

SESSION 2024

---

**CAPET et CAFEP**  
Concours externe

Section  
**BIOTECHNOLOGIES**

Option  
**SANTÉ – ENVIRONNEMENT**

**Épreuve écrite disciplinaire appliquée**

*L'épreuve a pour objectif de vérifier, dans l'option choisie, que le candidat est capable de mobiliser l'ensemble de ses connaissances scientifiques et technologiques, d'exploiter les documents qui lui auront été fournis pour construire un développement structuré, argumenté dans le cadre d'un sujet de synthèse relatif aux disciplines fondamentales alimentant les champs de la spécialité.*

*Selon le cas, le sujet pourra être élargi aux dimensions sociétales, à l'histoire des sciences ou à tout autre domaine en lien avec les disciplines alimentant les champs de la spécialité.*

**Durée : 5 heures**

---

L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire et de tout matériel électronique (y compris la calculatrice) est rigoureusement interdit.

Il appartient au candidat de vérifier qu'il a reçu un sujet complet et correspondant à l'épreuve à laquelle il se présente.

Si vous repérez ce qui vous semble être une erreur d'énoncé, vous devez le signaler très lisiblement sur votre copie, en proposer la correction et poursuivre l'épreuve en conséquence. De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, vous devez la (ou les) mentionner explicitement.

**NB : Conformément au principe d'anonymat, votre copie ne doit comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé consiste notamment en la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de la signer ou de l'identifier.**

**Le fait de rendre une copie blanche est éliminatoire.**

**Tournez la page S.V.P.**

### INFORMATION AUX CANDIDATS

Vous trouverez ci-après les codes nécessaires vous permettant de compléter les rubriques figurant en en-tête de votre copie. Ces codes doivent être reportés sur chacune des copies que vous remettrez.

### **CAPET EXTERNE - BIOTECHNOLOGIES**

Option

### **SANTÉ-ENVIRONNEMENT**

► Concours externe du CAPET de l'enseignement public :

Concours	Section/option	Epreuve	Matière
EDE	7200E	102	9312

► Concours externe du CAPET de l'enseignement privé :

Concours	Section/option	Epreuve	Matière
EDF	7200E	102	9312





## L'AGROECOLOGIE : UN CHOIX POUR L'AVENIR

« Prendre en compte conjointement les enjeux d'alimentation durable des Européens, de préservation de la biodiversité et des ressources naturelles et de lutte contre le changement climatique suppose une transition profonde de notre système agricole et alimentaire.

Un projet agroécologique fondé sur l'abandon des pesticides et des engrais de synthèse, et le redéploiement de prairies extensives et d'infrastructures paysagères permettrait une prise en charge cohérente de ces enjeux.

Le projet TYFA (Ten years for agroecology), porté par l'Institut du développement durable et des relations internationales (IDDRI) depuis 2014, explore la possibilité de généraliser une telle agroécologie à l'échelle européenne en analysant les usages et besoins de la production agricole, actuelle et future. Un modèle quantitatif original, mettant en relation systémique la production agricole, les modes de production et l'usage des terres, permet d'analyser rétrospectivement le fonctionnement du système alimentaire européen et de quantifier un scénario agroécologique à 2050 en testant les implications de différentes hypothèses. »

**POUX, Xavier** (AScA, Iddri), **AUBERT, Pierre-Marie** (Iddri). *STUDY N°09/18* septembre 2018, IDDRI. [en ligne]. Disponible sur <https://www.iddri.org>, (consulté le 6/10/2023)

### DIAGNOSTIC ET PISTES D'ACTION

Sur la base des dernières données complètes, datant de 2010, sur le régime alimentaire européen moyen, le TYFA pose le diagnostic suivant : « nous mangeons trop et mal » et « nous produisons beaucoup et mal ».

**1. Expliquer l'affirmation « nous mangeons trop et mal », en précisant les conséquences métaboliques et sanitaires des déséquilibres constatés.**

Le TYFA explore ainsi la possibilité de généraliser l'agroécologie à l'échelle européenne en proposant un scénario dans lequel « nous mangeons assez et bien » se combine avec « nous produisons ce dont nous avons besoin ».

**2. Argumenter les objectifs du scénario TYFA pour une Europe agro-écologique en 2050. Présenter plus particulièrement les intérêts environnementaux, nutritionnels et sanitaires des légumineuses.**

Une des principales pistes d'action du scénario TYFA est « l'abandon des pesticides et l'extensification de la production végétale ».

**3. Présenter les facteurs de toxicité des pesticides et les effets potentiels sur la santé humaine. Proposer des exemples d'alternatives à l'utilisation des pesticides.**

## EXPLOITATION PÉDAGOGIQUE

Vous êtes en charge des enseignements d'Habitat-logement-environnement, de Santé-alimentation-hygiène et de numérique et vie quotidienne en BTS Economie Sociale Familiale (ESF), ce qui vous permet de réaliser une séquence complète intitulée « Alimentation durable » en deuxième année.

Dans le cadre du bloc de compétences 1 du référentiel de BTS ESF, les compétences suivantes pourront être développées:

- C1.1. Élaborer un conseil en vie quotidienne dans les domaines de l'économie-consommation, de l'habitat-logement, de l'environnement-énergie, de la santé-alimentation-hygiène
- C1.2. Conseiller sur l'usage des ressources numériques liées à la vie quotidienne
- C1.3. Concevoir et mettre en œuvre des actions pour la gestion locale de l'environnement et des flux.
- C1.4. Élaborer un conseil budgétaire, constituer un dossier de financement
- C1.5. Assurer une veille technique, scientifique, juridique sur les dimensions de la vie quotidienne
- C1.6. Accompagner au montage de dossier de demande d'aide (pour l'amélioration de l'habitat)

**4. Présenter cette séquence pédagogique qui devra être composée de séances de cours, de travaux dirigés et de travaux pratiques à visée de conseil (TPVC).**

**Préciser :**

- pour cette séquence : le contexte professionnel, le(s) objectif(s) et les compétences à acquérir ;
- pour chacune des séances : le titre, le(s) objectif(s) visé(s) ;
- les modalités d'évaluation envisagées.

**Détailler une séance de la séquence en précisant :**

- les activités proposées aux étudiants ;
- les modalités d'organisation de la séance ;
- le type, le contenu et les consignes des documents destinés aux étudiants ;
- les productions attendues.

**Argumenter les choix pédagogiques opérés.**

## LISTE DES ANNEXES

**Annexe 1 : Régime alimentaire européen moyen comparé aux repères nutritionnels retenus**  
**POUX Xavier, AUBERT Pierre-Marie.** Une Europe agroécologique en 2050 : une agriculture multifonctionnelle pour une alimentation saine 48p. ; p47 [en ligne]. Disponible sur <https://www.iddri.org>, (consulté le 7/10/2023).

**Annexe 2 : TYFA : Un scénario pour une Europe agroécologique en 2050**  
**POUX Xavier, AUBERT Pierre-Marie.** Une Europe agroécologique en 2050 : une agriculture multifonctionnelle pour une alimentation saine 48p. ; p7 [en ligne]. Disponible sur <https://www.iddri.org>, (consulté le 7/10/2023).

**Annexe 3 : Les légumineuses pour apporter de l'azote dans la rotation**  
**Agro Transfert Ressources et Territoires.** Les légumineuses pour apporter de l'azote dans la rotation [en ligne]. Disponible sur <http://www.agro-transfert-rt.org>, (consulté le 7/10/2023).

**Annexe 4 : Empreinte carbone de différents aliments**  
Empreinte carbone de notre alimentation : quels aliments produisent le moins de gaz à effet de serre (GES) ? [en ligne]. Disponible sur <https://quoidansmonassiette.fr>, (consulté le 7/10/2023).

**Annexe 5 : Profil en acides aminés de quelques aliments sources de protéines**  
**Afssa.** Profil en acides aminés de quelques aliments sources de protéines (teneurs pour 100g d'aliment) **Apport en protéines : consommation, qualité, besoins et recommandations.** p 366-367 [en ligne]. Disponible sur <https://www.anses.fr>, (consulté le 7/10/2023).

**Annexe 6 : Pesticides et effets sur la santé**  
**Pôle Expertise Collective Inserm - ITMO Santé publique Biopark.** Pesticides et effets sur la santé : nouvelles données [en ligne]. Disponible sur <https://www.inserm.fr>, (consulté le 7/10/2023).

**Annexe 7 : Extraits du référentiel du BTS Économie Sociale Familiale**

## Annexe 1 : Régime alimentaire européen moyen comparé aux repères nutritionnels retenus

**POUX Xavier, AUBERT Pierre-Marie.** Une Europe agroécologique en 2050 : une agriculture multifonctionnelle pour une alimentation saine 48p. ; p47 [en ligne]. Disponible sur <https://www.iddri.org>, (consulté le 7/10/2023).

**Tableau 10.** Positionnement du régime alimentaire TYFA par rapport à 2010 et aux principaux repères nutritionnels retenus

	Repères	2010	2050 / TYFA	écart 2010-TYFA
Prise calorique totale (kcal/jour)	2 300	2 606	2 445	- 6 %
Protéines (g/jour)	50	100	83	- 17 %
<i>dont : limite sup. de protéines d'origine animale (g/jour)</i>	35	58	29	- 50 %
<i>dont : limite sup. pour les viandes hors volailles (g/jour de viande)</i>	70	120	67	- 44 %
Glucides (kcal/jour)	950-1 400	1 350	1340	=
<i>dont : limite sup. en sucres (g/jour)</i>	100	360	100	- 72 %
Lipides (kcal/jour)	690-920	760	760	=
<i>dont : rapport conseillé entre <math>\Omega 6</math> / <math>\Omega 3</math></i>	3-8	> 10	n.d.	n.d.
Fibres (g/jour) : apport satisfaisant vs apport minimum (cancer colorectal)	30-100	27	37	+ 37 %
Fruits et légumes (g/jour) : apports conseillés	400	268	400	+ 50 %

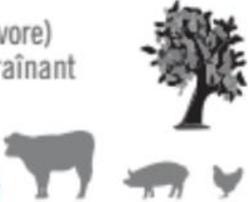
Source : auteurs, d'après TYFAm et (ANSES, 2016b ; EFSA, 2017a)

## ANNEXE 2 : TYFA : Un scénario pour une Europe agroécologique en 2050

POUX Xavier, AUBERT Pierre-Marie. Une Europe agroécologique en 2050 : une agriculture multifonctionnelle pour une alimentation saine 48p. ; p7 [en ligne]. Disponible sur : <https://www.iddri.org>, (consulté le 7/10/2023).

- 1** Une gestion de la fertilité au niveau territorial qui passe par :
  - Arrêt des importations de soja / protéines végétales
  - Réintroduction des légumineuses dans les rotations
  - Reterritorialisation de l'élevage dans les zones de culture
- 2** Abandon des pesticides et extensification de la production végétale : l'agriculture biologique comme référence  

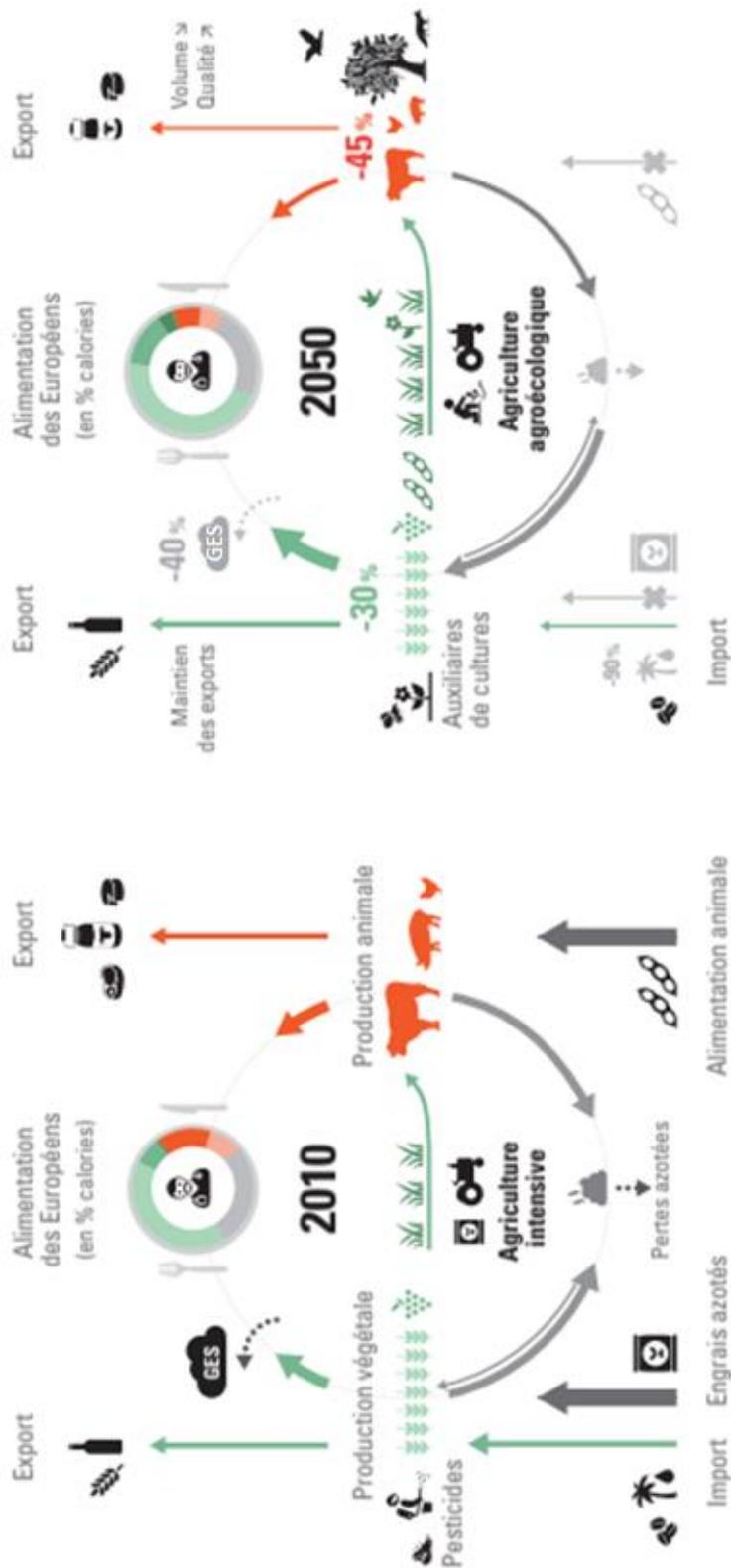
- 3** Redéploiement des prairies naturelles sur l'ensemble du territoire européen et développement des infrastructures agroécologiques à hauteur de 10% de la sole cultivée  

- 4** Extensification de l'élevage (ruminant et granivore) et limitation de la compétition feed / food, entraînant une forte baisse du cheptel de granivores et modérée de celui des herbivores  

- 5** Adoption de régimes alimentaires moins riches et plus équilibrés suivant les recommandations nutritionnelles
  - Réduction de la consommation de produits animaux et augmentation des protéines végétales
  - Augmentation des fruits, légumes
- 6** Priorité à l'alimentation humaine (*food*), puis animale (*feed*), puis usages non alimentaires  


Source : auteurs.

ANNEXE 2 : TYFA : Un scénario pour une Europe agroécologique en 2050  
(Suite)

TYFA : UN SCÉNARIO POUR  
UNE EUROPE AGROÉCOLOGIQUE EN 2050



**ANNEXE 3 : Les légumineuses pour apporter de l'azote dans la rotation**  
**Agro Transfert Ressources et Territoires.** Les légumineuses pour apporter de l'azote dans la rotation [en ligne]. Disponible sur : <http://www.agro-transfert-rt.org>, (consulté le 7/10/2023).

LÉGUMINEUSES



## LES LÉGUMINEUSES POUR APPORTER DE L'AZOTE DANS LA ROTATION

Les légumineuses sont des espèces intéressantes en Agriculture Biologique car elles permettent de fixer l'azote de l'air, introduisant ainsi des quantités non négligeables d'azote dans les systèmes agricoles à moindres coûts.

En France en 2009, ce processus a ainsi apporté l'équivalent du quart des engrais chimiques utilisés tous types de production confondus.

Cette capacité à fixer l'azote leur est conférée par leur association avec des bactéries du genre *Rhizobium* via la formation de nodosités.



Nodosités sur féverole d'hiver (avril 2016)

Favoriser la fixation symbiotique

**Facteurs en jeu**

- **Présence des bactéries dans le sol**

Les bactéries capables de s'associer avec les légumineuses sont naturellement présentes dans le sol pour le pois et la féverole, mais **des inoculations de bactéries sont nécessaires dans certains cas** : première implantation de soja, implantation de luzerne en sols acides, parcelle n'ayant pas reçue de légumineuses depuis une longue période...
- **Quantité d'azote minéral présent dans le sol**

La formation de nodosités n'a lieu que lorsque l'azote du sol devient limitant (moins de 50 kg/ha). Dans le cas inverse, les légumineuses absorbent préférentiellement l'azote du sol car ce processus est moins coûteux en énergie pour la plante que la fixation de l'azote de l'air.

Le nombre de nodosités produit est proportionnel aux besoins en azote de la plante pour sa croissance. **Pour valoriser au mieux leur rôle, les légumineuses sont donc à planter lorsque l'azote est peu disponible.**
- **Teneur en oligo-éléments dans le sol**

Le phosphore est un élément indispensable car impliqué dans le processus de fixation de l'azote de l'air. D'autres éléments tels que le bore, le molybdène, le fer et le manganèse sont à apporter si des manques sont détectés dans les analyses de sol.

Le potassium favorise quant à lui la circulation de la sève contenant les éléments nutritifs nécessaires au *Rhizobium*, et est donc indispensable au bon fonctionnement de la symbiose.

**Valeurs d'exportation des récoltes \***  
(d'après COMIFER, 2013)

	Phosphore	Potassium	Magnésium
Pois (grain)	0,80	1,15	0,18
Féverole (grain)	1,20	1,30	0,23
Lupin	0,75	1,05	0,25
Soja (grain)	1,00	1,60	
Luzerne (déshydratation)	5,80	31,80	2,20

- **Conditions de sol**

Le tassement défavorise l'enracinement de la légumineuse et les nodosités. Par ailleurs, les légumineuses se développent mieux en pH neutre ou alcalin, le pH acide défavorisant l'activité des bactéries associées à la plante.

Seule exception, le lupin qui est très sensible à la présence de calcaire actif. Il préfère donc les sols acides qui en sont moins pourvus.

**De manière générale, tout élément pouvant perturber la croissance de la plante** (ravageurs, maladies, concurrence des adventices, excès ou déficit hydrique...) a un impact sur l'installation des nodosités ou leur fonctionnement, et donc la quantité d'azote fixée.

**Différences entre espèces**

Le taux de fixation symbiotique correspond à la part d'azote de l'air fixée par rapport à celle qui est prélevée dans le sol. Il diffère d'une légumineuse à l'autre, comme l'illustre le tableau suivant :

	Taux de fixation symbiotique
Haricot	40 %
Pois, lentille, soja	60 - 70 %
Féverole, lupin	75 %
Légumineuses fourragères (trèfle, luzerne, prairies)	90 %

Avec le soutien financier en 2016 : 

Projet coordonné par Agro-Transfert Ressources et Territoires en partenariat avec : 

En association avec : 

Document issu du projet Agri-Bio : de la connaissance à la performance

\* Dans les agrosystèmes cultivés, les exportations répétées de phosphore par les récoltes conduisent à une baisse de sa disponibilité dans les sols.

## ANNEXE 3 : Les légumineuses pour apporter de l'azote dans la rotation (suite)

### Valoriser au mieux l'azote après une légumineuse

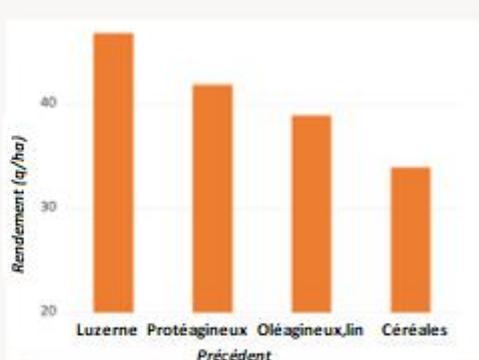
#### Variabilité du surplus azoté

L'azote de l'air fixé par les légumineuses est restitué à la culture suivante via la **décomposition des résidus de culture (parties aériennes et souterraines)**. Les résidus les plus facilement dégradables (feuilles, tiges peu ligneuses au rapport C/N faible), vont se décomposer et libérer de l'azote en quelques semaines, alors que les parties ligneuses (tiges, racines) vont minéraliser plus lentement.

La quantité d'azote libérée au cours de la campagne suivant la destruction d'une légumineuse annuelle est très variable : la méthode des bilans chiffre le surplus lié à un **précédent légumineuse annuelle à 30 kg N/ha** par rapport à un précédent céréale, mais il peut monter à **80 kg N/ha** dans les situations optimales.

Après **une luzerne ou un trèfle**, la minéralisation peut se prolonger sur 2 années et entraîner un surplus de **plusieurs dizaines voire centaines de kg**.

Compte-tenu de la variabilité de ce surplus, **la réalisation d'un reliquat sortie hiver est nécessaire pour estimer les quantités d'azote réellement disponibles** pour la culture suivante. Cet azote supplémentaire se traduit par des rendements accrus derrière légumineuses et de meilleurs taux de protéines.



Rendements du blé en AB en fonction du précédent  
D'après les résultats technico-économiques pluriannuels des chambres d'agriculture de Seine-et-Marne et d'Île-de-France. Taux de protéines en moyenne supérieurs sur blés de légumineuses (12 % soit 0,5 % de plus).

#### Limitation de la lixiviation

Le surplus d'azote engendre un **risque de lixiviation** important, d'autant plus que l'enfouissement des résidus se fait précocement par rapport aux besoins de la culture suivante. Un travail du sol réduit peut néanmoins permettre de ralentir la minéralisation des résidus. **L'agencement des cultures dans la succession** apporte des leviers supplémentaires : implantation d'une culture intermédiaire rapidement après récolte ou destruction, implantation de cultures exigeantes en azote (colza, betterave rouge...) après légumineuses...

### Raisonner l'introduction des légumineuses dans la rotation

#### Diversité des modes d'implantation des légumineuses dans la rotation



En culture principale  
(Ex. : féverole en pur)



En association avec une non légumineuse  
(Ex. : pois + triticale)



En plante de service  
(Ex. : lentille dans le colza)

En interculture, semée sous-couvert ou après moisson  
(Ex. : trèfle blanc semé sous-couvert)



En culture pluriannuelle  
(Ex. : luzerne)

L'introduction de légumineuses dans la rotation doit s'accompagner de **précautions** : l'abondance de légumineuses à graines peut entraîner une « fatigue des sols », due à des pathogènes communs à ces cultures (champignons, nématodes...).

De plus, les légumineuses sont des cultures exigeantes en phosphore et potassium. Dans les systèmes avec des légumineuses pluriannuelles exportées telles que la luzerne, il est donc nécessaire de **surveiller les taux de ces éléments dans le sol** et de compenser les exportations par des apports quand nécessaires.

© Agro-Transfert Ressources et Territoires

#### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

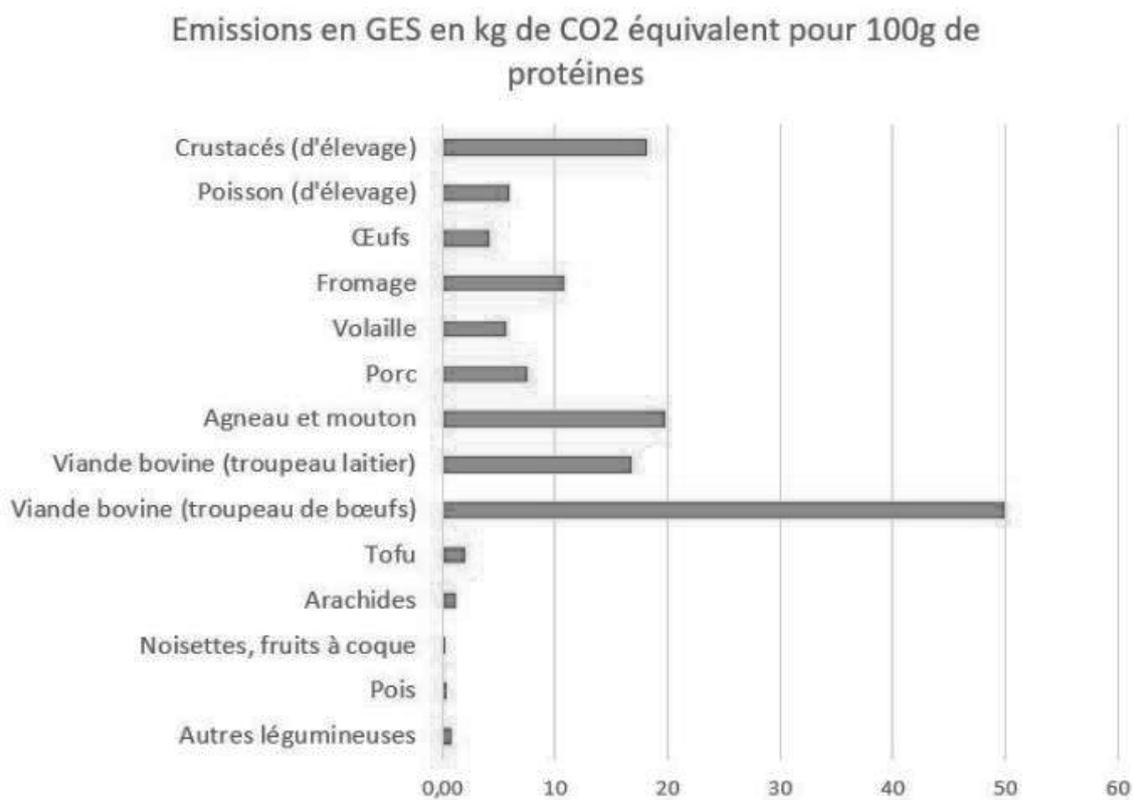
Agridea; 2011. Dossier fumure azotée des grandes cultures bio sans bétail.  
A. Schneider, C. Huyghe, coord. ; 2015. Les légumineuses pour des systèmes agricoles et alimentaires durables. Ed. Quae COMIFER; 2007. Teneur en P, K, Mg des organes végétaux récoltés pour les cultures de plein champ et les principaux fourrages.

F. Vertès, M.-H. Jeuffroy, E. Justes, P. Thiébeau, M. Corson ; 2010. Connaître et maximiser les bénéfices environnementaux liés à l'azote chez les légumineuses à l'échelle de la culture, de la rotation et de l'exploitation. Innovations Agronomiques 11, 25-44.

Document issu du projet Agri-Bio : de la connaissance à la performance

## ANNEXE 4 : Empreinte carbone de différents aliments

Empreinte carbone de notre alimentation : quels aliments produisent le moins de Gaz à effet de serre (GES)? [en ligne]. Disponible sur : <https://quoidansmonassiette.fr>, (consulté le 7/10/2023).



**Annexe 5 : Profil en acides aminés de quelques aliments sources de protéines**  
**Afssa.** Profil en acides aminés de quelques aliments sources de protéines (teneurs pour 100g d'aliment) **Apport en protéines : consommation, qualité, besoins et recommandations.** p 366-367 [en ligne]. Disponible sur : <https://www.anses.fr>, (consulté le 7/10/2023).

**Annexe 2 - Profil en acides aminés de quelques aliments sources de protéines (teneurs pour 100 g d'aliment) (données USDA)<sup>57</sup>**

Nom de l'aliment	Nom exact de l'aliment dans la banque de données américaine	Protéines (g/100 g)	Acides aminés indispensables																	
			Hisidine (mg/100 g)	Isoleucine (mg/100 g)	Leucine (mg/100 g)	Lysine (mg/100 g)	Méthionine (mg/100 g)	Phénylalanine (mg/100 g)	Thréonine (mg/100 g)	Tryptophane (mg/100 g)	Valine (mg/100 g)	Alanine (mg/100 g)	Arginine (mg/100 g)	Acide aspartique (mg/100 g)	Cystine (mg/100 g)	Acide glutamique (mg/100 g)	Glycine (mg/100 g)	Proline (mg/100 g)	Sérine (mg/100 g)	Tyrosine (mg/100 g)
Blé dur	Wheat, durum	13,7	322	533	934	303	221	681	386	176	594	427	483	617	286	4743	495	1459	667	357
Bœuf, cuit	Beef, composite of trimmed retail cuts, separable lean only, trimmed to 1/4" fat, select, cooked	29,6	1013	1330	2339	2462	757	1155	1292	331	1439	1785	1870	2703	331	4445	1614	1307	1131	994
Cabillaud de l'Atlantique, cuit	Fish, cod, Atlantic, cooked, dry heat	22,8	672	1052	1856	2097	676	891	1001	256	1176	1381	1366	2338	245	3408	1096	807	932	771
Épinards, surgelés, cuits à l'eau	Spinach, frozen, chopped or leaf, cooked, boiled, drained, without salt	4,0	22	121	170	260	59	221	235	108	175	221	561	460	18	506	223	208	165	244
Gélatine en poudre	Gelatins, dry powder, unsweetened	85,6	662	1158	2454	3460	606	1737	1475	0	2081	8009	6616	5265	0	8753	19049	12295	2605	303
Haricots rouges, cuits à l'eau	Beans, kidney, california red, mature seeds, cooked, boiled, without salt	9,1	254	403	729	627	137	494	384	108	478	383	565	1105	99	1392	356	387	497	257
Lait entier <sup>58</sup>	Milk, producer, fluid, 3.7% milkfat	3,3	89	198	321	260	82	158	148	46	220	113	119	249	30	687	69	318	178	158
Lentilles cuites à l'eau	Lentils, mature seeds, cooked, boiled, without salt	9,0	254	390	654	630	77	445	323	81	448	377	697	998	118	1399	367	377	416	241
Levure de boulangerie, sèche	Leavening agents, yeast, baker's, active dry	38,3	994	2177	3057	3158	759	1861	1989	484	2345	2533	2116	3904	511	5651	1861	1633	1888	1579

<sup>57</sup> Données issues de la banque de données américaine publiée par le USDA (United States Department of Agriculture, Nutrient Data Laboratory and Agricultural Research Service (2004) USDA National nutrient database for standard reference. Release 17. <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/Data/SR17/sr17.html>).

<sup>58</sup> La réglementation française, elle, impose une teneur minimale de 3,5% (m/m) de matière grasse dans le lait entier.



## ANNEXE 6 : Pesticides et effets sur la santé

Pôle Expertise Collective Inserm - ITMO Santé publique Biopark. Pesticides et effets sur la santé : nouvelles données [en ligne]. Disponible sur : <https://www.inserm.fr>, (consulté le 7/10/2023).



### Expertise collective Inserm.

#### Pesticides et effets sur la santé : nouvelles données

##### Résumé

Les pesticides regroupent l'ensemble des produits utilisés pour lutter contre les espèces végétales indésirables et les organismes jugés nuisibles. Qu'il s'agisse de pesticides autorisés aujourd'hui ou utilisés par le passé (dont certains sont rémanents), ils suscitent des inquiétudes concernant leurs effets possibles sur la santé humaine et plus largement sur l'environnement. Afin de mieux apprécier leurs effets sanitaires, l'Inserm a été saisi en 2018 par cinq directions générales ministérielles en vue d'actualiser l'expertise collective intitulée « Pesticides : Effets sur la santé » publiée en 2013.

L'expertise collective de 2021 dresse un bilan des connaissances dans le domaine au travers d'une analyse critique de la littérature scientifique internationale publiée depuis 2013. Plus de 5 300 documents ont été rassemblés et analysés par un groupe d'experts multidisciplinaire. L'expertise commence par une analyse sociologique de la montée des préoccupations concernant les pesticides et une présentation des connaissances sur l'exposition aux pesticides de la population française, puis elle aborde une vingtaine de pathologies dont les troubles du développement neuropsychologique et moteur de l'enfant, les troubles cognitifs et anxio-dépressifs de l'adulte, les maladies neurodégénératives, les cancers de l'enfant et de l'adulte, l'endométriose, et les pathologies respiratoires ainsi que thyroïdiennes. Une dernière partie est consacrée à des pesticides ou familles de pesticides particuliers : le chlordécone, le glyphosate et les fongicides inhibiteurs de la succinate déshydrogénase (SDHi). La présomption d'un lien entre l'exposition aux pesticides et la survenue d'une pathologie est appréciée à partir des résultats des études épidémiologiques évaluées et est qualifiée de forte, moyenne ou faible. Ces résultats sont mis en perspective avec ceux des études toxicologiques pour évaluer la plausibilité biologique des liens observés.

##### *Exposition en milieu professionnel*

En considérant les études sur des populations qui manipulent ou sont en contact avec des pesticides régulièrement, et qui sont a priori les plus exposées, l'expertise confirme la **présomption forte** d'un lien entre l'exposition aux pesticides et six pathologies : lymphomes non hodgkiniens (LNH), myélome multiple, cancer de la prostate, maladie de Parkinson, troubles cognitifs, bronchopneumopathie chronique obstructive et bronchite chronique. Pour les LNH, il a été possible de préciser des liens (**présomption forte**) avec des substances actives (malathion, diazinon, lindane, DDT) et avec une famille chimique de pesticides (organophosphorés), et pour la maladie de Parkinson et les troubles cognitifs avec les insecticides organochlorés et les organophosphorés, respectivement. Il s'agit essentiellement de pesticides pour lesquels les études se sont appuyées sur des biomarqueurs permettant de quantifier l'exposition. Les études toxicologiques confirment que les mécanismes d'action de ces substances actives et familles de pesticides sont susceptibles de conduire aux effets sanitaires mis en évidence par les études épidémiologiques.

Des liens ont été identifiés pour d'autres pathologies ou événements de santé avec une **présomption moyenne**. C'est le cas notamment pour la maladie d'Alzheimer, les troubles anxio-dépressifs, certains cancers (leucémies, système nerveux central, vessie, rein, sarcomes des tissus mous), l'asthme et les sifflements respiratoires, et les pathologies thyroïdiennes.

## ANNEXE 6 : Pesticides et effets sur la santé (suite)



### ***Exposition pendant la grossesse ou l'enfance***

Les études épidémiologiques sur les cancers de l'enfant permettent de conclure à une **présomption forte** de lien entre l'exposition aux pesticides de la mère pendant la grossesse (exposition professionnelle ou par utilisation domestique) ou chez l'enfant et le risque de certains cancers, en particulier les leucémies et les tumeurs du système nerveux central.

Les études de cohortes mères-enfants ont permis de caractériser les liens entre l'exposition professionnelle ou environnementale (c'est-à-dire en population générale) des mères pendant la grossesse et les troubles du développement neuropsychologique et moteur de l'enfant. Il est difficile de pointer des substances actives en particulier, mais certaines familles chimiques de pesticides sont impliquées, avec un niveau de **présomption fort**, notamment les insecticides organophosphorés et les pyréthriinoïdes dont l'usage a augmenté en substitution aux insecticides organophosphorés. Le lien entre les organophosphorés et l'altération des capacités motrices, cognitives et des fonctions sensorielles de l'enfant est confirmé et les nouvelles études sur les pyréthriinoïdes mettent en évidence un lien entre l'exposition pendant la grossesse et l'augmentation des troubles du comportement de type internalisé tels que l'anxiété chez les enfants. Les données expérimentales sur des rongeurs suggèrent une hyperperméabilité de la barrière hémato-encéphalique aux pyréthriinoïdes aux stades les plus précoces du développement, confortant la plausibilité biologique de ce lien. De plus, comme le montrent les études récentes d'exposition, ces insecticides, qui ont été à la fois utilisés en agriculture mais également dans les sphères domestiques, induisent une contamination fréquente des environnements intérieurs.

### ***Exposition des riverains des zones agricoles***

Les populations riveraines des zones agricoles peuvent être concernées par la dérive des produits épandus sur les cultures. En effet, des études suggèrent une influence de la proximité aux zones agricoles sur la contamination par les pesticides du lieu de vie, variable selon les substances, leur mode d'application et la manière d'estimer l'exposition. Des études écologiques ou cas-témoins avec géolocalisation reposant sur la caractérisation de l'activité agricole au voisinage des adresses de résidences suggèrent un lien entre l'exposition des riverains des terres agricoles et la maladie de Parkinson, et également entre la proximité résidentielle à des zones d'épandages de pesticides (rayon <1,5 km) et le comportement évocateur des troubles du spectre autistique chez l'enfant. Cependant, ces études présentent des limites importantes liées à l'évaluation fine de l'exposition ou à l'absence de données individuelles, ce qui rend le niveau de **présomption faible**.

### ***Focus sur le chlordécone, le glyphosate et les inhibiteurs de la succinate déshydrogénase***

Le chlordécone, insecticide utilisé aux Antilles françaises dans le passé, persiste de nos jours dans les milieux naturels insulaires. La consommation des denrées alimentaires contaminées a entraîné une contamination de l'ensemble de la population. La **présomption forte** d'un lien entre l'exposition au chlordécone de la population générale et le risque de survenue de cancer de la prostate a été confirmée. En considérant l'ensemble des données épidémiologiques et toxicologiques disponibles, la causalité de la relation est jugée vraisemblable.

Concernant l'herbicide glyphosate, l'expertise a conclu à l'existence d'un risque accru de LNH avec une **présomption moyenne** de lien. D'autres sur-risques sont évoqués pour le myélome multiple et les leucémies, mais les résultats sont moins solides (**présomption faible**). Une analyse des études toxicologiques montre que les essais de mutagénicité sur le glyphosate sont plutôt négatifs, alors que les essais de génotoxicité sont plutôt positifs, ce qui est cohérent avec l'induction d'un stress oxydant. Les études de cancérogenèse expérimentale chez les rongeurs montrent des excès de cas, mais ne sont pas convergentes. Elles observent des tumeurs différentes, pour les mâles ou les femelles, qui ne se produisent qu'à des doses très élevées et uniquement sur certaines lignées. D'autres mécanismes de

## ANNEXE 6 : Pesticides et effets sur la santé (suite)



toxicité (effets intergénérationnels, perturbation du microbiote...) sont évoqués qu'il serait intéressant de considérer dans les procédures d'évaluation réglementaire.

Pour les fongicides SDHi, qui perturbent le fonctionnement mitochondrial par l'inhibition de l'activité SDH, un complexe enzymatique impliqué dans la respiration cellulaire et le cycle de Krebs, il n'existe à ce jour pratiquement aucune donnée épidémiologique portant sur les effets possibles de ces substances sur la santé des agriculteurs ou de la population générale. Les études toxicologiques ou mécanistiques montrent que certains SDHi pourraient être considérés comme des perturbateurs endocriniens au moins chez les modèles animaux utilisés (poissons). Alors que les SDHi ne présentent aucune génotoxicité, certains montrent des effets cancérigènes chez les rongeurs mais ce résultat est discuté sur la base d'un mécanisme de cancérogenèse non extrapolable aux humains. Des recherches sont nécessaires pour améliorer l'évaluation du potentiel cancérigène des SDHi, et plus généralement des composés non génotoxiques, et pour combler les lacunes dans les données humaines par le renforcement de la biosurveillance et l'exploitation des cohortes existantes.

**En conclusion**, l'expertise souligne l'importance de réévaluer périodiquement les connaissances dans ce domaine. La confirmation et la mise en évidence de présomptions fortes de liens entre certaines pathologies et l'exposition aux pesticides doivent orienter les actions publiques vers une meilleure protection des populations. Ces questions relatives aux liens entre une exposition aux pesticides et la survenue de certaines pathologies s'inscrivent dans une complexité croissante, la littérature faisant apparaître une préoccupation concernant les effets indirects de certains pesticides sur la santé humaine par le biais des effets sur les écosystèmes. L'interdépendance en jeu mériterait d'être davantage étudiée et intégrée, au même titre que les aspects sociaux et économiques afin d'éclairer les prises de décisions lors de l'élaboration des politiques publiques.

## ANNEXE 7 : Extraits du référentiel BTS Économie Sociale Familiale

### Référentiel des activités professionnelles

Le ou la titulaire du BTS Économie sociale familiale (ESF) participe à la réalisation des missions des établissements et des services qui l'emploient sur la base de son expertise dans les domaines de la vie quotidienne : alimentation-santé-hygiène, budget, consommation, environnement-énergie, habitat-logement, numérique et vie quotidienne.

Il ou elle assure différentes fonctions :

- expertise et conseil technologiques en vie quotidienne ;
- organisation technique de la vie quotidienne dans un service, dans un établissement ;
- animation, formation en vie quotidienne ;
- communication professionnelle et animation d'équipe ;
- participation à la dynamique partenariale.

Il ou elle met ses compétences scientifiques, techniques, méthodologiques au service de différents publics concernés : bénéficiaires, usagers, consommateurs, clients et professionnels. Il ou elle participe ainsi à l'impulsion des évolutions de comportements individuels ou collectifs, dans un contexte de développement durable.

Dans le cadre de ses missions, il ou elle contribue à l'information sur l'accès aux droits des publics.

Il ou elle peut travailler en relation avec d'autres experts : travailleurs sociaux, juristes, professionnels de la santé, personnels des services techniques des collectivités territoriales et des organismes de logement social

L'action de ce professionnel ou cette professionnelle se déroule dans le respect du droit des usagers et de l'éthique professionnelle.

## ANNEXE 7 : Extraits du référentiel BTS Économie Sociale Familiale (suite)

### Bloc 1- Mobiliser l'expertise technologique pour porter conseil en vie quotidienne

Compétences	Indicateurs
C1.1 - Élaborer un conseil en vie quotidienne dans les domaines de l'économie-consommation, de l'habitat-logement, de l'environnement- énergie, de la santé-alimentation-hygiène	<p>Identification de la demande</p> <p>Recueil des données, des informations nécessaires à l'analyse de la situation</p> <p>Traitement des données et des informations pour permettre l'analyse de la situation</p> <p>Identification du besoin</p> <p>Intégration d'éléments scientifiques et techniques à la construction du conseil</p> <p>Élaboration d'un conseil en réponse au besoin</p> <p>Formulation du conseil adaptée au public</p>
C1.2 - Conseiller sur l'usage des ressources numériques liées à la vie quotidienne	<p>Identification de la demande</p> <p>Identification de la place du numérique en réponse aux besoins de la personne</p> <p>Repérage des solutions numériques adaptées au besoin</p> <p>Prise en compte des freins à l'utilisation du service ou système</p> <p>Élaboration de propositions de solutions cohérentes avec la demande</p> <p>Orientation vers les sites et applications de référence pouvant répondre aux besoins et favoriser l'inclusion numérique de la personne</p> <p>Formulation de conseils adaptée au public</p>
C1.3 - Concevoir et mettre en œuvre des actions pour la gestion locale de l'environnement et des flux	<p>Analyse de l'existant prenant en compte l'ensemble des dimensions de la situation</p> <p>Proposition de solution(s) adaptées à la situation</p> <p>Mise en œuvre de la solution préconisée en lien avec les personnes</p> <p>Suivi de la mise en œuvre des actions et de leur impact sur l'environnement</p>
C1.4 - Élaborer un conseil budgétaire, constituer un dossier de financement	<p>Identification des ressources et emplois, de l'épargne et des crédits du ménage</p> <p>Prise en compte des différentes dimensions du projet du ménage</p> <p>Analyse socio-économique et financière préalable au conseil</p> <p>Élaboration de conseils de gestion du budget des ménages</p> <p>Orientation vers les dispositifs et procédures pouvant porter réponse à la situation budgétaire</p> <p>Accompagnement à l'élaboration d'un dossier de financement ou de demande d'aide</p>
C1.5 - Assurer une veille technique, scientifique, juridique sur les dimensions de vie quotidienne	<p>Recensement de sources d'information pertinentes et de qualité en lien avec le domaine de mission</p> <p>Utilisation d'outils de veille documentaire</p> <p>Suivi rigoureux de l'actualité en lien avec la mission confiée au professionnel</p> <p>Mise en mémoire de l'évolution des savoirs, des techniques et des normes en facilitant leur accessibilité.</p> <p>Mise en forme et/ou diffusion des informations sélectionnées adaptée au besoin</p>
C1.6 : Accompagner au montage de dossiers de demande d'aide (pour l'amélioration de l'habitat)	<p>Identification de la demande</p> <p>Recueil des données, des informations nécessaires à l'analyse de la situation</p> <p>Traitement des données et des informations permettant l'analyse de la situation</p> <p>Orientation vers les dispositifs, procédures et partenaires pouvant porter réponse à la situation</p> <p>Conseil à la présentation et à l'organisation des données et documents composant le dossier, en respect des procédures et des contraintes</p>

## **ANNEXE 7 : Extraits du référentiel BTS Économie Sociale Familiale (suite)**

### **Savoirs associés**

#### **Santé–Alimentation–Hygiène**

##### Fondamentaux

- Éléments de biologie cellulaire et moléculaire
- Fonctions de relation et de nutrition
- Alimentation et nutrition
- Unité de l'organisme et maintien de son intégrité
- Éléments de pharmacologie
- Éléments d'addictologie
- Les différentes étapes de la vie

##### Santé-alimentation-hygiène en vie quotidienne

- Principes d'écologie de la vie quotidienne
- Principes et gestes favorables à la santé
- Nutrition, approche santé publique

##### Veille scientifique et technologique en SAH

#### **Sciences physiques et chimiques appliquées**

##### États de la matière

##### Formes de l'énergie

##### Ondes sonores

##### Ondes électromagnétiques

#### **Habitat-logement- environnement**

##### Étude fonctionnelle du logement

- Principe de l'étude fonctionnelle
- Confort du logement (thermique, acoustique, lumineux et qualité de l'air intérieur)
- Équipements, matériels et appareils à usage domestique : critères de choix des équipements, conseils d'usage
- Gestion des flux (eau, déchets)

##### Environnement et développement durable

- Énergies
- Pollutions

##### Cadre juridique et technique

- Marché du logement
- Statut d'occupation
- Accès et maintien dans le logement
- Dispositifs et aides au logement

##### Veille scientifique et technologique en Habitat logement environnement

#### **Économie-consommation**

##### La production de biens et services

##### Les revenus des ménages

##### La consommation des ménages

##### Épargne et crédit

##### Le budget des ménages

Le marché du travail et ses déséquilibres  
Orientation vers des dispositifs d'aides selon la situation budgétaire  
Veille scientifique et technologique en Économie-consommation

### **Numérique et vie quotidienne**

Place du numérique dans la vie quotidienne : outils, services  
Usages du numérique, freins et points d'appui  
Veille scientifique et technologique sur le numérique en vie quotidienne

### **Travaux pratiques à visée de conseil**

L'objectif des Travaux pratiques à visée de conseil est l'acquisition des savoir-faire en vue de construire des actions à visée de conseil dans les domaines d'expertise du bloc 1 : Santé-Alimentation-Hygiène, Habitat-logement-environnement, Économie-consommation, Numérique et vie quotidienne.

Les Travaux pratiques à visée de conseil s'inscrivent dans les progressions des savoirs associés du bloc 1

- Santé–Alimentation–Hygiène,
- Sciences physiques et chimiques appliquées,
- Habitat-logement-environnement,
- Économie-consommation,
- Numérique et vie quotidienne.

Les activités pratiques ont pour finalité :

- soit la construction des fondamentaux scientifiques, des repères et connaissances utiles aux conseils en vie quotidienne ;
- soit la mobilisation par l'étudiant de ses acquis en expertise vie quotidienne pour conseiller le public.

La finalité de chaque activité est décidée en fonction de la progression pédagogique, des différents savoirs associés et de celle liée aux Travaux pratiques à visée de conseil eux-mêmes.

Les séances de Travaux pratiques à visée de conseil se déroulent dans le centre de formation ou dans un lieu délocalisé. Ils peuvent s'organiser en binôme.

## ANNEXE 7 : Extraits du référentiel BTS Économie Sociale Familiale (suite)

BTS ESF		Horaire de 1 <sup>ère</sup> année				Horaire de 2 <sup>e</sup> année				Cycle de deux ans (1)
Fonction	Savoirs associés	Semaine	a (2)	b (2)	c (2)	Semaine	a (2)	b(2)	c (2)	Total heures (5)
Fonction 1	Santé–Alimentation–Hygiène	4	2	0,5	1,5 <sup>(3)</sup>	4	2		2 <sup>(3)</sup>	232
	Sciences physiques et chimiques appliquées	1		0,5	0,5 <sup>(3)</sup>					30
	Habitat–logement–environnement	3	2		1 <sup>(3)</sup>	3	2		1 <sup>(3)</sup>	174
	Économie–consommation	2	1	0,5	0,5 <sup>(3)</sup>	1			1 <sup>(3)</sup>	88
	Numérique et vie quotidienne	1		0,5	0,5 <sup>(3)</sup>					30
Fonction 2	Santé–Alimentation–Hygiène	-				1	1			28
	Sciences physiques et chimiques appliquées	1			1	-				30
	Habitat–Logement et gestion des activités	2,5	1,5		1	2,5	1		1,5	144
	Design d’espace–Design de produits	0,5			0,5	-				15
	Gestion budgétaire, administrative ; gestion des stocks	-				1,5		1,5		42
Fonction 3	Animation et formation en vie quotidienne	1,5	0,5	1		1		1		73
	Connaissance des publics	3	1,5	1,5		3	1,5	1,5		174
	Méthodologie de projet	1		1		1		1		58
	Design de communication visuelle	0,5		0,5		-				15
	Gestion d’une action, d’un projet	-				0,5		0,5		14
Fonction 4	Communication écrite et orale	1		1		2		2		86
	Equipe, ressources humaines	-				1	1			28
Fonction 5	Connaissance des politiques, des dispositifs et des institutions	2,5	1,5	1		3	1,5	1,5		158
<b>Actions professionnelles (4)</b>		1,5		1,5		1,5		1,5		87
<b>Langue vivante</b>		2		2		2		2		116
<b>Total (5)</b>		28	10	11,5	6,5	28	10	12,5	5,5	1622
<b>Total heures-enseignant</b>		46	10	23	13	46	10	25	11	
<b>Enseignement facultatif Langue vivante 2</b>		2	1	1	0	2	1	1	0	102
<b>Stages</b>		<b>6 semaines soit 210h</b>				<b>7 semaines soit 245h</b>				<b>455</b>

(1) Compte tenu du stage et de la période d'examen, le volume horaire du cycle pour l'étudiant est calculé sur une base théorique de 30 semaines de cours effectif en première année et de 28 semaines en seconde année.

(2) a : cours en division entière, b : travaux dirigés en demi-classe, c : travaux pratiques.

(3) : Travaux pratiques à visée de conseil : ces horaires globalisés doivent permettre aux enseignants d'intervenir sur des créneaux d'une demi-journée en première année (soit 4h) et une demi-journée en deuxième année (soit 4h). A titre indicatif, le volume horaire annualisé est de :

Année	Santé – Alimentation – Hygiène	Sciences physiques et chimiques appliquées	Habitat- logement- environnement	Économie- consommation	Numérique et vie quotidienne
1 TS	45h	15h	30h	15h	15h
2 TS	56h	-	28h	28h	

(4) : Les heures Actions professionnelles de première et deuxième années sont prioritairement confiées aux professeurs de Biotechnologies santé-environnement ou de Sciences et techniques médico-sociales. Elles peuvent être cumulées sur le cycle de deux ans et réparties différemment, en fonction du projet pédagogique validé au niveau de l'établissement.

(5) : Le total des heures étudiant sur la durée du cycle est fourni à titre indicatif.