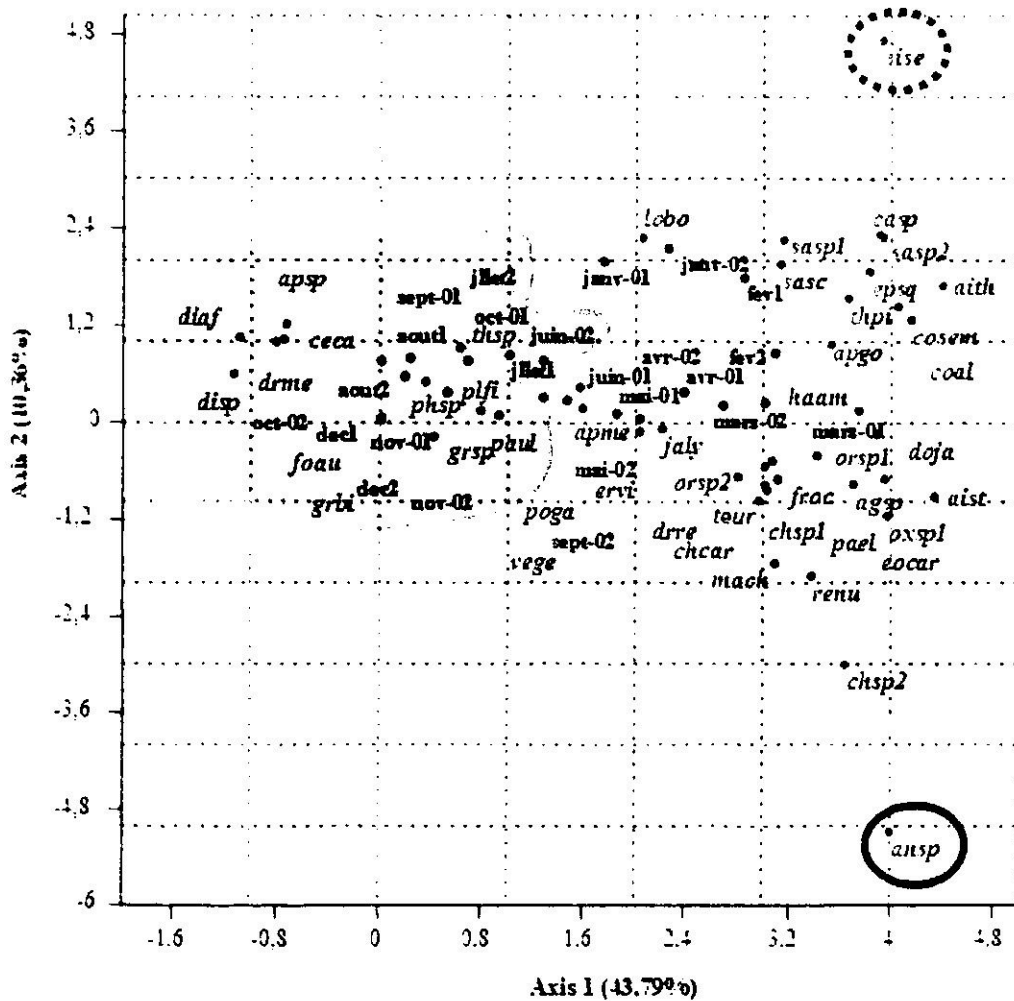


Figure 15: Evolution mensuelle de la biocénose de l'agro-écosystème viticole en la Mitidja en 2005

1.2.2. Evolution saisonnière

Les données des relevés (annexe 2) ont été soumises à une D.C.A. Dans le plan factoriel Axe1 x Axe2, la répartition des espèces apparaît dispersée (figure, 16), indiquant que globalement la biocénose de l'agro-écosystème viticole semble réagir différemment et individuellement aux caractères saisonniers.

La classification hiérarchique basée sur les 3 premiers axes de la D.C.A. (figure 2, annexe 2) montre l'existence de trois groupes successionnels, qui présentent une bonne séparation des assemblages du printemps, été, automne et début hiver, et un troisième groupe qui paraît apparenté regroupant les espèces présentant de faibles densités à activité automnale.

Cette variation saisonnière révèle que la période au cours de laquelle la biocénose viticole est la plus riche et abondante se situe de mai à la fin juin correspondant à la saison printanière (figure, 16). La biocénose est composée principalement de phytophages-opophages et de prédateurs. En période estivale et au cours de la première saison automnale on assiste à une abondance relative des principaux phytophages-opophages du vignoble et qui sont représentés principalement par *Lobesia botrana*, *Jacobiasca lybica* et *Planococcus ficus*.

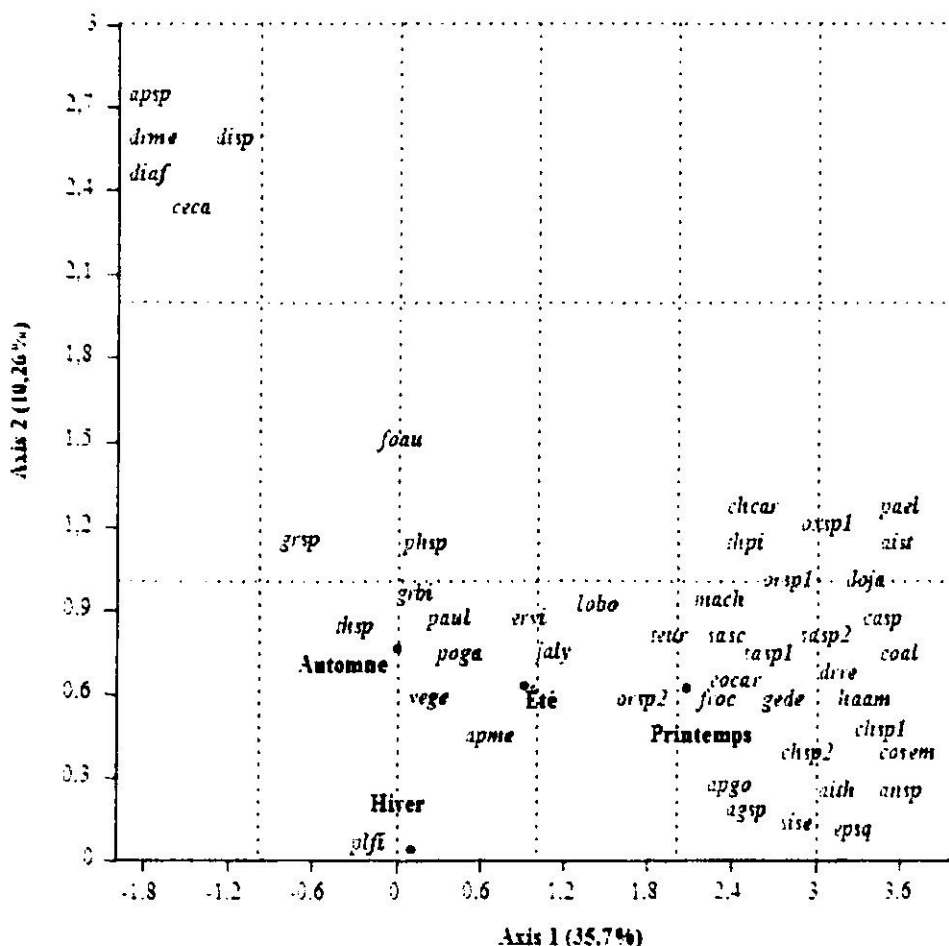


Figure 16 : Evolution saisonnière de la biocénose de l'agro-écosystème viticole dans la Mitidja en 2005

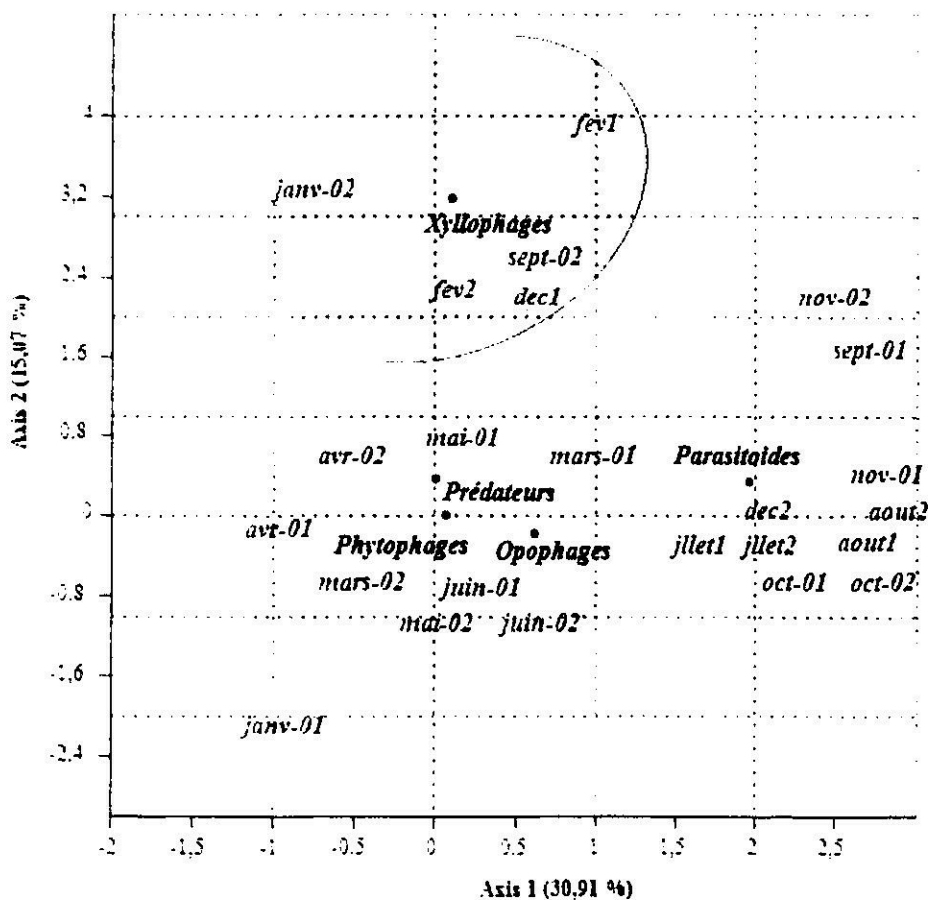
### 1.3. Evolution temporelle des différents groupes fonctionnels

Les variations temporelles des principaux groupes fonctionnels inféodés à la vigne ont été analysées par une D.C.A en fonction des mois et des saisons.

#### 1.3.1. Evolution mensuelle

L'examen la classification hiérarchique basée sur les 3 premiers axes de la D.C.A. fait ressortit trois groupes fonctionnels (figure 3, annexe 2). Ces derniers se répartissent en

xylophages faiblement représentés à partir de la deuxième décade de septembre jusqu'à février. A partir de la deuxième décade de mars jusqu'au mois de juin, on note la présence synchrones des phytophages, opophages avec les prédateurs. En revanche les parasitoïdes sont signalés à partir de septembre jusqu'à décembre (figure, 17).

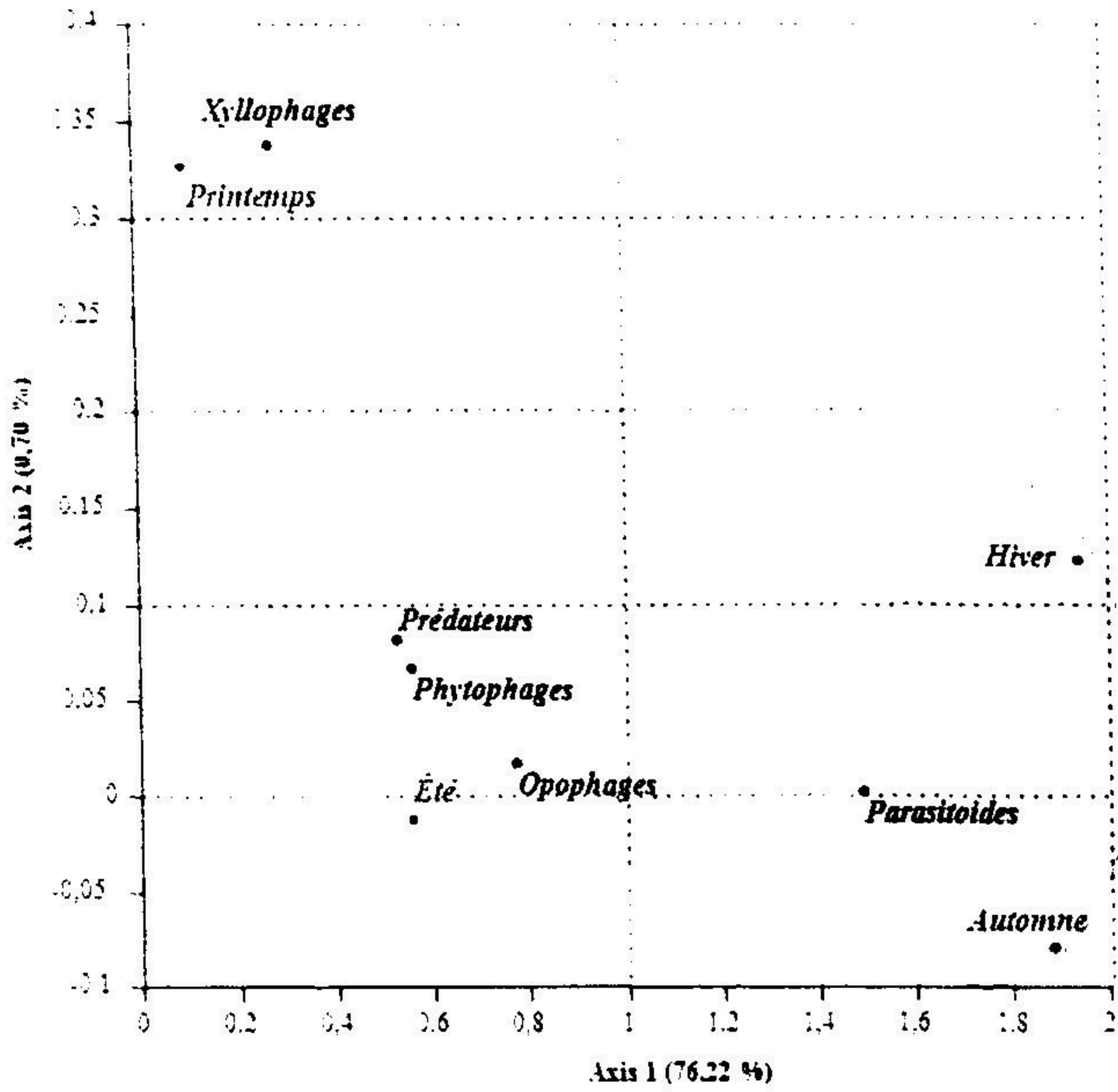


**Figure 17: Evolution mensuelle des principaux groupes fonctionnels de l'agro-système viticole dans Mitidja en 2005**

**1.3.2. Evolution saisonnière**

L'évolution des groupes fonctionnels en fonction des saisons fait apparaitre deux groupes qui font apparaitre dans le dendrogramme de la classification hiérarchique (figure 4, annexe 2).

La figure ci après montre un premier groupe formé essentiellement par des phytophages, opophages et prédateurs ensemble répondant à une saison printanière et estivale et un groupe de xylophages. Quant aux parasitoïdes, ils sont représentés à partir de la période automnale voir début période hivernale (figure, 18).



**Figure 18: Evolution saisonnière des principaux groupes fonctionnels de l'agro-système viticole dans la Mitidja en 2005**

**2. Dynamique spatio-temporelle de *Lobesia botrana***

**2.1. Dynamique des vols des mâles**

Les courbes de vol des mâles établies à l'aide des pièges sexuels et pièges alimentaires pour les 6 cépages étudiés sont présentées dans les figures 19, 20, 21, 22, 23 et 24 pour les campagnes viticoles 2006, 2007 et 2008.

**2.1.1. Au niveau des cépages de cuves**

Les graphiques ci-dessous présentent les résultats des captures des individus mâles d'Eudémis obtenus sur cépages de cuves, avec des relevés hebdomadaires sur une période de la fin mars jusqu'à la fin septembre voir début octobre. Le vol des mâles a débuté à la même période pour les 3 cépages de cuves, soit le 27 mars pour l'année 2006, il est décalé d'une semaine pour l'année 2007 (2 avril) et le 31 mars en 2008 (annexe 3).

En 2006, (figures, 19a, 19b et 19c), des papillons ont été capturés dès le premier relevé et ce pour les deux types de pièges installés. Au total quatre pics ont été relevés, le premier a débuté le 5 mars et s'est étalé sur une période de plus de deux mois voir la

première semaine du mois de mai. Le maximum d'individus a été capturé aux alentours du 17 avril avec 67 individus pour les pièges à phéromones et 28 individus pour les pièges alimentaires. Le second vol a débuté pour sa part le 29 mai et s'est étalé jusqu'à la fin juin avec 179 individus pour le piège sexuel contre 59 individus seulement pour le piège alimentaire. Le troisième vol prend part vers la dernière semaine du mois de juillet et semble être très court avec des pics de l'ordre de 79 individus pour le piège à phéromone et 206 individus pour le piège alimentaire, ces derniers ont été enregistré le 7 août. Un mois plus tard nous signalons le départ du quatrième vol coïncidant avec la première décade de septembre avec des effectifs relativement importants, soit 189 et 245 mâles capturés pour le piège sexuel et alimentaire respectivement. Le dernier vol se poursuit jusqu'à l'arrêt des vendanges au voisinage du 15 octobre.

En 2007, (figures, 20a, 20b et 20c), le premier vol a débuté une semaine plus tard par rapport à 2006, avec un pic de 59 individus par piège sexuel et 25 individus par piège alimentaire à partir de la deuxième quinzaine du mois d'avril. Ce dernier s'est étalé sur une période relativement courte. A partir du 21 mai, on assiste au deuxième vol avec des pics de vol allant de 151 et 51 mâles respectivement pour le piège sexuel et le piège alimentaire. Ce vol s'est étalé jusqu'à la fin du mois de mai. Quant au troisième vol on note un pic en date du 30 juillet pour 61 et 192 mâles pour les deux types de pièges utilisés. Le quatrième vol a été enregistré au cours de la dernière décade du mois d'août, avec des maxima de l'ordre de 107 et 160 mâles par piège sexuel et alimentaire respectivement. Ce dernier s'étale jusqu'à la fin de septembre voir début octobre en fonction des cépages (figures, 20a, 20b et 20c).

L'année 2008 semble être comparable à 2006, les profils de vol des mâles pour les deux types de pièges installés sont presque identiques. Les dates du début et fin de vol sont relativement comparables. Le premier vol débute en même temps pour les trois cépages (31 mars et se termine début mai). Le pic est atteint le 14 avril avec 39 et 20 individus relativement pour le piège sexuel et le piège alimentaire, (figures, 21a, 21b et 21c). Le second vol a débuté pour cette même année à partir du 20 mai, avec des pics de l'ordre de 117 et 41 individus enregistrés au cours des premiers jours du mois de juin. Le troisième vol prend part à partir du 15 juillet pour se terminer vers le 4 août, pour cette année. Le quatrième pic est enregistré vers le 18 août pour se terminer un mois plus tard avec les dernières parcelles vendangées, les pics maxima sont de 79 et 118 respectivement pour le piège sexuel et le piège alimentaire.

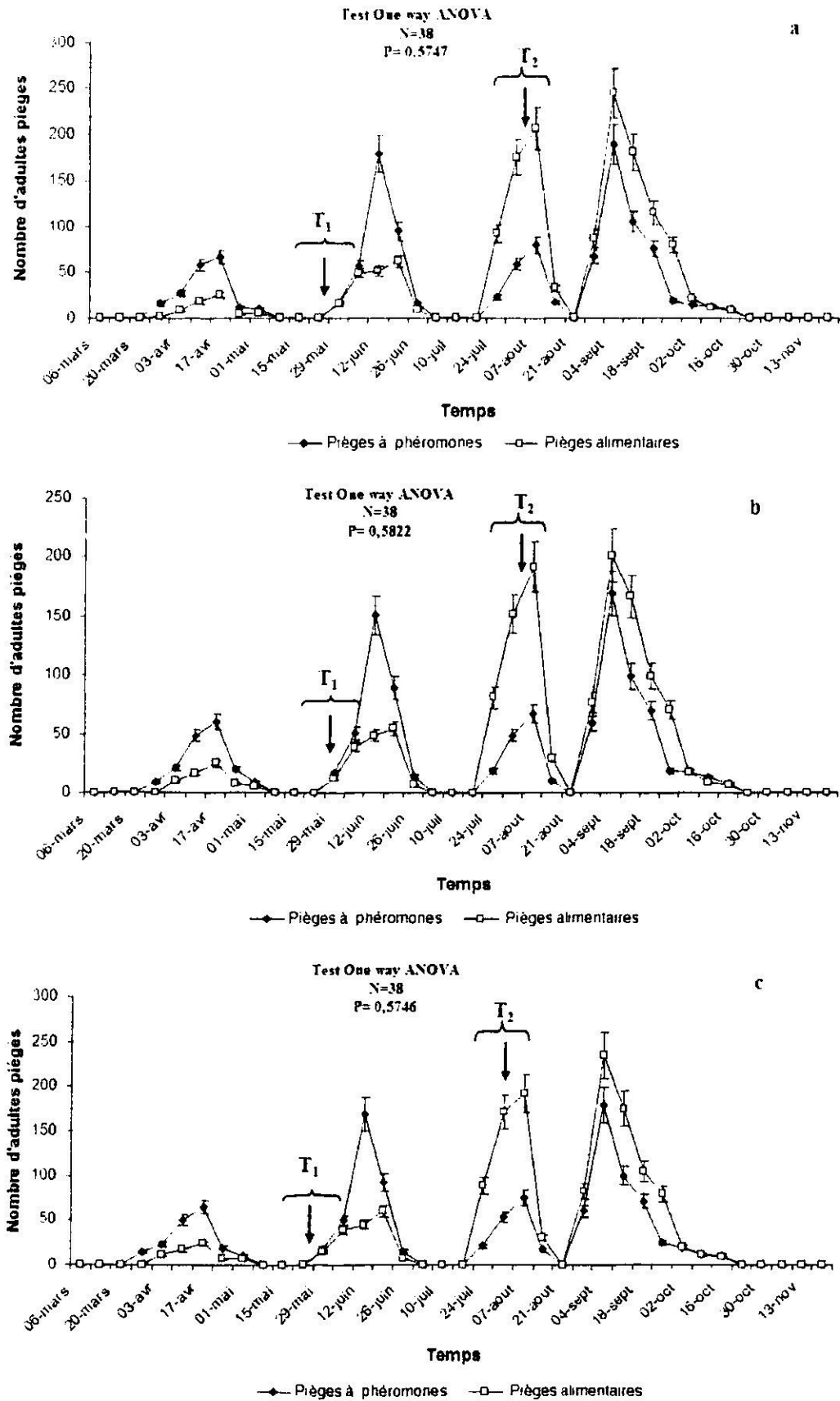


Figure 19: Fluctuations des populations adultes mâles de *Lobesia botrana* sur trois cépages de cuves dans la Mitidja en 2006. (a : Grenache, b : Carignan, c : Cinsault, T<sub>1</sub> et T<sub>2</sub> désignent les deux traitements insecticides effectués à base du Décis)

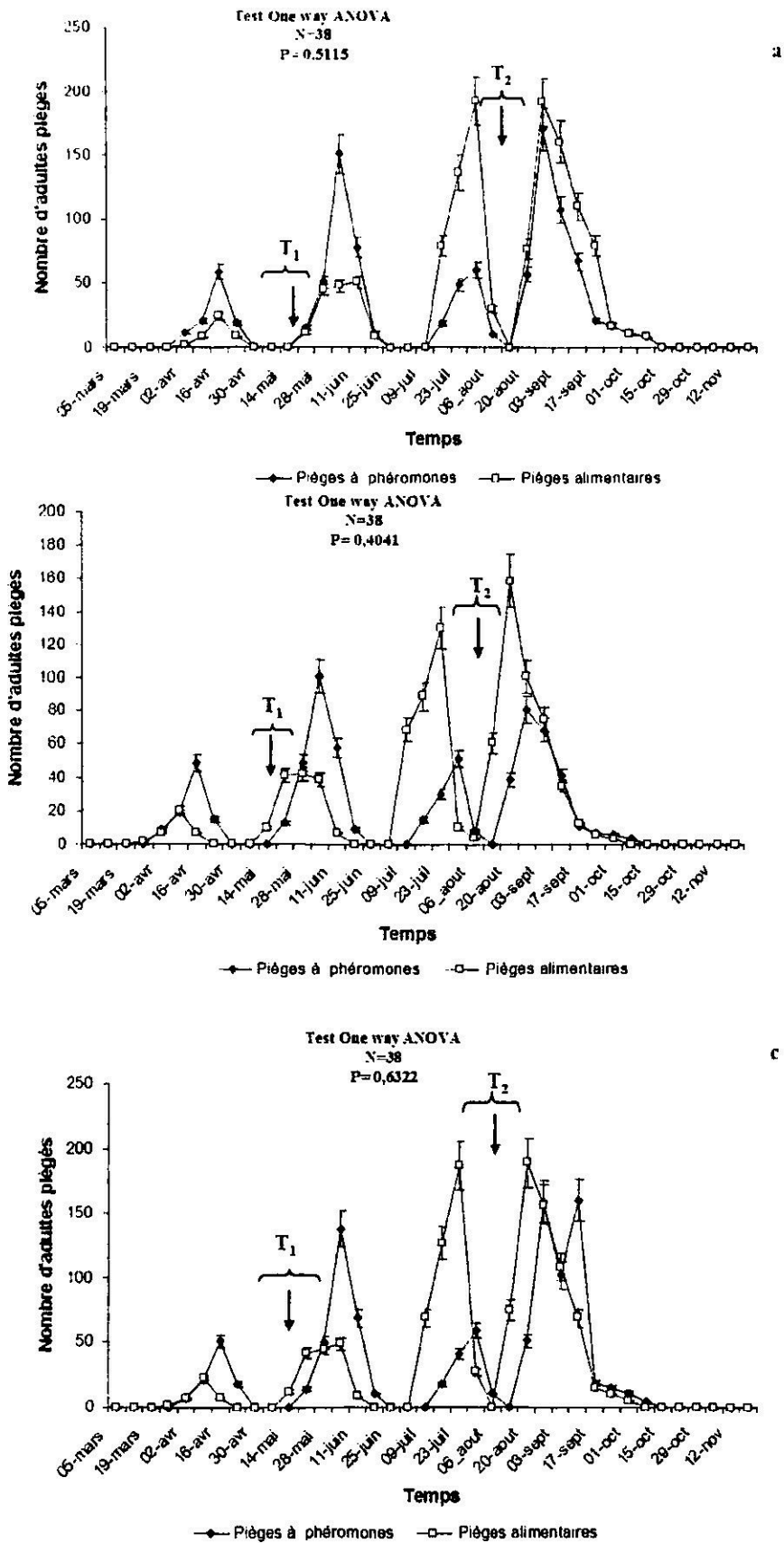
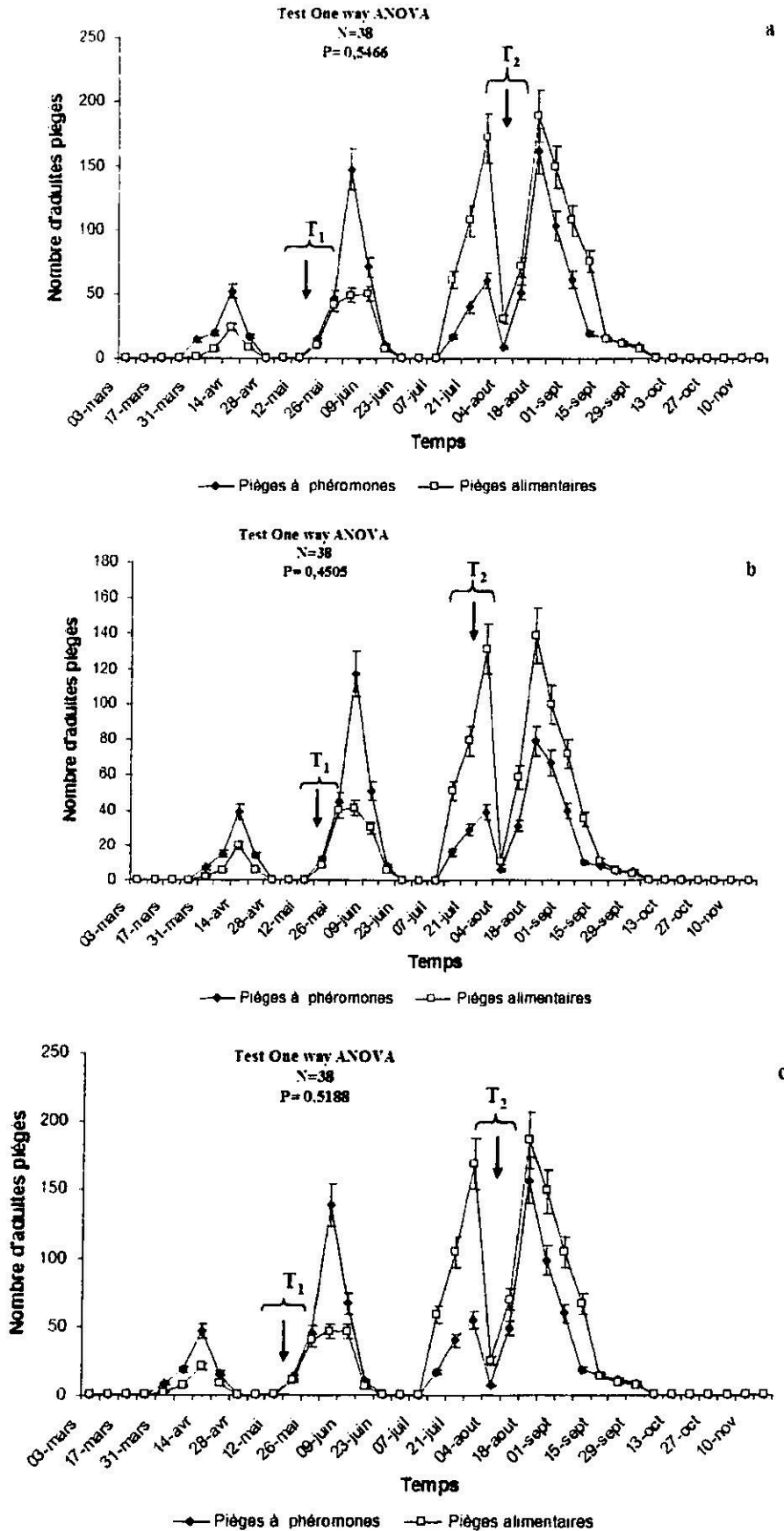


Figure 20: Fluctuations des populations adultes mâles de *Lobesia botrana* sur trois cépages de cuves dans la Mitidja en 2007 (a : Grenache, b : Carignan, c : Cinsault, T<sub>1</sub> et T<sub>2</sub> désignent les deux traitements insecticides effectués à base du Décis)



**Figure 21: Fluctuations des populations adultes mâles de *Lobesia botrana* sur trois cépages de cuves dans la Mitidja en 2008 (a : Grenache, b : Carignan, c : Cinsault. T<sub>1</sub> et T<sub>2</sub> désignent les deux traitements insecticides effectués à base du Décis)**

### 2.1.2. Au niveau des cépages de tables

Les profils des courbes du suivi des populations mâles adultes sur cépages de tables sont presque similaires à ceux décrits précédemment pour les cépages de cuves, avec quelques variations selon les cépages et la phénologie de la plante hôte (annexe 3).

En 2006, les vols ont débuté en même temps au niveau des trois parcelles (figures, 22a, 22b et 22c). Le premier vol est signalé à partir du 27 mars pour se terminer vers la fin avril avec des pics de l'ordre de 107 et 39 respectivement pour le piège sexuel et le piège alimentaire. Le second pic prend part au delà du 29 mai pour atteindre un maximum d'individus vers le 12 juin avec 169 et 59 mâles capturés pour les deux types de pièges utilisés respectivement, le piège sexuel et alimentaire. Comme pour les cépages de cuves, le troisième vol a débuté le 24 juillet avec des pics de 75 et 180 individus pour le piège sexuel et alimentaire respectivement. Quant au quatrième vol il débute à partir de la fin du mois d'août avec des pics maximum de l'ordre de 170 mâles pour le piège sexuel et 165 mâles pour le piège alimentaire. Ces observations sont semblables pour les deux cépages Muscat d'Alexandrie et Dattier de Beyrouth. Au niveau du cépage Cardinal, trois pics bien distincts sont signalés en raison de sa précocité, avec un quatrième léger pic signalé exceptionnellement pour l'année 2006.

En 2007 le début du premier vol a environ 10 jours de retard par rapport à 2006, mais les profils des courbes semblent prendre la même allure pour les trois cépages étudiés (figures, 23a, 23b et 23c). Ce dernier prend part à partir de la première semaine du mois d'avril avec des pics comparables à ceux précédemment enregistrés pour ces mêmes cépages au cours de l'année écoulée. Le deuxième vol débute vers la fin mai début juin pour se terminer un mois plus tard. Les pics de vol sont de l'ordre de 150 et 47 respectivement pour le piège sexuel et le piège alimentaire. Le troisième vol est enregistré vers le 20 mai avec des pics de 59 et 158 respectivement pour les pièges sexuel et alimentaire. Le quatrième vol prend part à partir de 28 août pour se terminer un mois plus tard avec des pics de l'ordre de 141 et 189 au cours de la première semaine de septembre, on note l'absence du quatrième vol au niveau du cépage cardinal.

En 2008, la dynamique du vol de l'Eudémis est comparable à celle des deux années précédentes. Le premier vol a débuté vers le 07 avril dans la parcelle de Muscat d'Alexandrie, le 31 mars dans la parcelle du Dattier de Beyrouth et Cardinal. Les pics ont été enregistrés au niveau du cépage Muscat et sont de l'ordre de 51 pour le piège sexuel et 41 pour le piège alimentaire. Le deuxième vol, débute vers la première décade du mois de juin avec des pics respectifs de 155 et 48, pour le piège sexuel et le piège alimentaire. Quant au troisième vol il débute vers la première décade du mois d'août avec des pics de l'ordre de 49 et 167 respectivement pour le piège sexuel et le piège alimentaire. Le quatrième vol débute en fin du mois d'août pour s'achever un mois plus tard à l'exception du cépage Cardinal où on note l'absence de ce dernier vol (figures, 24a, 24b, 24c).

### 2.1.3. Comparaison des deux techniques de piégeages

Les deux méthodes de surveillance donnent une représentation voisine de l'évolution des populations adultes de *Lobesia botrana* sur les six parcelles (cépages de cuves et de tables), (figure, 19, 20, 21, 22, 23 et 24). Ceci est confirmé par l'analyse des

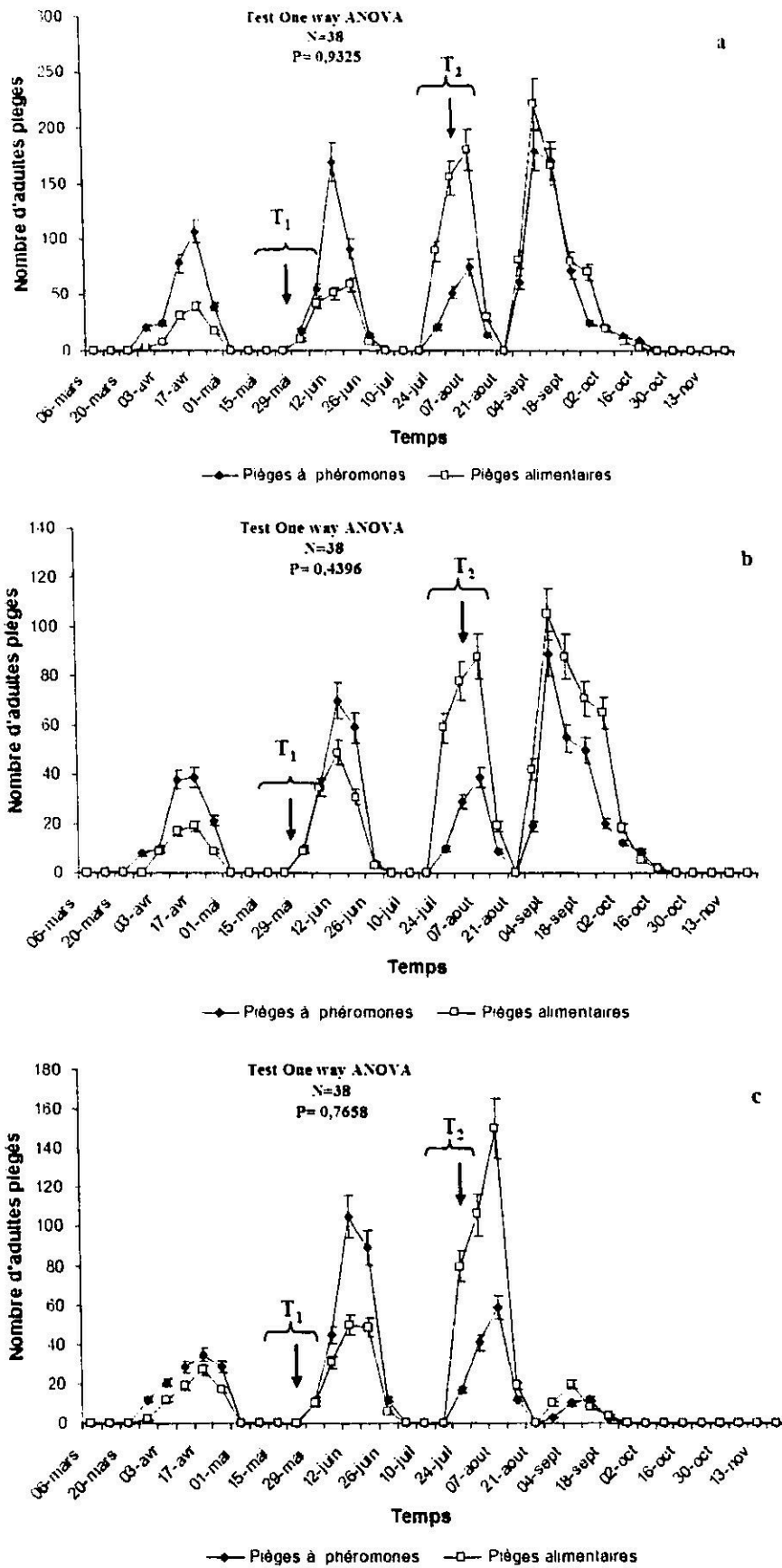
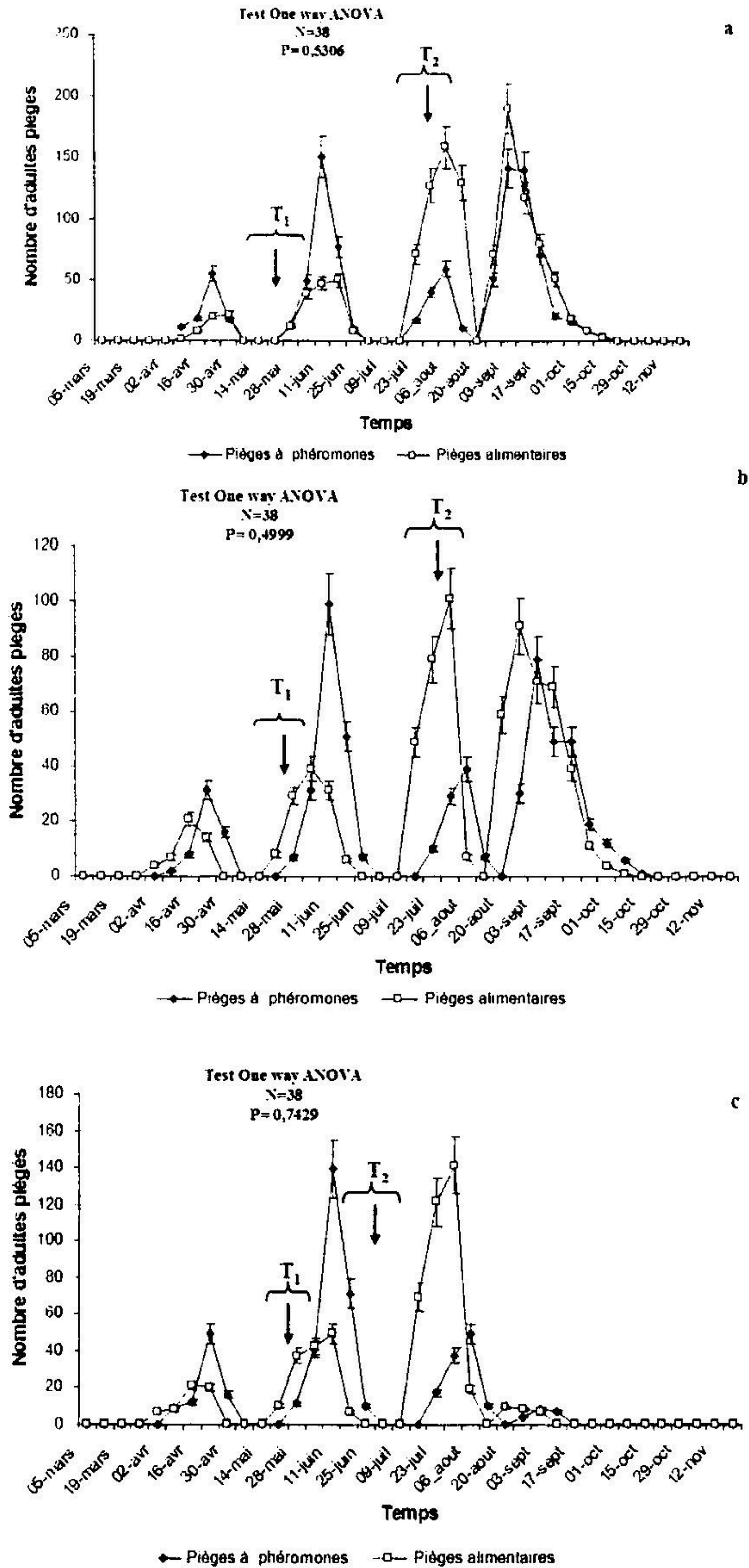


Figure 22: Fluctuations des populations adultes mâles de *Lobesia botrana* sur trois cépages de tables dans la Mitidja en 2006. (a : Muscat d'Alexandrie, b : Dattier de Beyrouth, c : Cardinal, T<sub>1</sub> et T<sub>2</sub> désignent les deux traitements insecticides effectués à base du Décis)



**Figure 23 : Fluctuations des populations mâles adultes de *Lobesia botrana* sur trois cépages de tables dans la Mitidja en 2007. (a : Muscat d'Alexandrie, b : Dattier de Beyrouth, c : Cardinal, T<sub>1</sub> et T<sub>2</sub> désignent les deux traitements insecticides effectués à base du Décis)**

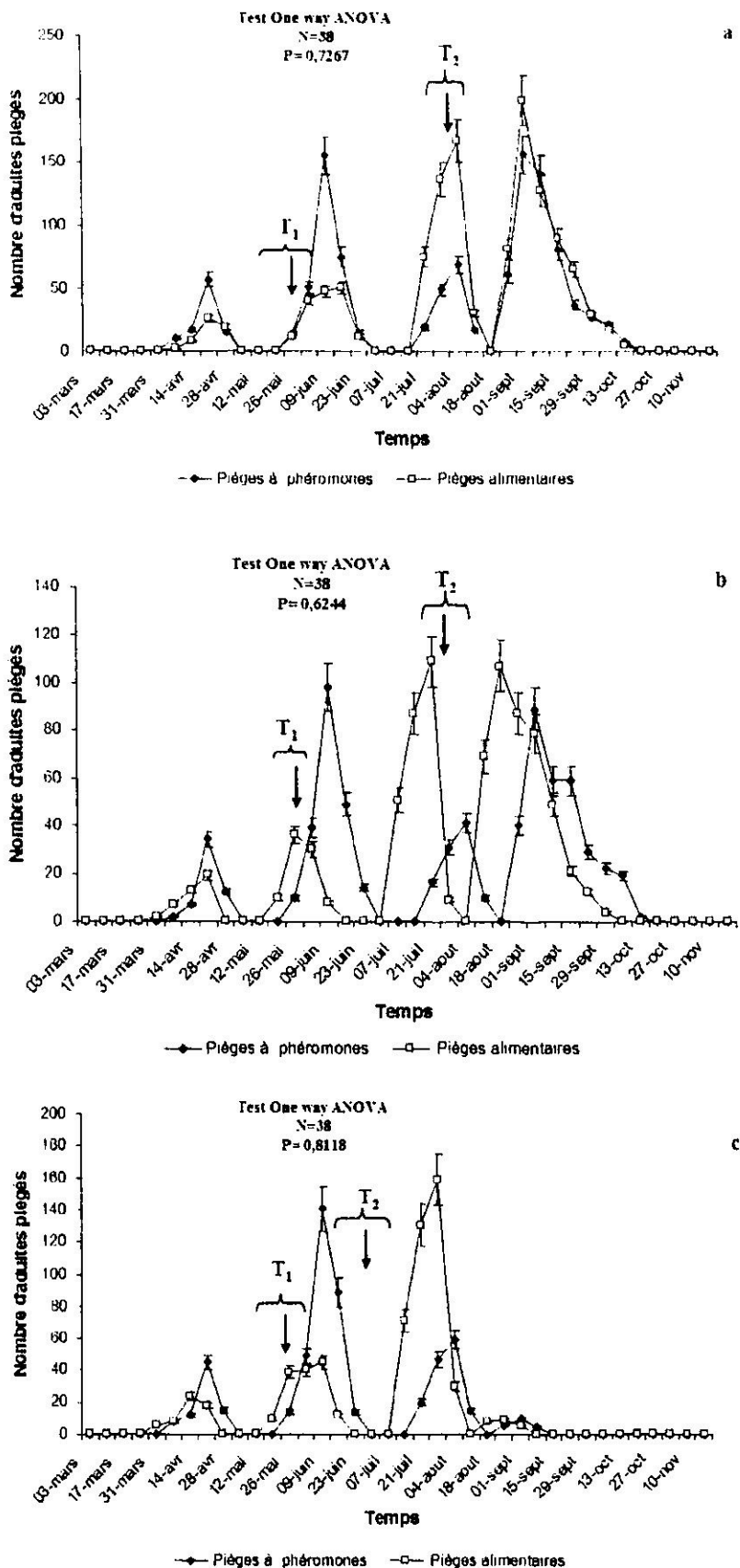


Figure 24 : Fluctuations des populations adultes mâles de *Lobesia botrana* sur trois cépages de tables dans la Mitidja en 2008. (a : Muscat d'Alexandrie, b : Dattier de Beyrouth, c : Cardinal, T<sub>1</sub> et T<sub>2</sub> désignent les deux traitements insecticides effectués à base du Décis)

données qui fait apparaitre des corrélations relativement intéressantes que ce soit pour les cépages de cuves que de tables.

Pour les cépages de cuves une corrélation positive est observée, le nombre de mâles adultes piégés par les deux pièges est fortement corrélé principalement pour les cépages Cinsault ( $R= 0,78$  et  $P= 4,68.10^{-9}$ ), Grenache ( $R= 0,78$  et  $P= 7,45.10^{-9}$ ) et le Carignan avec une légère diminution par rapport aux deux autres cépages ( $R= 0,71$  et  $P= 4,66.10^{-7}$ ) (figures, 25a, 25b et 25c).

Pour les cépages de tables seul le Cépage Muscat d'Alexandrie présente une corrélation positive ( $R= 0,78$  et  $P= 3,86.10^{-9}$ ), par ailleurs les deux autres cépages font apparaitre des corrélations relativement médiocre soit  $R= 0,37$  pour le Cardinal et  $0,20$  pour le Dattier de Beyrouth (figures, 25d, 25e et 25f).

## 2.2. Dynamique des vols des femelles

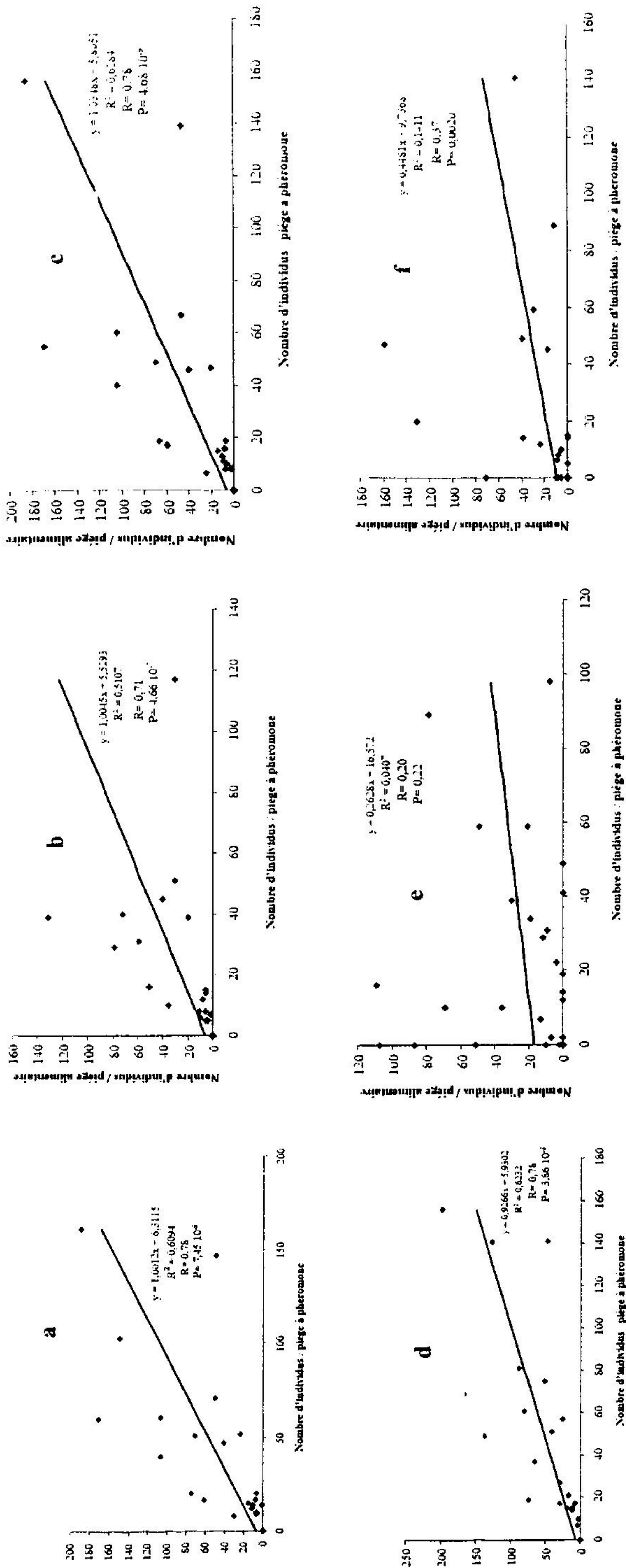
Les courbes de vol des femelles établies à l'aide des pièges alimentaires pour les 6 cépages étudiés sont présentées dans les figures 26 et 27 pour les campagnes viticoles 2006, 2007 et 2008 (annexe 3).

### 2.2.1. Au niveau des cépages de cuves

L'activité des femelles débute à partir du début avril dans la majorité des cas ou à partir de la fin de la dernière semaine de mars. Cette dernière s'étend jusqu'à la fin du mois de septembre et ce pour les trois années du suivi. On observe quatre pics réguliers de présence de femelles sur l'ensemble des parcelles étudiées, avec un premier pic enregistré au cours de la 2<sup>ème</sup> semaine d'avril et un deuxième pic qui part à partir de la mi-mai. Notons que le creux qui sépare les 2 pics est peu accentué. Une protandrie est signalée pour l'appariation du premier vol pour 2006, elle est de l'ordre de 4 jours, 3 jours pour 2007 et 3,5 jours pour 2008. Par ailleurs cette dernière est réduite pour les 2èmes, 3èmes et 4èmes pics elle est de l'ordre de 1 à 2 jours pour l'ensemble des parcelles. Les profils de l'ensemble des courbes présentent également ces 4 pics au cours les différentes phases du cycle phénologique de la vigne et ce pour les trois années du suivi (figures, 26a, 26b et 26c).

### 2.2.2. Au niveau des cépages de tables

Les profils de captures des femelles au piège alimentaire sont semblables pour les trois cépages étudiés au cours de ces trois années de suivi (figures, 27a, 27b et 27c), avec des différences relatives variant principalement en fonction des cépages. Quatre pics sont enregistrés pour les cépages Muscat d'Alexandrie et le Dattier de Beyrouth, alors que seulement trois pics sont signalés au niveau du cépage Cardinal en raison de sa précocité par rapport aux deux autres. Comme pour les cépages de cuves, les dates des débuts des pics des captures sont analogues entre les parcelles au cours de la même année. En revanche le nombre de femelles capturées au moment des pics et sur l'ensemble des captures diffère en fonction des parcelles et des années. Il existe une protandrie presque similaire aux cépages de cuves, elle est de l'ordre de 3 à 4 jours au 1<sup>er</sup> pic, alors qu'elle est réduite à 1 à 2 jours pour les trois autres pics.



**Figure 25 : Corrélation entre les deux méthodes de captures, pièges à phéromones et pièges alimentaires, pour l'estimation du nombre d'adultes males présents sur cépages de cuves et de tables dans la Mitidja (a : Grenache, b : Carignan, c : Muscat d'Alexandrie, e : Dattier de Beyrouth, f : Cardinal)**

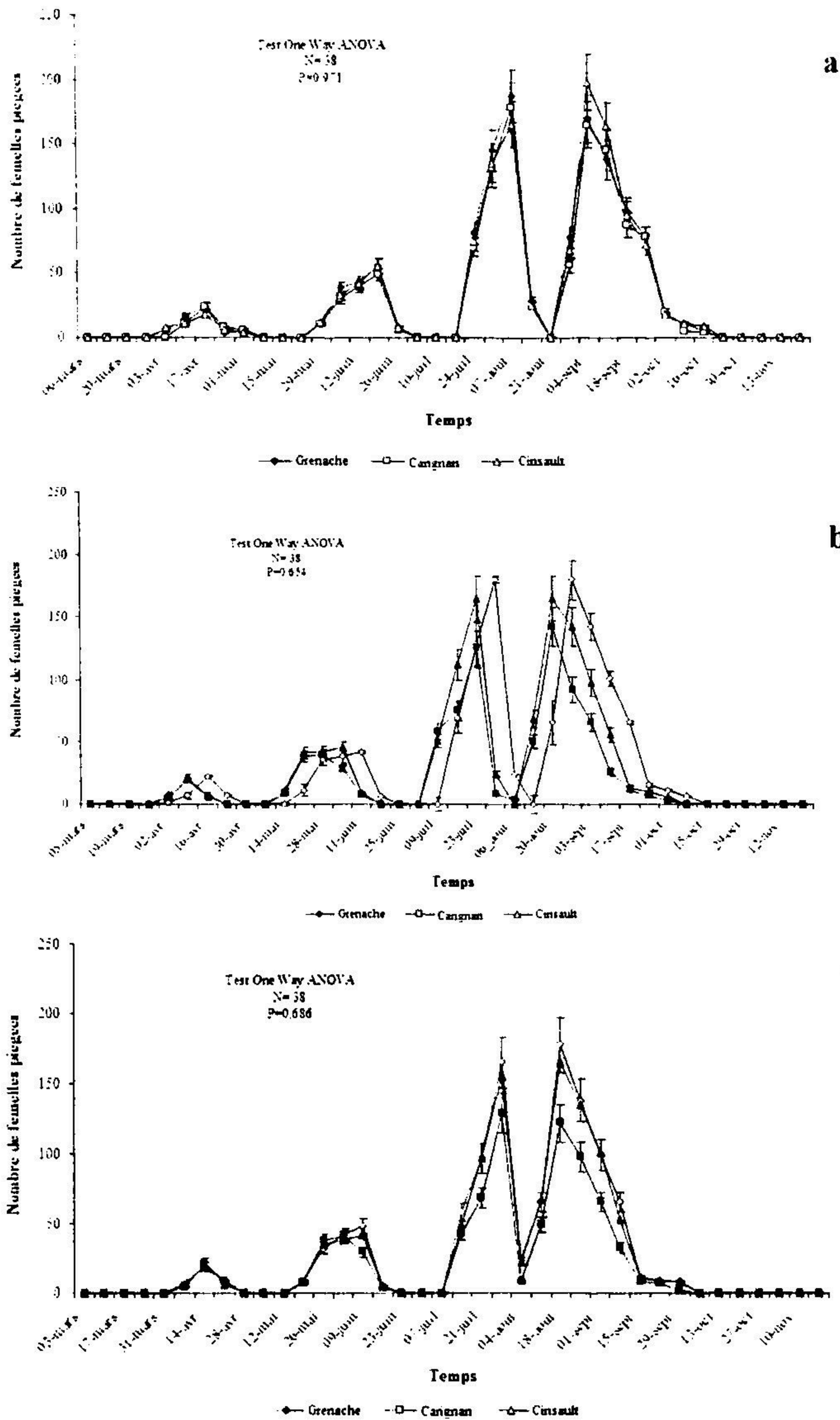
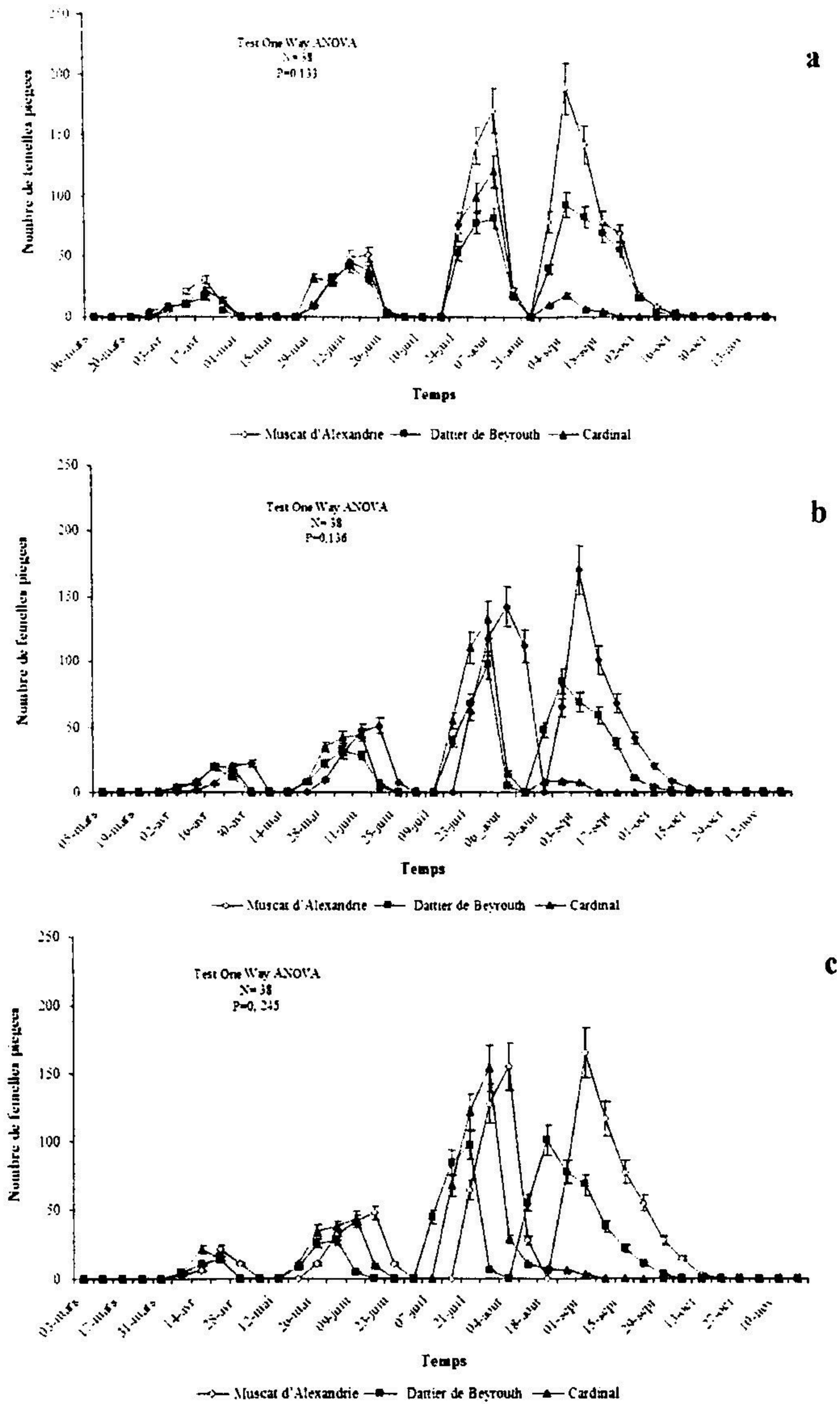


Figure 26: Fluctuations des populations femelles adultes de *Lobesia botrana* sur trois cépages de cuves dans la Mitidja

(a : 2006, b : 2007, c : 2008)



**Figure 27 : Fluctuations des populations femelles adultes de *Lobesia botrana* sur trois cépages de tables dans la Mitidja**

(a : 2006, b : 2007, c : 2008)

**2.3. Analyse globale de la dynamique spatio-temporelle des adultes mâles et femelles**

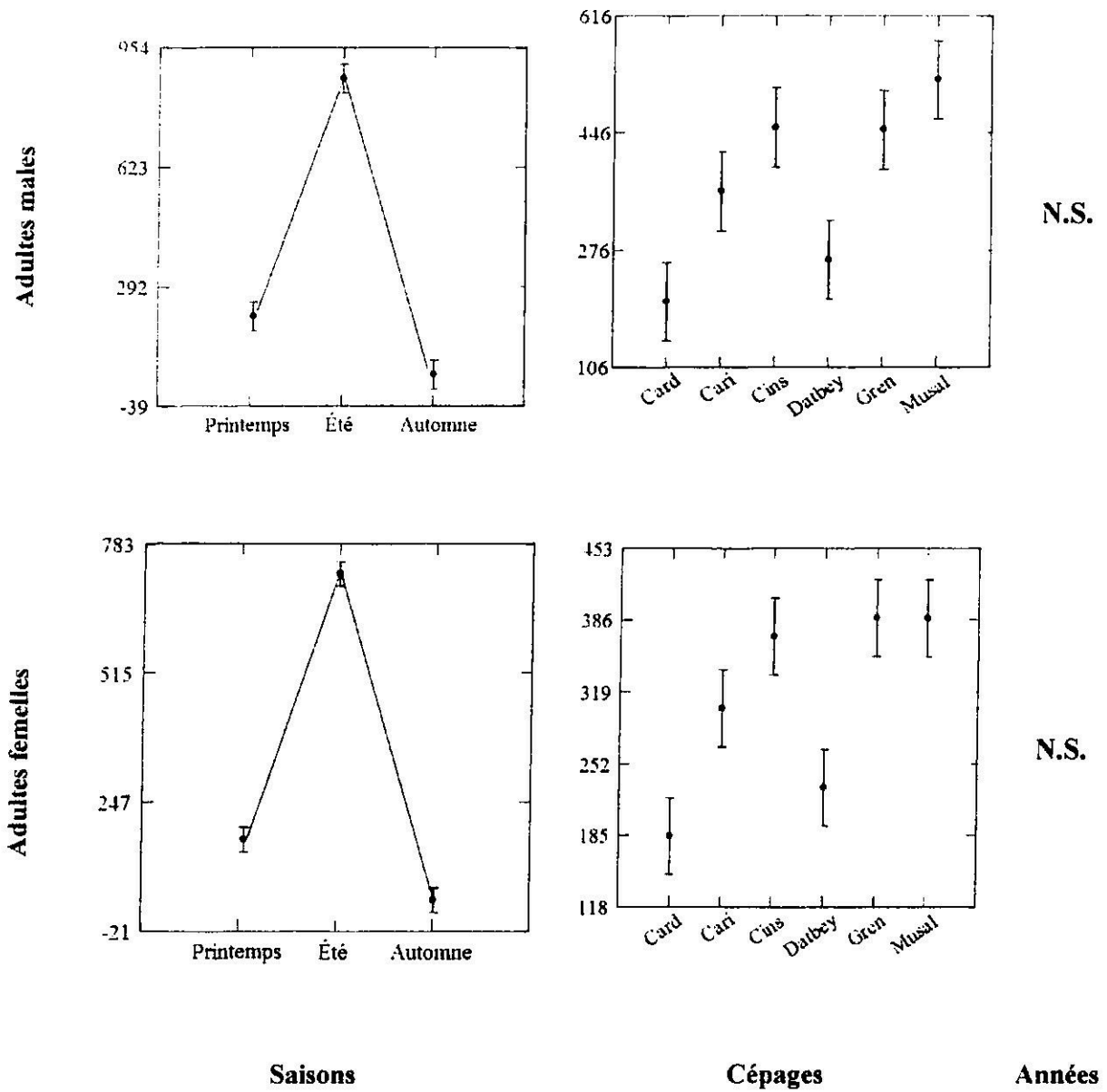
Nous avons appliqué le modèle général linéaire (G.L.M.), à la dynamique spatio-temporelle des populations adultes, mâles et femelles en fonction des saisons, cépages au cours des trois années du suivi. Ce modèle G.L.M. permet d'étudier la dynamique spatio-temporelle de ces populations sans faire intervenir les interactions entre facteurs ce qui rend les statistiques fiables sachant que le nombre de données est limité à 54 (tableau 6 et figure 28).

L'application du modèle G.L.M. pour les 54 données (tableau 6 et figure 28), nous permet d'observer que les populations adultes de *Lobesia botrana* qu'ils soient mâles ou femelles, présentent les mêmes profils de fluctuations. Les mâles évoluent d'une manière progressive en fonction des saisons ( $P=0,000$ ) et entre cépages ( $P=0,002$ ). Par ailleurs les années ne semblent pas exercer les mêmes effets (significativité marginale,  $P=0,542$ ).

Les populations adultes femelles ont pratiquement les mêmes profils, l'effet des saisons est significatif ( $P=0,000$ ). De même ces populations évoluent de la même manière sur les six cépages étudiés ( $P=0,000$ ). En revanche l'effet des années sur ces populations présente une significativité marginale soit ( $P=0,468$ ), du fait que les fluctuations sont pratiquement du même profil.

**Tableau 6 : Modèle G.L.M. appliqué à la dynamique spatio-temporelle des populations adultes de l'Eudémis (N=54)**

	Facteurs	Somme des carrés	d.d.l.	Carrés moyens	F-ratio	P
<b>Adultes mâles</b>	<b>Saisons</b>	678,481	2	339,741	11,825	0
	<b>Cépages</b>	688,87	5	137,174	4,703	0,002
	<b>Années</b>	363,37	2	181,185	0,621	0,542
	<b>Var. intra</b>	128,259	44	292,074	-	-
<b>Adultes femelles</b>	<b>Saisons</b>	465,37	2	232,685	20,338	0
	<b>Cépages</b>	342,704	5	685,341	5,935	0
	<b>Années</b>	178,259	2	89,63	0,773	0,468
	<b>Var. intra</b>	508,704	44	115,425	-	-



**Figure 28 : Dynamique spatio-temporelle des populations adultes mâles et femelles au cours des campagnes viticoles 2006, 2007 et 2008 dans les vignobles de la Mitidja**

N.S. : Variabilité Non Significative

## 2.4. Dynamique de la ponte

Nous avons étudié la dynamique de la ponte de *Lobesia botrana* en fonctions des générations, cépages et années. Les données sont présentées en annexe 3.

### 2.4.1. Dynamique spatio-temporelle de la ponte

L'application du modèle G.L.M. pour les 54 données (tableau 7 et figure 29), nous permet de déduire que le nombre d'œufs présents sur grappes varie significativement en fonction des années, des cépages étudiés et des différentes générations de l'eudémis. Nous notons des variations très importantes dans le nombre moyen maximal d'œufs pondus par grappe.

Ce nombre augmente significativement en fonction des années ( $P=0,033 < \alpha 5$ ). Il est de l'ordre de 98 pour l'année 2006, 102 pour l'année 2007 et 140 pour l'année 2008 (figure, 29). Quant à l'analyse du nombre d'œufs par cépages, le modèle G.L.M montre des différences hautement significatives ( $P=0,000$ ), (tableau, 7). La figure permet de classer le cépage Grenache comme étant la variété la plus recherchée lors de la sélection du site de ponte pour ce ravageur, suivi par le cépage Carignan et Muscat d'Alexandrie, le Cinsault et le Cardinal ont pratiquement des pontes presque similaires. En revanche le Dattier de Beyrouth se classe comme étant le cépage le moins recherché pour la ponte des femelles de l'Eudémis (figure, 29).

L'analyse de la dynamique de la ponte en fonction des générations fait ressortir des différences très significatives ( $P=0,000$ ). En effet le nombre d'œufs augmente significativement en fonction des générations. Cette ponte atteint son maximum à la 3<sup>ème</sup> génération, alors qu'elle est réduite à sa moitié au cours de la 2<sup>ème</sup> génération. Celle de la 1<sup>ère</sup> génération reste relativement la moins importante (figure, 29).

**Tableau 7: Modèle G.L.M. appliqué pour l'étude de la dynamique de la ponte chez l'Eudémis de la vigne (N=54)**

Facteurs	Somme des carrés	d.d.l.	Carrés moyens	F-ratio	P
Années	18041.148	2	9020.574	3.687	0.033
Cépages	338683.426	5	67736.685	27.684	0.000
Génération	205293.593	2	102646.796	41.952	0.000
Var. intra	107657.704	44	2446.766	-	-

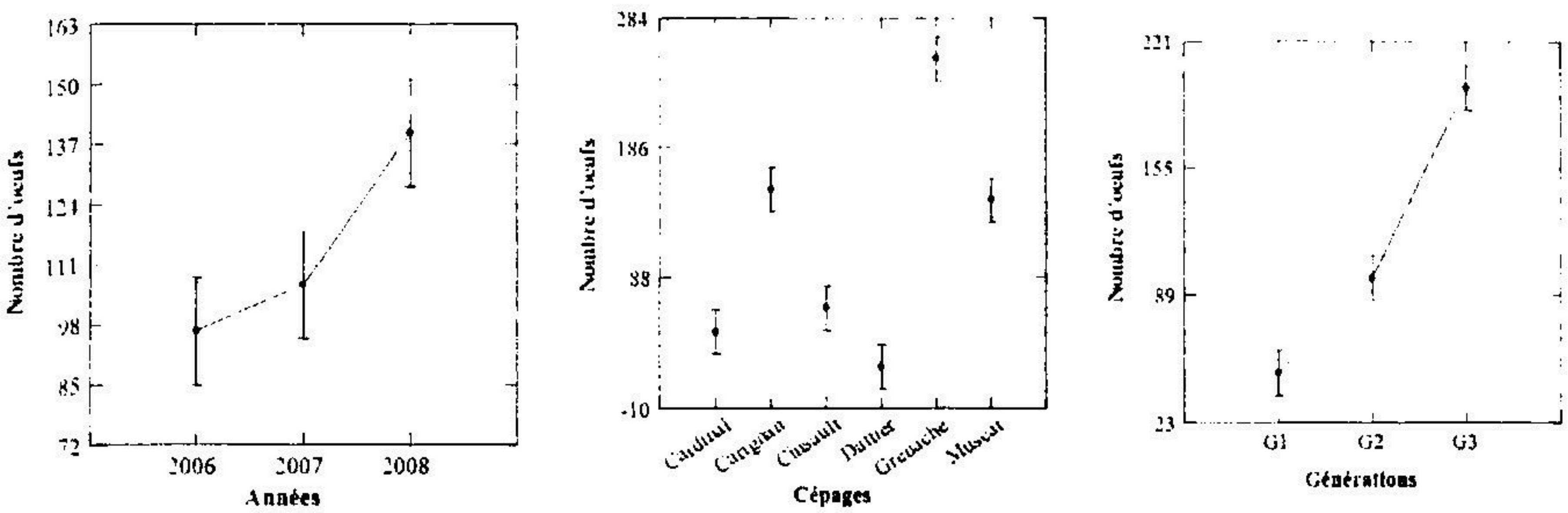


Figure 29: Dynamique spatio-temporelle de la ponte chez l’Eudemis de la vigne au cours des campagnes viticoles 2006,2007 et 2008 dans les vignobles de la Mitidja

2.4.2. Répartition de la ponte des œufs de *Lobesia botrana* sur grappe

Nous avons comparé la répartition de la ponte en fonction des générations selon la position de la grappe des différents cépages ayant fait l’objet de notre suivi soit les six cépages décrits précédemment.

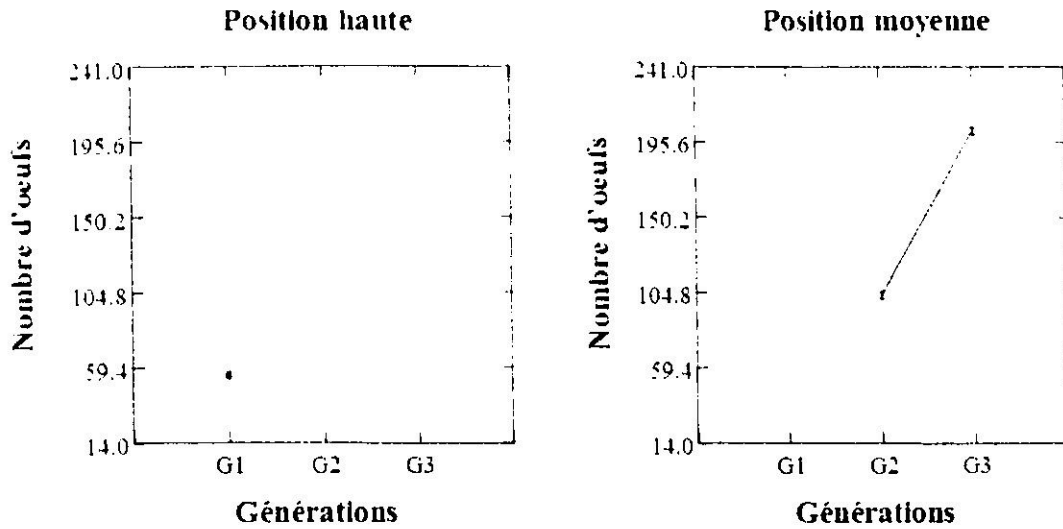
Pour chaque génération, une ANOVA a été réalisée sur deux positions au niveau des grappes de chaque cépage. L’ensemble des résultats est résumé dans le tableau 8.

Tableau 8: ANOVA de la micro-répartition de la ponte chez l’Eudemis de la vigne (N=54)

Facteurs	Somme des carrés	d.d.l.	Carrés moyens	F-ratio	P
Ponte*position	205293.593	2	102646.796	11.273	0.000
Var. intra	464382.278	51	9105.535	-	-

La répartition des œufs est significativement influencée par les mêmes types de variables (position haute, moyenne et basse), (P=0,000). Ainsi au niveau de la grappe en première génération (G<sub>1</sub>), on observe plus d’œufs en haut qu’au milieu de la grappe et ce pour l’ensemble des cépages étudiés (figure, 30, annexe 3).

Comparativement à la 1<sup>ère</sup> génération, une plus grande hétérogénéité s’observe lors des échantillonnages de la 2<sup>ème</sup> et, de la 3<sup>ème</sup> génération la position moyenne semble influencer ces deux dernières.



**Figure 30: Répartition de la ponte selon la position de la grappe et en fonction des générations de *Lobesia botrana* au cours des campagnes viticoles 2006, 2007 et 2008 dans les vignobles de la Mitidja**

Nous observons plus d'œufs dans les positions moyennes ou au centre de la grappe. Globalement, nous pouvons estimer qu'un maximum d'œufs est déposé au milieu de la grappe et en nombre moins important en bas de la grappe.

### 2.5. Cycle interprétatif *Lobesia botrana* sur *Vitis vinifera* en Mitidja

En Mitidja *Lobesia botrana* Den & Schiff, est un insecte holométabole présentant quatre générations annuelles.

A partir du printemps les femelles hivernantes de *Lobesia botrana* sortent de leurs diapauses. Ces dernières sont attirées par les inflorescences des grappes jeunes baies vertes sur lesquelles elles déposent leurs œufs.

La première génération est générée par le premier vol de papillons dont le seuil d'activité se situe au mi printemps (figure, 31). Les adultes émergent avec une protandrie d'environ un à deux jours. Les femelles pondent leurs œufs près de la source alimentaire des futures chenilles, sur les bractées des boutons floraux. La deuxième génération est attirée par les jeunes baies vertes sur lesquelles elles déposent leurs œufs. Les chenilles vont pénétrer sous la surface de la baie et s'y installent. Les chenilles passent par plusieurs stades larvaires. Leur coloration varie du jaune verdâtre au brun clair. Au terme de leurs développements, elles quittent la grappe pour se nymphoser ; sous l'écorce, sur le bord des feuilles et au sol.

La troisième génération G<sub>3</sub> a eu lieu généralement en phase de mi-véraison voire début véraison première quinzaine de juillet. Un mois plus tard, légèrement plus de 3 à 4 jours débute la quatrième génération qui a lieu juste avant le démarrage des vendanges jusqu'à la fin de cette opération. Les œufs sont déposés sur les raisins murs. Les larves se développent sur grappes matures et peuvent causer des dégâts considérables. Ces dernières ouvrent de nombreuses portes d'entrées aux spores de *Botrytis cinerea*. Les chenilles se nymphosent dès septembre et donnent des chrysalides qui passeront l'hiver et émergeront dès le printemps suivant.

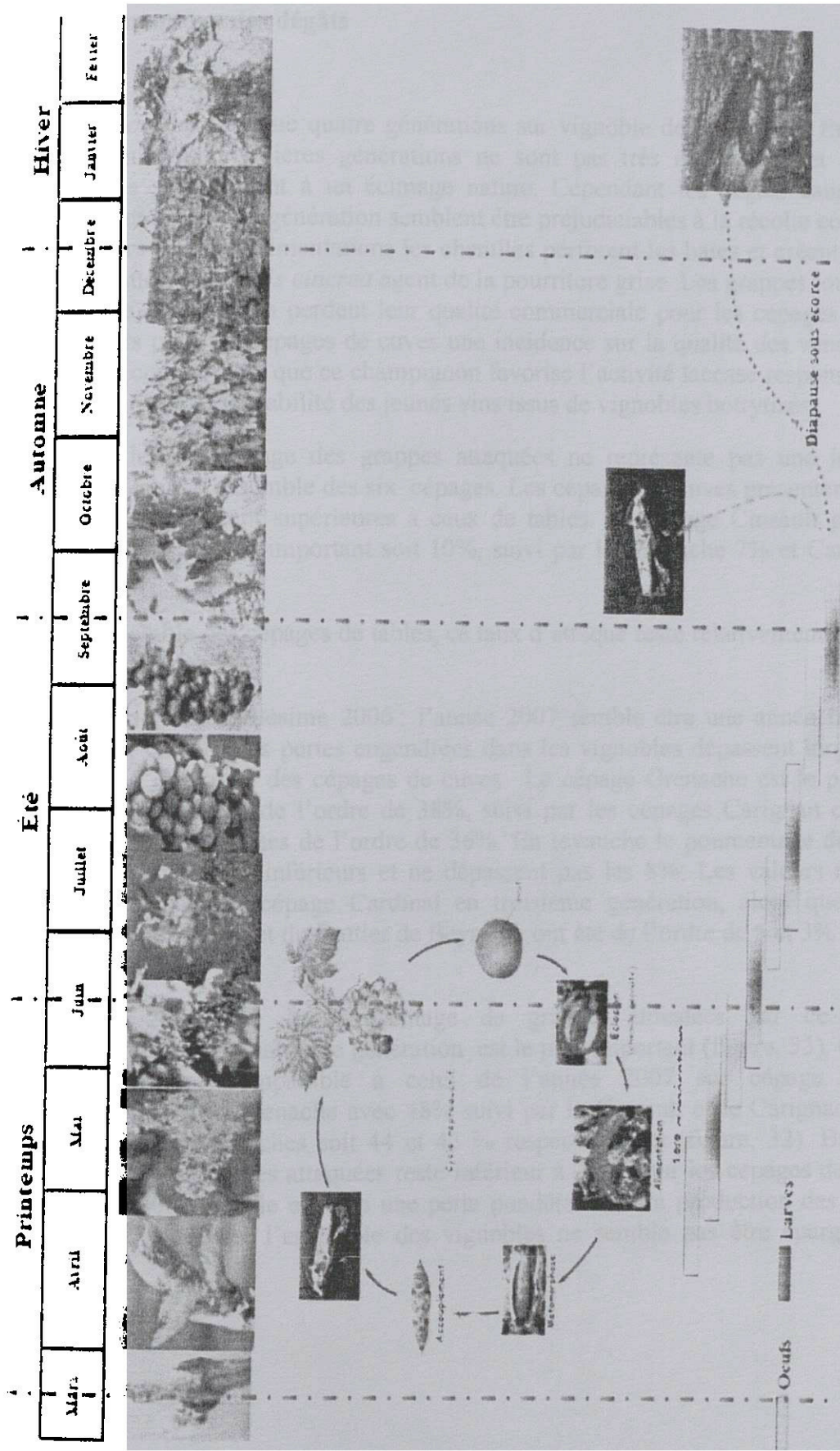


Figure 31 : Cycle interprétatif de *Lobesia botrana* sur *Vitis vinifera* dans la Mitidja (Original)

## 2.6. Dynamique des dégâts

*Lobusia botrana* effectue quatre générations sur vignoble de la Mitidja, En effet les dégâts des deux premières générations ne sont pas très importants, et les pertes engendrées se résument à un écimage nature. Cependant les dégâts causés par la troisième et quatrième génération semblent être préjudiciables à la récolte compte tenu qu'au cours de leurs alimentations les chenilles perforent les baies et créent une porte de pénétration à *Botrytis cinerea* agent de la pourriture grise. Les grappes touchées par ce type de champignon perdent leur qualité commerciale pour les cépages de cuves. Par ailleurs pour les cépages de cuves une incidence sur la qualité des vendanges est inévitable compte tenu que ce champignon favorise l'activité laccase responsable de la détérioration et de la stabilité des jeunes vins issus de vignobles botrytisés.

En 2006 le pourcentage des grappes attaquées ne représente pas une importance pondérale, pour l'ensemble des six cépages. Les cépages de cuves présentent des taux d'attaques légèrement supérieures à ceux de tables. Le cépage Cinsault présente le taux d'attaque le plus important soit 10%, suivi par le Grenache 7% et Carignan 5% (figure, 32).

Pour l'ensemble des cépages de tables, ce taux d'attaque reste relativement faible et ne dépasse guère les 3%.

Contrairement au millésime 2006 ; l'année 2007 semble être une année favorable à l'Eudémis, en effet les pertes engendrées dans les vignobles dépassent largement les 30% pour l'ensemble des cépages de cuves. Le cépage Grenache est le plus touché avec un pourcentage de l'ordre de 38%, suivi par les cépages Carignan et Cinsault avec des taux d'attaques de l'ordre de 36%. En revanche le pourcentage des grappes attaquées restent très inférieurs et ne dépassent pas les 8%. Les valeurs maximales enregistrées chez le cépage Cardinal en troisième génération, alors que celui du Muscat d'Alexandrie et du Dattier de Beyrouth ont été de l'ordre de 5 et 3% seulement (figure, 32).

C'est en 2008 que le pourcentage de grappes infestées par ce ravageur, particulièrement en quatrième génération est le plus important (figure, 33). Ce dernier est relativement comparable à celui de l'année 2007 sur cépage de cuves particulièrement le Grenache avec 48% suivi par le Cinsault et le Carignan avec des taux relativement proches soit 44 et 43 % respectivement (figure, 32). Bien que le pourcentage de grappes attaquées reste inférieur à 20% pour les cépages de tables, la campagne 2008 semble exercée une perte pondérale sur la production des raisins de table pour la région, l'ensemble des vignobles ne semble pas être épargné de ces attaques.

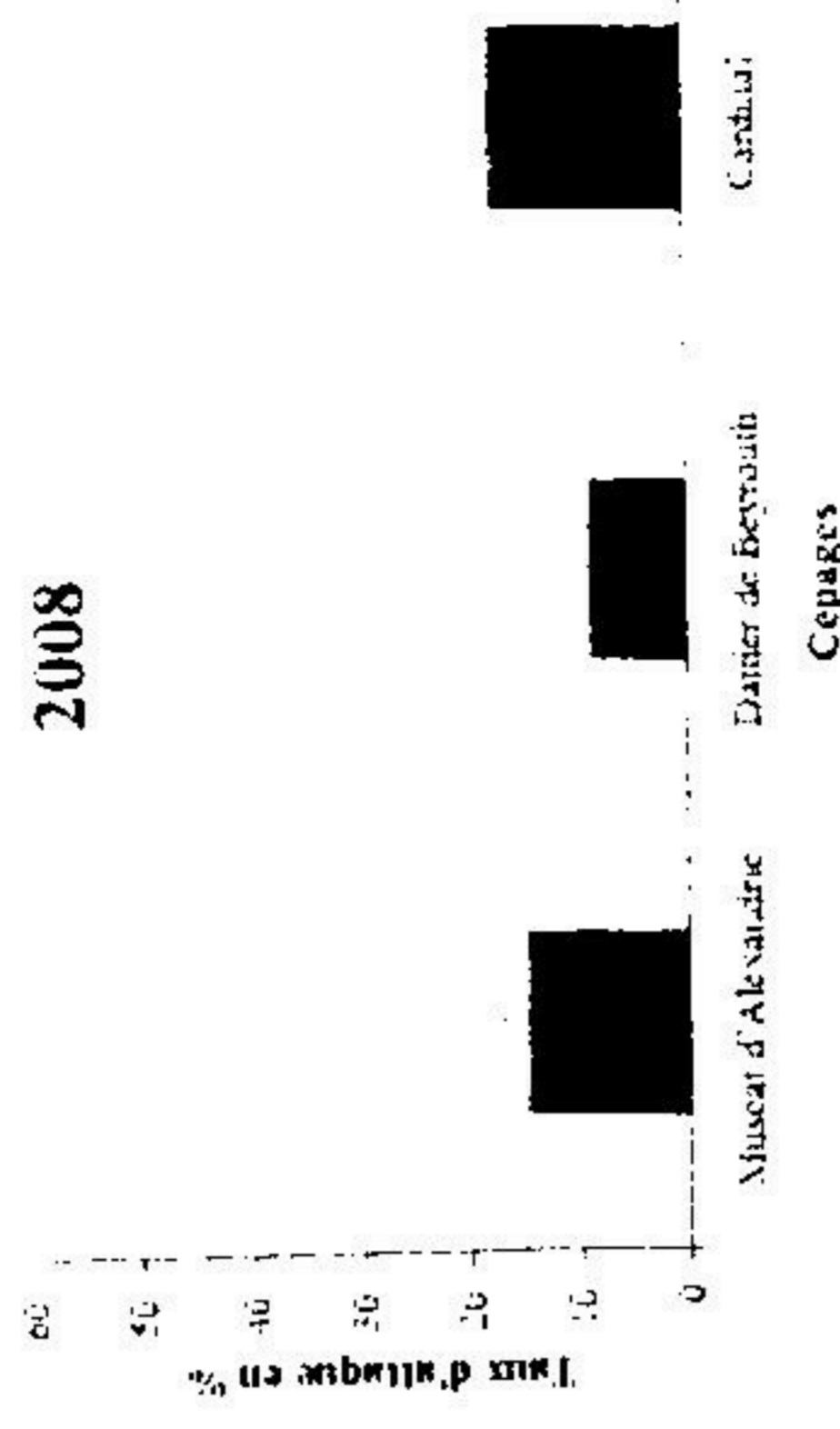
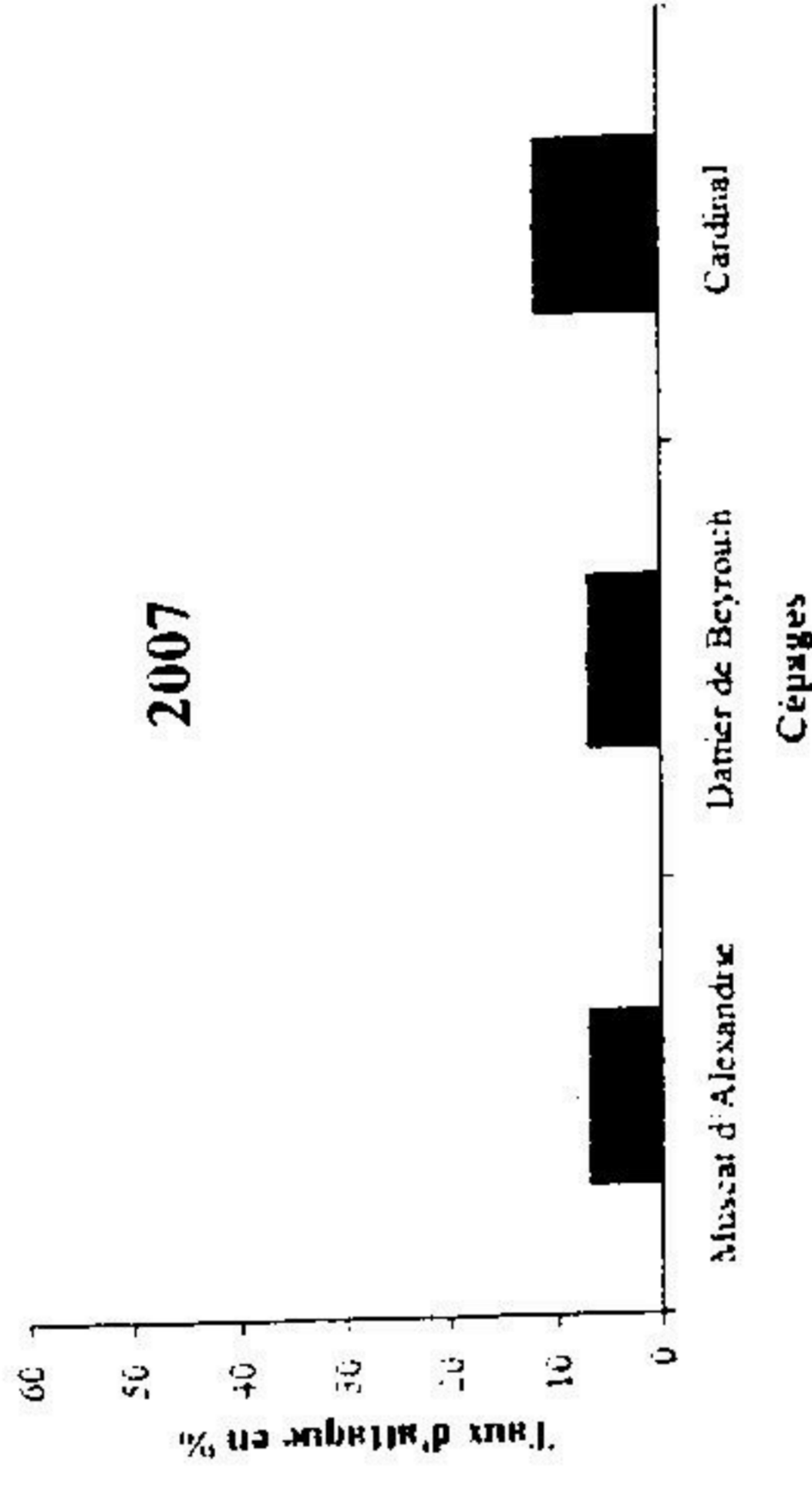
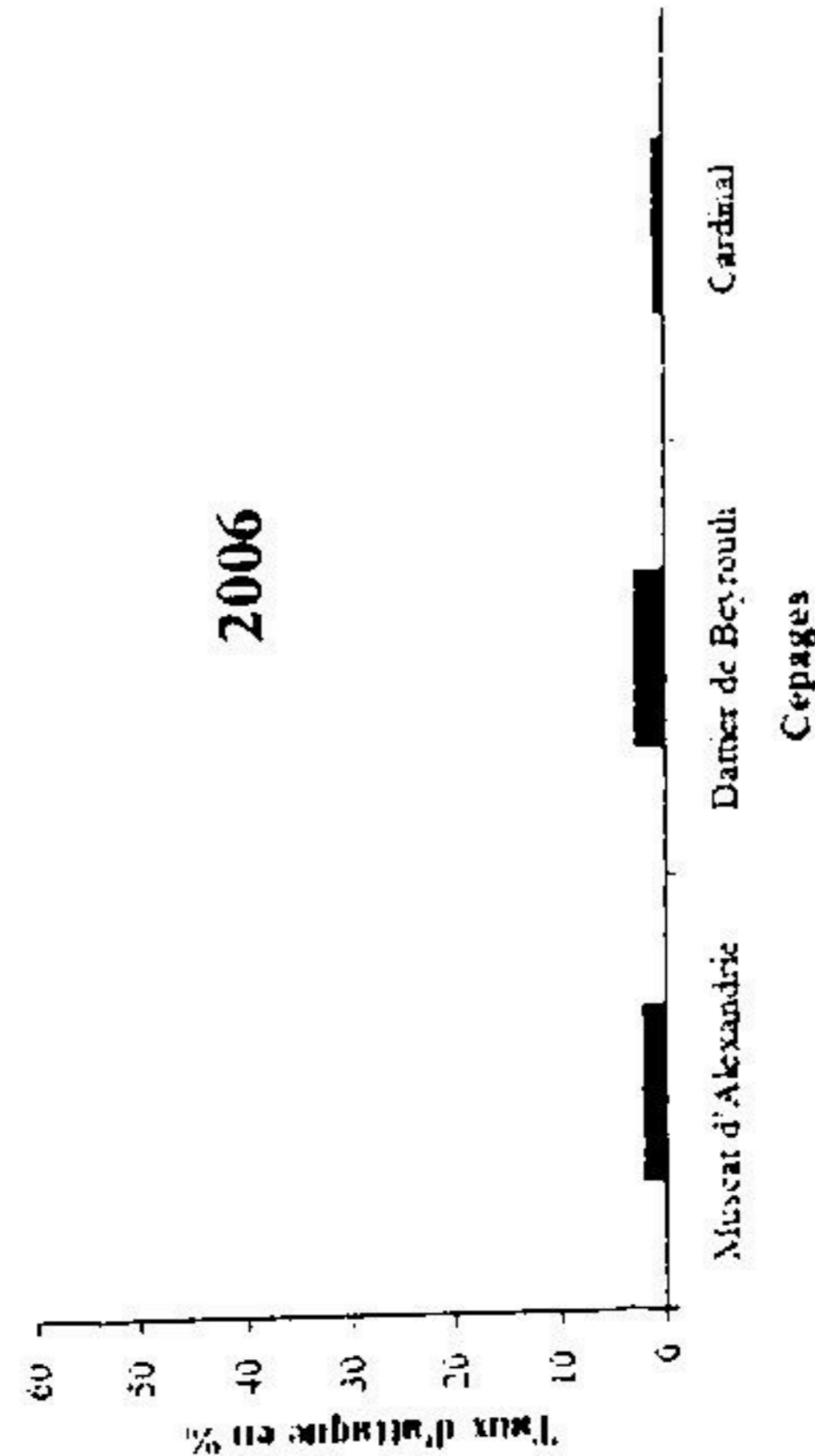
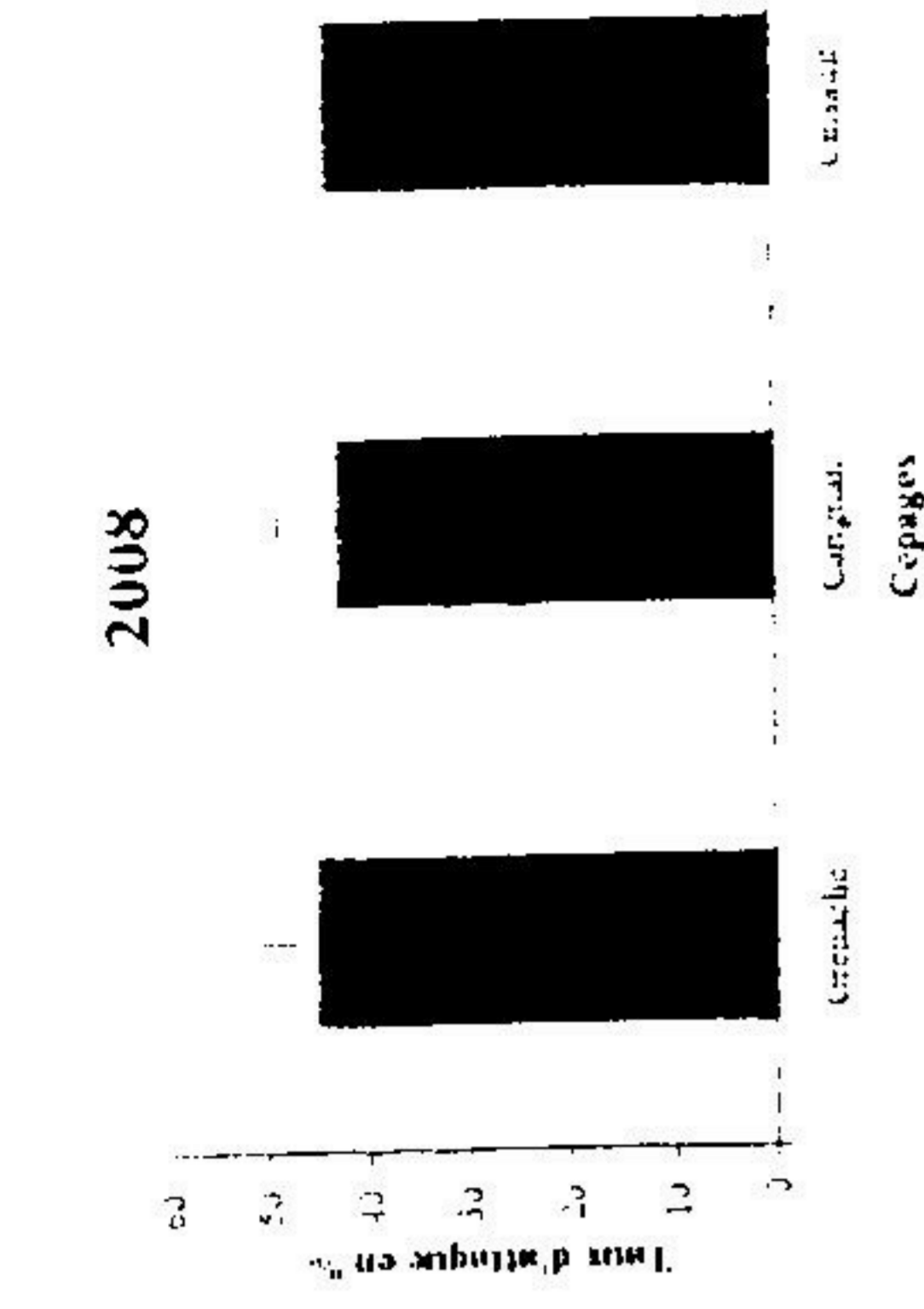
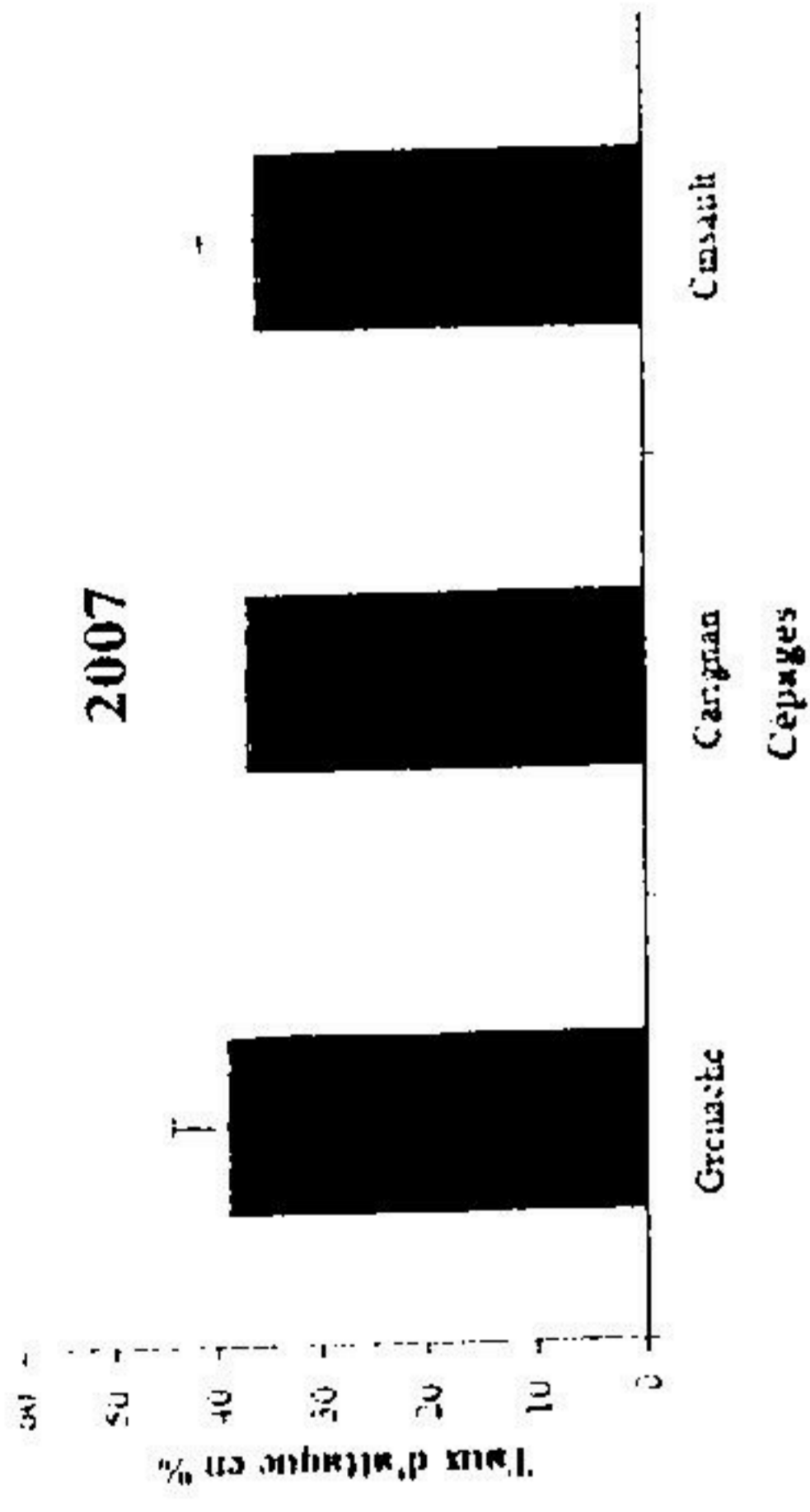
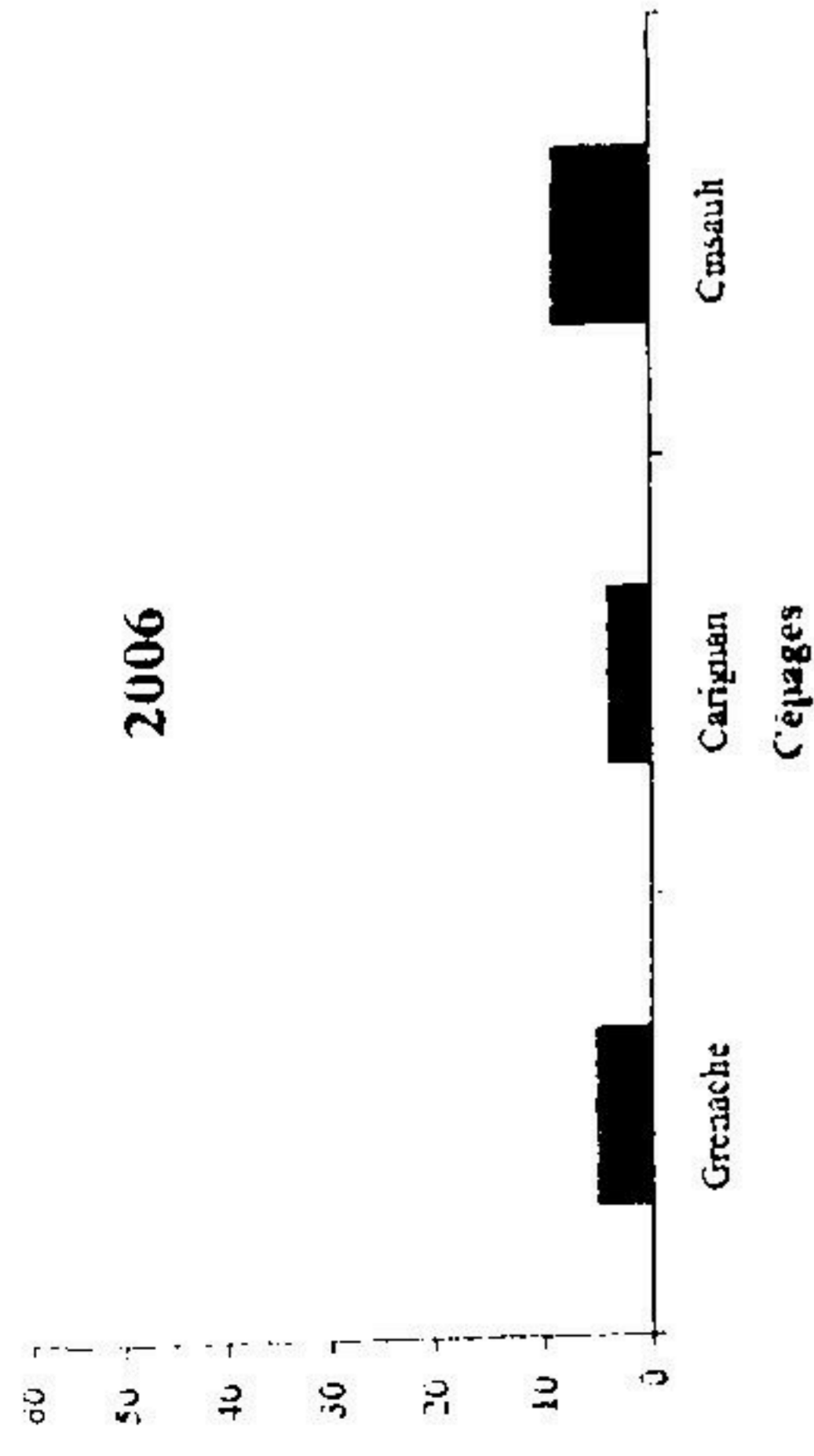
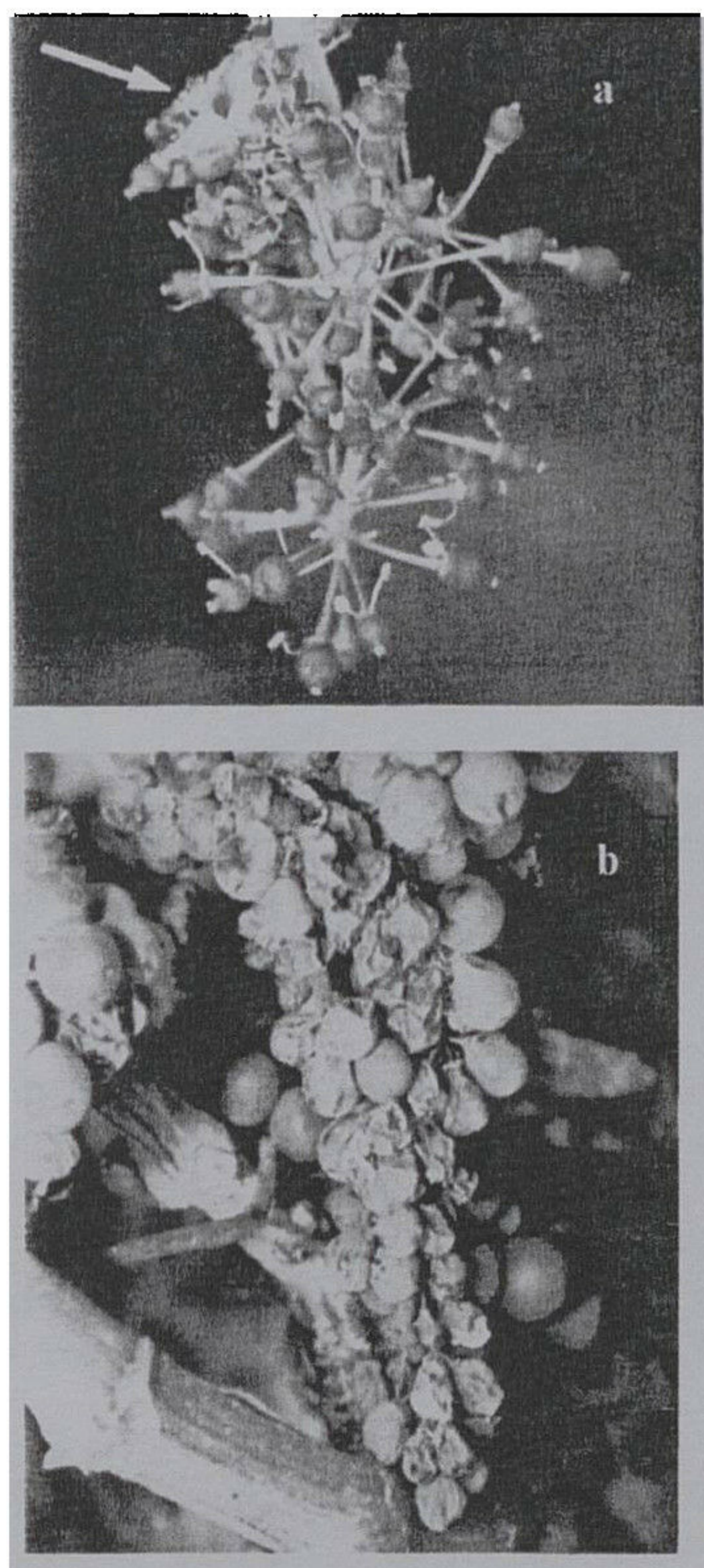


Figure 32: Pourcentage de grappes attaquées par *Lobesia botrana* en 4<sup>ème</sup> génération sur cépages de cuves et de tables en fonction des années dans la Mitidja



**Figure 33 : Dégâts de *Lobesia botrana* sur grappes de raisins (Original)**  
 (a : en 2<sup>ème</sup> génération, b : en 3<sup>ème</sup> génération)

### 3. Dynamique spatio-temporelle de *Jacobiasca lybica*

#### 3.1. Dynamique des populations adultes et larvaires de *Jacobiasca lybica*

##### 3.1.1. Au niveau des cépages de cuves

En 2006 les effectifs de cicadelles adultes observés sur l'ensemble des cépages de cuves présentent une dynamique un peu particulière par rapport à ce qui pouvait être attendu. Il est à noter que bien que les populations estivales soient bien visibles sur l'ensemble des graphiques (figures, 34a et 34b). Les populations immigrantes n'ont pas été bien visibles sur l'ensemble des réseaux des pièges installés. Il est admis que les cicadelles vertes sur vigne rejoignent cette dernière juste après le débourrement. Ceci se traduit par un vol d'immigration observable à ce stade de la vigne. Les effectifs de captures sont restés inférieurs à 10 cicadelles piégées par semaine et par relevé sur la période avril début mai (figures, 34a, 35a, 36a et annexe 4).

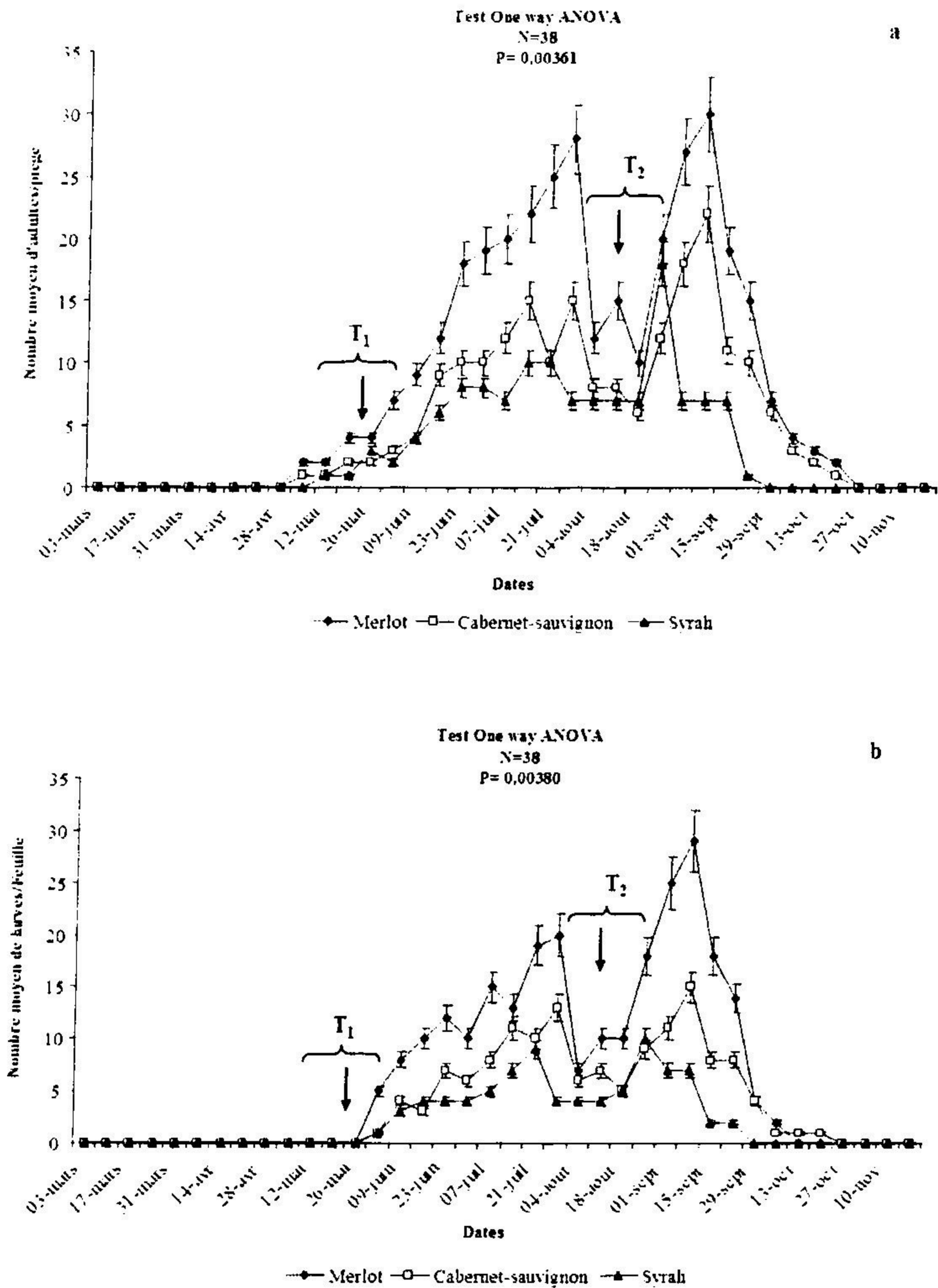
Trois vols distincts durant la période printano-estivale sont observés avec deux pics plus prononcés au cours des grands vols estivaux d'immigration. Le début des vols des générations estivales a été observé au cours de la dernière semaine de mai début juin. Ces vols se caractérisent par plusieurs jours de gros vol, avec principalement 165, 75 et 20 individus au cours du relevé du 31 juillet et 164, 81 et 31 cicadelles adultes au cours du relevé du 11 septembre respectivement pour les cépages Merlot, Cabernet-Sauvignon et Syrah ( $P=0,00452$ ).

L'examen des populations larvaires montre de faibles effectifs, les premières larves ont été signalées à partir de la deuxième décade du mois de mai avec un maximum de 13 larves seulement observées. Ce résultat semble logique puisqu'il n'a pas eu de premier vol d'immigration de cicadelles vertes en début de saison (figure, 35a). On remarque qu'il n'a pas eu de colonisation des parcelles de vigne par ce ravageur au cours de ces comptages. Ceci est intéressant puisqu'il montre que les parcelles étudiées étaient bien exemptes de cicadelles avant le premier vol estival qui a été observé juste après ce comptage. Ceci est d'autant plus vrai qu'un premier traitement à base de Cascade (Fulfénoxéron) a été réalisé contre les ravageurs saisonniers (tordeuses et cicadelles) juste après ce comptage, ce qui a éliminé le peu de larves de cicadelles restantes. Ces observations sont similaires pour l'ensemble des trois cépages étudiés ( $P=0,00143$ ).

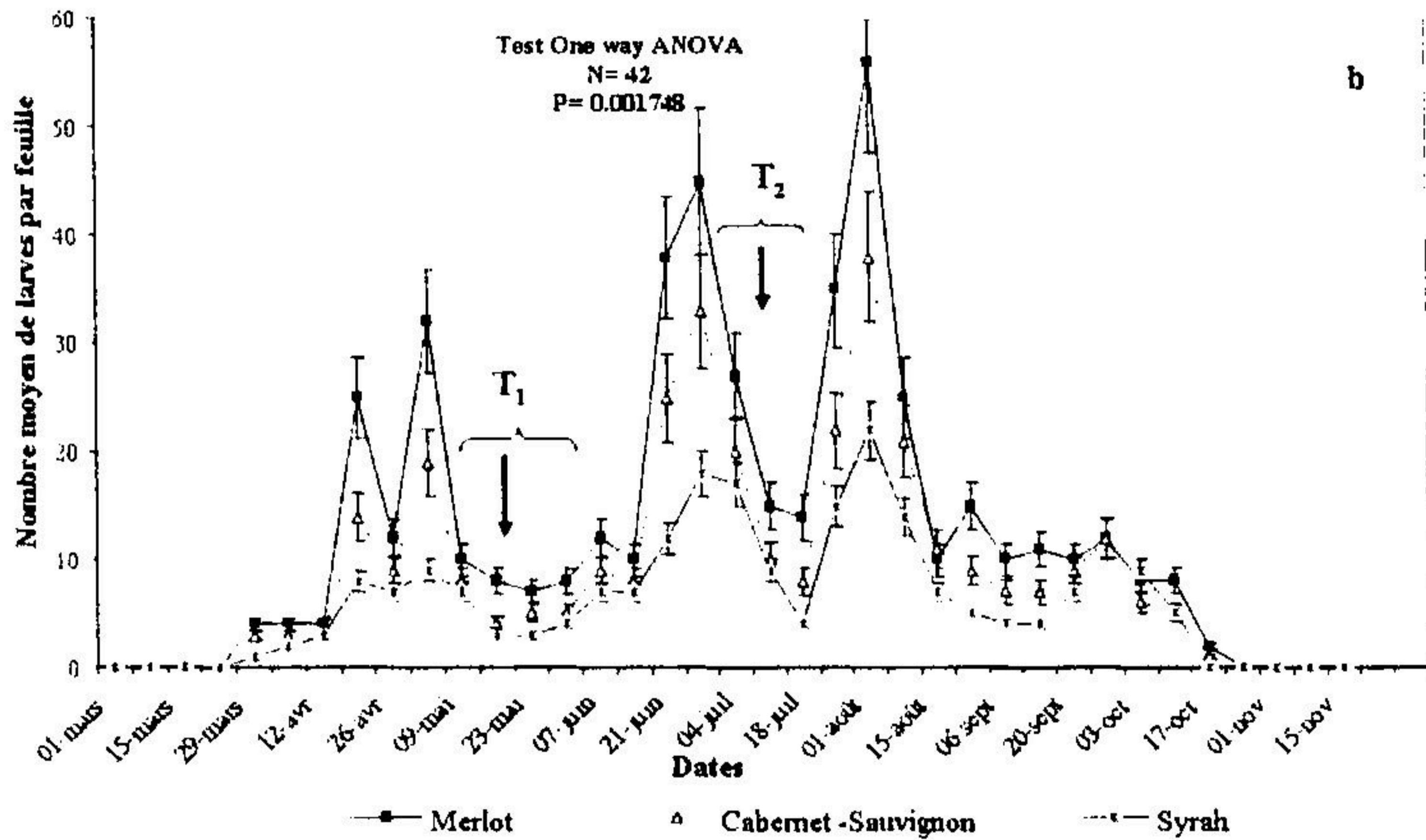
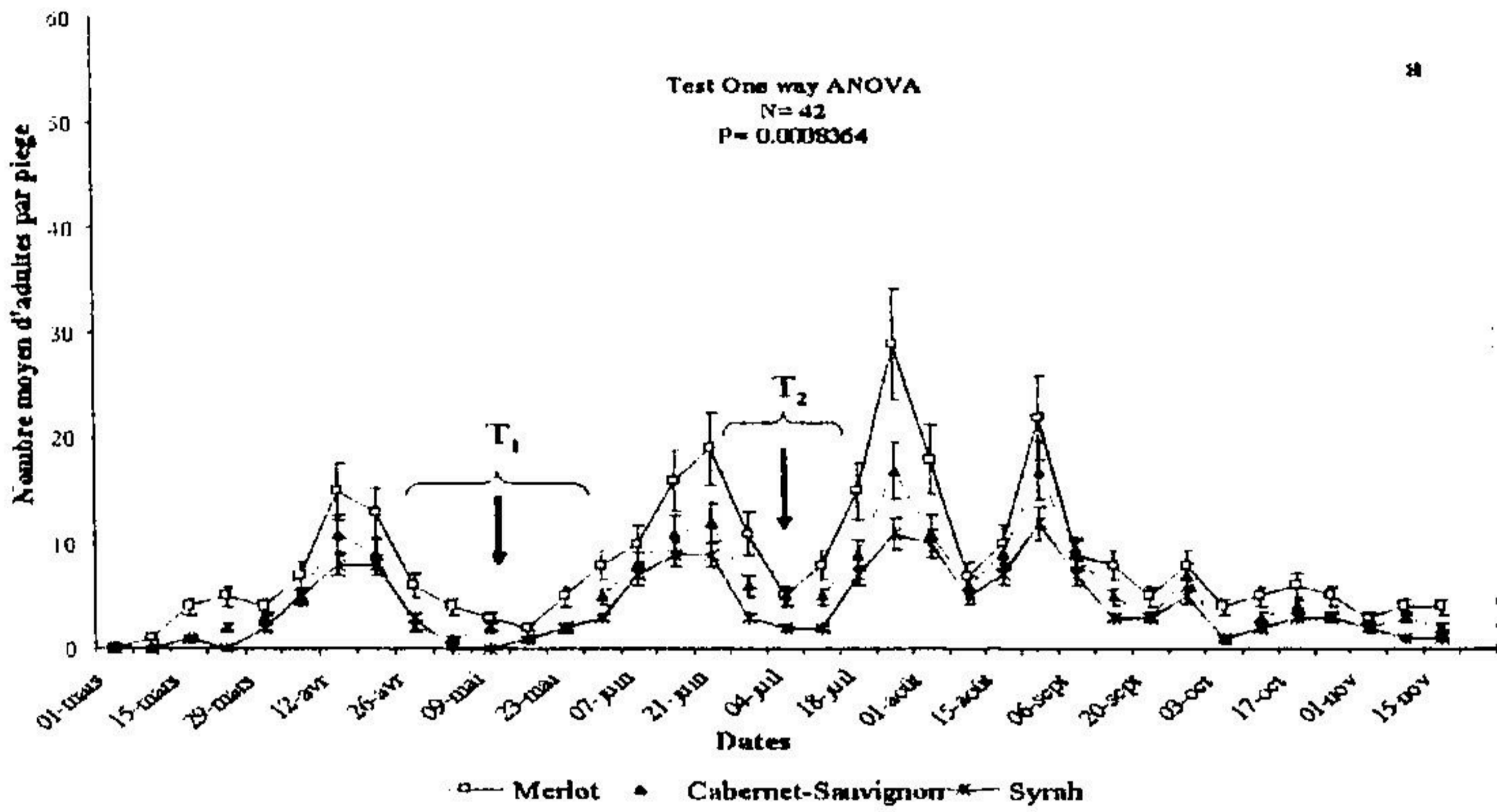
En 2007 Les fluctuations des populations adultes semblent être identiques pour les trois cépages (figure, 35a) avec des infestations légèrement en faveur du cépage Merlot, suivi par le Cabernet-Sauvignon et la Syrah. On note des variations significatives entre le Merlot et la Syrah ( $P= 0,0007$ ). Le premier pic est enregistré à partir de la troisième décade du mois d'avril avec un total de 41 individus par piège, cette fluctuation augmente progressivement au cours des mois de juin, juillet, août et septembre.

Le deuxième pic est observé à partir de la dernière décade du mois de juin avec des effectifs de l'ordre de 46, 37, 28 individus respectivement pour les cépages Merlot, Cabernet-Sauvignon et Syrah. En revanche le troisième pic est enregistré au cours de la première décade du mois d'août avec un très grand effectif (figure, 35a). Quant au quatrième pic il est signalé à partir de la deuxième décade du mois de septembre mais reste faible par rapport aux deux derniers pics. La courbe d'évaluation des populations larvaires de *Jacobiasca lybica* se caractérise par une distribution identique et ce pour les trois cépages (figure, 35b). Un chevauchement de génération a été observé au cours de la période estivale, ceci s'explique par la succession des différents stades larvaires (passage de  $L_1$  jusqu'à  $L_5$ ), une différence significative a été observée ( $P=0,001748$ ) pour ces fluctuations larvaires. L'application des traitements insecticides à la première semaine de Mai et de Juillet a eu un effet sur la distribution et la colonisation par ces populations (figure, 35a et 35b).

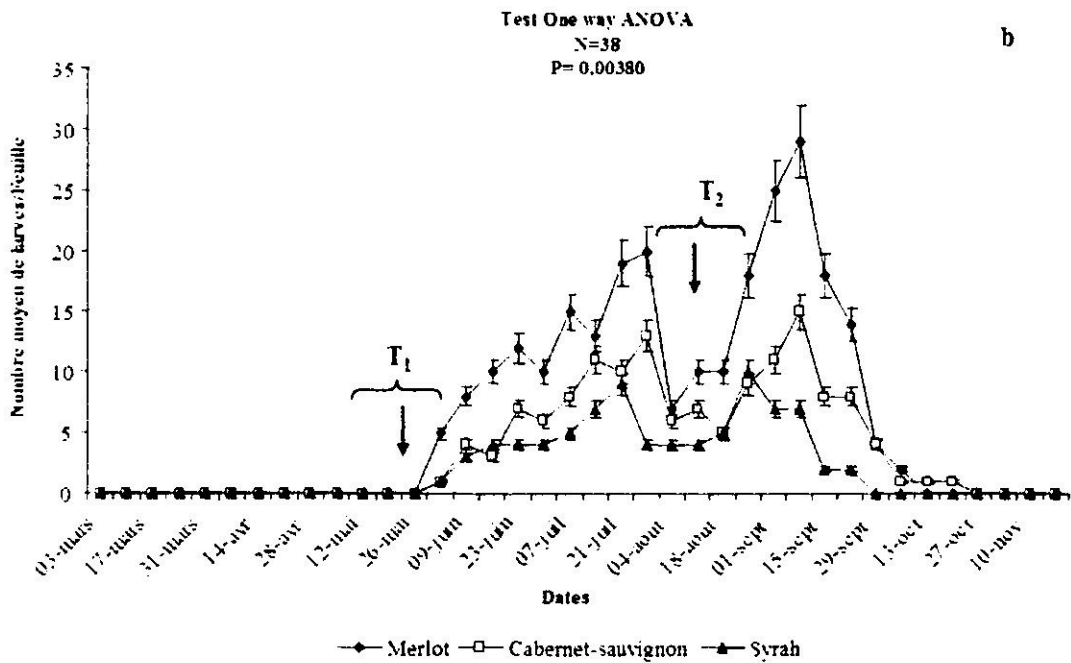
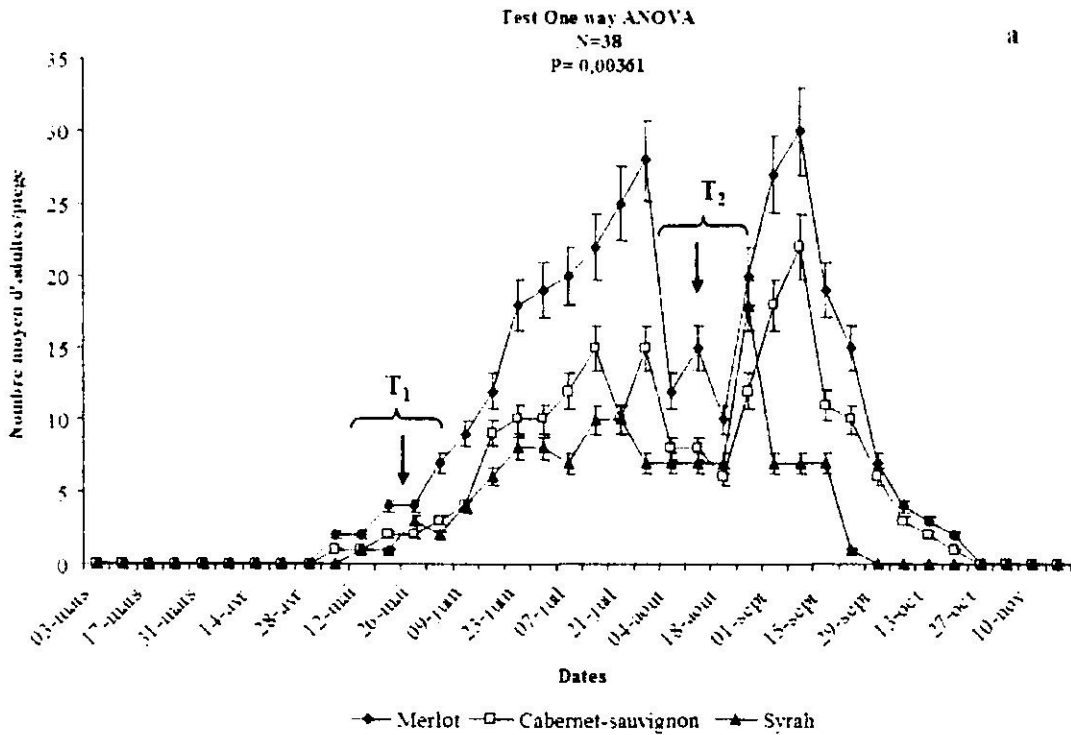
Les pics de populations larvaires ont eu lieu très précocement en 2007 (surtout le pic des larves de deuxième génération). Les températures moyennes supérieures à  $30^{\circ}\text{C}$  à partir du mois de Juin avec des pointes de l'ordre de  $35^{\circ}\text{C}$  pour la deuxième décade de ce mois ont entraîné le raccourcissement de la durée d'incubation des œufs de cette deuxième génération.



**Figure 34: Fluctuations des populations (a : adultes, b : larvaires) de *Jacobiasca lybica* cicadelle verte sur trois cépages de cuves dans la Mitidja en 2006. T<sub>1</sub> et T<sub>2</sub> désignent les deux traitements insecticides effectués à base d'un régulateur de croissance le Flufénoxuron**



**Figure 35: Fluctuations des populations (a : adultes, b : larvaires) de *Jacobiasca lybica* cicadelle verte sur trois cépages de cuves dans la Mitidja en 2007. T<sub>1</sub> et T<sub>2</sub> désignent les deux traitements insecticides effectués à base d'un régulateur de croissance le Flufénoxuron**



**Figure 36: Fluctuations des populations (a : adultes, b : larvaires) de *Jacobiasca lybica* cicadelle verte sur trois cépages de cuves dans la Mitidja en 2008. T<sub>1</sub> et T<sub>2</sub> désignent les deux traitements insecticides effectués à base d'un régulateur de croissance le Flufénoxuron**

Le nombre total de larves de première génération est plus faible que celui des larves de deuxième et troisième génération (figure, 35b). L'effet des deux traitements insecticides appliqué en début de mai et juillet a eu un impact négatif sur la répartition et la dynamique de ce ravageur. Par contre les populations adultes, demeurent toujours stables et importantes. Ceci peut être expliqué par le fait des flux de migrations constantes des populations adultes de cicadelles au cours de la période estivale.

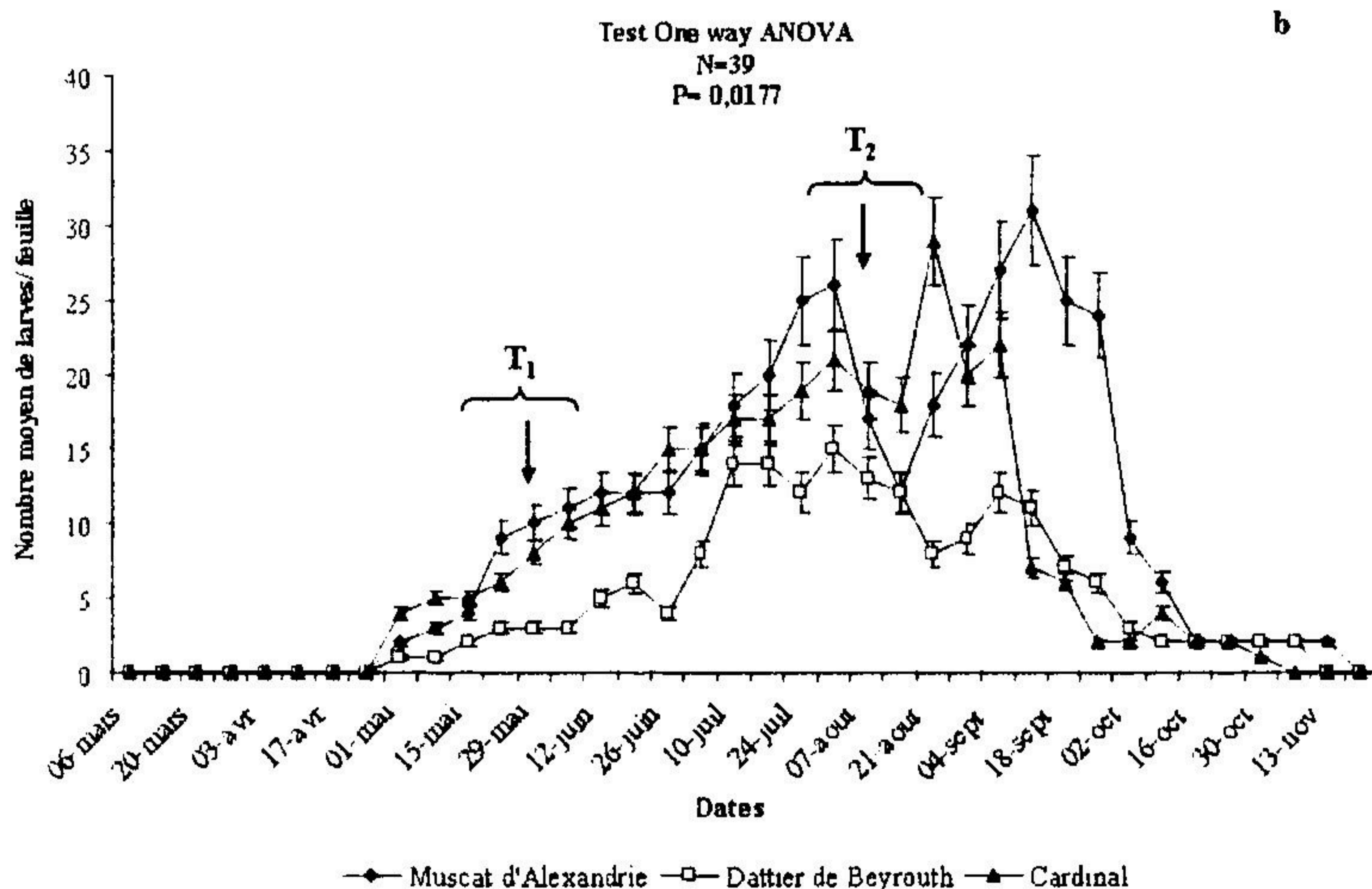
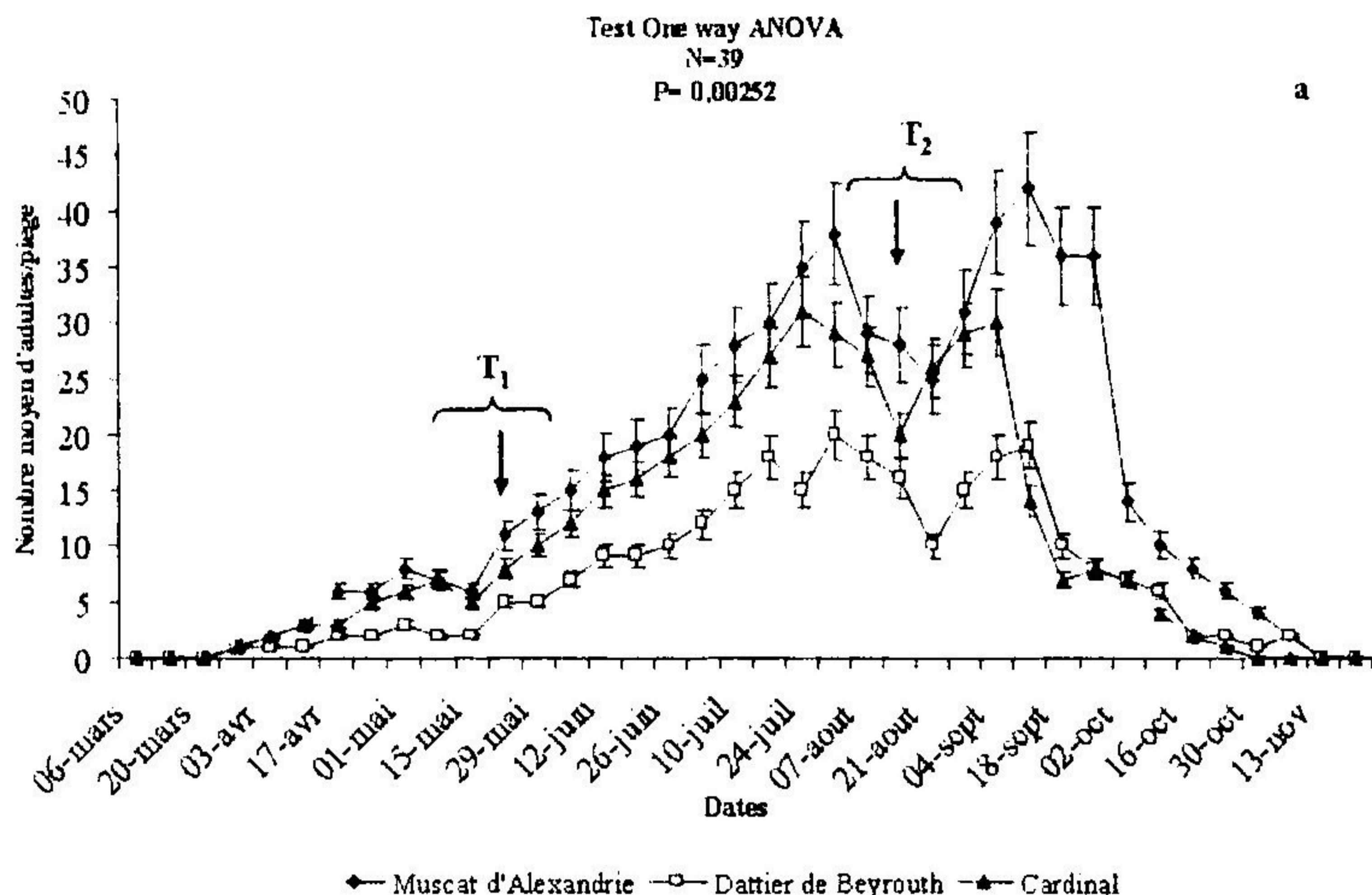
En 2008, les observations sont presque similaires à celles observés en 2006. Quatre pics sont observés avec un très faible effectif pour les populations adultes. Les effectifs enregistrés sont très faibles, compris entre 1 à 9 cicadelles pour une période de plus d'un mois, pour les six relevés du 5 mai jusqu'au 9 juin. Les pics maximums sont observés au cours des relevés du 28 juillet avec 28,15 et 7 adultes et du 8 septembre avec 32, 22 et 7 respectivement pour les cépages Merlot, Cabernet-Sauvignon et Syrah ( $P=0,00361$ ), (figure, 36a ).

L'examen des fluctuations des populations larvaires est presque similaire à celui des adultes, l'année 2008 ne présente pas de fortes infestations par ce ravageur. Le nombre de larves observées reste très faible par rapport aux deux années précédentes, il fluctue de 5 à 29 larves avec des maxima observé lors du comptage du 8 septembre. Ces fluctuations ont une même allure pour l'ensemble des trois cépages étudiés ( $P=0,00380$ ), (figure, 36b).

### 3.1.2. Au niveau des cépages de tables

La Cicadelle verte ne semble pas trop attirée par les cépages de tables, bien l'effectif des populations reste très inférieur par rapport à celui enregistré sur cépages de cuves (annexe 4).

En 2006, le profil d'évolution des populations estivales est bien visible sur l'ensemble des graphiques (figures, 37a). Comme pour celles citées précédemment, les populations immigrantes n'ont pas été bien visibles sur l'ensemble des réseaux des pièges installés. Les effectifs de captures sont restés très inférieurs à 6 cicadelles piégées par semaine et par relevé durant avril début mai. Trois vols distincts durant la période printano-estivale sont observés avec deux pics plus prononcés au cours des grands vols estivaux d'immigration (figure, 37a). Le début des vols des générations estivales a été observé au cours de la dernière semaine de mai début juin. Ces vols se caractérisent par plusieurs jours de grand vol, avec principalement des effectifs relativement faibles soit 38, 20 et 29 au cours du relevé du 31 juillet et 42, 19 et 14 au cours du relevé du 11 septembre respectivement pour les cépages Muscat d'Alexandrie, Dattier de Beyrouth, et Cardinal ( $P=0,00252$ ). L'examen des populations larvaires montre de faibles effectifs. Les premières larves ont été signalées à partir du mi mai avec un maximum de quatre larves seulement (figure, 37b). Ce résultat semble logique du fait de l'absence du premier vol d'immigration de cicadelles vertes en début de saison (figure, 37a). Le faible effectif pour cette période peut être expliqué par les traitements effectués à base de Cascade (Fulfénoxéron) contre les ravageurs saisonniers (tordeuses, et cicadelles) juste après ce comptage, ce qui a éliminé le peu de larves de cicadelles restantes. Ces observations sont similaires pour l'ensemble des trois cépages étudiés ( $P=0,0177$ ).



**Figure 37: Fluctuations des populations (a : adultes, b : larvaires) de *Jacobiasca lybica* cicadelle verte sur trois cépages de tables dans la Mitidja en 2006. T<sub>1</sub> et T<sub>2</sub> désignent les deux traitements insecticides effectués à base d'un régulateur de croissance le Flufénoxuron**

En 2007, les observations sont similaires à celles déjà observées sur cépages de cuves. Quatre pics correspondant à quatre générations ont été signalés. Ces fluctuations annuelles de présence de ce ravageur, constaté sur cépage de table, correspondent assez bien aux observations faites sur les cépages de cuve mais avec des populations relativement faibles. En effet, les effectifs des populations adultes enregistrés sont de l'ordre de 15, 20 et 32 ; respectivement en 1<sup>ère</sup>, 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> générations (figure, 38a et 38b). Le cépage Muscat d'Alexandrie semble être le plus préféré par les populations adultes de ce ravageur sur cépage Cardinal ( $P < 0,05$ ) par rapport aux populations larvaires. Aucune différence significative n'est apparente ( $P > 0,05$ ). Il est à noter que les préférences larvaires sont en faveur du cépage Muscat d'Alexandrie, suivi par le Dattier de Beyrouth et enfin le Cardinal où de très faibles effectifs sont enregistrés.

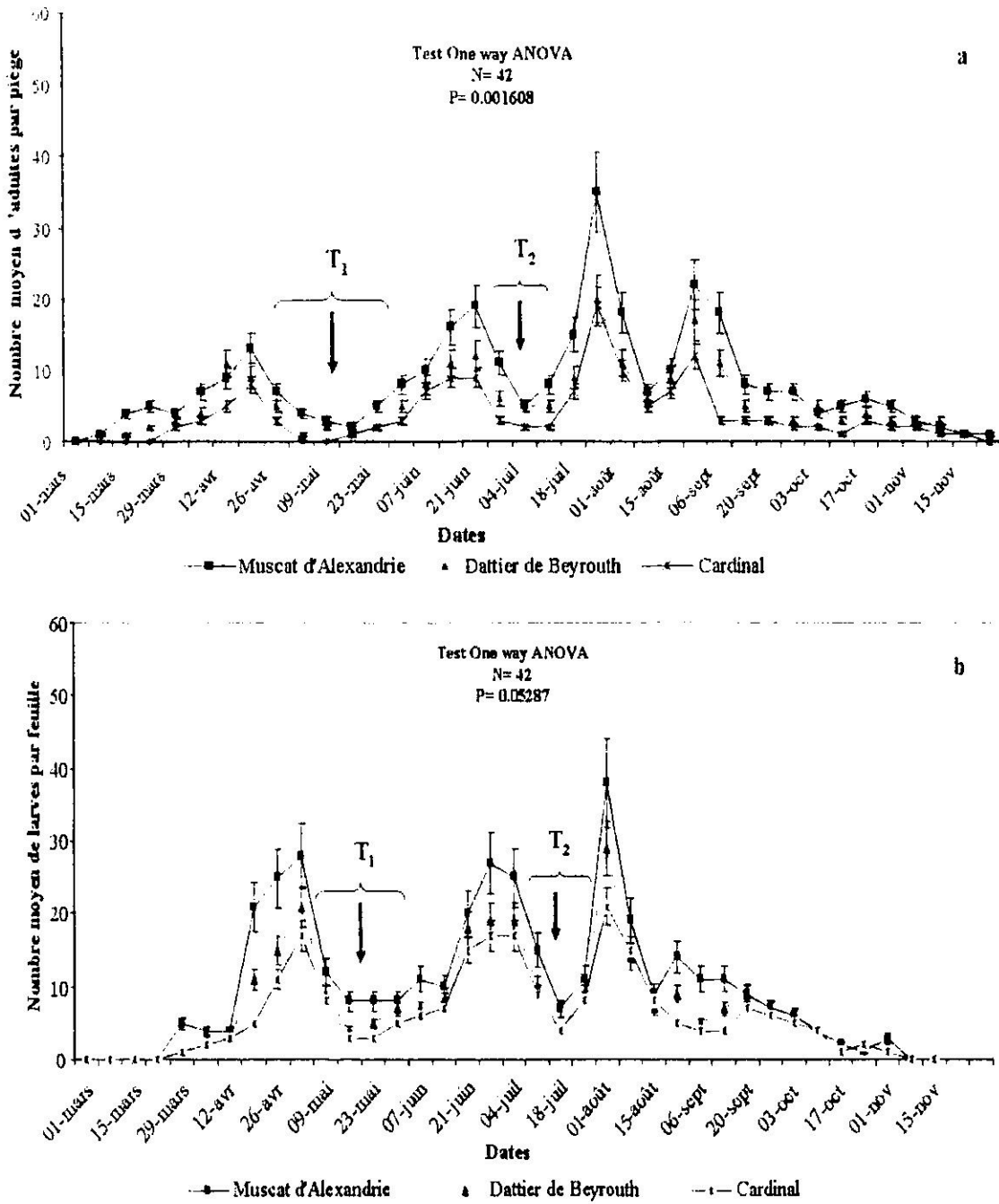
En 2008, les fluctuations saisonnières de la cicadelle verte présentent de très faibles effectifs si l'on compare avec 2006 et 2007. Quatre pics sont signalés, mais la dynamique de ces populations reste très faible (figures, 39a et 39b). A l'issue des comptages effectués au cours des relevés hebdomadaires, il ressort de faibles effectifs, ces derniers ne dépassent pas les 30 adultes par piège et ceux lors du 4<sup>ème</sup> pic, ces fluctuations ont pratiquement les mêmes profils pour l'ensemble des cépages ( $P=0,0496$ ) pour les populations adultes, alors qu'elle reste légèrement inférieure pour les populations larvaires ( $P=0,0179$ ). Quant aux populations larvaires, l'effectif le plus important est observé au cours du 3<sup>ème</sup> pic en date du 28 juillet, avec 25, 12 et 4 larves et celui du 4<sup>ème</sup> pic avec 29, 19 et 4 larves lors du comptage du 8 septembre respectivement pour les cépages Muscat d'Alexandrie, Dattier de Beyrouth et Cardinal (figure, 39b).

### 3.2. Analyse globale de la Dynamique spatio-temporelle des populations adultes et larvaires

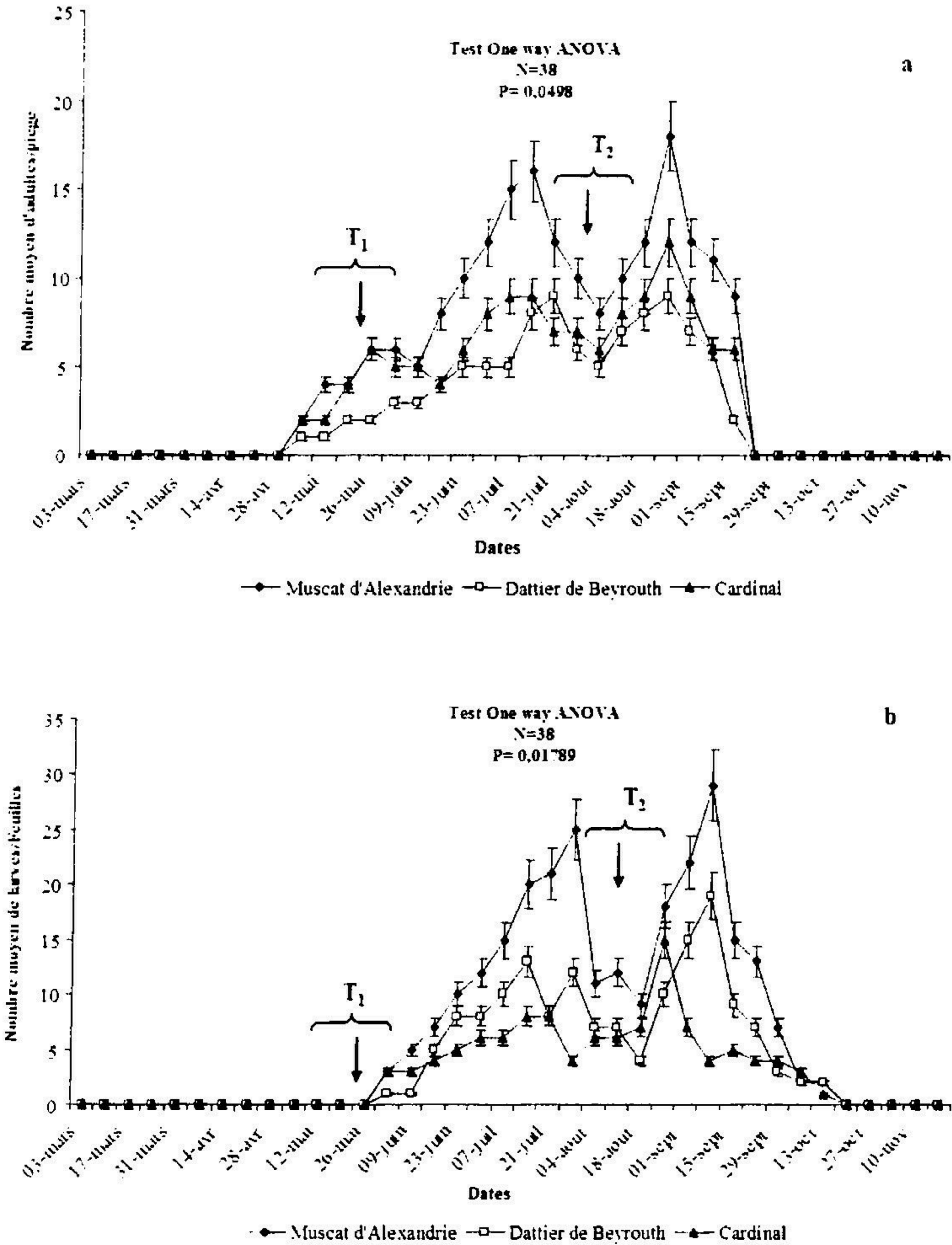
Le modèle général linéaire (G.L.M.) a été appliqué à l'étude de la dynamique spatio-temporelle des populations adultes et larvaires de *Jacobiasca lybica* en fonction des saisons, cépages au cours des trois années du suivi.

Ce modèle G.L.M. permet d'étudier la dynamique spatio-temporelle de ces populations sans faire intervenir les interactions entre facteurs ; ce qui rend les statistiques robustes sachant que le nombre de données est limité à 54 (tableau 5 et figure 40).

L'application du modèle G.L.M. pour les 54 données (tableau 9 et figure, 40), nous permet d'observer que les populations adultes et larvaires de *Jacobiasca lybica* présentent les mêmes profils de fluctuations. Les mâles évoluent d'une manière progressive en fonction des saisons ( $P=0,000$ ) et entre cépages ( $P=0,002$ ), par ailleurs les années ne semblent pas exercer les mêmes effets (significativité marginale,  $P=0,542$ ).



**Figure 38: Fluctuations des populations (a : adultes, b : larvaires) de *Jacobiasca lybica* cicadelle verte sur trois cépages de tables dans la Mitidja en 2007. T<sub>1</sub> et T<sub>2</sub> désignent les deux traitements insecticides effectués à base d'un régulateur de croissance le Flufénoxuron**



**Figure 39: Fluctuations des populations (a : adultes, b : larvaires) de *Jacobiasca lybica* cicadelle verte sur trois cépages de tables dans la Mitidja en 2008. T<sub>1</sub> et T<sub>2</sub> désignent les deux traitements insecticides effectués à base d'un régulateur de croissance le Flufénoxuron**

Tableau 9: Modèle G.L.M. appliqué à la dynamique spatio-temporelle des populations adultes et larvaires de la cicadelle verte (N=54)

	Facteurs	Somme des carrés	d.d.l.	Carrés moyens	F-ratio	P
Larves	Saisons	490,778	2	245,889	15,663	0
	Cépages	163,278	5	326,256	2,085	0,085
	Années	122,333	2	610,167	3,894	0,028
	Var. intra	689,444	44	156,215		
Adultes	Saisons	608,111	2	304,056	12,028	0
	Cépages	232,389	5	465,478	1,841	0,124
	Années	412,111	2	206,556	8,149	0,001
	Var. intra	111,222	44	252,891		

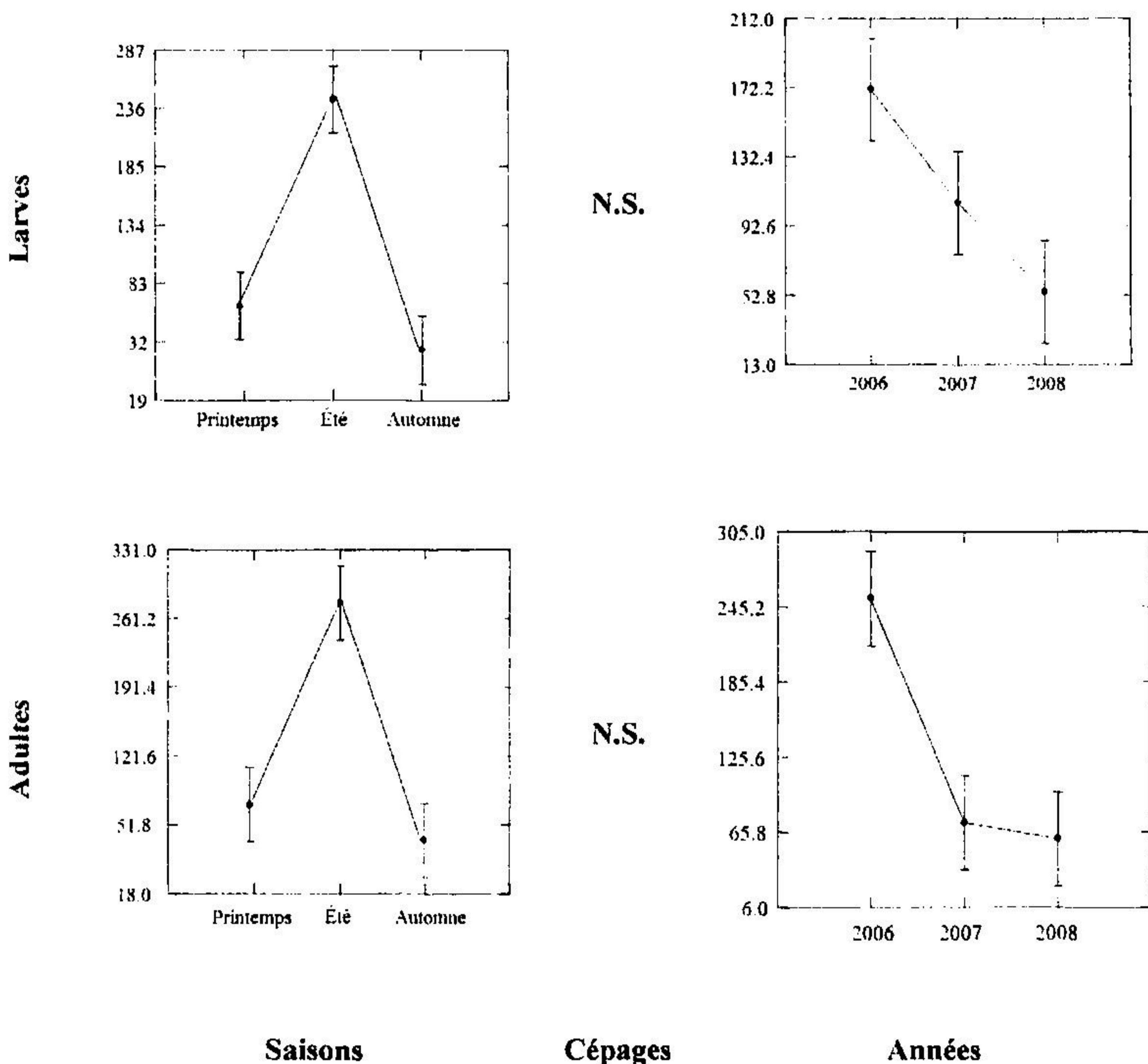


Figure 40 : Dynamique spatio-temporelle des populations adultes et larvaires de *Jacobiasca lybica* au cours des campagnes viticoles 2006,2007 et 2008 dans les vignobles de la Mitidja

N.S. : Variabilité Non Significative

Les populations adultes et larvaires ont pratiquement les mêmes profils. L'effet des saisons est significatif ( $P=0,000$ ). Par ailleurs, l'effet années est presque similaire, il évolue de la même manière pour les deux populations. Cependant il présente une bonne significativité pour les populations adultes ( $P=0,001$ ), alors que celle des populations larvaires reste toujours significative avec ( $P=0,028$ ). En revanche, l'effet cépages ne semble pas trop influencé la dynamique de ces populations et présente une significativité marginale soit ( $P=0,085$ ,  $P=0,124$ ) respectivement pour les populations larvaires et adultes.

### 3.3. Cycle interprétatif de *Jacobiasca lybica* sur *Vitis vinifera* en Mitidja

La synthèse des résultats de cette étude a permis une description détaillée du cycle biologique de ce ravageur dans un agro-écosystème viticole. Les principales avancées qu'ont permis nos travaux, par rapport à l'état des connaissances bibliographiques au début de cette étude, sont ici synthétisées pour chaque étape du cycle biologique par un schéma détaillé (figure, 41).

Bien que *Jacobiasca lybica* est décrite comme étant une espèce polyphage, nos investigations menées sur les plantes hôtes au voisinage des vignobles n'ont pas confirmés sa présence, notamment sur les mauvaises herbes et plantes résineuses de conifères, comme il a été décrit dans la littérature.

C'est à partir du printemps que les adultes commencent la colonisation progressive des parcelles. Ceci n'a lieu qu'après le débourrement de la vigne et en fonction des cépages (figure, 41).

En Mitidja, le nombre de générations annuelles au vignoble varie de 3 à 4 selon les années. Les adultes femelles hivernantes immigrent progressivement dans les parcelles de vigne, où elles déposent leurs œufs sur les jeunes feuilles étalées, le long des nervures. L'immigration et la ponte sont relativement étalées dans le temps.

Les larves de la première génération poursuivent leur développement dans le feuillage de la vigne. Une fois leur développement achevé, les adultes de première génération sur vigne en émergent. Ils présentent généralement, l'effectif le plus important de l'année. Leur ponte engendre les larves de la seconde génération qui présente également l'effectif le plus important de l'année. Enfin, un nombre variable de pics de populations d'adultes et de larves sont également observées en période estivale correspondant à des flux migratoires venus d'ailleurs. Les larves et les adultes peuvent être observés jusqu'au mois de novembre comme en 2006.

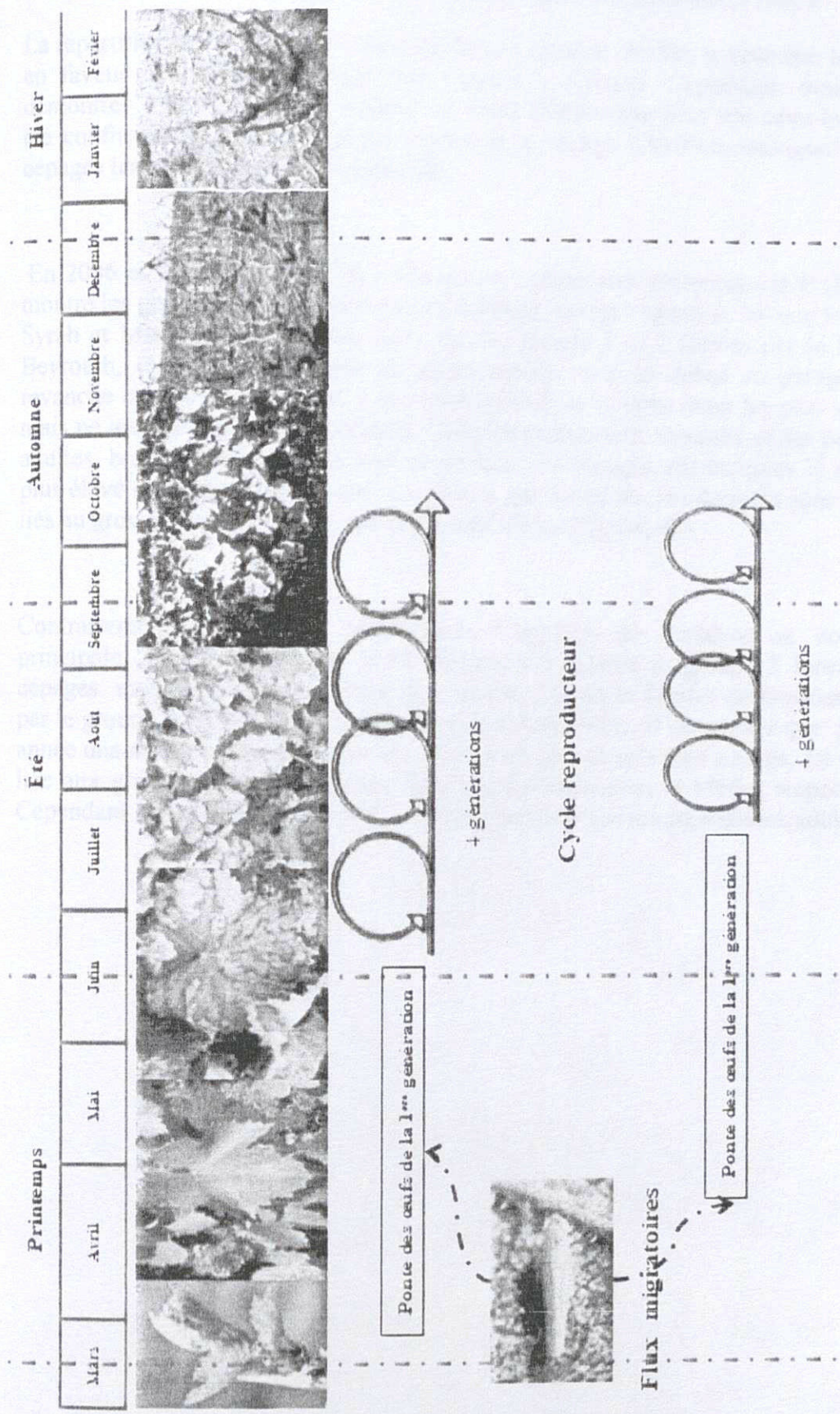


Figure 41 : Cycle interprétatif de *Jacobiasca lybica* sur *Vitis vinefera* en Mitidja (Original)

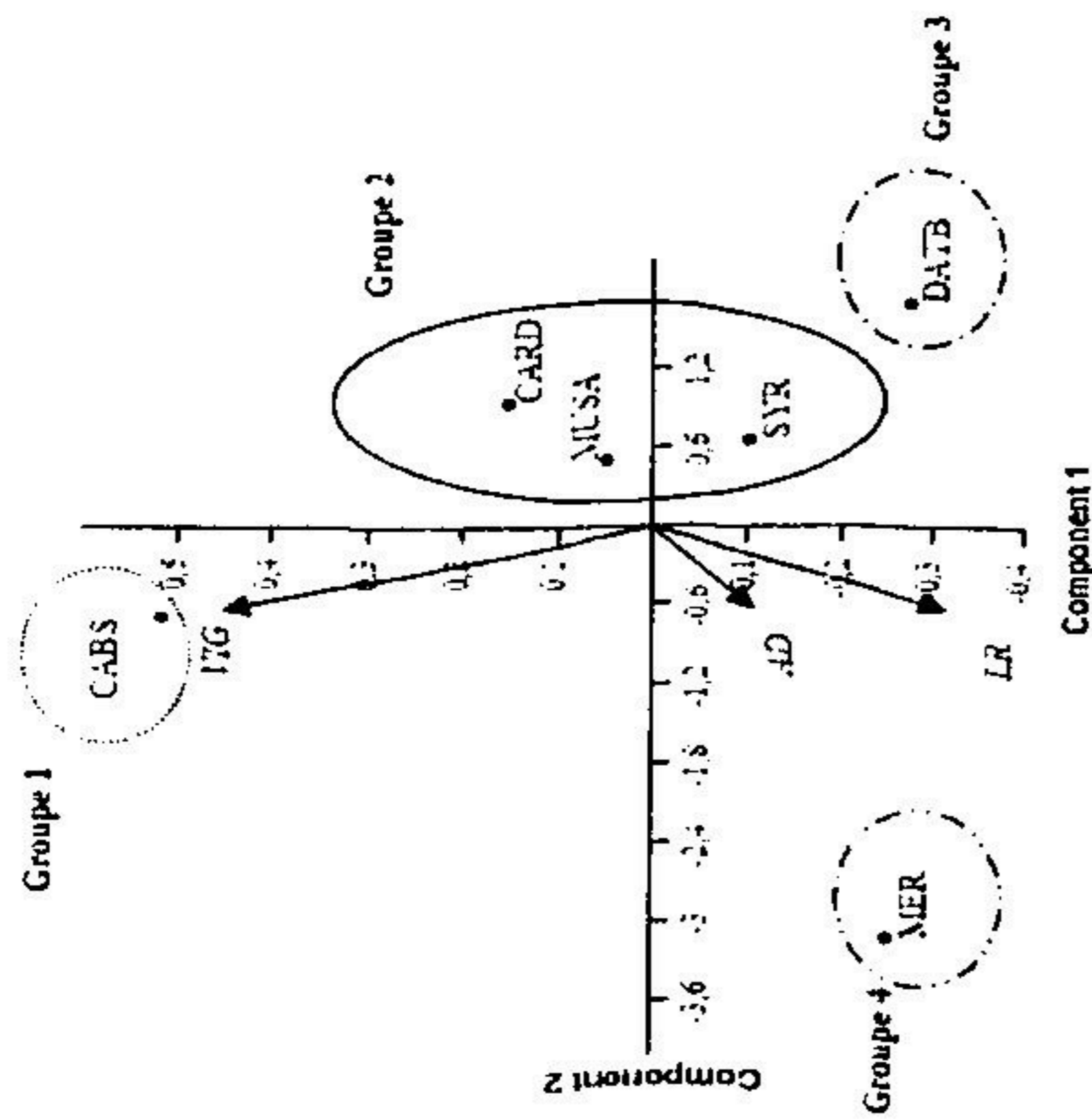
### 3.4. Etude de l'effet vigueur sur la dynamique de *Jacobiasca lybica*

La répartition de *Jacobiasca lybica* sur les six cépages étudiés semble être légèrement en faveur de quelques cépages par rapport à d'autres. Cependant, nous voulons démontrer l'influence de la vigueur sur cette distribution, puis que cette hypothèse a été confirmée in situ les cépages Merlot et le cépage Cabernet-Sauvignon étant les cépages les plus vigoureux (figure, 42).

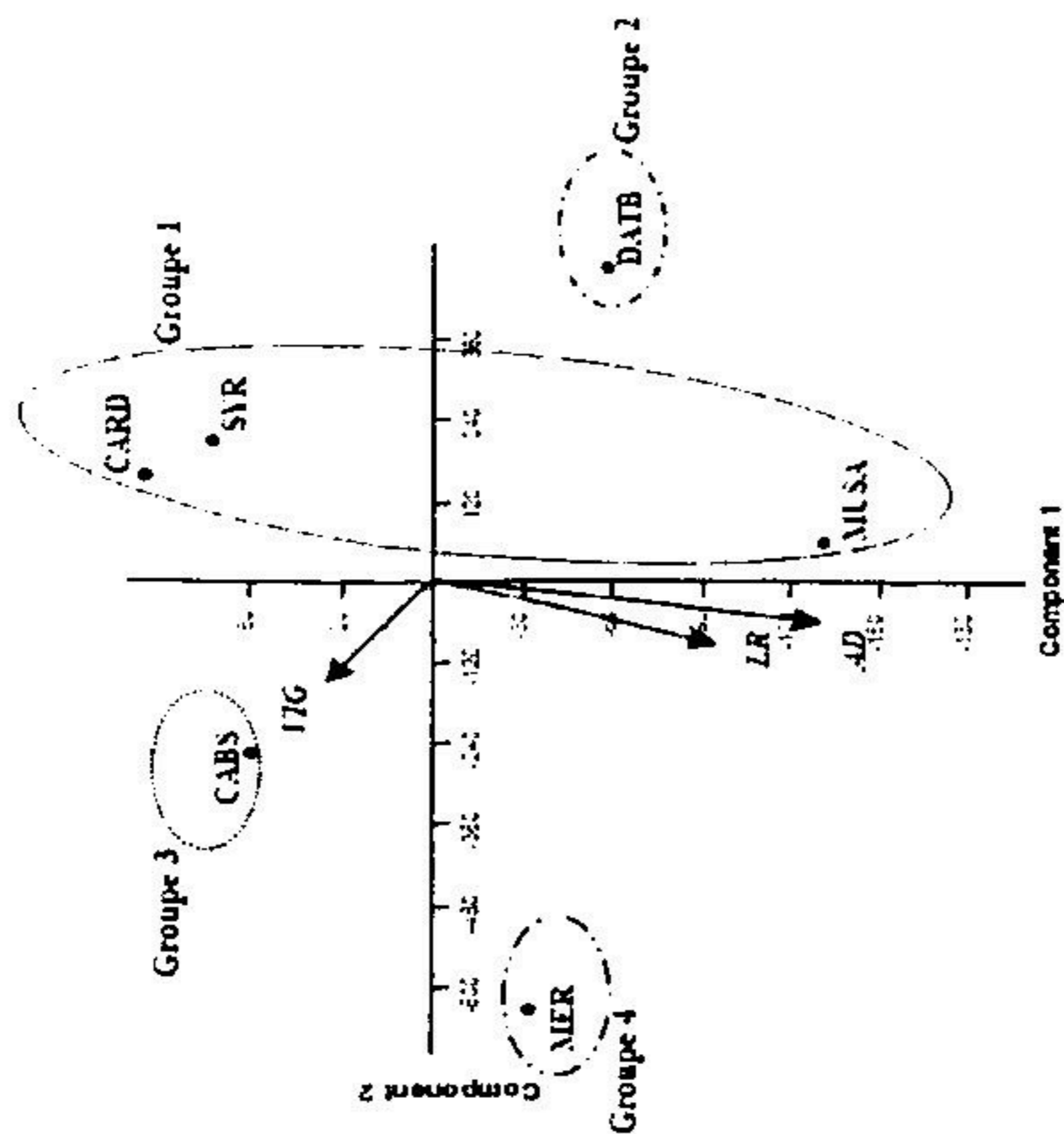
En 2006 et 2007, l'examen de l'analyse en composante principale ACP (figure, 42) montre les groupes 2 et 1 formés par les cépages moins vigoureux tel que le Cardinal, Syrah et Muscat d'Alexandrie, suivi par les groupe 3 et 2 formés par le Dattier de Beyrouth, respectivement pour les deux années cités en début du paragraphe. En revanche en 2006 les groupes 1 et 3 sont considérés comme étant les plus vigoureux, mais ne montrent aucune corrélation entre les infestations larvaires et des populations adultes, bien que du point de vue numérique ces cépages ont marqués le nombre le plus élevé de populations en tant qu'adultes que larvaires, ces derniers sont fortement liés au groupe 4 qui est formé par le cépage Merlot (figure, 42).

Contrairement aux années précédentes, l'examen de l'analyse en composante principale l'ACP de l'année 2008 (figure, 42) montre le groupe 2 formé par les cépages moins vigoureux, tel que le Cardinal, Syrah et Dattier de Beyrouth », suivi par le groupe 3 formé par le cépage Muscat d'Alexandrie. Il est à noter que pour cette année une nette corrélation entre les infestations des populations adultes, est fortement liée aux groupes 1 et 4 composés de Cabernet-Sauvignon et Merlot respectivement. Cependant l'aspect vigueur prend la même tendance que les populations adultes.

2006



2007



2008

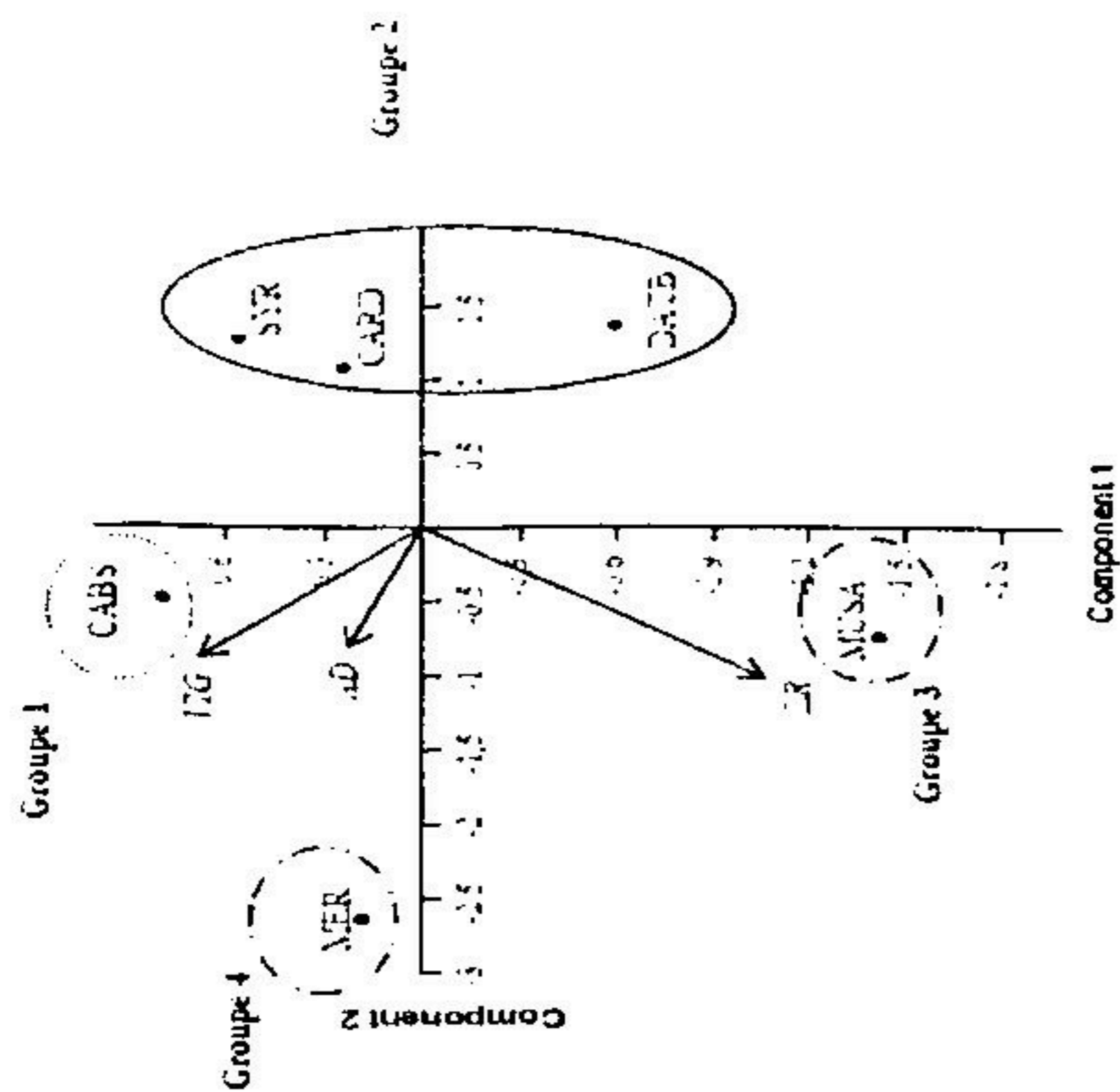


Figure 42: Analyse multivariée « ACP » représentant : Effet cépages, effet vignes et répartition des populations adultes et larvaires de *Jacobiasca lybica* cicadelle verte sur cépages de cuves et de tables dans la Mitidja.

CARD : Cardinal ; SYR : Syrah ; MUSA : Muscat d’Alexandrie ; DATB : Dattier de Beyrouth ; CABS : Cabernet-Sauvignon ; MER : Merlot

### 3.5. Dégâts et sensibilité variétale

La comparaison des populations de cicadelles verte sur les cépages de cuves et de tables étudiés permet de mettre en évidence des différences d'infestations importantes d'un cépage à un autre et d'une année à une autre.

Le cépage Merlot est la variété la plus attaquée et la plus sensible (figure, 43). Les dégâts observés ont été en rapport avec les populations présentes (figures, 34, 35, 36, 37,38 et 39), avec des taux d'attaques foliaires relativement importants allant jusqu'à 90 % pour le cépage Merlot, 60% pour le cépage Cabernet-Sauvignon et 50% pour le cépage Syrah en 2006. En effet cette dernière est considérée comme la plus spectaculaire en forme de dégâts ; alors qu'en 2007, les dégâts se rapprochent mais avec des taux relativement inférieurs soit 80% pour le cépage Merlot suivi par le Cabernet-Sauvignon et la Syrah avec des taux d'attaques respectifs 42 et 15% respectivement. En revanche l'année 2008, la cicadelle verte ne semble pas causée beaucoup de dégâts sur feuillage de vigne, les taux d'attaques sont relativement très faibles que ceux enregistrés en 2006 et 2007. Ils sont en dessous des 20% pour le Merlot, 15% pour le Cabernet-Sauvignon et 8% la Syrah.

Les cépages de tables ne semblent pas être affectés par cette sensibilité vis-à-vis de ce ravageur. Cependant, seul le cépage Muscat d'Alexandrie a manifesté le taux le plus élevé d'attaques foliaires soit, 38% en 2006, 18% en 2007 et 8% en 2008. En revanche le cépage Dattier de Beyrouth et Cardinal n'ont subi qu'une faible attaque de leurs feuilles avec des taux de l'ordre de 18% en 2006, 8% en 2007 et 5% en 2008. Pour les Cardinal, ces taux sont de 12 et 2 respectivement pour 2006, 2007 et 2008 (figure, 44).

Toutefois ces cépages peuvent être classés en fonction de l'incidence des attaques du ravageur :

- cépages présentant des dégâts importants : Merlot et Cabernet-Sauvignon.
- cépages moyennement attaqués : Syrah et Muscat d'Alexandrie.
- cépages peu affectés par les cicadelles vertes : Dattier de Beyrouth.
- cépages très peu affectés par les cicadelles vertes : Cardinal.

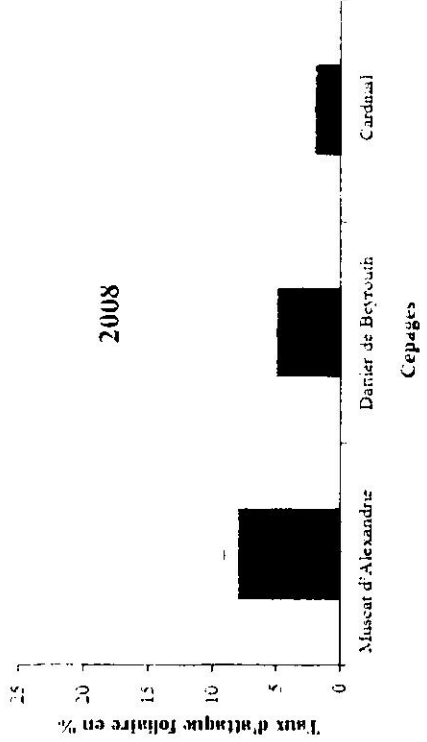
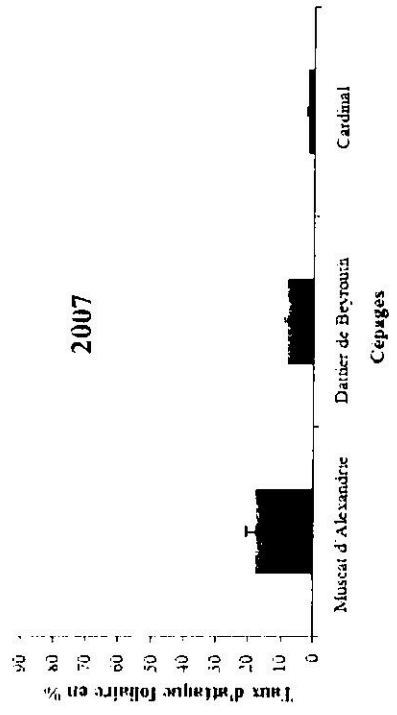
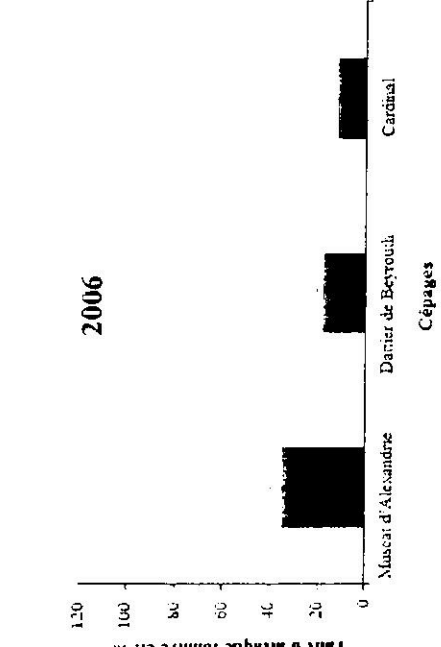
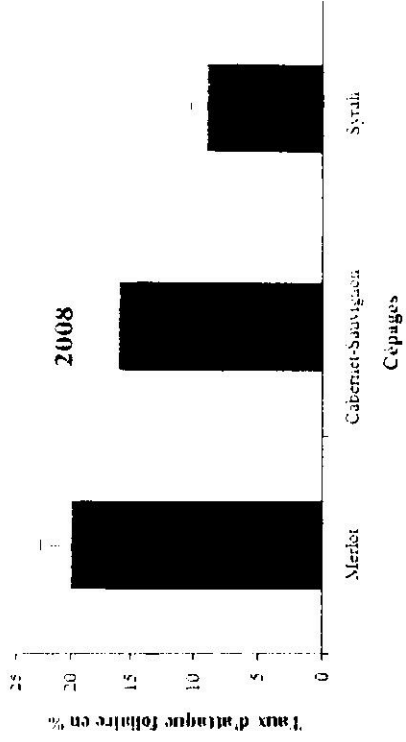
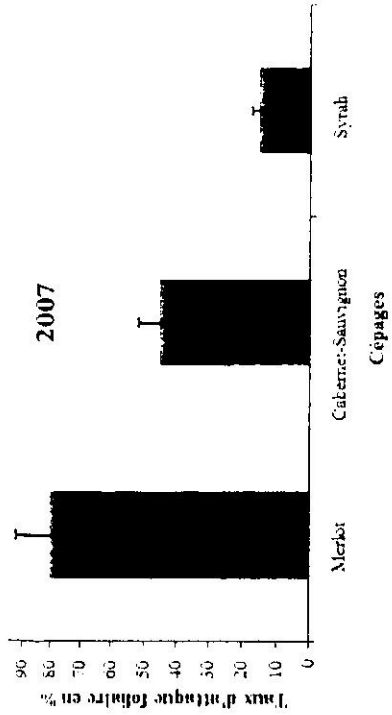
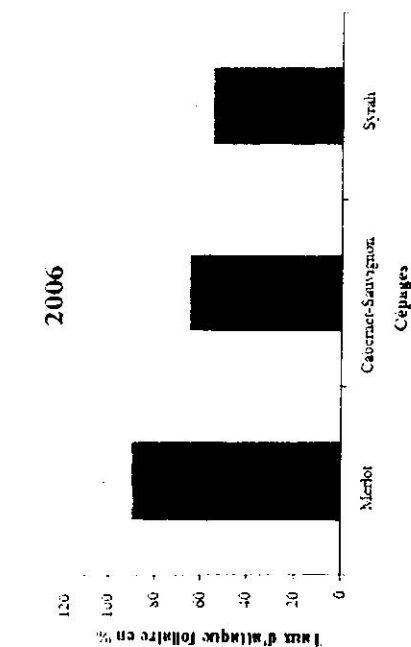


Figure 44: Sensibilité variétale des cépages de cuves et de tables vis-à-vis de *Jacobiasca lybica* en fonction des années dans la Mitidja

## 4. Dynamique spatio-temporelle de *Planococcus ficus*

### 4.1. Dynamique des populations adultes et larvaires

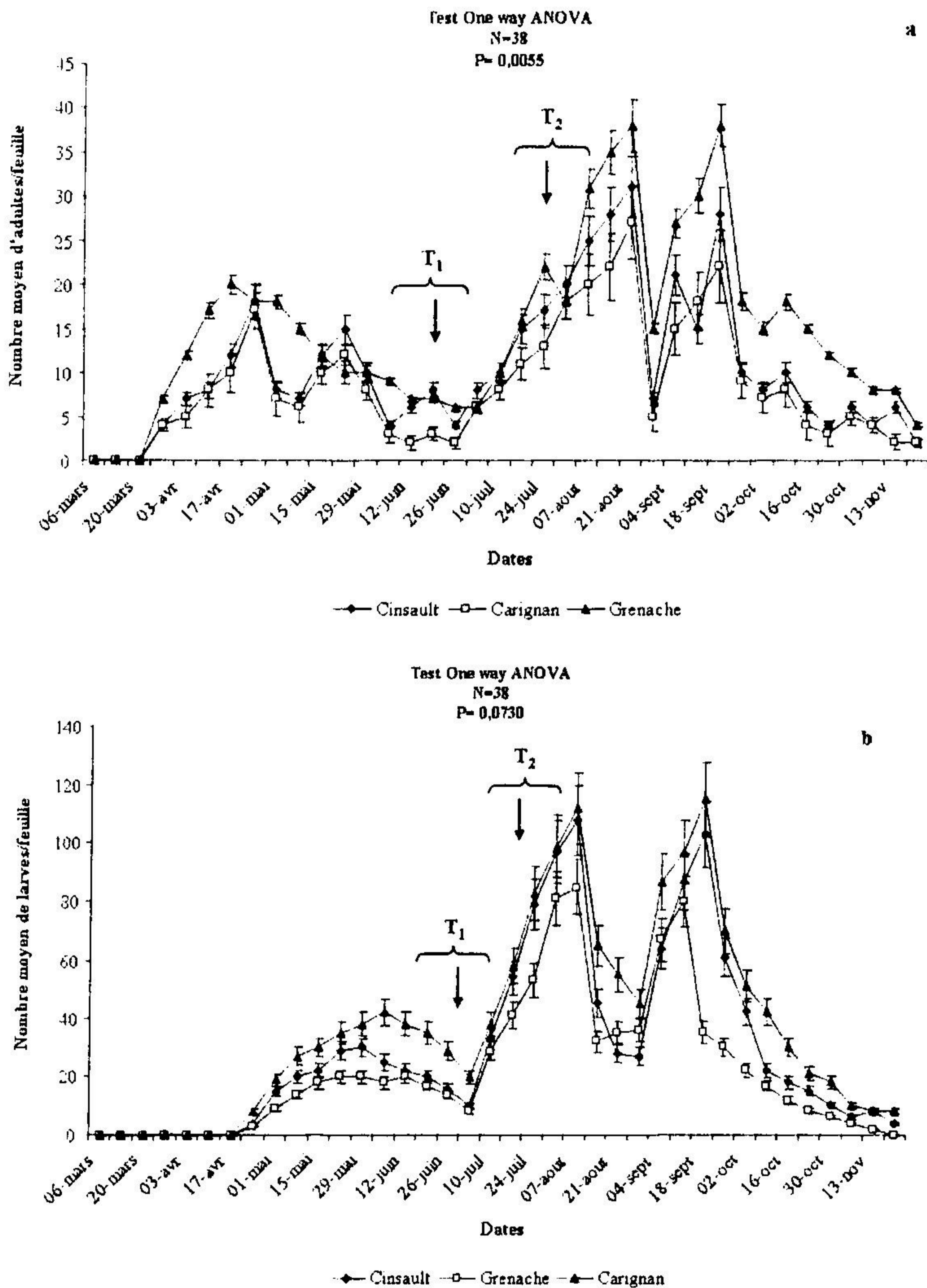
#### 4.1.1. Au niveau des cépages de cuves

Les courbes d'évaluations des populations adultes au niveau des trois cépages de cuves montrent des fluctuations variables en fonction de ces derniers au cours des trois années de l'étude. Le profil des courbes relatives à la dynamique des populations adultes et larvaires font apparaitre cinq pics qui se présentent pratiquement très rapprochés compte tenu des chevauchements des générations observées particulièrement à partir de la fin de la saison printanière pour la première génération. Un décalage de plus d'un mois est observé avant l'apparition des premières larves issues de cette génération (figures, 45, 46, 47 et annexe 5).

A partir de la fin mars, on observe les premières populations qui sortent de l'écorce pour infester les feuilles, ces populations sont maintenues à des effectifs relativement stables et ce pour les trois années successives. En 2006, les populations adultes ce sont maintenues à des seuils tolérables. En effet le maximum d'adultes sont observés au cours des comptages de 20 août avec 31, 27 et 38 individus et le 18 septembre avec 28, 22 et 38 individus respectivement pour les cépages Cinsault, Grenache et Carignan ( $P=0,0055$ ), (figure, 45a). Ces valeurs sont presque similaires à celles des larves issues de ces générations (figure, 45b). Pour ces mêmes dates de comptage nous signalons 108, 85 et 112 pour celles du mois d'août et 103, 35 et 115 individus pour celles du mois de septembre respectivement pour les trois cépages cités précédemment ( $P=0,0730$ ).

En 2007, de très fortes infestations larvaires sont enregistrées au niveau de ces parcelles. Néanmoins, les effectifs des populations adultes sont légèrement supérieurs à ce de 2006 (figure, 46a). Nos observations révèlent un taux très important de larves et ceux pour l'ensemble des cépages ( $P=0,005237$ ). Ceci s'observe particulièrement pour les générations de l'été (juillet, août et septembre) (figure, 46b). Les populations adultes suivent des fluctuations de 5 pics, ces derniers semblent avoir une affinité pour certains cépages par rapport à d'autres, particulièrement le Carignan, mais leur distribution est accordée à un même profil ( $P=0,000753$ ).

En 2008, des traitements d'hiver ont été appliqués au cours de l'hiver 2007, ce qui a eu une incidence sur l'abondance des Cochenilles farineuses. Les effectifs de populations adultes et larvaires sont très faibles par rapport aux deux années précédentes (figures, 47a et 47b). Au total cinq pics sont observés avec un maximum d'individus qui ne dépasse pas les vingt individus, pour les trois cépages. Cette distribution est pratiquement semblable au niveau de ces derniers ( $P=0,000799$ ). Quant aux populations larvaires, elles demeurent relativement faibles par rapport à celles des adultes au cours de cette même campagne avec des maximums de 55 et 45 larves observés sur cépage Carignan lors des comptages du 11 août et 22 septembre respectivement. Cette distribution est presque similaire au sein des trois cépages ( $P=0,0252$ ).



**Figure 45: Fluctuations des populations (a : adultes, b : larvaires) de *Planococcus ficus* cochenille farineuse sur trois cépages de cuves dans la Mitidja en 2006. T<sub>1</sub> et T<sub>2</sub> désignent les deux traitements insecticides effectués à base d'un régulateur de croissance le Flufénoxuron**

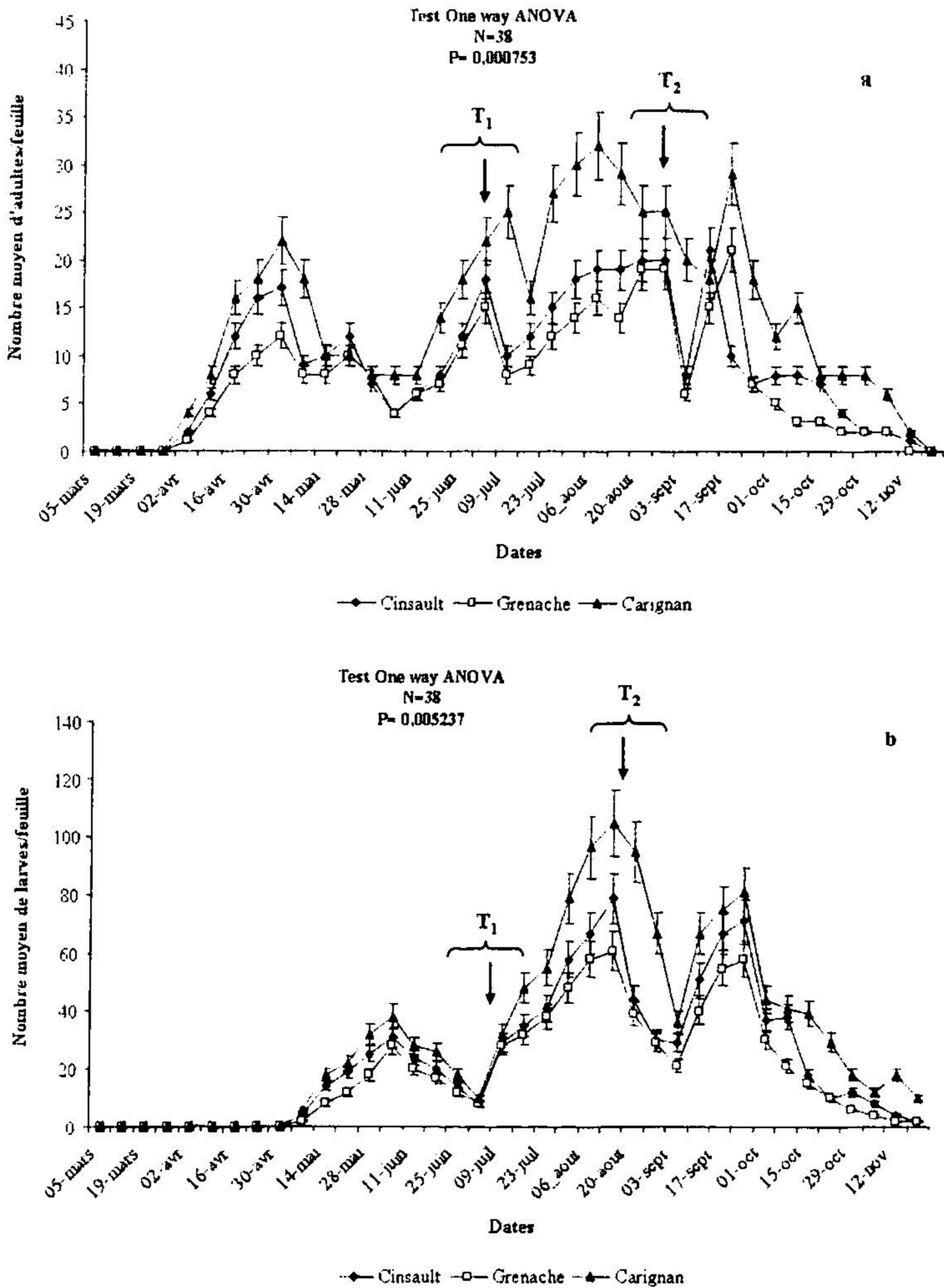
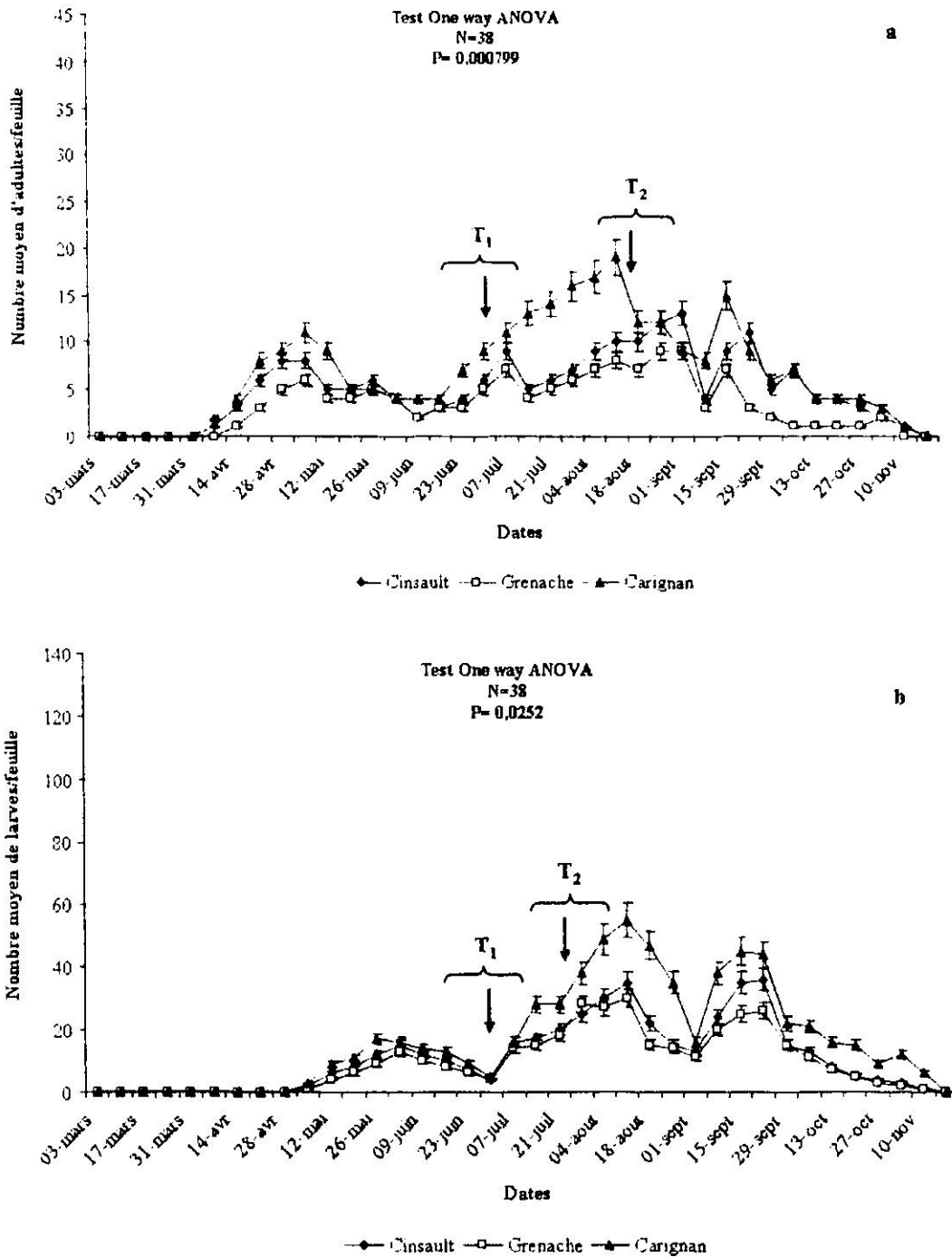


Figure 46: Fluctuations des populations (a : adultes, b : larvaires) de *Planococcus ficus* cochenille farineuse sur trois cépages de cuves dans la Mitidja en 2007. T<sub>1</sub> et T<sub>2</sub> désignent les deux traitements insecticides effectués à base d'un régulateur de croissance le Flufénoxuron



**Figure 47: Fluctuations des populations (a : adultes, b : larvaires) de *Planococcus ficus* cochenille farineuse sur trois cépages de cuves dans la Mitidja en 2008. T<sub>1</sub> et T<sub>2</sub> désignent les deux traitements insecticides effectués à base d'un régulateur de croissance le Flufénoxuron**

#### 4.1.2. Au niveau des cépages de tables

Le profil des courbes des fluctuations saisonnières des populations adultes et larvaires de *Planococcus ficus* sur cépages est comparable à celui observé sur cépages de cuves, et ce pour les trois années du suivi, avec des variations inter-annuelles et inter-cépages. Les effectifs d'adultes et de larves observés sur ces cépages demeurent très faibles par rapport à ceux précédemment obtenus au niveau des cépages de cuves (annexe 5).

En 2006, les populations adultes ce sont maintenues avec des effectifs relativement très faibles (figure, 48a), les relevés les plus importants ont été observés au cours des trois dernières semaine de juillet et ce de 15, 20 et 25 individus au niveau du cépage Dattier de Beyrouth, 12, 18 et 22 individus au niveau du cépage Muscat d'Alexandrie et 6, 8, 8 au niveau du cépage Cardinal ( $P=0,000519$ ). Parallèlement, les populations larvaires présentent les mêmes profils que ceux des adultes au cours de cette même campagne ( $P=0,000145$ ), (figure, 48b).

L'année 2007, semble être favorable à la prolifération de ce ravageur. Les populations adultes observées sont relativement importantes ( $P=0,03594$ ) à celles de l'année écoulée (figure, 49a), avec, des pics signalés en juillet et en septembre. Ces derniers varient de 30 à 34 individus sur cépage Dattier de Beyrouth respectivement pour les relevés du 9 juillet et du 20 août. Ils se sont maintenus à 28 individus au niveau du cépage Muscat d'Alexandrie, alors qu'ils sont de l'ordre de 21 et 8 individus seulement au niveau du cépage Cardinal. Les fluctuations des populations larvaires sont similaires à ceux des adultes et ils ont pratiquement la même tendance ( $P=0,000145$ ), (figure, 49b).

En 2008, les fluctuations de ces populations demeurent très faibles par rapport à celles précédemment observées au cours des deux années écoulées. Le maximum d'individus adultes a été observé lors des relevés du 7 juillet et 8 août sur cépage Dattier de Beyrouth avec 14 individus seulement. Pour les deux autres cépages, nous notons des effectifs qui oscillent entre trois et six individus seulement ( $P=0,000130$ ), (figure, 50a). De même, les populations larvaires ont les mêmes tendances ( $P=0,000103$ ), le maximum d'individus sont observés sur cépage Dattier de Beyrouth avec 15 à 16 larves, alors que ceux des autres cépages sont de l'ordre de 8 à 4 seulement (figure, 50b).

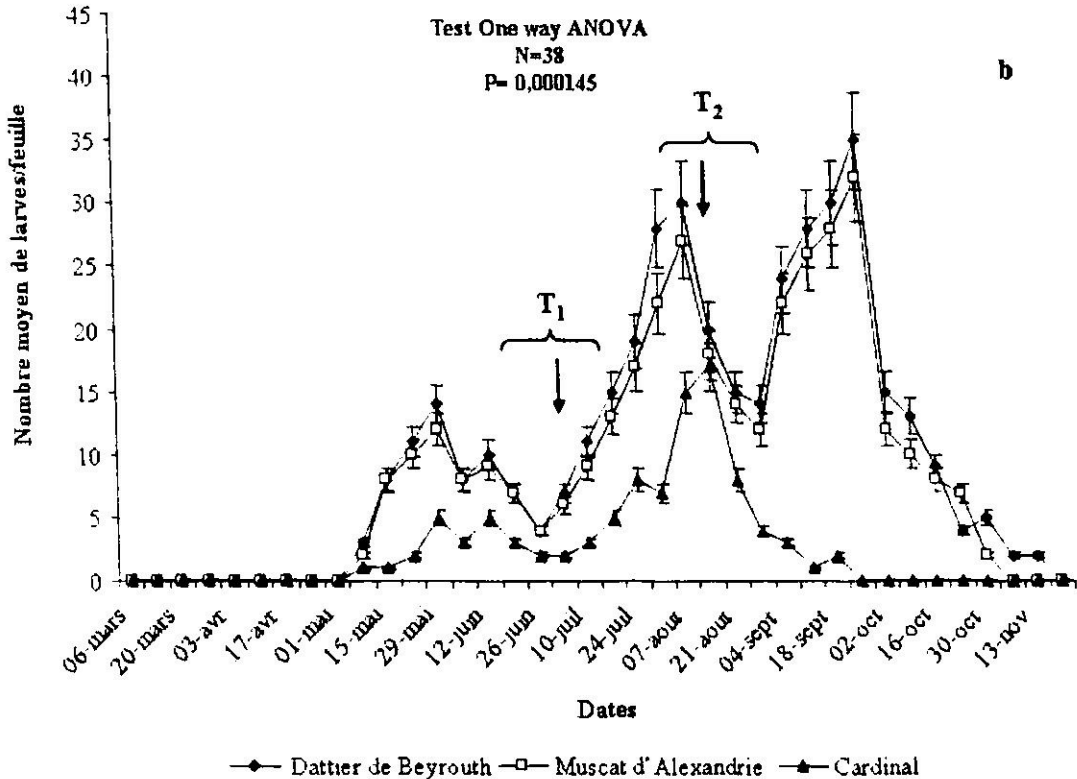
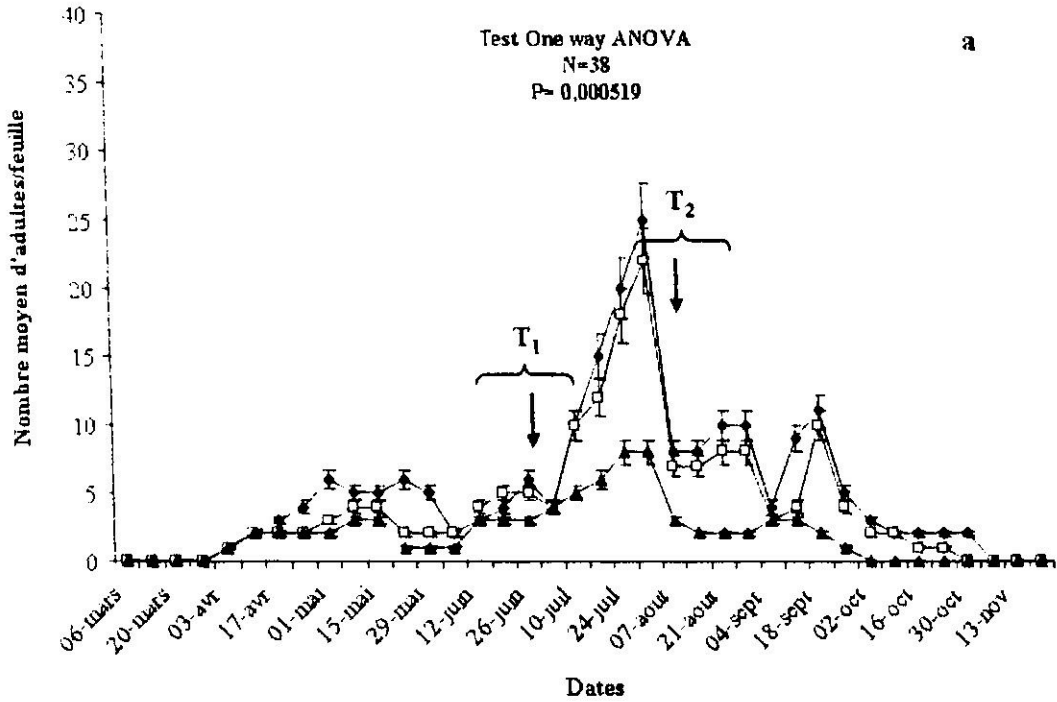
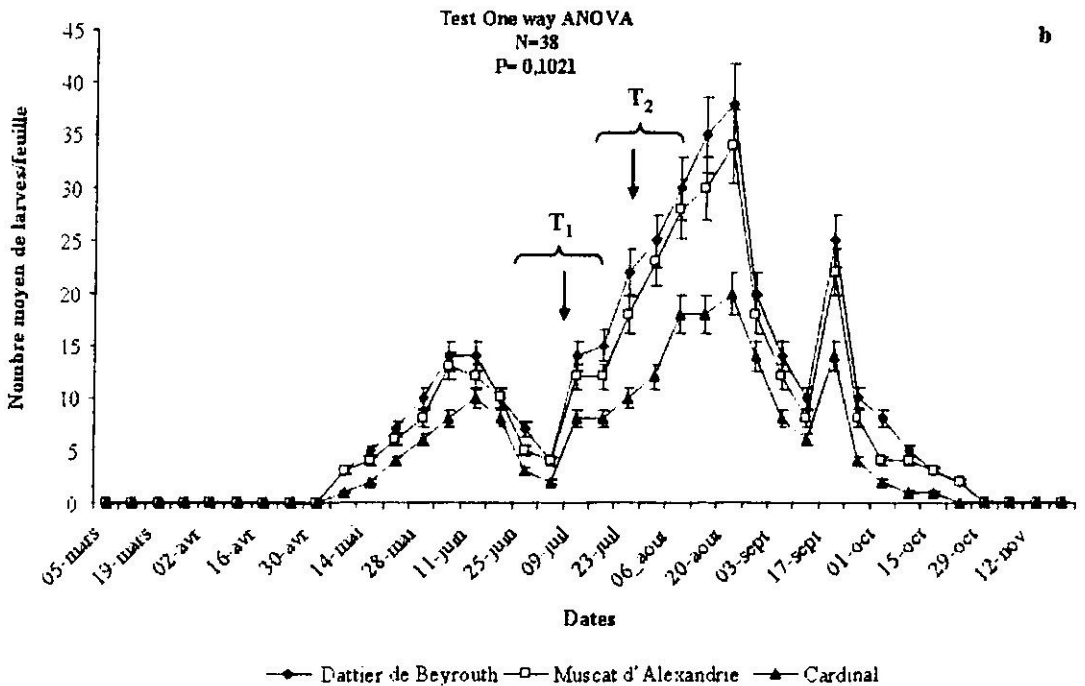
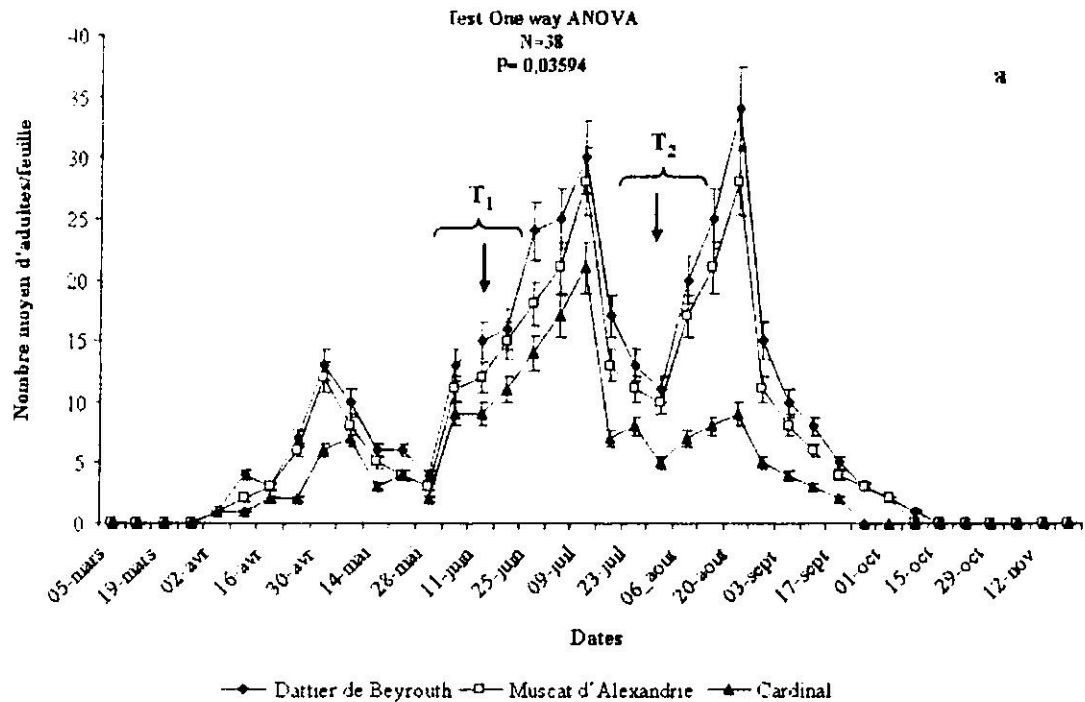
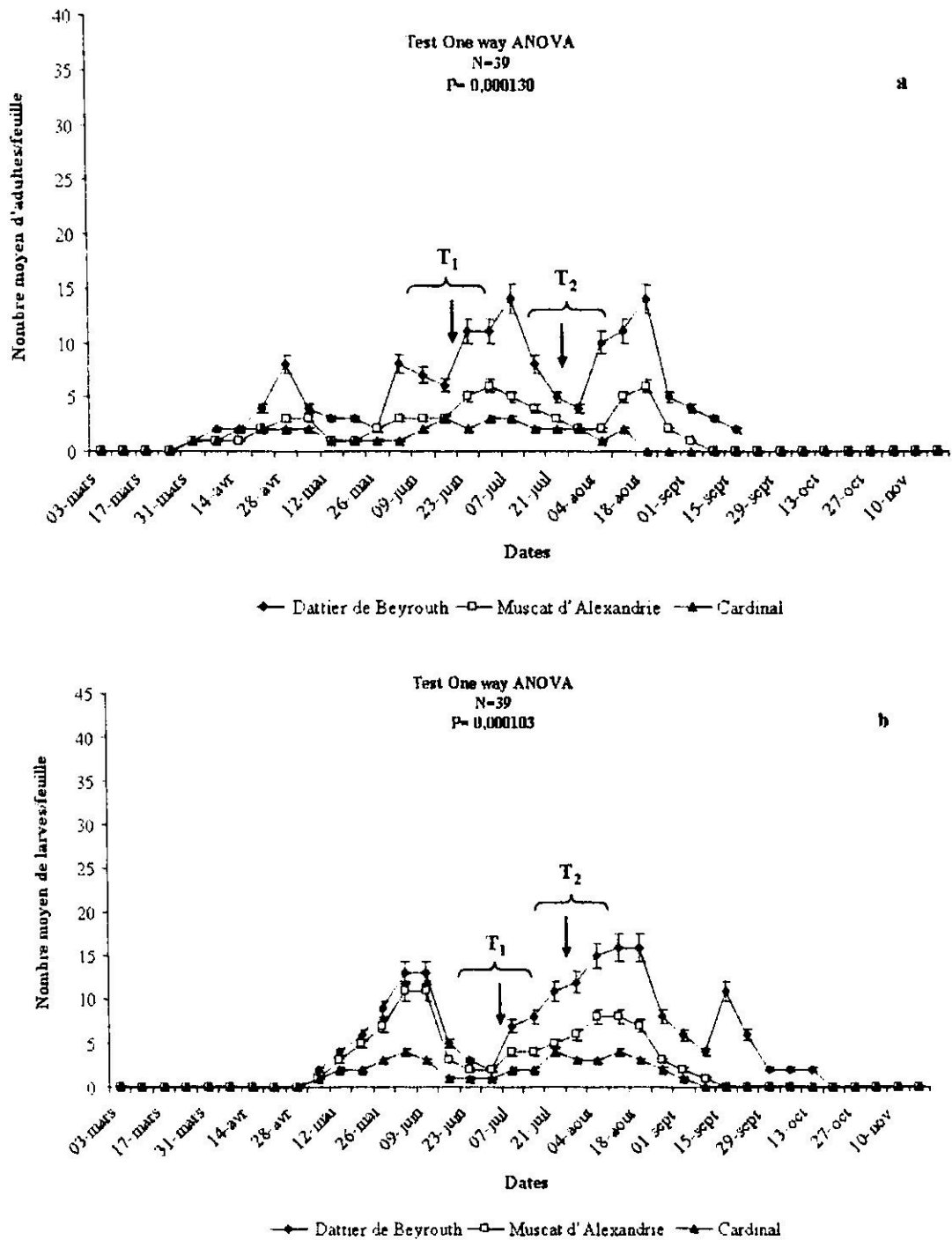


Figure 48: Fluctuations des populations (a : adultes, b : larvaires) de *Planococcus ficus* cochenille farineuse sur trois cépages de tables dans la Mitidja en 2006. T<sub>1</sub> et T<sub>2</sub> désignent les deux traitements insecticides effectués à base d'un régulateur de croissance le Flufénoxuron



**Figure 49: Fluctuations des populations (a : adultes, b : larvaires) de *Planococcus ficus* cochenille farineuse sur trois cépages de tables dans la Mitidja en 2007. T<sub>1</sub> et T<sub>2</sub> désignent les deux traitements insecticides effectués à base d'un régulateur de croissance le Flufénoxuron**



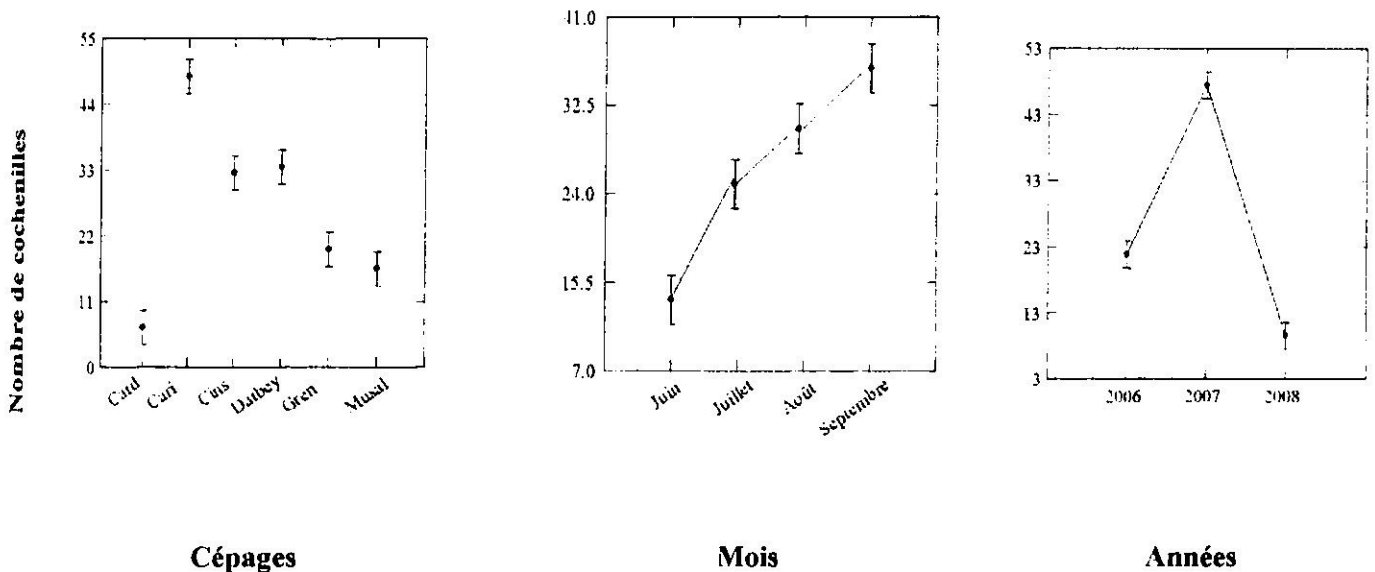
**Figure 50: Fluctuations des populations (a : adultes, b : larvaires) de *Planococcus ficus* cochenille farineuse sur trois cépages de tables dans la Mitidja en 2008. T<sub>1</sub> et T<sub>2</sub> désignent les deux traitements insecticides effectués à base d'un régulateur de croissance le Flufénoxuron**

**4.2. Dynamique saisonnière des populations de *Planococcus ficus* sur grappes**

Nous avons appliqué le modèle général linéaire (G.L.M.), à l'étude de la dynamique saisonnière de ce ravageur sur grappes de raisins de manière à étudier l'influence de la phénologie de la grappe, particulièrement la véraison, sur les fluctuations de ces populations. Ce modèle G.L.M. permet d'étudier l'effet strict des différents facteurs sans faire intervenir les interactions entre facteurs, ce qui rend les statistiques robustes sachant que le nombre de données est limité à 72 (tableau 10 et figure 51). Des analyses de variances ont été appliquées à cette étude pour vérifier l'influence des variations mensuelles et annuelles sur cette dynamique en fonction des six cépages étudiés.

**Tableau 10 : Modèle G.L.M. appliqué à la dynamique des Cochenilles farineuses sur grappe (N=72)**

Facteurs	Somme des carrés	d.d.l.	Carrés moyens	F-ratio	P
Années	179,028	2	89,014	90,302	0,000
Cépages	134,111	5	26,222	27,075	0,000
Mois	48,444	3	16,481	16,228	0,000
Var. intra	60,861	61	9,178	-	-



**Figure 51: Dynamique saisonnière des populations de *Planococcus ficus* sur grappes au cours des campagnes viticoles 2006, 2007 et 2008 dans les vignobles de la Mitidja**

L'application du modèle G.L.M., nous permet d'observer que cette dynamique varie très significativement en fonction des cépages, des mois et des années ( $P=0,000$ ). L'examen de la figure fait ressortir que le facteur cépage semble jouer un rôle important dans l'ampleur des infestations au cours de la maturation des raisins, il en découle que le Carignan représente le cépage le plus infesté, suivi par le Dattier de Beyrouth et Cinsault, alors que le Grenache et Muscat d'Alexandrie présentent un degré d'infestation presque similaire. Le Cardinal est le moins infesté. Il ressort clairement que cette infestation évolue au cours de la maturation, est moins importante en juin, alors qu'elle atteint son maximum en septembre (figure, 51). De même cette infestation est d'autant plus marquée en 2007 par rapport à 2006, celle de 2008 y reste pratiquement insignifiante. Ceci est nettement visible sur le tableau 11 relatif à l'analyse de la variance de cette dynamique saisonnière. Ainsi la figure 52, montre que cette évolution est variable en fonction des années et des cépages avec ( $P=0,0009$ ).

Sur cépages de cuves, cette évolution est d'autant plus importante sur Carignan, moyennement importante sur Cinsault et moyenne pour le Cinsault. En revanche sur cépage de table, elle est d'autant plus importante sur Dattier de Beyrouth, moyenne sur Muscat d'Alexandrie et reste faible chez le Cardinal. Cette dynamique semble être influencée par les années. Il en découle que l'année 2007 est la plus infesté ceci est valable pour l'ensemble des six cépages étudiés (figure, 51).

L'examen des variations mensuelles de cette dynamique variée d'une manière significative en fonction des mois et des cépages ( $P=0,0000$ , tableau, 12 et figure, 53). Cette dernière est faible en juin et augmente au fur et à mesure pour atteindre un maximum en septembre. Les cépages les plus vulnérables sont ceux déjà décrits dans le paragraphe précédent. Par ailleurs la variance mois cépage n'est pas significative du fait que tous les cépages évoluent d'une manière différente en fonction des mois ( $P=1$ ) (tableau, 12).

L'analyse des variances annuelles ( $P=0,0001$ ), et mensuelles ( $P=0,003$ ), montre que cette dynamique est hautement significative. Il ressort que cette dernière évolue en fonction des mois de juin jusqu'à septembre. L'interaction des mois par rapport aux années n'est pas significative ( $P=0,684$ , tableau, 13 et figure, 54).

**Tableau 11: Analyses de variances de la dynamique de *Planococcus ficus* sur grappes en fonction des cépages et des années (N=72)**

Facteurs	Somme des carrés	d.d.l.	Carrés moyens	F-ratio	P
Années	179,028	2	89,014	66,693	0,000
Cépages	134,111	5	26,222	19,996	0,000
Années* Cépages	36,806	10	36,681	2,701	0,009
Var. intra	72,5	54	13,287	-	-

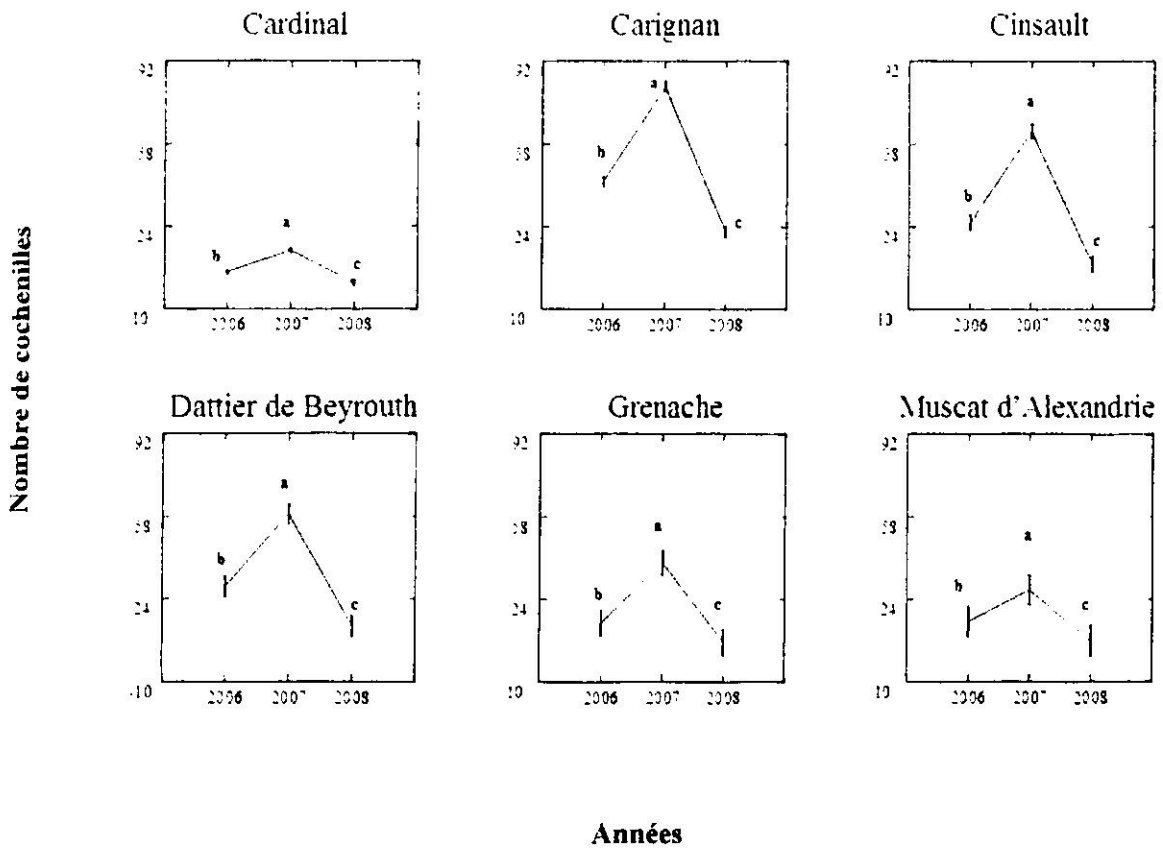


Figure 52: Variations saisonnière de la dynamique de *Planococcus ficus* sur les six cépages étudiés

Tableau 12: Tableau : Analyses de variances de la de la dynamique mensuelle de *Planococcus ficus* sur grappes en fonction des cépages (N=72)

Facteurs	Somme des carrés	d.d.l.	Carrés moyens	F-ratio	P
Mois	482,444	3	16,481	3,352	0,000
Cépages	134,111	5	26,222	5,592	0,000
Mois* Cépages	91,222	15	60,748	0.127	1
Var. intra	23,667	48	48,222	-	-

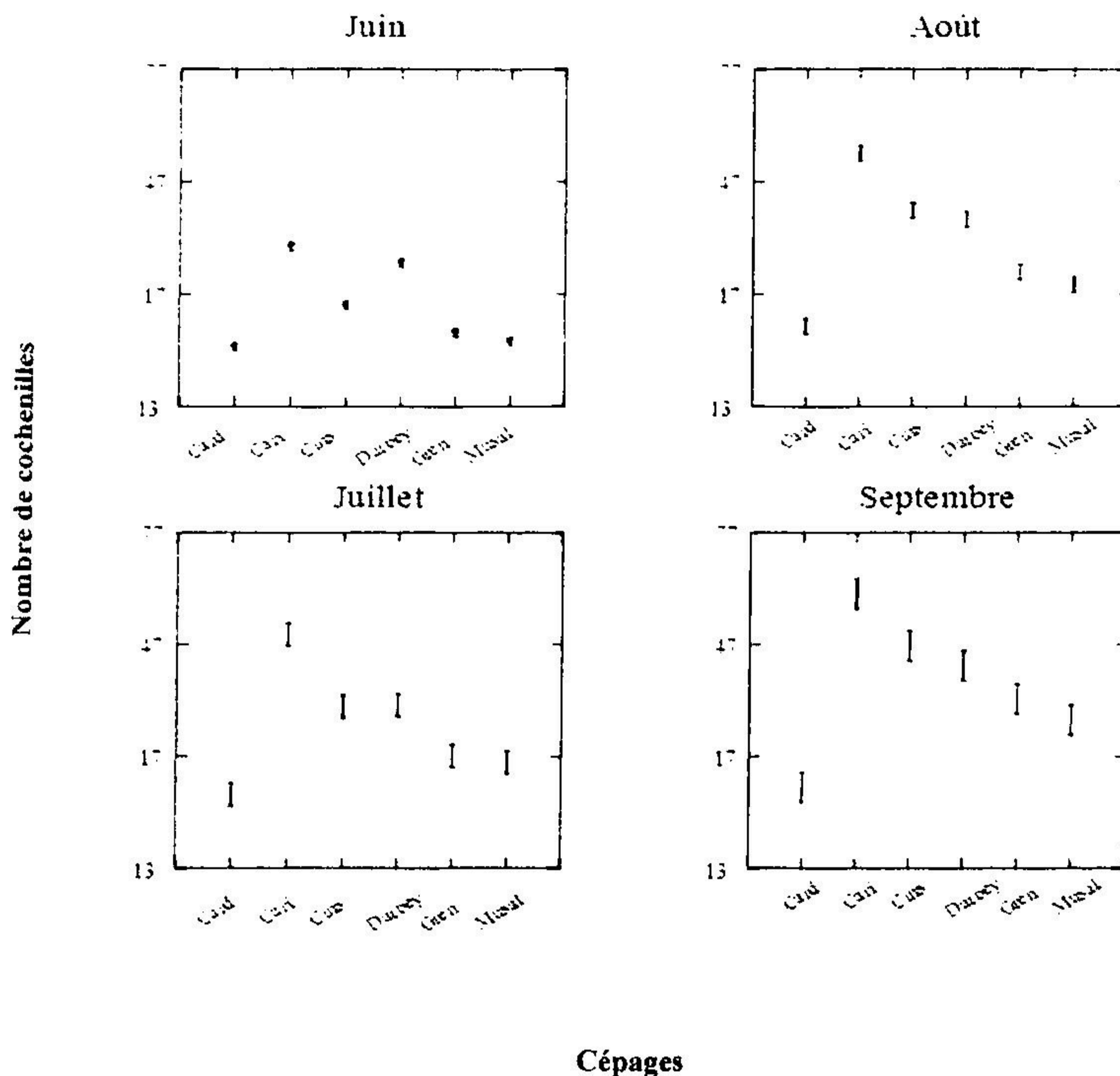
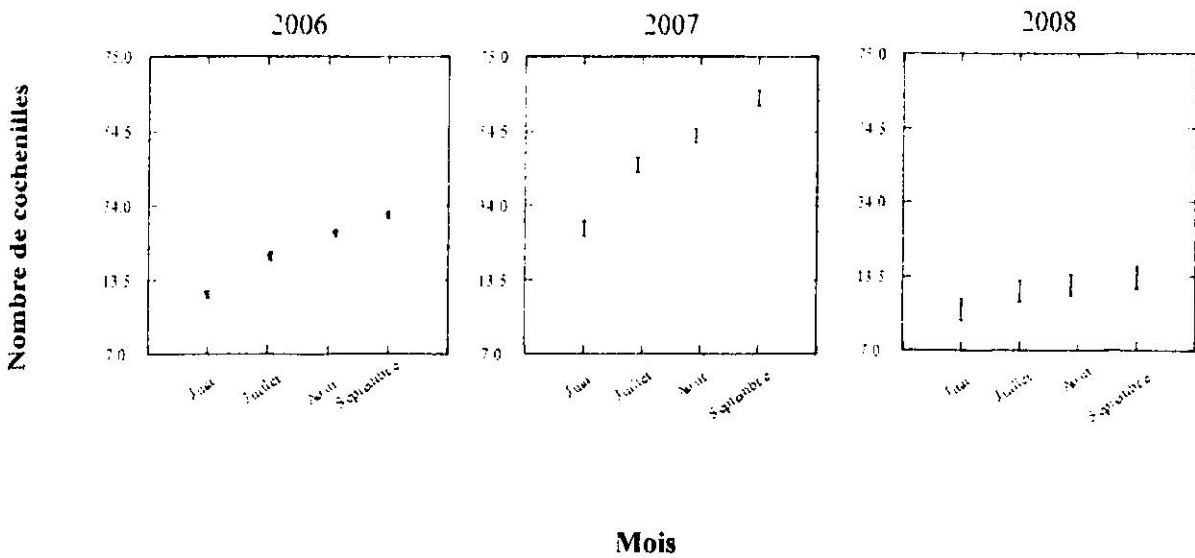


Figure 53: Variations mensuelle de la dynamique de *Planococcus ficus* sur les six cépages étudiés

Tableau 13: Analyses de variances de la dynamique mensuelle et annuelles de *Planococcus ficus* sur grappes (N=72)

Facteurs	Somme des carrés	d.d.l.	Carrés moyens	F-ratio	P
Mois	482,444	3	16,481	5,284	0,003
Années	179,028	2	89,014	2,405	0,000
Mois* Années	12,639	6	2,273	0,658	0,684
Var. intra	18,333	60	30,572	-	-



**Figure 54: Variations mensuelles et annuelles de la dynamique de *Planococcus ficus* sur les six cépages étudiés**

### 4.3. Analyse globale de la dynamique spatio-temporelle de *Planococcus ficus*

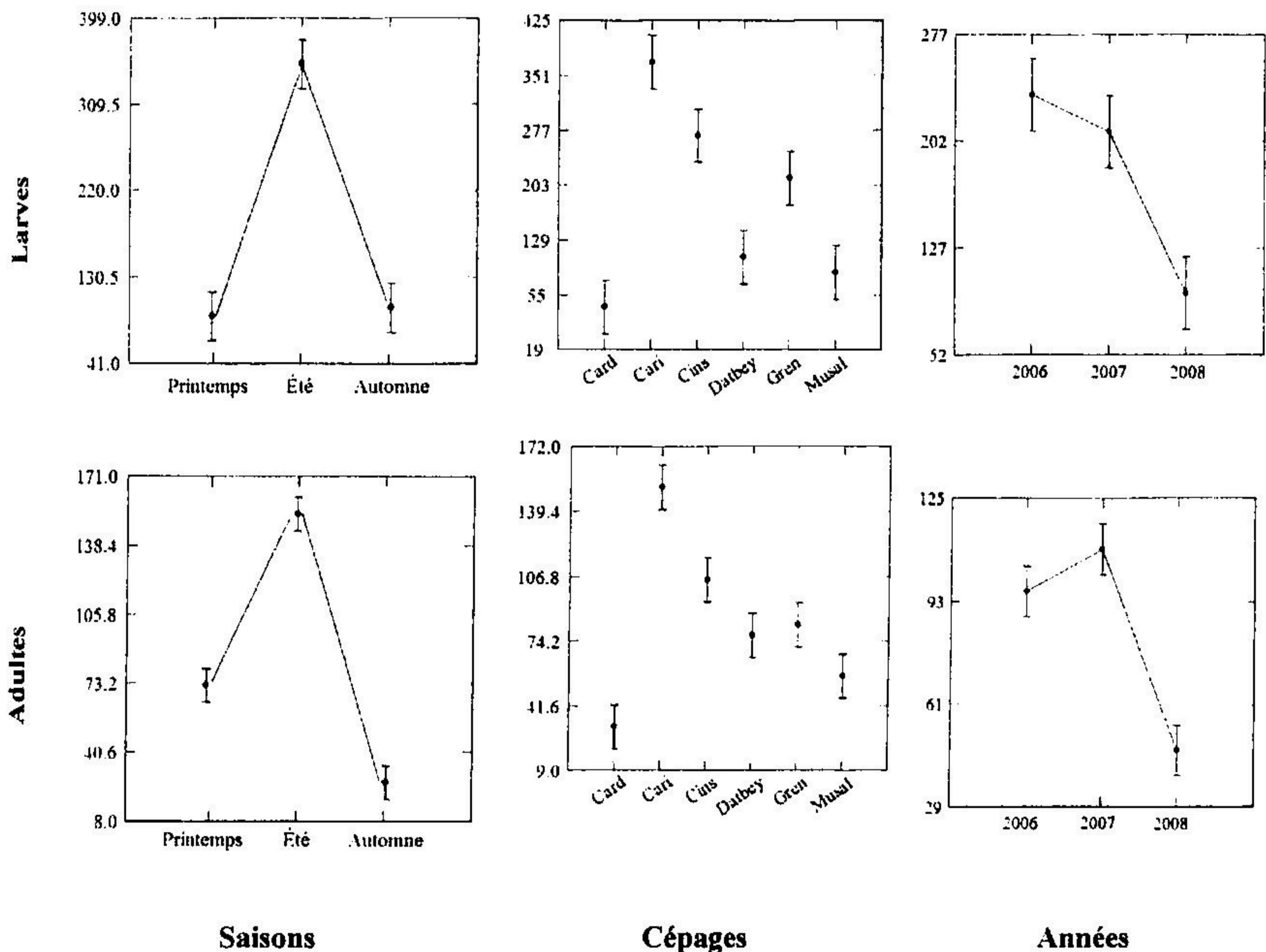
La dynamique globale a été soumise à un modèle G.L.M d'une manière sommaire selon les 54 données. Il ressort de l'examen du tableau ci-après que quelque soit le stade des individus (adultes ou larves), une très haute significativité est observée selon les trois facteurs étudiés, saisons, cépages et années (tableau 14 et figure, 55).

Le modèle G.L.M offre des données relativement semblables pour l'ensemble des critères analysés. Une très haute significativité est observée pour ces derniers (P=0,000).

Ces populations sont d'autant plus abondantes sur vigne à partir de la fin mars et leurs effectifs augmentent au fil des saisons. Les cépages les plus touchés sont particulièrement le Carignan, Cinsault et Grenache pour les cépages de cuves et Dattier de Beyrouth, Muscat d'Alexandrie et Cardinal pour les cépages de tables étudiés. Il en découle que l'année 2007 est la plus infestée par rapport à 2006 et 2008.

**Tableau 14: Modèle G.L.M. pour les formes adultes et larves de la cochenille (N=54)**

	Facteurs	Somme des carrés	d.d.l.	Carrés moyens	F-ratio	P
<b>Larves</b>	<b>Saisons</b>	792,815	2	396,407	33,975	0,000
	<b>Cépages</b>	714,648	5	142,530	12,241	0,000
	<b>Années</b>	198,704	2	99,352	8,484	0,001
	<b>Var. intra</b>	513,148	44	116,481		
<b>Adultes</b>	<b>Saisons</b>	149,778	2	74,389	67,050	0,000
	<b>Cépages</b>	77,889	5	15,378	13,917	0,000
	<b>Années</b>	39,444	2	19,722	17,672	0,000
	<b>Var. intra</b>	49,889	44	11,884		



**Figure 55: Dynamique spatio-temporelle des populations adultes et larvaires de *Planococcus ficus* au cours des campagnes viticoles 2006, 2007 et 2008 dans les vignobles de la Mitidja**

#### 4.4. Cycle interprétatif de *Planococcus ficus* sur *Vitis vinifera* en Mitidja

*Planococcus ficus*, est une espèce polyvoltine, ou plusieurs générations se succèdent au cours de l'année. Dans la Mitidja et sur vigne on a relevé cinq générations. Ce cycle évolutif se déroule en générations chevauchantes dont le nombre dépend des conditions climatiques et de la plante hôte. Après une longue période l'hibernation qui a lieu généralement à tous les stades de développement, particulièrement des femelles et des larves du dernier stade. Cette hibernation a eu lieu sur le bois de deux ans, sous l'écorce, dans les déchets des feuilles et des fruits, et sur les racines de la vigne (figure, 56).

Avec l'arrivé du printemps et en phase de pleine croissance de la vigne, *Planococcus ficus*, se déplace vers les parties herbacées notamment sur les feuilles et sur les bourgeons, sur lesquels l'insecte entame sa première génération aux alentours de la fin mai.

La femelle secrète alors un ovisac floconneux, dans lequel elle dépose quelques centaines de petits œufs, qui restent isolés les uns des autres, séparés par des filaments cireux de l'ovisac. La période de ponte s'étale sur plusieurs semaines. Les larves néonates, après un bref séjour dans l'ovisac, quittent le lieu de ponte, sans toutefois s'en éloigner. Elles sont de couleur jaune-rose, nues à leur naissance, se recouvrent rapidement d'une pruinosité blanchâtre, qui se traduit au cours du développement par une couche cireuse de plus en plus épaisse. Les adultes et les larves se succèdent à partir de la fin juin début juillet en faveur des conditions climatiques très favorables à leurs proliférations, et plus particulièrement au stade de véraison ou de maturité des raisins, où un nombre très important de larves et d'adultes s'observent en absence des traitements. Toutes ces étapes constituent une génération complète de développement de l'insecte, avec des chevauchements entre générations particulièrement à partir de la troisième, quatrième voir même la cinquième génération, qui aura lieu juste après la cueillette pour les cépages de tables et en fin des vendanges pour les cépages de cuves. A partir de l'automne, des larves subsistent sur le reliquat des grappes infestées et peuvent terminer leur cycle pour en aboutir vers la sixième génération, ou même sur feuilles non encore tombées et ce pour des automnes à températures clémentes, comme fut le cas pour 2006 et 2007.

**4.5. Effet des éléments minéraux et des sucres totaux sur la répartition de *Planococcus ficus***

L'examen de la teneur en éléments minéraux des feuilles de vignes pour les cépages sains et cépages infestés varie significativement durant la période de notre étude (tableau 15 et 16).

L'analyse des éléments minéraux et des sucres totaux au niveau des cépages non infestés, révèle une étroite relation entre les quantités de potassium et l'azote, cette corrélation est positive (tableau, 15), les teneurs de ces deux éléments sont fortement corrélées. Cependant la probabilité associée au coefficient de corrélation montre des différences significatives (ANOVA,  $P = 7,3 \times 10^{-3}$ ,  $P < 1 \%$ ),

Cependant aucune corrélation n'a été signalée pour le phosphore et les sucres totaux. Par ailleurs l'analyse du dosage des éléments minéraux et des sucres totaux pour les cépages infestés montre que les sucres totaux sont corrélés négativement avec l'azote ( $P = -0,859$ ). L'examen détaillé du tableau ci-après révèle que les densités des populations larvaires et adultes montre des différences significatives, entre le printemps et l'automne (ANOVA,  $P = 4,62 \cdot 10^{-4}$ ,  $P < 5 \%$ ). Il ressort que nous avons autant de larves que d'adultes.

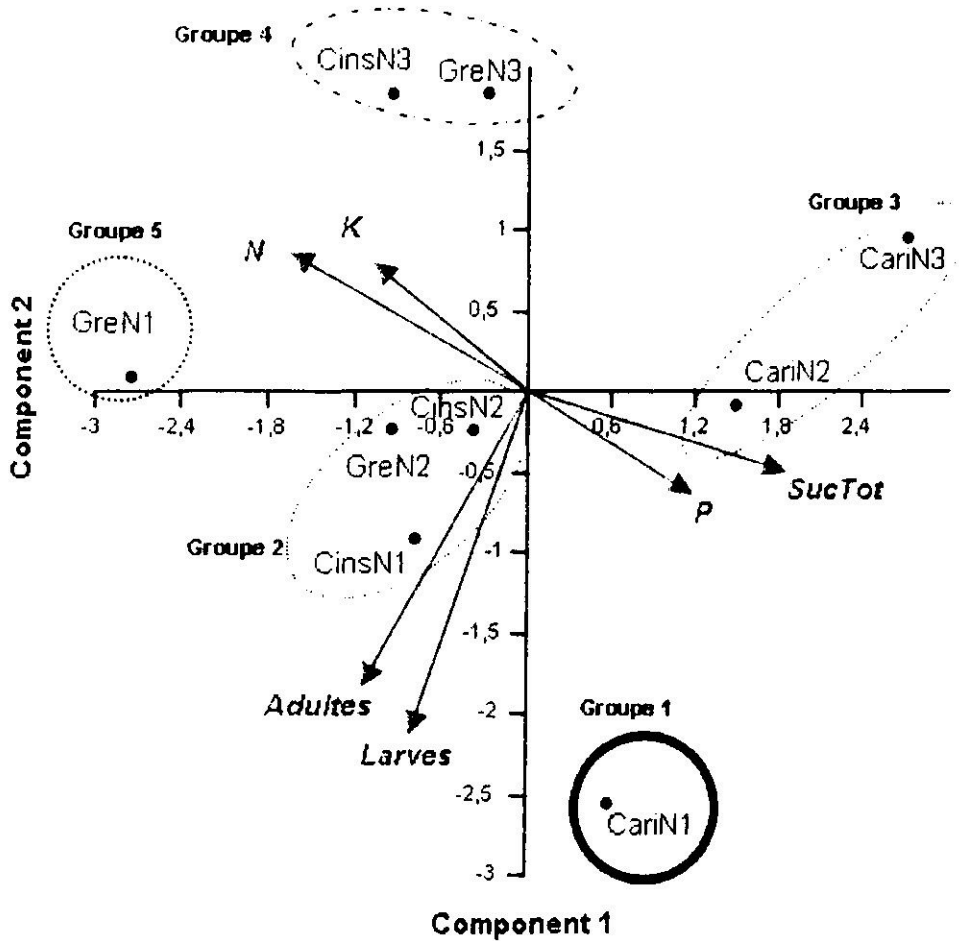
**Tableau 15: Corrélation des dosages des éléments minéraux et des sucres totaux au niveau des trois cépages sains échantillonnés**

	N	P	K	SucTot
N	-	0,104	$7,3 \cdot 10^{-3}$	0,999
P	0,576	-	0,103	0,623
K	0,815	0,578	-	0,9
SucTot	$3,02 \cdot 10^{-4}$	0,19	0,049	-

**Tableau 16: Corrélation des dosages des éléments minéraux, des sucres totaux au niveau des trois cépages infestés échantillons en fonction des densités des populations adultes et larvaires de *Planococcus ficus* échantillonnés**

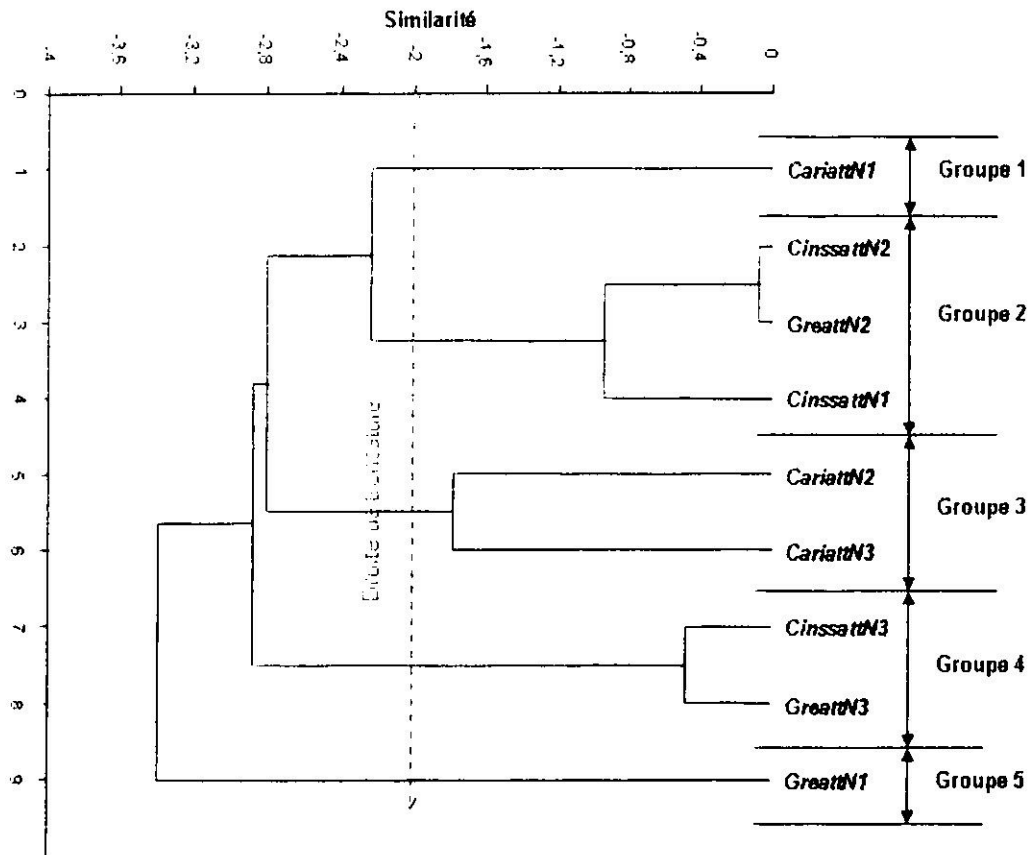
	N	P	K	SucTot	densLar	densAdl
N	-	0,729	0,283	$2,2 \cdot 10^{-3}$	0,977	0,849
P	-0,134	-	0,345	0,56	0,87	0,794
K	0,401	-0,357	-	0,5	0,972	0,879
SucTot	$-0,859$	0,225	-0,259	-	0,535	0,706
densLar	0,011	0,063	-0,013	-0,239	-	$4,62 \cdot 10^{-4}$
densAdl	-0,074	-0,101	-0,059	-0,146	0,918	-

L'examen de l'analyse en composante principale ACP (figure, 57) montre cinq groupes bien distincts. Le groupe 1 forme les densités des populations sur le niveau 1 de la canopie de la vigne sur cépage Carignan. Le groupe 2 apparait comme étant le plus intéressant du fait que certains niveau particulièrement le niveau 2, du Grenache 3 et 1 du Cinsault marquent une tendance très marquée des populations adultes et larvaires particulièrement pour les niveaux cités.



**Figure 57: Analyse multivariée « ACP » représentant : Effets des éléments minéraux et sucres totaux en fonction de la canopie de la vigne sur la répartition des populations adultes et larvaires de *Planococcus ficus* cochenille farineuse sur cépages de cuves et de tables dans la Mitidja**

En revanche, les autres cépages particulièrement le Carignan niveau 1 et 3 (bien que très riche en sucres totaux et phosphore) Cinsault niveau 3, Grenache niveau 1 et 3, (riches en azote et potassium), ne sont pas convoités par les différents stades de cette cochenille farineuse sur vigne. Il en découle de cette analyse que ces éléments minéraux et les sucres totaux n'ont pas d'incidence favorable sur la répartition de cet insecte sur vigne.



**Figure 58 : Classification hiérarchique de la d'ordre 2 des projections sur l'A.C.P. La ligne rouge indique le niveau de troncature retenu pour définir les différents groupes.**

#### 4.6. Dynamique des dégâts

##### 4.6.1. Dégâts

Les observations des dégâts ont été relevées juste avant la récolte pour les cépages de tables et avant les vendanges pour les cépages de cuves et ce pour les trois années du suivi. Bien que les vignobles prospectés soient jeunes, les attaques de cochenilles se sont avérées très importantes particulièrement en absence de traitements insecticides.

En 2006, les pertes sont maintenues à des seuils inférieurs à 20% pour les cépages de cuves. En effet le taux le plus important a été observé au niveau du cépage Carignan soit 19%, suivi par le Cinsault 17% et enfin le Grenache avec un taux d'attaque de 11%. Cependant, les cépages de tables affichent des taux d'attaques relativement bas que sont de l'ordre de 8, 6 et 2% respectivement pour le Dattier de Beyrouth, Muscat d'Alexandrie et le Cardinal (figure, 59).

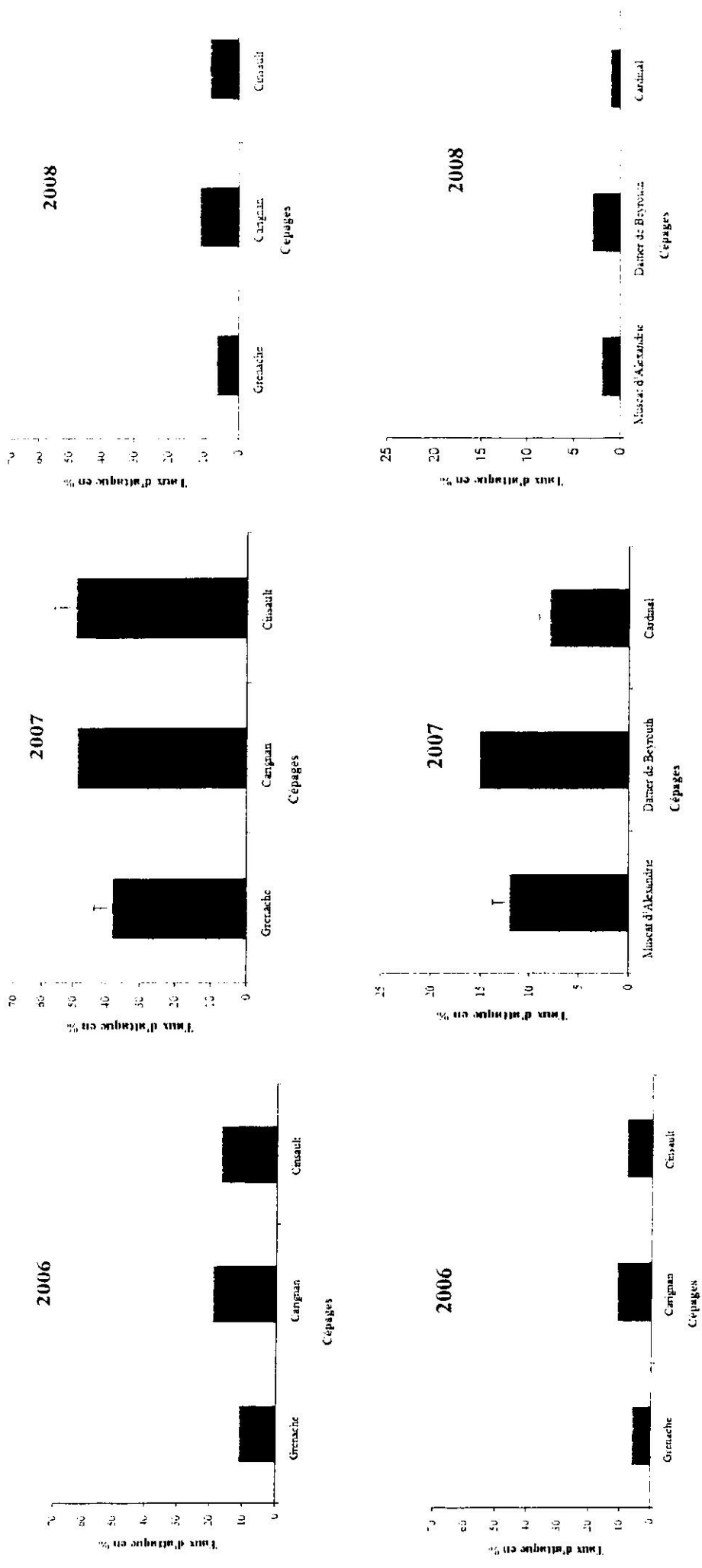


Figure 59: Sensibilité variétale des cépages de cuves et de tables vis-à-vis de *Planococcus ficus* en fonction des années dans la Mitidja

2007, est considérée comme étant l'année la plus infestée (figure, 59). Le pourcentage de grappes attaquées dépasse largement les 50% pour les cépages de cuves. Le Carignan est le plus touché avec un taux de l'ordre de 56%, suivi par le Cinsault 49% et 38% pour le Grenache. Par ailleurs les cépages de tables n'ont pas été épargnés par ces attaques. Leurs taux d'attaques sont inférieurs à 20%. Ils sont de 18% pour le Dattier de Beyrouth, 12% pour le Muscat d'Alexandrie et 8% seulement pour le Cardinal.

Contrairement à 2006 et 2007 l'année 2008 se présente comme étant l'année la moins infestée (figure, 59). En effet les pertes engendrées au niveau des cépages de cuves et de tables restent largement inférieures à celles déjà observées lors des deux années précédentes. Elles sont de l'ordre de 11% pour le Carignan, 8% pour le Cinsault et 6% pour le Grenache. En revanche les cépages de tables présentent des taux d'attaques les plus faibles qui ne dépassent pas les 3%.

#### 4.5.2. Cartographie des attaques

##### Cépage Cinsault

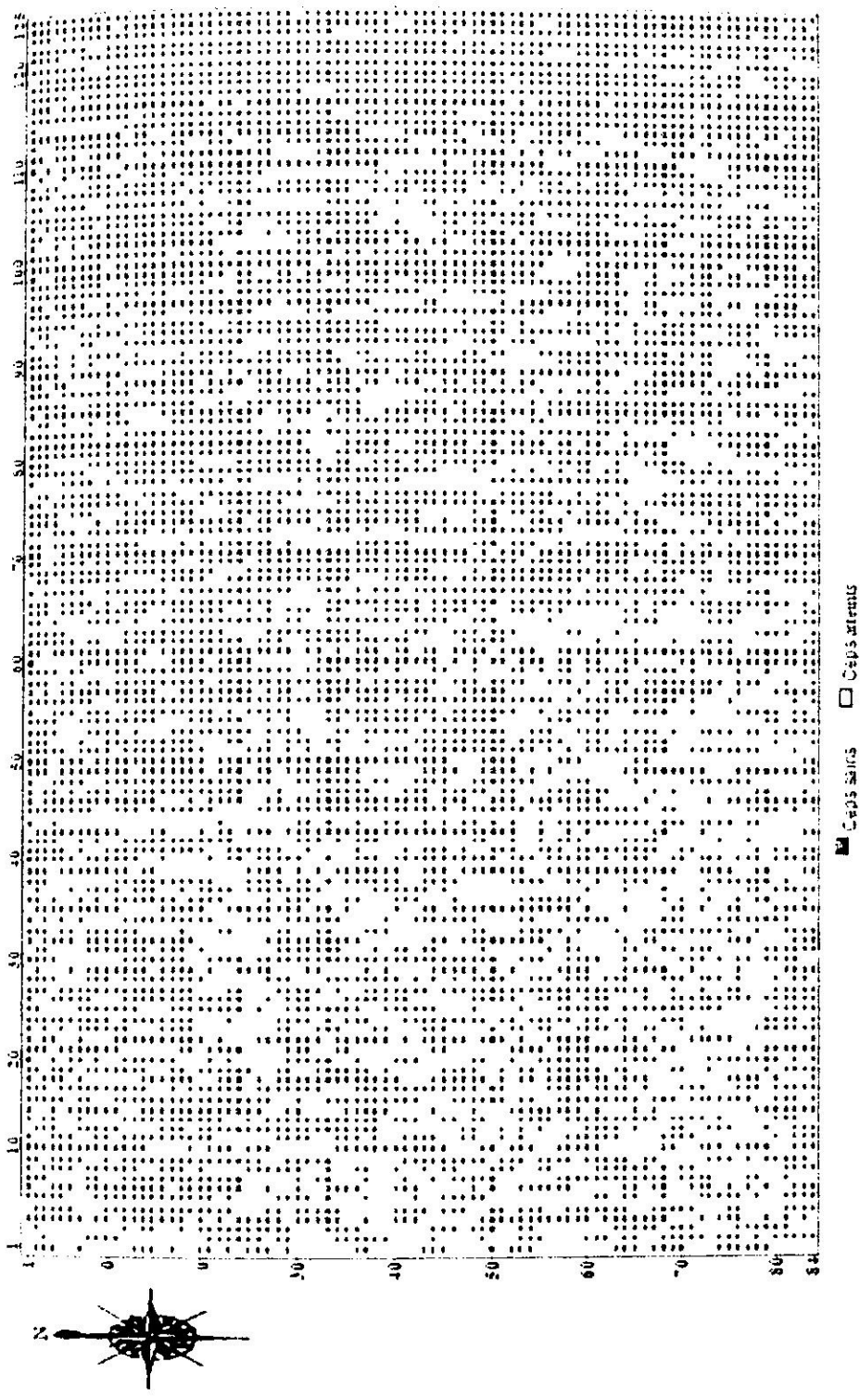
La parcelle Cinsault s'étale sur une superficie de 3,33 ha soit un nombre total de 11500 plants répartis sur 92 ceps pour chaque rangée. L'examen des attaques par la cochenille farineuse révèle 3149 plants présentant des infestations dépassées soit un taux de l'ordre de 27,38% (figure, 60).

Il est à signaler que ces attaques n'ont jamais été observées à un tel degré, les premières observations des cochenilles farineuses sur ces parcelles remontent à 2005.

Le diagnostic de la cartographie fait ressortir que les infestations commencent par le côté ouest (bordure de la parcelle), (figure, 60), avec une proportion relativement importante dans les premières rangées jusqu'à la 50ème rangée. Au delà de cette dernière les infestations semblent être de moindre importance par rapport aux premières rangées.

##### Cépage Grenache

De même superficie que le cépage précédant, ce dernier est constitué d'un total de 10000 plants avec une moyenne des ceps par rangée de 80. Cependant, des plants ont été arrachés à cause d'un passage d'une canalisation d'irrigation. Le nombre de ceps atteints est proche du cépage précédant avec un total de 3146 plants soit un taux d'attaque de l'ordre de 31,46% par rapport à la superficie de ce cépage. Bien que cette parcelle se trouve comprise entre la parcelle Cinsault et Carignan, les mêmes observations ont été relevées quant à l'épidémiologie de ces attaques, il s'avère que ces attaques sont toujours très importantes dans les 10<sup>èmes</sup> jusqu'aux 60<sup>èmes</sup> rangées (figure, 61). Il est à noter qu'au delà de la 110<sup>ième</sup> rangées les infestations sont en nette diminution. Il nous arrive d'effectuer 5 ou 6 passages sans détecter aucun foyer d'infestation.



**Figure 61: Cartographie des attaques de la cochenille farineuse *Planococcus ficus* dans une parcelle cépage Grenache dans la Mitidja en 2007**

### Cépage Carignan

Il est réparti sur une superficie identique aux cépages précédemment cités. Cette parcelle présente une moyenne de 87 ceps par rangée avec un nombre total de l'ordre de 10875 plants pour l'ensemble de cette parcelle (figure, 63). Le nombre de plants atteints est de l'ordre de 36,95 %. L'examen de la figure 62 montre que les infestations dépassent largement les 60% et ceux à partir de la 2<sup>ème</sup> rangée jusqu'à la 17<sup>ème</sup> rangée. Pour le reste de la parcelle, l'évolution de l'épidémiologie reste similaire aux deux parcelles déjà examinées. Il est à signaler qu'à partir de la 80<sup>ème</sup> rangée les pullulations de *Planococcus ficus* diminuent progressivement pour atteindre des valeurs relativement faibles au niveau des ceps des rangées extrêmes de cette parcelle.

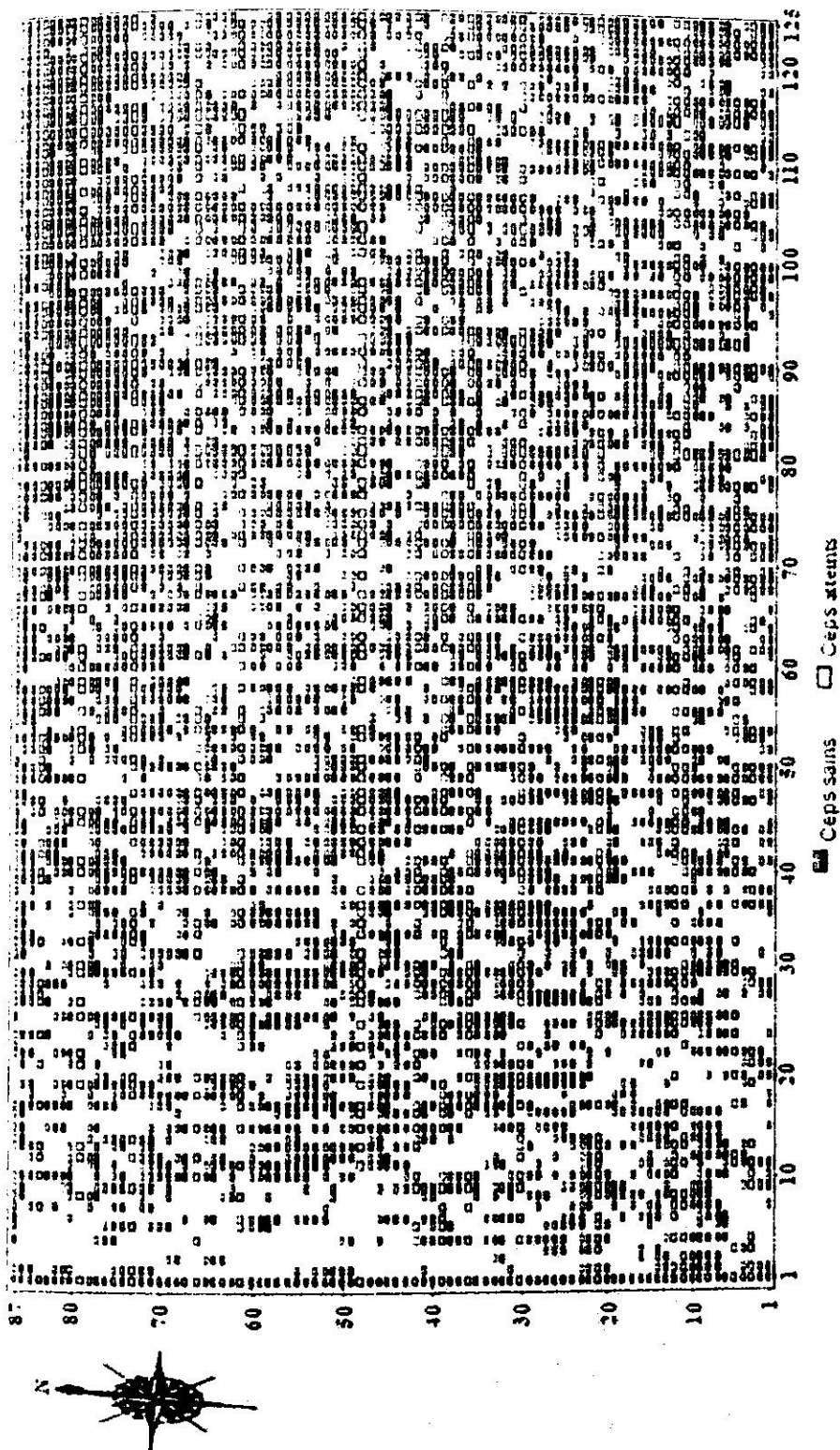


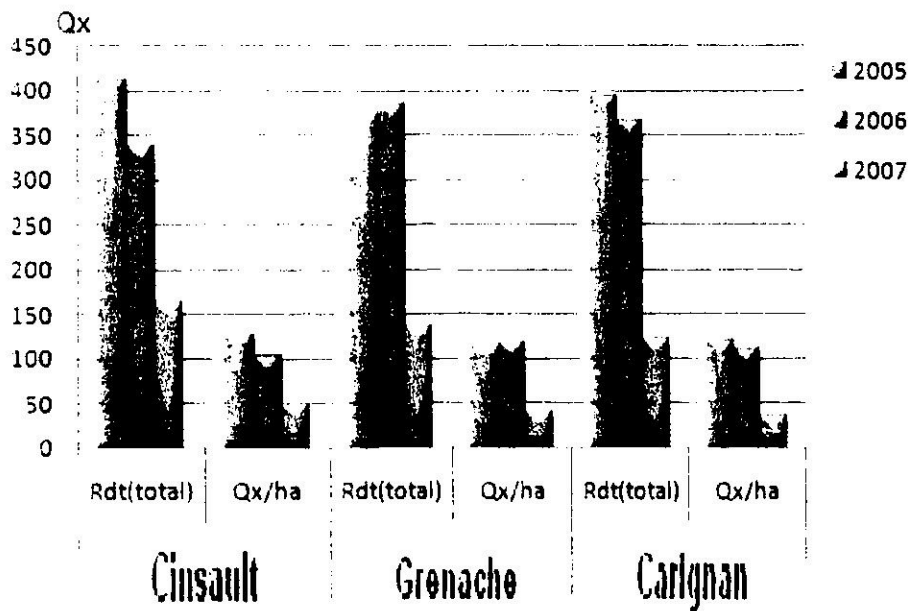
Figure 62: Cartographie des attaques de la cochenille farineuse *Planococcus ficus* dans une parcelle cépage Carignan dans la Mitidja en 2007

L'examen du tableau 16 et de la figure 64 montre qu'au cours des années 2005, 2006 et 2007, des chutes de rendements sont enregistrés au niveau de ces trois parcelles. En effet, la production totale a diminué de 413 Qx en 2005, 338 Qx en 2006 pour atteindre les 163 Qx en 2007 pour le cépage Cinsault. Le rendement à l'hectare affiche une réduction très importante allant de 126Qx pour arriver à 49 Qx en 2007, ce qui constitue des pertes importantes.

Il ressort que les cépages Grenache et Carignan ont vu leurs productions stationnaires pour les campagnes viticoles 2005 et 2006 du fait que les productions ont été similaires pour les deux cépages. L'année 2007 semble influencer le rendement de ces deux cépages pour atteindre 36 Qx/ha pour le Carignan et 40 Qx/ha pour le Grenache.

**Tableau16: Production parcellaire aux cours des années d'études (2005, 2006 et 2007)**

	Cinsault		Grenache		Carignan	
	Rendement total (Qx)	Qx/ha	Rendement total (Qx)	Qx/ha	Rendement total (Qx)	Qx/ha
2005	413.2	126.08	371.8	111.65	394.6	118.49
2006	338.1	101.53	384.3	116.9	366.8	110.06
2007	163.0	48.94	134.20	40.20	120.40	36.15



**Figure 64: Evaluation de la production des cépages de cuves étudiés aux cours des années (2005, 2006, 2007) dans Mitidja**

## CHAPITRE 5 : DISCUSSION

### 1. Biocénose de l'agro-écosystème viticole

L'examen de la biocénose de l'agro-écosystème viticole, montre une diversité importante d'espèces d'invertébrés notamment les arthropodes et particulièrement des insectes. Cette faune se compose de 7540 individus, répartie sur 13 ordres, 29 familles et 47 espèces (tableau 5).

Les invertébrés sont composés essentiellement par des gastéropodes représentés par une seule espèce *Theba pisana* ; des acariens phytophages dont la majorité sont spécifiques à la vigne, au total quatre espèces ont été inventoriées, *Panonychus ulmi*, *Tetranychus urticae*, *Eotetranychus carpini* et *Eriophyes vitis*. Quant aux acariens prédateurs, on signale deux espèces dont les genres *Thyphlodromus* et *Phytoseiulus*, espèces très rencontrées dans les vergers et vignobles conduits en lutte raisonnée. Ces dernières espèces sont très connues pour leur rôle dans l'équilibre biologique des agro-écosystèmes ( Kreiter *et al.*, 1989 ; Chant et Mc Murthy, 1994 et Kreiter, 2000 ). Quant aux araignées recensées, elles appartiennent toutes à une seule famille et sont représentées par le genre *Salticus*.

Bien que les gastéropodes ne constituent pas de grands dangers sur vignobles, néanmoins en 2005, une population abondante d'Hélicidés a colonisée certains vignobles de la Mitidja. Cette dernière est représentée principalement par l'espèce *Theba pisana*. Elle apparaît sur jeunes pousses de vigne à partir du mois d'avril jusqu'au mois de juin, sans créer d'incidences graves sur le feuillage. En Mitidja orientale et dans la région de Hamiz et Rheghaia, l'espèce fut signalée par Arab (2008) dans le cadre des investigations portées sur les relations trophiques insectes-oiseaux-reptiles. En région viticole méditerranéenne, particulièrement dans toutes les régions viticoles espagnoles, *Theba pisana* est considérée comme un ravageur secondaire sur vignes notamment sur cépages de tables conduits en irrigué (Ruiz Castro, 1966 ; Goix, 1980 et Lucas Espadas, 1991).

Nos données montrent que la faune acarologique est omniprésente par des espèces phytophages les plus redoutables sur vignoble. Les populations importantes inféodées à ce dernier font classer ces espèces comme ravageurs potentiels. En effet, deux grandes familles ont été recensées, les Tetranychidés et les Eriophydés avec un total de 1485 formes mobiles, soit 776 et 709 respectivement pour les des deux familles. Quant aux acariens prédateurs, on signale la présence de la famille des Phytoseiidae représentée par 22 formes mobiles adultes de *Thyphlodromus* et 17 de *Phytoseiulus*. Ces données sont comparables à celles précédemment obtenues par Bounaceur *et al.*, (2007b ) et Bounaceur *et al.*, (2009) au niveau des prospections des grandes zones viticoles en Algérie.

Nos résultats corroborent ceux obtenus par Aoudjit (2006), qui a signalé la présence de *Tetranychus urticae* et *Eriophyes vitis* seulement comme phytophages ; et huit espèces prédatrices appartenant à l'ordre des Gamasides. Ces dernières sont représentées par: *Thyphlodromus athiasae*, *Euseius stipulans*, *Euseius scutalis*, *Iphiseius degenerens*, *Phytoseiulus plumifer*, *Phytoseiulus finitimus*, *Thyphlodromus rhenamus*, *Thyphlodromus rhenanoides* sur vignobles de l'algérois et quelques localités viticoles du centre du pays.

Sur vignobles Tunisiens, Koufi et Lebdi- Grissa (2007) ont signalé trois acariens phytophages redoutés par les viticulteurs. Il s'agit de l'acarien rouge *Panonychus ulmi*, et l'agent responsable de l'acariose *Caleptemerus vitis* et un *Tarsonemidae*, bien que ces deux derniers n'ont pas été signalés au cours de nos relevés. *Tetranychus urticae* et *Eotetranychus carpini* sont absents dans leurs inventaires.

Nos relevés montrent l'existence de trois espèces d'araignées du genre *Salticus*. Leur présence est signalée pour les deux premières espèces d'avril jusqu'à août alors que la troisième est active entre juillet et août. Considérées comme des prédateurs généralistes polyphages, ces dernières occupent en permanence le feuillage. Dans ce contexte, Santenac (2005a, 2005b) observe une abondance plus conséquente d'araignées sauteuses au cours de juillet, août et septembre dans un vignoble du Bourguignon. Genini (2000) a mentionné une fréquence considérable d'autres araignées généralistes sur feuillage de vignes qui ne présentent pas de fortes populations de cicadelles. Par ailleurs, Arvenseq (1997) et Arvenseq *et al.*, (1988) ont signalé une forte abondance d'araignées sauteuses au sein des vignobles du Languedoc. Ces dernières semblent exercer une forte prédation sur larves d'hémiptères notamment ceux d'*Empoasca vitis*.

L'entomocénose de l'agro-écosystème viticole est riche et diversifiée. L'examen des relevés effectués au cours de la campagne 2005, montre l'existence de neuf ordres d'insectes répartis en 24 familles (tableau 5), dont la majorité se développe sur vignes. Cependant, une part numérique considérable est en faveur des bioagresseurs particulièrement des Hémiptères, Lépidoptères, Coléoptères, Thysanoptères, Orthoptères et Diptères.

Dans les modèles d'agrocénoses viticoles, on est souvent confrontés à des systèmes dits monoculture «vigne», ce qui favorise d'avantage l'installation des bioagresseurs par rapport aux auxiliaires. Cependant, une abondance quantitative est observée aux niveaux de nos stations de prélèvements. Parmi les Hémiptères on note principalement un nombre très important de cicadelles vertes ou *Jacobiasca lybica* soit 1253 individus capturés, des cochenilles farineuses ou *Planococcus ficus* avec 1840 spécimens récoltés, ces deux bioagresseurs feront l'objet d'une discussion à part entière dans les paragraphes suivants. Il est à noter la présence timide d'un puceron occasionnel sur vigne il s'agit d'*Aphis gossypii*, prélevé sur jeunes pousses et bourgeons en début de saison. Sa présence a été notée pour une période de deux mois seulement, soit du début d'avril jusqu'au début juin. Espèce polyphage, elle semble la plus fréquemment impliquée dans les attaques de vigne. En Algérie, sa présence n'a pas été évoquée dans la littérature. Néanmoins, sa présence est signalée en Espagne dans les régions de Murcie et d'Alicante sur des cépages de table, ce est en concordance avec nos résultats. L'espèce a été prélevée sur cépage Dattier de Beyrouth en fin mai, Laamari (Com, pers) a observé une espèce semblable de pucerons sur vignobles de l'Est Algérien dont le biotope d'origine est la Turquie. Quant aux autres Hémiptères, ils appartiennent tous aux sous ordre des Hétéroptères. Deux familles ont été relevées, les Anthocoridae représentées par le genre *Orius* et les Miridae représentées par une punaise prédatrice *Malacocoris*. Le rôle prédateur des ces espèces est confirmé comme prédateurs généralistes (Majot, 2000 et Genini, 2000).

Parmi les Coléoptères recensés sur vignobles, on signale la présence du ver blanc ou *Rhizotrogus numidicus*, au cours du printemps 2005. Ce dernier fut déjà signalé par Dellassus *et al.*, (1933) dans la majorité des vignobles algériens avec d'autres espèces du même genre selon les régions viticoles. À Médéa et Khemis Miliana, il mentionne la présence de *Rhizotrogus numidicus*. Un apate a été prélevé au cours de trois comptages d'avril à la deuxième décade de mai, sur souches de bois il s'agit de *Sinoxylon sexedentatum*, des espèces

appartenant au même genre ont été déjà signalés sur vignobles Algériens (Dellassus *et al.*, 1933). Nos données sont comparables à celles observées en Espagne, *Sinoxylon sexedentatum* est active au cours des premiers jours du printemps et s'attaque particulièrement au bois des jeunes vignobles (Moleas, 1988 ; Perez de Obano Castelo, 2007). Parmi les cétoines, on signale la présence de deux espèces *Epicomestis squalida* et *Oxythera sp.* Bien que polyphages ces espèces sont souvent signalées sur cette même plante hôte particulièrement en période printanière sur jeune feuillage de la vigne. En Espagne la distribution géographique des cétoines est variable selon les régions viticoles (Perez Marin, 1992 ; 1999 et 2000). L'altise de la vigne *Haltica ampelophaga*, bien connue comme ravageur principal qu'autrefois sa présence est limitée à quelques vignobles isolés (Dellassus *et al.*, 1933). Nous l'avons recensée sur cépage de cuves à partir de la deuxième décade du mois d'avril. Dans le vignoble méditerranéen, l'espèce est présente particulièrement en Espagne (Rodriguez Perez, 2007) et en Tunisie (Jarraya, 2003). Parmi les Coccinellidés deux espèces ont été signalées, il s'agit de *Coccinella algerica* et *Adonia variegata*, prédatrices des Aphides, leurs rôles fonctionnels n'ont pas été démontrés sur les larves de cicadelles vertes ou celles des cochenilles farineuses.

Parmi les lépidoptères, on signale deux espèces : la première appartient à la famille des Tortricidae, l'eudémis de la vigne ou *Lobesia botrana*, espèce très redoutable sur vigne de la région méditerranéenne, particulièrement au cours des dernières générations (Dellassus *et al.*, 1933 ; Roehrich, 1977 ; Coscolla, 1980 ; Stockel, 2000 ; Jarraya, 2003). La deuxième famille des Noctuidae, est présentée par le genre *Agrotis*. Ces noctuelles peuvent être à l'origine de sérieux dégâts notamment sur jeunes plantations (Calle, 1982).

Les Thysanoptères constituent de véritables bioagresseurs sur arbres fruitières notamment la vigne. Ils sont représentés principalement par deux espèces très répandues sur vigne (Bournier, 1957 et 1983). Le Thrips Californien *Frankliniella occidentalis*, est l'espèce la plus répandue, cette dernière est considérée comme un ravageur potentiel particulièrement sur cépages de table (Ciampolini *et al.*, 1990 ; Guarino et Laccone, 1996 ; Moleas *et al.*, 1996 et Laccone et Guarino, 2000). L'espèce *Drepanothrips reuteri* se présente en deuxième position, ces dégâts sont très remarquables sur les cépages de table (Lacasa, 1989 ; et Lacasa & Llorens, 1996).

Les Orthoptères bien qu'ils soient signalés en nombre suffisamment moyen sur vignobles, ils ne présentent aucune incidence sur cette plante pérenne, ils sont présents sur feuillage jeune. Nous pensons qu'ils fréquentent les mauvaises herbes des vignes. La plupart des espèces inventoriées ont été déjà signalées par Setbel (2008) au sein de ces mêmes vignobles.

L'importance des Hyménoptères réside au niveau de leurs richesses en parasitoïdes. Ils sont connues pour leurs rôles dans l'équilibre biologique des bioagresseurs. Deux familles recensées (les Vespidae et les Apidae) ont eu un effet néfaste sur la production précoce de certains des cépages de tables et de cuves à partir du juillet jusqu'au début d'août. Les espèces capturées sont ; *Vespa germanica*, *Polistes gallicus* et *Apis mellifera*. Les deux premières espèces creusent des galeries au niveau des baies de raisins et finissent par aspirer tout le jus, alors que la dernière espèce lèche les baies perforées à la recherche du jus. La fréquentation de ces espèces est occasionnelle, bien que des dégâts en fonction de certains cépages semblent préjudiciables à la qualité marchande des raisins de table (Dellassus *et al.*, 1933 ; Toledo Panos, 2007). Quant aux autres Hyménoptères, la majorité sont des parasitoïdes oophages et larvaires de lépidoptères, les genres *Apanteles*, et *Dybrachis*, prélevés avec de très faibles effectifs, dont le rôle important dans la régulation des populations naturelles de *Lobesia botrana* reste non négligeable. Dans ce même contexte, les travaux de Schubert et Stengel

(1992) ont montré que *Dybrachis affinis* peut être responsable du parasitisme de plus de 60% des chrysalides hivernantes d'eudémis. Dans ce cadre, Babi *et al.*, (1992), ont procédé à des essais de lâchers inondatifs de la même espèce permettant ainsi de réduire les populations initiales de l'eudémis en première génération. Une autre espèce a été décrite par Thierry et Xuereb (2004) : *Dybrachis cavus* un éctoparasitoïde grégaire dont la femelle peut pondre plusieurs œufs sur la même chenille. L'Ichneumonidae *Campoplex sp* a été prélevé en début de saison, qualifié de parasitoïde de tordeuses, cette espèce peut parasiter plus de 80% de chenilles d'eudémis en fonction des vignobles et des générations (Thierry *et al.*, 2002; Thierry & Xuereb, 2004). Ce dernier est distribué dans la majorité des vignobles Méditerranéens ( Marshisini et Dalla -Monta, 1994, Coscolla, 1997). Un Encytridae du genre *Anagyrus* a été inventorié sur vignobles infestés par des cochenilles farineuses, il s'agit d'un parasitoïde majeur du genre *Planococcus* (Noyes et Hayet, 1994 ; Gonzalez, 1995 ; Malakar-Kuennen *et al.*, 2001). Par ailleurs, cette espèce a été récemment décrite sur les vignobles tunisiens (Mahfoudi et Dhouibi, 2009 et Mansour *et al.*, 2009).

Parmi les Diptères prélevés, on signale la mouche des fruits *Ceratitis capitata*, espèce polyphage, qui reste secondaire sur vigne, particulièrement sur cépage de tables. En vue de l'abondance d'autres hôtes principaux, les dégâts ne sont pas préjudiciables à la récolte. L'espèce a été aussi signalée sur l'ensemble des vignobles espagnols (Toledo, 2007).

*Drosophila melanogaster*, très rare, fut signalée après des chutes de pluie dans une parcelle de raisin de cuve délaissé. Autrefois et compte tenu des grandes superficies de vignes plantées, les vendanges restaient jusqu'au mois de novembre et la pullulation de cette espèce provoque de fortes odeurs de vinaigre au niveau des parcelles les plus infestées (Dellassus *et al.*, 1933). Fermaud *et al.*, (1999) signalent la présence dans le jabot de cette dernière des spores en germination de divers champignons pathogènes dont *Botrytis cinerea* agent de la pourriture grise.

Les Dermaptères sont représentés par une seule espèce *Forficula auricularia*, prédateur très polyphage capable de consommer des larves et des pupes de *Lobseia botrana* sur grappe (Aversenq *et al.*, 1988). Pour, les Névroptères, trois espèces ont pu être observées, il s'agit de *Chrysoperla carnea*, et deux chrysopes non identifiés. Les effectifs de ces derniers sont surtout composés d'œufs, leurs nombres augmente considérablement de mai à juin. Santenac (2005a, 2005b) a montré que les Chrysopidae exercent une importante prédation sur les populations larvaires de cicadelles vertes.

Les résultats de cette étude démontrent que le caractère successional de la biocénose varie selon le stade phénologique de la vigne.

La biocénose de l'agro-écosystème viticole variait continuellement en fonction des mois, le groupe le plus important est représenté par les phytophages et les opophages, qui sont actifs à partir du printemps. La structure de cette biocénose montre que les espèces capturées mensuellement sont représentées par des effectifs très variables allant de l'unité à plusieurs centaines. L'analyse du matériel recueilli fait ressortir un ensemble de 3499 espèces de phytophages, 3256 individus d'opophages, 728 individus prédateurs, 35 individus parasitoïdes et une seule espèce xylophage.

Quant à l'évolution saisonnière, on observe que la période au cours de laquelle la biocénose viticole est la plus riche et abondante, se situe de mai à la fin juin correspondant au printemps. Cette dernière est composée principalement de phytophages-opophages et de prédateurs. En effet, la performance d'installation et la variation des abondances des différents groupes

fonctionnels semble être tributaire des changements phénologiques qui s'opèrent dans la plante de mars jusqu'au mois de juin. On note la présence synchrone des phytophages, opophages avec leurs prédateurs. Les parasitoïdes sont signalés à partir de la période automnale.

Quant à l'évolution des groupes fonctionnels en fonction des saisons, ces derniers font ressortir deux groupes, formés essentiellement par des phytophages, opophages et prédateurs ensemble répondant à une saison printanière et estivale et un groupe de xylophages ; alors que les parasitoïdes ne sont signalés qu'au delà de la période automnale et début de l'hiver.

C'est donc dire que l'homogénéité globale des assemblages du début printemps-été et été observe un maximum de densités et de diversités, dus à un fort potentiel reproductif.

## 2. Dynamique spatio-temporelle et dégâts de *Lobesia botrana*

La dynamique spatio-temporelle de *Lobesia botrana* a été étudiée au cours des années 2006, 2007 et 2008 sur vignobles de la Mitidja. La dynamique des populations adultes mâles suivie par pièges à phéromones et pièges alimentaires est relativement semblable entre cépages, années et générations.

Les fluctuations des papillons ont été notées dès le premier relevé et ce pour les deux types pièges installés, au total quatre pics ont été relevés pour l'ensemble des cépages de cuves; et/ou de tables.

Les premiers vols ont débuté à partir du début mars et se sont étalé jusqu'à mi mai, soit sur une période de plus de deux mois. Le second vol a débuté pour sa part en fin mai et s'est étalé jusqu'à la fin juin, le nombre de mâles capturés par les pièges à phéromones est supérieur à celui des pièges alimentaires. Le troisième vol prend part vers la dernière semaine du mois de juillet et semble être très court avec des pics généralement enregistrés au cours de la première décade d'août. Un mois plus tard, on signale le départ du quatrième vol coïncidant avec la première décade de septembre avec des effectifs relativement importants, et ceci pour les deux types de pièges utilisés. Ce dernier vol se poursuit jusqu'à l'arrêt des vendanges à la fin d'octobre. Cette dynamique est relativement semblable pour l'ensemble des cépages, et ne semble pas présenter de différences significatives ( $P > 0,005$ ). Cependant, elle varie légèrement en fonction des générations et des années. Nos données sont comparables à ceux déjà cités par (Dellassus *et al.*, 1933), seule bibliographie disponible sur ce ravageur en vignoble algérien, en Mitidja et particulièrement dans notre région d'étude. Cet auteur a signalé quatre générations par an. En Espagne et dans les régions à climat chaud comparable au notre, quatre générations ont eu lieu, alors que dans certaines régions viticole de l'intérieur du pays trois générations seulement sont signalées (Coscolla, 1981 et Coscolla *et al.*, 1982). Dans ce même contexte Stockel (2000) a signalé trois générations avec une ébauche d'une quatrième génération selon les conditions climatiques, en Aquitaine dans les vignobles de Bordeaux. En Tunisie, Jarraya (2003) a signalé trois générations dans le Cap Bon au nord du pays, bien que ce ravageur ne semble pas causer beaucoup de dégâts et reste très peu étudié (Mansour, Com per). En Egypte, il s'avère que *Lobesia botrana* présente quatre générations annuelles dans les vignobles (Thiery, com pers). En Syrie et dans la région de Homs, seulement trois générations ont pu être observées (Ibrahim et Al Radwan, 2006).

En effet, le nombre de générations n'est pas stable et varie en fonction des conditions climatiques (Brière *et al.*, 1995; Pracros *et al.*, 1995; Brière, 1998 et Stockel, 2000).

La comparaison des deux techniques d'estimation des populations adultes mâles de *Lobesia botrana*, donne une représentation voisine de l'évolution des ces dernières, et ceci pour l'ensemble des six cépages étudiés (de cuve ou de table). Celles-ci sont confirmées par l'analyse des données qui fait apparaître des corrélations relativement intéressantes ( $R$  proche de 1). Cependant, une corrélation positive est observée, au niveau des cépages de cuves, le nombre de mâles piégés par les deux types pièges est fortement corrélée pour les cépages Cinsault ( $R=0,78$  et  $P=4,68.10^{-9}$ ), Grenache ( $R=0,78$  et  $P=7,45.10^{-9}$ ) et le Carignan avec une légère diminution par rapport aux deux autres cépages ( $R=0,71$  et  $P=4,66.10^{-7}$ ). En revanche, au niveau des cépages de tables seul le Muscat d'Alexandrie présente une corrélation positive ( $R=0,78$  et  $P=3,86.10^{-9}$ ). Par ailleurs les deux autres cépages font apparaître des corrélations relativement médiocre soit  $R=0,37$  pour le Cardinal et  $0,20$  pour le Dattier de Beyrouth. Il ressort de nos observations, une très forte attractivité des phéromones en première génération et ceci pour les trois années du suivi, alors qu'en périodes de températures élevées, leurs insuffisances sont très marquées. Dans ces conditions, les pièges alimentaires donnent des prises plus importantes en troisième et quatrième génération. Ceci a été déjà confirmé par Roehrich *et al.*, (1976).

L'examen de la dynamique des populations adultes mâles par l'application du modèle G.L.M., a permis de montrer que ceux-ci évoluent d'une manière progressive en fonction des saisons ( $P=0,000$ ) et entre cépages ( $P=0,002$ ). Par ailleurs, les années ne semblent pas exercer les mêmes effets, une significativité marginale a été observée ( $P=0,542$ ).

La dynamique des femelles débute pratiquement à la même période que celle des mâles avec une légère protandrie de 2 à 3 jours qui s'observe en fonction des années. Les profils de l'ensemble des courbes présentent généralement quatre pics au cours d'un cycle annuel de la vigne et ce pour les trois années du suivi. Il ne semble pas y avoir de différences significatives entre les fluctuations de ces populations entre cépages ( $P > 1$ ). La dynamique des vols présente les mêmes tendances. L'application du modèle G.L.M pour les populations femelles, montre que l'effet des saisons est significatif ( $P=0,000$ ). De même, ces populations évoluent de la même manière sur les six cépages étudiés ( $P=0,000$ ). En revanche, l'effet des années sur ces populations présente une significativité marginale soit ( $P=0,468$ ). L'examen du modèle G.L.M, montre une différence hautement significative de l'évolution des fluctuations des populations des femelles en fonction des saisons ( $P=0,000$ ) et cépages ( $P=0,000$ ), par contre, une différence non significative a été observée en fonction des années ( $P=0,468$ ).

La dynamique spatiale de la ponte a été étudiée par le modèle G.L.M selon des variables explicatives qui influencent significativement le nombre d'œufs présents sur les grappes lors des prélèvements destructifs. En effet le nombre d'œufs présents sur une grappe varie significativement en fonction des années ( $P=0,033$ ), des cépages ( $P=0,000$ ) et des générations ( $P=0,000$ ). Nous observons des variations importantes dans le nombre maximal d'œufs par grappe et par cépage. L'année 2008 a enregistré le nombre de pontes le plus élevé sur cépage Grenache pour les cépages de cuves et le Muscat d'Alexandrie pour les cépages de tables, en troisième génération. En 2006 et 2007 des pontes presque similaires ont pu être observées. Ces infestations ont été très importantes en 2008 par rapport à 2006 et 2007, ceci peut être expliqué par un comportement de *Lobesia botrana* qui en faible densité de population pour 2006 et 2007, aurait tendance à répartir sa ponte sur un plus grand nombre de grappes en cherchant des grappes sans ponte, alors qu'en forte densité de population (cas de 2008), la ponte s'effectue sur des grappes déjà infestées (présence d'œufs sur grappes). Ces derniers résultats sont en accord avec ceux de Barnay (1999), qui estime que les femelles de *Lobesia*

*botrana* possèdent la capacité d'évaluer la densité de leur population au moment de leurs pontes et/ou de détecter la présence de la ponte d'une autre femelle, soit directement ou indirectement, soit au niveau de la grappe. Ces différences de densités de la population d'œufs traduisent que *Lobesia botrana* tend à effectuer sa ponte afin de réduire les phénomènes de compétition entre les futures chenilles.

Le facteur cépage étant considéré comme un critère primordial pour la sélection du site de ponte, il ressort que les cépages de cuves sont beaucoup plus sujets à des attaques de *Lobesia botrana*, par rapport aux cépages de tables. Ainsi, le Grenache est le plus infesté suivi par le Carignan et le Muscat d'Alexandrie. Quant aux autres cépages nous notons des taux d'infestations presque similaires. Dans ce contexte, plusieurs hypothèses peuvent être évoquées, nous pouvons suggérer que cette augmentation d'infestations entre cépages est le résultat de deux comportements complémentaires : soit l'insecte évalue la taille de la grappe ou son volume et dépose un nombre d'œufs précis en fonction de cette taille, soit les grappes volumineuses offrent un espace suffisant entre les pontes et permettent ainsi plusieurs pontes de femelles sur une seule grappe. Ces deux comportements traduisent que la ponte de l'eudémis est effectuée de manière à réduire la compétition entre les futures chenilles en répartissant celle-ci en fonction des caractéristiques des grappes des six cépages étudiés.

Lors de la ponte, la femelle de *Lobesia botrana* insecte polyphage, peut être amené à rencontrer dans la nature plusieurs de ses plantes hôtes, les unes après les autres. Il est probable qu'elle les compare séquentiellement en faisant intervenir une forme de mémoire à court terme (Singer, 1986 ; Courtney *et al.*, 1989). Plusieurs auteurs (Wiklund, 1981 ; Thompson & Pellmry, 1991 ; Singer & Lee, 2000) considèrent qu'une préférence de ponte hiérarchisée existe entre les différentes espèces composant la gamme de plantes hôtes d'un insecte. Il s'avère que dans les conditions idéales, beaucoup d'œufs sont pondus sur l'espèce préférée, puis moins d'œufs sur les espèces moins préférées, et encore moins d'œufs sur les espèces qui occupent un rang de préférence inférieur. Théoriquement, cette préférence de ponte devrait être corrélée avec la performance de la descendance sur différentes plantes hôtes. Toutefois, en pratique, ceci n'est pas toujours le cas (Thompson, 1988 ; Degen *et al.*, 1999 ; Cunningham *et al.*, 2001). Maher (2002), dans le cadre d'une étude sur le comportement de choix de ponte chez *Lobesia botrana*, a pu établir une gamme de préférences entre des baies de différentes plantes, il a aussi montré que l'équipement sensoriel de la femelle eudémis possède des récepteurs sensoriels qui interviennent dans le rôle de la gustation et de la mécanoréception dans le choix du site de ponte chez cet insecte. En effet, cette variation entre cépages peut être attribuée à d'autres critères tels que la compacité des grappes (Stockel, 2000), ceci est en accord avec nos résultats. Les cépages préférés Grenache et Carignan présentent des grappes très compactes, donc sensibles à l'infestation (Reynier, 2000). Parallèlement à ce qui a été cité en bibliographie, il semblerait que les femelles d'eudémis sont attirées par des substances odorantes volatiles très caractéristiques et qui varient d'un cépage à un autre (Richard, 1998 ; Thiery et Gabel, 2000 ; Maher *et al.*, 2000 ; Maher, 2002). D'autre part, les femelles d'eudémis recherchent une qualité nutritionnelle beaucoup plus adéquate à leur progéniture afin de leur assurer une meilleure fitness et compétitivité (Moreau *et al.*, 2006).

La dynamique de ponte semble aussi varier d'une manière significative entre les générations. Dans notre cas, cette dernière est beaucoup plus importante en troisième génération par rapport aux deux premières, ceci est dû à la conséquence de l'abondance de substrats nutritionnels très recherchés par *Lobesia botrana* en cette période qui coïncide avec la maturation des raisins donc une teneur élevée en sucres. Nos données semblent être

comparables à celles de Maher *et al.*, (2006), qui montrent une très forte influence des sucres notamment, le glucose, le fructose et le saccharose sur la sélection du site ovipositeur chez la femelle de l'eudémis ; cette dernière présente une sensibilité relativement élevée particulièrement au fructose constituant principal du jus de raisin (Riberaux-Gayon *et al.*, 1998).

La répartition des pontes est significativement influencée par deux types de variables, position de la grappe et génération. Quelque soit la technique d'échantillonnage, il s'avère que la position haute est préférée pour la ponte des premières générations, ce qui semble évident à ce stade phénologique, car, la grappe est de petite taille, ce qui ne laisse pas d'autres choix. Alors qu'en deuxième et troisième génération la position moyenne est la préférée ( $P=0,000$ ). Barney (1999) signale des observations presque similaires, avec une préférence en première génération pour la position basse et haute, par contre en deuxième génération la position intermédiaire semble être préférée pour la ponte.

Le cycle interprétatif de *Lobesia botrana* a été suivi sur le genre *Vitis vinifera* dans la Mitidja. Ce dernier, fait ressortir quatre générations par an. Les larves diapausantes seront actives avec l'arrivée du printemps, lorsque les températures augmentent. Les adultes sortent progressivement sur plusieurs semaines. Le premier vol est constitué exceptionnellement de populations mâles (protandrie), trois à quatre jours après une importance numérique des femelles est observée. Ayant une activité crépusculaire, les adultes sont inactifs la journée, cachés sous le feuillage. Une fois fécondées, les femelles pondent leurs œufs sur la corolle des boutons floraux en première génération, le nombre d'œufs pondus par femelle varie entre 50 à 100 (Picard, 1911 in Galet, 1982). En revanche, dans les conditions idéales de laboratoire cette fécondité varie de 53 à 168 pour les femelles élevées sur des inflorescences et des baies mures de raisin (Torres-Villa, 1995 et Maher, 1997). Les conditions climatiques ont une grande influence sur l'activité et la longévité des papillons adultes. L'activité de la ponte ne débute que si la température est supérieure à 14°C au crépuscule soit un optimum de 21 à 25 °C et une humidité relative entre 40 à 70% (Stellwaag, 1936 in Bovey, 1966). L'activité du vol est dépendant du rythme circadien de la femelle. Il s'avère que l'entrée en vol n'est possible que dans une fenêtre de temps assez restreinte de 6 heures autour du crépuscule (Hurtel & Thiery, 1999). Selon Chaboussou & Carles (1962), cette activité est déclenchée à partir de 50 à 80 lux, alors que pour l'éclairage naturel (estimé entre 30000 et 60000 lux, et 3000 lux à l'intérieur du feuillage de la vigne) pourrait inhiber certains comportements de l'adulte (Lalanne-Cassou, 1977 in Pariaud-Seguin, 1995). L'activité des femelles est aussi inhibée par le vent et la pluie (Stoeva, 1979).

On compte habituellement quatre générations par an, dans les vignobles de la Mitidja, ce nombre varie selon les régions viticoles (latitudes et longitudes) ainsi que les conditions climatiques. Au nord de la France deux générations ont pu être observées, alors qu'au sud trois générations avec une ébauche d'une quatrième génération sont signalées (Babi, 1990 ; Stockel, 2000), des observations similaires ont été faites sur vignobles espagnols (Coscolla, 1981 et 1997). Nos résultats rejoignent ceux de Dellasus *et al.*, (1933) qui ont noté la présence de quatre générations de *Lobesia botrana* au sein des vignobles de notre région.

Bien que très polyphage, puisque signalé sur plus de trente familles botaniques (Maher, 2002), l'eudémis est un ravageur permanent du genre *Vitis* Il vit aux dépens des organes fructifères de la vigne d'où sa classification comme «ver de la grappe». Dans les vignobles méditerranéens, les dégâts sont surtout dus aux chenilles et varient selon les générations de l'insecte. Dans notre étude, nous nous sommes pas intéressés aux dégâts des deux premières

générations compte tenu qu'elles ne sont pas préjudiciables à la récolte et constituent un type d'éclaircissage naturel, permettant ainsi une qualité meilleure de la production.

La dynamique des dégâts a été suivie au cours de 2006, 2007 et 2008, l'examen des pourcentages fait montrer que l'année 2006 a été légèrement infestée par rapport à celle de 2007 et 2008. Les dégâts sont d'autant plus spectaculaires sur l'ensemble des cépages de cuve étudiés, en raison de la structure de leurs grappes (grappes compactes, volumineuses), (Galet, 1982 et Reynier, 2000). En revanche, les cépages de table semblent moins sensibles à ces attaques, ces derniers présentent des grappes non compactes très bien aérées, pour lesquels, le cépage Cardinal semble le plus attaqué, suivi par le Muscat d'Alexandrie. Nos données rejoignent ceux de la littérature, cependant, les chenilles des générations estivales causent des dégâts préjudiciables à la récolte, Dellasus *et al.*, (1933), ont montré que les pertes engendrées au niveau des vignobles de la Mitidja par ce ravageur dépassent les 40 % et peuvent même atteindre parfois les 60 % de la production particulièrement pour les cépages sensibles. En Syrie, Ibrahim et Al Radwan (2006), montrent que les pertes engendrées par l'eudémis augmentent en fonction des stades de la maturation au niveau d'un cépage de table autochtone «Halawany». Ces pertes ont été évaluées à 31% au début d'août et peuvent aller jusqu'à 95% en fin de septembre. Dans ce même contexte, les chenilles des générations estivales sont responsables de l'installation et de la propagation de la pourriture grise «*Botrytis cinerea*» sur les blessures occasionnées aux baies en raison de leur grande mobilité (Fermaud et Le Menn, 1989 ; Fermaud et Giboulot, 1996). La pourriture acide peut être installée particulièrement lors des étés pluvieux sur vignobles après pullulations de *Drosophila melanogaster* agent responsable de cette maladie en vignoble (Blancard *et al.*, 1999). La présence de *Botrytis cinerea*, outre son rôle d'agent vecteur de la pourriture grise, et aussi cause de pertes pondérales, mais surtout de diminution de la qualité du vin par dégradation des tannins due à une action oxydasique (Riberaux-Gayon *et al.*, 1998). Fermaud (1990) et Mondy (1998) ont étudié le mutualisme entre l'eudémis et le champignon et ont pu montrer que les actions des larves favorisent le développement de *Botrytis cinerea* en créant des portes d'entrées et en augmentant ainsi le nombre de foyers primaires de ce type de pourriture, transportant et assurant le rôle de vecteur de la maladie et contribuant à une meilleure nutrition au champignon. Par ailleurs il a été observé l'existence d'un comportement de choix de ponte chez les femelles eudémis en présence de *Botrytis cinerea*, et que les larves sont fortement attirées par tout substrat colonisé par ce champignon ; l'ingestion du champignon par l'insecte lui permet un développement rapide associé à une survie forte et une fécondité accrue ( Mondy, 1998 et Mondy & Corio-Costet, 2000).

### 3. Dynamique spatio-temporelle et dégâts de *Jacobiasca lybica*

Les distributions spatiales et temporelles de *Jacobiasca lybica* sur différents cépages et parcelles de vigne, restent relativement mal comprises. Les résultats montrent bien que la dynamique de cette cicadelle est très difficile à apprécier. On remarque notamment que d'une année à l'autre, ces vols ne montrent pas de réelles similarités.

En 2006 et 2008 des profils de vols relativement comparables ont pu être dégagés. Les débuts des vols sont variables d'une année à une autre selon les conditions climatiques. Les premiers vols d'immigration que l'on pouvait attendre n'ont pas pu être observés sur l'ensemble des pièges au cours de ces deux années. Une explication possible de cette absence de génération immigrante en début de saison pourrait être due aux conditions climatiques défavorables à leurs proliférations, ce phénomène a été déjà rencontré chez *Empoasca vitis* sur vignobles de

Bordeaux (Laurent, 1994 ; Jehanno, 2004). Lors des vols estivaux, une importante hétérogénéité dans la répartition des captures des adultes a été observée. Mais cette observation ne permet pas d'expliquer quel type de facteur a influencé cette répartition. Selon Van Helden (2000), il semble trop imprécis de comparer le nombre d'adultes piégés, compte tenu de leurs grandes capacités de vols.

En 2007, l'examen de la dynamique des vols des populations adultes montre des fluctuations identiques pour les six cépages. Quatre pics bien distincts ont pu être observés (figure, 35 et 38), avec des infestations légèrement en faveur du cépage Merlot, suivi par le Cabernet-Sauvignon et Syrah. On note des variations significatives entre Merlot et Syrah ( $P=0,0007$ ).

La courbe d'évaluation des populations larvaires de *Jacobiasca lybica* se caractérise par une distribution identique et pour les trois cépages un chevauchement de génération a été observé au cours de la période estivale. Ceci s'explique par la succession des différents stades larvaires (passage de  $L_1$  jusqu'à  $L_5$ ). Une différence significative a été observée ( $P=0,001748$ ) pour ces fluctuations larvaires. L'application des traitements insecticides à la première semaine de mai et de juillet n'a pas eu d'effet majeur sur la distribution et la colonisation par ces populations (figure, 35a). Ceci peut être expliqué par le fait des flux de migrations constantes des populations adultes de cicadelles au cours de la période estivale.

Sur l'ensemble des cépages de table, les observations sont similaires à celles déjà notées sur cépages de cuves. Quatre pics correspondants à quatre générations ont été signalés sur ces derniers. Ces fluctuations annuelles de présence de ce ravageur, constaté sur cépage de table, sont relativement faibles. En effet les effectifs des populations adultes enregistrés sont de l'ordre de 15, 20, 32 ; respectivement en 1<sup>ère</sup>, 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> génération.

Le cépage Muscat d'Alexandrie semble être le plus apprécié par les populations adultes de ce ravageur sur cépage Cardinal ( $P < 0,05$ ) par rapport à celui des populations larvaires, aucune différence significative n'est apparente ( $P > 0,05$ ). Il est à noter que les préférences larvaires sont en faveur du cépage Muscat d'Alexandrie, suivi par le Dattier de Beyrouth et enfin le Cardinal où de très faibles effectifs sont capturés.

Selon nos observations, il nous semble très probable que le premier pic de capture de *Jacobiasca lybica* correspond en partie à des adultes issus d'une nouvelle vague de migration. Après éclosion et la succession des cinq stades larvaires, de nouveaux adultes forment la deuxième génération. L'augmentation des densités larvaires de cette génération est probablement due à un taux de fécondité chez les femelles de premières générations. Ceci est en accord avec les travaux de Cerutti (1989) ; Cerutti *et al.*, (1989 et 1991). Les adultes de la 2<sup>ème</sup> génération présentent cependant des répartitions similaires à celles de la première génération estivale (Decante et Van Helden, 2006b).

Fos *et al.*, 1997 signalent que l'âge des feuilles semble être un caractère déterminant pour la ponte. Les feuilles de la base, en début de première génération, sont plus développées que celles des niveaux supérieurs, donc plus aptes à servir de support de ponte. Ces observations correspondent également à celles de Pavan et Pavenetto (1987).

Les températures moyennes supérieures à 25°C enregistrées à partir de la deuxième semaine du mois de mai, avec des pointes de 30 à 35°C à partir de juin ont certainement entraîné un raccourcissement de la durée d'incubation des œufs des générations précédentes (Laurent, 1999 ; Van Helden, 2000). A partir du début août, on assiste à l'éclosion de nouvelles larves de la 3<sup>ème</sup> génération. Ainsi lorsque la population larvaire augmente à nouveau en cours de la

campagne et que la proportion d'individus est majoritairement représentée par de jeunes larves, il s'en suit un changement de génération. En effet la répartition des larves suit la croissance des rameaux. Dans ce sens, Jermini *et al.*, (1990), observent plus de larves sur pousses primaires que secondaires ; à notre connaissance le mode de taille de la vigne peut être à l'origine de cette différence.

L'analyse de la dynamique spatio-temporelle appuyée par le modèle G.L.M, a permis de montrer que les populations adultes et larvaires de *Jacobiasca lybica* présentent les mêmes profils de fluctuations. Les mâles évoluent d'une manière progressive en fonction des saisons ( $P=0,000$ ) et entre cépages ( $P=0,002$ ), par ailleurs, les années ne semblent pas exercer les mêmes effets en raison d'une significativité marginale observée ( $P=0,542$ ).

Par ailleurs, on note une progressive désynchronisation des générations, accentuée par les immigrations estivales, d'adultes aboutissant ainsi à un chevauchement des générations estivales, qui ne peuvent pas être toujours distinguées de façon fiable. Ceci est en concordance avec les travaux de Decante et Van Helden, (2006a et 2006b) sur *Empoasca vitis*. Des observations presque similaires ont pu être dégagées. Il s'avère que le premier pic estival d'adultes apparaît simultanément dans toutes les parcelles et les pics de captures suivants apparaissent de façon désynchronisée sur les différentes parcelles, et ont des amplitudes généralement décroissantes (Decante et Van Helden, 2006a). Dans ce même contexte, Decante et Van Helden, (2003), ont pu expliquer que des phases d'augmentation de l'activité migratoire sont irrégulièrement observées pendant la période estivale. Les fluctuations saisonnières de *Jacobiasca lybica* sur vigne correspondent assez bien aux observations effectuées sur *Empoasca vitis* (Van Helden, 2000 ; Decante et Van Helden, 2003 ; Decante et Van Helden, 2006a et 2006b ; Decante, 2007). Une corrélation positive semble exister entre la présence des adultes et celles des larves et ce pour les six cépages étudiés. Ceci est en concordance avec les travaux de Van Helden *et al.*, (2000) sur *Empoasca vitis* sur vignobles en Gironde.

Contrairement à Decante (2007), le niveau relatif de populations de *Jacobiasca lybica* sur chaque parcelle n'est pas constant chaque année (Bounaceur *et al.*, 2006, Bounaceur et Doumandji-Mitiche, 2007 ; Bounaceur *et al.*, 2007a et Bounaceur, 2008), par rapport à celui déjà observé sur *Empoasca vitis* (Decante et Van Helden, 2006a). Ces derniers semblent indiquer que le niveau des populations d'une cicadelle très proche d'*Empoasca vitis* dans une parcelle de vigne est lié à la présence de plantes-hôtes d'hiver et intermédiaires au voisinage des parcelles. Nos observations n'ont relevé aucun spécimen de *Jacobiasca lybica* sur des plantes hôtes intermédiaires ou arbustes dans les milieux environnants, bien que plusieurs espèces d'adventices aient été décrites par la littérature (Della Giustina, 1989). L'hypothèse que ces populations qui proviennent de flux migratoires sous dépendance des conditions climatiques restent inévitables (Bounaceur et Doumandji-Mitiche, 2009).

La décroissance progressive des effectifs d'adultes et le très faible nombre de larves observées sur vigne, sont vraisemblablement liés aux changements de conditions climatiques (photopériode, température), (Decante et Van Helden, 2006a) ou à la physiologie de la plante (arrêt de croissance du feuillage, accentuation du stress hydrique) induisant l'élévation de la température du feuillage (Decante et Van Helden, 2006a et 2006b).

A notre connaissance, nous ne disposons pas d'éléments de comparaison de cette répartition de *Jacobiasca lybica* sur vigne dans les biotopes d'Afrique du Nord. Seul Jarraya (2003), signale son existence en cohabitation avec *Empoasca vitis* ravageur secondaire de la vigne qui semble être en recrudescence ces dernières années sur les vignobles de la Tunisie.

La plupart des données de la littérature rapportés sur *Jacobiasca lybica*, concernent plus les cultures vivrières et industrielles en Afrique et en région Orientale de la péninsule Arabique Moncef (1987) ; Darwish *et al.*, (1987) et Ba-Angood *et al.*,(2000). Nos résultats corroborent ceux précédemment obtenus par Bounaceur *et al.*, (2006), (2007a) et Bounaceur (2008) qui ont montré l'existence de trois à quatre générations de ce ravageur dans le nord algérien.

Après le débourrement de la vigne, des infestations progressives des parcelles débutent, avec des niveaux de populations constants. Ainsi, la répartition entre cépages varie entre relevés successifs (Decante, 2007). Cette forte activité de vol des adultes en période printano-estivale semble coloniser l'intégralité des cépages, mais avec des niveaux de populations différentes. Cette répartition intra-parcellaire semble néanmoins comparable d'une année à l'autre (Van Helden, 2000 ; Van Helden *et al.*, 2000 ).

Cependant, la majorité des publications décrivent la dynamique des cicadelles sur vigne dans la parcelle sans essayer de l'expliquer. Les différences importantes entre régions géographiques (Hermann & Eichler, 1999) sont généralement attribuées à des différences climatiques. Hormis les immigrations de printemps et émigrations d'automne, la population parcellaire est considérée comme sédentaire. Ces résultats confirment ceux précédemment obtenus par Bounaceur *et al.*, en 2006 et 2007, qui signalent l'existence de grandes différences à l'intérieur des parcelles d'une même appellation. Nos résultats sont également comparables avec ceux de Baillod *et al.*, (1993), qui notent des différences entre régions viticoles.

Decante (2007) a signalé sur un *Auchenorrhynche* de la même famille, que cette variabilité de ces répartitions intra-parcellaires et les différences des niveaux des populations entres années confirment l'importance des conditions climatiques lors de la colonisation des parcelles. De telles migrations ont été déjà observées en Amérique du nord pour *Empoasca fabae* (Harris) une *Typhlocibinae* du même genre. Polyphage, polycyclique et migrante, elle hiverne au Sud-Est des Etats-Unis, puis migre progressivement vers le Nord (Lamp & Zhao, 1993 ; Taylor *et al.*, 1993 ; Taylor & Shields, 1995 ; Emmen *et al.*, 2004) puis migre vers le Sud pour hiverner (Shields & Testa, 1999).

Ces migrations sont rendues possibles par des conditions météorologiques favorables au vol, qui va permettre l'élévation des adultes jusqu'à des altitudes de 2000m et leurs transports passifs par le vent pendant 24 à 36h. La succession de telles migrations permet à l'insecte de parcourir plusieurs centaines de kilomètres (Carleson *et al.*, 1992 ; Shields & Testa, 1999).

En Algérie, ce ravageur n'a jamais été cité comme un ravageur de la vigne, ni par les services de la protection des végétaux, ni dans la littérature même la plus ancienne (Dellassus *et al.*, 1933). Les pratiques culturelles du Sud ainsi que les changements globaux peuvent en être la cause de ces invasions massives sur vigne au cours de ces dernières années.

Le cycle interprétatif de *Jacobiasca lybica* a été suivi sur le genre *Vitis vinifera* dans la Mitidja, ce dernier fait ressortir quatre générations par an.

Au printemps, la colonisation progressive des parcelles n'a lieu qu'après le débourrement de la vigne (stade décimales BBCH 11-18 : Lorenz *et al.*, 1995 ; stades Baggiolini E-F : Baillod *et al.*, 1993 ; Cerutti *et al.*, 1989). Les flux migratoires se succèdent progressivement sur plusieurs semaines et en fonction des conditions climatiques.

Les adultes de la 1<sup>ère</sup> génération (issus de flux migratoires), colonisent progressivement les parcelles de la vigne, ou elles déposent leurs œufs (une vingtaine d'œufs par femelle ; Selon Cerutti, (1989) sur les jeunes feuilles étalées (Cerutti, 1989 et Cerutti *et al.*, 1989), le long des nervures (Fos *et al.*, 1997). L'immigration et la ponte sont relativement étalées dans le temps (Cerutti *et al.*, 1991). La première génération de larves émerge et se développe dans le feuillage en pleine croissance. Une fois leur développement achevé, les adultes de première génération sur vigne en émergent ; ils présentent généralement l'effectif le plus important de l'année. Leur ponte (une soixantaine d'œufs par femelle ; Cerutti ; 1989) engendre les larves de seconde génération qui présente également l'effectif le plus important de l'année. Enfin, un nombre variable de pics de populations d'adultes et de larves est également observé. Des flux migratoires très importants sont observés en période estivale.

L'hypothèse de migrations d'adultes pendant cette période est posée ( Bosco *et al.*, 1996), mais leurs destinations (autres parcelles, plantes-hôtes intermédiaires d'automne ) et la distance de migration ne sont pas établies. A la fin de l'été et en automne, on note une diminution progressive d'adultes. Ceux-ci, vont alors quitter la vigne.

On compte habituellement trois à quatre générations par an, dans les vignobles de la Mitidja, ce nombre varie selon les régions viticoles (latitudes et longitudes) ainsi que les conditions climatiques.

Bien que la répartition de *Jacobiasca lybica* sur l'ensemble des cépages observés semble être légèrement en faveur de quelques cépages par rapport à d'autres, l'influence de la vigueur semble être un des paramètres majeurs qui influent sur la distribution et la répartition de *Jacobiasca lybica* sur la vigne (Bounaceur et Doumandji-Mitiche, 2009).

L'analyse multivariée «ACP» a permis de dégager des observations similaires. En 2006 et 2007, l'examen de l'analyse en composante principale ACP, montre une très proche similarité ; le groupe 1 formé par les cépages moins vigoureux «Cardinal, Syrah et Muscat d'Alexandrie», suivi par le groupe 2 formé par le Dattier de Beyrouth. En revanche, les groupes 3 et 4 sont considérés comme étant les plus vigoureux, mais ne montrent aucune corrélation entre les infestations larvaires et des populations adultes, bien que du point de vue numérique ces cépages ont marqué le nombre le plus élevé de populations autant qu'adultes que larvaires. En revanche, en 2007, on observe une tendance très marquée des adultes avec la vigueur. Il est admis que les cépages les plus infestés sont les plus vigoureux, ces derniers étant les plus attractifs pour les cicadelles (Chaboussou, 1975 ; Bacrot, 1999 ; Decante, 1999).

Les caractéristiques des cepts (variété, vigueur, phénologie), voir d'autres caractéristiques de la parcelle (présence des adventices, topographie, exposition etc.), pourraient exercer la même influence sur *Jacobiasca lybica*. En effet, tous ces cépages ne présentent pas la même sensibilité. Dans le même contexte, Touzeau, 1968 in Galet, (1982) signale que les cépages à feuilles tomenteuses hébergent beaucoup moins de larves que ceux à feuilles glabres, ceci est similaire à nos observations ; les cépages Merlot et Cabernet-Sauvignon présentent ces caractéristiques, avec une végétation très dense et des feuilles plus grandes, ce qui pourrait être un critère d'attrait pour les cicadelles qui cherchent à pondre. Nos données corroborent ceux de Mayse *et al.*, (1991), qui montrent que la répartition intra-parcellaire d' *Empoasca vitis* cicadelle proche de *Jacobiasca lybica* est nettement agrégée dans les zones de forte vigueur.

Cependant, d'autres paramètres peuvent accentuer cette répartition, comme ; les effets de l'entassement du feuillage (entraînant un microclimat plus frais) ; Vidano *et al.*, 1987 ; Fos *et al.*, 1997 ; Genini, 2000 ; Daane & Williams, 2003), de la concentration en chlorophylle des feuilles (entraînant des qualités et/ou quantités de sève supérieures ; Spring, 1999 ; Spring & Zufferey, 2000), et de la structure de la feuille (le support de ponte), tous trois directement liés à la vigueur de la plante (Decante *et al.*, 2006). Ces derniers ont pu montrer que les adultes d'*Empousca vitis* sont nettement agrégés dans les zones de forte vigueur. En raison du microclimat plus frais, humide et abrité du vent qu'elle engendre, cette vigueur pourrait expliquer la préférence des adultes (Vidano *et al.*, 1987 ; Fos *et al.*, 1997 ; Genini, 2000 ; Daane & Williams, 2003).

D'autres part, les zones d'agrégation des larves correspondent à une très forte vigueur et reflétant ainsi le choix des sites de ponte fait par les adultes (Decante *et al.*, 2006). Les œufs et les larves, sensibles aux fortes températures ( $>32^{\circ}\text{C}$  ; Cerutti *et al.*, 1991), y trouvent très probablement un microclimat plus favorable (Vidano *et al.*, 1987 ; Fos *et al.*, 1997 ; Genini, 2000 ; Daane & Williams, 2003) et/ou une sève de qualité et en quantité supérieure (Decante *et al.*, 2006). L'influence de la vigueur sur le choix des sites de pontes est indiscutable (Decante, 2007).

La fertilisation azotée (Mayse *et al.*, 1991) et le stress hydrique (Trichilo *et al.*, 1990) de la vigne influence les niveaux de populations de *Erythroneura variabilis*, un Typhlocybinæ ravageur de la vigne en Amérique du nord. Un examen précis de la répartition de *Jacobiasca lybica* à l'échelle parcellaire semble donc nécessaire.

La comparaison des populations des cicadelles verte sur les cépages de cuve et de table étudiés permet de mettre en évidence des différences d'infestations importantes d'un cépage à un autre. Le cépage Merlot est la variété la plus attaquée et la plus sensible (figure, 43). Les dégâts observés ont été en rapport avec les populations présentes avec des taux d'attaques foliaires relativement importants allant jusqu'à 80% suivis par le Cabernet-Sauvignon et la Syrah avec des taux d'attaques respectifs 24 et 15%.

Les cépages de tables ne semblent pas être affectés par cette sensibilité vis-à-vis de ce ravageur. Cependant, seul le cépage Muscat d'Alexandrie a manifesté le taux le plus élevé d'attaques foliaires soit 18%. En revanche, le cépage Dattier de Beyrouth et Cardinal n'ont subi qu'une faible attaque de leurs feuilles avec des taux de l'ordre de 8% et 2% respectivement.

Les dégâts qu'entraînent les larves de première génération sont, à l'image des niveaux des populations, faibles et facilement compensés par la plante (dans une phase de croissance végétative forte). Les piqûres des larves de seconde génération ont lieu alors que la plante est moins à même de compenser ces dégâts (la croissance des grappes est privilégiée). Elles génèrent des symptômes plus importants, fonction à la fois des niveaux de populations (intensité des piqûres) et du nombre de générations (accumulation des piqûres). La diminution des capacités photosynthétiques aboutit à un ralentissement, voir, dans des situations d'infestations extrêmes, à l'arrêt de la maturation du raisins (Candolfi *et al.*, 1993 ; Baillod *et al.*, 1993 ; Rousseau, 1994 ; Delbac *et al.*, 1996 ; Bounaceur *et al.*, 2008b). L'allongement de la période de maturation (entre véraison et récolte) pourrait augmenter le risque de développement des bio-agresseurs se multipliant à cette période (essentiellement pourriture grise et pourriture acide). Il s'avère que lors des piqûres d'alimentation, l'action mécanique

des stylets, l'effet toxique de la salive des cicadelles vertes et les mécanismes de défense de la plante, induisent l'obstruction des tubes criblés, suivent sénescence de la périphérie du limbe de la feuille en aval de la piqûre, puis sa nécrose (ou «grillure») (Vidano ; 1963 ; Candolfi *et al.*, 1993). Ces symptômes apparaissent avec un décalage temporel de quelques semaines. Des piqûres répétées font augmenter progressivement la surface des grillures, aboutissant à terme à la chute de ces feuilles.

Cependant, la littérature offre peu de données en éléments de comparaison en ce sens, mais il semblerait que cette sensibilité est due aux caractéristiques ampélographiques de ces cépages (Van Helden , 2000 ; Avenard *et al.*, 2003).

Toutefois, ces cépages peuvent être classés en fonction de l'incidence des attaques du ravageur :

cépages présentant des dégâts importants : Merlot et Cabernet-Sauvignon.

cépages moyennement atteints : Syrah et Muscat d'Alexandrie.

cépages peu affectés par les cicadelles vertes : Dattier de Beyrouth.

cépages très peu affectés par les cicadelles vertes : Cardinal.

#### **4. Dynamique spatio-temporelle et dégâts de *Planococcus ficus***

La dynamique des populations de *Planococcus ficus* sur vignobles de la Mitidja, au cours de 2006, 2007 et 2008, a révélé cinq pics de captures, correspondant à cinq générations pour l'ensemble des cépages étudiés. Ainsi les fluctuations des populations ont débuté avec l'arrivée du printemps quand les conditions climatiques sont favorables à leurs proliférations. Pour l'ensemble des suivis, cette date coïncide généralement avec la fin mars voir début avril. L'examen annuel de cette dynamique a permis de montrer qu'en 2006, les populations adultes suivent une fluctuation similaire pour l'ensemble des cépages de cuve. Ces valeurs se rejoignent à celles des larves issues de ces générations. En revanche, une très forte infestation a marqué la campagne 2007, des effectifs très importants de larves ont été observés sur l'ensemble des cépages, qui est nettement visible pour les générations estivales (juillet, août et septembre). Cependant les fluctuations des populations adultes montrent cinq pics, leurs répartitions semblent être orientées pour certains cépages par rapport à d'autres particulièrement le Carignan. Mais leur distribution sur ces derniers suit le même profil. Le niveau des populations a fortement baissé en 2008, les effectifs des populations adultes et larvaires sont très faibles par rapport à l'année précédente, ou cinq pics ont été signalés. La diminution de ces effectifs peut être la cause des traitements d'hiver effectués par les huiles jaunes après les fortes contaminations de l'été 2007.

Bien que cette Pseudococcine soit présente dans tous les pays méditerranéens, le nombre de générations varie selon la durée de la saison chaude. Il peut aller de trois à huit générations annuelles (Panis , 1984) ; alors que Dellasus *et al.*, (1933) signalent quatre générations dans les vignobles de la Mitidja, au sein même de notre région d'étude (Bourkika et Ahmeur el Ain). Pour notre cas, une génération en plus a été observée. Ceci peut être expliqué par les changements climatiques au cours des 75 ans qui ont découlé. Les conditions climatiques ont subi des bouleversements ces dernières décennies, des périodes plus sèches sont observées (Daane *et al.*, 2002 ; Allal-Benfekih, 2006).

En Tunisie, Mansour *et al.*, (2009), signalent six vols pour *Planococcus ficus* et sept vols pour *Planococcus citri* sur vignobles du Cap Bon au nord du pays. Ruiz Castro (1943 et 1966) signale six générations particulièrement sur raisins de tables de la rive méditerranéenne Espagnole. En Italie, Duso (1990) observe seulement trois générations annuelles. Dans les vignobles d'Afrique du sud Kreigler (1954) signale six générations, alors que Walton *et al.*, (2004a) notent entre quatre à six générations. Par ailleurs sur vignobles californiens quatre à six générations ont pu être observées (Varela *et al.*, 2006). Cette différence peut être attribuée aux variations climatiques interannuelles, particulièrement celles des températures entre continents. L'influence des facteurs climatiques notamment les températures et le taux d'humidité relative exercent une très forte influence sur cet insecte (Sforza, 2000). Selon Dajoz, (1985), les facteurs écologiques agissent sur les êtres vivants en modifiant leurs taux de fécondité et de mortalité ainsi que sur les cycles de développement et par la suite sur les densités des populations. De son côté, Schvester (1956) in Biche et Sellami, (1999), confirme que la plante hôte intervient comme un véritable facteur écologique dont l'action se superpose à celle des facteurs climatiques.

D'autre part, les vents humides et les brises marines des zones littorales intensifient les attaques. De fortes infestations ont été signalées sur cépages de table «Muscat d'Alexandrie, Cardinal et Alphonse Lavallée» dans les vignobles du littoral de Tipaza et Cherrhell, ainsi que dans la collection ampélographique de l'I.T.A.F.V. dans la station de Benchicao à Médéa (Bounaceur *et al.*, non publié).

La dynamique saisonnière a été aussi suivie sur grappes de raisins par le modèle G.L.M. Ce dernier a permis de montrer qu'il existe des différences d'infestations mensuelles et annuelles hautement significatives pour l'ensemble des cépages étudiés ( $P=0,000$ ). Le cépage Carignan est le plus infesté, suivi par le Cinsault et le Dattier de Beyrouth, le Grenache et le Muscat d'Alexandrie hébergent moins de cochenilles farineuses, alors que le Cardinal reste très peu infesté. Ceci est dû au fait que ce dernier étant considéré comme cépage précoce et à cette époque, il ne reste que quelques grappillons laissés sur cep ou l'appréciation des attaques reste insuffisante.

L'analyse de la variance appliquée à ce suivi montre que le facteur cépage est marqué par cette infestation. Ainsi, ces infestations varient d'une manière progressive au cours de la véraison, ils évoluent progressivement de juin pour atteindre leurs maximums en septembre ( $P=0,000$ ). Par ailleurs cette analyse reste toujours significative au cours des années ( $P=0,000$ ). Il ressort que le millésime 2007 est le plus infesté par ce ravageur. La littérature offre peu de données sur cet aspect de dynamique, il est admis que cette cochenille se développe avec de très fortes intensités dans les vignes vigoureuses, proches des bords, particulièrement sur des variétés tardives, à grappes serrées, ou compactes, taillées généralement court, ou les grappes sont en contact avec le bois (Lucas Espadas, 2002).

La dynamique globale de *Planococcus ficus* pour ses différents stades adultes et larvaires, montre une très haute significativité selon les trois facteurs étudiés, saisons, cépages et années. En effet le modèle G.L.M reflète des données relativement identiques pour l'ensemble des critères analysés, une très haute significativité est observée pour ces derniers ( $P=0,000$ ). Ces populations sont d'autant plus abondantes sur vigne à partir de la fin mars et leurs effectifs augmentent au fil des saisons. Les cépages les plus touchés sont particulièrement le Carignan, Cinsault et Grenache pour les cépages de cuve et Dattier de Beyrouth, Muscat d'Alexandrie et Cardinal pour les cépages de table étudiés. L'année 2007 reste la plus infestée par rapport à 2006 et 2008.

Le cycle interprétatif de *Planococcus ficus* sur le genre *Vitis* a été suivi dans les vignobles de la Mitidja. Cette cochenille hiverne sous l'écorce des souches de bois de vigne, bien qu'en hiver on peut trouver des larves mobiles sous le bois de l'année. Au total, cinq générations ont pu être observées, bien que ce nombre ne soit pas stable, en cas de prolongation des automnes chaud et sec. Ce nombre peut augmenter, comme c'est le cas en Tunisie (Mansour *et al.*, 2009) et en Espagne (Lucas Espadas, 2002) où six générations ont pu être observées. Les individus des générations hivernantes se localisent sur la base de pousses en formant une masse compacte. Ensuite, ils pullulent en colonisant les nœuds, pétioles et entre-nœuds. Ce déplacement dans nos vignobles a été constaté au cours du mois de mai, voir début du mois de juin. Nos données corroborent ceux de Duso (1990), Longo *et al.*, (1991), Mahfoudi *et al.*, (2009), Mansour *et al.*, (2009), où, une forte activité de *Planococcus ficus* a été signalée à partir de ces mois. Par ailleurs, en Californie, des observations similaires ont été relevées (Malakar-Kuenen *et al.*, 2001).

A partir des mois de juin au début juillet, les pullulations de *Planococcus ficus* vont prendre une autre allure. Ces derniers vont pulluler massivement sur grappes de raisins, les représentants de cette génération peuvent, en année de forte invasion, se compter par milliers sur une seule grappe, ce phénomène a été déjà observé sur vignobles de l'Arbaa en 1931 (Dellassus *et al.*, 1933 ; Geiger & Daane, 2001). Nos constatations ont révélé les mêmes observations en 2007 dans des vignobles de la Mitidja-Ouest (Bounaceur *et al.*, 2008c). Ainsi, les générations estivales se succèdent jusqu'au mois d'octobre et peuvent rester sur grappes, où cinq à six générations peuvent être observées, en fonction des conditions climatiques qui sont considérées comme déterminantes (Lucas Espadas, 2002). De son côté, Sforza, (2000), note que cette espèce ne pille que si, au moins, deux générations estivales coïncident avec la phase de maturité du raisin, ceci est en concordance avec nos résultats. Il confirme qu'il peut y avoir une accélération du développement des individus quand ils sont présents sur grappes par rapport aux feuilles. Cette importance en effectifs élevés semble être expliquée avec les conditions abiotiques très favorables à la pullulation de ce ravageur. En effet, Malais et Ravaensberg, (1993) montrent que la température influe considérablement sur la durée de développement de *P. ficus*. La température est parmi les facteurs climatiques qui influencent le développement de cette espèce. En effet, les températures agissent sur le développement de l'œuf à l'adulte, l'augmentation de la température raccourcit la durée de développement. Ceci est en concordance avec nos résultats, cependant les températures enregistrées de l'ordre de 30°C, ont été très clémentes, et favorables au développement de cet insecte et ont un impact positif sur la réduction du cycle de vie comme il a été déjà démontré par Malais et Ravaensberg, (1993). En revanche, les facteurs qui provoquent la destruction de ces cochenilles farineuses n'ont pas été enregistrées au cours de notre expérimentation tels que les vents chauds et la pluie comme il a été cité par Smirnoff (1956) et Stofberg *in* Balachowsky (1939).

L'analyse des éléments chimiques et biochimiques des végétaux est une méthode qui repose sur le fait que la teneur des végétaux en éléments nutritifs, reflète pour une large échelle de valeur la richesse du sol sur lequel ils se développent (Morel, 1989).

L'examen de la teneur en éléments minéraux des feuilles de vigne pour les cépages sains et cépages infestés a été étudié selon les niveaux de la canopée de la vigne en 2007. Par conséquent, l'analyse des éléments minéraux et des sucres totaux au niveau des cépages non infestés, a montré une étroite relation entre les quantités de potassium et d'azote. Cette corrélation est positive, la probabilité associée au coefficient de corrélation montre des différences significatives (ANOVA,  $P=7,3 \times 10^{-3}$ ,  $P < 1\%$ ). Par ailleurs aucune corrélation n'a

été signalée pour le phosphore et les sucres totaux. L'analyse du dosage des éléments minéraux et sucres totaux pour les cépages infestés montre que les sucres totaux sont corrélés négativement avec l'azote ( $P=-0,859$ ). L'examen détaillé du tableau révèle que les densités des populations larvaires et adultes montre des différences significatives d'une part, entre le printemps et l'automne (ANOVA,  $P=4,62 \cdot 10^{-4}$ ,  $P < 5 \%$ ). Il ressort, qu'on a autant de larves que d'adultes.

Cependant la physiologie de la vigne joue un rôle important dans la distribution spatio-temporelle des insectes particulièrement les cochenilles. La relation plantes hôtes-ravageurs est d'ordre nutritionnel, ainsi, l'équilibre physiologique de la plante hôte a une grande influence sur le développement des arthropodes piqueurs-suceurs. Ces dernières modifient considérablement leur comportement, selon l'importance des éléments nutritifs mis à leur disposition (Saighi, 1998 ; Madi, 2005 et Essarhane, 2006). Pour bien s'alimenter à partir de sa plante hôte, l'insecte doit y retrouver certaines caractéristiques nutritionnelles essentielles, c'est-à-dire que le contenu en substances nutritives de la plante lui permet de réaliser correctement son cycle vital, le plus rapidement possible. Il lui assure aussi une bonne fitness et survie de sa progéniture. En effet, il est évident que les substances chimiques contenues dans les plantes ont joué et jouent encore un rôle très important dans la relation des insectes phytophages avec leurs plantes hôtes (Nicole, 2002).

Dans notre cas, l'étude de la variabilité de répartition des effectifs de population sur la canopée de la vigne voir sur les différents niveaux de palissage est due probablement à la composition chimique et biochimique de la plante hôte qui joue un rôle important sur la répartition de cette cochenille d'une part du fait qu'elle constitue un milieu idéal en favorisant l'ombre et la protection et d'autre part cette répartition peut être expliquée par le fait que les femelles sont aptères. Elles ne peuvent pas se déplacer, donc elles colonisent les zones inférieures proches des sarments et du tronc ou elles ont effectué leurs périodes hivernales (Dellassus *et al.*, 1933 ; Lucas Espadas, 2002).

Nos résultats montrent des teneurs en éléments chimiques variables selon les cépages. Les teneurs en azote chez le cépage Grenache présente le taux le plus élevé soit de 2,12%. Les deux autres cépages, Cinsault et Carignan ont une valeur de l'ordre de 1,32% et 1,47% respectivement. En revanche, les teneurs en phosphore pour les cépages Cinsault et Carignan sont relativement élevés pour les cépages atteints par rapport aux cépages sains. Cependant le Grenache, montre un taux de phosphore plus élevé pour le cépage Grenache sain en le comparant à celui atteint. Par ailleurs les résultats des teneurs obtenues de potassium dans les trois cépages étudiés à savoir Cinsault, Grenache et Carignan sains et atteints, montrent une valeur importante que ceux non infestés. Par contre, les cépages sains du Grenache et Carignan présentent des taux relativement supérieurs par rapport à leurs témoins sains respectivement. Pour cet élément, il semble que le cépage Grenache sain présente la teneur la plus élevée par rapport aux cépages précédents (Cinsault et Carignan). Cette valeur reste toujours en faveur du cépage sain. Quant à l'examen des taux des sucres totaux, des valeurs relativement plus élevées ont été relevées pour les cépages sains particulièrement pour le Cinsault et le Grenache. Cependant le cépage Grenache sain montre une teneur inférieure au cépage atteint. Il est à signaler que le cépage Carignan atteint enregistre le taux le plus élevé par rapport aux deux autres cépages, bien qu'il soit admis que la plupart de ces composés proviennent de la nourriture de la plante hôte la vigne, mais certains peuvent être synthétisés par l'insecte (Dadd 1977 *in* Kumbasli, 2005). D'autres part, les cochenilles farineuses peuvent induire des carences qui affaiblissent l'hôte et ses réactions de défense (Catalayud, 1993).

Nombreux sont les facteurs qui influencent la composition en éléments minéraux des feuilles, le matériel végétal constitué par le porte greffe, l'âge de la feuille et la fertilisation, (Marschal, 1975). L'application d'un élément minéral entraîne une modification de la composition foliaire d'un autre élément présent (les niveaux des ceps, la qualité de la sève (Praloran, 1971). Khelil (1989), montre que ces interactions entre éléments, peuvent être expliquées par la présence d'un élément qui peut gêner l'accumulation d'un autre élément ou le contraire le favorise, on a aussi le climat, le sol et l'état phytosanitaire du vignoble. Ceux-ci peut être expliqués par un excès d'amendement, du fait que nos parcelles d'études bénéficient chaque année de deux apports d'azote ; un premier en repos végétatif sous forme de NPK et un deuxième apport sous forme de sulfate d'ammonium en phase de débourrement.

Nos résultats sont comparables à ceux de la littérature ; en phase de véraison les faibles teneurs en phosphore et potassium peuvent expliquer que pendant cette étape, la vigne explore d'une façon très importante ces deux éléments qui rentrent dans la composition de synthèse des métabolites secondaires (Crespy, 1987 ; Galet, 1993 et Reynier, 2000).

Van Emden et Wearing (1967 *in* Chaboussou, 1975), ont signalé que le niveau et le transfert de l'azote soluble sont accrus par une déficience en potassium qui accélère la sénescence de la feuille et par suite le déclenchement de l'hydrolyse des protéines (libération des acides aminés). Dans ce même contexte, Wearing et Cobb (1992) cité par Kumbasli (2005), signalent qu'une fertilisation azotée favorise généralement les populations d'insectes phytophages. Les effets positifs sur les performances des insectes sont reliés à une augmentation de la croissance de la plante et particulièrement à des concentrations foliaires plus élevées en azote. Par ailleurs, Gerrshenzon (1984 *in* Kumbasli 2005), indique que la fertilisation azotée tend à faire baisser les composés phénoliques. Plusieurs études rapportent qu'une diminution en composés phénoliques ou tanins suite à une fertilisation azotée, favorise les performances biologiques de plusieurs espèces d'insectes phytophages (Kumbasli, 2005).

Cependant, plusieurs interactions entre l'azote et le phosphore ont été découvertes. Les uns sont d'ordre chimique et se rapportent aux effets de chacun de ces deux éléments sur la disponibilité de l'autre dans le sol, d'autres sont d'ordre physiologique et montrent comment l'absorption de certaines formes d'azote par le végétal influe sur celle du phosphore (Gervy, 1970). Par ailleurs, aucune application d'insecticide contre ce ravageur n'a été entamée, compte tenu de son apparition en phase critique interdisant toutes applications d'insecticides. Vu les risques d'accumulation des résidus sur le raisin, notons qu'en hiver 2006, il a été procédé à l'application d'une huile minérale contre cette cochenille, en pulvérisant uniquement les ceps contaminés juste après la taille d'hiver, mais il semble que cette huile n'as pas eu d'effet sur les populations de cette espèce (Bounaceur *et al.*, non publié).

A travers le monde, les cochenilles sont les premiers ravageurs des cultures. Elles peuvent poser d'importants problèmes dans les vignobles des régions chaudes, où plusieurs générations se succèdent au cours de la période végétative. En Algérie, les cochenilles sur vigne ne sont pas connues par l'ensemble des viticulteurs comme un ravageur de première importance, bien qu'ils ont été considérés comme des ravageurs primaires en période coloniale et étaient classées avant l'eudémis plus particulièrement dans les vignobles de la Mitidja (Dellassus *et al.*, 1933).

Les cochenilles farineuses sont des espèces phytophages se nourrissant de la sève élaborée de leur plante hôte (Germain et Matile-Ferrero, 2005). *Planococcus ficus* est une espèce particulièrement redoutable car, à l'inverse de la plupart des cochenilles univoltines rencontrées dans le vignoble, elle présente trois à huit générations au cours de la saison

végétative de la plante. Son taux de reproduction particulièrement élevé (300 œufs en moyenne par femelle) lui permet de provoquer des dégâts importants même à partir d'un petit foyer initial.

Les dégâts occasionnés par *Planococcus ficus* sont préjudiciables à la qualité des raisins de table et de cuve. Les pertes les plus importantes ont été enregistrées en 2007, soit un taux d'attaque qui dépasse largement les 50% pour l'ensemble des cépages de cuve. Il ressort que le cépage Carignan est le plus touché avec un pourcentage de plus de 56%, suivi par le Cinsault 49% et 38% pour le Grenache, les cépages de table montrent des taux d'attaques relativement inférieurs, soit 20%, ils sont de 18% pour le Dattier de Beyrouth, 12% pour le Muscat d'Alexandrie et 8% seulement pour le Cardinal. Pour 2006 et 2008, les pertes sont maintenues à des taux inférieurs soit 18% et 11% respectivement pour les cépages de cuve, alors que pour les cépages de table on note des taux très faibles, ces derniers ne dépassent pas les 5%.

L'analyse épidémiologique réalisée en 2007 par outil cartographique sur cépages de cuve, fait ressortir des infestations relativement importantes qui commencent par le coté ouest (bordure de la parcelle), avec une proportion relativement importante dans les premières rangées jusqu'à la 50<sup>ème</sup> rangée.

Ces dégâts se manifestent en première étape par des taches humides qui imprègnent les troncs. Les feuilles, les pousses et surtout les grappes sont recouvertes de miellat sur lequel se développe de la souillure noire de fumagine. La production de miellat est parfois si importante qu'il goutte sur le sol. Les dégâts engendrés entraînent une perte de qualité et de quantité sur cépages de cuve et de table, en effet les raisins souillés par les infestations et la fumagine sont impropres à la consommation et la transformation.

Nos résultats sont similaires à ceux de Panis (1984), qui note que les dégâts apparaissent avec la succession des différentes générations annuelles et prennent une importance à partir de la quatrième génération. En effet, les symptômes sont observés principalement en juillet et août, où les feuilles et les pousses et surtout les grappes sont recouvertes de miellat sur lequel se développe dans les environnements humides la souillure noire de fumagine. La nature de ces dégâts très importants est du à l'action spoliatrice des cochenilles. Lors de la prise de nourriture, elles plantent leurs stylets dans le phloème, ce qui conduit à l'affaiblissement de la plante, à la destruction des tissus et à l'excrétion de miellat. Or, *Planococcus ficus* possède la particularité d'excréter une quantité de miellat bien plus importante que les autres espèces (Daane *et al.*, 2002). Cette substance favorise le développement de la fumagine, un champignon à l'aspect de suie présent à la surface des feuilles et des fruits, pouvant conduire à la dépréciation des grappes de raisins et en cas de forte attaque, à la chute des feuilles. Ce miellat va également favoriser la dissémination du ravageur à travers le vignoble via le personnel qui y travaille et le machinisme agricole utilisé. De son côté, Jarraya, (2003) précise qu'outre l'affaiblissement du cep consécutif, ce genre de cochenille favorise le développement de la fumagine sur feuilles et sur grappes. Celles-ci deviennent sujettes à une attaque de pourriture grise. Il s'ensuit que les dégâts peuvent être graves se traduisant par des pertes plus au moins importantes de la vendange. Ceci est en concordance avec nos résultats. En effet, les pertes engendrées au cours de la campagne viticole provoquent à une nette diminution des rendements des trois cépages étudiés.

Lucas Espadas (2002), signale que ces dégâts entraînent une perte de qualité, surtout pour le raisin de table, et empêchent le développement des feuilles et des sarments, ce qui se traduit par des pousses plus courtes, un léger resserrement et une diminution de la récolte suivante.

Sforza, (2000), note que le prélèvement de la sève va à terme, fatiguer le cep et peu provoquer un développement anormal. Il confirme que la répétition sur plusieurs années d'une telle pression peut engendrer le dépérissement, voire la mort du cep.

Des travaux récents ont également montré l'implication de *Planococcus ficus* comme vecteur du virus de l'enroulement de la vigne (Engelbrecht & Kasdor, 1990 ; Cabaleiro & Segura, 1997 ; Achache *et al.*, 1999 ; Sforza *et al.*, 2003 ; De Borbon *et al.*, 2004 ; Mahfoudi *et al.*, 2009). Les vignes atteintes de cette maladie ont des productions limitées et de mauvaises maturations qui se traduisent par des teneurs en sucres réduites et une acidité élevée (Walton et Pringle, 2004).

## CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Pour parvenir à la mise en place d'un système de protection intégrée sur la vigne, il est nécessaire d'acquérir des connaissances approfondies sur la biologie des différents organismes déprédateurs de l'agro-écosystème viticole. Dans ce travail, nous avons mis en évidence la présence des bioagresseurs sur la vigne au cours d'un suivi de quatre années consécutives, 2005, 2006, 2007 et 2008 en vignoble de la Mitidja occidentale.

L'étude de la biocénose par le dispositif de piégeage mis en place au cours de 2005 a permis de récolter un total de 7540 individus appartenant à 13 ordres, 29 familles et 47 espèces, mettant ainsi en évidence l'abondance relative et la complexité de la faune qui fréquente les milieux viticoles. Les invertébrés inventoriés (gastéropodes, acariens, araignées et insectes) sont composés essentiellement par des gastéropodes représentés principalement par l'espèce *Theba pisana* ; des acariens phytophages dont la majorité sont spécifique à la vigne, soit un total de quatre espèces ; *Panonychus ulmi*, *Tetranychus urticae*, *Eotetranychus carpini* et *Eriophyes vitis*. Quant aux acariens prédateurs deux espèces seulement ont pu être capturées et identifiées il s'agit du genre *Thyphlodromus* et *Phytoseiulus*, espèces très rencontrées dans les vergers et vignobles conduits en lutte raisonnée. Quant aux araignées recensées, elles appartiennent toutes à une seule famille et sont représentées par le genre *Salticus*. L'entomocénose de l'agro-écosystème inféodé à la vigne a permis de recenser un effectif important d'insectes, dont la plupart sont déjà décrits sur vigne par la littérature. Au total, 9 ordres d'insectes répartis en 24 familles, dont la majorité se développe sur vigne, avec un nombre relativement important de bioagresseurs appartenant aux ordres des Hémiptères, Lépidoptères, Coléoptères, Thysanoptères, Orthoptères et Diptères. Parmi les Hémiptères, un nombre très important de cicadelles vertes ou *Jacobiasca lybica* soit 1253 individus capturés, suivi par les cochenilles farineuses ou *Planococcus ficus* avec 1840 spécimens récoltés, et un puceron occasionnel représenté par *Aphis gossypii*. Quant aux autres Hémiptères, ils appartiennent tous aux sous ordre des Hétéroptères. Deux familles ont été relevées : les Anthocoridae représentée par le genre *Orius* et un Miridae représenté par une punaise prédatrice *Malacocoris*. Parmi les Coléoptères recensés, on cite la présence des vers blancs représenté par *Rhizotrogus numidicus*, associé à un apate xylophage *Sinoxylon sexedentatum*. Deux espèces de cétoines ont été énumérées : *Epicomestis squalida* et *Oxythera sp* avec l'altise de la vigne *Haltica ampelophaga*. Aussi des Coccinellidés ont été signalées comme, *Coccinella algerica* et *Adonia variegata*.

Deux espèces de lépidoptères ont été capturées, l'eudémis de la vigne ou *Lobesia botrana*, espèce la plus dominante avec un Noctuidae, représenté par le genre *Agriotes*. Les Thysanoptères sont représentés principalement par deux espèces très répandues sur vigne, le thrips *Frankliniella occidentalis* et *Drepanothrips reuteri*. Les Orthoptères représentent un nombre suffisamment moyen sur vignobles ; des espèces occasionnelles ont été récoltées au printemps.

Parmi les Hyménoptères recensées on signale un nombre important d'espèces : *Vespa germanica*, *Polistes gallicus* et *Apis mellifera*. Quant aux autres Hyménoptères, la majorité sont des parasitoïdes oophages et larvaires de lépidoptères. Il s'agit d'*Apanteles*, et *Dybrachis sp*. Un Encytridae du genre *Anagyrus sp* a été inventorié sur vignobles infestés par des cochenilles farineuses. Nous avons aussi inventorié des Diptères tels que la mouche des fruits

*Ceratitis capitata*, et *Drosophila melanogaster*. Les Dermaptères sont représentés par une seule espèce *Forficula auricularia*.

L'évolution de cette biocénose démontre que le caractère successional de cette dernière varie selon les différents stades du cycle de la vigne. Quant à l'évolution saisonnière ainsi que la performance d'installation de la variation des abondances des différents groupes fonctionnels, elle semble être tributaire des changements phénologiques qui s'opèrent sur la plante de mars jusqu'au mois de juin. On note la présence synchrone des phytophages, des opohages avec les prédateurs, les parasitoïdes qui sont signalés à partir de la période automnale.

Les fluctuations saisonnières de *Lobesia botrana* sur vignes ont montré la succession de quatre pics correspondant à quatre générations annuelles. Les dynamiques spatio-temporelles du vol des mâles, des femelles et de la ponte sont relativement semblables entre elles et entre cépages avec une correspondance des débuts de chacun des événements biologiques, des pics et des baisses de captures et de pontes. Une protandrie dominante en première génération est observée. Cette relative similitude des dynamiques inter-parcellaires peut principalement être attribuée aux conditions climatiques de la région d'étude. Le vignoble de la Mitidja s'étend sur plusieurs centaines de kilomètres avec des variations de terroirs permettant la culture de nombreux cépages. L'utilisation des pièges à phéromones et alimentaires ont permis de suivre l'état des vols saisonniers avec succès. La généralisation de tels systèmes de monitoring à travers nos vignobles va réduire les traitements inutiles contre ce ravageur.

Les études menées ont révélé une variabilité importante de la présence d'œufs sur les grappes et du nombre d'œufs de *Lobesia botrana* par grappe entre les générations, les années et les cépages. La différence d'infestation parcellaire est probablement due à des conditions environnementales comme la diversité botanique adjacente, les techniques culturales et/ou l'historique des parcelles, qui sont des paramètres que nous n'avons pas évalués.

Nous avons aussi pu démontrer que la dynamique de la ponte varie selon les cépages, les générations et les années. La microrépartition des œufs au niveau des grappes peut contribuer à éviter la compétition entre les futures chenilles. Il a été démontré que la position haute est préférée pour la ponte des premières générations, qu'en deuxième et troisième génération la position moyenne est la préférée. Cette démarche peut être appliquée et adaptée à différents ravageurs sur différentes cultures. Elle permet de mieux comprendre la relation entre le ravageur et la culture et par conséquent, d'adapter les méthodes de lutte. En vignoble de la Mitidja, nous suggérons que le cycle de cette tordeuse présenterait une succession de quatre générations.

La dynamique des dégâts est plus accentuée particulièrement chez les cépages de cuve, en raison de la structure de leurs grappes (grappes compactes, volumineuses). En revanche les cépages de tables restent moins sensibles. Les pertes engendrées peuvent osciller entre 10 à 48% pour les cépages de cuve et moins de 10% pour les cépages de table, en fonction des cépages et des millésimes. La gestion intégrale des populations de *Lobesia botrana* mérite d'être poursuivie par l'installation des outils d'aide à la décision par l'installation des stations météorologiques afin de prévoir le risque d'apparition, ou en élaborant des modèles de simulation mathématiques en fonction de l'importance des zones viticoles ciblées.

Les distributions spatiales et temporelles de *Jacobiasca lybica* sur vigne, restent relativement mal comprises. L'étude spatio-temporelle de cet insecte, à différentes échelles et à l'aide de méthodes d'échantillonnage et d'outils d'analyses adaptés, a permis d'établir plus précisément son cycle biologique. Sa grande mobilité, ses aptitudes et ses capacités de migration lui permettent de se déplacer vers les habitats les plus favorables à son développement. La

monoculture que constituent les parcelles de vignes présente des caractéristiques adaptées à sa multiplication. Des populations extérieures à la parcelle, dont la provenance n'a pu être précisée, sont à l'origine d'immigrations massives entraînant l'augmentation soudaine des niveaux de populations estivales. Le meilleur moyen de nous renseigner sur ces hypothèses serait de mener une étude de génétique des populations sur cet insecte migrateur.

Les mesures, effectuées simultanément dans des dimensions spatiale et temporelle, ont présenté des niveaux de variabilité substantielle, dont les origines peuvent être diverses (stochasticité biologique, météorologique, liées aux méthodes d'échantillonnage, etc.). Préalablement à leur analyse, la diminution de la variabilité de ces données a été effectuée par un cumul des mesures sur des périodes (pic de populations) ou des surfaces (parcelles). La pertinence des échelles d'analyses employées pour chaque dimension doit être examinée séparément. Les relevés hebdomadaires ont permis une analyse fine de la dynamique de *Jacobiasca lybica*. Le manque de synchronisation entre les pics de populations de larves et d'adultes de la génération suivante, associés à la succession de périodes d'activité de vol intense des adultes a souligné l'importance des migrations. Elles ont révélé la variabilité des répartitions intra-parcellaires des populations printanières, et la forte stabilité des populations estivales. Selon les échelles spatiales, les mesures des populations d'un même pic de populations, parfois variables entre chaque relevé, ont dû être cumulées. Ce cumul, particulièrement justifié pour les populations estivales, a permis la comparaison des niveaux et des répartitions de chacune des populations entre elles et avec les caractéristiques de la parcelle. La répétition pluriannuelle des mesures et analyses a permis de confirmer la variabilité des niveaux de populations de chaque parcelle. A une échelle plus fine, ces mesures répétées ont permis de confirmer la stabilité des répartitions intra-parcellaires des populations estivales, la variabilité de leurs répartitions inter-parcellaires et le lien avec les caractéristiques des cépages.

L'effet de la vigueur des ceps, variable dans la parcelle, s'est effectivement avéré majeur. La meilleure connaissance de l'éco éthologie de ce ravageur sur vigne, combinée avec les résultats d'études récentes, nous amène à proposer des améliorations pratiques pour la protection du vignoble contre ce bio-agresseur. La décision d'une intervention insecticide est actuellement basée sur un nombre de larves par feuille, variable selon les auteurs (Corino *et al.*, 1992 ; Bailod *et al.*, 1993 ; Candolfi *et al.*, 1993 ; Rousseau, 1994 ; Delbac *et al.*, 1996). Malgré ces nombreux travaux, la définition formelle d'un seuil de nuisibilité n'a toujours pas abouti.

La décision d'une intervention insecticide sur les populations de larves estivales suppose que des comptages soient réalisées fréquemment (hebdomadairement) pendant leur période de présence. Etant donné la répartition spatiale de ces larves, très variable entre et dans les parcelles, la mise en place d'une surveillance fiable implique l'échantillonnage intensif de toutes les parcelles, difficilement envisageable à l'échelle d'une exploitation. Les méthodes de surveillance doivent donc être optimisées. Le suivi des niveaux de capture d'adultes par pièges chromoattractifs n'est donc pas suffisante pour juger de la pertinence d'une intervention insecticide (Picotti & Pavan, 1991 ; Candolfi *et al.*, 1993), mais permet la détection et l'estimation des niveaux de population d'adultes dans la parcelle. Si l'installation d'un seul piège dans des parcelles homogènes est suffisante, il paraît préférable de disposer au moins deux à trois pièges à proximité de la végétation (en haut de la canopée), dans les zones de forte vigueur. Ils doivent être relevés hebdomadairement pendant les mois de juin et juillet.

Le comptage des larves doit alors être initié dans les parcelles présentant les plus fortes captures d'adultes, deux à trois semaines après le pic de capture. Le comptage sur environ 100

feuilles (Maixner, 2003), étalées (Fos *et al.*, 1997), réparties de façon homogène dans la parcelle, doit être renouvelé une fois par semaine jusqu'à décroissance du niveau de population. L'observation régulière des parcelles, par capture des adultes, comptages des larves, mais également par observation des symptômes (grillures) en fin d'été, permet au terme de quelques années d'identifier les parcelles présentant les niveaux de populations les plus élevées. Les observations pourront alors être restreintes à ces parcelles, mais devant être étendues aux autres parcelles durant les années de forte infestation. Le maintien d'au moins un piège sur chaque îlot de parcelles est conseillé.

Les méthodes prophylactiques contre les pullulations de *Jacobiasca lybica* sont comparables à celles préconisées en viticulture intégrée (Malavolta & Böller, 1999 ; Coulon & Santenac, 2000).

Le développement récent de méthodes et d'outils d'agriculture et de viticulture «de précision» (Taylor, 2005 ; Goutouly *et al.*, 2006 ; Marguerit *et al.*, 2006 ; Tisseyre *et al.*, 2006) facilitent la mesure de la variabilité intra-parcellaire des caractéristiques des plantes (Bramley & Hamilton, 2004 ; Bramley, 2005 ) et notamment de la vigueur. L'incidence de la vigueur sur les répartitions de *Jacobiasca lybica*, pourrait offrir de nouvelles perspectives de lutte contre ce ravageur. Les niveaux plus élevés de larves par feuille dans les zones vigoureuses résultent très probablement dans l'augmentation des symptômes (surface foliaire grillée) et des dégâts (diminution de la teneur en sucre des grappes), la protection des zones vigoureuses apparaît donc comme propriétaire.

A travers l'étude menée sur la dynamique spatio-temporelle de la cochenille farineuse rencontrée sur vignobles de la Mitidja *Planococcus ficus*, les caractéristiques suivantes ont été soulevées :

La répartition spatiale de la dynamique des populations évolue progressivement au cours du cycle phénologique de la vigne. Cinq pics ont été observés. En revanche, le suivi de cette dynamique sur grappes de raisin en phase d'infestation coïncidant avec le stade véraison montre des taux d'infestations relativement très élevés et ceci sur l'ensemble des cépages examinés.

L'examen des analyses chimiques et biochimiques des constituants des feuilles des cépages infestés et témoins montre des taux d'azote relativement élevés pour les trois cépages étudiés (sains et atteints). Cet élément est plus important dans les cépages sains que dans les cépages atteints. Les teneurs de phosphore pour les cépages Cinsault et Carignan sont relativement élevés pour les cépages atteints par rapport aux cépages sains. Cependant le Grenache montre un taux de phosphore plus élevé pour le cépage Grenache sain en le comparant à celui atteint. Quant au potassium, le cépage Cinsault atteint montre une teneur importante que celui non infesté, par contre les cépages sains du Grenache et Carignan présentent des taux relativement supérieurs par rapport à leurs sains respectivement. Les taux des sucres totaux sont plus élevés pour les cépages sains pour le Cinsault et le Grenache par rapport aux cépages. Cependant le cépage Grenache sain montre une teneur inférieure que le cépage atteint. Il est à signaler que le cépage Carignan atteint, enregistre le taux le plus élevé par rapport aux deux autres cépages. Les valeurs des cépages sains sont presque similaires avec une faveur à ces derniers par rapport aux cépages atteints.

L'examen de la dynamique des dégâts avant la récolte fait apparaître des chutes de rendements très élevés pour les trois cépages étudiés.

Quant au suivi de la cartographie des attaques, ce dernier montre que la distribution de cet insecte est très alarmante du fait qu'une grande partie de la parcelle est contaminée. Le cépage Carignan montre un taux d'attaque de 36,95%, suivi par le cépage Grenache soit un taux de l'ordre de 31,46%, quant au cépage Cinsault on note un taux de l'ordre de 27,38%.

Pour minimiser les dégâts, une liste de recommandations sous forme de mesures prophylactiques est proposée pour les viticulteurs de la région afin de perturber sa pullulation. Ces recommandations peuvent être utilisées en combinaison avec d'autres méthodes de lutte :

- Une taille courte réduira le volume de bois aoûtés sur lesquels les larves passeront l'hiver. Ces tailles courtes sur fil, ou sur un palissage sur plusieurs fils, ou sur un port gobelet avec la zone fructifère à plus de 45/50 cm du sol, un gobelet à bras se séparant loin du sol constituent des facteurs défavorables au développement de *Planococcus ficus*.
- Le choix d'un cépage peu vigoureux.
- La propreté au sein des parcelles permet de réduire les plantes relais sur lesquelles les cochenilles peuvent séjourner et se multiplier.
- L'installation de papiers collants comme piège entourant le tronc à 40-60 cm du sol, renouvelées toutes les trois semaines, permet de piéger les cochenilles farineuses lors de leur migration ascendante vers les parties végétales.

En effet le profil paysager de la parcelle peut être un facteur pour limiter une pullulation. Planter dans des cuvettes, sièges d'anciens marécages, ou sur des terres sablonneuses à proximité d'une étendue d'eau, peuvent être des facteurs favorisant la réduction des populations.

## PERSPECTIVES

L'originalité d'un tel travail mérite d'être poursuivie par des études complémentaires notamment :

- Les préconisations d'aménagement de la végétation des parcelles par la création de zones écologiques réservoirs (ZER) (Malavolta et Boller, 1999) visent à augmenter l'effet des populations d'ennemis naturels des ravageurs de la vigne, particulièrement, *Lobesia botrana*, *Jacobiasca lybica* et *Planococcus ficus*, dans les parcelles (lutte biologique par conservation). La composition floristique de tels aménagements doit être définie en fonction des ennemis naturels que l'on souhaite conserver dans la parcelle. Ces ennemis naturels doivent présenter des capacités de régulation élevée (réponse fonctionnelle), permettant de répondre rapidement à l'augmentation des populations de ravageur dans les parcelles. Ils doivent également être présents en nombre suffisant, ou à défaut pouvoir se multiplier rapidement en présence du ravageur (réponse numérique).

- La conservation et la stimulation d'un cortège d'ennemis naturels généralistes (Vidano *et al.*, 1985; Arzone *et al.*, 1987; Remund *et al.*, 1994 ; Rousseau, 1994). Cette stratégie vise à assurer la présence continue d'ennemis naturels autour ou dans la parcelle. Elle présente moins de contraintes. La diversité des ennemis naturels concernés, et donc des insectes aux dépens desquels ils se développent (les proies et hôtes alternatifs) entraîne une sélection moins drastique des essences végétales. Leurs efficacités (réponses fonctionnelles) contre ces bioagresseurs, et notamment la prédation préférentielle de ces espèces plutôt que proies alternatives, restent cependant à démontrer.

L'ensemble de ce travail a conduit à un acquis de connaissances nouvelles ainsi qu'une mise à jour tant au niveau faunistique des bioagresseurs qu'au niveau de la dynamique des populations de ces ravageurs dans l'entomo-système vigne, permettant d'aboutir à un atlas des ravageurs de la vigne en Algérie. Nous disposons aujourd'hui de données sur la diversité et la présence des principaux bioagresseurs potentiels que secondaires, ce qui contribuera à l'élaboration d'une meilleure gestion intégrée du vignoble Algérien.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

13. Arvenseq S., 1997. La faune auxiliaire en vignoble. Etude de l'incidence de différentes stratégies de lutte contre les tordeuses de la grappe. Mémoire d'Ingénieur Agronome. ENSA Toulouse, 86p.

14. Arvenseq S., Blanc M. & Reboulet J.N., 1988. Les organismes auxiliaires en vigne. *Phytoma, La défense des végétaux*, 502 :44-47.

15. Arzone A., Vidano C. & Arno C., 1987. Predators and parasitoids of *Empoasca vitis* and *Zygina rhamni* (Rhynchota Auchenorrhyncha). In : *Proc, 6<sup>th</sup>, Auchenorrhyncha meeting, Turin. Italy. From 07 to 11 Sept. 1987. pp 623-629.*

16. Avenard J.C., Bernos L., Grand O. & Samie B., 2003. *Manuel de protection intégrée en viticulture*. Féret ( Ed), Bordeaux, France, 222p.

17. Ba-Angood S., Ghaleb A.M. & Ali A.M., 2000. Effect of sowing dates on the occurrence of the whitefly *Bemisia tabaci* and the jassid *Jacobiasca lybica* on two different local cultivars of sesame in Yemen. University of Aden. *Journal Naturel and Applied Sciences*, 4 (1): 103-110.

18. Babi A., 1990. Bioécologie de *Trichogramma cacoeciae* et *T. daumalae* (Hym. Trichogrammatidae). Utilisation en lutte biologique contre *Lobesia botrana*. Thèse d'état. Université d'Aix Marseille, 150p.

19. Babi A., Marro J.P. & Schubert G., 1992. Premières expérimentations de lâchers inondatifs de *Dibrachys affinis Massi* ( Hym. Pteromelidae) contre l'Eudémis de la vigne *Lobesia botrana* Denis & Schiffermuller ( Lep. Tortricidae) en Alsace. *Bull. Soc. Ent. Mulhouse*, avril-juin, 29-32.

20. Bacrot J., 1999. Lutte biologique contre la Cicadelle verte (*Empoasca vitis* Goethe) par lâchers du parasitoïde *Anagrus atomus* Haliday. Mémoire d'Ingénieur en Travaux Agricoles. ENITA de Bordeaux, 38p.

21. Bagnouls F. et Gaussen H., 1953. Saison sèche et indice xérothermique. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 88 : 193-239.

22. Baillod M., Jermini M., Antonin Ph., Linder C., Mittaz Ch., Carrera E. & Udry V., 1993. Stratégies de lutte contre la cicadelle verte *Empoasca vitis* (Goethe). Efficacité des insecticides et problématiques liée à la nuisibilité. *Revue Suisse de Viticulture Arboriculture Horticulture*, 25 (2): 133-141.

23. Balachowsky A., 1928. Biologie de l'Eudémis. *Revue Agricole d'Afrique du Nord*, 3-8.

24. Balachowsky A., 1939. *Les cochenilles de France, d'Europe du nord, de l'Afrique et de Bassin méditerranéen*. Ed. Hermann et Cie, Paris collection. Tome. VII, Paris, 1202 p.

25. Balachowsky A., 1951. *Les cochenilles de France, d'Europe du nord, de l'Afrique et de Bassin méditerranéen*. 6<sup>ème</sup> Vol. Ed. Hermann, Paris. Actualités scientifiques.

26. **Balachowsky A., 1966.** *Entomologie appliquée à l'agriculture*. Tome II Lépidoptères, Vol I. Ed Masson et Cie, Paris 1057p.

27. **Barnay O., 1999.** Dynamique des populations et relations hôtes-parasitoïdes chez le couple *Lobesia botrana* Den & Schiff.- *Trichogramma cacoeciae* Marshal, dans le cadre de la lutte biologique en vignoble. Thèse de Doctorat. Université Paris VI, 188p.

28. **Bastide A., 1989.** *Méthodologie d'échantillonnage sur terrain sur terrain*. Ed Masson. Paris, 280p.

29. **Biche M. & Sellami M., 1999.** Etude de quelques variations biologiques possibles chez *Parlatoria oleae* Colvée (Hemiptera, Diaspididae). *Bulletin de la Société Entomologique de France*, 3(104) : 287-292.

30. **Blancard D., Gravot E., Jailloux F., Fermaud M., 1999.** Etiologie de la pourriture acide de la vigne dans le sud-ouest de la France. *Compte rendu de la Réunion du groupe OILB. Lutte intégrée en viticulture*, 8p.

31. **Bodenheimer F.S., 1951.** Soft scales. Mealybugs and fluted scales. In *Citrus Entomology*. Hand book, PP, 354-512.

32. **Bosco D., Alma A., Bonelli S. & Arzone A., 1996.** Phenology and within-vineyard distribution of *Empoasca vitis* Goethe adults (Cicadellidae, Typhlocybinae). *Redia* LXXIX 1:1-9.

33. **Bounaceur F., Ameurlain S., Guendouz-Benrima A. & Doumaindji-Mitiche B., 2006.** « Présence et Dynamique des populations de la Cicadelle verte sur cépages de cuves nouvellement introduits en Algérie ». 9<sup>me</sup> Congrès Arabe pour la Protection des Végétaux. Damas du 18 au 23 Novembre 2006.

34. **Bounaceur F. & Doumaindji-Mitiche B., 2007.** La Cicadelle des Grillures: Nouveau Ravageur sur vigne en Algérie. *Journées Internationales sur la Zoologie Agricole et Forestière*. INA El Harrach Alger, du 8 au 10 Avril 2007.

35. **Bounaceur F., Doumandji-Mitiche B. & Bissaad F.Z., 2007a.** Un Nouveau Ravageur sur vigne en Algérie: La Cicadelle des Grillures. 18<sup>èmes</sup> Journées Biologiques de l'ATSB. 2<sup>ème</sup> journée Maghrébine de Biotechnologie. Hammamet. Tunisie 25 au 28 Mars 2007.

36. **Bounaceur F., Bissaad F., Guendouz-Benrima A. & Doumandji-Mitiche B., 2007b.** Contribution to the knoweldege of the mites' entomofauna in Mitidja vineyards in Algeria. 4<sup>th</sup> African Acarology Symposium. 22- 27 octobre 2007. Impérial Park, Hammamet, Tunisie.

37. **Bounaceur F., 2008 .** A Preliminary account of the green leafhopper *Jacobiasca lybica* in the Northern Vineyards of Algeria. XX International Congres of Zoology. University Pierre and Marie Curie. Paris, 26-29 August 2008.

38. **Bounaceur F., Guendouz-Benrima A. & Doumaindji-Mitiche B., 2008a.** Monitoring in the population activity of the green leafhopper *Jacobiasca lybica* (Berger & Zanon) at Mitidja vineyards in North of Algeria. *Congrès International sur la Biodiversité des Invertébrés en Milieux Agricoles et Forestiers*. INA El Harrach Alger, du 14 au 17 Avril 2008.
39. **Bounaceur F., Guendouz-Benrima A., Dahane F. & Doumaindji-Mitiche B., 2008 b.** Incidences des attaques larvaires des cicadelles des grillures sur la qualité des moûts et des vins dans diverses appellations en Algérie. *Séminaire International « La Biotechnologie au service du secteur Agroalimentaire »*. Université de Blida, du 17 et 18 Juin 2008.
40. **Bounaceur F., Boustila F., Guendouz-Benrima A. & Doumandji-Mitiche B., 2008c.** About the mealybug *Planococcus ficus* in northern vineyards of Algeria. *XX International Congress of Zoology*. 26-29 August 2008. Paris. France.
41. **Bounaceur F. & Doumandji-Mitiche B., 2009.** Premières Données sur *Jacobiasca lybica* ( Bergerin & Zanon) ( Homoptera, Jassidae) sur vigne en Algérie. *EJSR* 33. Issue 2 : 234-248.
42. **Bounaceur F., Guittoun S., Dahane F., Guendouz-Benrima A., Allal-Benfekih L., Djemai A., Bissaad F. & Doumandji-Mitiche B., 2009.** Biogéographie et diversité des acariens inféodés à la vigne dans quelques stations viticoles du nord Algérien. *XIX<sup>èmes</sup> Journées Nationales de Biologie de la SSNT « Biologie & Changements climatiques »*. 5-t 8 novembre 2009. Impérial Park, Hammamet, Tunisie.
43. **Bournier A., 1957.** *Drepanothrips reuteri* Uzel. Le thrips de la vigne. *Annales de l'Ecole Nationale d'agriculture de Montpellier*, 30 :145-157.
44. **Bournier A., 1983.** *Les Thrips, biologie. Importance Agronomique*. Ed INRA, 128p.
45. **Bovey P. 1966.** *Superfamille des Tortricidea. L'Eudémis de la vigne*. In : *Entomologie appliquée à l'agriculture* (A.S. Balachowsky ed) : 461-490 Paris. Masson et Cie.
46. **Bramely R.G.V. & Hamilton R.P., 2004.** Understanding variability in winegrape production systems: 1 Within vineyard variation in yield over several vintages. *Australian Journal of Grape and Wine Reaserch*, 10:32-45.
47. **Bramely R.G.V., 2005.** Understanding variability in winegrape production systems: 2 Within vineyard variation in quality over several vintages. *Australian Journal of Grape and Wine Reaserch*, 11:33-42.
48. **Brière J.F. , Le Roux A.Y., Pracros P. & Stockel J., 1995.** Développement d'un modèle de simulation de dynamique de population. *Journée Technique du CIVB*. 61-64. 12 Janvier 1995. Bordeaux. France.
49. **Brière J.F. 1998.** Analyse mathématiques et numérique d'un modèle spatio-temporel de la dynamique d'un ravageur de la vigne : *Lobseia botrana* ( Eudémis).Thèse de Doctorat en Mathématiques Appliquées. Université de Bordeaux I, 250p.

50. **Burkness E.C., O'Rourke P.K. & Hutchison., 2000.** Control of European corn borer and leathopper on snap beans 1999. *Arthropod Manage Tests*, 25p.
51. **Cabaleiro C. & Segura A., 1997.** Field transmission of grapevine leafroll associated virus 3 (GLRaV3) by the mealybug *Planococcus citri*. *Plant Disease*, 81:283-287.
52. **Calle J.A., 1982.** Noctuidos espanles. *Bol.Serv.Plagas*, 1, Servicio de Defensa contra Plagas e Inspeccion Fitopatologica, 15p.
53. **Candolfi M.P., Jermini M., Carrera .A. & Candolfi-Vascance M.C. 1993.** Grapevine leah gas exchang, plant growth, yield, fruit quality and carbohydrate reserves influenced by the grape leafhopper, *Empoasca vitis*. *Entomologia Experimentalis and Applicata*, 69: 289.-96.
54. **Carleson J.D.,Whalon M.E. & Landis D.A. 1992.** Springtime weather patterns coincident with long-distance migration of potato leafhopper into Michigan. *Agricultural and Forest Meteorology*, 59:183-206.
55. **Catalayaud P.A., 1993.** Etude des relations nutritionnelle de la cochenille du Manioc avec sa plante hôte. Thèse de Doctorat d'état. Institut National des Sciences Appliqué. Lyon, 85 p.
56. **Causse R., Barthes J., Marcelin H. & Vidal G., 1984.** Localisation et mortalité hivernale des chenilles de l'eudémis de la vigne *Lobesia botrana* Schiff. *Vignes et Vins*, 326 :8-15.
57. **Caute P., 1996.** Dynamique des populations de l'Eudémis (*Lobesia botrana*) en première génération sur la biologie du développement et la répartition spatiale en vignobles. Mémoire. Ing.Trav.Agr. ENITA de Bordeaux, 50p.
58. **Cerutti F., 1989.** Modellizzazione della dinamica delle popolazioni di *Empoasca vitis* Göthe (Hom., Cicadellidae) nei vigneti del cantone ticino e influsso della flora circostante sulla presenza del parassitoide *Anagrus atomus* Haliday (Hym., Mymaridae).Thèse de Doctorat Ecole Polytechnique Fédérale de Zurich, 125p.
59. **Cerutti F., Dellucchi V., Baumgärtner , J. & Rubli, D., 1989.** Ricerche sull'ecosistema « vigneto » in Ticino : II. La colonizzazione dei vigneti de parte della cicalina *Empoasca vitis* göthe (Hom., Cicadellidae, Typhlocybinae) e del suo parassitoide *Anagrus atomus* (Halidae . Mymaridae ), e importanza della flora circostante. *Mitteilungen der Schweizerischen entomologischen Gesellschaft*, 62 : 253-267.
60. **Cerutti F., Baumgärtner J. & Delucchi V., 1991.** The dynamic of grape leafhopper *Empoasca vitis* Göthe populations in southern Switzerland and the implications for habitat management. *Biocontrol science and Technology*, 1(3): 177-194.
61. **Chaboussou F. & Carles J.P., 1962.** Observation sur le piégeage sexuel des mâles d'eudémis (*Lobesia botrana*). *Revue de Zoologie Agricole et Appliquée*, 61 :81-98.
62. **Chaboussou F., 1975.** Les facteurs cultureaux dans la résistance des agrumes vis-à-vis de leurs ravageurs. *Société de Zoologie. INRA*. Bordeaux, 39 p.

63. Chant D.A. & Mc Murthy J.A., 1994. A review of subfamily Phytoseiinae and Thyphlodrominae (Acari, Phytoseiidae). *International Journal of Acarology*, 20(4): 223-310.
64. Chapot H., 1964. *Les cochenilles blanches ou farineuses. In Maladies Troubles et ravageurs des agrumes au Maroc.* Institut National de la Recherche Agronomique, Rabat, 339 p.
65. Charmillot P.J. & Pasquier D., 2000. Vers de la grappe : technique de confusion, lutte classique et dynamique des populations. *Revue Suisse de Viticulture d'Arboriculture et d'Horticulture*, 32 :315-320.
66. Ciampolini M., Perrini S. & Tumino S., 1990. Severe damage by thrips to table grapes in southern Italy. *Info Agrar*, 47:127-131.
67. Cluzeau S., Peternelle M.C. & Choutellier C. 2000. *Index phytosanitaire.* ACTA 36<sup>ème</sup> édition, 180p.
68. Corino L., Ruaro P. & Abate R., 1992. La cicadelle de la vigne *Empoasca vitis* Gothe (Homoptera, Cicadellidae, Thyphlocibinae): Etude de biologie dans une région viticole du Lémont. *IOBC-WPRS Bulletin*, 15 2 :40.
69. Coscolla R., 1980. Aproximacion al estudio del parasitismo naturel sobre *L. botrana* Den y Schiff., en las comarcas vitícolas valencianas. *Bol. Serv. Plagas*, 6:5-15.
70. Coscolla R., 1981. Algunas consideraciones sobre la dinamica poblacional de *L. botrana* Den. y Shiff., en las comarcas vitícolas valencianas. *Bol. Serv 7* :169-184.
71. Coscolla R., 1997. *La polilla del racimo de la vid Lobesia botrana.* Generalitat Valencianna, Conselleria de agricultura, pesca y alimentacion. Valencia, 21p.
72. Coulon T. & Santenac G., 2000. Groupe de travail national production intégrée en viticulture : Référentiel national pour la production intégrée de raisin. Viticulture durable : Quelle mise en pratique dans le vignoble Français ? ITV France. Paris, 23p.
73. Courtney S.P., Chen G.K. & Gardner A., 1989. A general model for individual host selection. *Oikos*, 55: 55-65.
74. Crespy A., 1987. *Viticulture d'aujourd'hui.* J.B. Baillière (Ed) Lavoisier. Paris, France, 230p.
75. Cunningham J.P., West S.A. & Zalicki M.P., 2001. Host selection in phytophagous insects: a new explanation for learning in adults. *Oikos*, 95:537-543.
76. Daane K.M., Malakar-Kuenen R., Guillen M., Bentley W.J.B., Bianchi M. & Gonzalez D., 2002. Abiotic and biotic refuges hamper biological control of mealybug pests in California vineyards. 389-398. *Proceedings of the First International Symposium on Biological Control of Arthropods* ( R Van Driesch, ed) US Dep. Agric-Forest Service Publ. FHTET-3055. January 14-18 Honolulu, Hawaii, USA.

77. Daane K.M. & Williams L.E., 2003. Manipulating vineyard irrigation amounts to reduce insect pest damage. *Ecological Applications*, 13(6):1650-1666.
78. Dadjoz R., 1985. *Précis d'écologie*. Ed. Bordas. Paris, 505 p.
79. Darwish Y.A., Abdel-Galil F.A. & Younis A.M. 1987. Population dynamics of red scale insect *Aonidiella aurantii* (Mask), the whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius) and the leaf hopper *Empoasca lybica* (De Berg) on *Zizyphus* trees in upper Egypt (Homoptera: Diaspididae, Aleyrodidae, Cicadellidae). *Assiut Journal of Agricultural Sciences*, 18 (1): 267-278.
80. De Borbon C.M., Gracia O. & Gomez Talaquenca G.S., 2004. Mealybugs and grapevine leafroll-associated virus 3 in vineyards of Mendoza, Argentina. *American Journal of Enology and Viticulture*, 55: 283-285.
81. Decante D., 1999. Etude de la répartition d'*Empoasca vitis* dans le vignoble. Mémoire d'Ingénieur en Travaux Agricoles. ENITA de Bordeaux, 40p.
82. Decante D. & van Helden M., 2003. Green leafhopper *Empoasca vitis* (Goethe) migration and dispersions. *IOBC-WPRS Bulletin*, 26(8):189-196 *IOBC-WPRS Bulletin*, 26 (8):209-216.
83. Decante D. & van Helden M., 2006a. Population ecology of *Empoasca vitis* (Goethe) and *Scaphoideus titanus* (Ball) in Bordeaux vineyards: influence of migration and landscape. *Crop protection*, 25 (7):696-704.
84. Decante D. & van Helden M., 2006b. Spatial and Temporal distribution of *Empoasca vitis* Goethe within a vineyard plot. *Agricultural and Forest entomology*,
85. Decante D., 2007. Répartition spatio-temporelle et migration de la cicadelle verte *Empoasca vitis* Goethe dans un agro-écosystème viticole. Thèse de Doctorat, Université Bordeaux II, 105p.
86. Degen T., Stadler E. & Ellis P.R., 1999. Host-plant susceptibility to the carrot fly, *Psila rosae*. 1 Acceptability of various host species to ovipositing females. *Annals of Applied Biology*, 134:1-11.
87. Delbac L., Fos A., Lecharpentier P. & Stockel J., 1996. Confusion sexuelle contre l'Eudémis: impact sur la cicadelle verte dans le vignoble bordelais. *Phytoma-LDV*, 488 :36-40.
88. Delbac L., Vible J.C., Lecharpentier P., Pracros P. & Stockel J., 1999. Confusion sexuel contre l'Eudémis : II- Impact sur la Cicadelle verte dans le vignoble bordelaise. *Phytoma*, 488 :36-39.
89. Delbac L., 2000. Epidémiologie de la flavescence dorée de la vigne, détection du phytoplasme et dynamique des *Scaphoideus titanus* (Ball) en Gironde. Mémoire d'Ingénieur en Travaux Agricoles. ENITA de Bordeaux, 60p.

90. Della Giustina W., 1989. *Homoptères Cicadellidae, volume 3 compléments. Faune de France*. Fed Française des sociétés de sciences naturelles INRA éditions, 350p.

91. Della Giustina W., 2002a. Les cicadelles nuisibles à l'agriculture 1<sup>ère</sup> partie. *Insectes*, 126: 3-6.

92. Della Giustina W., 2002b. Les cicadelles nuisibles à l'agriculture 2<sup>ème</sup> partie. *Insectes*, 127: 25-28.

93. Deltasus M., Lepigre A. & Pasquier R., 1933. *Les ennemis de la vigne en Algérie et les moyens pratique de les combattre. Les parasites animaux*. Tome I. Imprimerie Jule Carbonel, Alger, 249p.

94. Descoins C., Lalanne-Cassou B. & Samain D., 1974. Attractifs sexuels synthétiques pour l'Eudémis de la vigne. *Comptes Rendus Académiques Sciences. Paris*, 279: 907-910.

95. Doumandji S., 1985. Les Cochenilles diaspines du Caroubier *Ceratonia siliqua* en Algérie. 1<sup>ère</sup> Journées d'études scientifiques à l'INES d'agronomie de Blida, 10 et 11 avril, 1985, 15 p.

96. Duso C., 1990. Indagini bioecologiche su *Planococcus ficus* (Sign) nel Veneto (Indigenous bioecology of *Planococcus ficus* (Sign) in the Veneto region). *Bollettino del Laboratorio di Entomologia Agraria 'Filippo Silvestri'*, 46:3-20.

97. Eichhorn K.W. & Lirenz H., 1977. Phanologische entwicklungsstadien der rebe. *Deutscher Weinbau*, 1 :19-24.

98. Emmen D.A., Fleischer S.J. & Hower A. 2004. Temporel and spatial dynamics of *Empoasca fabae* (Harris) (Homoptera: Cicadellidae) in Alfalfa. *Environmental Entomology*, 3 (4):890-899.

99. Engelbrecht D. J. & Kasdorf G.G.F., 1990 - Transmission of grapevine leafroll disease and associated closterovirus to healthy grapevine by the mealybug *Planococcus ficus*. *Phytoparasitica*, 17, 63.

100. Esserhane O., 2006. Les tannins condensés et l'azote total du genre *Vitis* expliquent-ils l'installation de la cicadelle verte *Empoasca vitis* (Goethe, 1875) ( Homoptera, Cicadellidae) et l'Eudémis de la vigne *Lobesia botrana* (Den. et Schiff.) (Lepidoptera, Tortricidae). Mémoire d' Ingénieur Agronome. Université Saad Dahleb. Blida, 87p.

101. Esmanjeaud D., 2000. *Les nématodes de la vigne*. 17-34. In *Les ravageurs de la vigne*. J. Stockel, ed. Editions Féret. Bordeaux, France, 231p.

102. Fermaud M. & Le Menn R., 1989. Association of *Botrytis cinerea* with grape berry moth larvae. *Phytopathology*, 79:651-656.

103. **Fermaud M., 1990.** Incidence des attaques larvaires d'Eudémis (*Lobesia botrana*) sur le développement de la pourriture grise (*Botrytis cinerea*) chez la vigne : rôle des facteurs du milieu et mécanismes mis en jeu. Thèse de Doctorat INA Paris Grignon, 104 p.
104. **Fermaud M & Le Men R., 1992.** Transmission of *Botrytis cinerea* to grapes berry moth larvae. *Phytopathology*, 82:1393-1398.
105. **Fermaud M. & Giboulot A., 1996.** Etude comparative de l'eudémis et de la cochyliis comme facteurs favorisant de pourriture grise. *Colloque OILB vigne*. Bordeaux, France.
106. **Fermaud M., Gravot E., Blancard D. & Jailloux., 1999.** Association drosophile-micro-organismes dans les vignes du Bordelais atteintes par la pourriture acide. C. R. Réunion du groupe OILB « *Lutte intégrée en viticulture* », Florence, 1-4 mars 1999, Italy.
107. **Foldi I. & Soria S.J., 1989.** Les cochenilles nuisibles à la vigne en Amérique du Sud (Homoptera, Coccoidea). *Annales de la Société d'Entomologie Française* (N.S), 25.4 : 411-430.
108. **Fos A., Delbac L., Lecharpentier P., Lecharpentier V. & Stockel J. 1997.** Etude de la répartition spatiale d' *Empoasca vitis* Goethe (Homoptera, Thyphlocybinae) et apports pour l'échantillonnage. Répartition sur le cep de la vigne. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 31 (3): 119-125.
109. **Foster S.P. & Harris M.O., 1997.** Behavioral manipulation methods for insect pest-management. *Annual Review of Entomology*, 42: 123-146.
110. **Frontier S., 1983.** *Stratégie d'échantillonnage en écologie*. Ed. Masson, Paris et Les Presses de l'Université de Laval, Québec, 494 p.
111. **Galet P., 1982.** Les maladies et les parasites de la vigne. Tome II: Les parasites animaux. Imprimerie du Paysan du midi, Montpellier, 1004p.
112. **Galet P., 1993.** *Précis de viticulture*. Imprimerie Dehan, Montpellier, 582p.
113. **Geiger C.A. & Daane K.M., 2001.** Seasonal movement and sampling of the grape mealybug, *Pseudococcus maritimus* (Ehrhorn) (Homoptera: Pseudococcidae), in San Joaquin vineyards. *Journal of Economic Entomology*, 94:291-301.
114. **Genini M., 1998.** L'entomofaune auxiliaire de la vigne et des milieux environnants. In working group Integrated Control in Viticulture. OILB, Florence, 1-4 mars 1999. Italy.
115. **Genini M., 2000.** Antagonistes de la Cicadelle verte et des vers de la grappe dans le vignoble valaisan et les milieux environnants. *Revue Suisse de Viticulture, d'Arboriculture et d'Horticulture* ,32.3 :153-161.
116. **Germain J.F. & Matille-Ferreo D., 2005.** Les cochenilles sous serres en France. *Revue Phytoma* , 583 : 32.

117. Goix J., 1980. La lutte contre les limaces. *Phytoma*, Septembre-Octobre :5-8.
119. Goutouly J.P., Drissi R., Forget D. & Gaudillere J.P., 2006. Caractérisation de la vigueur de la vigne par l'indice NDVI mesuré au sol. *VI<sup>th</sup> International Terroirs Congress*. Septembre, 2006.
120. Grassé P.P., 1928. *Eudémis et plantes sauvages*. In : *Progrès Agricole et Viticole* : 541-544, Montpellier.
121. Guarino A. & Laccone G., 1996. The defence of table grape from pests. *Inf. Agrar. Suppl*, 52 :31-40.
122. Guarino A. Baladacchino B & Merlino S., 1996. La cocciniglia nera della Vite *Targionia vitis* (Signoret). *L'informatore agrario*, 21 :51-54.
123. Hammer Ø. Harper D.A.T. & Ryan P.D., 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis, *Palaeont. Electron*. 4 (1): 9, [http://palaeoelectronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeoelectronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm).
124. Hermann J.V & Eichler P., 1999. Epidemiological studies of the grape leafhopper *Empoasca vitis* Göthe its antagonistic egg parasitoids in the franconian wine growing population ( Germany). *IOBC-WPRS Bulletin*, 23 (4): 115-121.
125. Hurtel B. & Thiery D., 1999. Modulation of flight activity in *Lobesia botrana* Den & Schiff (Lepidoptera: Tortricidae) females studied in wind tunnel. *Journal of Insect Behavior*, 12:199-211.
126. Ibrahim M. & Al-Radwan N., 2006. Monitoring the changes in the population activity of grape berry moth *Lobesia botrana* Sh., in Homs, Syria. *9<sup>th</sup> Arab Congress of Plant Protection*. 19-23 November, Damascus, Syria.
127. Jarraya A. 2003. *Principaux nuisibles des plantes cultivées et des denrées stockées en Afrique du Nord*. Ed Climat Pub, 398p.
128. Jehanno V., 2004. Migration de la Cicadelle verte et répartition de l'Eudémis sur une appellation en lute obligatoire contre la flavescence dorée. Mémoire d' Ingénieur en Travaux Agricoles. ENITA de Bordeaux, 35p.
129. Jermini M., Baillod M. & Schimd A., 1990. Dynamique des populations, contrôles seuils et époque d'intervention pour la Cicadelle verte, *Empoasca vitis* Goethe. Groupe lutte intégrée en viticulture. *Bulletin OILB-SROP*. 13 :162-164.
130. Gervy R., 1970. Les phosphates et l'agriculture. Ed DUNOD. Paris, 298 p.
131. Khelil A., 1989. *Nutrition et fertilisation des arbres fruitiers et de la vigne*. Office des publications universitaires. Alger, 67 p.

132. Koufi A. & Lebdi- Grissa K., 2007. Les acariens phytophages inféodés à la vigne. 4<sup>th</sup> African Acarology Symposium. 22, 23, 24, 25, 26 et 27 octobre 2007. Impérial Park, Hammamet, Tunisie.

133. Kreigler P.J., 1954. Bydrae tot die kennis van *Planococcus citri* (Risso) (Homoptera : Pseudococcidae) (in Afrikaans). Thesis, Stellenbosch University Private Bag X1, 7602 Matieland (Stellenbosch). South Africa, 142p.

134. Kreiter S., Laurent J.C., Marchand P., Santenac G., Valenttin G. & Vila Y., 1989. Lutte biologique contre les acariens phytophages en viticulture en France. In Proc. Colloque sur les acariens des cultures. Montpellier, 24-26 octobre 1989. Annales ANPP, 2 :405-410.

135. Kreiter S., 2000. Les acariens de la vigne. 37-101. In *Les ravageurs de la vigne*. J. Stockel, ed. Editions Féret. Bordeaux, France, 231p.

136. Kumbasli M., 2005. Etude sur les composés polyphénoliques en relation avec l'alimentation de la tordeuse des bourgeons de l'épinette. Thèse doctorat des sciences forestières. Faculté de foresterie, Québec, 176 p.

137. Kowalski K & Rzebik-Kowalka B., 1991. *Mammals of Algeria*. Ed. Polish Academy of Science, Instit. Syst. Evol. Anim., Wroclaw, Warszawa, Krakow, 353p.

138. Lacasa P.A., 1989. Los trips asociados a los cultivos protegidos del sureste espanol. Simposium Nacional sobre cultivors protegidos. Almeria, Espana 25p.

139. Lacasa A. & Llorens J.M., 1996. *Trips y su control biologico*. Tomo I. Ed. Consejeria de Medio Ambiente, Agricultura y Agua. Serie Divulgation Técnica, n°17. Murcia, Espana 9p.

140. Laccone G. & Guarino A., 2000. Plant health balance for dessert grapes in the year 2000. *Inf Agrar. Suppl*, 56: 46-49.

141. Lamp W.O. & Zhao L., 1993. Prediction and manipulation of movement by polyphagous, highly mobile pests. *Journal of Agricultural Entomology*, 10(4):267-281.

142. Laurent J.C., 1994. Jaune ou verte, flavescence ou grillures. *Viti*, 1.85 :20-23.

143. Laurent J.C., 1999. *Les cicadelles de la vigne*. Compte rendu Colloque Euroviti. Montpellier. France.

144. Longo S., Mazzeo G. & Russo A., 1991. Note bioetologica su *Planococcus ficus* (Homoptera: Coccoidea Pseudococcidae) in Sicilia. 705-710. *Atti XVI Congresso Nazionale Italiano di Entomologia*. 23-28 September. Bari-Martina Franca, Italy.

145. Lorenz D.H., Eichhorn K.W., Bleiholder H., Klose R., Meir U. & Weber E. 1995. phenological growth stages of grapevine *Vitis vinefera* L ssp *vinefera*. Codes and descriptions according to the extended BBCH scale. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 1 (2):100-103.

146. **Loucif Z. & Bonafonte P., 1977.** Observation des populations du pou de San José dans la Mitidja. *Revue l'ruits*, 4(32) : 253-261.

147. **Lucas Espadas A., 1991.** Balance de las principales plagas que se han presentado en las Comunidades Autonomas. *Phytoma-Espana*, 27 (marzo) :14-35.

148. **Lucas Espadas A., 2002.** Compartimento de melazo (*Pseudococcus citri* Risso) en uva de mesa en la Region de Murcia. Alternativas de control biologico. *Phytoma-Espana*, 138 : 28-36.

149. **Madi A.,** Influence des métabolites secondaires des feuilles de la vigne sur la dynamique des populations de la Cicadelle verte *Empoasca vitis* (Goethe, 1875) (Homoptera Cicadellidae). Cas des protéines solubles et des tanins condensés. Mémoire d'Ingénieur Agronome. Université de Blida, 67p.

150. **Majot L., 2000.** Contribution à la mise en œuvre de la protection intégrée dans un vignoble. Mémoire d'Ingénieur en Travaux Agricoles. ENITA de Bordeaux, 63p.

151. **Maher N., 1997.** Etudes sur l'oviposition de l'eudémis, *Lobesia botrana*, selon sa fécondité. Conséquences sur la répartition spatio-temporelle des œufs. Mémoire de DEA (Œnologie et Ampélogie). Université de Bordeaux II, 41p.

152. **Maher N., Toulouse M.E., Jolivet J. & Thiery D., 2000.** Oviposition preference of the European grape vine moth, *Lobesia botrana* (Lepidoptera : Tortricidae) for host and non – host plants present in Bordeaux area: 131-134. In C. Lozzia (eds). *IOBC/wprs Bulletin* vol.23.4:1-4. March 199, Florence, Italy.

153. **Maher N. Jolivet M. & Thiery D., 2000.** Préférence de ponte de *Lobesia botrana* (Lépidoptère) entre différents cépages de vigne: influence des substances non-volatiles de la surface des baies. Première journée des doctorants de l'INRA-Aquitaine, 13 Avril 2000. Bordeaux.

154. **Maher N., 2002.** Sélection du site de ponte chez *Lobesia botrana* (Lepidoptera, Tortricidae) : Influence de l'information chimique non volatil présente sur les fruits des plantes hôtes. Thèse de Doctorat. Œnologie et Ampélogie Université Bordeaux II, 107p.

155. **Maher N., Sandoz S. & Thiery D., 2002.** Isolement de substances stimulant de ponte de *Lobesia botrana* à partir de baies de raisin var. Chasselas. Deuxième journée des doctorants de l'INRA-Aquitaine, 25 Avril 2002, Bordeaux.

156. **Maher N., Thiery D. & Stadler E., 2006.** Oviposition by *Lobesia botrana* is stimulated by sugars detected by contact chemoreceptors. *Physiological Entomology*, 31:14-22.

157. **Mahfoudi N., 2002.** Etude de la biologie de la cochenille farineuse *Planococcus citri* (Risso) (Homoptera : Pseudococcidae) vecteur du virus a de la vigne (GVA) et essai de lutte biologique. Mémoire DEA, INAT de Tunis, 86 p.

158. **Mahfoudi N., Dhouibi M.H., 2009.** Survey of mealybugs (Hemiptera : Pseudococcidae) and their natural enemies in Tunisian vineyards. *African Entomology*, 17:154-160.
159. **Mahfoudi N., Digiario M. & Dhouibi M.H., 2009.** Transmission of grapevine leafroll viruses by *Planococcus ficus* (Hemiptera: Pseudococcidae) and *Ceroplastes rusci* (Hemiptera Coccidae). *Plant Disease*, 93:999-1002.
160. **Maixer M., 2003.** A sequential sampling procedure for *Empoasca vitis* Gothe (Homoptera, Achenorrhyncha). *IOBC-WPRS Bulletin*, 26. 8:209-216.
161. **Malais M. & Ravaensberg, , 1993.** *Mode de vie des ravageurs et de leurs ennemis naturels*. Koppert, B. V. et Rodenrijs, Pays Bas, 109 p.
162. **Malakar-Kuenen R., Daane K.M. Bentley W.J., Yokota G.Y., Martin L.A., Godfrey K. & Ball., 2001.** Population dynamics of the vine mealybug and its naturel enemies in the Coachella and Sain Joaquin Valleys. *Uni. Calif. Plant .Prot. Quart*, 11:1-3.
163. **Maltova C. & Boller E.F., 1999.** Guidelines for intagrated production of grape : Technical guidelines III(2<sup>nd</sup> edition). *IOBC-WPRS Bulletin*, 22(8),75p.
164. **Mansour R., Grissa- Lebdi K., La Torre I., Zappala L. & Russo A.,2009.** Preliminary Stydy inTwo Vineyards of the Cap-Bon Region (Tunisia). *Tunisian Journal of Plant Protection*, 4:185-196.
165. **Marguerit E., Costa Ferreira A.M., Azais C., Roby J.P., Goutouly J.P, Germain C. & Van Leewen C., 2006.** La télédétection à haute résolution pour optimiser les variations intra-parcellaires de la vigueur de la vigne. *Proceedings of the VI<sup>th</sup> International Congress Terroirs Viticoles 2006*. Bordeaux, France, 286-291.
166. **Marschal P., 1912.** *Rapports sur les travaux accomplis par la mission d'étude de la cochylis et de l'eudémis pendant l'année 1911*. C. Béranger (ed). Paris et liège, 326p.
167. **Marschal M., 1975-** Variations saisonnières de la composition minérale des feuilles de clémentinier greffée sur bigaradier, Citrange « troyer » et *Poncirus trifoliata* en Corse. *Revue, Fruits*. 5(30):329-337.
168. **Marshisini E. & Dalla -Monta L.D., 1994.** Observations of naturel ennemis of *Lobesia botrana* (Den & Schiff) (Lepidoptera : Tortricidae) in Venitian vineyards. *Boll. Zool Agrar. Bachicoltura*, 26(2):201-230.
169. **Martin-Prevel P., Gagnard J. & Gautier P., 1984.** *L'analyse végétale dans le contrôle de l'alimentation des plantes tempérées et tropicales*, Lavoisier, Paris, 810p.
170. **Mayet V., 1890.** *Les cochenilles de la vigne. Progrès Agricoles et Viticoles*, 21(1) : 139-284.
171. **Mayse A., Roltsh W.J. & Roy R.R. 1991.** Effects of nitrogen fertilizer on population dynamics of leafhoppers on grapes. *Proceedings. of the International Symposium of nitrogen in grapes and wine*. Seattle, USA, 18-19 juin, 1991:295-295.

172. Mercier A., 1999. L'importance du fonctionnement morphodynamiques du cour d'eau sur les habitats des éphémères l'exemple d'une rivière de montagne : l'Ariège (Pyrénées centrale françaises). *Ephemera* , 1 (2):111-117.
173. Miller J.R. & Cowles R.S., 1991. Peripheral and central structures involved in insect gestation. *Microscopy Research and Technique*, 47:401-415.
174. Moleas T., 1988. Osservazioni epidemiologiche su *Sinoxylon sexdentatum* Olive *Amphicerus* (= *Schistoceros*) *bimaculatus* Oliv. (Coleoptera, Bostrychidae) sulla vite in Puglia. *Informatore fitopatologico, enero. Italy* , 55-58
175. Moleas T., Baldacchino F. & Addante R., 1996. Integrated control of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) on table grape in 1992-94. *Difesa Piante*, 19: 41-48.
176. Moncef A. 1987. Some biological features of cotton jassid in Fars Province. *Entomologie et phytopathologie appliquée*, 54 (1):53-54 et 54 (2): 153-158.
177. Mondy N., 1998. Etude du mutualisme entre un champignon phytopathogène *Botrytis cinerea* et un ravageur de la vigne *Lobesia botrana* : recherche de nouvelles méthodes de lutte. Thèse de Doctorat, Université de Bordeaux II, 150 p.
178. Mondy N. & Corio-Costet M.F., 2000. The response of the grape berry moth (*Lobesia botrana*) to a dietary phytopathogenic fungus (*Botrytis cinerea*): the significance of fungus sterols. *Journal of insect Physiology*, 46:1557-1564.
179. Moreau J., Arruego X., Benrey B. & Thiery D., 2006. Differences in nutritional quality of parts of *Vitis vinifera* berries affect fitness of the European grapevine moth. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 119:93-99.
180. Morel R., 1989. *Les sols cultivés*. Ed. Technique et Documentation. Lavoisier, Paris, 373 p.
181. Mutin G., 1969. *L'Algérie et ses Agrumes*. Extrait de la revue de géographie. , Lyon, Vol 441, 36p.
182. Mutin G., 1977. *La Mitidja décolonisation et espèces géographiques*. Ed. OPU, Alger, 607p.
183. Nault B.A., Taylor A.J., Urwiler M., Rabaey T. & Hutchison W.D. 2004. Neonicotinoid seed treatments for managing potato leafhopper infestations in snap bean. *Crop Protection*, 23:147-154.
184. Nicole M. C., 2002. Les relations des insectes phytophages avec leurs plantes hôtes. *Antennae*, 9(1) : Montréal, 6 p.
185. Noyes J.S. & Hayet M., 1994. *Oriental Mealybug Parasitoids of Anagyrini* (Hymenoptera, Encyrtidae). CAB, International, London UK, 554p.

186. Nuzzaci G. & Triggiani O., 1982. Notes on the biocenosis in Puglia of *Lobesia botrana* (*Polychrosis*) *botrana* (Schiff) (Lepidoptera: Tortricidae) exclusive to *Daphne gnidium* L. *Entomologica*, 17: 47-52.
187. Ortu S. & Delrio G., 1982. Osservazioni sull'impiego in campo del feromone sessuale di *Planococcus Citri* (Risso) (Homoptera, Coccoidea), *Redia* 10 :341-353.
188. Panis A., 1984. Les cochenilles des vignobles atteints : inventaire. *Vititechnique*, 75, 22-24.
189. Pariaud-Seguin D., 1995. Etude de l'influence de certains caractères morphologiques durs l'ovoposition de l'eudémis (*Lobesia botrana*) et de la répartition des pontes en vignobles. Mémoire DEA en Œnologie et Ampélogie Université de Bordeaux II, 56p.
190. Pavan F. & Pavanetto E., 1987. *Seasonal abundance of Thyphlocibinae at different leaf position*. 135-141. In *Influence of environmental factors on the control of grape pests, diseases & weeds*. Ed Balekema, Rotterdam, 351p.
191. Perez Marin J.L., 1992. Gusanos grises y otros parasitos de la vid durante el desborre. Tesis Doctoral. Publicaciones del MAPA, 185p.
192. Perez Marin J.L., 1999. La filoxera de la vid : biologia, sintomatologia, danos y medios de proteccion. *Congresos y Jornadas. Gobierno de La Rioja*, 6 :78-95.
193. Perez Marin J.L., 2000. Resultados obtenidos en La Rioja con el nuevo método de control de la pollila del racimo de la vid : la confusion sexual. *Congresos y Jornadas. Gobierno de La Rioja* :18-29.
194. Perez de Obano Castelo J.J., 2007. *Punaise (Nysius ericae Shill) In Les parasites de la vigne-stratégies de protection raisonnée*. Anonyme 2007. Ed. Dunod, Paris, 429.
195. Picard F., 1913. *Rapport sur la cochylys et l'Eudémis dans le midi de la France*. In *Annales du Service des Epiphytes* (E. Prilleux, P. Marschal & E. Foec eds) : 352-360.
196. Pickett J.A., Chamberlain K., Poppy G.M. & Woodcock C.M., 1999. *Exploiting insect responses in identifying plant signals*. In D.J Chadwick & J.A. Goode (eds). *Insect-plant interactions and induced plant defense*. Novartis Fondation Symposium, 223 John Wiley & Sons, LTD, 13-15 October 1998, London.
197. Pimentel D., 1991. Diversification of biocontrol strategies in agriculture. *Crop Protection*, 10: 243-253.
198. Pracros P., Brière J.F., Lecharpentier P. & Stockel J. 1995. Acquisition de données biologiques en vue d'une approche de modélisation quantitative de l'Eudémis. Journée Technique du CIVB. 55-58. 12 Janvier 1995. Bordeaux, France.
199. Praloran J.C., 1971. *Les agrumes*. Ed Maisonneuve et Larousse. France, 565 p.

215. **Roehrich R., 1977.** *Les tordeuses de la grappe. Recherche sur la musibilité de Eupoecilia ambiguella Hb et Lobesia botrana Den.* Schiff. Groupe de travail OILB, 124p.
216. **Roehrich R. & Schimid A., 1979.** Lutte intégrée en viticulture. Tordeuse de la grappe: evaluation du risqué, détermination des périodes d'intervention et recherché de lute biologique. 245-254. *Proceedings International Symposium IOBC/wprs on Integreated Plant Protection in Agriculture and Forestry*, 8-12 october 1979.
217. **Roehrich R., 1981.** Travaux du sous groupe « Tordeuse de la grappe ». Lutte intégrée en viticulture : IV réunion plénière-Gargnano (Italie). *Bollettino di Zoologia Agraria e di Bachicoltura*. II :7-34.
218. **Roehrich R., Marcelin Y., Lecligne G., Vidal R. & Sobraques., 1976.** *Lutte contre l'Eudemis de la vigne (Lobesia botrana Sciff).* Ed Castillet. Perpignan France, 40p.
219. **Roelofs W., Kochansky S., Carde R., Arn H. & Rauscher S., 1973.** Sex attractant of the grape vine moth *Lobesia botrana*. *Bulletin de la Société d'Entomologie de Suisse*, 46 :71-73.
220. **Rousseau J., 1994.** La Cicadelle verte : un équilibre écologique à préserver. *Alter agri*, 11 :27-29.
221. **Ruiz Castro A., 1943.** Dos tiflocidos nuevos en Espana que atacan a la vid y al pimentio. *Bol. Pat. Veg. Ent. Agraria*, 12 :143-189.
222. **Ruiz Castro A., 1944.** un coccido Ampelephago neuvo en España (Duuae). *Bol. Pat. Veg. Ent. Agraria*, 13 : 55- 78.
223. **Ruiz Castro A., 1966.** *Plagas y enfermedades de la vida.* I.N.I.A. Madrid, 250p.
224. **Saighi H., 1998.** Biosystématique des Aphides et de leurs ennemis naturels dans deux stations d'étude. Le jardin du Hamma et le parc de l'institut national agronomique d'el Harrach. Thèse de Magister ENSA, El Harrach, 312 p.
225. **Santenac G. 2005a.** Les antagonistes naturels d'*Empoasca vitis* Goethe en bourgogne. Etude de faisabilité d'une lutte biologique par augmentation (première partie). *Progrès Agricole et Viticole*, 122 (3): 57-59. Mondavi, 1-2 Décembre 2004, Bordeaux, France.
226. **Santenac G. 2005b.** Les antagonistes naturels d'*Empoasca vitis* Goethe en bourgogne. Etude de faisabilité d'une lutte biologique par augmentation (deuxième partie). *Progrès Agricole et Viticole*, 122 (4) : 79-87. Mondavi, 1-2 Décembre 2004, Bordeaux, France.
227. **Santorini P. A., 1977.** Essai de lutte chimique contre la cochenille farineuse des agrumes en Grèce (Homoptera. Coccoidea. Pseudocuccidea). *Fruits*, 34 : 136-146.
228. **Savopoulou-Soultani M., Stavridis D.G. & Tzanakakis M.E., 1990.** Development and reproduction of *Lobesia botrana* on vine and olive inflorescences. *Entomologia Hellinica*: 29-35.

229. Schubert et Stengel., 1992. Des hyménoptères efficaces de tordeuses. *Viti*, février :44-45.
230. Schmitz V., Roehrich R. & Stockel J., 1995. Etude du mécanisme de la confusion sexuelle pour l'Eudémis de la vigne *Lobesia botrana* Den & Sciff (Lepidoptera, Tortricidae). Rôle respectifs de la compétition du camouflage de la piste odorante et de la modification du signal Phéromonal. *Journal of Applied Entomology*, 119 :131-138
231. Seltzer P., 1946. *Le climat de l'Algérie*. Inst. Météo. Phy. Globe, Univ. Alger, 219p.
232. Setbel S., 2008. Expansion du Héron garde-bœufs en Algérie : Processus, problèmes et solutions. Thèse de Doctorat ENSA, Alger, 257 p.
233. Sforza R., 2000. *Cochenilles sur la vigne : Bio-éthologie, impact agronomique, lutte et prophylaxie*. Pages 130-147. In : *Les ravageurs de la vigne*. J. Stockel. Editions Féret. Bordeaux France, 231p.
234. Sforza R., Kirk A. & Jones W.A., 2005. Resultats of foreign exproation for natural ennemis of *Planococcus ficus* (Hom: Pseudococcidea), a new invasive mealybug in California Vineyards. AFPP-7<sup>ème</sup> Conférence Internationale sur les ravageurs en Agriculture, Montpellier-26 et 27 Octobre 2005. 8p.
235. Sforza R. & Maugin E., 2006. Suivi de la cochenille *Planococcus ficus* dans le vignoble languedocien pour la lutte biologique. AFPP – 1<sup>ère</sup> Conférence Internationale sur l'entretien des espaces verts, jardins, gazons, forets, zones aquatiques et autres zones non agricoles. Avignon le 11 et 12 octobre 2006, 12p.
236. Shields E.J. & Testa A.M., 1999. Fallmigratory flight initiation of the poptato leafhopper *Empoasca fabae* (Homoptera, Cicadellidae): observation in the lower atmosphere using a remote piloted vehicle. *Agricultural and Forest Meteorology*, 97 (4):317-330.
237. Singer M.C., 1986. *The definition and measurement of oviposition preference in plant feeding insects*. In: *Insect Plant Interactions*. ( J.R.Miller & T.A Miller ed):65-94. New York (USA): Springer-Verlag 315p.
238. Singer M.C. & Lee J.R., 2000. Discrimination within and between host species by a butterfly: implications for design of preference experiments. *Ecology Letters*, 3: 101-105.
239. Smirnoff W., 1956. Observations sur les prédateurs et parasites de cochenilles nuisibles du Maroc et sur leurs ennemis. Ed. Serv. *Défenses des Végétaux*, (10), 60 p.
240. Spring J.L., 1999. Indice chlorophyllien du feuillage et nutrition azotée du cépage Chasselas. *Revue Suisse de Viticulture, d'Arboriculture et d'Horticulture*, 31 : 141-145.
241. Spring J.L. & Zufferey, V., 2000. Intérêt de la détermination de l'indice chlorophyllien du feuillage en viticulture. *Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture et Horticulture*, 32 : 323-328.

242. Stewart P., 1969 – Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique ; Quelques réflexions. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle d'Afrique du Nord* : 24-24.
243. Stockel J., 1989. Préconisations Vers de la Grappe : comment prévoir les risques ? connaissance *Vigne et Vin*. Hors série : 75-80.
244. Stockel J., 1993. Des perspectives nouvelles de lutte contre l'Eudémis. *Revue Viti* : 22-24.
245. Stockel J., Le charpentier P., Fos A. & Delbac L., 1997. Effets de la confusion sexuelle contre l'Eudemis *Lobesia botrana* sur les populations d'autres ravageurs et d'auxiliaires dans les vignobles bordelais. *Bulletin OILB-SROP*, 20(1) :89-94.
246. Stockel J., 2000. *L'eudemis. Lépidoptères (du groupe des Tordeuses)*. In : *Les Ravageurs de la vigne* (J. Stockel ed) : 151-176. Editons Féret. Bordeaux.
247. Stoeva R., 1979. The diurnal activity of the grape moth (*Lobesia botrana* Schiff). *Gradinarska I Lozarska Nauka*, 16:111-121.
248. Taylor P.S., Hayes J.L. & Shields E.J. 1993. Demonstration of pine feeding by *Empoasca fabae* (Homoptera, Cicadellidae) using an elemental marker. *Journal of Kansas entomological Society*, 66:250-252.
249. Taylor P.S. & Shields E.J., 1995. Development of migrant source populations of the leafhopper *Empoasca fabae* (Harris) (Homoptera, Cicadellidae). *Environmental entomology*, 24: 1115-1121.
250. Taylor J.A., 2005. Digital Terroirs and Precision Viticulture: Investigations into the application of information technologies in Australian vineyards. E-book. Sydney, Australia: Australian Centre for Precision Agriculture. Available from.: [http://www.usud.edu.au/su/agric/acpa/people/james/Thesis/PhD\\_Taylor\\_2004.pdf](http://www.usud.edu.au/su/agric/acpa/people/james/Thesis/PhD_Taylor_2004.pdf).
251. Ter Braak, C. J. F. & Prentice I. C., 1988. A theory of gradient analysis. *Advances in Ecological Research*, 18: 271-317.
252. Thiery D., Gabel B., Farakas P. & Pronier V., 1992. Identification of an oviposition-regulation pheromone in the European grapevine moth, *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae). *Experienta*, 48:697-699.
253. Thiery D & Gabel B., 2000. Comportement de ponte des femelles d'eudémis de la vigne en présence d'extraits de fleurs de Muller Thurgau. In C. Lozzia (eds), *IOBC/WPRS Bulletin* 23(4): 135-138. 1-4 March 1999, Florence Italy.
254. Thiery D., Xuereb A., Villemant C., Santenac G., Delbac L. & Kuntzman P., 2001. Les parasites larvaires de tordeuses de vignobles : aperçu de quelques espèces présentes dans 3 régions viticoles françaises. *Bulletin IOBC/WPRS*, 24 : 135-142.

255. **Thiery D., Maher N. & Xureb A., 2002.** Recherches dans la perspective de gérer les comportements de choix de la plante par les femelles des vers de la grappe. 2<sup>ème</sup> Conférence Internationale sur les Moyens Alternatifs de Lutte contre les Organismes Nuisibles aux Végétaux. Session vigne :535-543. 4 -7 Mars 2002. Lille, France.
256. **Thiery D. & Xureb A., 2004.** Vers une lutte biologique contre eudémis *Lobesia Botrana*? *Mondialviti* : 45-52. 1 et 2 Décembre 2004. Bordeaux, France.
257. **Thompson J.N., 1988.** Evolutionary ecology of the relationship between oviposition preference and performance of offspring in phytophagous insects. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 47:3-14.
258. **Thompson J.N. & Pellmyr O., 1991.** Evolution of oviposition behavior and host preference in Lepidoptera. *Annual Review of Entomology*, 36: 65-89.
259. **Tisseyre B., Taylor J. & Ojeda H., 2006.** New technologies to characterize spatial variability in viticulture. *Proceedings of the VI<sup>th</sup> International Congress Terroirs Viticoles 2006*:204-207. Bordeaux, France.
260. **Toledo Panos J., 2007.** *Cochenille farineuse de la vigne (Pseudococcus citri, Risso)*. In *Les parasites de la vigne-stratégies de protection raisonnée*. Anonyme 2007. Ed Dunod, Paris, 429 p.
261. **Torres-Vila L.M., 1995.** Factores reguladores del potencial biotico y de la poliandria en la polilla del racino de la vid *Lobesia botrana* Den.y Schiff. (Lepidoptera : Trotricidae. Thèse de Doctorat Politencia de Madrid, 248p.
262. **Trichilo P.J., Wilson L.T. & Grimes D.W., 1990.** Influence of irrigation management on the abundance of leafhoppers (Homptera: Cicadellidae) on grapes. *Environmental Entomology*, 19: 1803-1809.
263. **Tzanakakis M.E., 1985.** Little suspected conditions possibly affecting the population size of European grape berry moths .In A. A Balkema (eds) , *Meeting on Integrated Pest Control in Viticulture*.
264. **Van Heden M., 2000.** *La cicadelle verte (Empoasca vitis Goethe)*:121-129. In Stockel. J. (Ed). *Les ravageurs de la vigne*. Editions Féret, Bordeaux, France 231p.
265. **Van Helden M. , Chauvin B., Buigues L., Monteyne E., Decante D. & Clerjeau M., 2000.** « La cicadelle verte, un insecte migrateur » *Viti*, 249 : 18-20.
266. **Van Helden M. & Decante D., 2001.** The possibilities for conservation biocontrol as a management strategy against *Empoasca vitis*. *IOBC-WPRS Bulletin*, 24 (7):291-299.
267. **Varela L.G., Rhonda J., Battanay S.M. & Bentley W., 2006.** Grape, Obscure, or Vine. Which mealybug is it, Why should you care? *Practical Winery & Vineyard*. P.W January/February: 1-6.

## Annexe 1 : Données climatiques de la région d'étude au cours des années 2005, 2006, 2007 et 2008

### 1. Relevés pluviométriques mensuels de la Mitidja occidentale moyennes exprimées en millimètres (mm)

Années	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
2005	89,7	48,5	79,5	51,5	149	1,5	1,4	8	15,9	46,4	118,5	96,50
2006	90,3	65,15	48,5	62,1	45,3	7,2	1,2	15,4	22,5	45,3	92,2	40,30
2007	95,3	125,5	59,9	186,2	38,7	35,6	4,3	5	41,7	88,2	38,1	43,50
2008	32	54	38	95	25,5	15,9	7	35	48,5	52	145	67,60

(O.N.M, 2005 à 2008)

### 2. Relevés des températures moyennes mensuelles de la Mitidja occidentale exprimées en degrés Celsius (°C)

Années	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
2005	11,55	12,5	13,15	14,85	16,45	22,2	24,75	27,3	24,8	22,3	13,75	12,55
2006	11,3	12,25	13,35	15,15	16,95	21,25	24,5	25,65	21,55	17,1	10	14
2007	13,55	12,15	11,85	15,5	20,45	22,55	21,38	22,75	24,5	21,2	16,3	13,8
2008	11,55	10,15	13,85	14,85	20,9	23,3	25,3	27,9	24,6	23,15	14	12,2

(O.N.M, 2005 à 2008)









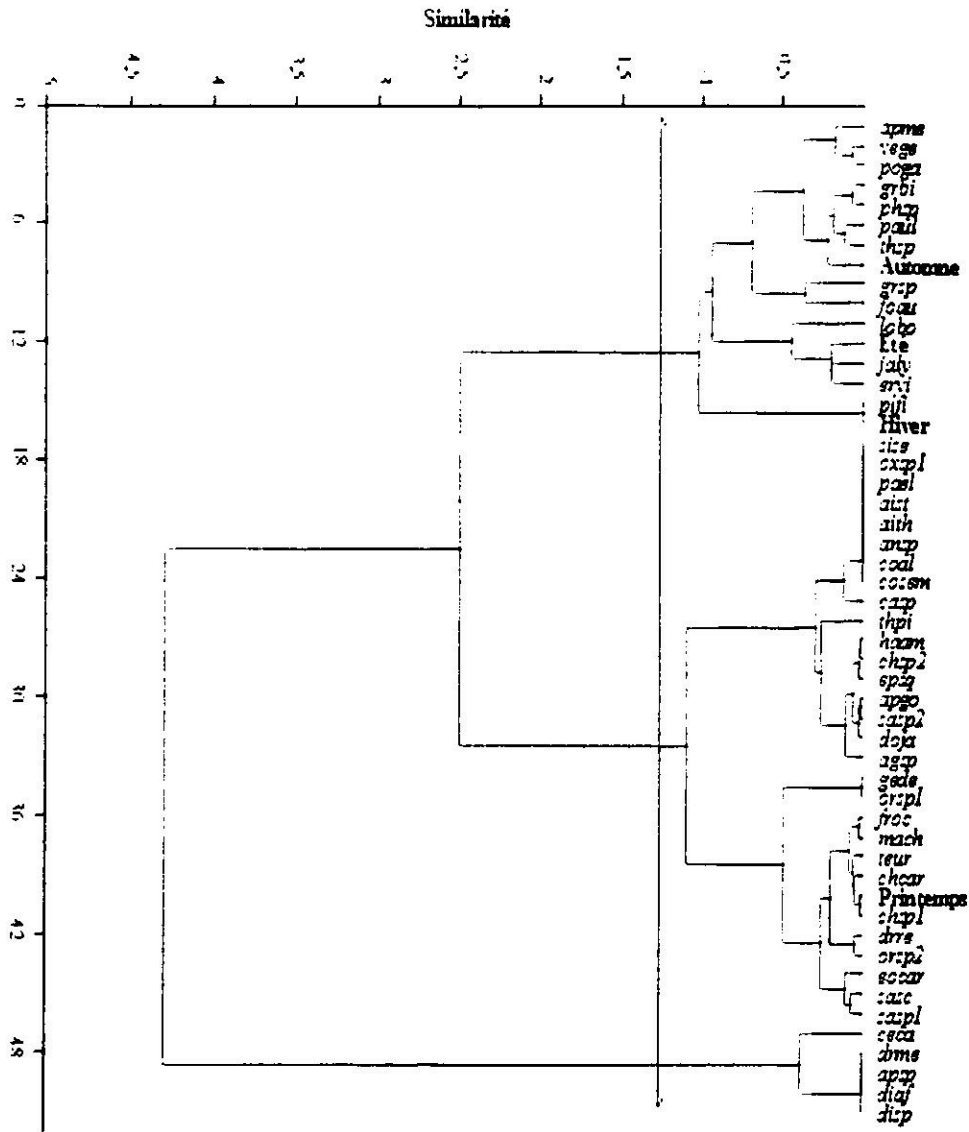


Figure 2 : Classification hiérarchique de la biocénose viticole obtenue à partir des relevés saisonniers d'ordre 2 des projections des espèces sur l'A.C.P. La ligne rouge indique le niveau de troncature retenu pour définir les différents groupes de cette biocénose. Le code des espèces est construit en considérant la première lettre du nom de genre et les deux ou trois premières lettres du nom d'espèce. Par exemple, la première espèce citée, codée lobo, correspond à *Lobesia botrana*. Pour le détail des noms, se reporter au tableau 5 pages 36-37.

**2. Données des relevés des bimensuels des principaux groupes fonctionnels de la biocénose de l'agro-écosystème viticole au cours de l'année 2005**

Groupes fonctionnels	dec2	janv1	janv2	fev1	fev2	mars1	mars2	avr1	avr2	mai1	mai2	juin1	juin2	jillet1	jillet2	août1	août2	sept1	sept2	oct1	oct2	nov1	nov2	dec1	Total
Phytophages	0	0	0	0	0	0	18	25	36	143	219	443	530	304	295	432	387	286	195	92	34	10	0	0	3449
Opophages	6	0	0	0	0	0	5	8	32	88	135	194	216	346	495	343	322	383	336	179	93	41	22	12	3256
Xylophages	0	0	0	0	0	0	0	3	8	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
Prédateurs	0	0	0	0	0	0	0	05	13	56	83	70	116	120	150	56	47	26	10	6	4	5	5	6	778
Parasitoides	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	9	2	0	0	0	0	0	0	3	5	8	4	1	0	35
Total	6	0	0	0	0	0	23	41	90	300	446	709	862	770	940	831	756	695	544	282	139	60	28	18	7540

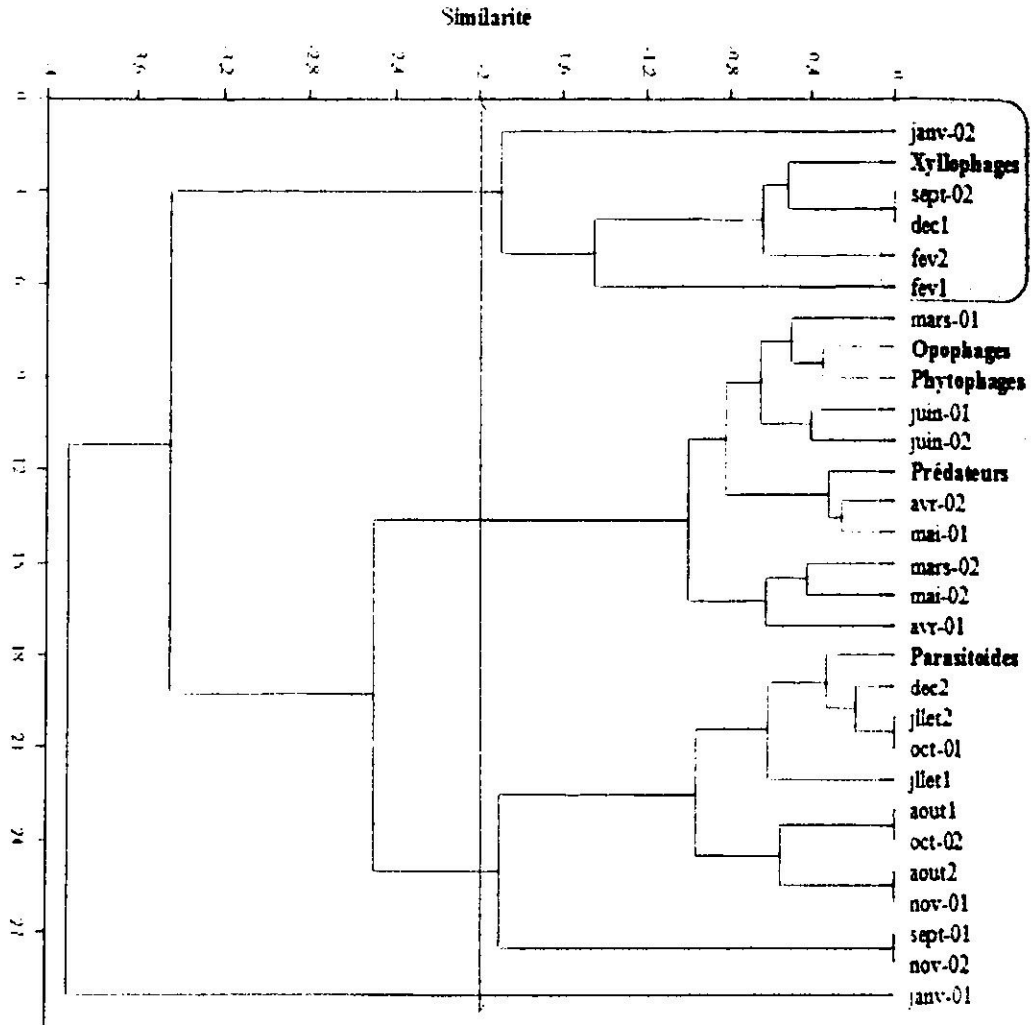


Figure 3 : Classification hiérarchique des principaux groupes fonctionnels de l'agro-écosystème viticole obtenue à partir des relevés mensuels d'ordre 2 des projections des espèces sur l'A.C.P. La ligne rouge indique le niveau de troncature retenu pour définir les différents groupes de cette biocénose. Le code des espèces est construit en considérant la première lettre du nom de genre et les deux ou trois premières lettres du nom d'espèce. Par exemple, la première espèce citée, codée lobo, correspond à *Lobesia botrana*. Pour le détail des noms, se rapporter au tableau 5 pages 35-36.

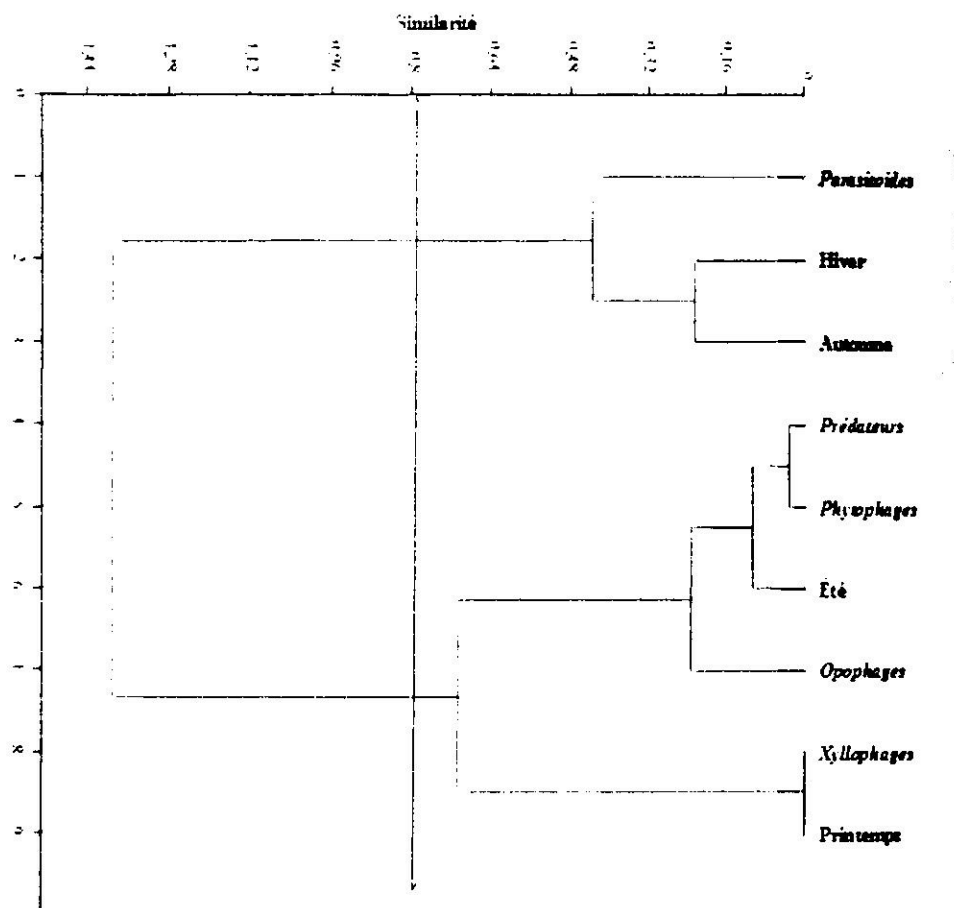


Figure 4 : Classification hiérarchique des principaux groupes fonctionnels de l'agro-écosystème viticole obtenue à partir des relevés saisonniers d'ordre 2 des projections des espèces sur l'A.C.P. La ligne rouge indique le niveau de troncature retenu pour définir les différents groupes de cette biocénose. Le code des espèces est construit en considérant la première lettre du nom de genre et les deux ou trois premières lettres du nom d'espèce. Par exemple, la première espèce citée, codée lobo, correspond à *Lobesia botrana*. Pour le détail des noms, se rapporter au tableau 5 pages 35-36.