

# Surveillance des expositions alimentaires aux résidus de pesticides: des indicateurs de risque pour le suivi et l'orientation des programmes nationaux de surveillance et du plan Ecophyto

Alexandre Nougadère (1) (alexandre.nougadere@anses.fr), Josselin Réty (1), Gaëlle Vial (2), Florence Gérard (3), Jean-Luc Volatier (1), Jean-Charles Leblanc (1), Mathilde Merlo (1)

(1) Anses, Direction de l'évaluation des risques, Maisons-Alfort, France

(2) Anses, Direction des produits réglementés, Maisons-Alfort, France

(3) Direction générale de l'alimentation, Sous-direction de la qualité et de la protection des végétaux, DRAAF/SRAL Pays de la Loire, Angers, France

## Résumé

La surveillance nationale *a posteriori* des expositions alimentaires aux résidus de pesticides, pilotée par l'Anses, a pour objectif de caractériser et de hiérarchiser les risques pour les consommateurs. Elle permet d'identifier les substances actives (SA) et les denrées nécessitant un renforcement de la surveillance ou des mesures de gestion en complément de l'évaluation *a priori* conduite pour la délivrance des autorisations de mise sur le marché. La méthode d'évaluation des risques est basée sur quatre indicateurs de risque chroniques et aigus actualisés annuellement à partir des résultats des derniers plans de surveillance, des limites maximales de résidus (LMR) et de l'étude de consommation INCA 2. Elle intègre une échelle de priorités à six niveaux pour orienter les gestionnaires et les évaluateurs. En 2014, 443 SA (85 %) présentent des niveaux d'exposition inférieurs aux valeurs toxicologiques de référence (niveau 1). Pour 65 SA prioritaires (niveaux 2 à 5), l'Anses a recommandé une amélioration de la surveillance pour réduire l'incertitude. Pour les couples SA/denrée associés à un risque aigu (niveau 6), des contrôles renforcés ou un abaissement des LMR sont nécessaires. En complément, dans le cadre du suivi du plan Ecophyto, l'indicateur d'exposition alimentaire cumulé, calculé en 2009-2012, montre que les SA de post-récolte, et en particulier les insecticides de stockage des céréales, contribuent majoritairement à l'exposition alimentaire globale.

## Mots-clés

Plans de surveillance, résidus de pesticides, exposition alimentaire, caractérisation des risques, indicateurs, population générale

## Abstract

**Monitoring of dietary exposures to pesticide residues: risk indicators for the monitoring and guidance of national monitoring programs and the Ecophyto action plan**  
The French system for reactive monitoring of dietary exposure to pesticide residues, coordinated by ANSES, aims to characterise and prioritise dietary risks to consumers. It identifies the active substances and commodities requiring increased monitoring or management measures, in order to complete the evaluation of plant protection products prior to authorisation. The risk assessment method is based on four chronic and acute indicators updated annually, based on the results of the latest monitoring plans, maximum residue levels (MRLs) and the INCA2 consumption survey. It includes a 6-level priority scale in order to guide risk managers and assessors. In 2014, 443 substances (85%) had exposure levels below the toxicological reference values (level 1). For 65 priority substances (levels 2 to 5), ANSES recommends improving monitoring programs in order to reduce uncertainty. For 21 pesticide/commodity combinations associated with an acute risk (level 6), enhanced controls or lowered MRLs are required in order to ensure consumer safety. In addition, as part of the French Ecophyto action plan, the cumulative dietary exposure indicator calculated in 2009-2012, showed that post-harvest substances, particularly grain storage insecticides, mainly contribute to overall dietary exposure.

## Keywords

Monitoring programs, Pesticide residues, Dietary exposure, Risk characterization, Indicators, General population

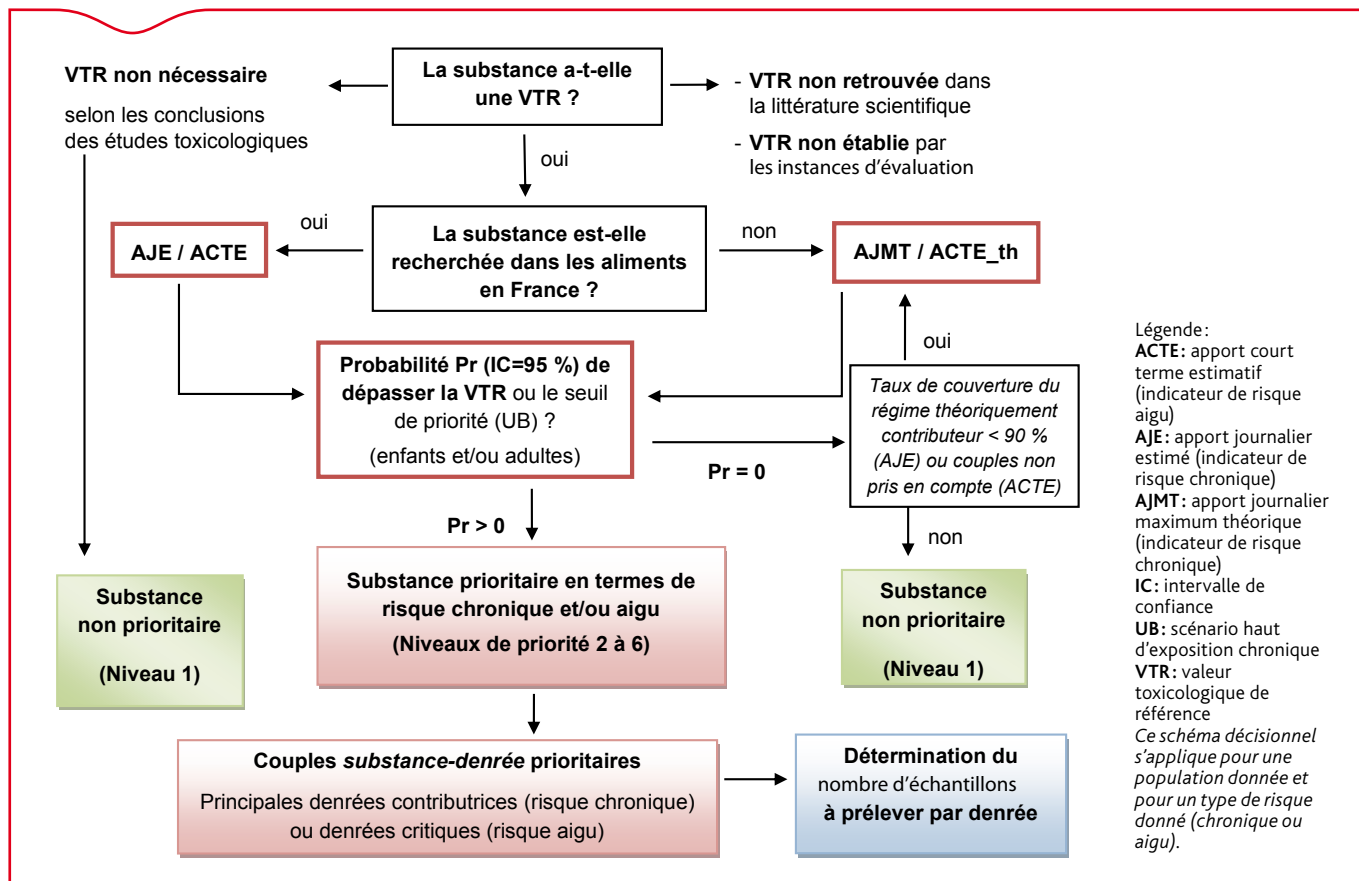
Dans l'Union européenne, l'évaluation *a priori*, la mise sur le marché et la surveillance post-homologation (*a posteriori*) des produits phytopharmaceutiques et des résidus de pesticides dans les aliments sont harmonisées (règlement CE 396/2005; règlement CE 1107/2009). Ce cadre réglementaire permet aux organismes d'évaluation des risques et aux autorités de s'assurer que les teneurs résiduelles en substances actives (SA) mesurées dans les aliments ne présentent pas de risque pour les consommateurs (EFSA, 2014).

Le règlement CE 396/2005 concernant les limites maximales de résidus (LMR) de pesticides dans les denrées d'origine végétale et animale prévoit la réalisation d'un programme communautaire de surveillance coordonné (article 29) ainsi que de plans nationaux de surveillance (PS) fondés sur l'évaluation des risques (article 30). Ce règlement définit le terme de « résidus de pesticides » comme les reliquats, y compris les substances actives, les métabolites et/ou les produits issus de la dégradation ou de la réaction des substances actives utilisées actuellement ou par le passé dans les produits phytopharmaceutiques (tels que définis par la directive 91/414/CEE abrogée par le règlement CE 1107/2009), y compris notamment les résidus dont la présence peut être due à une utilisation des substances actives à des fins phytosanitaires (règlement 1107/2009), vétérinaires (règlement

CE 37/2010), ou en tant que biocides (directive CE 98/2008). En pratique, la majorité des résidus de pesticides recherchés dans le cadre des plans de surveillance sont des résidus de substances actives phytopharmaceutiques, pouvant également être des antiparasitaires vétérinaires et/ou des biocides.

Ces programmes de surveillance ont pour objectif d'une part de vérifier le respect de la réglementation, et d'autre part d'évaluer les risques pour les consommateurs. Les plans de surveillance et de contrôle nationaux réalisés au niveau de la commercialisation des denrées sont mis en œuvre par la Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes (DGCCRF) pour les fruits et légumes, les céréales et l'alimentation infantile, par la Direction générale de l'alimentation (DGAL) pour les denrées d'origine animale et par la Direction générale de la santé (DGS) pour l'eau destinée à la consommation humaine (directive 98/83/CE).

Au niveau de l'Union européenne, une synthèse et une évaluation *a posteriori* de l'exposition et des risques alimentaires est réalisée chaque année par l'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA), à partir des résultats du programme coordonné transmis par chaque État membre. En complément, en France, une évaluation des risques



**Figure 1.** Méthode d'identification des couples pesticide-dénrée prioritaires dans le cadre de la surveillance des risques alimentaires (chroniques et aigus) (Anses, 2014)

a posteriori est conduite par l'Observatoire des résidus de pesticides (ORP) de la direction de l'évaluation des risques (DER) de l'Anses, en collaboration avec la direction des produits réglementés de l'Anses, à partir d'une méthode globale développée par l'ORP et basée sur des indicateurs de risque. Par rapport à la méthode de l'EFSA, cette évaluation présente l'avantage d'assurer une meilleure couverture du régime alimentaire et d'intégrer un spectre plus large de substances; elle est donc plus proche de la réalité des expositions des consommateurs français. Ces indicateurs sont actualisés et publiés régulièrement dans un avis de l'Anses et permettent de guider:

- d'une part les gestionnaires du risque dans le cadre de l'élaboration de leurs PS et de la mise en œuvre de mesures préventives et correctives,
- d'autre part les évaluateurs du risque dans l'orientation des travaux de recherche et d'expertise, notamment en métrologie, expologie et toxicologie.

Par ailleurs, pour le suivi du plan national d'actions Ecophyto piloté par le ministère de l'Agriculture et visant à réduire l'utilisation des produits phytopharmaceutiques en France, un indicateur d'exposition alimentaire cumulée a été élaboré en 2013, afin d'apprécier dans le temps l'évolution de l'exposition globale des consommateurs. Les résultats de cet indicateur mis à jour par l'Anses sont publiés chaque année par le ministère de l'Agriculture (MAAF, 2014).

Deux volets sont abordés dans cet article:

- les résultats du dernier avis de l'Anses sur l'actualisation des indicateurs de risque alimentaire et l'orientation des PS (Anses, 2014),
- les résultats 2009-2012 de l'indicateur d'exposition alimentaire Ecophyto (MAAF, 2014).

## Méthode générale

Les données nécessaires au calcul sont recueillies et structurées chaque année par l'ORP à des fins de calcul d'exposition et de risque. Elles sont détaillées dans chaque avis (Anses, 2012, 2014).

## Données de consommation et de contamination

La population étudiée est la population générale française métropolitaine âgée de plus de trois ans, dont les pratiques de consommation et les quantités consommées sont décrites dans l'étude individuelle et nationale INCA 2 réalisée de 2005 à 2007 auprès de 4079 personnes (Afssa, 2009; Dubuisson *et al.*, 2010; Lioret *et al.*, 2010). Les calculs portent sur les individus normo-évaluants, soit 1 719 adultes et 1 446 enfants de trois à dix-sept ans. Les 1 305 aliments décrits tels que consommés ont été décomposés en 181 denrées brutes selon la nomenclature du règlement (CE) n°212/2013.

Les données de contamination des denrées brutes sont les résultats des PS de la DGCCRF (2011), de la DGAL (2010) et de la DGS (2010-2011) détaillés dans le dernier avis de l'Anses (Anses, 2014). Dans le cadre d'Ecophyto, les résultats 2012 ont été utilisés. Ces données sont complétées par les LMR des règlements CE 396/2005 (tous résidus de pesticides) et 37/2010 (antiparasitaires vétérinaires).

## Indicateurs de risque

À partir de l'estimation de l'exposition et de la caractérisation des risques, quatre indicateurs de risque sont calculés (Anses, 2014; Nougadère *et al.*, 2014). Pour l'exposition chronique, il s'agit de l'apport journalier estimé (AJE) et de l'apport journalier maximum théorique ajusté (AJMT). Pour l'exposition aiguë, de l'apport court terme estimé (ACTE) et de l'ACTE théorique (ACTA\_th). L'AJE et l'ACTE sont calculés à partir des résultats des PS alors que l'AJMT et l'ACTE\_th le sont à partir des LMR, en l'absence de résultats de PS ou lorsque le taux de couverture du régime est insuffisant (<90 %) (Figure 1). Standardisés au niveau international, ces indicateurs sont ajustés par l'Anses (WHO, 1997; Anses, 2014) et exprimés en pourcentage de la valeur toxicologique de référence (VTR) de la SA. Ils sont calculés pour chaque individu INCA 2 et pour plus de 500 SA recensées par l'ORP, en tenant compte du régime alimentaire total de chaque individu.

## Gestion de la censure et couverture du régime alimentaire

Pour calculer l'AJE, les moyennes de contamination sont estimées entre deux bornes :

- une borne basse (LB) pour laquelle les résultats non quantifiés sont fixés à 0,
- une borne haute (UB) pour laquelle les résultats non quantifiés sont fixés à 0 si la SA n'a jamais été quantifiée dans la denrée et si elle n'y est pas attendue (LMR fixée par défaut). Sinon, ils sont fixés à la limite de quantification (LQ).

Sur cette base, deux AJE sont calculés : un AJE\_LB et un AJE\_UB. Le premier repose sur les contaminations réellement observées. Le second, plus conservateur, correspond à une approche plus protectrice pour les consommateurs nécessaire en évaluation des risques.

Afin d'estimer l'incertitude de l'évaluation, un niveau de couverture du régime potentiellement contributeur à l'exposition est associé au résultat obtenu et permet de calculer un seuil de priorité qui correspond à la VTR pondérée par le niveau de couverture (Anses, 2014).

## Substances et couples substance/denrée prioritaires

La proportion d'individus dont l'exposition chronique et/ou aiguë dépasse la VTR est estimée. Les SA prioritaires en termes de surveillance sont celles dont la probabilité de dépasser la VTR ou le seuil de priorité n'est significativement pas nulle (IC=95 %). La moyenne et les percentiles les plus élevés d'exposition sont ensuite estimés pour les enfants (< 17 ans) et les adultes.

Les couples denrée/SA prioritaires en termes de surveillance sont ceux dont la contribution à l'AJE\_UB est supérieure à 0,1 % de la dose journalière admissible (DJA) pour les 5 % d'individus les plus fortement exposés ou associés à un dépassement de la dose de référence aiguë (ARfD).

Les priorités identifiées précédemment par la DER sont complétées par celles de la DPR, à partir du modèle de prédiction du risque « PRIMo » (*Pesticide residue intake model*) basé sur les niveaux issus des essais « résidus » et les LMR, ainsi que sur les régimes alimentaires des États

membres. Il n'intègre pas les résultats des plans de surveillance, ni les données individuelles françaises de consommation alimentaire INCA 2 (EFSA, 2007; Anses, 2014).

## Niveaux de priorité et orientation des plans de surveillance annuels

Afin de guider les gestionnaires et les évaluateurs du risque, une échelle de priorités a été élaborée pour hiérarchiser les SA (Anses, 2014; Nougadère *et al.*, 2014). Les niveaux de priorité (indices de risque) en termes d'évaluation ou de gestion du risque alimentaire et les critères de score sont décrits dans le **Tableau 1**. L'échelle inclut six niveaux. Les niveaux 2 à 6 concernent les SA identifiées précédemment comme prioritaires en termes de surveillance. Le niveau 2 correspond à un risque faible associé à une incertitude élevée, alors que le niveau 6 correspond à un risque chronique et/ou aigu confirmé et associé à un faible niveau d'incertitude. Le niveau 1 concerne les SA non prioritaires pour lesquelles les résultats des PS permettent d'écartier un dépassement de VTR.

Un niveau de priorité est attribué pour chaque SA pour le risque chronique. Un niveau de priorité par couple SA-denrée est attribué pour le risque aigu. Pour une SA donnée, le niveau de priorité global est le niveau maximal obtenu entre le niveau chronique et le niveau aigu.

## Définition du plan d'échantillonnage

Pour chaque couple SA-denrée prioritaire, le nombre d'échantillons à prélever est déterminé en fonction des niveaux de contamination observés (Anses, 2014). L'effectif retenu pour chaque denrée correspond au nombre de prélèvements permettant de décrire avec une certaine précision les niveaux moyens de contamination associés à l'ensemble des SA prioritaires dans cette denrée. Les différences en termes d'effectifs obtenus reflètent la variabilité observée de contamination de ces couples SA/denrée.

## Indicateur de suivi du plan Ecophyto

Le plan Ecophyto vise à réduire l'utilisation des produits phytopharmaceutiques en France. À ce titre, c'est l'AJE\_LB (enfants)

**Tableau 1.** Niveaux de priorité en termes d'évaluation ou de gestion du risque (niveaux 2 à 6 pour les substances prioritaires pour la surveillance) (Anses, 2014)

Niveaux de priorité	Conclusions et recommandations en termes de gestion ou d'évaluation du risque	Indicateurs de risque pertinents et critères de score	
		Risque chronique	Risque aigu
6	<b>Un risque est identifié (données suffisantes)</b> <b>Des actions de gestion sont nécessaires :</b> (1) renforcement de la surveillance et des mesures préventives, (2) révision des LMR ou des usages autorisés pour les principales denrées contribuant à l'exposition chronique ou denrées critiques (risque aigu).	$Pr(AJE\_LB > DJA) > 0$ <b>(a) (b)</b>	$Pr(ACTE > ARfD) > 0$ <b>(a) (b)</b>
5	<b>Un risque ne peut pas être écarté (données insuffisantes)</b> <b>Réévaluation nécessaire pour confirmer le risque et les actions à engager (niveau 6) :</b> besoin de réduire l'incertitude et d'affiner l'estimation par (1) une meilleure gestion des données censurées, (2) l'analyse de chaque aliment tel que consommé ou l'utilisation des facteurs de process (FP), puis (3) un abaissement des limites analytiques pour les principaux contributeurs.	$AJE\_UB(p95) > DJA$ <b>(b)</b>	$Pr(ACTE > ARfD) > 0$ <b>(b)</b>
4	<b>Un risque ne peut pas être écarté (données manquantes)</b> <b>Réévaluation nécessaire pour confirmer le risque et les actions à engager pour les pesticides déjà recherchés partiellement :</b> nécessité d'améliorer le niveau de couverture de l'AJE en élargissant la surveillance à toutes les denrées potentiellement contributrices et/ou en ciblant mieux les denrées à analyser (par ex. : uniquement celles avec LMR spécifique)	$Pr(AJE\_UB > \text{seuil de priorité}) > 0$ ou $AJMT \text{ moyen} > DJA$	$ACTE\_th \text{ moyen} > ARfD$ (Evaluation <i>a posteriori</i> )
3	<b>Les substances actuellement non recherchées devraient être intégrées au prochain plan de surveillance, en priorité dans les principales denrées contributrices aux expositions.</b>	$AJMT(p95) > DJA$	$ACTE\_th \text{ moyen} > ARfD$ (Evaluation <i>a priori</i> : plusieurs denrées)
2	<b>Les substances actuellement non recherchées devraient être intégrées au prochain plan de surveillance, en priorité dans les principales denrées contributrices aux expositions.</b>	$Pr(AJMT > DJA) > 0$	$ACTE\_th \text{ moyen} > ARfD$ (Evaluation <i>a priori</i> : une seule denrée)
1	<b>Aucune recommandation spécifique.</b> Les programmes de surveillance actuels devraient être maintenus sans développements analytiques particuliers. En revanche, les méthodes mono-résidus mises en œuvre spécifiquement pour des substances classées au niveau 1 deviennent facultatives.	DJA non nécessaire ou $Pr(AJE\_UB > DJA) = 0$ et $Pr(AJMT > DJA) = 0$	ARfD non nécessaire ou $Pr(ACTE > ARfD) = 0$ et $ACTE\_th \text{ moyen} < ARfD$

**(a)** Critères supplémentaires pour les denrées analysées avec la peau non consommée (par ex. : bananes, avocats, agrumes...) : la présence du pesticide doit avoir été confirmée dans les aliments tels que consommés (jus, pulpe...) (Anses, 2011) ou le facteur de transformation si disponible (pulpe) doit être égal ou supérieur à 1 (BfR, 2011). Sinon, compte tenu de l'incertitude, le pesticide est classé au niveau de risque inférieur (niveau 5 : « données insuffisantes pour conclure »)

**(b)** Substances quantifiées au moins une fois dans les denrées brutes agricoles contributrices (risque chronique) ou critiques (risque aigu)  
**ACTE :** apport court terme estimatif ; **ACTE\_th :** ACTE théorique ; **AJE :** apport journalier estimé ; **AJMT :** apport journalier maximum théorique ; **IC :** intervalle de confiance ; **LB :** scénario bas (AJE\_LB) ; **Pr :** probabilité (IC=95%) ; **UB :** scénario haut (AJE\_UB)

qui a été retenu en 2013 comme indicateur d'exposition alimentaire aux résidus de produits phytopharmaceutiques pour le suivi du plan. Il est calculé en considérant d'une part le régime total (AJE « total ») et d'autre part uniquement les SA autorisées et les denrées végétales produites en France (AJE « national »). Cette approche permet d'estimer la contribution de la production nationale à la valeur de l'indice total. Il s'agit de l'AJE agrégé selon le principe de l'indice de danger (HI, *hazard index*): somme des quotients de danger (HQ, *hazard quotient*), c'est-à-dire des AJE (exposition sur DJA) de chaque SA détectée. La méthode d'agrégation a été construite par l'ORP, avec la contribution du groupe de travail « indicateurs de risque et d'impact » mis en place par la DGAL dans le cadre du plan. Les premiers résultats ont été publiés en 2013. Cet indicateur est actualisé chaque année par l'Anses et communiqué à la DGAL en charge de la publication des résultats conjointement aux autres indicateurs accompagnant le plan d'action (MAAF, 2014).

Quatre « niveaux d'agrégation » sont calculés (Tableau 2).

Pour une SA donnée (AJE 1 et 2), l'AJE est exprimé en pourcentage de la DJA. Pour plusieurs SA regroupées (AJE 3 et 4), l'AJE représente respectivement la somme des AJE 1 et des AJE 2. À ces niveaux d'agrégation 3 et 4, l'indice (indicateur sans unité) ne peut pas être interprété en termes de risque alimentaire. En revanche, les AJE 3 et 4 sont de bons indices de tendance d'exposition à l'ensemble des SA détectées dans les aliments.

## Résultats

### Mise à jour 2014 des indicateurs et des niveaux de risque

Au total, le nombre d'échantillons analysés varie peu d'une année à l'autre (près de 30 000 par an). Le nombre de SA recherchées est également stable (Anses, 2012, 2014). Parmi les 524 SA recherchées en 2010-2011, 226 étaient approuvées selon le règlement CE 1107/2009, 224 n'étaient plus autorisées, trois étaient toujours en cours d'évaluation (éthametsulfuron, métaflumizone et métobromuron) et 71 sont des métabolites ou autres SA considérées non pertinentes du point de vue toxicologique par les instances d'évaluation (Anses, 2014).

Les résultats d'analyse globaux présentent une forte stabilité entre 2010 et 2011:

- le taux de résultats d'analyse quantifiés était de 0,62 % en 2010 et de 0,59 % en 2011 (n=22 060),
- le taux d'échantillons avec résidu(s) quantifié(s) était de 39 % en 2010 et de 40 % en 2011 (n=12 330), et un tiers de ces échantillons quantifiés présentent plusieurs résidus par échantillon (n=4 062) ;
- le taux de SA quantifiées au moins une fois était de 54 % en 2010 comme en 2011 (n=282).

En 2014, l'AJE et l'ACTE ont été actualisés pour 524 SA à partir des résultats des PS 2011 (Anses, 2014). Ces indicateurs mettent en évidence des dépassements de VTR pour sept SA en exposition chronique<sup>(1)</sup> et pour dix-sept SA en exposition aiguë<sup>(2)</sup>, parmi 282 SA quantifiées. Au total, 85 denrées et eaux de boisson présentaient au moins un résidu quantifié.

(1) Diméthoate, dithiocarbamates, fipronil, imazalil, lindane (HCH-gamma), nicotine et carbofuran.

(2) Bifenthrine, bitertanol, carbaryl, carbendazime/thiophanate-méthyl, diméthoate, dithiocarbamates, endosulfan, folpel, imazalil, méthamidophos, méthidathion, méthomyl, nicotine, oxamyl, prochloraze, thiabendazole et thiaclopride.

Tableau 2. Niveaux d'agrégation de l'AJE

Niveaux	Signification	Description	Observations
AJE 1	AJE « détaillé » : couples substance/denrée	Niveaux permettant de conclure en termes de risque alimentaire (AJE exprimé en % de la DJA)	Niveaux calculés dans le cadre des avis annuels de l'Anses/ORP. Publiés sur <a href="http://www.anses.fr">www.anses.fr</a> .
AJE 2	AJE « substance » : une substance/toutes denrées		
AJE 3	AJE « denrée » : plusieurs substances un groupe de denrées (ex. : fruits, légumes, céréales...)	Niveaux ne permettant pas de conclure en termes de risque alimentaire car ils considèrent simultanément des substances dont les DJA et modes d'action toxicologique peuvent être différents. (AJE agrégé: indice sans unité)	Niveaux calculés dans le cadre d'Ecophyto. Publiés sur <a href="http://www.agriculture.gouv.fr">www.agriculture.gouv.fr</a>
AJE 4	AJE « global ou annuel » : plusieurs substances/toutes denrées		

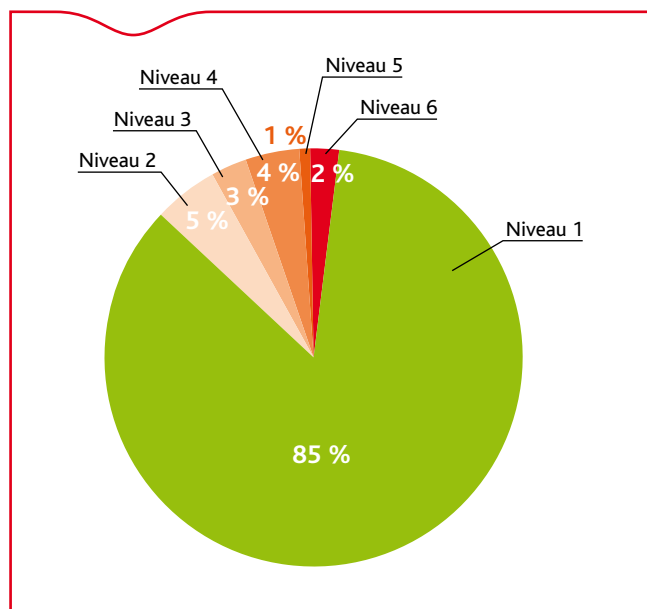
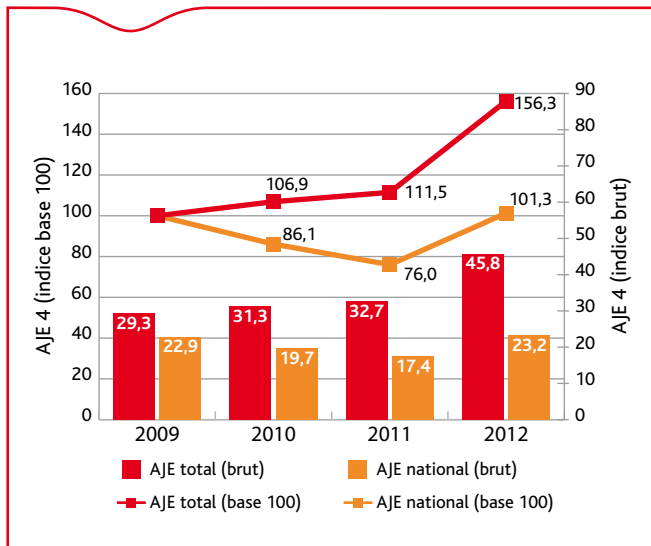


Figure 2. Répartition des pesticides évalués selon leur niveau de priorité global

À partir des valeurs des indicateurs et des incertitudes associées, des niveaux de priorité ont été affectés à chaque SA. La grande majorité (85 %) des SA sont classées en niveau 1 car les niveaux d'exposition sont inférieurs aux VTR quels que soient l'indicateur et le scénario considéré (Figure 2). Pour 76 autres SA (15 %) prioritaires (niveaux 2 à 6), l'Anses recommande:

- une pression de surveillance renforcée suivie d'une réévaluation pour 59 SA dont les niveaux d'exposition théoriques excèdent les VTR (niveaux 2 à 4). Ces SA sont actuellement non recherchées (n=26) ou leur recherche devrait être élargie à d'autres denrées potentiellement contributrices afin d'accroître la couverture du régime (n=33),
- une meilleure estimation des teneurs dans l'aliment tel que consommé afin de réduire l'incertitude pour six SA fréquemment quantifiées et dont les VTR sont dépassées (niveau 5),
- des mesures de gestion spécifiques et des contrôles renforcés pour onze SA de niveau de risque le plus élevé (niveau 6) en lien avec les couples SA/denrée suivants, associés à un risque aigu: bifenthrine (laitues), carbendazime (oranges, pommes), diméthoate (aubergines, cerises, laitues, raisins), dithiocarbamates (laitues, poires, raisins), endosulfan (concombres), folpel (poires), imazalil (agrumes, poires), méthomyl (concombres), oxamyl (concombres, haricots verts, tomates), thiabendazole (pommes, oranges) et thiaclopride (poires). Pour ces couples, deux types de mesures de gestion sont recommandés:
  - cas où des dépassements de LMR sont à l'origine du risque aigu identifié. Une intensification des contrôles est recommandée au niveau de la production agricole et de la distribution. Le cas échéant, l'identification de l'origine des non-conformités et la mise en place de mesures de gestion correctives ou suspensives sont recommandées, conformément aux règlements CE 396/2005 et 1107/2009. Concernant les denrées issues de pays tiers (la majorité des dépassements de LMR), un renforcement du contrôle à l'importation est recommandé. Au niveau national,



**Figure 3.** Évolution de l'AJE global (AJE 4) toutes origines et production nationale\*

\* De 2009 à 2012, respectivement 124, 137, 163 et 172 SA recherchées ont un AJE 2 national.

un encadrement renforcé de la production agricole pourrait être proposé pour certains fruits et légumes,

- cas où des teneurs quantifiées inférieures aux LMR sont à l'origine du risque aigu identifié. Il est recommandé une révision des LMR conformément au règlement CE 396/2005 ou dans le cadre des évaluations collectives européennes.

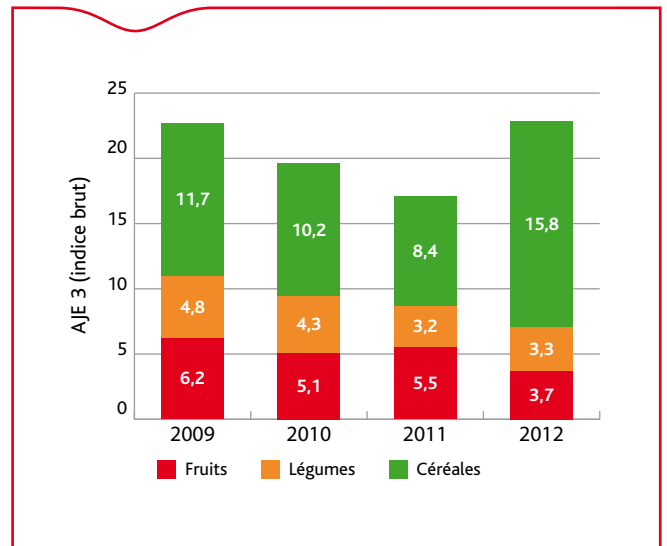
### Évolution 2009-2012 de l'AJE dans le cadre d'Ecophyto

En 2012, l'AJE national (production nationale/SA autorisées) a augmenté de 33 % par rapport à 2011, retrouvant son niveau de 2009, année de référence pour le calcul de cet indicateur. Cette augmentation est liée notamment à une augmentation globale de l'AJE total de 40 % en 2012 par rapport à 2011. Cette augmentation doit être relativisée au regard de la sensibilité volontairement privilégiée pour cet indicateur.

L'écart entre l'AJE total et l'AJE national s'explique par la non prise en compte, en production nationale, des agrumes frais et des fruits tropicaux (excepté les bananes des DOM) et des SA non autorisées en France pouvant être quantifiées dans des denrées importées ou en raison de contaminations croisées (transport, stockage...). Les SA non autorisées et les polluants organiques persistants issus d'usages historiques sont pris en compte uniquement dans le calcul de l'AJE total.

Concernant l'AJE national, la contribution des céréales à la valeur globale de l'indice s'est accrue en 2012 par rapport aux années antérieures, alors que celle des fruits a diminué (MAAF, 2014). En termes de SA et de denrées contributrices, les mêmes tendances ont été observées en 2012 :

- les céréales (blé et riz principalement) contribuent majoritairement à l'exposition alimentaire globale (68 % de l'AJE global en 2012 contre 50 % en 2011), notamment en raison des insecticides de stockage des grains récoltés,
- les fruits, cultivés en France métropolitaine (pommes, raisins, cerises...) ou en zone tropicale (bananes des DOM notamment), contribuent ensemble à près de 16 % de l'AJE global (30 % en 2011) pour différents insecticides/acaricides ou fongicides,
- les légumes contribuent à près de 15 % de l'AJE global (20 % en 2011), et notamment les pommes de terre (près de 5 %) avec des SA anti-germinatives de post-récolte (chlorprophame),
- deux insecticides organophosphorés des grains de céréales récoltés et des locaux de stockage contribuent à près de 65 % de l'AJE global (pyrimiphos-méthyl et dans une moindre mesure chlorpyrifos-



**Figure 4.** Évolution de l'AJE 3 (groupes de denrées) en production nationale

méthyl). Dix substances<sup>(3)</sup> (correspondant à une vingtaine de couples substance/denrée) contribuent à 90 % de l'AJE global;

- aucune DJA n'est dépassée pour l'AJE 2 atteignant au maximum 13 % de la DJA en 2012.

## Conclusions

La surveillance nationale *a posteriori* des expositions alimentaires aux résidus de pesticides, développée et pilotée par l'Anses en partenariat avec les directions ministérielles concernées, a pour objectif principal de caractériser et de hiérarchiser les risques alimentaires liés à l'ensemble des résidus de SA phytopharmaceutiques auxquels la population générale française peut être exposée *via* son régime alimentaire global.

Il permet d'orienter les autorités en charge de la gestion du risque, dans la définition de leurs plans de surveillance et la mise en œuvre de mesures correctives adaptées à la population générale française. La méthode globale est en amélioration constante afin de prendre en compte un nombre croissant de SA (par ex. : antiparasitaires vétérinaires) et d'aliments, ainsi que les derniers développements méthodologiques pour l'évaluation du risque cumulé.

L'indicateur d'exposition alimentaire cumulé AJE, calculé pour le suivi du plan Ecophyto de 2009 à 2012, a mis en évidence que les principales SA quantifiées et contribuant à la valeur de l'AJE national sont des SA autorisées pour les traitements post-récolte des céréales et des pommes de terre. Cependant, pour ces SA, les niveaux d'exposition estimés (AJE 2) n'excèdent pas la DJA.

Analysé à un niveau plus fin, l'indicateur permet de mettre en évidence les principaux couples SA/denrée prioritaires et les problématiques agronomiques associées, en vue d'éclairer la réflexion prospective et de faire évoluer les pratiques agricoles.

## Remerciements

Les auteurs remercient l'ensemble des collègues ayant contribué à la réalisation de cette étude et en particulier l'unité ORP de la Direction de l'évaluation des risques de l'Anses. Les auteurs remercient également la DGCCRF, la DGAL et la DGS pour leur collaboration. Ils remercient également les membres du groupe de travail « Indicateurs de risque et d'impact – sous-groupe Alimentation » du plan Ecophyto: Nathalie Verjux (Arvalis – Institut du végétal), Marie Luccioni (DGAL), Claudine Joly (France nature environnement) et Philippe Michel (Union des industries de la protection des plantes).

(3) Pyrimiphos-méthyl, diméthoate, dithiocarbamates, chlorpyrifos-méthyl, chlorprophame, imazalil, chlorpyrifos-éthyl, boscalide, thiabendazole et oxyfluorène (classement par ordre de contributions décroissantes).

## Références bibliographiques

Afssa, 2009. Étude Individuelle Nationale des Consommations Alimentaires (INCA2) (2006-2007).

Anses, 2011. Étude de l'alimentation totale française 2 (EAT2). Tome 2: Résidus de pesticides, additifs, acrylamide, hydrocarbures aromatiques polycycliques, Juin 2011. p. 362.

Anses, 2012. Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif au programme 2013 de surveillance des résidus de pesticides dans les aliments. Réponse à la saisine 2012-SA-0178., p. 26 + annexes.

Anses, 2014. Avis de l'Anses relatif à l'actualisation des indicateurs de risque alimentaire relatifs aux résidus de pesticides dans les aliments. Réponse à la saisine n°2013-SA-0138., p. 26 + annexes.

BfR, 2011. BfR compilation of processing factors for pesticide residues, BfR Opinion (database updated: 20/01/2011).

Dubuisson, C., Lioret, S., Touvier, M., Dufour, A., Calamassi-Tran, G., Volatier, J.L. and Lafay, L., 2010. Trends in food and nutritional intakes of French adults from 1999 to 2007: Results from the INCA surveys. *British Journal of Nutrition* 103, 1035-1048.

EFSA, 2007. Reasoned opinion on the potential chronic and acute risk to consumers' health arising from the proposed temporary EU MRLs according to Regulation EC No 396/2005 on Maximum Residue Levels of Pesticides in Food and Feed of Plant and Animal Origin. *EFSA Journal*, 106.

EFSA, 2014. The 2011 European Union Report on Pesticide Residues in Food. *EFSA Journal* 2014, p. 511.

Lioret, S., Dubuisson, C., Dufour, A., Touvier, M., Calamassi-Tran, G., Maire, B., Volatier J.L. and Lafay, L., 2010. Trends in food intake in French children from 1999 to 2007: Results from the INCA (étude Individuelle Nationale

des Consommations Alimentaires) dietary surveys. *British Journal of Nutrition* 103, 585-601.

MAAF, 2014. Note de suivi 2014. Tendances du recours aux produits phytosanitaires de 2008 à 2013. Note de suivi du plan Ecophyto. Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt (MAF/DGAL), p. 22

Nougadère, A., Merlo, M., Héraud, F., Réty, J., Truchot, E., Vial, G., Cravedi, J.P. and Leblanc, J.C., 2014. How dietary risk assessment can guide risk management and food monitoring programmes: The approach and results of the French Observatory on Pesticide Residues (ANSES/ORP). *Food Control* 41, 32-48.

Règlement (CE) n°396/2005 du Parlement européen et du Conseil du 23 février 2005, concernant les limites maximales applicables aux résidus de pesticides présents dans ou sur les denrées alimentaires et les aliments pour animaux d'origine végétale et animale et modifiant la directive 91/414/CEE du Conseil (JOCE du 16/03/2005) et règlements modifiant ses annexes II, III et IV relatives aux limites maximales applicables aux résidus des produits figurant à son annexe I (JO L 70 du 16.3.2005, p. 1).

Règlement (CE) n°1107/2009 du Parlement européen et du Conseil du 21 octobre 2009 concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques et abrogeant les directives 79/117/CEE et 91/414/CEE du Conseil

Règlement (UE) n°37/2010 de la Commission du 22 décembre 2009 relatif aux substances pharmacologiquement actives et à leur classification en ce qui concerne les limites maximales de résidus dans les aliments d'origine animale (JO L 15 du 20.01.2010, 72 p.)

WHO, 1997. Guidelines for predicting dietary intake of pesticides residues (revised). Prepared by the Global Environment Monitoring System - Food Contamination Monitoring and Assessment Programme (GEMS/Food) in collaboration with the Codex Committee on Pesticide Residues., WHO Publications. WHO/FSF/FOS/97.7, p. 31.