

Maisons-Alfort, le 23/11/2023

AVIS
de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation,
de l'environnement et du travail
relatif à une demande d'autorisation d'introduction dans l'environnement
d'un macro-organisme non indigène utile aux végétaux

Souche non indigène de *Anagyrus vladimiri*, demande déposée par la société Biobest Group NV

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail a notamment pour mission l'évaluation des dossiers de produits phytopharmaceutiques et de demande d'introduction dans l'environnement de macro-organismes non indigènes. Les avis formulés par l'agence comprennent :

- *L'évaluation des risques que l'utilisation de ces produits peut présenter pour l'homme, l'animal ou l'environnement ;*
 - *L'évaluation de leur efficacité et de l'absence d'effets inacceptables sur les végétaux et produits végétaux ainsi que celle de leurs autres bénéfices éventuels ;*
 - *Une synthèse de ces évaluations, assortie de recommandations portant notamment sur leurs conditions d'emploi.*
-

PRESENTATION DE LA DEMANDE

Dans le cadre des dispositions prévues par l'article L 258-1 et 2 du code rural et de la pêche maritime, et du décret n° 2012-140 du 30 janvier 2012¹, l'entrée sur le territoire et l'introduction dans l'environnement de macro-organismes non indigènes utiles aux végétaux sont soumises à autorisation préalable des ministres chargés de l'agriculture et de l'environnement, sur la base d'une analyse du risque phytosanitaire et environnemental que cet organisme peut présenter.

L'Agence a accusé réception le 25 mai 2022 d'une demande d'autorisation d'introduction dans l'environnement d'une souche non indigène du macro-organisme *Anagyrus vladimiri* Triapitsyn, 2019, un hyménoptère parasitoïde, de la part de la société Biobest Group NV. Conformément au code rural et de la pêche maritime, l'avis de l'Anses est requis.

Le présent avis porte sur l'évaluation des risques sanitaire, phytosanitaire et environnemental et des bénéfices liés à l'introduction dans l'environnement d'une souche non indigène du macro-organisme *Anagyrus vladimiri* Triapitsyn, 2019 dans le cadre d'une lutte biologique augmentative ciblant les cochenilles des genres *Pseudococcus* et *Planococcus*, dites cochenilles farineuses, en cultures légumières et ornementales sous serre et en plein champ ainsi qu'en vigne et en agrumes.

Il est fondé sur l'examen par l'Agence du dossier de demande déposé par la société Biobest Group NV pour ce macro-organisme, conformément aux dispositions du décret n° 2012-140 du 30 janvier 2012 et à l'annexe II de l'arrêté du 28 juin 2012² relatifs à la constitution du dossier technique.

Le territoire concerné par cette demande d'introduction dans l'environnement est la France métropolitaine continentale.

¹ Décret no 2012-140 du 30 janvier 2012 relatif aux conditions d'autorisation d'entrée sur le territoire et d'introduction dans l'environnement de macro-organismes non indigènes utiles aux végétaux, notamment dans le cadre de la lutte biologique.

² Arrêté du 28 juin 2012 relatif aux demandes d'autorisation d'entrée sur le territoire et d'introduction dans l'environnement de macro-organismes non indigènes utiles aux végétaux, notamment dans le cadre de la lutte biologique (JORF N°0151 du 30 juin 2012 page 10790).

ORGANISATION DE L'EXPERTISE

Les données prises en compte sont celles qui ont été jugées valides par l'Anses. L'avis présente une synthèse des éléments scientifiques essentiels qui conduisent aux recommandations émises par l'Agence et n'a pas pour objet de retracer de façon exhaustive les travaux d'évaluation menés par l'Agence.

L'expertise a été réalisée dans le respect de la norme NF X 50-110 « Qualité en expertise – Prescriptions générales de compétence pour une expertise (Mai 2003) ».

L'expertise relève du domaine de compétences du comité d'experts spécialisé (CES) « Substances et produits phytopharmaceutiques, biocontrôle ». L'Anses a confié l'expertise au groupe de travail « Macro-organismes utiles aux végétaux ». Le résultat de cette expertise a été présenté au CES ; le présent avis a été adopté par le CES réuni le 07/11/2023.

L'Anses prend en compte les liens d'intérêts déclarés par les experts avant leur nomination et tout au long des travaux, afin d'éviter les risques de conflits d'intérêts au regard des points traités dans le cadre de l'expertise.

Les déclarations d'intérêts des experts sont publiées sur le site internet de l'Anses (www.anses.fr).

SYNTHESE DE L'EVALUATION

CARACTERISTIQUES DU MACRO-ORGANISME

Identification taxonomique du macro-organisme et méthodes d'identification

En l'état des connaissances, la taxonomie est la suivante :

Classe : Insecta

Ordre : Hymenoptera

Famille : Encyrtidae

Genre : *Anagyrus*

Espèce : *Anagyrus vladimiri* Triapitsyn, 2019

L'identification du macro-organisme faisant l'objet de cette demande a été confirmée par un certificat d'identification morphologique sur la base d'analyses réalisées par un expert entomologiste³ et par un certificat d'identification moléculaire sur la base d'analyses réalisées par un prestataire de séquençage moléculaire.

Conformément à l'article 4 de l'arrêté du 28 juin 2012, un échantillon d'individus de référence devra être déposé au Centre de Biologie et de Gestion des Populations (CBGP).

Description, biologie, écologie, origine et répartition du macro-organisme

L'espèce *A. vladimiri* est un hyménoptère endoparasitoïde solitaire des espèces de cochenilles des genres *Pseudococcus* et *Planococcus*. Elle s'attaque aux deuxième et troisième stades larvaires ainsi qu'aux femelles immatures. *Anagyrus vladimiri* inspecte son hôte et n'y dépose qu'un seul œuf. Cette espèce effectue l'ensemble de son développement dans le corps de son hôte.

Cette espèce fait partie de l'entité taxonomique anciennement nommée *Anagyrus pseudococci*. Cette entité était en réalité un complexe d'espèces partageant des caractéristiques morphologiques semblables (Triapitsyn *et al.*, 2007). Une clarification taxonomique récente a établi, notamment *via* des analyses moléculaires, les différences entre les espèces de ce groupe (Andreason *et al.*, 2019). *Anagyrus vladimiri* est une espèce de ce complexe. La dénomination *Anagyrus* near sp. *pseudococci* est rapportée dans la littérature entre 2007 et 2019. Cependant, l'analyse des séquences disponibles publiquement montre que l'entité taxonomique anciennement dénommée *Anagyrus* near sp.

³ Expert dont le statut est reconnu par ses travaux scientifiques.

pseudococci était constituée d'individus faisant partie de l'espèce *Anagyrus pseudococci* et d'individus faisant partie de l'espèce *Anagyrus vladimiri*.

Il convient donc de noter qu'il est difficile d'apprécier si les éléments de littérature précédant la description du complexe d'espèces en 2007 ou la description finale de l'espèce en 2019 se rapportent à *Anagyrus pseudococci* sensu stricto ou à *Anagyrus vladimiri*.

Ainsi, dans le cadre de cette évaluation, l'ensemble des données disponibles concernant les entités taxonomiques *Anagyrus pseudococci*, *Anagyrus* near sp. *pseudococci* et *Anagyrus vladimiri* seront prises en compte, afin d'assurer que les risques potentiels posés par le macro-organisme objet de la demande sont bien couverts.

De même, tout au long de cette évaluation, les dénominations taxonomiques proposées sont celles indiquées dans les publications citées.

Le spectre d'hôte connu d'*Anagyrus vladimiri* est aujourd'hui limité aux espèces de Pseudococcidae : *Planococcus citri* et *Planococcus ficus* (Noyes, 2023).

Le spectre d'hôte connu d'*Anagyrus pseudococci*, plus étudié, est plus large et comprend 32 espèces de Pseudococcidae et une espèce de cochenille Asterolecaniidae (Noyes, 2023).

Des travaux réalisés entre 2007 et 2019 montrent que le spectre de l'entité taxonomique anciennement dénommée *Anagyrus* near sp. *pseudococci* comprend *Planococcus citri*, *Planococcus ficus* et, dans une moindre mesure, *Pseudococcus calceolariae*, *Pseudococcus viburni*, *Phenacoccus peruvianus* et *Delottococcus aberiae* (Bugila et al., 2014 ; Tena et al., 2017).

En prenant en compte l'ensemble de ces éléments, il est raisonnable de considérer que la gamme d'hôtes d'*Anagyrus vladimiri* est limitée aux cochenilles et principalement à celles de la famille des Pseudococcidae. Ces cochenilles sont des ravageurs des plantes cultivées.

Anagyrus vladimiri est sujet à une prédation intra-guilde, notamment, de la part de *Cryptolaemus montrouzieri* (Fleisch et al., 2011). Elle présente aussi plusieurs hyperparasitoïdes, notamment *Chartocerus subaenus*, *Chartocerus hyalipennis* et *Pachyneuron* sp. (Lotfalizadeh & Ahmadi 2000, Kreiter et al., 2005, Kreiter et al., 2021).

Anagyrus vladimiri serait originaire de la zone méditerranéenne (EPPO/OEPP, 2021). Une étude récente menée en France indique que *A. near sp.pseudococci* est présente dans la vallée du Rhône et la côte Méditerranée Française (Malauza et al. 2016). Après analyse des séquences générées dans cette publication, un des individus dénommé à cette époque *A. near sp.pseudococci* fait bien partie de l'espèce aujourd'hui nommée *A. vladimiri*.

L'espèce est inscrite sur l'annexe 1 de la liste EPPO PM 6/3 (5) "*Biological control agents safely used in the EPPO region*" (EPPO/OEPP, 2021). Cette liste indique que cette espèce est distribuée sur tout le bassin méditerranéen et qu'elle serait utilisée comme agent de lutte biologique depuis 1995 en Espagne, France, Grèce, Italie, République Tchèque, Pays Bas et Portugal. Cette liste mettant en synonymie *A. vladimiri* et *A. pseudococci*, il subsiste toutefois un doute sur l'identité exacte de l'ensemble des organismes commercialisés.

Diverses souches du complexe d'*A. pseudococci* ont par ailleurs déjà été introduites (la plupart commercialisées) en France métropolitaine continentale et en Corse d'après les données figurant dans l'avis de l'Anses du 1er Août 2014⁴ (saisine 2012-SA-0221) et d'après l'arrêté du 26 février 2015⁵. En particulier, une de ces souches a été considérée comme établie en France métropolitaine continentale et en Corse. Il subsiste une nouvelle fois un doute sur l'identité exact des organismes commercialisés. A noter qu'une autre souche a bénéficié d'une autorisation d'introduction dans l'environnement pour la France métropolitaine continentale et la Corse en 2019 pour laquelle le même doute subsiste.

Compte tenu de ces informations, cette espèce est probablement établie sur le territoire de la France métropolitaine continentale, mais cette dernière considération présente un certain niveau d'incertitude :

⁴ Avis de l'Anses du 1er Août 2014 relatif à une demande d'évaluation simplifiée du risque phytosanitaire et environnemental pour actualiser la liste de macro-organismes non indigènes utiles aux végétaux présentée dans l'avis 2012-SA-0221 du 2 avril 2013.

⁵ Arrêté du 26 février 2015 établissant la liste des macro-organismes non indigènes utiles aux végétaux, notamment dans le cadre de la lutte biologique dispensés de demande d'autorisation d'entrée sur un territoire et d'introduction dans l'environnement.

les données actuellement disponibles ne font état que d'un seul individu observé et analysé sur ce territoire. Une prospection plus large, de la part de la communauté scientifique, serait nécessaire afin de réduire ce niveau d'incertitude.

L'origine géographique et la date de collecte de la souche à l'origine de l'élevage ont été décrites. La localisation de l'élevage a également été précisée. Des sources alternatives, non couvertes par cet avis, ont également été décrites. Il appartient au pétitionnaire de vérifier le statut réglementaire de ces souches avant une éventuelle introduction dans l'environnement sur le territoire de la France métropolitaine continentale.

Utilisation et cible du macro-organisme

Le macro-organisme faisant l'objet de la demande sera commercialisé pour lutter contre les espèces de cochenilles des genres *Pseudococcus* et *Planococcus*, dites cochenilles farineuses, en cultures légumières et ornementales sous serre et en plein champ ainsi qu'en vigne et en agrumes.

Contrôle de la qualité du produit

Les coordonnées du producteur, le nom commercial, la formulation, la composition du produit et les modalités d'étiquetage ont été décrits.

Des éléments partiels relatifs au contrôle qualité ont été décrits. Il convient de noter que la fréquence de contrôle de l'identité du macro-organisme paraît trop faible au regard de sa biologie.

Aucune information n'a été fournie quant à un éventuel apport de nouveaux individus au sein de l'élevage (« rafraîchissement » génétique). Si de nouveaux individus, de la même origine, venaient à être apportés au sein de l'élevage, il conviendra que le demandeur réalise une identification moléculaire à chaque éventuel apport.

EVALUATION DES RISQUES ET DES BENEFICES LIES A L'INTRODUCTION DU MACRO-ORGANISME DANS L'ENVIRONNEMENT

Etablissement et dispersion du macro-organisme dans l'environnement

Compte tenu des éléments décrits précédemment, cette espèce est probablement établie sur le territoire de la France métropolitaine continentale, mais cette dernière considération présente un certain niveau d'incertitude.

Une expérimentation réalisée dans une pinède de 5 hectares au Portugal a montré qu'*Anagyris* near sp. *pseudococci* était capable de se disperser à 100 mètres en 2 jours (Franco *et al.*, 2012). Aucun élément ne semble disponible concernant la dispersion de l'espèce *Anagyris vladimiri*.

Ainsi, la probabilité d'établissement et de dispersion du macro-organisme, objet de la demande, est considérée comme élevée sur le territoire de la France métropolitaine continentale.

Risque potentiel pour la santé humaine et/ou animale

L'espèce *A. vladimiri* n'est pas connue comme étant vectrice de pathogène spécifique de l'homme ou de l'animal et n'est pas connue pour avoir des effets sensibilisants. Il n'est donc pas attendu de risques pour la santé humaine ou animale suite à l'introduction dans l'environnement du macro-organisme, objet de la demande.

Risque potentiel pour la santé des végétaux

L'espèce *A. vladimiri* n'est pas connue pour avoir un comportement phytophage ni pour causer des dégâts aux végétaux. Il n'est donc pas attendu de risques pour la santé des végétaux suite à l'introduction dans l'environnement du macro-organisme, objet de la demande.

Risque potentiel pour les organismes non cibles

La gamme d'hôtes d'*A. vladimiri* est limitée aux cochenilles et principalement à celles de la famille des Pseudococcidae (Noyes, 2023). Ces cochenilles sont des ravageurs des plantes cultivées.

Le complexe d'espèces anciennement nommé *A. pseudococci* (et duquel faisait partie *A. vladimiri*) serait par ailleurs utilisé en cultures sous abris depuis 1995 dans de nombreux pays européens dont la

France (OEPP/EPPO, 2021). En particulier, diverses souches de ce complexe ont été commercialisées et donc introduites sur le territoire de la France métropolitaine continentale. Aucun effet négatif de ces introductions n'est connu sur les organismes non cibles. Il subsiste toutefois un doute sur l'identité exacte de l'ensemble de ces organismes commercialisés. Une clarification taxonomique des souches inscrites sur la liste de l'annexe 1 de l'arrêté du 26 février 2015 et de la souche ayant bénéficié d'une autorisation d'introduction dans l'environnement en 2019 serait nécessaire.

Compte tenu de ces éléments, le risque potentiel pour les organismes non cibles suite à l'introduction dans l'environnement du macro-organisme, objet de la demande est considéré comme faible et ne semble, par ailleurs pas amplifié par rapport à celui pré-existant lié aux populations d'*A. vladimiri*, d'*A. pseudococci* et d'*A. near sp. pseudococci* déjà établies ou commercialisées sur le territoire de la France métropolitaine continentale.

Efficacité et bénéfices du macro-organisme

Deux publications attestent de l'intérêt d'*A. vladimiri* en tant qu'agent de lutte biologique:

- Lors d'une série d'essais réalisée au laboratoire, un parasitisme de 51 à 61,5 % sur *Pseudococcus comstocki* et de 64,5 à 67 % sur *Planococcus ficus* a été observé. Un de ces essais a été réalisé en situation de choix et a montré qu'*A. vladimiri* ne présente aucune préférence particulière pour une de ces deux espèces (Ricciardi *et al.*, 2021). Les individus utilisés dans cette étude ont été identifiés comme faisant partie de l'espèce *A. vladimiri*.
- Lors d'un essai réalisé dans un vignoble italien, des lâchers d'*A. near sp. pseudococci* à la dose de 1000 individus par hectare au printemps suivi de lâchers de la coccinelle prédatrice *Cryptolaemus montrouzieri* à la dose de 500 individus par hectare en été ont permis de protéger la vigne de *Planococcus ficus* sans avoir recours à des produits phytopharmaceutiques (Lucchi & Benelli, 2018). Les individus utilisés dans cette étude ont par la suite été clairement attribués à l'espèce *A. vladimiri* (Parrilli, 2021).

Les bénéfices potentiels de l'utilisation du macro-organisme objet de la demande, en tant qu'agent de lutte biologique, ont été argumentés.

CONCLUSIONS

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail adopte les conclusions du groupe de travail « Macro-organismes utiles aux végétaux » et du comité d'experts spécialisé « Substances et produits phytopharmaceutiques, biocontrôle ».

Compte tenu des éléments disponibles et de l'état actuel des connaissances,

- La probabilité d'établissement et de dispersion du macro-organisme, objet de la demande, sur le territoire de la France métropolitaine continentale peut être considérée comme élevée.
- Il n'est pas attendu de risques pour la santé humaine ou animale suite à l'introduction dans l'environnement du macro-organisme, objet de la demande.
- Il n'est pas attendu de risques pour la santé des végétaux suite à l'introduction dans l'environnement du macro-organisme, objet de la demande.
- Le risque potentiel pour les organismes non cibles suite à l'introduction dans l'environnement du macro-organisme, objet de la demande est considéré comme faible, et ne semble, par ailleurs, pas amplifié par rapport à celui pré-existant lié aux populations d'*A. vladimiri*, d'*A. pseudococci* et d'*A. near sp. pseudococci* déjà établies ou commercialisées sur le territoire de la France métropolitaine continentale.
- Les bénéfices potentiels de l'utilisation du macro-organisme, objet de la demande, en tant qu'agent de lutte biologique, sont reconnus.

Considérant l'ensemble des données disponibles, l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail émet un avis favorable à la demande d'autorisation d'introduction dans l'environnement du macro-organisme non indigène *Anagyrus vladimiri* de la société Biobest Group NV. sur le territoire de la France métropolitaine continentale.

Conformément à l'article 4 de l'arrêté du 28 juin 2012, un échantillon d'individus de référence devra être déposé au Centre de Biologie et de Gestion des Populations (CBGP).

Il conviendrait que le demandeur augmente la fréquence de contrôle de l'identité du macro-organisme dans l'élevage.

Par ailleurs, au regard des évolutions taxonomiques du complexe d'espèces anciennement nommé *Anagyrus pseudococci*, il conviendrait de clarifier la taxonomie des souches inscrites sur la liste de l'annexe 1 de l'arrêté du 26 février 2015⁶ et de la souche ayant bénéficié d'une autorisation d'introduction dans l'environnement en 2019.

Pour le directeur général, par délégation,
le directeur,
Direction de l'évaluation des produits réglementés

Mots-clés : *Anagyrus vladimiri*, *Anagyrus* sp. near *pseudococci*, *Anagyrus pseudococci*, agent non indigène, macro-organisme, lutte biologique, cochenilles farineuses, *Planococcus*, *Pseudococcus*, parasitoïde, France métropolitaine continentale.

⁶ Arrêté du 26 février 2015 établissant la liste des macro-organismes non indigènes utiles aux végétaux, notamment dans le cadre de la lutte biologique dispensés de demande d'autorisation d'entrée sur un territoire et d'introduction dans l'environnement.

BIBLIOGRAPHIE

Dans le cadre de cet avis, l'Anses a identifié les publications pertinentes suivantes :

Andreason S.A., Triapitsyn S.V. & Perring T.M. (2019). Untangling the *Anagyrus pseudococci* species complex (Hymenoptera: Encyrtidae), parasitoids of worldwide importance for biological control of mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae): Genetic data corroborates separation of two new, previously misidentified species. *Biological Control*, 129, pp. 65-82.

Bugila, A. A. A., Branco, M., Silva, E. B., & Franco, J. C. (2014). Host selection behavior and specificity of the solitary parasitoid of mealybugs *Anagyrus* sp. nr. *pseudococci* (Girault) (Hymenoptera, Encyrtidae). *Biocontrol Science & Technology* 24, 22-38.

EPPO/OEPP Organisation Européenne et Méditerranéenne de Protection des Plantes. (2021). PM 6/3(5) Biological control agents safely used in the EPPO region. *EPPO Bulletin*. 2022; 00:1–3.

Fleisch A., Malausa T., Ris N., Queguiner L. & Kreiter P. (2011). Prédation intraguilde de *Cryptolaemus montrouzieri* (Coleoptera : Coccinellidae) sur *Pseudaphycus flavidulus* (Hymenoptera, Encyrtidae), parasitoïde de *Pseudococcus viburni* (Hemiptera : Pseudococcidae). AFPP Les Cochenilles ravageurs principal ou secondaire - Conférence Internationale sur les Ravageurs en Agriculture – Montpellier – 25 octobre 2011.

Franco J.C., Zina V., Silva E.B., Steinberg S., Belda J.E., Branco M., Suma P. & Mendel Z. (2012). Dispersion pattern in augmentative releases of *Anagyrus* sp. near *pseudococci*, parasitoid of the citrus mealybug. *International Citrus Congress*. Valence. Espagne.

Kreiter P., Delvare G., Giuge L., Thaon M. & Viaut M. (2005). Inventaire préliminaire des ennemis naturels de *Pseudococcus viburni*. *Bulletin de la Société entomologique de France* 110 (2), pp. 161-164.

Kreiter P., Ris N., Warot S., Belet A., Ayed F., Japoshvili G., Germain J.-F., Balmes V., Descamps S., Tourlourat A., Cambournac L., Henry S., Graverol S., Boujot Y., Lepinay V., Correa M., Paris B., Poncet C. & Robert F. (2021). Les parasitoïdes des cochenilles sur les plantes ornementales. *Phytoma : la santé des végétaux*, n° 740, pp. 9-12.

Lotfalizadeh H. & Ahmadi A. (2000). Natural enemies of cypress tree mealybugs, *Planococcus vovae* (Nasonov), and their parasitoids in Shiraz (IRAN) - *Iran agricultural research* 19, pp.145-154.

Lucchi A. & Benelli G. (2018). Towards pesticide-free farming? Sharing needs and knowledge promotes Integrated Pest Management. *Environmental Science and Pollution Research International*, 25(14) : 13439 - 13445.

Malausa T., Delaunay M., Fleisch A., Groussier-Bout G., Warot S., Crochard D., *et al.* (2016) Investigating Biological Control Agents for Controlling Invasive Populations of the Mealybug *Pseudococcus comstocki* in France. *PLoS ONE* 11(6): e0157965.

Noyes J.S. (2023). Universal Chalcidoidea Database. World Wide Web electronic publication. <http://www.nhm.ac.uk/chalcidoids>

Parrilli M. (2021). The use of habitat management, elicitors and augmentation to improve biological control in vineyard. Thèse de doctorat. Université de Bologne. Italie. 197 pp.

Ricciardi R., Zeni V., Michelotti D., Di Giovanni F., Cosci F., Canale A., Zang L.-S., Lucchi A. & Benelli, G. (2021). Old Parasitoids for New Mealybugs: Host Location Behavior and Parasitization Efficacy of *Anagyrus vladimiri* on *Pseudococcus comstocki*. *Insect*, 12, 257.

Tena A., Nieves E., Herrero J. & Urbaneja A. (2017). Defensive behaviors of the new mealybug citrus pest, *Delottococcus aberiae* (Hemiptera: Pseudococcidae), against three generalist parasitoids. *Journal of Economic Entomology* 111 (1), pp. 89-95,

Triapitsyn S.V., González D., Vickerman D.B., Noyes J.S. & White E.B. (2007). Morphological, biological, and molecular comparisons among the different geographical populations of *Anagyrus pseudococci* (Hymenoptera: Encyrtidae), parasitoids of *Planococcus* spp. (Hemiptera: Pseudococcidae), with notes on *Anagyrus dactylopii*. *Biological Control*, 41 (1), pp. 14-24