



# Les services rendus par les cultures fruitières

*Synthèse du rapport final - Septembre 2019*



**Rapport rédigé par Marie-Charlotte Bopp**

**Coordination :**

- Dominique Grasselly (CTIFL)
- Françoise Lescourret (INRA)
- Sylvie Colleu (INRA)

Action portée en 2019 par le GIS Fruits, sur ressources CTIFL et INRA

L'auteure remercie Sylvie Colleu (INRA), Françoise Lescourret (INRA) et Dominique Grasselly (CTIFL) pour leur implication et les membres du comité de pilotage de l'étude :

- Denis Bergère (AFIDEM)
- Emmanuel Demange (INTERFEL)
- Anne Guérin (IFPC)
- Pascale Guillermin (AgroCampusOuest)
- Christian Hutin (CTIFL)
- François Laurens (INRA)
- Daniel Plénet (INRA)
- Stéphanie Prat (FNPF)
- Natacha Sautereau (ITAB)
- Matthieu Serrurier (CTIFL)
- Pierre Varlet (ANPP)

Un grand merci à toutes les personnes ayant contribué au rapport en partageant leurs temps et leurs travaux sur les services :

- Jean-Charles Bouvier (INRA)
- Clothilde Bardet (INTERFEL)
- Yvan Capowiez (INRA)
- Clément Diot (TERRALIA)
- Agnès Donzeau (AOP Pomme du Limousin)
- Pierre Franck (INRA)
- Sandrine Gaborieau (Vergers Ecoresponsables)
- Stéphane Georgé (CTCPA)
- Marie-Joséphine Amiot-Carlin (INRA)
- Laurent Joyet (Chambre régionale d'agriculture Auvergne-Rhône-Alpes)
- Isabelle Jusserand (INTERFEL)
- Dragana Miladinovic (INTERFEL)
- Alexandra Paris (AFIDOL)
- Lionel Ranjard (INRA)
- Salim Rashidi (BIP)
- Sylvaine Simon (INRA)
- Lise Smith (Agglomération d'Agen)
- Bernard Vaissière (INRA)
- Emma Dieudonné (CTIFL)

Merci à Jean-Michel Ricard (CTIFL) et à Johanna Calvarin (APRIFEL) qui ont relu le rapport avec attention.

# Avant-propos

Un tel document n'avait encore jamais été rédigé. L'étude sur les services rendus par les cultures fruitières est originale et elle nous a livré beaucoup d'enseignements.

Tout d'abord, elle nous a permis de bien clarifier les notions de services d'un point de vue méthodologique et ainsi d'aboutir à une liste assez complète des services rendus par les cultures fruitières, ce qui est la première étape indispensable. Ce rapport est donc pour nous un document fondateur.

De plus, cette étude a été menée de manière collective, avec l'appui d'un Comité de pilotage très assidu et participatif, ce qui est le signe que le sujet que nous avons choisi est motivant et fédérateur. C'est aussi la preuve de l'efficacité du GIS Fruits qui est en capacité de mobiliser les acteurs de la filière pour une œuvre collective. Nous avons donc avancé tous ensemble et c'est très gratifiant.

Ce travail a mis en lumière plusieurs services mais au fil de l'étude nous avons relevé plusieurs lacunes dans les données nécessaires à la quantification de ces services. Certains services restent peu ou pas documentés, ce qui nous empêche de communiquer sur certains aspects pourtant importants.

Toutes les lacunes relevées font que le travail ne s'arrête donc pas aujourd'hui. C'est pour cela que l'on trouve pages 30 et 31 de ce document une liste de propositions de travaux futurs à mener. Cette liste de travaux trace une « feuille de route » pour le GIS Fruits et chacun de ses partenaires. Tous ensemble, nous portons la responsabilité d'œuvrer pour avancer dans la connaissance et ainsi d'aller dans le sens d'une transition agroécologique.

Sylvie Colleu, INRA, coanimatrice du GIS Fruits

## Table des matières

1.	Introduction.....	5
1.1	Enjeux et objectifs du rapport.....	5
1.2	Définition de « services rendus » et des impacts des cultures fruitières.....	5
1.3	Travaux majeurs réalisés sur les services .....	7
1.4	Les catégories de services rendus par les cultures fruitières.....	7
2.	Le service d’approvisionnement en fruits .....	10
3.	Contribution de la filière Fruits à l’économie française et à l’emploi .....	11
4.	Les services écosystémiques de régulation des vergers .....	14
4.1	La biodiversité présente en verger.....	14
4.1.1	La biodiversité présente en verger est le moteur des services écosystémiques de régulation .....	14
4.1.2	Les effets non intentionnels des pesticides sur la biodiversité.....	16
4.2	Le service de régulation des ravageurs .....	17
4.3	Le service de pollinisation .....	20
4.4	Le service de régulation du climat.....	22
4.5	Le service de régulation de l’érosion.....	25
5.	Santé, bien-être, plaisir : la contribution de la consommation de fruits à la santé publique.....	27
6.	Patrimoine des cultures fruitières .....	29
7.	Données manquantes et perspectives de travaux futurs sur les services rendus .....	30
8.	Conclusion .....	32
9.	Bibliographie.....	33

# 1. Introduction

## 1.1 Enjeux et objectifs du rapport

La filière Fruits fournit de nombreux services à la société : approvisionnement de fruits en quantité et en qualité, contribution économique, environnementale, contribution à la santé publique etc. Appréhender la multiplicité de ces contributions, analysées comme des services rendus par la filière Fruits à la société est un enjeu essentiel pour valoriser les atouts de cette filière. Dans le contexte de la construction de la réforme de la nouvelle PAC de 2020, le programme « Ecoscheme » ou « Ecoprogramme » prévoit de mettre en place un nouvel outil : les paiements pour service environnemental (PSE). Les PSE sont des dispositifs économiques pour inciter les agriculteurs à produire et maintenir des services environnementaux induits par leurs activités (Duval et al., 2016). Les services environnementaux sont les services rendus par des acteurs de l'agriculture (agriculteurs, propriétaires fonciers, prestataire de services agricoles) au travers de leurs interventions et pratiques qui contribuent à préserver ou améliorer les fonctions écologiques, c'est-à-dire à maintenir ou restaurer les services écosystémiques.

Dans ce contexte, le rapport complet de cette étude se propose de fournir des références techniques sur les services rendus par les cultures fruitières. Ce travail vise (i) à identifier et classifier les services rendus par les cultures fruitières, (ii) à évaluer quantitativement chaque service identifié et (iii) à signaler la nécessité d'acquérir des données supplémentaires pour quantifier certains services (Figure 1). Lorsqu'il n'y a pas suffisamment de données pour permettre l'évaluation des services, nous suggérons des pistes de travaux de recherche pour les combler (Figure 1).

Cette synthèse propose de mettre en lumière les principaux résultats du rapport complet sur les services.

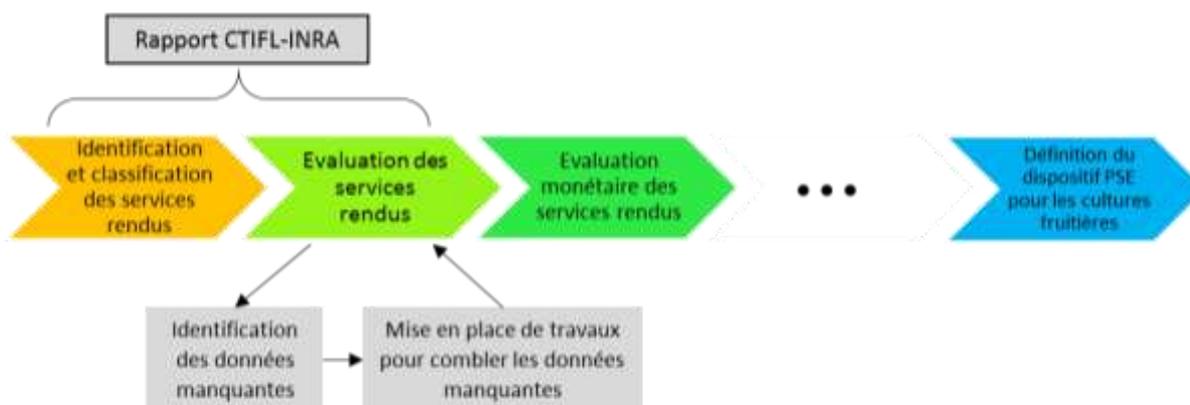


Figure 1 Etapes de travail sur les services rendus par les cultures fruitières

## 1.2 Définition de « services rendus » et des impacts des cultures fruitières

Dans cette étude, nous définissons les services rendus comme les contributions positives des gestionnaires des cultures fruitières à la société. Notre définition ne se restreint pas aux seuls services écosystémiques (voir Encadré 1 pour leurs définitions) mais s'ouvre plus largement à l'ensemble des aménités des vergers. En effet, le comité de pilotage qui a encadré ce travail a souhaité dresser un large panel de services, y compris ceux qui sont moins connus et moins étudiés par la littérature scientifique. Nous aborderons par exemple les effets bénéfiques de la consommation de fruits sur la santé ou les contributions de la filière Fruits à l'économie française.

Le service de création d'emplois est bénéfique à la société en général mais il l'est moins pour le producteur si ces emplois ne génèrent pas un chiffre d'affaire compensant les coûts salariaux. Dans ce travail, les bénéficiaires identifiés sont les producteurs et plus largement la société.

Dans cette étude, nous définissons les cultures fruitières comme l'espace productif en lui-même (rangs d'arbres fruitiers) ainsi que les infrastructures agro-écologiques associées (haies, bandes enherbées, ect.).

#### **Encadré 1 Les multiples définitions du terme « service »**

Pour éviter toute confusion, cet encadré définit les différents termes qui se rattachent aux services.

Les services écosystémiques désignent les contributions de l'écosystème au bien-être humain (Fisher et al., 2009; Haines-Young and Potschin, 2009; Wallace, 2007). Le concept de services écosystémiques a été popularisé par la publication du Millenium Ecosystem Assessment, une grande étude internationale sur l'état des écosystèmes commanditée par l'ONU, réunissant l'expertise de 1300 scientifiques (MEA, 2003). Les services sont reliés à des « fonctions écosystémiques » c'est-à-dire des processus ou des mécanismes qui se passent au sein de l'écosystème étudié, qui permettent la fourniture du service en lui-même. Par exemple, le service de régulation du climat est conditionné par les processus de séquestration de carbone dans le bois et dans le sol des arbres fruitiers ; le service de régulation des ravageurs est conditionné par les mécanismes de prédation et/ou de parasitisme. Les services écosystémiques sont classés selon le Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) en 3 grandes catégories (Haines-Young and Potschin, 2013): (i) les services d'approvisionnement comme la production de fruits (ii) les services de régulation et de maintenance comme la régulation du climat ou la régulation des ravageurs des vergers et (iii) les services culturels comme la qualité esthétique des paysages de vergers.

Les services environnementaux sont les services rendus par les gestionnaires de l'agriculture au travers de leurs interventions et pratiques qui contribuent à préserver ou améliorer les fonctions écologiques, c'est-à-dire à maintenir ou restaurer les services écosystémiques. Ils peuvent faire l'objet d'une valorisation par le dispositif économique des paiements pour services environnementaux (Duval et al., 2016).

Cette étude s'est majoritairement intéressée aux services rendus par les cultures fruitières. Cependant, il est important de rappeler que les cultures fruitières peuvent avoir des impacts négatifs ou dis-services fournis à la société. Dans le cadre conceptuel des services écosystémiques, il existe deux types de dis-services (Therond et al., 2017) :

- Le type 1 correspond aux effets négatifs de la biodiversité ou de certains processus des écosystèmes (ex : bioagresseurs des vergers ou émission naturelle de N<sub>2</sub>O dans les zones humides) ;
- Le type 2 regroupe les impacts négatifs des activités humaines, tels que ceux reliés aux pratiques agricoles (ex : traitements phytosanitaires, apports de fertilisants)

Dans cette étude, nous avons considéré deux dis-services au sens d'impacts négatifs de pratiques agricoles. Ils sont traités dans les chapitres correspondants aux services impactés.

L'impact négatif des émissions de gaz à effet de serre a été décrit afin que ces émissions puissent être comparées avec le stockage de carbone. Les effets non-intentionnels des pesticides ont été explicités car leurs effets sur la biodiversité peuvent impacter l'ensemble des services de régulation qui en dépendent (service de régulation des ravageurs, service de pollinisation...).

Il est important de rappeler que de même qu'un service, un dis-service est défini par rapport à un ensemble d'acteurs. Par exemple, la régulation de la faune sauvage peut être perçue comme un dis-service par les chasseurs et comme un service pour les forestiers.

Les pratiques culturales peuvent moduler le niveau de fourniture des services : elles peuvent augmenter un service mais également en diminuer un autre. L'enherbement par exemple contribue au service de régulation du climat en stockant du carbone dans le sol mais peut potentiellement diminuer la fourniture du service d'approvisionnement en entrant en compétition avec les arbres fruitiers pour l'eau et les nutriments du sol. Ainsi, on parle de « compromis entre services » lorsque certains services sont liés par une relation antagoniste (la fourniture d'un service implique la diminution de la fourniture de l'autre service) (Therond et al., 2017).

### 1.3 Travaux majeurs réalisés sur les services

En 2017, l'étude réalisée par l'INRA a évalué quatorze services écosystémiques rendus par les grandes cultures à l'agriculteur et à la société (Therond et al., 2017). Pour chaque service, l'étude a quantifié le niveau de fourniture du service en termes biophysiques afin de cartographier la France des services rendus par les grandes cultures. L'étude a également évalué la valeur économique de chaque service rendu et discuté de différentes méthodologies possibles pour la calculer.

En 2016, l'ITAB (Institut Technique de l'Agriculture biologique) a quantifié et chiffré économiquement les externalités de l'agriculture biologique (Sautereau and Benoit, 2016). Les externalités sur l'environnement, sur la santé humaine et sur le bien-être animal ont été incluses.

Dans la filière Fruits, une récente thèse INRA-CTIFL soutenue en 2017 par Constance Demestihis a mis en place une approche multi-service en pommiers. Cette thèse a examiné 5 services écosystémiques (service de production de fruits en quantité et en qualité, service de régulation du climat, des bio-agresseurs, service de régulation et du maintien des flux hydriques et service de disponibilité en azote du sol) (Demestihis, 2017).

### 1.4 Les catégories de services rendus par les cultures fruitières

Sur la base de la classification internationale des services écosystémiques (CICES) (Haines-Young and Potschin, 2013), d'un brainstorming effectué auprès des membres du GIS Fruits et de la catégorisation des services rendus par l'élevage (Ryschawy et al., 2015), 5 catégories de services ont été retenus.

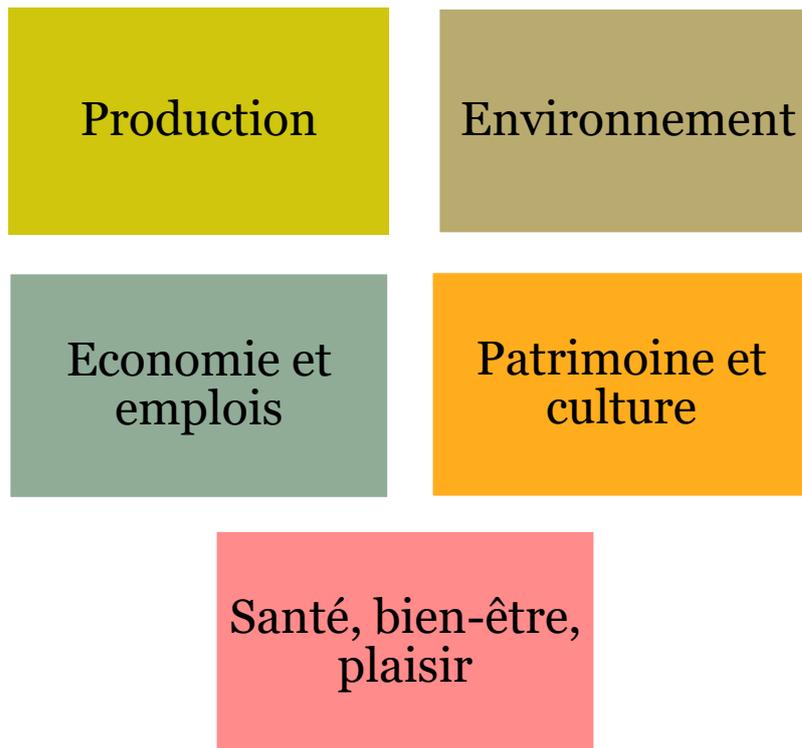


Figure 2 Catégories de services retenue dans le cadre de ce travail

Ces derniers structurent cette synthèse ainsi que le rapport complet (Figure 2) :

### 1) Production

Cette catégorie est essentiellement reliée au service d’approvisionnement en fruits. Ce service est évalué en quantité (ex : volume de fruits produits) et en qualité (ex : production sous Signes Officiels de la Qualité et de l’Origine).

### 2) Economie et emplois

Cette catégorie de services regroupe la contribution de la filière Fruits à l’économie française (chiffre d’affaires, valeur ajoutée) et à l’emploi (nombre d’emplois directs, indirects et induits générés par la filière).

### 3) Environnement

Il existe de nombreux services écosystémiques de régulation fournis par les agrosystèmes qui sont listés dans la classification officielle des services écosystémiques (CICES, (Haines-Young and Potschin, 2013)) et quantifié dans l’étude EFESE (Evaluation Française des Ecosystèmes et des Services Ecosystémiques). Dans cette étude, nous avons sélectionné quatre services écosystémiques, qui nous ont semblé particulièrement pertinents à étudier dans les vergers. Le service de régulation des ravageurs et le service de régulation de la pollinisation détermine en partie le service de production de fruits. Il nous a donc paru important de les sélectionner, d’autant plus que la littérature scientifique abonde sur ces deux services. Ce travail s’intéresse également au services de régulation du climat, un service particulièrement important à fournir dans le contexte du réchauffement climatique. Enfin, le service de régulation de l’érosion des sols a été également abordé car nous

avons fait l'hypothèse que la pérennité des vergers constituait un atout dans sa fourniture. D'autres services comme les services de disponibilité d'azote ou du maintien et de la régulation de l'eau n'ont pas été sélectionnés mais sont traités dans le travail de thèse de Constance Demestihis dans les vergers de pommiers (Demestihis, 2017) ou en grandes cultures (Therond et al., 2017).

Deux impacts négatifs sont traités dans cette partie : l'émission de carbone liée à la culture des vergers et les effets non-intentionnels de l'utilisation des pesticides sur la biodiversité.

#### **4) Santé, bien-être, plaisir**

Dans cette catégorie, l'intérêt nutritionnel des fruits pour la santé des consommateurs sera abordé. La réduction des maladies via la consommation de fruits sera évaluée.

#### **5) Patrimoine et culture**

Par manque de temps et de données, cette partie n'a pas pu être détaillée. Néanmoins, 4 services culturels ont été identifiés :

- 1) La valeur patrimoniale des cultures fruitières (les cultures fruitières comme un bien national, transmis de génération en génération depuis l'Antiquité)
- 2) Les valeurs spirituelle et symbolique des cultures fruitières (place des fruits dans la mythologie, dans les contes et légendes, dans les religions...)
- 3) La source d'inspiration pour la création artistique (peinture, sculpture, recettes de cuisine)
- 4) La génération d'activités ludiques et touristiques autour des fruits et animation du territoire

Les services rendus par les vergers ont été étudiés dans le cadre des productions fruitières françaises. Cependant, certaines données proviennent d'études internationales lorsque les données étaient manquantes en France (e.g. service de régulation de l'érosion et de la régulation du climat). Dans cette étude, l'ensemble des fruits produits en France métropolitaine est considéré.

Les données synthétisées dans cette synthèse proviennent de la littérature scientifique, de la littérature grise et certaines précisions ont été recueillies auprès des professionnels de la filière et auprès des instituts techniques.

Cette synthèse se structure par catégorie de service. La première partie aborde le service d'approvisionnement ou de production des cultures fruitières. La seconde partie détaille la contribution des cultures fruitières à l'économie. La troisième partie est consacrée aux services écosystémiques de régulation (service de régulation des ravageurs, service de pollinisation, service de séquestration de carbone, service de régulation de l'érosion). La quatrième partie aborde les effets positifs de la consommation de fruits sur la santé et la cinquième partie identifiera les services culturels et patrimoniaux des cultures fruitières.

## 2. Le service d'approvisionnement en fruits

Dans cette étude, nous estimons que la filière Fruits fournit 4 types de productions à la société (Figure 3) : des fruits frais, des fruits transformés, des coproduits générés par la transformation et la production d'énergie renouvelable (biomasse notamment).

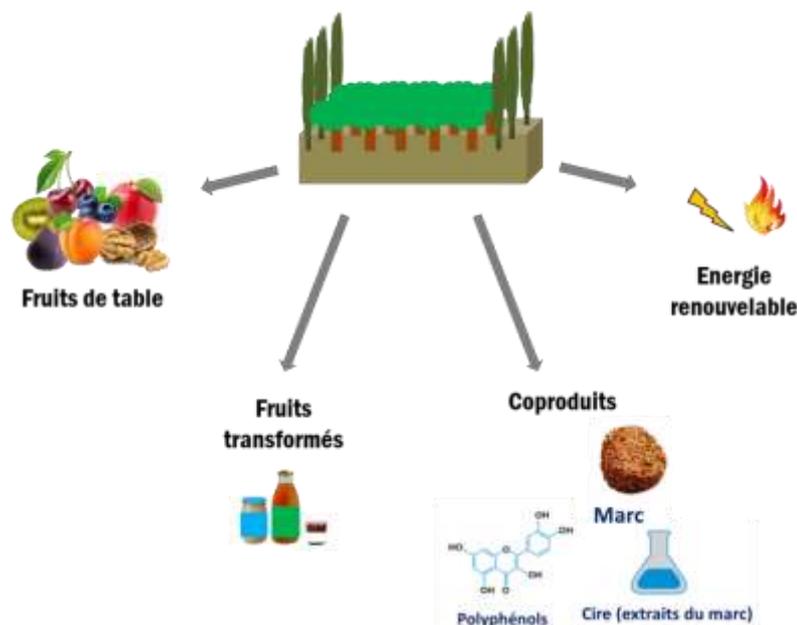


Figure 3 Les différentes productions de la filière Fruits identifiées dans cette étude

- **Volume de production**

Chaque année, 2,9 millions de tonnes de fruits sont produits dont les 3/4 sont destinés à la consommation en frais et 1/4 à la transformation (moyenne calculée sur les productions de 2015 à 2017 à partir de la Statistique Agricole Annuelle (SAA) - Agreste).

- **Une production de qualité et ancrée au territoire, certifiée par de nombreux Signes Officiels de la Qualité et de l'Origine (SIQO)**

75 Signes Officiels de la Qualité et de l'Origine sont dénombrés dans la filière Fruits dont 36 Indications Géographiques Protégées (IGP), 24 Appellations d'Origine Protégée (AOP)/ Appellations d'Origine Contrôlée (AOC), 6 AOC/IGP et 9 labels rouges.

La filière Fruits est la première filière en termes de surfaces converties et en cours de conversion en agriculture biologique (près de 23,3%<sup>1</sup> des surfaces totales fruitières en 2018 d'après l'Agence Bio).

- **La production de fruits génère de multiples coproduits diversifiés dont les voies de valorisation demeurent mal connues**

La transformation de fruits génère de multiples co-produits des vergers à partir de fruits pressés, de pépins, de peaux, de coques, de feuilles, de bois... Les résultats d'une récente étude sur les coproduits générés par les pommes et par les noix ont montré leurs grandes diversités (Figure 4) (AlpBioEco, 2019): compléments alimentaires à base de polyphénols extraits des marcs de pomme,

<sup>1</sup> Ce chiffre comprend les surfaces en conversion et semble sur évalué au regard de la connaissance implicite de terrain

cire biodégradable pouvant être utilisée pour la confection d’emballages alimentaires, de fart pour les skis, de cires ménagères ; litières de chats ou bio-graviers à base de cassures de coques de noix ; cosmétiques (crèmes, teintures naturelles) ; confection de papier ou fabrication de produits insecticides à base des feuilles de noix... Des enquêtes sont nécessaires pour identifier les valorisations effectives des coproduits ainsi que d’autres voies de valorisation pour l’ensemble des cultures fruitières.



Figure 4 Différentes valorisations des coproduits générés par les vergers de noix. Source : AlpBioEco (2019)

- **L’entretien et le renouvellement des vergers produisent de la biomasse énergie**

700 000 tonnes de matières sèches sont générées annuellement par l'entretien des vergers et leurs renouvellements (troncs, branches, rameaux...) (Deloitte et al., 2016). Près de la moitié provient de l'arrachage de vergers. Cette biomasse énergie est peu valorisée à l'heure actuelle (majoritairement brûlée en parcelle). Pourtant, d'autres valorisations sont possibles comme l'utilisation de bois pour produire de la chaleur et de l'électricité. La chaleur produite par 1ha de bois de vergers arrachés est de l'ordre de 150 000 kWh/ha (chaleur nécessaire pour chauffer 3 000 m<sup>2</sup> de serres de fraise) (estimation CTIFL).

### 3. Contribution de la filière Fruits à l'économie française et à l'emploi

La filière Fruits contribue à l'économie française en produisant de la valeur économique et en créant des emplois.

La valeur de la production fruitière s'élève à 3,1 milliards d'euros de chiffre d'affaires au stade production en France métropolitaine (moyenne 2015-2017) (Agreste, 2018). Cette valeur représente 4% de la production de biens agricoles sur les 66 milliards d'euros générés pour une surface qui

représente 0,7% de la surface agricole utile. Ramenée à l'hectare, les cultures fruitières font partie des productions à forte valeur ajoutée, comme les productions maraîchères et viticoles. Un hectare de culture fruitière produit près de 14 000 € chaque année (Agreste, 2018). Le stade expédition de la filière Fruits génère près de 3,2 milliards d'euros (données 2016, CTIFL) (Figure 6). La valeur du stade distribution est de l'ordre de 10,3 milliards d'euros (données 2016, CTIFL).

Les emplois générés par la filière Fruits peuvent être directs, indirects et induits. Les emplois directs sont « directement » liés à la production et au commerce de fruits. Ils regroupent toute la filière Fruits de l'amont à l'aval : production (exploitants agricoles, salariés, coopératives), expéditeurs, importateur, exportateurs grossistes, transformateurs et vente au détail. Les emplois indirects générés par la filière regroupent les entreprises qui fournissent des biens et des services à la filière Fruits (fournisseurs en intrants, matériel, emballages, conseil agricoles, instituts techniques, transports...). Enfin, les emplois induits sont des emplois induits par la consommation de biens et de services liés aux emplois directs et indirects (boulangers, épiciers, services...). Les cultures fruitières emploient 36 630 UTA<sup>2</sup> (Unité de Travail Annuel) et les exploitations cultivant au moins une espèce fruitière engagent 65 000 UTA (CTIFL and SSP, 2013). Selon l'observatoire de l'emploi de l'arboriculture fruitière de la FNPF, le nombre d'emplois au stade production s'élève à 194 078 en 2016. Selon le recensement général agricole de 2010, un UTA peut assumer le travail de la culture de fruits de 8 ha de vergers en moyenne dans les exploitations spécialisées<sup>3</sup> (contre 85 ha dans les exploitations spécialisées en grandes cultures, 36 dans les exploitations spécialisées en élevage et 3 dans les exploitations spécialisées en productions maraîchères) (Figure 5). Cependant, il n'existe pas d'études qui chiffrent l'intégralité des emplois directs de la filière Fruits (tous les métiers de l'amont à l'aval), ni les emplois indirects et induits.

Un travail récent a été mené pour quantifier le nombre d'emplois générés en France par Unicoque, l'organisation de producteurs de noix et de noisettes (SCA UNICOQUE-Laboratoire CRIEF Faculté des sciences économiques Université de Poitiers, 2019). Ainsi, l'activité de cette coopérative génère au total 650 emplois : 93 emplois directs (employés d'Unicoque), 289 emplois indirects (producteurs et fournisseurs) et 268 emplois induits (liés à la consommation des ménages bénéficiant directement ou indirectement de l'activité d'Unicoque). Ainsi, pour 1 emploi chez Unicoque, 6 emplois sont générés en France. La filière noix et noisette a la particularité d'être relativement petite donc plus aisée à étudier que d'autres filières fruitières. Ce travail illustre bien une quantification de nombre d'emplois générée par une filière dont les fruits sont transformés. De plus, cette filière a la particularité d'être fortement mécanisée et par conséquent, un nombre moins important de salariés (1,3 UTA par exploitation sont employés pour les fruits à coque ce qui est inférieur à la moyenne de 2 UTA par exploitation pour l'ensemble des fruits (cf. rapport complet (CTIFL and SSP, 2013)).

La filière Fruits comprend plus de 260 organisations de producteurs selon les chiffres de FranceAgriMer. En ce sens, la filière Fruits génère très probablement une grande quantité d'emplois, qu'il serait intéressant de quantifier.

---

<sup>2</sup> L'unité de travail annuel (**UTA**) est l'unité de mesure de la quantité de travail humain fourni sur chaque exploitation agricole. Cette unité équivaut au travail d'une personne travaillant à temps plein pendant une année.

<sup>3</sup> Une exploitation est dite spécialisée dans une culture lorsque la valeur de production brute standard fournie par la culture de spécialisation représente au moins 2/3 de la valeur totale.

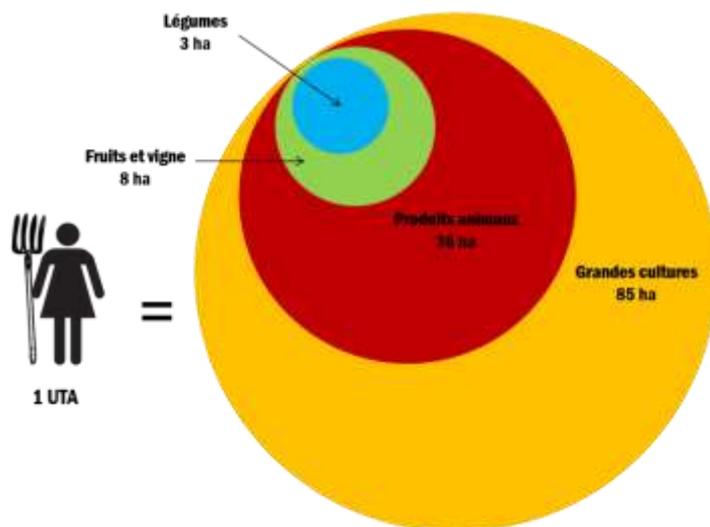


Figure 5 Surface agricole que peut cultiver un UTA (Unité de Travail Annuel) dans une exploitation spécialisée dans la production de diverses cultures. La surface de chaque cercle est proportionnelle à la surface agricole pouvant être cultivée. Ces chiffres proviennent des données du recensement général agricole de 2010 et sont rassemblés par orientation technico-économique.

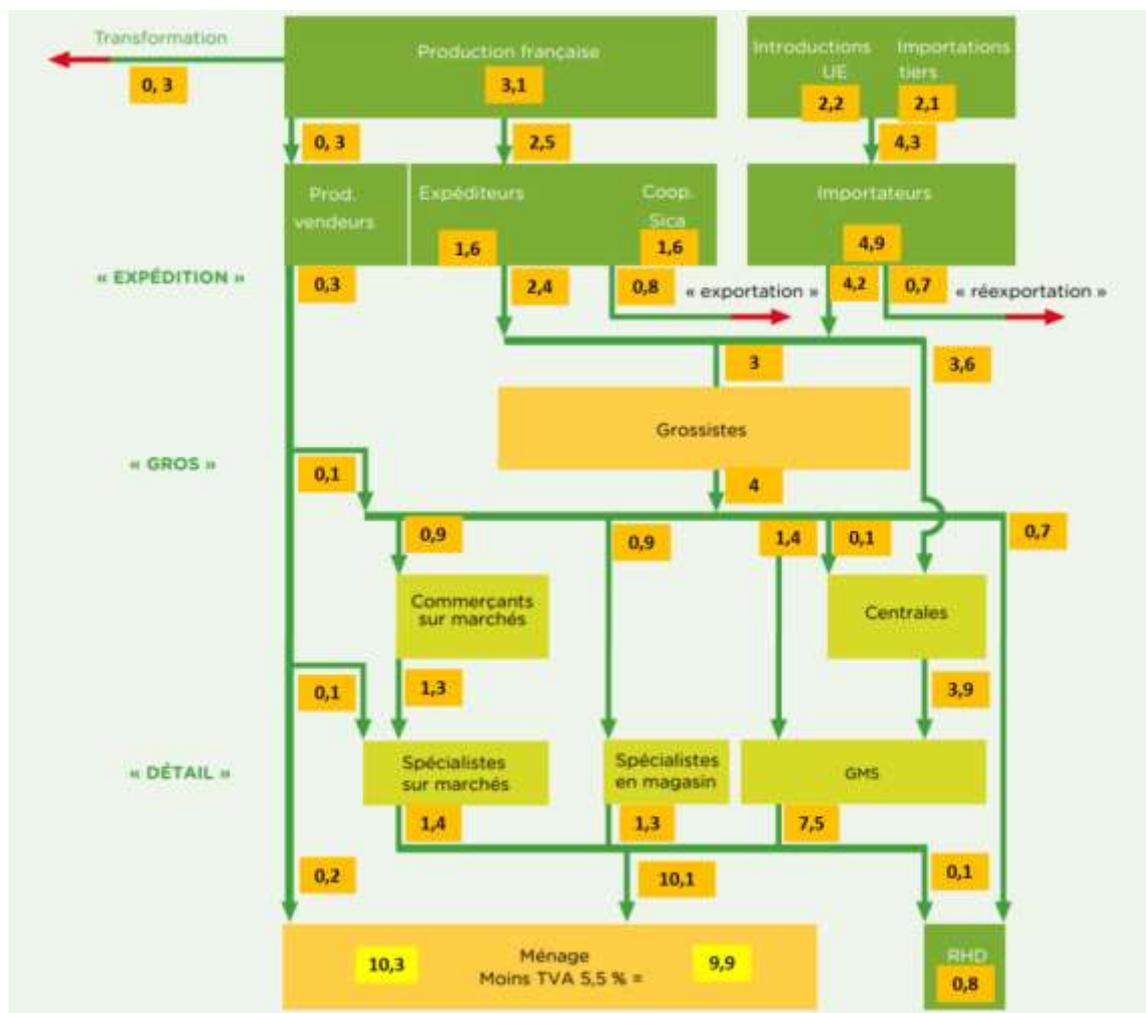


Figure 6 Flux de valeurs économiques le long de la filière Fruits (hors banane) en milliards d'euros hors taxes. Données 2016. Les chiffres sont issus du diagramme de distribution de fruits et légumes produit par le CTIFL. Les valeurs produites par les fruits et légumes étant équivalentes, nous avons divisé par deux les valeurs annoncées pour le total de ces deux produits afin d'obtenir les valeurs des fruits uniquement. Les valeurs des exportations et importations proviennent des Douanes françaises. Source : d'après le travail du CTIFL à partir des sources de l'Insee, SSP, Douanes françaises, Kantar

## 4. Les services écosystémiques de régulation des vergers

### 4.1 La biodiversité présente en verger

#### 4.1.1 La biodiversité présente en verger est le moteur des services écosystémiques de régulation

La biodiversité est définie, selon la convention sur la diversité biologique, comme « la variabilité des organismes vivants et des complexes écologiques dont ils font partie » (Nations Unies, 1992). La diversité peut être au sein des espèces (génétiques), entre espèces (spécifiques) et également à l'échelle des écosystèmes (écologiques) (Preud'Homme et al., 2009). En milieu agricole, deux catégories de biodiversité se distinguent :

- La biodiversité planifiée regroupe la biodiversité domestique plantée par le producteur (ex : espèces fruitières plantées, espèces qui composent le couvert herbacé, haies brise-vent, ruches d'abeilles domestiques introduites) (Le Roux et al., 2008) ;
- La biodiversité associée est celle qui colonise l'agroécosystème.

Cette biodiversité présente dans les agroécosystèmes est considérée comme le moteur de la fourniture des services écosystémiques (Therond et al., 2017). Dans cette étude, elle sera considérée pour ce rôle et sera également évaluée quantitativement.

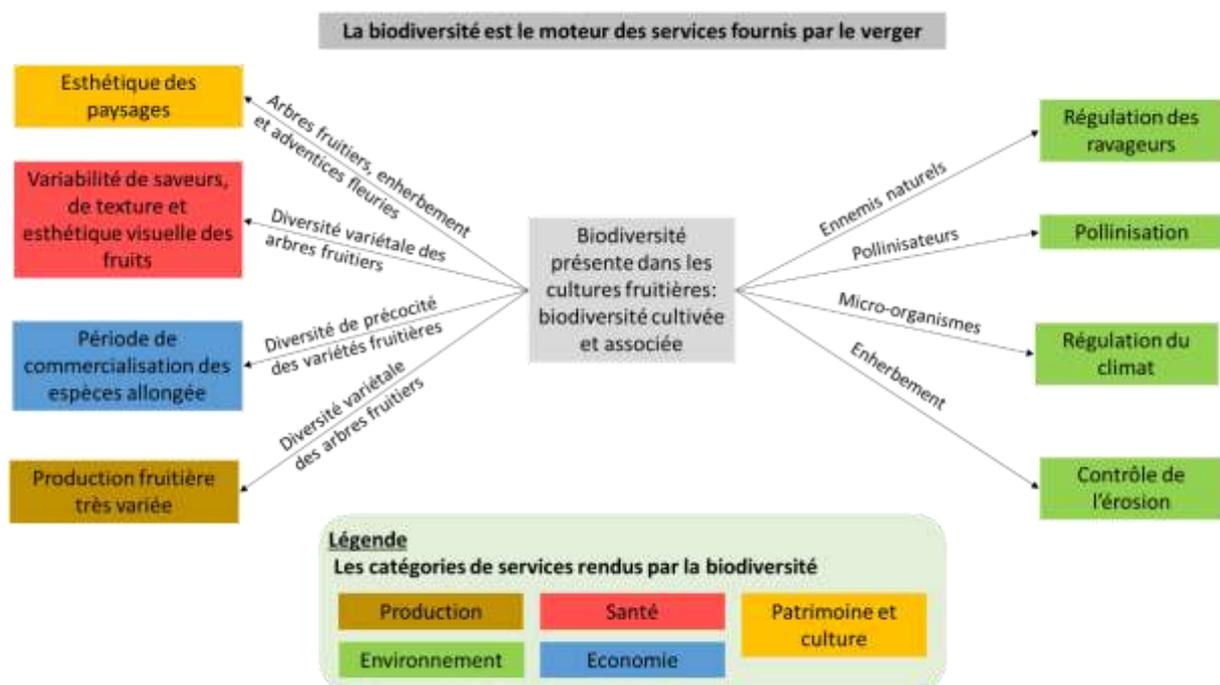


Figure 7 Des exemples de services rendus par la biodiversité et traités dans le rapport. Pour chaque service, la couleur de l'encadré correspond à une catégorie de service (voir légende).

La Figure 7 présente la diversité des services et contributions rendus par la biodiversité cultivée et associée en verger. Ainsi la biodiversité présente en verger et la diversité variétale spécifique de l'offre française permet la fourniture de services aussi divers que les services de régulation (pollinisation, régulation des bioagresseurs, régulation du climat et de l'érosion), de production (diversité fruitière et variétale de production), les services liés à l'économie (allongement des périodes de commercialisation grâce à la diversité variétale), les services patrimoniaux (esthétique des paysages). La biodiversité peut également occasionner des impacts négatifs aux arbres fruitiers

en favorisant l'hébergement dans les espèces associées puis le développement de nouvelles épidémies de maladies ou de générations de ravageurs.

- **Diversité variétale des vergers**
  - o **Diversité variétale cultivée**

La diversité variétale des espèces fruitières représente un patrimoine génétique conséquent cultivé et maintenu par les arboriculteurs : plus d'une centaine de variétés fruitières sont recensées dans l'inventaire vergers commerciaux mené par le Service de la Statistique et de la Prospective en 2012 pour 7 espèces fruitières majeures<sup>4</sup> (Tableau 1). La diversité variétale des espèces fruitières procure de nombreux avantages tant en termes de production, d'économie, d'hédonisme qu'en termes d'adaptation aux conditions environnementales. En effet, elle permet d'allonger le calendrier de commercialisation ainsi que de proposer des fruits de couleurs, de formes et de goûts différents. Certaines variétés ont été sélectionnées dans le but de tolérer les attaques de certains bioagresseurs.

- o **Diversité variétale préservée dans les conservatoires**

La diversité génétique des variétés fruitières est précieusement conservée dans les conservatoires gérés en majorité par les associations (les Fruits Oubliés, les Croqueurs de Pommes...) et à niveau plus institutionnels par l'INRA, le CIRAD, le GEVES et certaines universités. Le patrimoine génétique de réserve des espèces fruitières est colossal : plus d'un millier de variétés sont inscrites au catalogue officiel d'espèces commercialisables et plusieurs milliers sont précieusement conservés dans les Centres de Ressource Biologique. La grande réserve génétique des espèces fruitières permettra à la filière de sélectionner les variétés du futur, répondant aux nouveaux critères de demain (adaptation au changement climatique, aux nouvelles espèces de bioagresseurs, à la mécanisation...) (FranceAgriMer, 2018).

**Tableau 1 Nombre de variétés fruitières. Sources : CTIFL, GEVES, INRA plateforme SIREGAL (INRA)**

Espèce fruitière	Nombre de variétés représentant au moins 1% de la surface du verger national	Nombre de variétés inscrites au catalogue officiel	Nombre d'accessions disponibles dans les Centres de Ressources Biologiques de l'INRA
Abricotier	19	162	156
Cerisier	18	81	183
Pêcher et nectarinier	56	426	74
Prunier	16	79	70
Pommier de table	16 groupes variétaux	286	669
Pommier à cidre	Pas d'estimation <sup>5</sup>	116	216
Poirier	10	87	393
<b>Total</b>	<b>Plus d'une centaine pour ces seules espèces</b>	<b>1 237 pour ces seules espèces</b>	<b>1761 pour ces seules espèces</b>

- **Biodiversité associée présente en verger**

Les vergers sont des agroécosystèmes dont la biodiversité est à la fois introduite par les producteurs (arbres fruitiers, couverts herbacés, colonies d'abeilles, haies) et associée (bioagresseurs, auxiliaires, flore spontanée...). Les vergers présentent des atouts en matière d'habitats pour les organismes

<sup>4</sup> Les 7 espèces sélectionnées sont l'abricotier, le cerisier, le pêcher/nectarinier, le prunier, le pommier de table et à cidre et le poirier de table.

<sup>5</sup> Cependant, 25 variétés recouvrent 90% de la surface de vergers de pommiers à cidre

vivants de par leur structuration multistrate horizontale (haies, arbres fruitiers, enherbement sur le rang et l'inter-rang) et verticale (strate herbacée, strate arborée) et par leur caractère pérenne (Figure 8).

Selon les données de l'Observatoire Agricole de la Biodiversité (OAB)<sup>6</sup> et de l'Observatoire National de la Biodiversité (ONB)<sup>7</sup>, la biodiversité présente dans les vergers à l'échelle nationale est globalement similaire aux autres cultures (Royal, 2018). Les seules exceptions sont les abondances des invertébrés terrestres (escargots, limaces, carabes, fourmis, cloporte...) plus faibles en verger qu'en maraîchage et les abondances de vers de terre plus élevées en verger qu'en vigne.

Des données manquent sur la diversité de l'enherbement présent en verger et l'absence de l'arboriculture dans des réseaux de biovigilance comme l'ENI (Effets Non Intentionnels des pratiques culturales sur la biodiversité) est regrettable.

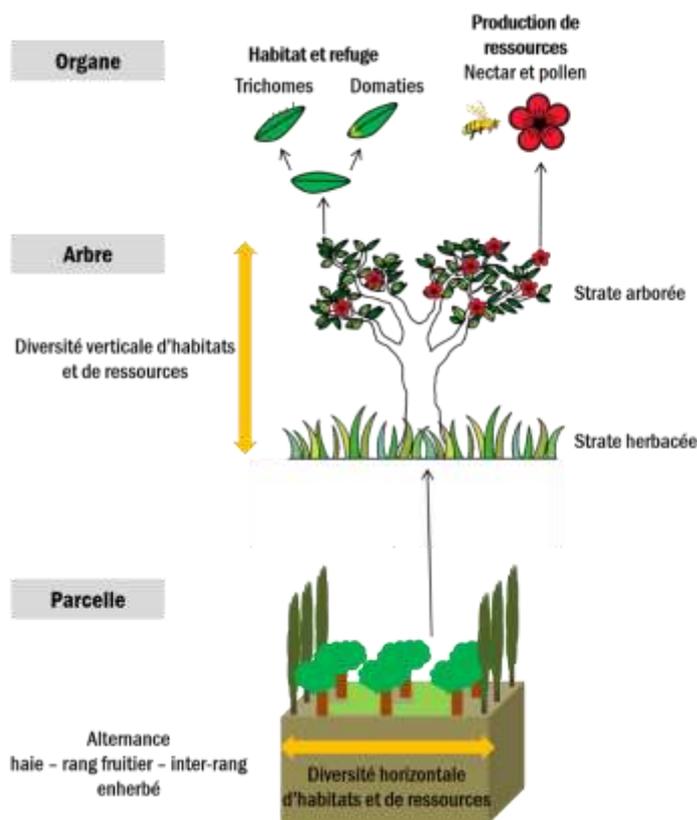


Figure 8 La diversité d'habitats et de ressources d'une parcelle de verger à différentes échelles

#### 4.1.2 Les effets non intentionnels des pesticides sur la biodiversité

L'arboriculture est l'une des filières agricoles qui nécessite le plus d'interventions phytosanitaires, avec de fortes disparités entre espèces et régions (Labeyrie et al., 2018). En effet, les vergers sont des cultures pérennes avec des cycles végétatifs plus ou moins longs selon les espèces (jusqu'à 8 mois) ce

<sup>6</sup> Les données de l'Observatoire Agricole de la Biodiversité sont disponibles dans les synthèses annuelles publiées sur le site : <http://observatoire-agricole-biodiversite.fr/>

<sup>7</sup> Les données de l'Observatoire National de la Biodiversité sont disponibles en ligne : <http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/fr>

qui facilite ainsi le développement des bioagresseurs. Par ailleurs, ils produisent essentiellement des fruits frais dont les exigences de qualité sont hautes. Ainsi le nombre de traitements annuels et les Indices de Fréquence de Traitements moyens (IFT) sont compris entre des valeurs de l'ordre d'une dizaine (la cerise par exemple) à une trentaine (la pomme) en agriculture conventionnelle. Ces chiffres intègrent les solutions de biocontrôle, fréquemment mises en place en arboriculture (confusion sexuelle, argile, soufre...). D'après la dernière synthèse du réseau Dephy Ferme, les IFT des cultures fruitières (hors biocontrôle) auraient diminué de 25%<sup>8</sup> (rapport entre les moyennes 2015-2016-2017 et les moyennes 2009-2010-2011) (Labeyrie, 2019). Ce chiffre est cependant à manipuler avec précaution car les exploitations de ce réseau ne sont pas représentatives de l'ensemble des exploitations en fruits (démarche volontaire).

L'analyse des impacts des pesticides sur la biodiversité est effectuée en amont de la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques lors de la procédure d'homologation. L'impact des substances actives sur les oiseaux, sur les poissons, sur les abeilles, sur les invertébrés aquatiques et sur les algues sont instruits dans le dossier d'homologation. Il existe également des dispositifs de pharmacovigilance de l'ANSES qui permet de suivre l'impact des pesticides après la délivrance des Autorisations de Mise sur le Marché. Les études a posteriori, quant à elles, sont souvent effectuées sur le terrain. Les résultats de ces études sont très variables et parfois difficiles à interpréter à cause de paramètres confondants comme les pratiques culturales (Alix et al., 2005). La revue d'Alix et al. (2005) montre que l'utilisation de pesticides est associée à des abondances et des diversités d'oiseaux, de mammifères, de reptiles et d'hétéroptères (ex : punaise) plus faibles. De plus, certaines études démontrent que l'utilisation de pesticide fait diminuer significativement à l'échelle de la parcelle l'intensité du service de régulation des ravageurs en verger (Cross et al., 1999; Monetti and Fernandez, 1995; Prokopy et al., 1996).

Néanmoins, la filière Fruits est engagée depuis plusieurs années dans des démarches pour changer les pratiques de protection (conversion en agriculture biologique, certification HVE...). Des efforts sont entrepris chez l'ensemble des producteurs via l'adoption de pratiques alternatives (biocontrôle, prophylaxie...).

## 4.2 Le service de régulation des ravageurs

Le service de régulation des ravageurs est un service rendu par l'agroécosystème verger et plus particulièrement par les ennemis naturels des ravageurs (plus ou moins favorisés par des infrastructures de l'agrosystème). La Figure 9 présente les déterminants et conséquences du service de régulation, un schéma de synthèse dont la structure est reprise pour les autres services de régulation. Les facteurs qui influent sur ce service comme l'abondance et la diversité des ennemis naturels sont reportés ainsi que les pratiques qui favorisent la fourniture du service comme le faible recours aux pesticides. Le schéma identifie également les bénéficiaires du service. Les producteurs retirent un avantage direct du service de régulation des ravageurs via la réduction des dégâts des ravageurs et in fine des pertes de récolte. La dernière rubrique du schéma répertorie les autres services fournis lorsque la régulation biologique est efficace sur un plan agronomique et conduit à la réduction, voire à l'absence, de l'utilisation de produits phytosanitaires. Le service est, de plus, indirectement rendu à la société humaine et à la santé des écosystèmes (préservation de la biodiversité et de la qualité de l'eau et de l'air) (Figure 9).

---

<sup>8</sup> Le réseau DEPHY ferme comprend les espèces suivantes : abricot, clémentine, noix, olive, pêche, poire, pomme, prune, raisin de cuve et raisin de table.

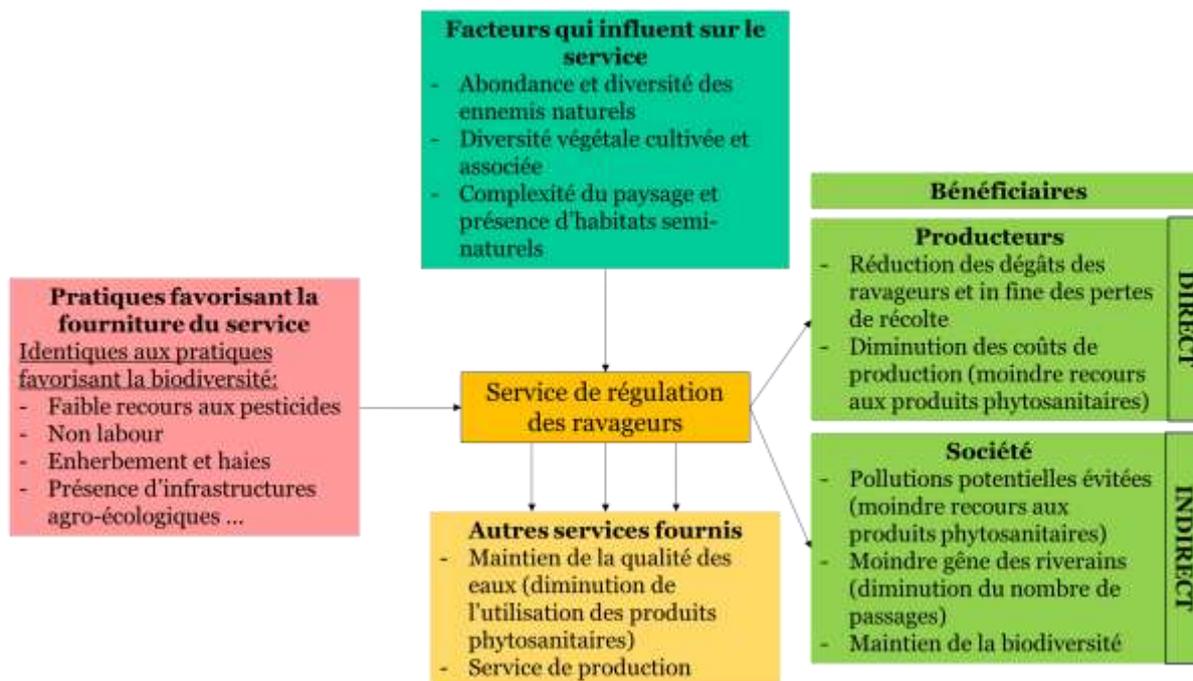


Figure 9 Déterminants et conséquences du service de régulation des ravageurs

Pour évaluer ce service de régulation et les fonctions écosystémiques qui y sont associées (prédation, parasitisme), diverses techniques et approches méthodologiques existent : cartes de prédation, exclusions des ennemis naturels, test de prédation et de parasitisme en laboratoire, mesures des pourcentages de dégâts... Cependant, il n'existe pas à l'heure actuelle d'indicateur fiable et normalisé de la régulation en conditions naturelles et on ne sait pas encore évaluer le gain économique et environnemental de ce service de manière satisfaisante.

Du fait de leur caractère pérenne, la pression des ravageurs et des maladies est particulièrement importante en vergers : plus de 70 maladies (Grove et al., 2003) et jusqu'à 73 espèces d'arthropodes ravageurs (Simon et al., 2007) peuvent être dénombrées dans les vergers de pommiers. Certains ravageurs, comme le carpocapse des pommiers, poiriers et noyers (*Cydia pomonella*), peuvent provoquer, dans certaines situations, d'importants dommages : jusqu'à 90% de perte de récolte en vergers (ACTA, 2016; Chambre d'Agriculture du Nord-Pas-de-Calais, 2015) .

Concernant les arthropodes auxiliaires, près d'une quarantaine d'espèces peuvent être recensées en verger (Simon et al., 2007). Ce sont les hyménoptères parasitoïdes qui représentent la classe d'insecte la plus abondante en vergers. Ils représentent 38% de la strate arborée et près de 58% des insectes de la strate herbacée (Simon et al., 2007). Les vertébrés comprennent aussi de nombreuses espèces auxiliaires (oiseaux, rapaces, chauves-souris, mustélidés). Les oiseaux insectivores sont les prédateurs les plus efficaces des larves de carpocapses (Ricard et al., 2012). La Figure 10 présente à titre d'exemple l'évaluation de la prédation et du parasitisme pour chaque stade de développement du carpocapse.

Si la biodiversité fonctionnelle a un rôle majeur dans la régulation des ravageurs il reste encore à mettre au point les systèmes de cultures qui mobilisent ce levier prioritairement, et de façon combinée avec d'autres techniques alternatives permettant une réduction drastique des produits phytosanitaires (les plus toxiques et écotoxiques). En effet, les pratiques phytosanitaires ainsi que la composition du paysage (diversité végétale intra et extra-parcellaire) au sein duquel se trouvent les parcelles ont un impact sur le potentiel de régulation (Karp et al., 2018; Maalouly et al., 2013;

Monteiro et al., 2013; Ricard et al., 2012; Rusch et al., 2016) (Figure 9). L'utilisation d'insecticides non sélectifs peut nuire aux auxiliaires et ainsi diminuer leurs actions de régulation. L'augmentation de la complexité du paysage (composition et configuration spatiale en habitats semi-naturels notamment) a un effet positif sur leur abondance (Billeter et al., 2008; Chaplin-Kramer and Kremen, 2012; Schmidt et al., 2005), même si l'effet en cascade sur la régulation est plus difficile à généraliser : Rusch et al (2016) ont montré des effets de l'hétérogénéité paysagère sur le contrôle des pucerons, mais la méta-analyse de Karp et al. (2018) souligne les effets imprédictibles de l'hétérogénéité paysagère sur la régulation des bioagresseurs de façon générale.

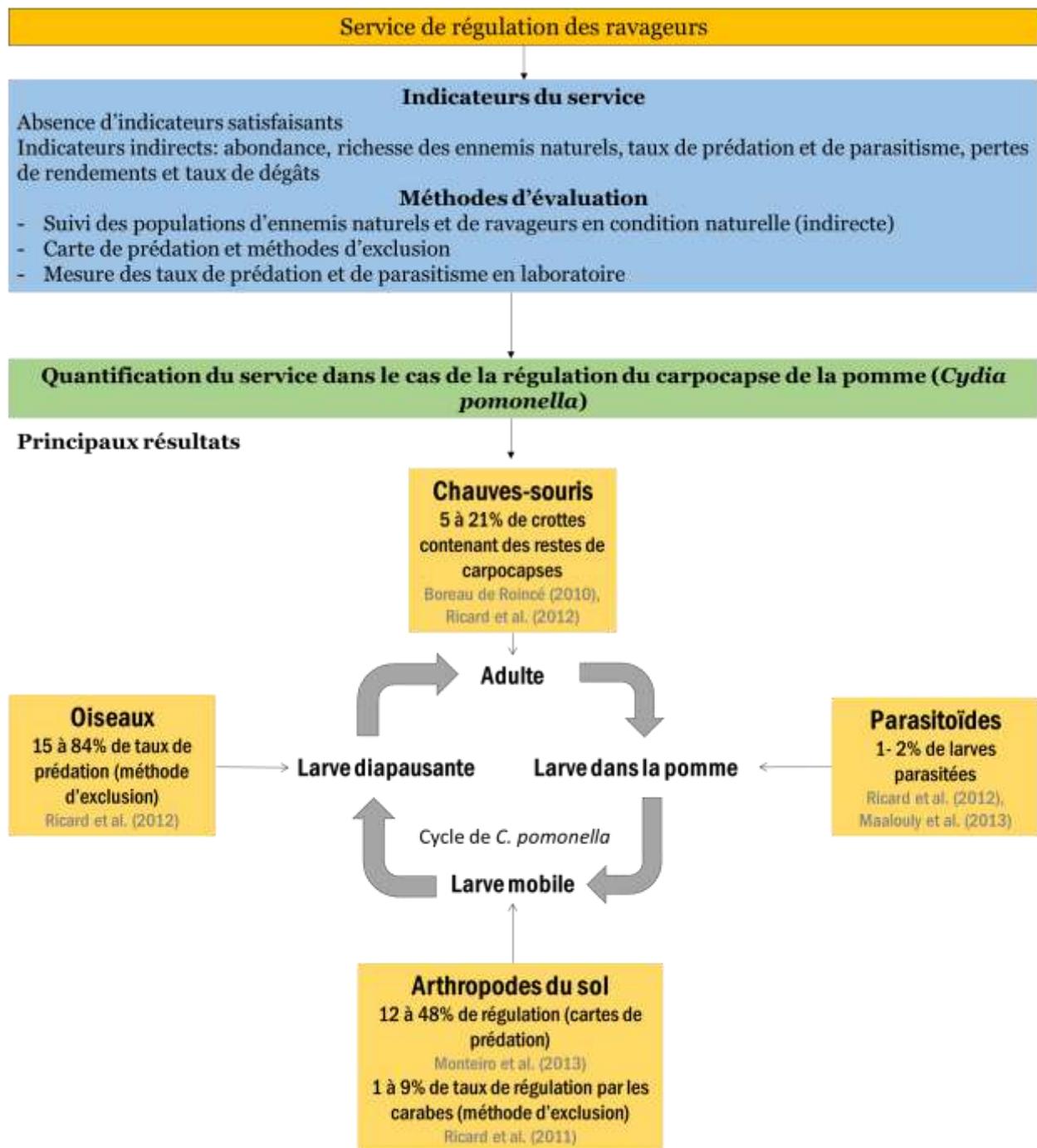


Figure 10 Indicateurs, méthodes d'évaluation et principaux résultats de quantification du service de régulation des ravageurs en verger (cas du ravageur *Cydia pomonella* en verger de pommier conventionnel)

### 4.3 Le service de pollinisation

La pollinisation – ou transfert de grains de pollen depuis une fleur mâle vers une fleur femelle – permet la fécondation et la production de fruits. Pour les espèces fruitières autostériles (ex : pommes, abricots, nouvelles espèces d'amandes, certaines variétés de prunes), ce transfert dépend fortement des insectes pollinisateurs (Klein et al., 2007).

Le service de pollinisation est l'un des services écosystémiques les plus étudiés. Pour les cultures fruitières, ce service est fourni en grande partie par les insectes pollinisateurs sauvages, présents dans l'agrosystème du verger. Pour les espèces dépendantes de la pollinisation par les insectes, ce service bénéficie directement aux producteurs via l'augmentation des rendements et à la société via le maintien de la biodiversité (Figure 11). Le service de pollinisation permet d'augmenter le service de production rendu par les vergers pour les espèces fruitières étant fortement dépendant aux insectes pollinisateurs.

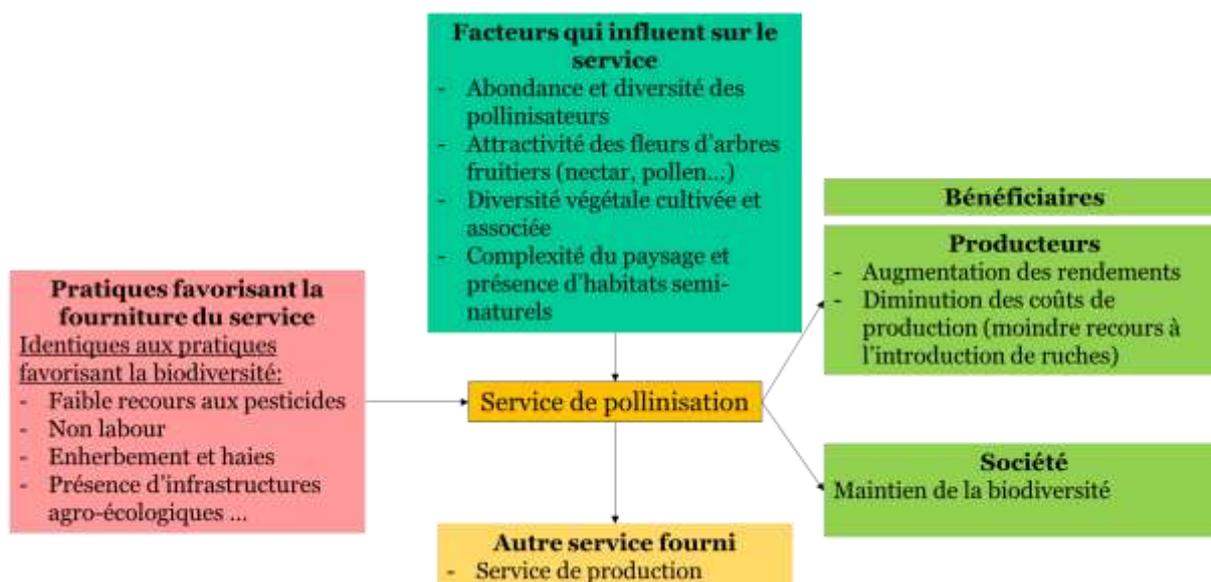


Figure 11 Déterminants et conséquences du service de pollinisation

La production fruitière dépend à 60% de la pollinisation par les insectes en tonnage de fruits récoltés (estimation à partir des travaux de Klein et al. (2007)). Cette forte dépendance est associée à une forte attractivité du système verger pour les pollinisateurs (Simon et al., 2010). En effet, les vergers se démarquent des autres cultures par la diversité d'habitats (strate herbacée, arborée, haies...) et les ressources (pollen et nectar) qu'ils offrent aux pollinisateurs. Ainsi, avec des pratiques promouvant la biodiversité, les vergers peuvent avoir une fonction de nourrissage des abeilles et soutiennent ainsi le service de pollinisation qui peut servir à d'autres espèces avoisinant les vergers. Certaines espèces fruitières comme l'amandier ou le cerisier produisent abondamment du pollen et du nectar : une dizaine de kilos de pollen et jusqu'à 3 tonnes de nectar sont produites par hectare chaque année (Baude et al., 2016; Clément, 2002). En conséquence, l'aptitude des vergers à fournir des habitats aux pollinisateurs des vergers est 4 fois supérieure aux grandes cultures (Zulian et al., 2013) (Figure 12). Cependant, d'après les données de l'OAB, l'abondance des abeilles solitaires ne serait pas plus élevée dans les vergers que dans les autres cultures (Royal, 2018).



**Mais:** forte attractivité de certaines espèces fruitières pour les pollinisateurs

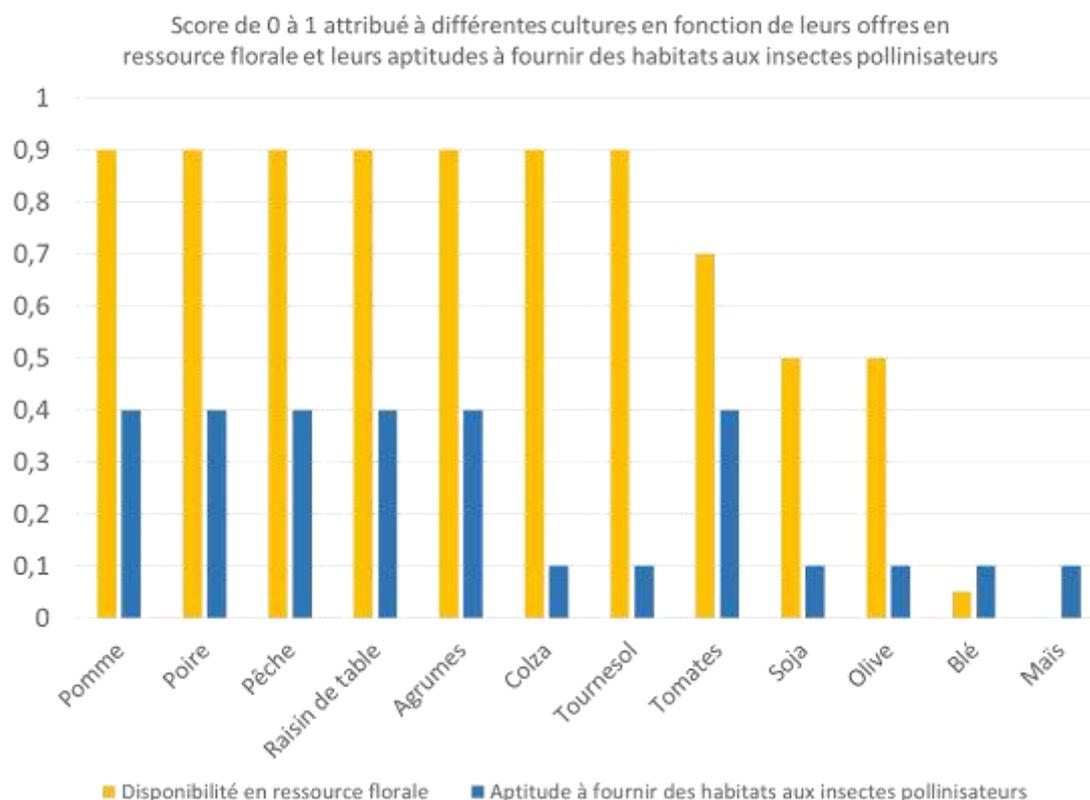


Figure 12 Indicateurs, méthodes d'évaluation et exemples de résultats sur le service de pollinisation. Source : Zulian, Maes, et Paracchini (2013).

Cependant, pour les espèces fruitières qui dépendent fortement du service de pollinisation pour produire, la majorité des producteurs assure ce service via l'introduction de colonies de pollinisateurs domestiques (ruches). Selon une enquête menée par la Chambre d'Agriculture Rhône-Alpes en 2011, 65% des producteurs mettent en œuvre cette pratique dans le Sud-Est pour pallier une densité d'insectes pollinisateurs sauvages jugée trop faible dans certaines régions.

#### 4.4 Le service de régulation du climat

Les vergers représentent un puits de carbone, de par les processus de stockage de carbone dans le bois et dans le sol. Les pratiques culturales émettent également des émissions de gaz à effets de serre comme le CO<sub>2</sub> et le N<sub>2</sub>O. Les vergers stockent le carbone via deux processus :

- La photosynthèse permet de capter le CO<sub>2</sub> atmosphérique et de le stocker dans la biomasse ligneuse du verger pendant la durée de vie du verger
- Le dépôt de litière (feuilles, brindilles), exsudats racinaires et renouvellement des racines fines permet le stockage de carbone dans le sol (pour une fraction de ce dépôt).

Selon les espèces fruitières, ce stockage dure plusieurs années, de 12 à 70 ans, correspondant à la durée de vie des vergers. Les pratiques de gestion des arbres en fin de vie du verger sont déterminantes dans la mesure où elles conditionnent la perte ou la prolongation de ce stockage. En effet, la destruction du verger par incinération au champ restitue le carbone dans l'atmosphère sous forme de CO<sub>2</sub>, accompagné d'émissions de particules fines. D'autres pratiques présentent l'avantage de prolonger le stockage de carbone ou de valoriser la biomasse pour de la production d'énergie (chaleur, électricité). Dans un pays comme la Chine, les vergers représentent 0,9% de la surface totale (8,67 millions d'hectares sur une surface totale de 959,7 millions d'hectares) et représentent 4,5% de la séquestrations de carbone de l'ensemble des écosystèmes terrestres en Chine (Wu et al., 2012).

La Figure 13 présente les déterminants et les conséquences du service de régulation du climat. La régulation du climat global bénéficie à l'ensemble de la société, incluant les agriculteurs. Les avantages d'un climat stable sont multiples : moindre risque d'accidents climatiques pouvant impacter le service de production, diminution de la régression de glaciers, pas d'élévation du niveau de la mer, pas d'expansion de zones désertiques, d'extinction d'espèces, etc. (Therond et al., 2017). La fourniture de ce service permet d'augmenter indirectement la fourniture d'autres services comme le service de la régulation de l'érosion, de la régulation de la qualité de l'eau ou de la fourniture de nutriments aux arbres fruitiers. Cependant, ce service peut être antagoniste du service de production, notamment si on imagine des pratiques qui favorise le développement végétatif visant à augmenter le stockage de carbone dans la biomasse au détriment du développement des fruits.

La Figure 14 présente les indicateurs et les méthodes d'estimation pour quantifier le service de régulation du climat. Deux types d'indicateurs sont utilisés : des indicateurs de stock de carbone dans divers compartiments en t/ha et des indicateurs de flux (émission et stockage) en t/ha/an.

A partir d'une revue bibliographique, les valeurs de différents flux annuels de carbone au sein des vergers ont été reportées sur la Figure 15. La dynamique de stockage dans la biomasse ligneuse de vergers est estimée entre 2,9 t C/ha/an<sup>9</sup> et 3,1 t C/ha/an (Scandellari et al., 2017; Zanotelli et al., 2015, 2013). Cette dynamique varie selon le stade de développement du verger. De plus, les résidus végétaux (branches, feuilles, fruits) et les exsudats sécrétés par les racines des arbres fruitiers permet un stockage additionnel dans le sol de l'ordre de 0,8 t C/ha/an (Figure 15) (Montanaro et al., 2016). Les pratiques de mise en place de haies et d'enherbement fréquemment adoptées en verger permettent un stockage additionnel significatif. Une haie peut stocker dans sa biomasse 0,3 tC/ha/an (Colombie, 2018). De plus, l'apport de résidus végétaux et d'exsudats racinaires de la haie permettent un apport au sol conséquent : de 0,1 à 0,5 t C/ha/an séquestré dans le sol sous enherbement (Chenu et al., 2014; Pellerin et al., 2013) et de 0,02 t C/ha/an sous enherbement (Pellerin et al., 2013, 2019) (Figure 15).

---

<sup>9</sup> tC/ha/an : tonnes de molécules de carbone par hectare et par an

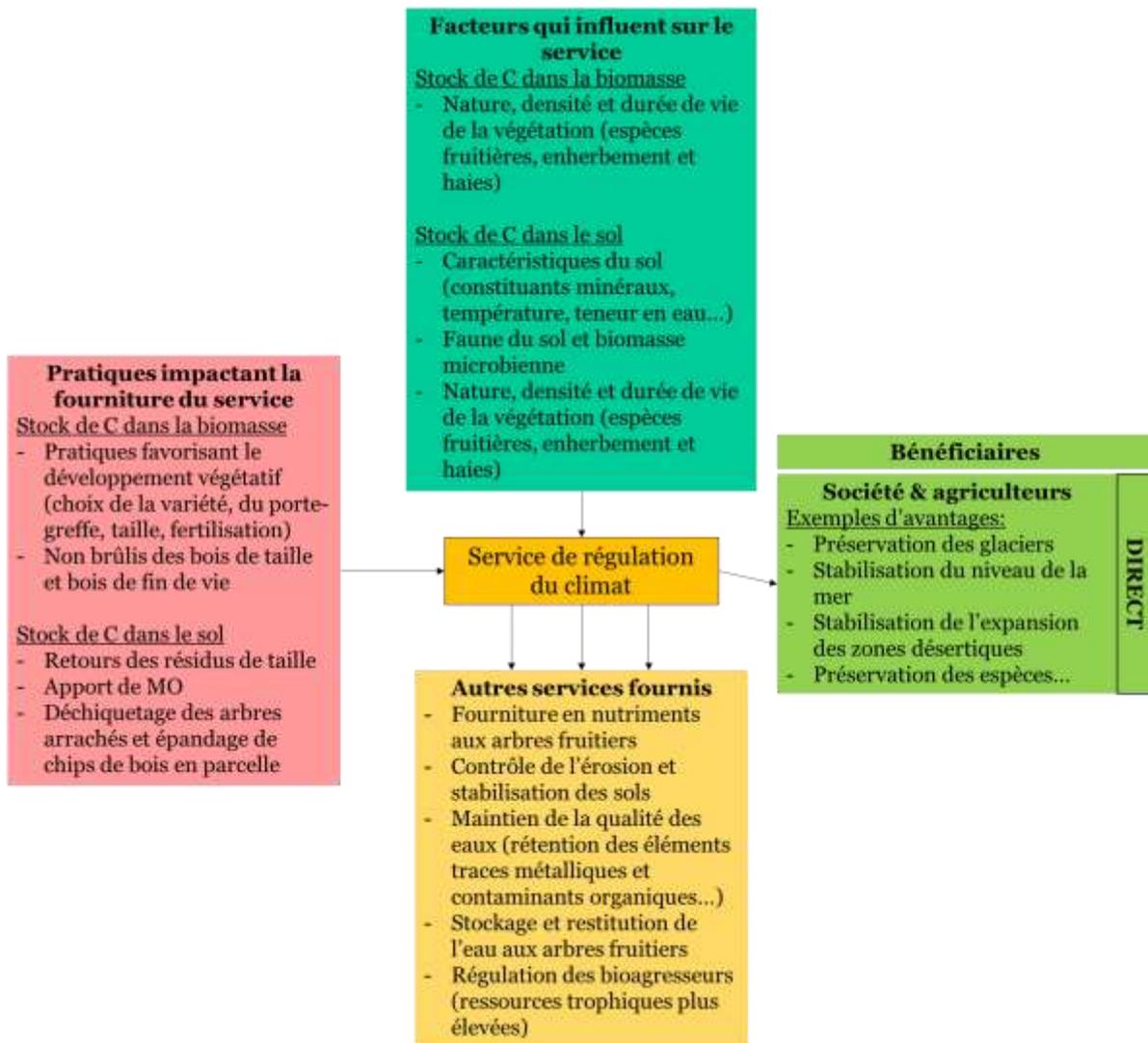


Figure 13 Déterminants et conséquences du service de régulation du climat

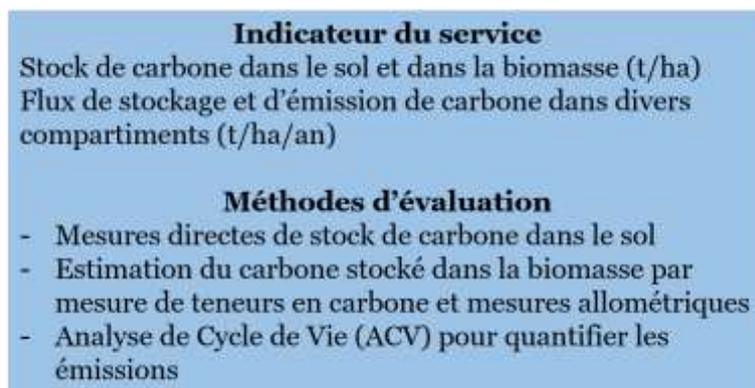


Figure 14 Indicateurs et méthodes d'évaluation pour quantifier le service de régulation du climat en verger

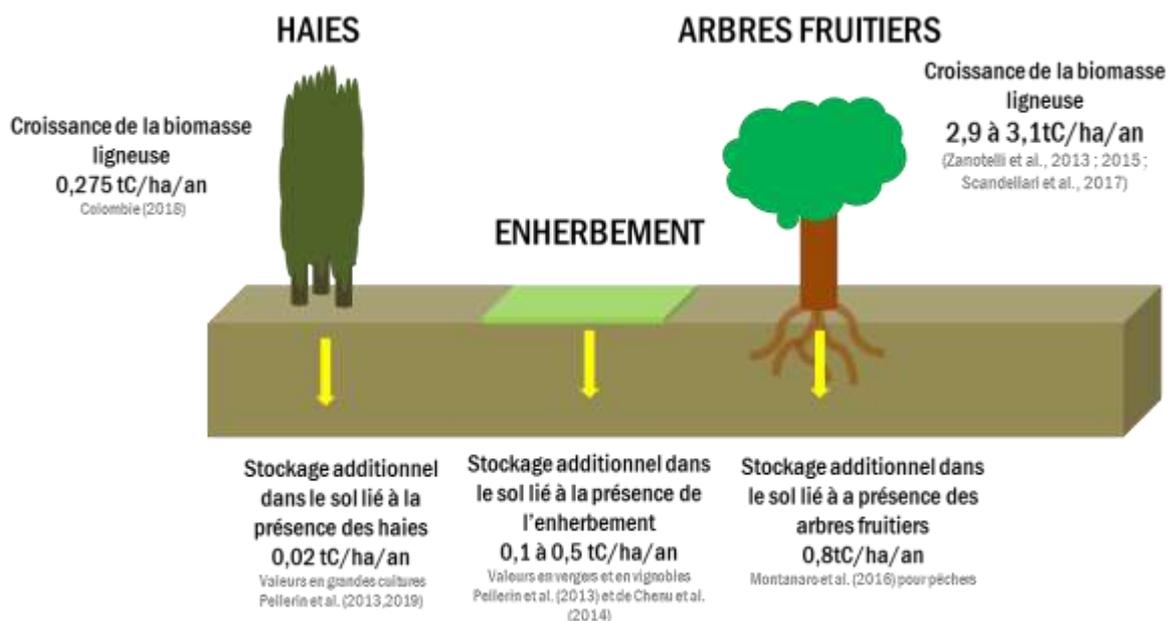


Figure 15 Dynamique de stockage annuel de carbone dans un verger enherbé et entouré de haies (synthèse de l'auteure).

La Figure 16 présente le stock de carbone de chaque compartiment au bout de 20 ans de durée de vie d'un verger enherbé avec haies. Il demeure difficile de procéder à un bilan carbone au vue de la variabilité des données, de leurs origines diverses (différentes études, espèces fruitières, pratiques associées, différents sols, etc.). Nous estimons que la séquestration totale de carbone au bout de 20 ans d'un verger est raisonnablement comprise entre 20 et 40 tC/ha. Ces chiffres sont des ordres de grandeur, basés sur des hypothèses et doivent être manipulés très prudemment.

Les pratiques permettant d'augmenter la fourniture du service de régulation du climat sont les pratiques qui retardent la décomposition du carbone dans la biomasse des vergers : non-brûlis des bois après arrachage du verger lors du renouvellement, production de chips de bois épandu en surface des sols... De même, il est possible de valoriser énergétiquement les bois arrachés (cf. partie 2) ce qui permettrait de diminuer l'utilisation d'énergies fossiles, issues de stockage de plusieurs millions d'année et ainsi avoir un effet positif sur le bilan global de carbone à l'échelle planétaire.

Le stockage de carbone des vergers compense les émissions de gaz à effet de serre (GES) liées à l'entretien des vergers (combustion fossile, énergie pour la mécanisation, fabrication des intrants...). Dans le cadre des travaux menés du programme AGRIBALYSE, le CTIFL a quantifié les émissions de gaz à effet de serre (CO<sub>2</sub> et N<sub>2</sub>O) pour 4 espèces fruitières : la pêche, la pomme, la noix et la poire.

Les émissions de gaz à effet de serre sont estimées de 16 à 46 t C/ha le long de la durée de vie des vergers et de 0,6 à 1,2 t C/ha par an en fonction des espèces fruitières (CTIFL-ADEME, AGRIBALYSE). Ces estimations sont faites sur des vergers très mécanisés qui utilisent des carburants fossiles. Pour la pomme, les émissions liées à la mécanisation représentent la moitié des émissions. Ainsi, des pratiques diminuant ce poste d'émission, peuvent réduire de manière importante les émissions de GES. L'adoption de plateformes électriques pour les travaux de récolte et d'entretien de vergers réduit d'un quart les émissions de GES.

Ainsi, les vergers compensent leurs émissions de carbone par le stockage de carbone dans leur biomasse et dans le sol.

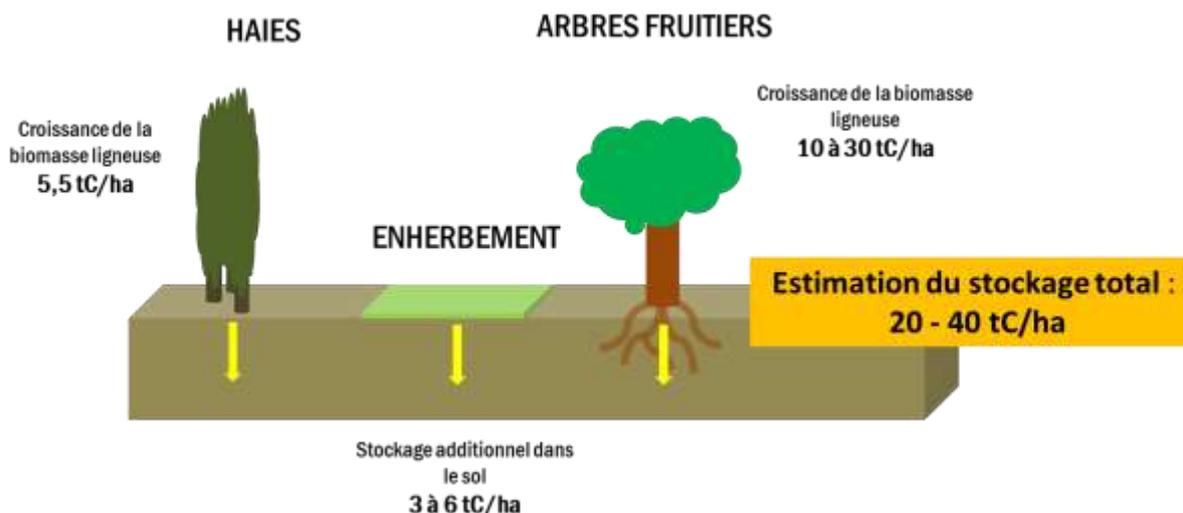


Figure 16 Stock de carbone additionnel dans les différents compartiments d'un verger au bout de 20 ans (synthèse de l'auteure).

#### 4.5 Le service de régulation de l'érosion

En France, l'érosion hydrique est responsable de la perte de 1,5 t/ha de sol chaque année (Eurostat, 2018), soit une valeur supérieure au seuil d'irréversibilité à l'échelle d'une vie humaine, égale à 1 t/ha/an (Grimm et al., 2001). Les vergers sont des cultures présentant divers atouts pour préserver les sols : pérennité et systèmes racinaires puissants qui permettent une bonne fixation du sol pendant la durée de vie du verger, présence d'un enherbement permanent sur l'inter-rang et parfois sur le rang, faible travail du sol etc. Les bénéficiaires directs du service de régulation de l'érosion par les vergers sont les producteurs, par l'amélioration du potentiel agronomique du sol et par exemple, la potentielle diminution de l'utilisation d'engrais (Figure 17) (Therond et al., 2017). La société est également un bénéficiaire direct de ce service par la diminution des risques naturels (réduction des coulées boueuses, des inondations) et le maintien des paysages (stabilisation des versants de montagne) (Therond et al., 2017).

Il n'existe pas de données françaises permettant d'évaluer le service de contrôle de l'érosion des vergers français. De ce fait, il n'est pas possible de quantifier précisément ce service.

La seule étude de grande ampleur disponible quantifie les taux d'érosion des sols pour différentes occupations du sol à l'échelle européenne et n'est pas utilisable pour décrire les sols de vergers français (Panagos et al., 2015). Les taux d'érosion des cultures permanentes (vignes et vergers) y sont notés les plus élevés (9,3 t/ha/an) par rapport aux cultures annuelles (2,7 t/ha/an) et aux prairies permanentes (1,9 t/ha/an). Cependant, ces résultats ne permettent pas de conclure sur la régulation de l'érosion exercée par les vergers en France pour plusieurs raisons. La première raison est que les données des vergers et des vignobles sont regroupées et que la surface de vignoble est largement majoritaire en Europe comparée à celle des vergers. La seconde raison, expliquée par les auteurs de cette étude, est la localisation des vignes et des oliveraies, situées sur des zones pentues méditerranéennes sujettes à de forts taux d'érosions lors d'intenses épisodes de pluie, caractéristique du climat méditerranéen, ces espèces étant généralement peu enherbées dans l'inter-rang dans ces régions. Enfin, la comparaison des taux d'érosion des cultures permanentes avec les cultures annuelles ne serait pas possible car ces deux types de cultures ne sont pas positionnés

dans les mêmes contextes topographiques : les cultures annuelles sont souvent présentes en plaines (D. Raclot (IDR), communication personnelle). Ceci crée un fort biais dans l'interprétation des résultats.

D'autres données sont fournies par le Service de l'Observation et de la Statistique qui publie chaque année les chiffres clés de l'Environnement. Dans sa publication de 2015, le service indique que les vignobles ont des taux d'érosion avoisinant les 17 t/ha/an tandis que les vergers et les terres arables auraient des taux d'érosion de l'ordre de 3t/ha/an (Service de l'observation et des statistiques, 2015). A nouveau, ces chiffres ne permettent pas d'évaluer le potentiel des vergers dans la régulation de l'érosion car ils ne renseignent pas les paramètres des vergers suivis : présence d'enherbement, pente, caractéristiques du sol etc.

Une étude chinoise donne des éléments intéressants sur l'effet de la pente. A pente égale, les vergers ont des taux d'érosion dix fois plus faibles que les terres arables et trois fois plus forts que les forêts et (Chen et al., 2019) (Figure 18).

Les pratiques liées à la gestion du sol peuvent moduler le niveau de fourniture du service (Figure 17). L'implantation d'un enherbement par exemple est une pratique qui permet de diminuer l'érosion des sols : le choix d'espèces couvrantes ainsi que la gestion de l'enherbement au fil du temps (tonte, roulage, resemis) pourraient ainsi moduler la fourniture du service. L'enherbement peut cependant entrer en concurrence avec les arbres fruitiers pour la ressource en eau et ainsi fournir un disservice au producteur, en limitant in fine sa récolte.

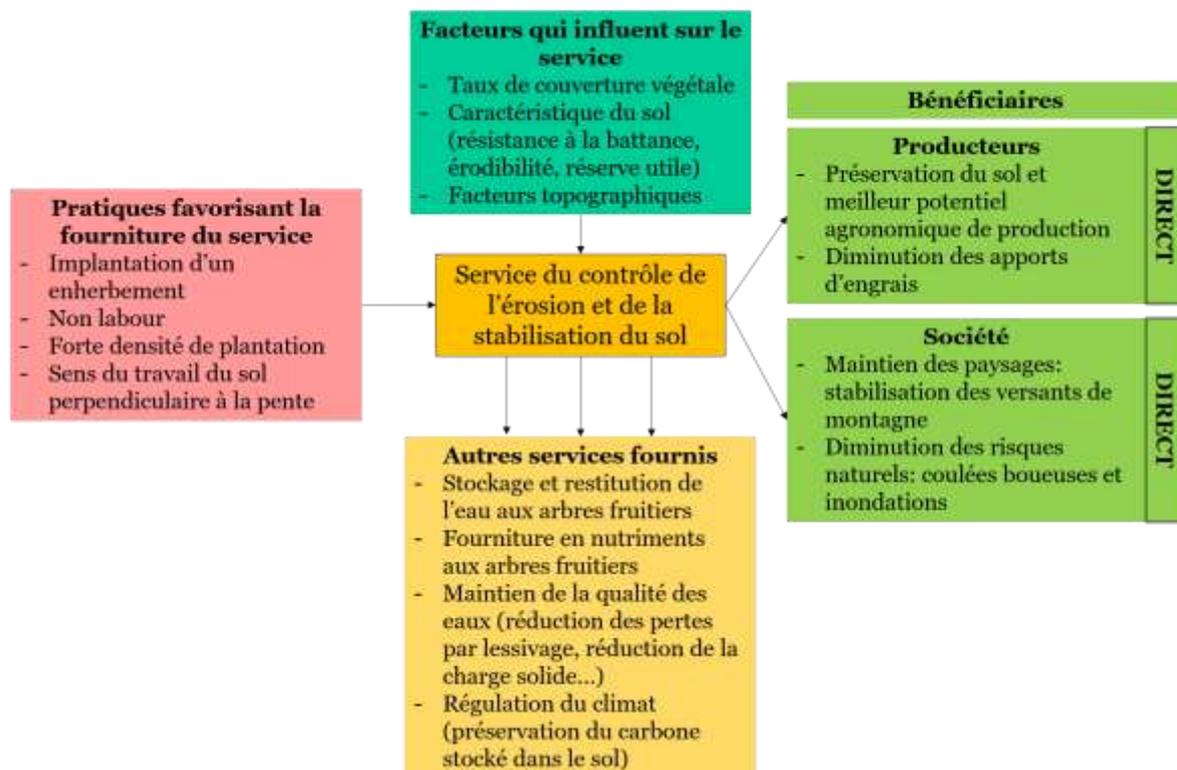


Figure 17 Déterminants et conséquences du service de contrôle de l'érosion fourni par les vergers aux producteurs et à la société

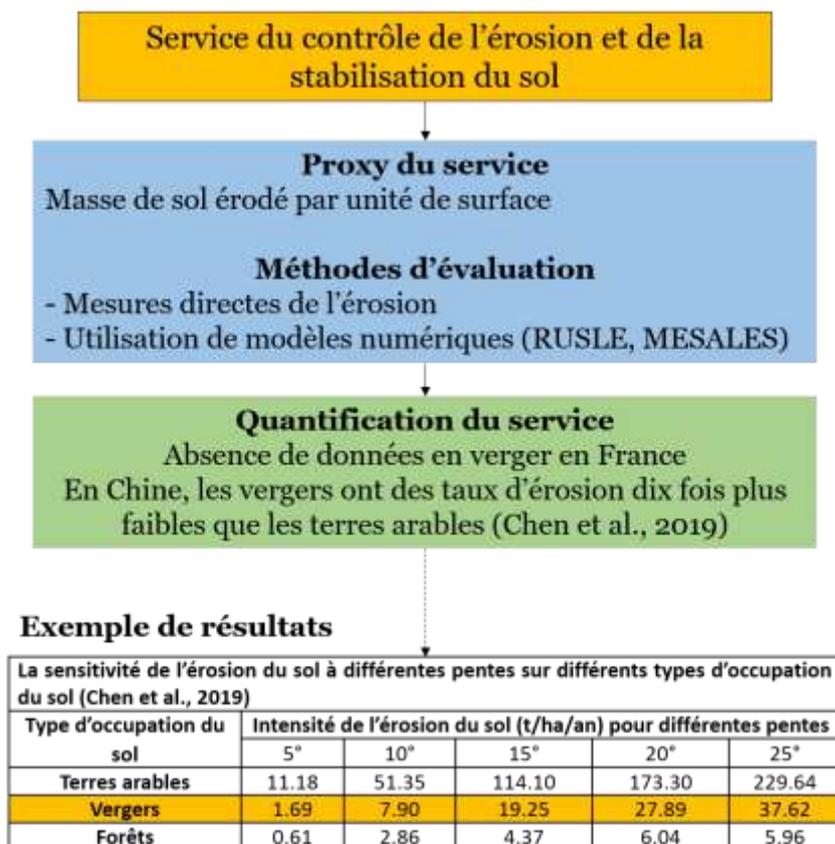


Figure 18 Indicateurs, méthode d'évaluation et exemple de résultats des recherches sur le service d'érosion en verger

## 5. Santé, bien-être, plaisir : la contribution de la consommation de fruits à la santé publique

La santé est une notion définie par l'OMS comme « un état complet de bien-être physique, mental et social ». La consommation de fruits contribue à remplir l'ensemble des conditions définies par un bon état de santé (Figure 19). Elle contribue au bien-être physique par l'apport de nutriments essentiels à l'équilibre nutritionnel. En effet, les fruits présentent de véritables atouts nutritionnels : faible densité énergétique, présence de fibres, teneurs en vitamine C et polyphénols élevés.

La consommation de fruits en quantité suffisante est associée à une diminution de risque de maladies et de mortalité (Figure 19). Wang et al. (2014) ont montré que chaque portion supplémentaire de fruits par jour est associée à une réduction de 6% de la mortalité, toute cause confondue. La consommation de fruits est associée à une diminution des risques de maladies cardiovasculaires. Certaines études montreraient également des tendances de diminutions de cancers (estomac, bouche, larynx, pharynx, colorectum, œsophage) mais des études supplémentaires sont nécessaires pour prouver ces effets (World Cancer Research Fund and American Institute for Cancer Research, 2018). Certaines études suggèrent même que manger des fruits contribuerait au bien-être mental (Nguyen et al., 2017; Ocean et al., 2019; Saghafian et al., 2018).

Actuellement, les effets positifs de la consommation de fruits sont interrogés avec la question des résidus de produits phytosanitaires. En réponse à ces questionnement, Marie-José Amiot-Carlin (INRA) indique dans son article dans le magazine « Santé & Société » (Amiot-Carlin, 2019) : « Les

recommandations nutritionnelles sont globalement compatibles avec les normes toxicologiques. Néanmoins, l'amélioration de la qualité nutritionnelle de l'alimentation à apports énergétiques constants est nécessairement associée à l'augmentation des aliments peu denses en énergie, comme les fruits et légumes, et donc à une augmentation des quantités totales consommées susceptible d'accroître l'exposition aux contaminants. Cependant, augmenter la consommation de fruits et légumes n'entraîne pas de dépassement des valeurs toxicologiques de référence même jusqu'à 800 g de consommation quotidienne (estimée par l'ANSES). La réduction des niveaux de résidus a été montrée lors de différentes opérations de transformation des fruits et légumes et des pratiques culinaires comme le lavage (-25 %), l'épluchage (-55 %), le blanchiment et la cuisson (-25 %). Toutes ces pratiques limitent ainsi l'exposition aux résidus de pesticides, ce qui expliquerait qu'aucune étude ne montre d'effet délétère d'une grande consommation de fruits et légumes. »

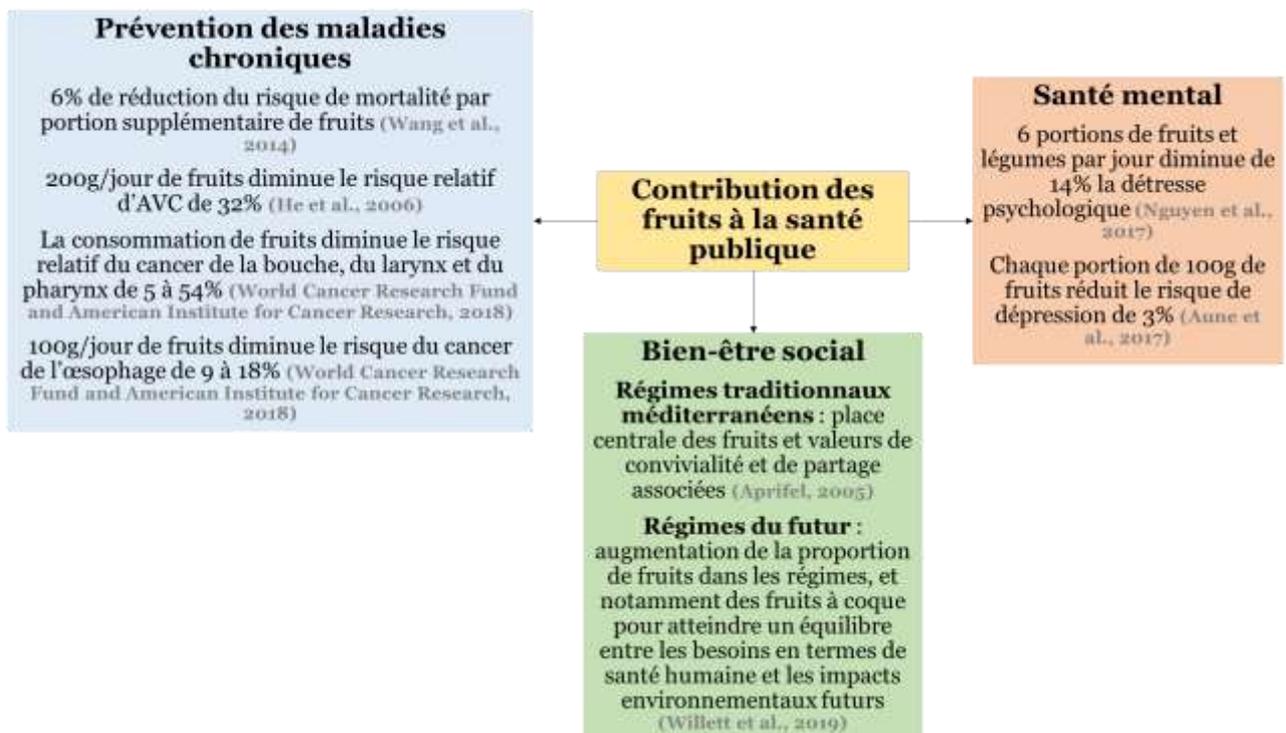


Figure 19 Schéma de synthèse de la contribution des fruits à la santé publique

La consommation des fruits, prônée notamment par les régimes alimentaires traditionnels méditerranéens, est parfois associée à des habitudes alimentaires où la place du repas et sa convivialité sont centrales. La place des fruits dans les régimes du futur doit se renforcer afin de garantir un équilibre entre les besoins en matière de santé humaine et des impacts environnementaux. En effet, pour la consommation de fruits et légumes, on parle de « convergence des dimensions de santé et d'environnement » (Guyomard et al., 2018). En effet, une augmentation de la portion de fruits et légumes induit des portions plus faibles d'autres produits, comme les produits carnés dans les régimes alimentaires. Ainsi, ces nouveaux régimes pourraient contribuer à diminuer les émissions de gaz à effet de serre. Une récente étude évoque la nécessité de doubler la portion d'aliments sains tels que les légumes, les légumineuses et les fruits dans les régimes alimentaires du futur (Willett et al., 2019). Favoriser une consommation accrue des fruits et légumes peut s'avérer doublement bénéfique sur le plan de la santé et de l'environnement (Guyomard et al., 2018).

## 6. Patrimoine des cultures fruitières

La liste des services culturels des cultures fruitières a été établie à partir d'un brainstorming des membres du GIS Fruits et de la classification officielle des services écosystémiques (CICES). Ainsi les 4 services culturels identifiés des cultures fruitières sont :

- La valeur patrimoniale des cultures fruitières : héritage des cultures fruitières implantées dès l'Antiquité en France, contribution à l'esthétique des paysages
- Les valeurs spirituelle et symbolique des cultures fruitières : place des fruits dans les légendes, mythes, contes et récits bibliques
- Les sources d'inspiration pour la création artistique (peintures, sculptures, recettes de cuisine)
- La génération d'activités ludiques (ex : balade dans les vergers, culture d'arbres fruitiers par les amateurs de jardinage), d'activités touristiques qui contribuent à l'animation du territoire

Nous illustrons les différents services culturels qui peuvent être rendus en prenant l'exemple de l'AOP Pomme du Limousin<sup>10</sup>. La Figure 20 résume les principaux services culturels rendus par cette AOP. Les premiers pommiers sont plantés par les Romains durant l'Antiquité. Les premiers écrits mentionnant la Pomme du Limousin datent du XVIIIème siècle. D'après les témoignages des arboriculteurs de l'AOP recueillis sur le site de l'AOP, ce label constitue un patrimoine-héritage transmis par leurs ancêtres et à transmettre aux générations futures. La culture d'arbres fruitiers

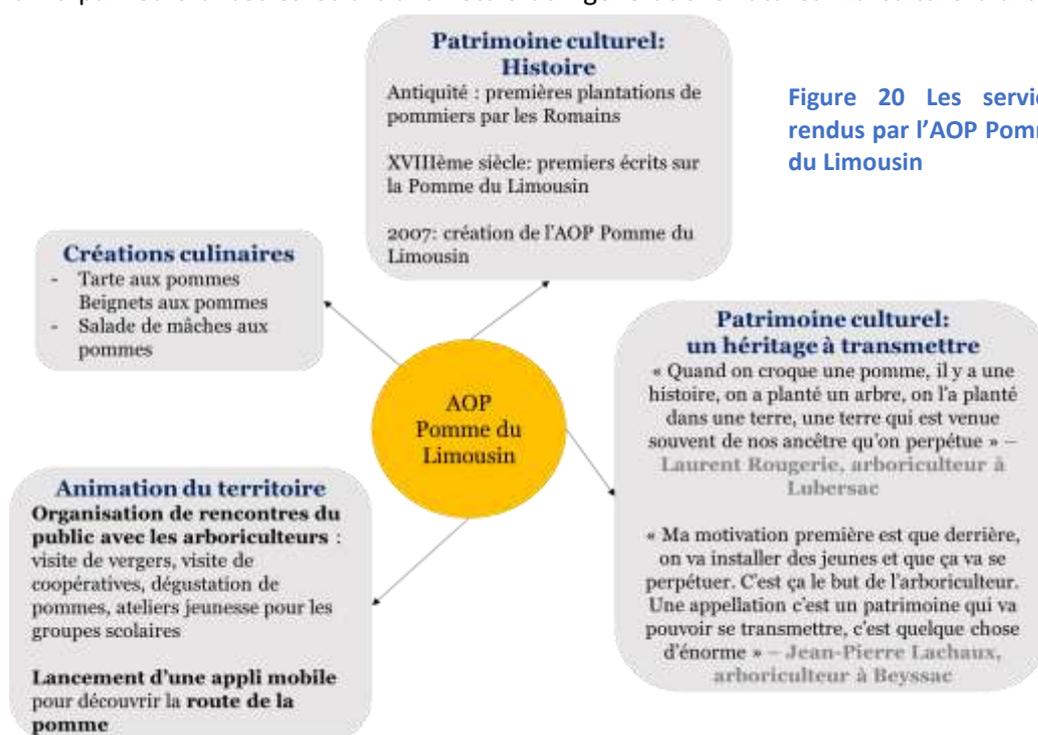


Figure 20 Les services rendus par l'AOP Pomme du Limousin

apporte un réel plaisir aux arboriculteurs de maîtriser la conduite de l'arbre pour obtenir un équilibre entre la croissance végétative et la fructification. L'AOP Pomme du Limousin contribue à l'animation du territoire en proposant des visites de vergers et de coopératives au public. Elle lance actuellement une appli mobile pour partir à la découverte de la Route de la Pomme. Le long de cette route, les promeneurs peuvent découvrir le terroir propre à l'AOP, déguster des créations culinaires à base de pommes du limousin, rencontrer les arboriculteurs etc.

<sup>10</sup> L'AOP Pomme du Limousin a été choisie à titre d'exemple mais d'autres structures auraient pu également illustrer les services culturels

## 7. Données manquantes et perspectives de travaux futurs sur les services rendus

Le Tableau 2 présente des propositions d'approfondissement sur certains services et perspectives de travaux futurs sur les services rendus.

Pour des perspectives de communication, nous proposons que la filière Fruits s'accorde sur les indicateurs de service à retenir dans des travaux de vulgarisation.

La nécessité de créer une base de données rassemblant tous les résultats des essais en verger sur une question de recherche a été évoquée. Le constat a été fait que de nombreuses données existent mais les de travaux de synthèse manquent.

**Tableau 2 Propositions d'approfondissement et perspectives de travaux futurs sur les services des cultures fruitières**

Service	Proposition d'approfondissement
<b>Production</b>	<p>Peu de données sur la valorisation actuelle des coproduits de la filière</p> <p><b>Proposition :</b>            Pour des exemples de fruits appartenant à chaque type de fruit (pépins, noyaux, coque et petits fruits) :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Etat des lieux des coproduits générés par la filière de ce fruit-exemple en enquêtant auprès des transformateurs : nature des coproduits, valorisation actuelle (destination, quantité, prix de vente)</li> <li>2) Revue bibliographique et entretiens avec des chercheurs sur des voies de valorisation alternatives</li> <li>3) Sélection d'alternatives intéressantes pour étude de faisabilité</li> </ol>
<b>Economie et emploi</b>	<p>Peu d'études quantifiant les emplois directs, indirects et induits de la filière Fruits</p> <p><b>Proposition :</b>            En s'appuyant sur l'étude menée par Interfel sur le nombre d'emplois générés par la filière Fruits et Légumes et la méthodologie mise en place par les chercheurs de l'étude Unicoque (Centre de Recherche sur l'Intégration Economique et Financière, Université de Poitiers), estimation du nombre d'emplois générés par la filière Fruits Explorer le rôle social de l'emploi (emplois saisonniers qui permettent une réinsertion dans le monde du travail, des emplois de formations)</p>
<b>Biodiversité</b>	<p>Absence de relevés nationaux sur l'enherbement en verger (abondance, diversité des espèces herbacées)</p> <p>Définition d'un groupe d'espèces indicatrices de la biodiversité en verger (ex : les araignées). Une base de données « Observatoire de l'Arboriculture » pourrait être créée pour répertorier les recensements. Cet indicateur pourrait être utilisé pour plusieurs objectifs :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- évaluer la biodiversité présente dans des vergers dont les pratiques diffèrent (comparaisons entre exploitations possibles)</li> <li>- évaluer les effets des infrastructures agro écologiques</li> </ul> <p><b>Proposition :</b>            Entrée des vergers dans le réseau Biovigilance Flore, qui recense la flore présente en parcelles agricoles</p>

Service	Proposition d'approfondissement
<b>Régulation des ravageurs</b>	Pas assez d'indicateurs et de méthodologies satisfaisantes pour évaluer le service. Peu d'études qui quantifient la diminution des dégâts et des pertes économiques associées à une meilleure régulation des ravageurs
<b>Pollinisation / Economie</b>	<b>Propositions</b> Investiguer l'économie et les services mutuels rendus entre les producteurs et les apiculteurs
<b>Séquestration du carbone</b>	Peu de références sur la séquestration de carbone dans la biomasse ligneuse et dans le sol des vergers français  <b>Propositions :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluer la séquestration de carbone dans la biomasse ligneuse des différentes espèces et principaux types de verger. Faire le bilan avec les émissions.</li> <li>• Evaluer la séquestration de carbone dans les sols de vergers : regrouper les données d'analyse de sol des expérimentateurs en verger (taux de matière organique avant plantation et après arrachage pour calculer le différentiel)</li> <li>• Concevoir de nouveaux systèmes de vergers avec des pratiques moins émettrices et permettant d'améliorer le stockage de carbone : explorer les émissions de vergers mettant en place des itinéraires techniques innovants</li> </ul>
<b>Erosion</b>	Absence de références françaises sur les taux d'érosion en verger <b>2 approches pour acquérir des références</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Modélisation : estimation des taux d'érosion des vergers à partir de modèle type MESALES (Le Bissonnais <i>et al.</i>, 2002) ;</li> <li>2) Expérimentale : mesure des taux d'érosion sur un réseau de parcelles (différentes espèces fruitières, différentes pratiques de gestion du sol...).</li> </ol> Proposition de comparer les taux d'érosion mesurés avec les taux d'érosion simulés avec les modèles afin de vérifier la validité des modèles en verger.
<b>Santé</b>	<b>Propositions :</b> Impact des pratiques culturales sur la qualité nutritionnelle des fruits (en utilisant par exemple un indicateur du type SAIN spécifique aux fruits)

## 8. Conclusion

La filière Fruits rend de nombreux services à la société. Elle permet un approvisionnement diversifié en fruits d'excellente qualité et à forte valeur ajoutée. En effet, la filière dénombre 75 Signes Officiels de la Qualité et l'Origine (hors agriculture biologique) garantissant la qualité des produits (INAO, 2018). Si la surface des cultures fruitières représente 0,7% de la surface agricole utile, leurs productions représentent 4% de la valeur de production de biens agricoles (Agreste, 2018). La filière Fruits est pourvoyeuse d'emplois (194 078 emplois au stade de la production selon l'Observatoire de l'emploi de l'arboriculture fruitière de la Fédération National des Producteurs de Fruits en 2016). La consommation de fruits contribue à la santé publique. Elle réduit les risques de mortalité : chaque portion supplémentaire de fruits par jour diminue de 6% le risque de mortalité (Wang et al., 2014). Les vergers contribuent à la régulation du climat en compensant les émissions de gaz à effet de serre par le stockage de carbone dans la biomasse ligneuse. Cependant, ce stockage dépend fortement de la gestion des bois arrachés en fin de vie du verger (le brûlage en champs libère le carbone stocké le long de la durée de vie). Il est donc nécessaire de mettre en place de nouvelles pratiques pour mieux valoriser ce service.

Les cultures fruitières peuvent également générer des impacts négatifs comme les émissions de gaz à effet de serre ou les effets non intentionnels des pesticides sur la biodiversité. La filière fruit engage des efforts pour diminuer ses impacts comme la volonté de s'engager dans des démarches plus respectueuses de l'environnement comme l'agriculture biologique (la filière Fruits est la première filière convertie en termes de surface), la Certification HVE (Haute Valeur Environnementale) (Niveau 2 pour les vergers Ecoresponsables, Demain la Terre etc.).

De nombreuses données sont encore manquantes pour permettent la quantification de services, en amont d'une éventuelle monétarisation en vue d'instruire des dispositifs tels que les paiements pour services environnementaux. D'après nos recherches, l'un des services le moins étudié en France est le service de régulation de l'érosion en verger. Les manques relevés dans ce travail sont méthodologiques pour certains services (notamment pour le service de régulation des bioagresseurs) et le développement de nouveaux indicateurs et de nouvelles méthodes est nécessaire en amont de travaux d'évaluation des services. Enfin, comprendre les impacts de changements de pratiques sur les niveaux de services fournis est essentiel, notamment avec des approches multi-services.

## 9. Bibliographie

- ACTA, 2016. Guide de défense des cultures, 6ème édition. ed. ACTA édition.
- Agreste, 2018. Commission des comptes de l'agriculture de la nation: les comptes nationaux provisoires de l'agriculture en 2017.
- Alix, A., Barriuso, E., Bedos, C., Bonicelli, B., Caquet, T., Dubus, I., Gascuel, C., Gril, J.-J., Voltz, M., 2005. Devenir et transfert des pesticides dans l'environnement et impacts biologiques 219.
- Almagro, M., López, J., Boix-Fayos, C., Albaladejo, J., Martínez-Mena, M., 2010. Belowground carbon allocation patterns in a dry Mediterranean ecosystem: A comparison of two models. *Soil Biology and Biochemistry* 42, 1549–1557.
- AlpBioEco, 2019. AlpBioEco ; Results of the bio-based value chain apple: laboratory analysis. *Interref Alpine Space* 14.
- Amiot-Carlin, M.-J., 2019. Consommation des fruits et légumes: quels avantages, quels risques ? *larevuedupraticien* 69, 1–4.
- Baude, M., Kunin, W.E., Boatman, N.D., Conyers, S., Davies, N., Gillespie, M.A.K., Morton, R.D., Smart, S.M., Memmott, J., 2016. Historical nectar assessment reveals the fall and rise of floral resources in Britain. *Nature* 530, 85–88.
- Billeter, R., Liira, J., Bailey, D., Bugter, R., Arens, P., Augenstein, I., Aviron, S., Baudry, J., Bukacek, R., Burel, F., Cerny, M., Blust, G.D., Cock, R.D., Diekötter, T., Dietz, H., Dirksen, J., Dormann, C., Durka, W., Frenzel, M., Hamersky, R., Hendrickx, F., Herzog, F., Klotz, S., Koolstra, B., Lausch, A., Coeur, D.L., Maelfait, J.P., Opdam, P., Roubalova, M., Schermann, A., Schermann, N., Schmidt, T., Schweiger, O., Smulders, M.J.M., Speelmans, M., Simova, P., Verboom, J., Wingerden, W.K.R.E.V., Zobel, M., Edwards, P.J., 2008. Indicators for biodiversity in agricultural landscapes: a pan-European study. *Journal of Applied Ecology* 45, 141–150.
- Chambre d'Agriculture du Nord-Pas-de-Calais, 2015. OAD : Modèle Carpocapse DGAL-Onpv, Carpocapse des pommes et des poires *Cydia pomonella*.
- Chaplin-Kramer, R., Kremen, C., 2012. Pest control experiments show benefits of complexity at landscape and local scales. *Ecological Applications* 22, 1936–1948.
- Chen, Z., Wang, L., Wei, A., Gao, J., Lu, Y., Zhou, J., 2019. Land-use change from arable lands to orchards reduced soil erosion and increased nutrient loss in a small catchment. *Science of The Total Environment* 648, 1097–1104.
- Chenu, C., Klumpp, K., Bispo, A., Angers, D., Colnenne, C., Metay, A., 2014. Stocker du carbone dans les sols agricoles : évaluation de leviers d'action pour la France. *Innovations Agronomiques* 37, 23–37.
- Clément, H., 2002. *Traité Rustica de l'Apiculture*, Rustica. ed.
- Colombie, S., 2018. Le stockage du carbone et services rendus par la haie: le projet Carbocage.
- Cross, J.V., Solomon, M.G., Chandler, D., Jarrett, P., Richardson, P.N., Winstanley, D., Bathon, H., Huber, J., Keller, B., Langenbruch, G.A., Zimmerman, G., 1999. Biocontrol of Pests of Apples and Pears in Northern and Central Europe: 1. Microbial Agents and Nematodes. *Biocontrol Science and Technology* 9, 125–149.
- CTIFL, SSP, 2013. Structure des exploitations fruitières et légumières: évolutions entre les recensements agricoles de 2000 à 2010. *Agreste Les Dossiers* 1–52.
- Deloitte, Aile, Alterra Wageningen, 2016. Mobilisation de la biomasse agricole - Etat de l'art et analyse prospective. ADEME.

- Demestihias, C., 2017. Analyse des conflits et synergies entre services écosystémiques multiples en vergers de pommiers. Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse, Saint-Rémy-de-provence.
- Duval, L., Binet, T., Dupraz, P., Leplay, S., Etrillard, C., Pech, M., Deniel, E., Laustriat, M., 2016. Paiements pour services environnementaux et méthodes d'évaluation économique: enseignements pour les mesures agro-environnementales de la politique agricole commune - Synthèse 21.
- Eurostat, 2018. Agri-environmental indicator - soil erosion - Statistics Explained [WWW Document]. URL [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Agri-environmental\\_indicator\\_-\\_soil\\_erosion](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Agri-environmental_indicator_-_soil_erosion) (accessed 6.21.19).
- FranceAgriMer, 2018. Prospective "Fruits du futur": quelles variétés adaptées aux futurs systèmes de production arboricoles et aux futures demandes de fruits ?" (Les études de FranceAgriMer). FranceAgriMer.
- Grimm, M., Jones, R., Montanarella, L., 2001. Soil erosion risk in Europe. European commission directorate general JRC Joint Research Centre. Institute for Environment and Sustainability European Soil Bureau.
- Grove, G.G., Eastwell, K.C., Jones, A.L., Sutton, T.B., 2003. Diseases of apple. Apples: botany, production and uses 459–488.
- Guyomard, H., Detang-Dessendre, C., Requillart, V., Soler, L.-G., 2018. La Politique agricole commune doit-elle intégrer des objectifs de lutte contre le surpoids et l'obésité ? [WWW Document]. INRA Sciences Sociales. URL <https://ageconsearch.umn.edu/record/280331> (accessed 8.29.19).
- Haines-Young, R., Potschin, M., 2013. Common International Classification of Ecosystem services (CICES) : Consultation on Version 4, August-December 2012 34.
- He, F.J., Nowson, C.A., MacGregor, G.A., 2006. Fruit and vegetable consumption and stroke: meta-analysis of cohort studies. *Lancet* 367, 320–326.
- Iglesias, D.J., Quiñones, A., Font, A., Martínez-Alcántara, B., Forner-Giner, M.Á., Legaz, F., Primo-Millo, E., 2013. Carbon balance of citrus plantations in Eastern Spain. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 171, 103–111.
- INAO, 2018. Appellation d'origine protégée - Appellation d'origine contrôlée [WWW Document]. INAO. URL </Les-signes-officiels-de-la-qualite-et-de-l-origine-SIQQ/Appellation-d-origine-protgee-Appellation-d-origine-controlee> (accessed 3.14.19).
- Karp, D.S., Chaplin-Kramer, R., Meehan, T.D., Martin, E.A., DeClerck, F., Grab, H., Gratton, C., Hunt, L., Larsen, A.E., Martínez-Salinas, A., O'Rourke, M.E., Rusch, A., Poveda, K., Jonsson, M., Rosenheim, J.A., Schellhorn, N.A., Tschardtke, T., Wratten, S.D., Zhang, W., Iverson, A.L., Adler, L.S., Albrecht, M., Alignier, A., Angelella, G.M., Zubair Anjum, M., Avelino, J., Batáry, P., Baveco, J.M., Bianchi, F.J.J.A., Birkhofer, K., Bohnenblust, E.W., Bommarco, R., Brewer, M.J., Caballero-López, B., Carrière, Y., Carvalheiro, L.G., Cayuela, L., Centrella, M., Četković, A., Henri, D.C., Chabert, A., Costamagna, A.C., De la Mora, A., de Kraker, J., Desneux, N., Diehl, E., Diekötter, T., Dormann, C.F., Eckberg, J.O., Entling, M.H., Fiedler, D., Franck, P., Frank van Veen, F.J., Frank, T., Gagic, V., Garratt, M.P.D., Getachew, A., Gonthier, D.J., Goodell, P.B., Graziosi, I., Groves, R.L., Gurr, G.M., Hajian-Forooshani, Z., Heimpel, G.E., Herrmann, J.D., Huseeth, A.S., Inclán, D.J., Ingrao, A.J., Iv, P., Jacot, K., Johnson, G.A., Jones, L., Kaiser, M., Kaser, J.M., Keasar, T., Kim, T.N., Kishinevsky, M., Landis, D.A., Lavandero, B., Lavigne, C., Le Ralec, A., Lemessa, D., Letourneau, D.K., Liere, H., Lu, Y., Lubin, Y., Luttermoser, T.,

- Maas, B., Mace, K., Madeira, F., Mader, V., Cortesero, A.M., Marini, L., Martinez, E., Martinson, H.M., Menozzi, P., Mitchell, M.G.E., Miyashita, T., Molina, G.A.R., Molina-Montenegro, M.A., O'Neal, M.E., Opatovsky, I., Ortiz-Martinez, S., Nash, M., Östman, Ö., Ouin, A., Pak, D., Paredes, D., Parsa, S., Parry, H., Perez-Alvarez, R., Perović, D.J., Peterson, J.A., Petit, S., Philpott, S.M., Plantegenest, M., Plečaš, M., Pluess, T., Pons, X., Potts, S.G., Pywell, R.F., Ragsdale, D.W., Rand, T.A., Raymond, L., Ricci, B., Sargent, C., Sarthou, J.-P., Saulais, J., Schäckermann, J., Schmidt, N.P., Schneider, G., Schüepp, C., Sivakoff, F.S., Smith, H.G., Stack Whitney, K., Stutz, S., Szendrei, Z., Takada, M.B., Taki, H., Tamburini, G., Thomson, L.J., Tricault, Y., Tsafack, N., Tschumi, M., Valantin-Morison, M., Van Trinh, M., van der Werf, W., Vierling, K.T., Werling, B.P., Wickens, J.B., Wickens, V.J., Woodcock, B.A., Wyckhuys, K., Xiao, H., Yasuda, M., Yoshioka, A., Zou, Y., 2018. Crop pests and predators exhibit inconsistent responses to surrounding landscape composition. *Proc Natl Acad Sci USA* 115, E7863–E7870.
- Klein, A.-M., Vaissière, B.E., Cane, J.H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S.A., Kremen, C., Tscharntke, T., 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proc. Biol. Sci.* 274, 303–313.
- Labeyrie, B., 2019. La réduction des phytos en Arboriculture : Résultats, témoignages et perspectives. Séquence 1 : Le réseau DEPHY - principaux enseignements & résultats des réseaux/dispositifs FERME et EXPE.
- Labeyrie, B., Sagnes, J.-L., Castel, L., Dubreuil, N., Kreiter, P., Millan, M., Plénet, D., Simon, S., Zavagli, F., Rougier, M., Emonet, E., Longis, S., Brun, V., 2018. Réseau DEPHY EXPE : synthèse des résultats à l'échelle nationale - filière Arboriculture. Cellule d'Animation nationale DEPHY Ecophyto.
- Le Roux, X., Barbault, R., Baudry, J., Burel, F., Doussan, I., Garnier, E., Herzog, F., Lavorel, S., Lifran, R., Roger-Estrade, J., Sarthou, J.-P., Trommetter, M., 2008. Agriculture et biodiversité. Valoriser les synergies (Report). Prodira.
- Maalouly, M., Franck, P., Bouvier, J.-C., Toubon, J.-F., Lavigne, C., 2013. Codling moth parasitism is affected by semi-natural habitats and agricultural practices at orchard and landscape levels. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 169, 33–42.
- Monetti, L.N., Fernandez, N.A., 1995. Seasonal population dynamics of the European red mite (*Panonychus ulmi*) and its predator *Neoseiulus californicus* in a sprayed apple orchard in Argentina (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae). *Acarologia* 36, 325–331.
- Montanaro, G., Tuzio, A.C., Xylogiannis, E., Kolimenakis, A., Dichio, B., 2016. Carbon budget in a Mediterranean peach orchard under different management practices. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 238, 104–113.
- Monteiro, L.B., Lavigne, C., Ricci, B., Franck, P., Toubon, J.-F., Sauphanor, B., 2013. Predation of codling moth eggs is affected by pest management practices at orchard and landscape levels. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 166, 86–93.
- Nations Unies, 1992. Convention sur la diversité biologique. Nations Unies, Rio.
- Nguyen, B., Ding, D., Mhrshahi, S., 2017. Fruit and vegetable consumption and psychological distress: cross-sectional and longitudinal analyses based on a large Australian sample. *BMJ Open* 7, e014201.
- Ocean, N., Howley, P., Ensor, J., 2019. Lettuce be happy: A longitudinal UK study on the relationship between fruit and vegetable consumption and well-being. *Social Science & Medicine* 222, 335–345.

- Panagos, P., Borrelli, P., Poesen, J., Ballabio, C., Lugato, E., Meusburger, K., Montanarella, L., Alewell, C., 2015. The new assessment of soil loss by water erosion in Europe. *Environmental Science & Policy* 54, 438–447.
- Pellerin, Bamière, Angers, Béline, Benoît, Butault, Chenu, Colnenne-David, De Cara, Delame, Doreau, Dupraz, Faverdin, Garcia-Launay, Hassouna, Hénault, Jeuffroy, Klumpp, Metay, Moran, Recous, Samson, Savini, Pardon, 2013. Quelle contribution de l'agriculture française à la réduction des émissions de gaz à effet de serre ? Potentiel d'atténuation et coût de dix actions techniques. Synthèse du rapport d'étude, INRA.
- Pellerin, S., Barnière, L., Launay, C., Martin, R., Schiavo, M., Angers, D., Augusto, L., Balesdent, J., Basile-Doelsch, I., Bellasen, V., Cardinael, R., Cécillon, L., Ceschia, E., Chenu, C., Constantin, J., Darroussin, J., Delacote, P., Delame, N., Gastal, F., Gilbert, D., Graux, A.-I., Guenet, B., Houot, S., 2019. Stocker du carbone dans les sols français: quel potentiel au regard de l'objectif 4 pour 1000 et à quel coût ? (Synthèse du rapport d'étude INRA). INRA, France.
- Preud'Homme, R., Hampartzoumian, H., Jumel, R., Julliard, R., Sibley, J.-P., 2009. Elaboration d'un jeu d'indicateurs permettant de mieux suivre la biodiversité en lien avec l'évolution de l'agriculture 83.
- Prokopy, R.J., Mason, J.L., Christie, M., Wright, S.E., 1996. Arthropod pest and natural enemy abundance under second-level versus first-level integrated pest management practices in apple orchards: a 4-year study. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 57, 35–47.
- Ricard, J.-M., Garcin, A., Jay, M., Mandrin, J.-F., 2012. Biodiversité et régulation des ravageurs en arboriculture fruitière, CTIFL. ed, Hortipratic.
- Royal, C., 2018. Suivi de la biodiversité ordinaire en milieu agricole - Valorisation des données de l'Observatoire Agricole de la Biodiversité 113.
- Rusch, A., Chaplin-Kramer, R., Gardiner, M.M., Hawro, V., Holland, J., Landis, D., Thies, C., Tschantke, T., Weisser, W.W., Winqvist, C., Woltz, M., Bommarco, R., 2016. Agricultural landscape simplification reduces natural pest control: A quantitative synthesis. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 221, 198–204.
- Ryschawy, J., Tichit, M., Bertrand, S., Allaire, G., Plantureux, S., Aznar, O., Perrot, C., Guinot, C., Josien, E., Lasseur, J., Aubert, C., Tchakerian, E., Disenhaus, C., 2015. Comment évaluer les services rendus par l'élevage ? Une première approche méthodologique sur le cas de la France 16.
- Saghafian, F., Malmir, H., Saneei, P., Milajerdi, A., Larijani, B., Esmailzadeh, A., 2018. Fruit and vegetable consumption and risk of depression: accumulative evidence from an updated systematic review and meta-analysis of epidemiological studies. *British Journal of Nutrition* 119, 1087–1101.
- Sautereau, N., Benoit, M., 2016. Quantifier et chiffrer économiquement les externalités de l'agriculture biologique ? Rapport d'étude ITAB 136.
- SCA UNICOQUE-Laboratoire CRIEF Faculté des sciences économiques Université de Poitiers, 2019. Les retombées économiques de la coopérative Unicoque en France. Koki, Noisettes et Noix de France 2.
- Scandellari, F., Liguori, G., Caruso, G., Meggio, F., Inglese, P., Gucci, R., Pitacco, A., Celano, G., Tagliavini, M., 2017. Carbon sequestration potential of Italian orchards and vineyards. *Acta Horticulturae* 145–150.

- Schmidt, M.H., Roschewitz, I., Thies, C., Tschardtke, T., 2005. Differential effects of landscape and management on diversity and density of ground-dwelling farmland spiders. *Journal of Applied Ecology* 42, 281–287.
- Service de l'observation et des statistiques, 2015. Sols et environnement Chiffres clés Édition 2015, Repères. Commissariat général au développement durable.
- Simon, S., Bouvier, J.-C., Debras, J.-F., Sauphanor, B., 2010. Biodiversity and pest management in orchard systems. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 30, 139–152.
- Simon, S., Defrance, H., Sauphanor, B., 2007. Effect of codling moth management on orchard arthropods. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 122, 340–348.
- Therond, O., Tichit, M., Tibi, A., Accatino, F., Biju-Duval, L., Bockstaller, C., Bohan, D., Boval, M., Cahuzac, E., Casellas, E., Chauvel, B., Choler, P., Constantin, J., Cousin, I., Daroussin, J., David, M., Delacote, P., Derocles, S., De Sousa, L., Domingues Santos, J.-P., Dross, C., Duru, M., Eugène, M., Fontaine, C., Garcia, B., Geijzendorffer, I., Girardin, A., Graux, A.-I., Jouven, M., Langlois, B., Le Bas, C., Le Bissonais, Y., Lelièvre, V., Lifran, V., Maigné, E., Martin, G., Martin, R., Martin-Laurent, F., Martinet, V., McLaughlin, O., Meillet, A., Mignolet, C., Mouchet, M., Nozières-Petit, M.-O., Ostermann, O.-P., Paracchini, M., Pellerin, S., Peyraud, J.-L., Petit-Michaut, S., Picaud, C., Plantureux, S., Poméon, T., Porcher, E., Puech, T., Puillet, L., Rambonilaza, T., Raynal, H., Resmond, R., Ripoché, D., Ruget, F., Rulleau, B., Rush, A., Salles, J.-M., Sauvant, D., Schott, C., Tardieu, L., 2017. Evaluation des services écosystémiques rendus par les écosystèmes agricoles (Rapport d'étude). Inra, France.
- Wang, X., Ouyang, Y., Liu, J., Zhu, M., Zhao, G., Bao, W., Hu, F.B., 2014. Fruit and vegetable consumption and mortality from all causes, cardiovascular disease, and cancer: systematic review and dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *BMJ* 349, g4490.
- Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., Garnett, T., Tilman, D., DeClerck, F., Wood, A., Jonell, M., Clark, M., Gordon, L.J., Fanzo, J., Hawkes, C., Zurayk, R., Rivera, J.A., De Vries, W., Majele Sibanda, L., Afshin, A., Chaudhary, A., Herrero, M., Agustina, R., Branca, F., Lartey, A., Fan, S., Crona, B., Fox, E., Bignet, V., Troell, M., Lindahl, T., Singh, S., Cornell, S.E., Srinath Reddy, K., Narain, S., Nishtar, S., Murray, C.J.L., 2019. Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The Lancet* 393, 447–492.
- World Cancer Research Fund, American Institute for Cancer Research, 2018. Diet, Nutrition, Physical Activity and Cancer: a Global Perspective: a summary of the Third Expert Report (Continuous Update Project Expert Report). World Cancer Research Fund International.
- Wu, T., Wang, Y., Yu, C., Chiarawipa, R., Zhang, X., Han, Z., Wu, L., 2012. Carbon Sequestration by Fruit Trees - Chinese Apple Orchards as an Example. *PLoS ONE* 7, e38883.
- Zanotelli, D., Montagnani, L., Manca, G., Scandellari, F., Tagliavini, M., 2015. Net ecosystem carbon balance of an apple orchard. *European Journal of Agronomy* 63, 97–104.
- Zanotelli, D., Montagnani, L., Manca, G., Tagliavini, M., 2013. Net primary productivity, allocation pattern and carbon use efficiency in an apple orchard assessed by integrating eddy covariance, biometric and continuous soil chamber measurements. *Biogeosciences* 10, 3089–3108.

Zulian, G., Maes, J., Paracchini, M., 2013. Linking Land Cover Data and Crop Yields for Mapping and Assessment of Pollination Services in Europe. *Land* 2, 472–492.

## **Composition du groupe de travail :**

Dominique Grasselly, coordinateur (CTIFL), Françoise Lescourret, coordinatrice (INRA), Marie-Charlotte Bopp, cheffe de projet (CTIFL-INRA), Denis Bergère (AFIDEM), Emmanuel Demange (Interfel), Anne Guérin (IFPC), Pascale Guillermin (AgroCampusOuest Angers), Christian Hutin (CTIFL), François Laurens (INRA), Daniel Plénet (INRA), Stéphanie Prat (FNPF), Natacha Sautereau (ITAB), Matthieu Serrurier (CTIFL), Pierre Varlet (ANPP), Sylvie Colleu (INRA).

## **Pour citer ce document :**

M.-C. Bopp, D. Grasselly, F. Lescourret, D. Bergère, E. Demange, A. Guérin, P. Guillermin, C. Hutin, F. Laurens, S. Prat, N. Sautereau, M. Serrurier, P. Varlet, S. Colleu. Les services des cultures fruitières, 2019, CTIFL-INRA, 40 pages.

**Licence CC : BY NC ND**

**Document disponible librement en ligne sur :**

<https://www.gis-fruits.org/> et <https://prodinra.inra.fr/record/483007>

# Les services des cultures fruitières

*Synthèse du rapport final - Septembre 2019*

Cette synthèse présente les services majeurs rendus par la filière Fruits. Elle synthétise les méthodes et les indicateurs permettant d'évaluer les services et propose des quantifications. La filière Fruits rend de nombreux services à la société. Elle permet un approvisionnement diversifié en fruits d'excellente qualité et à forte valeur ajoutée. En effet, la filière dénombre 75 Signes Officiels de la Qualité et l'Origine (hors agriculture biologique) (INAO, 2018). Si la surface des cultures fruitières représente 0,7% de la surface agricole utile, elle représente 4% de la valeur de production de biens agricoles (Agreste, 2018). La consommation de fruits contribue à la santé publique. Elle réduit les risques de mortalité globaux : une portion supplémentaire de fruits diminue de 6% le risque de mortalité (Wang et al., 2014). De plus, les vergers contribuent à la régulation du climat en compensant les émissions de gaz à effet de serre par le stockage de carbone. Cependant, ce stockage dépend fortement de la gestion des bois arrachés en fin de vie du verger (le brûlage en champs libère le carbone stocké le long de la durée de vie). Les cultures fruitières rendent aussi des services culturels : tourisme, gastronomie, animation du territoire... Elles font partie intégrante du patrimoine français, un héritage précieux, ancien et à transmettre.

