

Microclimat sous bâche à plat et son impact sur une culture de pomme de terre

Hassan ELATTIR¹, Thierry BOULARD², Anis DERKAOUI¹,
Ahmed BEKKAOUI³ & Marie MERMIER²

(Reçu le 21/06/2000 ; Révisé le 07/02/2002 ; Accepté le 30/04/2002)

المناخ تحت البلاستيك المثقب وأثاره على مزروع البطاطس

لقد استعملت تقنية البلاستيك المثقب في منطقة الرباط لتحسين مناخ زراعة البطاطس. إن التجارب التي أقيمت في هذا الإطار استهدفت تحليل الواقع المناخي تحت البلاستيك المثقب وأثاره على نمو البطاطس (*Solanum tuberosum* cv. Nicola). قارنا أثناء التجربة بطاطس غير مغطاة بغطاء بلاستيكي مثقب وضع فوق البطاطس خمسة عشر يوما بعد زرعها، وبعد استعمال مبيد وقائي مرة واحدة. على الصعيد البيومناخي ومقارنة مع البطاطس الغير المغطاة، لاحظنا تحت الغطاء البلاستيكي تحسنا في معدل حرارة الهواء ورطوبته النسبية وفي درجة حرارة التربة. ساعدت الظروف المناخية المسجلة تحت الغطاء البلاستيكي على نمو أحسن للبطاطس. كما ساهم هذا المناخ في تطور مرض العفونة بصفة أسرع مقارنة مع البطاطس الغير المغطاة. وهكذا لوحظت خسارة في محصول البطاطس تحت الغطاء البلاستيكي بنسبة 23%.

الكلمات المفتاحية : البطاطس- غطاء بلاستيكي مثقب- درجة حرارة الهواء- الرطوبة النسبية- درجة حرارة التربة- مرض العفونة

Microclimat sous bâche à plat et son impact sur une culture de pomme de terre

Deux traitements ont été effectués dans un dispositif en blocs aléatoires complets avec quatre répétitions. Le premier sans bâche sert de témoin et le second utilise la bâche à plat comme couverture de la culture. La bâche en film polyéthylène perforé a été installée quinze jours après la plantation d'une culture de pomme de terre (*Solanum tuberosum* cv. Nicola) ayant reçu un traitement préventif contre le mildiou. La bâche a été retirée juste avant la récolte de la pomme de terre. Sous bâche à plat, les températures et les hygrométries de l'air ainsi que les températures du sol ont été supérieures à celles de l'extérieur. Les gouttelettes de condensation formées sous bâche ont réduit considérablement la transmission lumineuse. Les résultats agronomiques sont, par conséquent, affectés par ces conditions climatiques. Une nette amélioration de la croissance végétative de la pomme de terre a été observée sous bâche, mais l'attaque du mildiou a été plus importante sous bâche à plat que dans les parcelles témoins non couvertes qui ont été bien traitées. Ceci a affecté le rendement de pomme de terre sous bâche qui a enregistré une perte de 23% par rapport au témoin non couvert.

Mots clés : Bâche à plat en polyéthylène perforé - Températures de l'air diurnes et nocturnes - Températures du sol - Hygrométrie - Pomme de terre - Mildiou

Floating row cover microclimate and its effect on potato crop

Two treatments conducted in a randomized bloc design with four replicates were compared. The first treatment is a control without a cover. In the second treatment, potato is covered with a perforated polyethylene floating row cover film. The cover was put 15 days after planting potato (*Solanum tuberosum* cv. Nicola) and just after applying a preventive treatment against late blight. This cover was removed just before harvesting. Microclimate analysis showed that under floating row cover air temperature, air relative humidity and soil temperature were higher than the ones in the open field. The condensation droplets under the cover generated a loss of global radiation transmission. Potato growth and development were affected by the microclimatic conditions. We observed an improvement of potato growth under floating row cover. The climatic conditions were adequate to the infection and spread of potato late blight. The pathogen germination process was accelerated under floating row cover compared to the control which was continually treated against potato late blight. These conditions affected potato yield under floating row cover which showed a loss of 23% of potato production compared to the control.

Key words : Perforated polyethylene floating row cover - Diurnal and nocturnal air temperatures - Soil temperatures - Relative humidity - Radiation transmission - Potato - Late blight

¹ Département d'Horticulture, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, B.P. 6202-Instituts, Rabat, Maroc

² Station de Bioclimatologie, Institut National de Recherche Agronomique, Avignon, France

³ Département de Machinisme Agricole, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, 10101 Rabat, Maroc

[✉] Auteur correspondant ; e-mail : h.elattir@iav.ac.ma

INTRODUCTION

Au Maroc, 75,6% des exportations de pomme de terre de primeurs sont issues de cultures effectuées dans la zone littorale. Dans cette zone, la région de Rabat se caractérise par des périodes prolongées de temps frais avec des températures basses couplées à des humidités élevées. Dans le but d'améliorer les conditions environnementales de la culture de pomme de terre dans cette région, on a jugé utile de tester une technique de semi-forçage appelée bâche à plat.

La bâche à plat est une protection constituée d'un film en matière plastique perforé ou de matériau non-tissé. Différents travaux ont déjà montré que cette technique procure un microclimat favorable aux cultures en favorisant notamment une meilleure croissance et une grande précocité de production (Elattir & Benhomes, 1995; Gerst & Stengel, 1978; Mermier *et al.*, 1995). Alors que le climat sous serre commence à être connu et maîtrisé, le climat engendré par les bâches plastiques reste largement méconnu, à part quelques mesures ponctuelles.

Partant de ces considérations, une étude a été entreprise dans le cadre d'une collaboration entre le département d'Horticulture de l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II et l'Unité de Bioclimatologie de l'Institut National de Recherche Agronomique d'Avignon.

L'objectif de l'essai est de réaliser une analyse climatique détaillée et adaptée à ce genre d'abri ainsi que l'étude de l'impact du microclimat sous bâche sur la culture de pomme de terre.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

L'essai a été réalisé entre octobre 1997 et février 1998 dans les parcelles de l'unité de production (UP)1510 de la Société de Développement Agricole (SODEA) à Témara près de Rabat. La bâche utilisée est constituée d'un film en polyéthylène, d'une épaisseur de 30 μ , d'une largeur de 2 m et d'une densité de perforation de 1600 trous /m². La culture de pomme de terre (*Solanum tuberosum* cultivar Nicola) a été plantée le 25-10-1997 avec une distance de 0,25 m entre plants sur une ligne. Les lignes sont espacées de 0,75 m, soit une densité de 50 000 plants par hectare. La bâche a été installée 15 jours après plantation (le 9-11-1997) et retirées le 13-2-1998 juste avant la récolte.

Le sol sablo-limoneux a un pH de 7,7 et une conductivité électrique de 0,1 mmhos/cm. Il est riche en matière organique (2,5%) et en phosphore assimilable (100 ppm) et moyennement riche en potasse (150 ppm). La fumure apportée a été de 75 unités d'azote sous forme d'ammonitrate et 100 unités de K₂O sous forme de sulfate de potasse. Ces apports ont coïncidé avec deux buttages. Deux apports foliaires contenant 14% de N, 12 % de P₂O₅, 14% de K₂O, 1 % de MgO et des oligo-éléments ont eu également lieu entre novembre et décembre 1997.

Le système d'irrigation utilisé est le goutte à goutte avec un débit de goutteur de 2 l/h. L'irrigation est programmée en fonction des besoins de la culture calculés par la formule de Penman FAO. L'eau d'irrigation est caractérisée par une conductivité électrique de 1,75 mmhos/cm à 25°C et un pH (eau) de 7,5.

Cinq traitements phytosanitaires appropriés ont eu lieu le long du cycle pour le témoin non couvert. Les produits utilisés sont : le Triziman qui est un fongicide de contact (80% de mancozèbe) pour le premier traitement, le Galben qui est un fongicide systémique (8% de Benalaxyl et 65% Mancozèbe) pour les deuxième, quatrième et cinquième traitements, l'Antéor qui est un fongicide pénétrant (4% Cymoxanil + 16,7 % Folpel et 215% cuivre métal) pour le troisième traitement, et le décis insecticide mélangé avec le Galben pour le deuxième traitement.

Pour la culture couverte par bâche, un seul traitement phytosanitaire préventif contre le mildiou (Galben) a été effectué avant le bâchage. Aucun autre traitement n'a été réalisé par la suite puisque la culture n'a été débâchée que la veille de la récolte. Celle-ci a eu lieu le 14-02-1998.

Le dispositif expérimental utilisé est celui de blocs aléatoires complets avec deux traitements (avec et sans bâche) et quatre répétitions. La parcelle expérimentale élémentaire a occupé une surface de 12 m². Elle a été constituée de deux billons espacés de 0,75 m et d'une longueur de 8 m chacun. Deux parcelles adjacentes sont systématiquement comparées, l'une servant de témoin (sans bâche) et l'autre étant recouverte par bâche à plat (une bâche de 2 m de large par billon).

Les paramètres climatiques mesurés aussi bien sous bâche qu'à l'extérieur sont les suivants :

- La température et l'humidité de l'air (sonde

- HMP35A équipée d'un capteur "Humicapæ").
- La température du sol (sonde en platine pt100).
 - Le flux conductif à la surface du sol (fluxmètre "HFT-3.1").
 - Le rayonnement global (pyranomètre).

Pour étudier l'impact du climat sous bâche sur la culture, la hauteur des plants de pomme de terre est mesurée du ras du sol au bourgeon apical de la tige principale de la plante. Pour estimer le pourcentage de destruction foliaire due au mildiou, la méthode de James (1971), qui estime la sévérité des attaques du mildiou, est descriptive et évalue le pourcentage du tissu infecté par rapport à la surface totale de la feuille et se base sur une échelle d'observation.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

1. Analyse des conditions climatiques

1.1. Précipitations

Les pluies ont été très fréquentes durant les 100 jours après le jour de la plantation (Figure 1). Durant cette période, la quantité totale tombée était de 272 mm.

1.2. Températures de l'air

1.2.1. Températures diurnes de l'air

Les températures enregistrées sous bâche pendant le jour sont généralement supérieures à celles du témoin (Figure 2a). Ainsi pour la

première et la troisième période de mesure, on a noté une différence de 2,18 à 3,46°C pour les températures moyennes et une différence de 3,72 à 7°C pour les températures maximales (Figure 2b). Ces résultats confirment ceux qui sont obtenus, dans la région septentrionale en Europe, par Gerst & Stengel (1978) et Obrecan-Koszegi *et al.* (1982).

On a cependant pu noter, lors de la seconde période de mesure, que la température sous bâche était parfois légèrement inférieure à celle de l'extérieur. Ce phénomène coïncidait plus particulièrement avec les périodes pendant lesquelles la température diurne d'air était modérée.

Lors des journées calmes et ensoleillées (exemple de la journée du 11-12-1997), on a remarqué une nette élévation de la température d'air sous bâche. On a ainsi enregistré une température maximale de 39°C sous l'abri, alors que la température extérieure ne dépassait pas 27°C (Figure 2b). Ce phénomène a déjà été rapporté par d'autres auteurs (Odet & Jay, 1987 ; Gent, 1990).

1.2.2. Températures nocturnes de l'air

Pendant toute la durée de l'essai, dans l'ensemble, la bâche a permis d'obtenir une élévation maximale des températures nocturnes d'air de l'ordre de 0,5 à 1,1°C. Cependant, quand on a observé simultanément un écart important entre l'hygrométrie régnant à l'intérieur et à l'extérieur de la bâche, on a remarqué également des inversions thermiques plus ou moins importantes (Figure 2c).

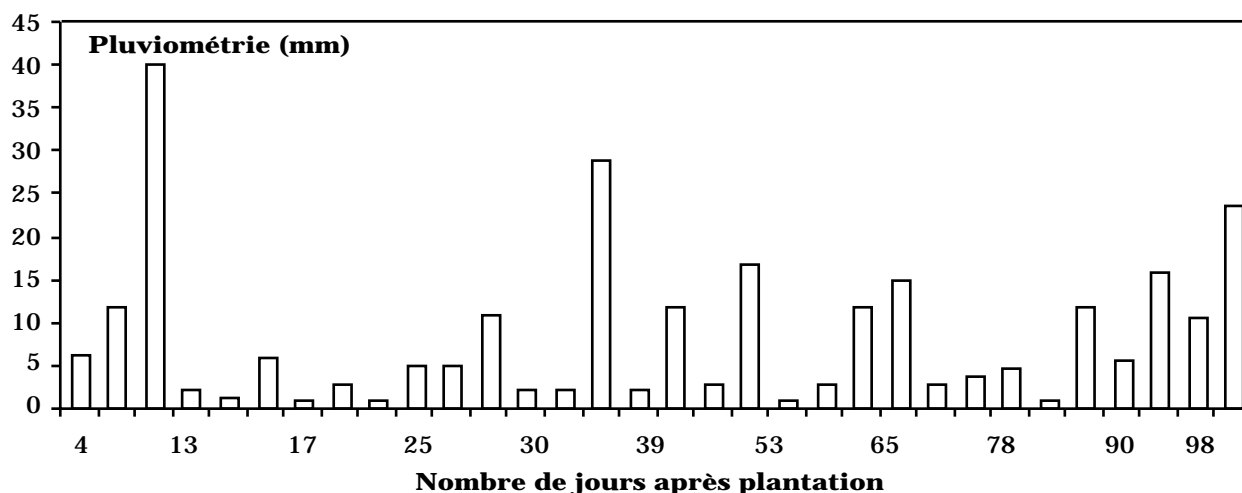


Figure 1. Précipitations enregistrées au cours de l'essai (octobre 1997 - février 1998)

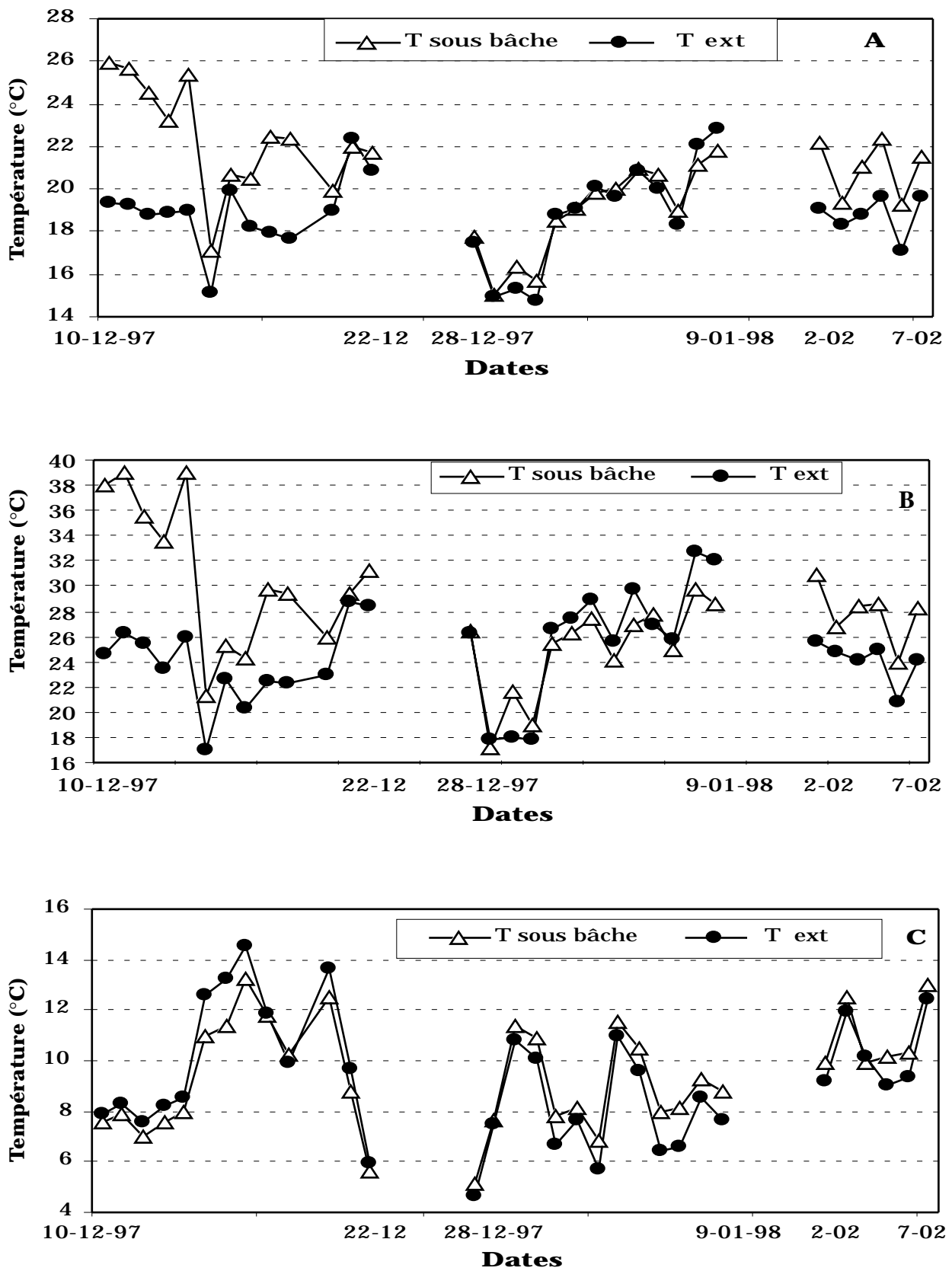


Figure 2. Températures moyennes (A), maximales (B) et minimales (C) de l'air

L'absence d'échanges convectifs liés à la présence de la couverture qui freine les mouvements d'air sous bâche ne permet pas de freiner le refroidissement radiatif. C'est pourquoi on constate que ce phénomène se produit surtout lors de nuits claires (Gerst & Navez, 1980).

1.3. Températures du sol

La figure 3 retrace l'évolution du flux de conduction thermique à la surface du sol. Elle est conforme aux bilans théoriques : positif le jour où il traduit un gain de chaleur et négatif la nuit où il s'agit d'une perte énergétique. Le flux diurne observé sous bâche est supérieur à celui qui est observé à l'extérieur.

La nuit, il y a moins de perte de chaleur sous bâche qu'à l'extérieur. Ce phénomène peut s'expliquer par un bilan net positif dû essentiellement à l'effet de serre, engendré par la couverture (Mermier *et al.*, 1995).

La figure 4 montre que les températures du sol à 10 cm de profondeur sous bâche sont supérieures de plus de 2°C à celles du témoin. Ceci s'explique, comme on l'a déjà exposé, par le bilan d'énergie du système bâche-air-sol-culture : l'énergie solaire captée est emmagasinée le jour et perdue, mais dans une moindre mesure, durant la nuit. Ce phénomène est accentué par le fait qu'il y a moins de convection, donc moins de pertes sous bâche qu'à l'extérieur.

Ces résultats confirment les travaux antérieurs de Gerst & Navez (1980) et de Mermier *et al.* (1995). L'élévation nocturne de la température est donc liée à la fois à la modification des échanges avec l'extérieur (phénomènes convectifs et radiatifs) et à l'inertie du sol (restitution nocturne de l'énergie accumulée le jour).

Dans le sol, on suppose que le gain de température observé sous bâche se traduit par une plus importante activité microbienne et une plus grande aptitude à utiliser l'eau du sol. La plante étant maintenue constamment en activité, cette augmentation de température permet de mieux tirer parti des brèves périodes de forts éclaircissements dont peut bénéficier épisodiquement la culture en période froide.

Les gains de température observés dans le sol peuvent être améliorés en augmentant la largeur de la surface couverte par la bâche. Par ailleurs, il

faut aussi veiller au bon contrôle des mauvaises herbes sous bâche et utiliser un film opaque aux rayonnements infrarouges courts.

1.4. Humidité de l'air

L'analyse des données obtenues permet de constater une élévation essentiellement nocturne de l'hygrométrie sous bâche. Les valeurs enregistrées ont été supérieures au témoin pendant toute la durée de l'essai avec des gains qui ont varié entre 1 et 12,39% (Figure 5).

Une condensation de vapeur d'eau est observée sur la paroi interne du film tôt le matin car celle-ci est froide par rapport à l'air emprisonné sous la bâche (Gerst & Navez, 1980). Cette eau s'évapore ou se restitue au sol sous forme de gouttelettes au cours de la journée. Dans nos essais, ces gouttelettes disparaissaient progressivement entre 14 h et 15 h et pouvaient même persister pendant plusieurs jours lors des épisodes couverts ou de journées pluvieuses.

1.5. Transmission du rayonnement sous bâche

Quels que soient les matériaux, film de polyéthylène ou voile non-tissé de polypropylène, une bâche neuve transmet 80 à 90% de la lumière (Gerst, 1993). Cependant, une bâche mouillée par un dépôt de condensation interne ou par la pluie réagit très différemment selon qu'il se forme des gouttes ou une pellicule d'eau à sa surface.

Le film plastique utilisé lors de l'essai a donné naissance à des gouttes d'eau lors des épisodes de condensation. Ces dernières peuvent être assimilées d'un point de vue optique à un dioptre hémisphérique. La lumière qui le traverse est en partie transmise et de l'autre côté réfléchi, ce qui engendre une perte de luminosité de 10 à 40%.

Les figures 6a, b et c montrent le rayonnement transmis sous bâche par rapport à celui de l'extérieur pour trois journées types : une journée claire, une journée mi-couverte et une journée couverte.

On remarque, par journée claire, que la transmission lumineuse sous bâche est seulement de 23 à 32 % pendant 1 à 2 h après le lever du soleil. Ce pourcentage augmente pour atteindre entre 14 h et 15 h une valeur maximale de l'ordre de 90%. Cette évolution s'explique par la présence sur le film de gouttelettes qui persistent encore pendant une période d'environ 4 à 5 heures après le lever du soleil.

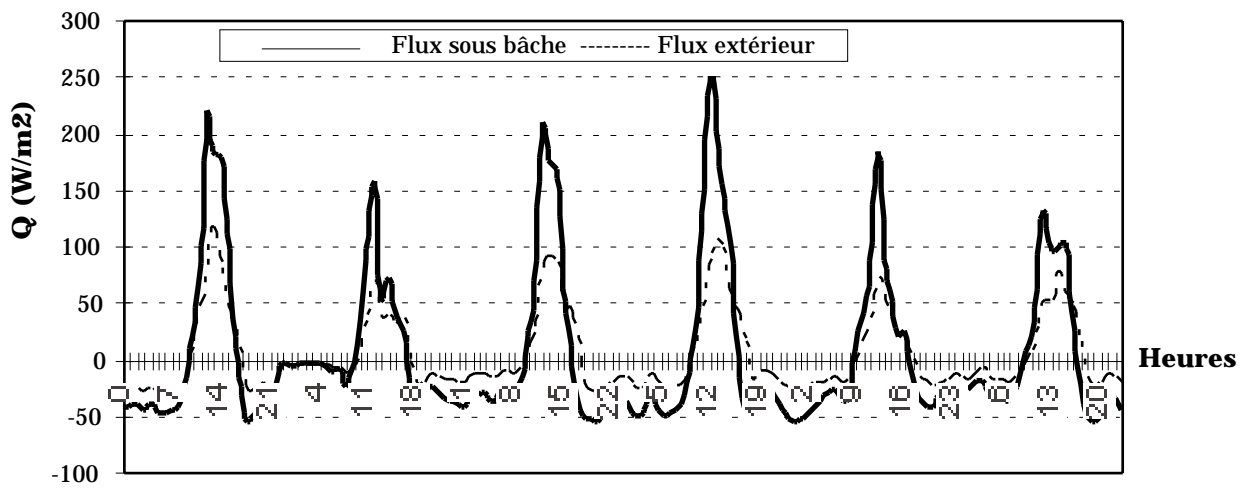


Figure 3. Flux de conduction à la surface du sol du 3 au 9-1-1998

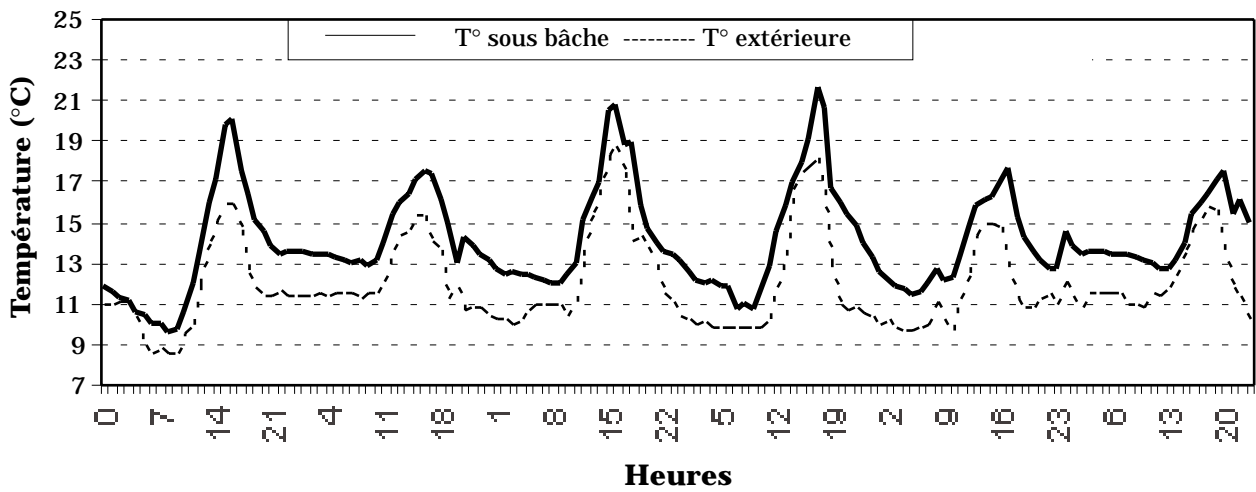


Figure 4. Température du sol du 3 au 9-1-1998

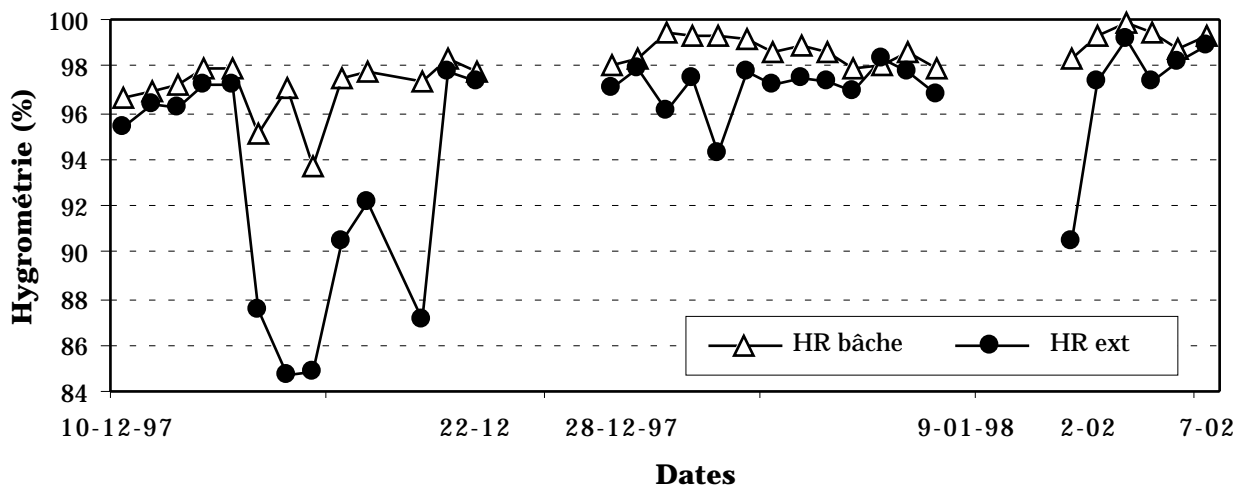


Figure 5. Hygrométrie relative nocturne de l'air

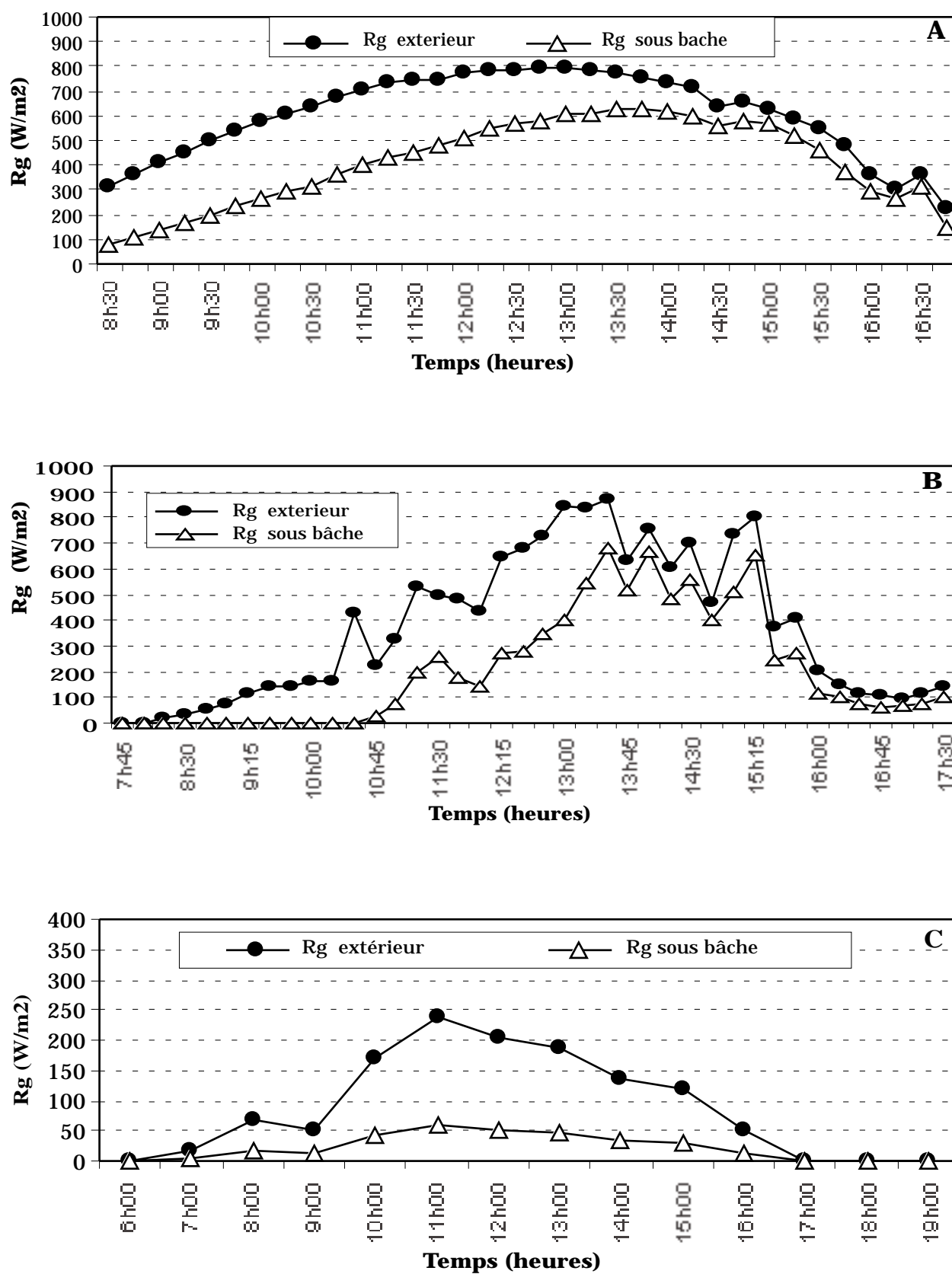


Figure 6. Rayonnement global par ciel clair (A), par ciel mi-couvert (B) et par ciel couvert (C)

Comme le montre les figures 6b et c, l'évaporation des gouttelettes et la durée d'ensoleillement sont étroitement liées, car un bon ensoleillement contribue à une évaporation plus rapide des gouttelettes présentes sur la bâche.

En conclusion, l'étude du comportement microclimatique de la bâche à plat montre que les paramètres modifiés par rapport à l'extérieur se résument essentiellement comme suit :

- La mise en place d'une bâche sur une culture de pomme de terre entraîne une modification modérée des températures d'air et corrélativement de l'hygrométrie pendant le jour et la nuit.
- L'hygrométrie nocturne d'air sous bâche est supérieure à l'hygrométrie extérieure.
- Les températures nocturnes d'air présentent un gain maximal de 1°C.
- Les températures du sol sont nettement augmentées tant de jour que de nuit.
- La transmission lumineuse de la bâche accuse une perte de 10 à 40% pendant une période qui peut durer 4 à 5 h après le lever du soleil, à cause des gouttelettes de condensation qui se forment sur le film et qui disparaissent très lentement.

2. Effets du microclimat de la bâche sur la culture

2.1. Croissance

Par rapport au témoin, la hauteur de la tige principale de la pomme de terre est significativement supérieure sous bâche à plat durant la période de croissance végétative rapide ; cette période s'étend jusqu'au début tubérisation. La différence de hauteur de la végétation de la pomme de terre entre le traitement couvert et non couvert a été de 6,68 cm durant la croissance végétative et de 5,52 cm durant le stade début tubérisation (Tableau 1).

Tableau 1. Hauteur de la tige principale de la plante (en cm)

Stade (JAP*).....		
	Cvr* (28 JAP)	It & Ac* (48 JAP)	Dt* (60 JAP)
Traitement avec bâche	35,10	57,28	57,49
Témoin sans bâche	31,75	50,60	51,97
Niveau de signification	H.S.	H.S.	H.S.

* JAP : jours après plantation ; Cvr : Croissance végétative rapide ; It & Ac : Initiation de la tubérisation et arrêt de la croissance ; Dt : Début de tubérisation ; H.S. : Différence hautement significative

On peut dire que les conditions microclimatiques enregistrées sous bâche, telles que des températures supérieures à 13 et 20 °C et une humidité supérieure à 85%, améliorent la croissance en hauteur des tiges de pomme de terre.

2.2. État sanitaire du feuillage et des tubercules

On a assisté à une attaque de mildiou généralisée sur les parcelles de pomme de terre de l'essai. Le risque de contamination a été augmentée par la présence de parcelles voisines où les attaques de mildiou étaient sévères (75% à 100%) au moment de démarrage de l'essai. L'agent pathogène du mildiou (*Phytophthora infestans*) peut persister 11 mois dans le champ sous forme de mycelium (Messian, 1991). Aussi, les conditions climatiques enregistrées lors de l'essai étaient marquées par une tempête avec pluies abondantes (Figure 1) et des humidités nocturnes supérieures à 84% (Figure 5) avec des températures moyennes supérieures à 10°C (Figure 2a). Ces conditions sont favorables au développement de cette maladie.

Le tableau 2 montre l'évolution de la sévérité de l'attaque du mildiou en estimant le pourcentage de la surface foliaire attaquée par cette maladie. Au niveau du témoin, on a observé un effet bénéfique des traitements phytosanitaires qui a résulté en une faible attaque par le mildiou (la sévérité d'attaque n'a pas dépassé 20%) jusqu'au 90ème jour après plantation. Ce niveau d'attaque a été observé au 76 JAP dans le traitement bâché. Au stade de 97 JAP, le traitement témoin, qui a été traité convenablement, a présenté une sévérité d'attaque de 27% alors que les plantules sous bâche ont eu une sévérité d'attaque de 99%.

Tableau 2. Évolution de la sévérité de l'attaque du mildiou (en %)

	Stade (Nombre de jours après plantation)					
	Dgt* 62	Gt* 69	Gt* 76	Pgt* 83	17 JaR* 90	10 JaR* 97
Traitement avec bâche	0	0,1	19,5	27,7	76,6	99,3
Témoin sans bâche	0	0,3	1,1	8,6	19,5	26,8
Niveau de signification	N.S.	NS	THS	HS	THS	THS

* Dgt : Début de grossissement des tubercules ; Gt : grossissement des tubercules ; Pgt : Plein grossissement des tubercules ; JaR : jours avant récolte ; N.S. : Différence non significative ; H.S. : Différence hautement significative ; T.H.S. : Différence très hautement significative

Du fait de la présence de l'agent pathogène *Phytophthora infestans* dans les différentes

parcelles de pomme de terre et vu les conditions favorables pour son développement (pluies, fortes hygrométries et températures élevées), les plantes sous bâche, qui ont été traitées préventivement une seule fois contre le mildiou juste avant la mise en place de la bâche (15 jours après plantation), ont été plus attaquées par le mildiou que les plantes non couvertes. Les conditions sous bâche ont favorisé le développement de ce champignon.

En effet, les humidités nocturnes sont plus élevées et la durée de rosée est de 4 à 5 heures plus longue que le témoin non couvert. Le témoin sans bâche a reçu des traitements phytosanitaires le long de la campagne.

Les tubercules n'ont pas présenté d'attaque de mildiou. Le taux de tubercules sains dans les deux traitements a été de 100%. En effet, la variété Nicola n'est pas très sensible au mildiou du tubercule et le défonçage s'est fait le plus rapidement possible vers 100 jours après plantation, ce qui a limité la transmission de la maladie vers la partie souterraine.

En conclusion, on peut dire que les conditions microclimatiques enregistrées sous bâche qui ont contribué à l'amélioration de la croissance en hauteur des tiges de pomme de terre ont également entraîné un développement du mildiou sous bâche plus important et plus rapide qu'en plein champ traité.

2.3. Rendement final et ses composantes

Le rendement final et ses composantes (Tableau 3) ne sont pas en faveur de la bâche.

Tableau 3. Rendement final et ses composantes

	Nmt*	Pmt*	Rm/p*	Rm/ha*
		(g)	(g)	(t/ha)
Traitement avec bâche	7,67	47,75	365,1	18,25
Témoin sans bâche	8,77	54,46	474,3	23,71
Niveau de signification	S	S	S	S

* Nmt : Nombre moyen de tubercules par plante ; Pmt : Poids moyen d'un tubercule en g ; Rm/p : Rendement moyen par plant en g ; Rm/ha : Rendement moyen à l'ha en t/ha ; S. : Différence significative.

La destruction précoce du feuillage sous bâche par le mildiou semble expliquer la baisse du nombre moyen de tubercules. Cette destruction influence la synthèse de substances hormonales par les feuilles qui ont un rôle direct dans l'induction de la

tubérisation (Grison, 1983). L'analyse statistique a montré l'existence d'une différence significative entre les deux traitements (Tableau 3).

Le passage de la croissance végétative à la tubérisation se fait en un laps de temps court durant lequel le tissu du tubercule commence à se différencier, alors que la croissance végétative est ralentie (Madec & Prenec, 1962). Au cours de cette phase, l'attaque du mildiou semble bloquer l'accumulation de l'amidon dans les régions subapicales du stolon (Ben Khder, 1987). Dans les conditions de l'essai, la différence entre les deux traitements a été significative en ce qui concerne le poids moyen d'un tubercule.

Le meilleur rendement par plant a été obtenu par le témoin non couvert qui a reçu un programme de traitement phytosanitaire le long de la campagne. Ce témoin n'a pas reçu de stress lors du stade tubérisation ; l'apparition du mildiou sur ce traitement a été très tardive. Les plants sous bâche, par contre, ont été stressés par le mildiou au niveau du stade grossissement des tubercules. L'analyse statistique a montré une différence significative entre les deux traitements.

Les rendements à l'hectare à raison d'une densité de 50 000 plants par hectare ont été de 23,7 t/ha pour le témoin sans bâche et de 18,25 t/ha pour le traitement avec bâche. La différence est significative entre les deux traitements.

Large (1952) a rapporté qu'une attaque du mildiou de 75% entraîne un arrêt de la tubérisation. Les plants sous bâche ont atteint un niveau d'attaque de 75% à 90 jours après plantation, ce qui a entraîné une perte de rendement. Par rapport au témoin, cette perte a été de 12% en poids moyen du tubercule et de 23% pour le rendement.

En conclusion, les conditions réalisées sous bâche ont amélioré la croissance et la hauteur moyenne des tiges. La production de la culture de pomme de terre dépend de facteurs agronomiques et climatiques, mais ces derniers ont une influence sur l'état sanitaire de la culture qui affecte elle-même la production.

À 90 jours après plantation, la sévérité des attaques de mildiou a été de 76,6% sous bâche qui a été installée 15 jours après plantation et qui n'a reçu qu'un seul traitement préventif contre le mildiou. À la même date, le traitement sans bâche qui était sous un programme de traitement anti-

mildiou, a montré une sévérité d'attaque moyenne de 26,8%.

Les conditions climatiques enregistrées (températures, humidité relative et précipitations) aussi bien sous bâche qu'à l'extérieur ont été favorables à l'infection et l'incubation de *Phytophthora infestans*, agent responsable du mildiou.

CONCLUSION

La mise en place d'une bâche à plat sur une culture de pomme de terre entraîne une augmentation des températures et de l'humidité de l'air ainsi que la température du sol. Ces conditions ont permis un gain en croissance végétative de la plante. Du fait de la présence de l'agent pathogène *Phytophthora infestans*, ces mêmes conditions ont également accéléré les attaques de mildiou sous bâche qui n'a reçu qu'un seul traitement anti-mildiou avant la mise en place de la bâche. Ces conditions phytosanitaires ont été responsables de la baisse de rendement de pomme de terre sous bâche.

REMERCIEMENTS

Ce travail a été fait dans le cadre du projet PRAD 97/24 financé conjointement par la coopération Française et l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II que les auteurs remercient ainsi que la Société de Développement Agricole (SODEA) qui a financé les expérimentations effectuées à l'UP 1510 à Témara.

Ils remercient également le Professeur Brahim EZZAHIRI, de l'IAV Hassan II, pour ses conseils en matière phytosanitaire.

RÉFÉRENCES CITÉES

- Ben Khder M. (1984) La physiologie de la pomme de terre. Cours international sur la génétique de la pomme de terre. *CIL/CPRA*, Essaïda, Tunisie, pp. 22-32
- Elattir H. & Benhomes M. (1995) Utilisation de la bâche à plat sur une culture de courgette (*Cucurbita pepo var melo-pepo-L*) dans la région de d'Agadir. *Actes Inst. Agron. Vet. (Maroc)* 15 (1) : 27-36
- Gent P.N. (1990) Factors Affecting harvest date of Tomato grown under floating row cover. *Applied Agricultural Research* 5 (2) : 112-118
- Gerst J.J. (1993) Cultures sous bâches. CTIFL document

- Gerst J.J. & Navez B. (1980) Perspectives de semi-forçage avec bâches plastiques à plat. *PHM* 207 : 17-25
- Gerst J.J. & Stengel B. (1978) Semi-forcing with unspored plastic sheets. *Plasticulture* 38 : 47-55
- Grisson C. (1983) La pomme de terre, caractéristiques et qualités alimentaires. Institut technique de la pomme de terre, Paris.
- James C. (1971) A manual of assessment keys for plant diseases. Canada department of agriculture. *Publication n° 1458/1971*
- Large E.C. (1952) The interpretation of progress curves for potato blight and other plant diseases. *Plant Pathol.* 1 : 109-117
- Madec P. & Prennec P. (1962) The relationship between the maturation of tuberisation and plant growth in potato. *Ann. de Physio. Veg.* 4(1) : 5-84
- Mermier M., Reyd G., Simon J.C., Boulard T. (1995) Microclimat sous bâche sous une voile Agryl P17 abritant une culture de laitue. *Plasticulture* 58 : 4 - 12
- Obrecan-Koszegi M., Nyeste I. & Kiss A.S. (1982) Culture sous bâche à plat avec film PVC à entailles. *Plasticulture* 56 : 35-43
- Odet J. & Jay M. (1987) Emploi des bâches en zones méridionales. *Info CTIFL* 24 : 3-8