



MICROFICHE N°

39027

République Tunisienne

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

CENTRE NATIONAL DE

DOCUMENTATION AGRICOLE

TUNIS

الجمهورية التونسية
وزارة الزراعة

المركز القومي
للتوثيق الفلاحي
تونس

F 1

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES SUR L'IRRIGATION DES AGRUMES A L'EAU SALEE

Par

K. BELKHODJA

Ingénieur Principal, Chef du Service
Recherche et Expérimentation Pédologiques
D. R. E. S.

M. LASRAM

Ingénieur Principal, Chef du Laboratoire
d'Arboriculture Fruitière
INRAT

Année : 1970 - 1971

E - S 84

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES SUR L'IRRIGATION

DES AGRUMES A L'EAU SALEE

Par

K. BELKHODJA

&

M. LASRAM

Ingénieur Principal, Chef du Service
Recherche et Expérimentation Pédologiques
D. R. S.

Ingénieur Principal, Chef du Labo-
ratoire d'Arboriculture fruitière INRAT

Année : 1970 - 1971

(ES. 84)

Tous les auteurs s'accordent sur le fait que les Citrus sont sensibles aux eaux d'irrigation chargées en sels solubles. Actuellement, grâce au diagnostic foliaire on est en mesure de déterminer l'élément chimique en excès (Cl^- , Na , B , $\text{SO}_4 =$ etc...) qui a entraîné des phénomènes de toxicité. Des seuils de tolérance pour chacun de ces ions ont été définis par divers auteurs sous des conditions bien précises. Les normes sont difficilement transportables d'un pays à un autre et, même, d'une région à une autre. En effet, il ne faut pas oublier la multitude de facteurs qui interviennent pour aboutir à une diminution des performances des arbres. Les facteurs suivants doivent être considérés : le sol, le porte-greffe, la variété, le climat, les maladies, les insectes les interactions diverses; etc...).

Cela conduit à dire qu'il faut être prudent dans les conclusions d'une expérimentation et dans la généralisation et l'extrapolation des résultats obtenus.

I - NATURE DES DEGATS DUS AUX SELS :

Les dégâts commencent par un jaunissement puis un brunissement de feuilles, notamment sur les bords et sur le sommet du limbe. Ces nécroses sont suivies d'une importante chute des feuilles.

Dans le cas de sels contenant un taux élevé de chlorures, Chapman a observé une défoliation complète des arbres entraînant dans les cas extrêmes leur mort. Chapman ajoute que le "mottle leaf" (carence en zinc) et la chlorose ferrique sont accentués par des concentrations modérément élevées de sels solubles. La qualité et la quantité des fruits peuvent être altérées à la fois. Le calibre du fruit tend à être en dessous de la normale.

II - OBSERVATIONS FAITES SUR L'UTILISATION DES EAUX SALEES EN AGRICULTURE :

2.1 - U. S. A

Depuis 1900, Loughridge avait signalé de graves dégâts dans les vergers de Californie à la suite de l'utilisation d'une eau salée, celle du lac Elsinore.

L'eau en question contenait, à cette époque, environ 1,7 g/l de sel dont 0,9 g/l de chlorure de sodium et 0,4 g/l de carbonate et Bicarbonate de sodium. Il attribua les dégâts aux carbonates.

C'est Hilgard qui a pensé que les Chlorures étaient responsables des dégâts sur les orangers irrigués à l'eau du lac Elsinore.

Loughridge a signalé l'extrême sensibilité des Citronniers aux sels. Kelley et Thomas rapportent, en 1920, l'extrême sensibilité de certaines espèces de Citrus aux Chlorures.

En 1932, Haas montre que le Chlore s'accumule dans les feuilles, ses observations ont été faites sur des plants de Citrus poussant dans des milieux ayant une forte concentration en Chlorures. Ces auteurs avaient remarqué que l'irrigation à l'eau salée provoquait des dégâts plus ou moins intenses suivant les régions et même souvent dans les différentes parties d'un verger. Cette variabilité était attribuée à la nature hétérogène du sol (perméabilité).

A Riverside, des symptômes de toxicité (défoliation et dessèchement des branches) sont apparus dans un verger à la suite de l'utilisation d'une eau contenant 0,5 g/l de Chlorures. Les dégâts ne se sont manifestés qu'après plusieurs années d'utilisation de cette eau salée. Les arbres n'en sont pas morts, mais la production a baissé et, même, disparu complètement.

En remplaçant cette eau par une eau de bonne qualité et sous l'effet de la pluie, les sels accumulés ont été rapidement lessivés. La production a remarquablement augmenté.

Il n'y a pas de réponse catégorique à la question qu'on pourrait se poser ici : quelle est la limite supérieure de la tolérance des agrumes aux Chlorures.

Sous les conditions désertiques et semi-désertiques de la Californie, il n'est pas conseillé d'irriguer les agrumes régulièrement avec des eaux contenant plus de 0,15 à 0,20 g/l de Chlore.

Kelley et Thomas ont observé de graves dégâts en Californie, sur des Citronniers irrigués plusieurs années avec une eau contenant 0,2 g/l de Chlorure. La concentration en Chlorures de ces sols a sensiblement augmenté.

Les effets de toxicité peuvent être dus à une alcalinité élevée, c'est à dire un excès de Sodium et de Calcium. Les symptômes foliaires sont alors légèrement différents de ceux dus aux Chlorures (brûlissement et enroulement des feuilles). Qualité et quantité des fruits peuvent aussi être affectées. Il est à noter que les arbres affaiblis par un excès de sels alcalins sont très sensibles aux températures trop élevées ou trop basses.

Elevant des plants d'orangers dans une solution nutritive à 0,7 g/l de Chlorures, Capman et Idebig (1940) ont montré que les symptômes de toxicité apparaissaient seulement lorsqu'il y avait une déficience d'azote.

Eaton (1942) a fait pousser des boutures racinées de Citronniers sur deux milieux nutritifs contenant : 1,75 g/l et 5,25 g/l de Chlorures avec une culture témoin à 0,02 g/l.

La croissance n'était que de 28 p. cent par rapport au témoin, pour le 1er milieu. Les boutures se sont desséchées avec le 2e milieu.

La même expérience a été réalisée par Hayward et Blair, en 1942, sur des semis d'orangers poussant dans des milieux contenant 50 et 100 meq/l de Chlorures. La croissance a été réduite respectivement à 73 et 47 p. cent par rapport au témoin. A la concentration de 100 meq/l la moitié des plants sont morts.

Pearson a fait des observations analogues en 1957.

Eaton a suivi le comportement de deux vergers installés sur des sols différents (sablonneux et argileux) et irrigués à l'eau du Colorado River (C. E. 1,37 mmhos/cm avec 0,14 g/l de Chlore). Le verger sur sol limoneux, bien qu'ayant un aspect sain, produisait moins de fruits que le verger situé sur des sables. Les arbres étaient aussi nettement moins vigoureux.

Une étude de Monselise (1961) fait ressortir la tolérance relative aux sels des pomelos de Siam (C. E. = 3,1 mmhos/cm). A 5,7 mmhos/cm, le taux de Sodium n'a pas été plus élevé dans les feuilles que le témoin. A 13,5 mmhos/cm les plants sont morts en quelques mois.

2.2 - AUSTRALIE.

D'après Smith, dans les cas où on utilise une eau chargée pour irriguer les agrumes, il est important de respecter les points suivants :

- l'eau ne doit pas toucher le feuillage (aspersion à éliminer).
- Nécessité d'un sol perméable et profond pour éviter l'accumulation des sels dans le sol.
- Donner assez d'eau.

Même lorsque ces conditions sont réalisées, on peut assister à l'accumulation des sels au niveau des feuilles, pouvant entraîner des phénomènes de toxicité. Les sels sont dans ce cas, observés par les racines directement de l'eau d'irrigation. C'est ainsi que des essais ont révélé que des arbres greffés sur Poncirus manifestent une accumulation croissante de sels dans les feuilles si on utilise des eaux dont le résidu sec varie de 0,2 à 3 g/l.

Dans la région de Pert , l'auteur aboutit à la conclusion qu'une eau contenant plus de 1,5 g de sels solubles/litre peut être considéré comme étant de mauvaise qualité pour les Citrus.

2.3 - GRECE.

Holevas et Dametriades ont observé, dans la région de Nauplie, des dégâts dus aux sels à partir de 1956.

Les eaux chargées en question avaient une teneur en Cl^- qui variait entre 0,4 et 2 g/l, avec des extrêmes pouvant atteindre 4,8 g/l.

La forte teneur en Cl^- a entraîné les dégâts suivants :

- Taille réduite des arbres.
- Nécroses du limbe et défoliation.
- Nécrose de rameaux et dessèchement.
- Diminution considérable et même disparition de la récolte.

La teneur de Cl^- dans les feuilles a varié de 0,1 à 3,2 p cent de la matière sèche.

Chapman considère la proportion de 0,2 p. cent comme étant excessive et, Bernstein et Hayward, fixant à 1 - 1,5 p.cent la teneur minimum en Cl^- dans la matière sèche, provoquant des symptômes de toxicité.

Dans les conditions locales de climat et de sol en Grèce, le Cédratier et le Citronnier ont été les plus sensibles. Viennent après, le Mandarinier et le Bigaradier. L'Oranger (Navel et Jaffa) a été le plus résistant.

Les faibles concentrations en sels, même si elles ne provoquant pas de symptômes apparents, peuvent entraîner des baisses sensibles de rendement.

III - MOUVEMENT ET ACTION DES SELS.

Chapman et Al ont trouvé une bonne corrélation entre le taux de chlore dans les feuilles et l'âge de celles-ci. Washington Navel arrosés avec une solution nutritive riche en matière sèche, alors que le taux de Cl dans les feuilles âgées de rameaux fructifères atteignait 0,5 %.

Les Chlorures migreraient très peu des feuilles âgées vers les plus jeunes, les migrations sont plus importantes des racines et des branches vers les jeunes pousses.

L'action des sels sur la plante se manifesterait par une diminution de l'absorption de l'eau, lorsque la concentration saline est élevée.

Il a été souvent dit que le Sodium à des doses faibles, serait bénéfique aux agrumes. Cela n'est pas approuvé par Chapman qui souligne que le Sodium ne peut prévenir, en aucun cas chez les agrumes, contre les déficiences en Potassium (1943).

Cet avis est partagé par Page et Martin(1964).

Pearson et Huberty (1959) ont chiffré sur Washington Navel une diminution de 15 p. cent dans la production en irrigant avec une eau à forte teneur en sodium.

IV - PORTE-GREFFE ET TOLERANCE AUX SELS.

Les travaux de Cooper et collaborateurs (1959) ont porté sur la sélection de porte-greffe tolérants au Chlore et au Bore, en utilisant une eau ayant 3 à 5 g/l de sels (avec 50 p. cent de Chlorures).

La concentration du Chlore dans les feuilles est en relation avec celle dans l'eau d'irrigation.

L'eau salée diminue la croissance (mesure de la section du tronc) notamment sur les Citranges Carizzo, Savage et Troyer.

Les porte-greffes les plus tolérants au Chlore ont été les Mandarinières Cléopâtre, Timkat et Sunki et la lime Rangpur.

Utilisant des eaux à 3 g/l de sels solubles (1,2 g/l de Chlorures), Peynado et Yong, ont continué ce travail et ont confirmé ces données. Ils ont classé, par ordre de tolérance décroissante aux chlorures, Lime Rangpur, Cléopâtre, Sunki, Timkat et Ponkan.

Cooper a montré qu'avec Cléopâtre comme porte-greffe, une eau à 3,3 g/l de sels, appliquée pendant 4 ans, n'a pas entraîné de préjudice aux arbres à condition de faire des apports abondants de nitrate de Calcium. Notons que cette expérimentation a été faite sous une pluviométrie annuelle de 500 mm. environ. Le complément d'irrigation est de 750 mm. La pluie assure un bon lessivage.

D'après Cooper, la Valencia serait plus tolérante au sel que le Pomelo Redblush. Sur les sols très calcaires, la chlorose est plus prononcée sur les plants greffés sur Cléopâtre que sur ceux greffés sur Bigaradiers.

Cooper, Cordon et Edwards (1951) ont expérimenté la tolérance au sol de Pomelo, sur 20 porte-greffés.

L'eau utilisée contenait 4 g/l de sels totaux (essentiellement Chlorures). Les plus tolérants ont été *Savaria buxifolia* Cléopâtre et Lime Rangpur.

Smith, utilisant des eaux dont le résidu sec varie de 0,2 à 3 g/l, n'a pas noté de différence significative entre les taux de sels dans les feuilles des arbres greffés sur Citronelle. Sur Poncirus, il y a une accumulation proportionnelle à la concentration de l'eau utilisée.

Bhambota et Kanwar (1968) signalent deux porte-greffes assez tolérants aux sels en Inde : Kharna Katta (citrus Karna) et Galgal (o. Idmon). La concentration en sels totaux dans cette expérimentation était de 1900 ppm.

Expérimentant différentes sélections de Citrus, Hewitt, Furr et Carpenter, ont arrosé des boutures pendant huit semaines avec une solution de Hoagland contenant 6 g/l de Na Cl. Les analyses des chlorures, faites chaque semaine sur les feuilles, tiges et racines, ont montré que :

- 1) le taux de Chlorures accumulés dans les feuilles est proportionnel à leur tolérance au sel.
- 2) Il y a peu de relations entre le taux en Chlorures des feuilles et les racines.
- 3) Les boutures ont été différentes vis-à-vis de la tolérance apparente au sel.
- 4) L'analyse des chlorures des feuilles, après le traitement, pourrait aider à éliminer seulement les plants les plus sensibles.

Dans ces expériences, la lime Rangpur, s'est montrée la plus tolérante au sel.

Les mandarines Cléopâtre et Sunki, ainsi que la lime Rangpur, retenues par Cooper comme étant plus tolérantes aux Chlorures que les autres porte-greffes, ont été choisies par Furr comme parents mâles pour la création d'hybrides tolérants aux sels.

Après testage, les meilleurs hybrides F_1 à pépins polyembryonnés sont mis en pollinisation libre et leur pépins semés. Les plants obtenus sont greffés et testés pour la tolérance au sel. Cette méthode de sélection demande beaucoup de temps et ne donnerait que des résultats limités.

V - LES SELS ET L'ASPERSION.

Une accumulation appréciable de Sodium et de Chlore a été notée par Harding. Miller et Fireman (1958) dans les feuilles d'orangers et de mandariniers arrosés, par aspersion, avec une eau contenant 0,5 à 0,9 g/l de résidu sec.

Eaton et Harding (1959) ont montré que l'absorption des sels par les feuilles était plus élevée lorsque l'aspersion était pratiquée le jour. Elle était plus portante avec une aspersion intermittente qu'avec une aspersion continue. Les mêmes observations ont été faites en Australie par Montgomery (1959) et, plus récemment, par Smith (1963).

D'après Calvert et Reitz (1965) l'irrigation par aspersion sur frondaison, avec une eau à 1 g/l de résidu sec, a déterminé des symptômes de toxicité sur les agrumes. Il aboutit aux mêmes conclusions que les auteurs précédents. Il remarque, enfin, que le Pomelo est plus sensible que les orangers.

VI - SALURE DU SOL.

Généralement la salure du sol se présente soit en liaison avec une nappe phréatique, elle même salée, soit sans nappe.

a) Sols avec nappe.

En Algérie, plus particulièrement sur le périmètre de la Mina J. DUMAS et B. SEKHIR ont noté en 1969 le dépérissement des agrumes dans les deux cas.

D'une manière générale l'état des agrumes est lié de manière très nette à la proximité de la nappe et surtout à la combinaison proximité et salure de la nappe.

C'est le facteur principal qui conditionne l'état des agrumes.

Les cartes isobathes suivant de manière plus ou moins régulière la carte des courbes de niveau, la liaison est aussi évidente avec la cote des parcelles.

D'une manière plus nette, la courbe isohyaline montre que pratiquement tous les agrumes situés au Nord de la courbe de conductivité de 7 mmhos dépérissent ou risquent de dépérir (Cd en Janvier 1968).

b) Sols sans nappe.

"A l'exception des sols peu évolués alluviaux d'apport récent de l'Oued Mina qui sont très hétérogènes avec passages limono-sableux très favorables aux agrumes et passages moins favorables (plus lourds 40 % d'argile), la plupart des sols plantés du périmètre ont des textures limono-argileux (d'argile de 30 % en moyenne).

Ces sols lorsqu'ils sont sains (sans nappe) conviennent bien aux agrumes.

Lorsqu'ils deviennent plus lourds (argilo-limoneux et argileux), les agrumes présentent des signes de dépérissement (sans que l'effet soit aussi net que pour la nappe. Ils sont classés médiocres). Ils sont d'ailleurs et même sans nappe, plus salés que les autres (2,5 à 3 millimoles de la C₁ de la pâte saturée) dès la surface (sol drainant mal)".

Nous empruntons à Chapman sa conclusion sur la question :

"En guise de conclusion générale sur la salinité liée aux performances des citrus il ressort que dans l'état actuel de nos connaissances on ne peut donner une limite exacte des niveaux des sels permis dans les sols.... Pour une orientation générale il pourrait apparaître que lorsque dans la zone racinaire des sols à citrus le chlore dépasse 70 ppm (exprimé sur la base du sol sec) ou dépasse mg/l (10 meq) dans l'extrait de saturation, il y a possibilité de dégâts dû au chlore.

Pour ce qui est du sodium, du pourcentage du sodium échangeable ESP ou $\frac{Na}{Ca+Mg}$ (%), de la concentration du sodium dans la solution du sol et des cations qui l'accompagnent et des anions (spécialement chlore et bicarbonate) il est difficile de poser des limites.

Cependant l'évidence suggère que lorsque ESP (pourcentage de sodium échangeable) dépasse 6,0 dans une partie quelconque de la zone racinaire, la perméabilité, l'aération, et la disponibilité nutritive diminuent.

Dans la solution ou l'extrait de saturation, le sodium soluble dont le taux dépasse 20 meq/l (particulièrement si le calcium et magnésium font moins de 50 p. cent des cations solubles) peut causer une dépression dans la croissance;

spécialement si l'anion prédominant est la chlorure. On peut s'attendre à des troubles graves si on trouve un taux de bicarbonate de sodium bien en dessous de 20 meq/l.

Pour ce qui est du total des sels solubles, la meilleure estimation est obtenue à présent à partir de la mesure de la conductivité électrique de l'extrait de saturation.

Les valeurs qui dépassent 2,0 mmhos/cm devraient être regardées avec suspicion. Cependant, comme il a été montré pour les résultats de Cooper, la présence temporaire de niveaux salins plus élevés peut être dangereuse, et des porte greffes comme la mandarine Cléopâtre, la lime Rangpur et d'autres peuvent raisonnablement donner de bonnes performances sous des conditions de salinité plus élevées que celles que nous considérons permises actuellement.

VII - SALURE DE L'EAU D'IRRIGATION ET TYPE DE SOL.

En Israël (+) la relation entre le taux de chlorures dans l'eau d'irrigation et leur accumulation dans la solution du sol a été basée sur une étude de différents types de sols (16 à texture grossière 25 à texture moyenne et 69 à texture fine) dans la région de la plaine cotière caractérisé par une pluviométrie de 400 à 600 mm.

Compte rendu de la relation entre le taux de chlorures et la conductivité électrique et de la limite de tolérance pour les porte greffe des citruses utilisés, estimée à 10 meq/l de chlorures dans l'extrait de saturation, des normes ont été fixées pour les qualités de l'eau en fonction de type du sol.

Eau d'irrigation		Texture du sol		
Conductivité électrique mmhos/cm à 25° c.	Cl meq/l	Sableux	Idmoneux	Argileux
1,200	6	Cl ₁	Cl ₁	Cl ₁
1,200 - 1,500	6 - 7,5	Cl ₁	Cl ₁	Cl ₁
1,5 - 1,750	7,5 - 9	Cl ₁	Cl ₁	Cl ₃
1,750 - 2,250	9 - 15	Cl ₁	Cl ₂	Cl ₄

Cl₁ : sans danger sous régime d'irrigation normal

Cl₂ : risque faible Cl₃ : risque moyen

Cl₄ : dangereux

VIII - CONCLUSIONS.

L'effet des chlorures et autres matières solubles dans l'eau d'irrigation dépend :

- du taux de ces éléments dans le sol et dans l'eau d'irrigation;
- du taux d'évapotranspiration, de la capacité de rétention et de la porosité du sol;
- des quantités des autres constituants présents dans le sol (principalement matière organique et azote);
- des conditions climatiques;
- des variétés et porte-greffes utilisés.

Avec un climat sans excès (sans température élevée, vents desséchants et froid excessif), un sol assez profond et drainant, une fertilisation abondante, un porte-greffe adéquat (Cléopâtre, Lime Rangpur), une pluviométrie suffisante pour un lessivage efficace et de bons soins d'entretien il devrait être possible d'obtenir de bonnes performances sur des agrumes irrigués avec des eaux à 2 g/l de résidu sec (3 mmhos/cm environ) et, peut être même, avec 3 g/l.

Il est généralement admis que le taux de 1,5 g/l de résidu sec (avec 0,2 à 0,5 g/l de chlorures) représente la limite supérieure permettant d'obtenir de très bonnes récoltes d'agrumes, sous la plupart des conditions. Même avec ce taux limité, les sols peu perméables et non drainants, ainsi que les excès de climat, doivent être écartés pour les agrumes.

IX - BIBLIOGRAPHIE.

- BERNSTEIN L. : (1968) : Salinity factors and their limits for Citrus culture. Proc. 1st Citrus Symp. Riverside - Vol 3 pp. 1779 - 82.
- BHAMBOTA J.R. : and Kanner J.S. (1968) : Salinity tolerance of some rootstocks and scions of citrus species. Proc. 1st Citrus symp. Riverside Vol 3, pp. 1833-6.
- BINGHAM F.T. : Stolay L.H and Chapman H.D. (1968) : Effects of variable water quality on Valencia tree performance. Proc. 1st Int. Citrus symp - Riverside, Vol 3, pp. 1803-9.
- CHAPMAN H.D. : (1968) : The Citrus Industry. Vol. II, p. 127, Berkeley, Calif
- CHAPMAN H.D. : and Rayner D.S. (1968) : Effects of variable maintained chloride levels on orange growth, yield and leaf composition. Proc. 1st. int. Symp. Riverside, Vol 3, pp. 1811-17.
- CALVERT D.V. : and Reits, H.H. (1965/66) : Salinity of water for sprinkle irrigation of Citrus. Proc. Fla. St. Hort. Soc. 78, 73-78
- COOPER, W.C. : (1961/62) : Toxicity and accumulation of salts in citrus trees on various rootstocks in Texas. Proc. Fla. St.hort. Soc. 74, 95-104.
- COOPER, W.C. : and Peynade, A. () : Chloride and boren tolerance of young lime citrus trees on various rootstocks. Jour. Rio Grande Val. Hort. Soc. 13, 75-80.
- DUMAS J. et SEGHIR B. (1969) Enquête "Agrumes" sur le périmètre de la Mina. E.A.H. 1141 54 S.E.S. Ministère des Travaux Publics et de la Construction - Alger -
- F.A.O. - UNESCO : (1967) : International source - book on irrigation and drainage of arid lands in relation to salinity alkalinity.

- FURR J.R. AND REAM C.L. (1968) : Breeding and testing rootstocks for salt tolerance. Calif. Citrogr.; t. 54, N° 1.
- HARDING R.B. AND MAHLER R.J. (1966) : Saline irrigation waters and Citrus production. Calif. Citrogr., 51 - 92 - 102-108.
- HEWITT A.A., FURR J.R., Carpenter, J.B. (1964) : Uptake and distribution of chlorides in citrus cuttings during a short-term salt test. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 165 - 169.
- HOLEVAS C.D. AND DEMATRIADES S.D. (1963) : Dégâts causés aux agrumes par la toxicité des chlorures. Ann. Inst. Phytopath. Beni, 5; 135-148.
- KANWAR J.S. AND BHANBOTA J.R. (1968) : Variable Salinity and water table level effects on the growth of Sweet orange (*Citrus sinensis* esbeck) under Punjab conditions. Proc. Inst. Int. Citrus Symp. Riverside. Vol 3. pp. 1783-91.
- MALCOLM C.V. (1967) : Reducing salt damage from sprinkler irrigation. Cal. Citrogr. 52, 122-125.
- PEYNADO A. AND YOUNG R. (1962) : Performance of nucellar Red Blush grapefruit trees on 13 kinds of rootstocks irrigated with saline and boren contaminated well a 3 years période. J. of the Rio Grande Val., V. 16, 52.
- SMITH S.T. (1963) : Hints on... irrigating citrus with saline water. A J. of Aggr. Western Australia, V.4, N° 1, 41.

FIN

15