
Ingénieur du Génie Sanitaire

Promotion : **2009 - 2010**

Date du Jury : **octobre 2010**

**Développement et calage d'une
méthode empirique d'appréciation du
taux de couverture des besoins en
légumes en vue d'une application en
gestion des risques sanitaires
(cas des sites et sols pollués)**

Étudiant : **Damien ALIGON**

Référent professionnel : **Franck MAROT**

Référent pédagogique : **Denis BARD**

Remerciements

Mes premiers remerciements s'adressent à Franck MAROT qui, outre la confiance qu'il m'a accordée tout au long de ce mémoire, a toujours su se rendre disponible pour répondre à mes questions, aussi basiques fussent-elles, et pour me mettre dans les meilleures conditions de travail. Je lui suis très reconnaissant pour ses remarques et corrections justes et rigoureuses, prodiguées avec passion, bonne humeur et humilité. Les nombreux échanges que nous avons eus, ont toujours été empreints d'un dialogue constructif et très enrichissant.

Je remercie également les nombreux partenaires de ce mémoire et tout particulièrement Vanessa PARACHE (IRSN) et Sylvaine MAURAU (EDF) sans la collaboration desquelles, ce mémoire n'aurait pas été réalisable. Votre grande disponibilité tout au long de ce mémoire, vos avis et réflexions lors des comités réalisés, ainsi que vos relectures attentives m'ont permis de ne pas faire fausse route, et de nourrir mon rapport de vos expériences et compétences respectives.

Je tiens en outre à faire part de ma gratitude à M. Denis BARD pour l'intérêt et le soutien porté à mon mémoire. Enfin, je suis bon gré de l'investissement de M. Jean CARRE pour avoir géré les difficultés administratives et matériel afin que ce mémoire puisse avoir lieu.

Sommaire

Abstract.....	1
Introduction	2
1 Contexte général de l'étude : gestion des sites et sols pollués.....	5
1.1 Cadre réglementaire national.....	5
1.2 Le rôle de l'ADEME	7
1.3 La démarche d'Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM).....	8
1.3.1 Rôle de la démarche d'Interprétation de l'Etat des Milieux	8
1.3.2 Présentation succincte des différentes étapes de la démarche	8
2 Les données françaises disponibles sur la consommation de plantes potagères et sur l'autoproduction	13
2.1 Mise au point sur la signification de quelques termes génériques en référence à l'usage fait dans la présente étude	13
2.1.1 Le jardin potager.....	13
2.1.2 Les légumes	14
2.2 La France et le jardinage	15
2.2.1 Caractéristiques des potagers	15
2.2.2 Caractéristiques des jardiniers.....	16
2.3 La base de données CIBLEX.....	16
2.3.1 Présentation.....	16
2.3.2 Présentation de l'enquête alimentaire nationale de 1991 menée par l'INSEE	18
2.3.3 Présentation et comparaison des enquêtes INCA 1 et INCA 2.....	19
3 Finalités du mémoire.....	21
3.1 Constat de départ	21
3.1.1 Sources des données utilisées pour la grille de calcul IEM	21
3.1.2 Appréciation de l'applicabilité des données fournies par CIBLEX pour une échelle géographique locale	22
3.1.3 Qu'entend-on par échelle géographique locale?	22
3.1.4 Comparaison des données nationales avec les résultats de l'enquête alimentaire de Chinon-Avoine.....	22
3.2 Objectifs du mémoire et problématique	25
4 Matériel et méthode	26

	4.1	Présentation de la méthode ADEME dans son état initial.	26
	4.1.1	Construction	26
	4.1.2	Description des paramètres.....	26
	4.1.3	Interprétation du résultat fourni par la méthode	28
	4.2	Les données de terrain mises à disposition.....	29
	4.2.1	Présentation générale des étapes et déroulement des enquêtes alimentaires réalisées par l'IRSN et EDF	29
	4.2.2	L'enquête alimentaire de Chinon-Avoine.	30
	4.3	Démarche suivie pour tester la méthode.....	38
5		Présentation des corrélations obtenues.....	39
	5.1	Corrélations obtenues sur les données brutes sans modification des paramètres initiaux de la méthode.....	39
	5.2	Corrélations après correction des données de terrain et modification de certains paramètres de la méthode.....	39
	5.2.1	Corrélation après modification de la surface des potagers	39
	5.2.2	Corrélation après modification du paramètre « intensification »	40
6		Discussion et interprétation des résultats	43
	6.1	Synthèse des principaux résultats.....	43
	6.2	Interprétation de la faible influence du paramètre « intensification » en comparaison au paramètre « surface ».	43
	6.3	Plausibilité de l'existence d'un biais de recueil d'information.....	44
	6.3.1	Hypothèse	44
	6.3.2	Considération d'un éventuel biais de renseignement des productions.....	45
7		Calage de la méthode et analyse de la robustesse de la relation.	46
	7.1	Analyse statistique de la force de la relation	46
	7.2	Calage de la méthode sur les données de terrain.....	46
	7.3	Synthèse et présentation des équations recommandées	47
8		Potentiel d'utilisation de la méthode en l'état.	49
	8.1.1	Pertinence du choix d'une équation adaptée à un scénario.....	49
	8.1.2	Représentativité	50
	8.1.3	Fiabilité.....	51
	8.1.4	Intérêts et limites de l'utilisation de la méthode.....	52
9		Réflexion sur l'applicabilité de la méthode à la démarche IEM	55

9.1	Détermination de la surface par groupe de légumes	55
9.2	Calcul des consommations annuelles	56
9.3	Présentation des corrélations obtenues.	57
9.4	Fiabilité de la démarche	58
10	Proposition d'une autre approche pour le recueil des informations nécessaires au calage d'une nouvelle méthode.	59
	Conclusion	63
	Bibliographie	65
	Liste des annexes	I

Liste des sigles utilisés

ADEME : Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

AGRESTE : organisme chargé des statistiques, de l'évaluation et de la prospective agricole

ARR : Analyse des Risques Résiduels

BAPPET : Base de données des teneurs en éléments traces métalliques de plantes potagères.

BASIAS : Base des Anciens sites Industriels et Activités de Service

BDETM : Base Données sur les Eléments Traces Métalliques

BEGEAT : Bureau d'Etude d'Urbanisme et de Développement Durable

BRGM : Bureau de Recherches Géologiques et Minières

Cd : Cadmium

Ci : Concentration moyenne Inhalée

CSA : Conseil Supérieur de l'Agriculture

CRITC : modèle de croissance et d'élaboration du rendement

CTIFL : Centre Technique et Interprofessionnel des Fruits et Légumes

DJE : Dose Journalière d'Exposition

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

EDF : Electricité De France

EDR : Evaluation Détaillée des Risques

EQRS : Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires

ERI : Excès de Risque Individuel

ESR : Evaluation Simplifiée des Risques

FNJFC : Fédération Nationale des Jardins Familiaux et Collectif

GEVES : Groupement d'Etude et de contrôle des Variétés Et des Semences

HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

Hg : Mercure

HHRAP : Human Health Risk Assessment Protocol for hazardous waste

ICPE : Installation Classée pour la Protection de l'Environnement

IEM : Interprétation de l'Etat des Milieux

INERIS : Institut Nationale de l'EnviRonnement industriel et des rISques

INRA : Institut Nationale de la Recherche Agronomique

INSEE : Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques

IRSN : Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire

MEEDDM : Ministère de l'Ecologie, de l'énergie, du Développement Durable et de la Mer

OCDE : Organisation de Coopération et de Développement Economique

ONIFLHOR : Office National des Fruits, des Légumes, des vins et de l'HORTiculture

Pb : Plomb

Pc : Poids corporel

PCB : PolyChloroBiphényles

QD : Quotient de danger

RMQS : Réseau de Mesure de la Qualité des Sols

SCARF : Société de Conseil pour l'aménagement Foncier Rural

SNCF : Société Nationale des Chemins de Fer

STICS : Simulateur multidisciplinaire pour les cultures standard

VCI : Valeur de Constat d'Impact

VTR : Valeur Toxicologique de Référence

UC : Unité de Consommation

UPJ : Union des entreprises pour la Protection des Jardins et des espaces publics

TA : Taux d'Autoconsommation ou Taux d'Autarcie

Taf : Taux d'Autosuffisance

ZEAT : Zones d'Etudes et d'Aménagements du Territoire

Abstract

In the case of health risk evaluation that is inherent to polluted sites and soils management, the local pollution exposure is one of the most difficult parts to evaluate for the IEM (Interpretation of Environmental Status). Actually, the bulk of the exposure data available to risk assessor is at a national level. Vegetables issued from kitchen gardens are a likely transfer factor of various pollutants such as metals to humans. In order to be more suitable for local geographic scale studies, the Agency of Environmental Management and Energy (ADEME) have imagined an empirical method which could provide a self-sufficiency rate (TAf) for the vegetables consumption. It allows to evaluate a vegetables home consumption rate to be used in the IEM approach. The method is based on simple and easy-to-obtain variables, namely the “kitchen garden surface” and the “cultivation intensity”. The main purpose of this report is to test and adjust this method thanks to local data (field data) coming from an IRSN’s dietary survey taken around the Chinon nuclear site. It emerges that results show a good correlation with field TAf. However, the only parameter which induce field TAf variability is the “kitchen garden surface”, probably because of a non appropriated characterization of the “cultivation intensity” variable. The data collection is mainly based on a face to face interview with gardeners. This kind of information is inevitably inaccurate at some points. It was thus necessary to improve the data collection method as far as possible. In addition, the applicability of the method classified by vegetable types used in the IEM approach (leaf, fruit and root vegetables and potatoes) is risky because of the absence of knowledge about respective soil surface relative to each vegetable type. After all, it appears interesting to reconsider the way to collect the field data and to propose a new methodology. The idea is to no more estimate a TAf but a daily consumed vegetables quantity per individual which would be more pragmatic for Quantitative Health Risk Evaluation.

Introduction

L'appréciation de l'impact sanitaire sur les populations environnantes d'une installation industrielle actuelle ou ancienne implique la connaissance de la qualité de son environnement. Cela nécessite la caractérisation de la contamination potentielle des différentes voies d'exposition des populations aux contaminants dispersés dans les milieux (sol, eau, air, végétaux...). Cette démarche est un préalable essentiel préconisé par les méthodologies relatives à l'évaluation quantitative des risques sanitaires. Elle s'inscrit plus particulièrement dans la phase de diagnostic du site ou de l'installation considérée.

Lorsque des potagers se situent dans le périmètre d'étude, cela amène souvent à s'interroger sur la contamination potentielle des végétaux issus de ces potagers et consommés par la population (sol pollué, arrosage avec une eau contaminée, retombées de poussières métalliques...). Au-delà des réflexions relatives à l'échantillonnage des plantes potagères pour l'analyse, se soulève aussi la question des quantités consommées qui permettent de quantifier l'exposition des personnes¹. En effet, la pratique du jardinage peut être soutenue et se traduire par une autarcie alimentaire importante, ou au contraire être très ponctuelle et peu significative dans l'exposition globale de la population.

Des travaux de recherche et des méthodologies ont été développés ces dernières années pour améliorer la prise en compte de cette voie d'exposition. Ils ont porté principalement sur la caractérisation des transferts de polluants vers les plantes et sur les protocoles d'échantillonnage en vue d'analyse. Par contre, peu de travaux ont porté sur l'amélioration de la considération (quantification) de l'autoconsommation. Ce n'est pas le tout de savoir que des plantes sont contaminées, encore faut-il avoir une idée des quantités consommées pour déterminer un niveau d'exposition et éventuellement de risque. Dans la plupart des études actuelles, les taux d'autoconsommation (TA) sont issus de la base de données CIBLEX, qui reprend elle-même les valeurs fournies par l'enquête alimentaire nationale de l'INSEE réalisée en 1991. Pour essayer de se rapprocher des réalités de terrain, un autre moyen pour renseigner les valeurs de TA, est de profiter de la rencontre avec les propriétaires des potagers lors de la phase d'échantillonnage de végétaux, pour demander qu'ils apprécient leur TA parmi des valeurs génériques proposées (MAROT et CORNET, 2005). Dans les deux cas, le renseignement de ce paramètre reste délicat et largement perfectible (enquête alimentaire nationale réalisée il y a près de vingt ans ou données empiriques).

¹ Sauf lorsqu'il existe une valeur réglementaire ou de référence comme c'est le cas du plomb ou du cadmium ; dans ce cas, il n'est pas utile d'aller jusqu'à un calcul d'exposition.

C'est dans ce contexte que l'ADEME a imaginé une méthode simple qui vise à améliorer la pertinence des valeurs retenues pour caractériser les TA. Le principe s'appuie sur des informations de terrain simples et faciles à recueillir (taille du potager, importance de la pratique du jardinage, mode de conservation des denrées...) que l'on peut supposer peser fortement dans la réalité de l'exposition afin de proposer des valeurs de TA qui soit cohérentes avec les réalités de terrain. Cette cohérence est un prérequis essentiel à la crédibilité des études, surtout aux yeux des populations.

Le développement et le calage empirique de la méthode proposée requièrent d'une part, des données permettant d'implémenter et de faire fonctionner la méthode et d'autre part, des données nécessaires au calcul des TA qui soient adaptées à une échelle géographique restreinte. Pour cela, l'ADEME a collaboré avec l'IRSN qui possèdent une importante expertise dans la réalisation d'enquêtes alimentaires de proximité. A l'occasion de l'enquête réalisée autour du site nucléaire de Chinon-Avoine (Indre et Loire) en 2008, l'ADEME a financé une partie de l'enquête afin d'inclure, en plus du carnet de consommation habituel, un nouveau questionnaire qui puisse permettre de recueillir l'ensemble des données utiles au développement et calage de la méthode d'évaluation des TA.

Le présent mémoire a donc pour objectif d'apporter des éléments de réponse quant à la question suivante :

Le développement et le calage de la méthode à partir des données mises à disposition permet-il d'élaborer un outil opérationnel pour la gestion des risques sanitaires dans le domaine des sites et sols pollués?

Nous reviendrons dans un premier temps sur les principales caractéristiques de la procédure de gestion des sites et sols pollués utilisée par l'ADEME. Puis, nous présenterons les diverses sources et bases de données françaises ayant trait à la pratique du jardinage et plus spécifiquement à l'autoconsommation, avant d'en illustrer les limites d'usage. Le reste du rapport s'attachera à dépeindre en toute transparence la construction de la méthode, la façon dont les données de terrain ont été renseignées, les résultats issus du test et du calage de la méthode, afin de mettre en exergue ses principales caractéristiques et d'en estimer le potentiel d'utilisation en l'état. Cette description exhaustive de la méthode nous permettra de proposer d'éventuelles améliorations en termes de fiabilité et en vue d'un élargissement de son usage en gestion des risques sanitaires.

1 Contexte général de l'étude : gestion des sites et sols pollués

1.1 Cadre réglementaire national

Comme la plupart des pays industrialisés, la France a hérité d'un long passé industriel durant lequel les préoccupations et les contraintes environnementales n'étaient pas celles d'aujourd'hui. Cela a pu générer des problèmes de pollution de l'environnement, notamment des sols ou des eaux. La prise de conscience du risque pour l'environnement et la santé humaine des sites et sols pollués remonte à l'aube des années 1980, suite à plusieurs cas groupés de contaminations aux Etats-Unis (affaires Love Canal et Woburn notamment (F. Dor, 2006)). Consciente de cette problématique, la France s'est attachée, dès le début des années 1990 à cerner l'ampleur des enjeux en procédant à l'inventaire de ces sites. La base de données BASIAS compte au 30 juin 2010 plus de 250 000 sites.

Comme en droit européen, en droit français, la protection des sols ne profite pas d'un cadre juridique spécifique. En conséquence, la thématique sol n'existant pas en tant que telle, il faut se référer à diverses réglementations, notamment la réglementation relative aux installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) et les réglementations spécifiques sur les thèmes de l'eau, de l'air, des déchets, des matières fertilisantes et des produits phytosanitaires.

C'est la raison pour laquelle, en France, la réglementation relative aux sites et sols pollués repose sur le socle législatif constitué de la loi du 15 juillet 1975 relative à la récupération des matériaux et à la gestion des déchets ainsi que la loi du 19 Juillet 1976 fixant un cadre réglementaire pour les ICPE. Au-delà de ces deux supports législatifs majeurs, les principaux textes dédiés spécifiquement à la gestion des sites pollués se présentent sous forme de circulaires ministérielles². C'est celle du 3 décembre 1993 qui marque notamment le début des inventaires historiques régionaux précités.

Lors de l'émergence de la politique nationale en France, il y a 20 ans, face à l'augmentation croissante de sites répertoriés, la démarche de gestion mise en place au travers de la circulaire du 3 avril 1996 visait à classer les sites en trois catégories sur la base d'un diagnostic initial et d'une évaluation simplifiée des risques (ESR). L'objectif était de hiérarchiser les urgences d'intervention, en fonction des situations environnementales et des enjeux rencontrés. Au cours de cette période, la politique nationale a évolué d'une approche basée sur une réhabilitation systématique des sites identifiés comme sensibles,

² Ne sont reprises ici que celles directement liées à des aspects méthodologiques de gestion en lien avec le présent mémoire. Ainsi, les textes portant par exemple sur la chaîne de responsabilité ou les modifications d'usage des terrains ne sont pas cités.

en considérant leur seul niveau de pollution intrinsèque, vers une approche basée sur la gestion des risques en fonction de l'usage. Cela a été notifié dans la circulaire du 10 décembre 1999 présentant les outils de diagnostic approfondi et d'évaluation détaillée des risques (EDR). Puis, au milieu des années 2000, le ministère en charge de l'écologie a souhaité refondre les outils précités, suite à l'analyse des retours d'expérience en la matière et à un contexte ayant évolué. Deux principaux outils méthodologiques ont ainsi été mis en place, l'IEM (Interprétation de l'Etat des Milieux) et le plan de gestion incluant le cas échéant une Analyse des Risques Résiduels (ARR) après travaux. Ainsi, en matière de gestion des risques, il appartient au maître d'ouvrage du site de démontrer à l'administration (DREAL notamment) que les modalités de gestion qu'il propose conduisent à des niveaux de risques inférieurs à ceux retenus par les pouvoirs publics dans la circulaire du 8 février 2007.

Présentés plus en détail dans le corps du rapport, ces outils méthodologiques, au même titre que l'EDR qui fût en vigueur jusqu'en 2007, sont basés en grande partie sur le concept de l'évaluation de l'exposition et des risques. L'un des prérequis à la réalisation d'une évaluation des risques est la détermination de l'exposition au polluant incriminé. Les risques sanitaires inhérents aux sites et sols pollués peuvent impliquer différentes familles de polluants (métaux lourds, solvants organiques etc.). Divers milieux peuvent ainsi être vecteurs d'une pollution, rendant l'exposition difficile à objectiver. En vertu du principe de proportionnalité qui fait foi en gestion des risques sanitaires, il ressort que le milieu « ingestion de légumes » fait souvent partie des sources d'exposition retenues dans le cadre de la gestion des sites et sols pollués. Les légumes sont en effet à la confluence de divers milieux vecteurs de pollution que sont l'air, l'eau et le sol. La contamination des légumes peut se faire par absorption racinaire, par simple dépôt ou bien encore, directement par absorption foliaire par le biais des stomates (UZU, 2009).

1.2 Le rôle de l'ADEME

Les missions de l'ADEME dans le cadre de la politique nationale sur les sites pollués s'articulent autour de quatre axes principaux que sont :

- les opérations de mise en sécurité des sites pollués à responsable défaillant ;
- l'animation et le soutien aux études et travaux de recherche et développement sur les enjeux environnementaux et sanitaires de ces pollutions ;
- le conseil et le soutien aux acteurs et responsables de projets de requalification de friches urbaines et industrielles sur sols pollués ;
- le conseil et la participation aux besoins et aux échanges nationaux, européens et internationaux, en vue de développer les politiques et méthodes de gestion des sites pollués et de diffuser et promouvoir les connaissances et compétences acquises.

Pour revenir sur la singularité de son action en matière de sites pollués, depuis la circulaire du 7 juin 1996, modifiée le 8 février 2007, l'ADEME peut être désignée par arrêté préfectoral comme maître d'ouvrage des opérations de gestions des sites pollués, dans le cas d'une défaillance des responsables. Cette mission lui est confiée par voie d'arrêté préfectoral de travaux d'office, après avis du ministère en charge de l'écologie. Dans ce cas, l'ADEME assure la maîtrise d'ouvrage des opérations prescrites :

- définition précise de la nature des prestations à faire réaliser, "cadrées" par l'arrêté préfectoral ;
- consultation des entreprises et choix des prestataires ;
- financement et suivi des opérations ;
- validation des résultats.

En application du règlement interne des marchés de l'ADEME, la régularité des consultations d'entreprises et de choix des prestataires est validée par la Commission des marchés de l'ADEME. En fin d'intervention, l'ADEME :

- rend compte à l'administration de l'exécution de sa mission ;
- peut proposer des compléments d'intervention ;
- doit exercer un recours à l'encontre du (des) responsable(s) de la pollution traitée, en vue d'un remboursement des frais engagés.

Les interventions potentielles sont variées :

- mise en sécurité des lieux (par élimination de déchets, pose de clôture, démolition ...)
- études et évaluations des impacts et des risques (selon la démarche nationale et outils associés) ;
- surveillance des milieux (eaux souterraines notamment) ;
- maintenance d'installations de dépollution ;
- travaux de dépollution, de confinement ...

En 2009, l'ADEME est intervenue sur 78 sites et a engagé un budget de 25 millions d'euros.

1.3 La démarche d'Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM)

1.3.1 Rôle de la démarche d'Interprétation de l'Etat des Milieux

Lorsqu'un risque potentiel pour la santé humaine ou pour l'environnement est suspecté, il convient d'apprécier si ce risque est significativement différent de celui encouru par la population générale française. Afin d'agir de manière progressive, proportionné et uniforme, la démarche Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM) est la méthodologie qui est actuellement employée pour la gestion des sites et sols pollués. Il s'agit de s'assurer que l'état des milieux est compatible avec les usages déjà fixés.

1.3.2 Présentation succincte des différentes étapes de la démarche

A) Le schéma conceptuel

Avant de mesurer les polluants incriminés, il convient d'orienter les recherches vers les milieux les plus susceptibles d'être contaminés. La réalisation d'un schéma conceptuel est donc la première étape d'une IEM afin de mener une campagne de mesure réfléchie (figure 1).

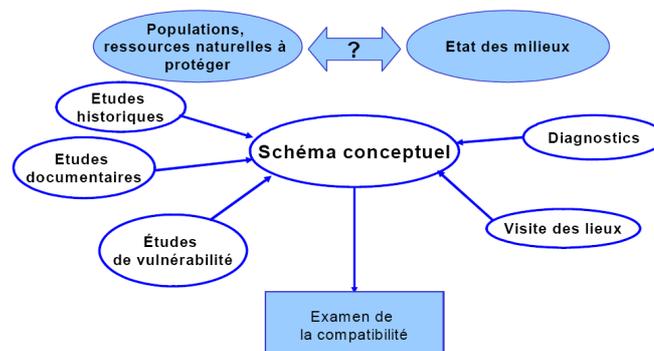


Figure 1 : place du schéma conceptuel dans la démarche d'Interprétation de l'Etat des Milieux.

Au regard des usages constatés dans la zone incriminée, le schéma conceptuel doit permettre de sélectionner les milieux d'exposition les plus pertinents pour la recherche d'un ou de plusieurs polluants. Suite à la sélection des milieux d'exposition, une campagne de mesure appropriée est réalisée. La gestion des risques est alors appliquée pour chacun des milieux retenus (air, eau, sol et/ou ingestion de légumes etc.). Dans la suite de la présentation, nous nous focaliserons sur le milieu d'exposition « ingestion de légumes », cible du présent mémoire.

B) Présentation des critères de gestion du risque

Afin de juger du degré de compatibilité (ou d'incompatibilité) de l'état de la zone potentiellement polluée avec son l'état initial et/ou les usages constatés, un diagramme décisionnel permet de mener une démarche progressive pour chaque milieu d'exposition retenu (figure 2).

La gestion des risques rencontrés sur les sites et sols pollués peut concerner une large gamme de polluants. Le diagramme décisionnel distingue les pollutions métalliques (plomb, cadmium etc.) des autres types de pollutions. En effet, pour les pollutions métalliques, on dispose des concentrations moyennes des principaux métaux en l'absence supposée de contamination anthropique, nommées fond géochimique. Plusieurs bases de données peuvent être consultées pour disposer de ces valeurs pour un certain nombre de polluants dans les sols (RMQS, BDETM...), afin d'identifier des contextes géochimiques présentant des anomalies naturelles, traduisant des teneurs élevées qui seraient donc sans lien avec le site d'étude. Pour les autres milieux que le sol, la démarche consiste à rechercher dans un premier temps l'existence de valeurs réglementaires pertinentes. Pour les aliments, il existe quelques valeurs réglementaires exprimées en concentrations massiques, en mg de polluant / Kg de poids frais (ADEME-INERIS, 2007). Néanmoins, ces valeurs réglementaires ne sont disponibles que pour un nombre limité de polluants hors pesticides (Nitrate, Pb, Cd, Hg, PCB, dioxines et HAP) et ne sont applicables qu'à certaines catégories d'aliments. Pour les légumes, le découpage en sous-catégories n'est pas nécessairement le même selon le polluant considéré et demeure discutable quand au rapprochement des espèces de légumes réalisés. Par exemple, pour le cadmium, les fruits et les légumes sont regroupés en un même sous-groupe et les légumes feuilles sont parfois regroupés avec les champignons (ADEME-INERIS, 2007). En outre, la construction de ces valeurs de références se veut représentative de la population générale et leur utilisation peut être inappropriée aux comportements locaux particuliers (INERIS, 2006). Ces valeurs restent néanmoins celles qui sont à privilégier. En leur absence, le recours à la grille de calcul de l'IEM est nécessaire pour appuyer une décision.

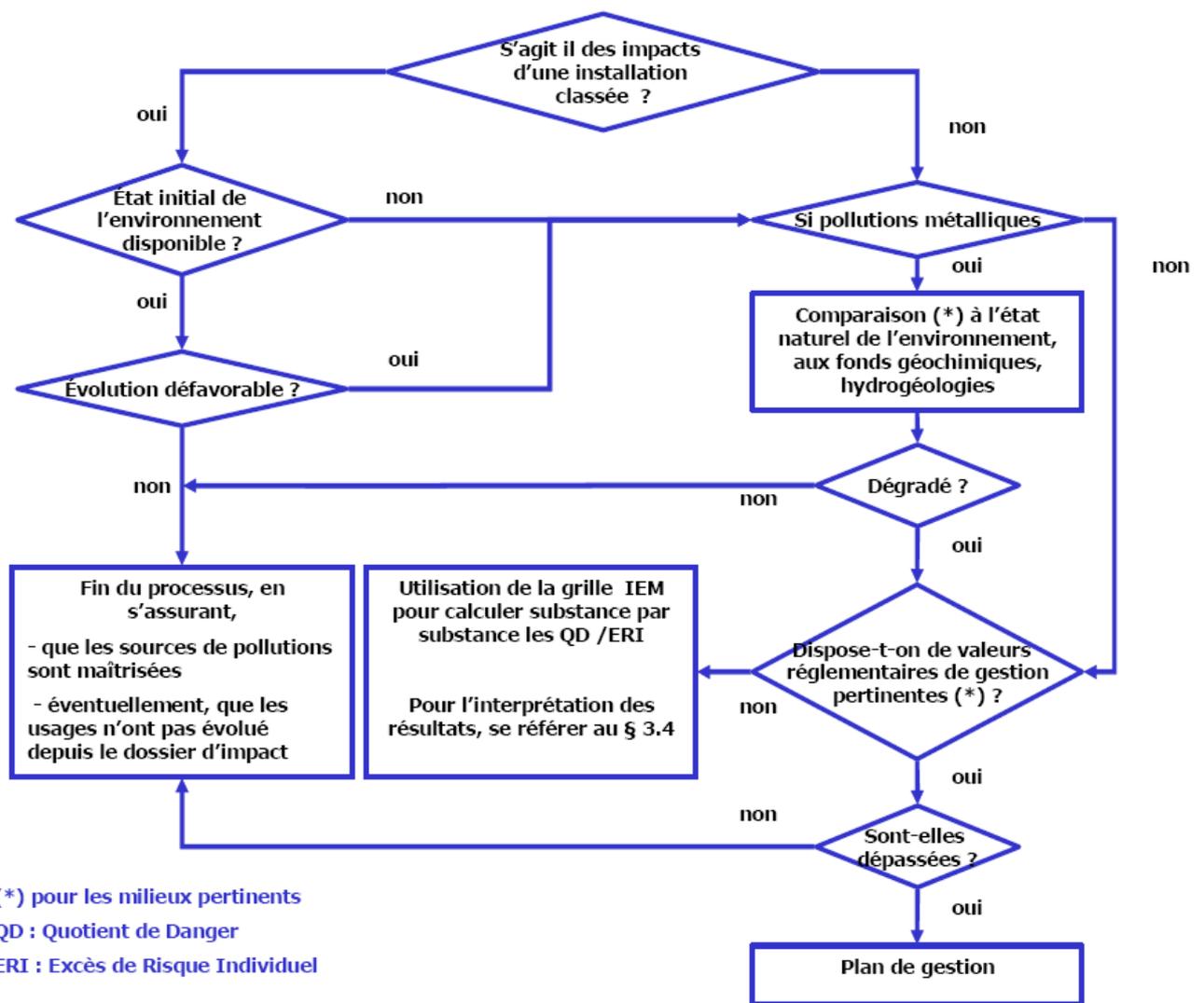


Figure 2 : diagramme décisionnel de gestion des risques dans le cadre de la démarche d'Interprétation de l'Etat des Milieux.

C) Description de la grille de calcul IEM et application au milieu d'exposition « ingestion de légumes »

Les grilles de calcul IEM correspondent à une EQRS applicable milieu par milieu, pour un polluant donné. Sans rentrer dans une présentation exhaustive de l'EQRS, il convient de rappeler la notion de Dose Journalière d'Exposition (DJE). La DJE correspond à une estimation de la quantité théorique du polluant incriminé qui pénètre quotidiennement dans l'organisme (en mg/Kg_{po}/jour). En évaluation des risques, lorsqu'on utilise le terme DJE, on se rapporte généralement à une contamination par ingestion ou contact cutané (pour la voie « inhalation » on préfère le terme plus explicite de concentration moyenne inhalée (Ci)). Dans le cas des légumes, la contamination aux polluants se fait généralement par ingestion.

Dans les grilles de calcul IEM, pour un polluant donné et pour le milieu d'exposition « ingestion de légumes », le calcul de la DJE se présente comme suit :

$$DJE = \frac{\left[\sum_i (Cf_i * Qf_i * Af_i) + \sum_j (Cr_j * Qr_j * Ar_j) + \sum_k (Cfr_k * Qfr_k * Afr_k) + \sum_l (Cpt_l * Qpt_l * Apt_l) \right] * T * Ef * 10^{-6}}{Tm * P * 365}$$

Avec :

DJE : Dose journalière d'exposition théorique (mg/kg/j)
T : durée d'exposition théorique (année)
Ef : nombre de jours d'exposition théorique annuel (jour)
Tm : période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition (année) (pour une substance à seuil d'effet Tm = T ; pour une substance sans seuil d'effet, Tm est assimilé à la durée de la vie entière, prise conventionnellement égale à 70 ans)
Cfi : concentration de la substance dans le légume de type feuilles (salade, choux, ...) (µg/kg poids frais)
Qfi : quantité journalière de légume de type feuilles ingérée (g/j)
Afi : % d'autarcie pour le légume de type feuilles
Cr : concentration de la substance dans le légume de type racines (carotte, radis, ...) hors pomme de terre (µg/kg poids frais)
Qr : quantité journalière de légume de type racines ingérée (g/j)
Ar : % d'autarcie pour le légume de type racines
Cfr : concentration de la substance dans le fruit (µg/kg poids frais)
Qfr : quantité journalière de fruit ingérée (g/j)
Afr : % d'autarcie pour le fruit
Cpt : concentration de la substance dans la pomme de terre (µg/kg poids frais)
Qpt : quantité journalière de pomme de terre ingérée (g/j)
Apt : % d'autarcie pour la pomme de terre
10⁻⁶ : facteur de conversion en raison de terme exprimé en mg ou en kg ou en µg

Le premier constat est le regroupement des espèces potagères en quatre catégories de légumes que sont les « légumes de types feuilles », les « légumes de type racines », les « légumes de type fruits » et les pommes de terre. La subdivision en quatre catégories de légumes fait référence, dans la limite des connaissances actuelles, à des comportements analogues de « bioaccumulation » des polluants et notamment des polluants métalliques. De très nombreuses études ont en effet été réalisées sur le transfert des polluants depuis le milieu extérieur (air, eau et sol) vers les divers tissus comestibles des plantes. La base de données BAPPET fait la synthèse des connaissances et résultats disponibles sur les teneurs en éléments traces métalliques dans les plantes selon divers variables, notamment pédoclimatiques (DENYS et al., 2007). Cette synthèse bibliographique fait notamment ressortir qu'il existe parfois d'importantes variations interspèces de bioaccumulation des principaux polluants métalliques (Cd, Cu, Pb et Zn). En outre, les caractéristiques physicochimiques du sol influent de manière notable sur la biodisponibilité des polluants par les plantes. Il convient donc de recourir à une méthode de mesure des concentrations en polluant qui permettent de s'affranchir de ces variations.

Pour ce faire, la réalisation sur le terrain d'une campagne de mesures des concentrations en polluants dans les légumes, bien que contraignante, est souvent réalisée afin d'être le plus représentatif possible de la zone investiguée. Ainsi, dans le cadre de la démarche IEM et pour le milieu « ingestion de légume », le recours à des modèles multimilieux de type CALTOX ou HHRAP, conceptualisant les transferts de polluants vers les végétaux à l'aide d'algorithmes complexes, est rare et confiné à des approches préalables à des

campagnes d'investigations. Le cas échéant, ils peuvent être utilisés pour les milieux d'exposition qui ne sont pas directement accessibles pour y réaliser des mesures *in situ*. Pour le milieu d'exposition « ingestion de légumes », le vecteur de contamination correspond aux légumes cultivés dans la zone potentiellement polluée. Il convient donc dans un premier temps, de délimiter la zone polluée autant que de besoins. Pour la prise en compte des plantes potagères, des prélèvements de légumes sont généralement réalisés sur la totalité des potagers inclus dans la zone ainsi circonscrite. Un guide d'échantillonnage des plantes potagères a récemment été rédigé de manière consensuelle par différents organismes d'évaluation des risques, afin de porter une méthodologie commune (ADEME-INERIS, 2007). Ce guide apporte notamment des préconisations quand à la démarche qu'il convient d'employer pour que ces prélèvements soient représentatifs du degré de contamination des légumes en tenant compte des diverses spécificités environnementales de la zone d'étude.

En outre, le calcul de la DJE requiert de renseigner pour chacun des quatre types de légumes la quantité quotidienne ingérée (en g/j) et le taux d'autarcie (en %). Ces deux renseignements sont le plus souvent recueillis dans la base de données CIBLEX (IRSN-ADEME, 2003), qui regroupe les paramètres descriptifs de la population française au voisinage d'un site pollué (cf. point 2.3).

Une fois la DJE mesurée, il faut ensuite la comparer à une valeur toxicologique de référence (VTR) qui correspond à une quantité journalière du polluant ingérée par unité de masse corporelle ($\text{mg/kg}_{\text{pc}}/\text{j}$), servant de valeur comparative pour l'EQRS. Il existe deux grandes catégories de VTR selon l'effet majeur de la substance sur l'organisme. Soit l'effet se déclare dès les plus faibles doses (effet dit « sans seuil de dose » qui correspond généralement aux substances cancérigènes) soit, il se manifeste à partir d'une certaine dose théorique de polluant ingérée quotidiennement (effet dit « à seuil de dose », qui est généralement l'apanage des substances non cancérigènes). Les VTR à « effet sans seuil » correspondent à une probabilité de développer l'effet considéré pour chaque mg de polluant entrant quotidiennement dans l'organisme. Les VTR à « effet seuil » correspondent tout simplement à la dose journalière maximum qu'il est théoriquement possible d'ingérer sans manifester l'effet.

Ainsi, en fonction du type d'effet induit par le polluant incriminé, deux indices d'appréciation du risque sont calculés distinctement :

- Pour un effet à seuil, on mesure un quotient de danger (QD) par la relation suivante :

$$QD = \frac{DJE}{VTR (ingestion)}$$

- Pour un effet sans seuil, on mesure un excès de risque individuel (ERI) par l'équation suivante :

$$ERI = DJE \times VTR (ingestion)$$

En fonction de la valeur du QD ou de l'ERI, il peut être envisagé d'engager un plan de gestion pour le milieu considéré (cf. annexe 1). Ainsi, la démarche IEM repose sur un raisonnement axé milieu par milieu et ne tient pas compte de l'additivité des risques pour une même voie d'exposition. En effet, on cherche à vérifier la compatibilité entre la qualité de chacun des milieux retenus et les usages qui en sont fait. L'eau et les légumes par exemple, bien que possédant une voie d'entrée dans l'organisme qui soit commune, seront considérés dans le cadre de la démarche IEM comme deux milieux indépendant vis-à-vis du risque engendré et ce, pour un même polluant. Cependant, si on se trouve dans la zone d'incertitude (cf. annexe 1), on peut être amené à réaliser une EQRS complète, intégrant pour une même voie d'exposition, tous les milieux retenus (ingestion de légumes, d'eau et de poussières par exemple). La décision résultant de cette EQRS complète est prise en référence aux limites de risque fixées par la circulaire du 8 février 2007 ($QD < 1$ et $ERI < 10^{-5}$).

2 Les données françaises disponibles sur la consommation de plantes potagères et sur l'autoproduction

2.1 Mise au point sur la signification de quelques termes génériques en référence à l'usage fait dans la présente étude

2.1.1 Le jardin potager

L'expression « jardin potager » peut avoir différentes significations selon les références bibliographiques. Dans notre étude, nous définissons le « jardin potager » comme une surface où des légumes sont cultivés, et dont les usages de ces-derniers n'ont pas pour vocation à être commercialisés. Nous excluons toute pratique culturale qui utilise du matériel agricole lourd tel qu'en maraichage. Certains auteurs distinguent également différents types de « jardins potagers » selon qu'ils soient d'une part, attenant à une habitation privée (jardin potager *stricto sensu*), ou inversement, non en lien une propriété

privée (jardin familiaux mis à disposition par une commune par exemple ou encore les jardins chemineaux accordés autrefois aux employés de la SNCF). Dans le cas de notre étude une telle distinction n'est pas utile. En outre, la définition de « jardin potager » vient s'imbriquer dans celle du terme plus général de « jardin » faisant référence à une surface dont la vocation n'est pas nécessairement la production de légumes (pelouse, allées, constructions pour l'élevage des animaux etc.). Dans la suite de ce rapport, le terme « potager » sera préféré à celui de « jardin potager » pour ne pas entretenir l'amalgame entre la définition de « jardin » et de « potager ».

2.1.2 Les légumes

La définition du terme « potager », appelle à clarifier celle du terme « légume ». Là encore, il n'existe pas de définition officielle et bien délimitée. Dans « l'esprit » des jardiniers, certaines espèces végétales telles que la tomate ou le concombre sont traditionnellement classées parmi les légumes alors que la pomme ou la cerise sont considérées comme des fruits. Néanmoins, si on se limite strictement à la définition botanique, la tomate, au même titre que la cerise est un fruit, issu de la double fécondation propre aux angiospermes. Sous l'angle botanique, seule le fruit des poacées (ex-légumineuses) peut-être considéré comme un légume (haricots verts, petits pois etc.). D'après cette sémantique propre à la botanique, la pomme de terre par exemple n'est pas considérée comme un légume mais comme un tubercule.

Comme nous l'avons rapidement abordé, la définition du terme légume par une approche strictement botanique est inappropriée à la démarche IEM et plus généralement en évaluation des risques sanitaires (ERS). En effet, dans le cas des ERS, la classification des espèces végétales se fait en référence à un contexte de pollution. Les évaluateurs de risques s'accordent à catégoriser la partie comestible des plantes potagères sur la base de similitudes vis-à-vis de leur comportement bio-accumulateur ou fixateur de polluants et selon leur situation spatiale par rapport au sol (ADEME-INERIS, 2007). Le tableau présenté en annexe 2 propose une classification des légumes selon ces derniers critères et apporte une critique de cette classification (ADEME-INERIS, 2007). Nous avons ainsi pris l'initiative de proposer une définition du terme « légume » en rapport avec le contexte des ERS. Les légumes seront considérés dans le présent rapport, comme étant la partie comestible d'espèces végétales au système racinaire peu profond, généralement non pérennes et dont la préparation ou la conservation pour la consommation humaine reste rudimentaire (crue, après épluchage, congélation etc.). Cette définition permet d'exclure les espèces fruitières (ayant un système racinaire profond) et les espèces céréalières (subissant une transformation industrielle). Le fraisier, souvent perçu comme un fruit par

les profanes, sera inclus dans les légumes eu égard à l'adéquation avec les critères de la définition suscitée.

2.2 La France et le jardinage

Nous avons répertorié seulement deux études récentes, représentatives de l'échelle nationale, recueillant des données sur les potagers et sur la pratique du jardinage en France. La première, commanditée pour le CTIFL et ONIFHLOR a été réalisée en 2000 sur l'exploitation de 1500 questionnaires envoyés à des personnes possesseurs d'un jardin. Une deuxième enquête fut impulsée en 2007 par l'UPJ et le CSA, s'appuyant sur un échantillon de 1007 personnes questionnées par téléphone sur la pratique du jardinage. Dans cette dernière, l'échantillon est représentatif de l'ensemble des catégories socioprofessionnelles de la population française. Globalement les résultats fournis par ces deux études se recoupent et témoignent d'une faible évolution de la pratique dans son ensemble. A noter enfin, que l'ADEME a initié en 2009 le projet SOJA (SOJA, 2010) qui vise la caractérisation des sols, des usages et des productions potagères dans les jardins français. La première phase vient de s'achever à l'été 2010. Une enquête et une collecte d'échantillons sont envisagées dans une seconde phase à partir de 2011.

2.2.1 Caractéristiques des potagers

Si la proportion de potager reste identique d'une étude à l'autre, la taille des jardins semble diminuer puisqu'on passe d'une médiane de 100 m² en 2000 à une médiane de moins de 50 m² en 2007. Quelles que soient la taille des jardins et l'étude concernée, le duo d'espèces le plus fréquemment rencontré est formé par la tomate et la salade qu'on retrouve respectivement dans 91% et 81% des cas en 2000 et à hauteur de 61% et 51% en 2007. Ensuite, l'étude de 2000 soulève une variabilité importante dans la fréquence de la culture de certains légumes en fonction de la taille des jardins. Ainsi, il apparaît que pour les potagers de plus de 250 m², les haricots verts et la pomme de terre sont aussi souvent cultivés que la tomate et la salade avec une fréquence supérieure à 90%. Pour les potagers de taille inférieure à 50 m², les haricots verts sont toujours en troisième position avec une fréquence de 53%, mais la pomme de terre n'est cultivée que dans 32% des cas, supplantée en quatrième place, par les radis. Dans l'ensemble, cette hiérarchie reflète celle des productions commerciales hormis quelques exceptions à l'image des haricots verts dont les volumes produits par les potagers étaient supérieurs aux volumes achetés en frais en 2000. Ces résultats moyennés à l'échelon national masquent cependant d'importantes variations régionales notamment pour la pomme de terre, la salade et la tomate (annexe 3).

L'étude de 2000 révèle que la quantité en légumes récoltée d'une année à l'autre varie peu et est égale dans près de 60% des cas. L'étude de 2007 montre quant à elle, qu'un quart des potagers on moins de 5 ans ce qui tend à prouver que le jardinage n'est pas une pratique obsolète et nécessairement transmise de génération en génération.

Enfin, une étude datant de 1995 réalisée par la SCAFR faisait mention d'une surface de près de 230 000 ha de potager sur le territoire français. La surface des potagers représenterait alors près de 60% de la surface maraîchère française (avoisinant les 390 000 ha selon le recensement AGRESTE de 2007) ce qui corrobore le fait que la consommation de plante potagère est loin d'être marginale en France.

2.2.2 Caractéristiques des jardiniers

D'après cette étude de l'UPJ et du CSA, 63% des français possède un jardin et 37% l'utilise, tout ou partie, pour la culture d'un potager. Cette même étude montre que les jardiniers français constituent dans l'ensemble un public de connaisseurs, animés avant tout par le plaisir de cultiver ses propres légumes (pour 63% des sondés), l'économie d'argent n'étant une priorité que pour 25% d'entre eux. En outre, de nombreux travaux rapportent une influence des caractéristiques sociodémographiques sur la pratique du jardinage. L'exploitation statistique des données de l'enquête nationale réalisée par l'INSEE en 1991, montre que la fréquence de la pratique du jardinage augmente avec l'âge et pour les personnes issues plus ou moins directement du domaine agricole (CAILLAVET et NICHELE, 1999). Ainsi, les agriculteurs et les retraités étaient respectivement 85% et 48% à être en possession d'un potager en 1991 (cf. annexe 4). En outre, la surface du jardin qui est consacrée au potager apparaît d'autant plus importante que le revenu du foyer est faible (GOJARD et WEBER, 1995).

2.3 La base de données CIBLEX

2.3.1 Présentation

La base de données CIBLEX (IRSN-ADEME, 2003) permet, sous forme d'une banque de données informatisée, d'avoir accès rapidement à certaines caractéristiques comportementales de la population générale Française selon une répartition géographiques et sociodémographiques. Sa facilité d'utilisation et son exhaustivité en ont fait une source d'information incontournable en analyse des risques sanitaires et plus spécifiquement dans le domaine des sites et sols pollués. Suite à quelques prises de contact, il ressort que CIBLEX est aujourd'hui communément utilisée par les évaluateurs de risque que ce soit dans le secteur public ou par les bureaux d'études privés. L'un des principaux rôles de CIBLEX est la définition d'un groupe de référence, c'est-à-dire un ensemble de population homogène quant à ses caractéristiques sociodémographiques

(type de commune de résidence, sexe, âge, catégorie socioprofessionnelle). Un groupe de référence présente ainsi un potentiel théorique d'exposition uniforme.

L'exposition par ingestion d'aliments est regroupée dans la rubrique « ration alimentaire » qui se subdivise en six catégories d'aliments dont les « légumes ». Pour chacun des six groupes d'aliments, il est possible de considérer l'échelon géographique national ou bien la description statistique du territoire français en neuf Zones d'Etudes et d'Aménagement du Territoire (ZEAT). Trois types de données sont fournis concernant les rations alimentaires :

- La quantité consommée (Q, en g/j).
- Le taux de consommation (TC, en %) correspondant à la proportion de personnes consommant la sous-catégorie de l'aliment considéré. Par exemple, la pomme de terre affiche un taux de consommation de 94.8% pour la classe d'âge 17-60 ans de la population totale française, ce qui signifie que 94.8% des français de cette tranche d'âge consomment régulièrement des pommes de terre.
- Le taux d'autarcie ou taux d'autoconsommation (TA, en %) qui correspond à la part de la quantité totale d'aliments ingérés qui ne provient pas des circuits commerciaux mais de l'autoproduction (jardin, élevage d'animaux etc.) ou de dons.

Pour l'ensemble de ces trois critères, on dispose de données catégorisées en quatre groupes d'âge, eux-mêmes subdivisés en différentes classes d'âge (cf. annexe 5). Pour Q et TC, les données sont issues de l'enquête alimentaire nationale INCA 1 réalisée par l'AFSSA en 1998-1999. Les TA proviennent quant à eux de l'enquête alimentaire nationale menée par l'INSEE en 1991. Pour les légumes, quatre grandes familles sont considérées : les légumes feuilles, les légumes racines, les légumes fruits et les pommes de terre (tableau I).

Tableau I : répartition des différentes espèces végétales comestibles en quatre catégories de « légumes » selon la base de données CIBLEX.

Types de légumes	Espèces considérées
Légumes feuilles	artichaut, bettes, brocoli, chicorée, frisée, chou de Bruxelles, chou rouge, chou vert, chou-fleur, cresson, céleri, endive, épinard, fenouil, laitue, pissenlit, poireau
Légumes fruits	aubergine, concombre, courgette, haricot vert, poivron, petit pois, potiron, tomate, abricot, cassis, cerise, fraise, framboise, pomme, poire, mirabelle, reine-claude, pêche, raisin, mûre, groseille, melon.
Légumes racines	asperge, betterave rouge, carotte, céleri rave, navet, oignon, radis, salsifis, topinambours
Pommes de terre	pomme de terre au four, pomme de terre bouillie, pomme de terre chips, pomme de terre frite

On remarque que la répartition des espèces végétales prises en compte dans CIBLEX en quatre catégories de légumes ne recoupe pas exactement celle réalisée en analyse des risques sanitaires, proposée dans le guide d'échantillonnage des plantes potagères (ADEME-INERIS, 2007). Elle intègre notamment les fruits d'arbres dans la catégorie « légumes fruits ».

2.3.2 Présentation de l'enquête alimentaire nationale de 1991 menée par l'INSEE

A) Méthodologie d'enquête

L'enquête de 1991 est la dernière enquête alimentaire nationale réalisée par l'INSEE et a un double objectif, celui de refléter l'état des achats alimentaires des Français à un moment donné et celui d'établir une évolution générale des structures alimentaires en France (URBAN, 2003). A cette fin, de nombreuses informations sur les caractéristiques sociodémographiques ont été recueillies (âge, région, ZEAT de résidence, type de commune, profession du chef de famille, composition du ménage etc.) (figure 3).

Niveau d'enquête
Enquête sur les achats des ménages
Type d'enquête
Méthode basée sur l'enregistrement des achats alimentaires sur carnet de comptes
Echantillonnage
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Effectif de l'échantillon : 6 353 ménages ➤ Représentativité de l'échantillon : population française (ménages ordinaires¹) ➤ Méthode d'échantillonnage : tirage aléatoire des logements en prenant pour référence le recensement de la population française de 1990
Déroulement pratique
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Période de l'enquête : échelonnement sur toute l'année (année 1991) ➤ Durée du relevé : sept jours consécutifs ➤ Type de données recueillies : les achats alimentaires destinés à la consommation à domicile, l'autoconsommation² et l'autofourniture³. Pour les consommations prises hors du domicile, ne sont uniquement relevées des informations d'ordre qualitatif ainsi que le montant de la dépense. ➤ Mode de recueil des données : carnet de comptes où sont inscrits les achats, en quantités et en dépenses

Figure 3 : synthèse des principaux critères de l'enquête alimentaire nationale de l'INSEE de 1991 (URBAN, 2003).

Les quelques 6500 individus enquêtés ont renseigné pendant 7 jours consécutifs un carnet de consommation en rapportant tous les achats en termes de quantité et de budget ainsi que les lieux d'achats et les produits obtenus gratuitement (PARACHE, 2009, adapté de BERTRAND, 1993). Les différents individus de l'échantillon ont rempli le carnet de consommation à des périodes différentes afin de disposer d'une représentativité sur une année entière. Enfin, cette enquête de l'INSEE est la seule à prendre en compte l'autoconsommation, définie comme la consommation de produits issus de sa propre

production ou de dons (URBAN, 2003). Les limites de cette enquête portent, en plus de l'omission de la consommation hors foyer, sur l'écart entre achats et consommations réelles, et sur l'absence de données relatives à la répartition des consommations individuelles à l'intérieur des ménages (DURAND et MERCAT-ROMMENS, 2007).

B) Types de renseignements sur la consommation en légumes

Les consommations totales pour les principales espèces de légumes considérées lors de l'enquête INSEE de 1991, en fonction des ZEAT sont présentées en annexe 6. Les résultats montrent, qu'à l'échelle de la France métropolitaine, les trois légumes les plus consommés sont la pomme de terre (32.1 Kg/an/pers), la tomate (10 Kg/an/pers) et la carotte (8.3 Kg/an/pers). Néanmoins, ces moyennes nationales cachent d'importantes variations en termes de consommation et de TA selon la ZEAT considérée. La ZEAT Nord est celle qui consomme le plus de légumes avec près de 110 Kg/an/pers alors que pour la ZEAT Région Parisienne, la consommation n'atteint que 60 Kg/an/pers. La ZEAT Ouest quant à elle est celle qui autoproduit le plus avec un TA moyen de plus de 50% contre seulement 8% pour la ZEAT Région Parisienne. Si on considère les catégories de légumes une à une, les variations de consommations demeurent relativement faibles selon la ZEAT considérée hormis pour les pommes de terre pour lesquelles la ZEAT Nord se distingue nettement. Cependant, les TA affichent d'importantes variations entre les ZEAT et selon l'espèce légumière prise en compte.

Les consommations totales pour les principales espèces de légumes considérées lors de l'enquête INSEE de 1991 en fonction du type de population et du type d'habitat de résidence sont présentées en annexe 7. Outre des consommations en légumes globalement plus fortes, la population agricole se distingue par des TA beaucoup plus importants par rapport aux populations qui ne sont pas issues de ce milieu. Pour les communes rurales, les TA sont près de 35% supérieurs pour la population agricole versus non agricole. Les TA les plus forts sont rencontrés pour la pomme de terre, la laitue, la tomate et le poireau qui atteignent environ 77, 81, 90 et 93 % respectivement.

2.3.3 Présentation et comparaison des enquêtes INCA 1 et INCA 2

A) Méthodologie d'enquête

Les enquêtes INCA 1 (1998-1999) et INCA 2 (2006-2007) sont deux enquêtes alimentaires nationales menées par l'AFSSA qui visent à caractériser la quantité et la qualité nutritionnelle des aliments consommés par les français. La méthodologie des enquêtes INCA est la même que celle employée lors de l'enquête INSEE de 1991. Néanmoins, l'origine des aliments n'a pas été renseignée lors des enquêtes INCA, ce qui n'a pas permis de calculer des TA. Les enquêtes INCA 1 et 2 ont concerné

respectivement 3003 et 4079 individus. Leurs consommations alimentaires ont été recueillies à l'aide d'un carnet de consommation de 7 jours. Pour INCA 2, les résultats sont présentés en distinguant les « personnes adultes » (18-79 ans) des « enfants » (2-17 ans). La comparaison des deux études est possible dans la mesure où le recueil des consommations a été réalisé selon la même méthode et sur une même durée d'observation. En outre, un important travail de correspondance entre les deux nomenclatures a été réalisé, afin de s'assurer que les comparaisons concernaient bien les mêmes groupes d'aliments.

B) Types de renseignements sur la consommation en légumes

Il ressort de la comparaison entre INCA 1 et INCA2 que la consommation totale en légumes (hors pommes de terre) pour la tranche d'âge 18-71 ans a augmenté de 4.5% au niveau national entre 1998 et 2006 (AFSSA, 2009). Cette augmentation n'est cependant pas significative. En revanche, la consommation moyenne totale de légumes (hors pommes de terre) pour les femmes de cette même tranche d'âge, a augmenté significativement de plus de 7% ($p < 0.05$, $n = 1074$), représentant une quantité moyenne de légumes consommés de près de 140 g/j contre 138 g/j pour les hommes dont l'augmentation de la consommation en légume depuis 1998 n'est pas significative ($n=844$) (AFSSA, 2009). Cette très faible différence de consommation totale en légume (hors pommes de terre) entre les hommes et les femmes n'est pas significative. Néanmoins, les hommes consomment très significativement plus ($p < 0.001$) de pommes de terre que les femmes ; à savoir 67 contre 50.3 g/j respectivement.

La population adulte a été divisée en quatre grandes entités géographiques comparées deux à deux avec d'une part, le Nord et le Sud et d'autre part, l'Est et l'Ouest (nous n'avons néanmoins pas eu accès aux régions réellement incluses dans ces subdivisions géographiques). Il ressort que la consommation moyenne totale de légumes (hors pommes de terre) est significativement plus importante dans le Sud (146.5 g/j) que dans le Nord (133,1 g/j) ($p < 0.05$), et qu'il n'y a pas de différence significative entre l'Est (144,3 g/j) et l'Ouest (135 g/j). En ne prenant en compte que les pommes de terre, des différences très significatives ($p < 0.001$) apparaissent avec des consommations de 52.2, 52.6, 66 et 66.7 g/j pour le Sud, l'Est, l'Ouest et le Nord respectivement.

Enfin, il est très intéressant de constater qu'il existe des variations saisonnières très significatives pour la consommation totale de légumes (hors pomme de terre) alors qu'il n'y en a pas pour les pommes de terre (Tableau II). Que ce soit pour les adultes ou les enfants, les consommations moyennes de légumes (hors pommes de terre) en été et au printemps se distinguent nettement de celles de l'automne et de l'hiver. A noter également

les très faibles écart-types pour la population adulte contrairement à ceux de la population d'enfants. Cela dénote que les comportements alimentaires vis-à-vis des légumes sont beaucoup plus variables chez les enfants que pour la population adulte.

Tableau II : présentation de l'évolution saisonnière de la quantité de légumes consommés pour deux classes d'âge, d'après l'enquête alimentaire nationale INCA 2 (résultats issus du rapport de l'AFSSA, 2009).

(g/personne/j)	Catégories de légumes	Eté	Automne	Hiver	Printemps	Test ¹
Adultes 18-79 ans (n = 1918)	Légumes (sans les pommes de terre)	161	121	121	153	***
	Ecart-type	4	4	4	4	
	Pommes de terre et apparentés	59	58	60	57	ns
	Ecart-type	2	2	2	2	
Enfants 3-17 ans (n=1444)	Légumes (sans les pommes de terre)	82	71	69	91	***
	Ecart-type	69	49	41	71	
	Pommes de terre	54	55	54	46	ns
	Ecart-type	41	40	37	41	
TOTAL		356	304	305	347	

1-résultats du test statistique ajusté sur le sexe : *** : différences très significatives ($p < 0.001$) ; ns : pas de différence significative.

3 Finalités du mémoire

3.1 Constat de départ

3.1.1 Sources des données utilisées pour la grille de calcul IEM

Pour le milieu d'exposition « ingestion de légumes », le calcul de la DJE est dépendant de la concentration en polluant, de la quantité totale ingérée et du taux d'autarcie pour les quatre catégories de légumes considérées. En cas de risque avéré ($QD > 5$ ou $ERI > 10^{-4}$) (cf. annexe 1), la mise en place d'un plan de gestion peut impliquer de lourds travaux de dépollution ou des restrictions d'usage qui représentent parfois des contraintes très fortes pour les populations. Le calcul de la DJE doit ainsi être rigoureux tout en restant sécuritaire pour la santé des populations.

Hormis la concentration en polluant qui est mesurée par analyse d'échantillons prélevés sur le terrain, les deux autres paramètres que sont le TA et la consommation totale en légumes, font le plus souvent référence aux données fournies dans la base de données CIBLEX. Dans CIBLEX, les quantités de légumes ingérées et les TA sont issus respectivement de l'enquête INCA 1 et de l'enquête de INSEE de 1991, qui sont deux

enquêtes alimentaires nationales se voulant représentatives de la population française totale.

3.1.2 Appréciation de l'applicabilité des données fournies par CIBLEX pour une échelle géographique locale

3.1.3 Qu'entend-on par échelle géographique locale?

Dans la gestion des sites pollués, la zone prise en compte pour la campagne de mesure s'étend le plus souvent sur un rayon de quelques centaines de mètres autour du site incriminé. Pour d'autres types d'études, telle que les enquêtes alimentaires menées par l'IRSN autour des installations nucléaires, le rayon d'investigation est généralement de l'ordre d'une dizaine de kilomètres, selon les vents dominants, autour du site étudié. De manière générale, que ce soit pour les analyses de risques menées pour les sites de la chimie ou celles réalisées par les acteurs de l'énergie nucléaire, les échelles géographiques considérées représentent un périmètre restreint, en comparaison à ceux des ZEAT ou pire encore, à celui de la France métropolitaine.

En outre, la population enquêtée lors des campagnes d'échantillonnage menées dans l'environnement des sites pollués ou dans le cas des enquêtes alimentaires de l'IRSN autour de ses installations nucléaires, est constituée de personnes possédant un potager. Subséquemment, les caractéristiques sociodémographiques de la population locale s'éloignent de celles de la population générale française, notamment en termes d'âge et de catégorie socioprofessionnelle.

3.1.4 Comparaison des données nationales avec les résultats de l'enquête alimentaire de Chinon-Avoine

A) Comparaison des consommations totales en légumes

a) Comparaison avec les données de l'enquête INSEE de 1991

Les résultats de l'enquête alimentaire réalisée autour de l'installation nucléaire de Chinon-Avoine par l'IRSN en partenariat avec EDF, ont permis d'évaluer les habitudes alimentaires de la population dans un périmètre géographique restreint (PARACHE, 2009) (cf. point 4.2.2. pour la description des caractéristiques de cette étude). Les résultats de cette enquête, ont notamment été comparés aux données fournies par l'enquête INSEE de 1991. Le nombre d'espèces prises en compte dans les enquêtes alimentaires de l'IRSN étant plus exhaustif (cf. annexe 8), la comparaison des consommations moyennes en légumes avec les données de l'INSEE 1991 s'est limitée aux espèces de légumes reprises par (BERTRAND, 1993).

Il ressort que la consommation de légumes fruits (tomates et haricots verts) est nettement supérieure pour la population enquêtée autour de Chinon par rapport à celle mentionnée par (BERTRAND, 1993) (figure 4).

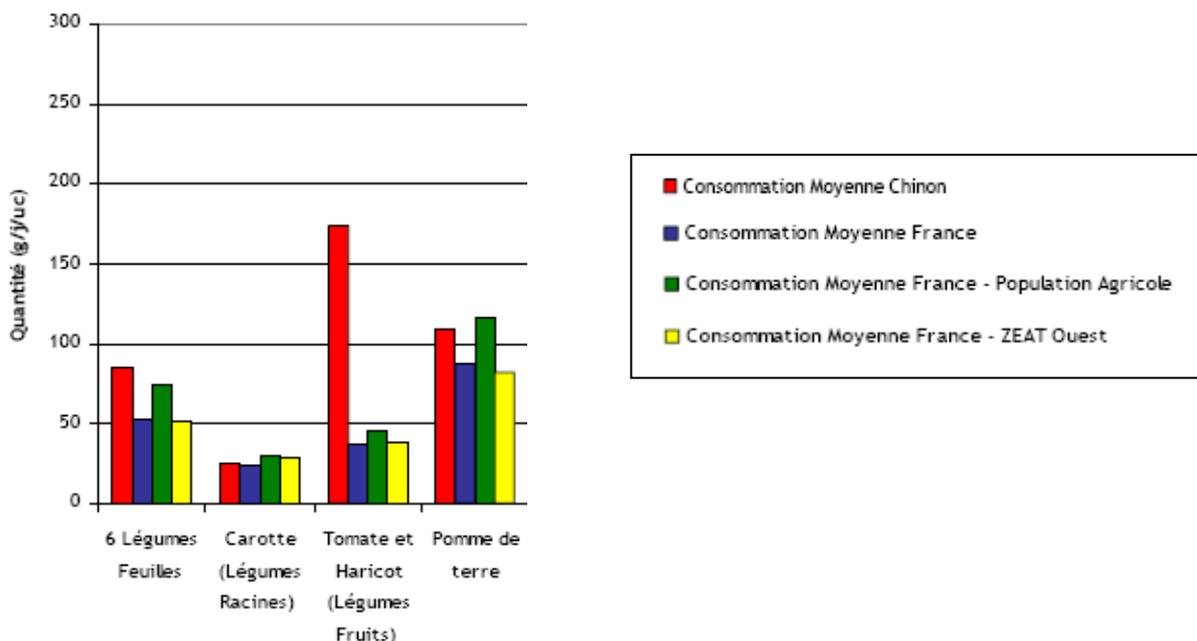


Figure 4 : comparaison des quantités de légumes consommées entre les enquêtes alimentaires autour de l'installation nucléaire de Chinon-Avoine et l'enquête INSEE de 1991 issue des données synthétisées par (BERTRAND 1993) (adaptée d'après PARACHE, 2009).

Pour les légumes feuilles (laitues, endives, autres salades, poireaux, choux fleur et artichauts), les légumes racines (carottes uniquement) et la pomme de terre, les différences sont relativement faibles, surtout lorsqu'on considère la population agricole.

Au vue du poids que représentent les légumes fruits dans la consommation moyenne de la population enquêtée à Chinon, l'utilisation des données de l'enquête INSEE de 1991, minimise la consommation totale de légumes d'un facteur 1.5 environ. Néanmoins, dans une certaine mesure, cette comparaison reste discutable. En effet, les valeurs pour Chinon sont issues d'une enquête alimentaire dont l'objectif était de rechercher les comportements alimentaires pouvant entraîner une exposition plus importante de la population et de définir de façon réaliste la ration alimentaire et le taux d'autoconsommation des groupes de population les plus exposés. Elle a donc eu lieu pendant la période de plus forte production des potagers, fin juin-début juillet, alors que les données fournies par (BERTRAND, 1993) sont des valeurs moyennes sur l'année. Or, comme nous le verrons ultérieurement, il existe d'importantes variations saisonnières de consommation selon le type de légumes d'une saison à l'autre, *a fortiori* pour les légumes fruits (cf. tableau XIII). De plus, le calcul et la valeur des Unités de Consommation (UC) sont différents entre les deux études (cf. point 4.1.2.B pour la notion d'UC). Les valeurs

des UC dans l'enquête INSEE sont, selon l'échelle d'Oxford (BERTRAND, 1993) : 1 pour le chef de famille, 0.7 pour chaque autre adulte (14 ans et plus) et 0.5 pour chaque enfant (moins de 14 ans) (PARACHE, 2009).

b) *Données fournies par CIBLEX*

Comme nous l'avons déjà mentionné, la base de données CIBLEX fournit pour chaque ZEAT ou pour la France entière des données de consommation en légumes selon la catégorisation habituelle en légumes feuilles, légumes fruits, légumes racines et pommes de terre (cf. annexe 5). Afin de pouvoir être comparées, les valeurs issues de l'enquête alimentaire de Chinon ont été exprimées en g/j/pers. D'autre part, les espèces légumières considérées sont celles qui sont communes à l'enquête alimentaire de Chinon (cf. annexe 8) et à CIBLEX. Il ressort que la moyenne issue du croisement « ZEAT ouest - commune rurale - +61 ans » dans CIBLEX est celle qui affiche le plus de similitude avec les données de Chinon, notamment pour les légumes fruits (figure 5).

Les autres recoupements fournis par CIBLEX ne permettent pas d'approcher la consommation totale en légumes de Chinon. Néanmoins, pour les mêmes raisons invoquées précédemment, les singularités des deux approches expliquent pour partie, les écarts observés. Qui plus est, il faut rappeler que le nombre d'espèces pris en compte dans CIBLEX est très important et que les fruits d'arbre sont inclus parmi la catégorie « légumes fruits » (cf. tableau I).

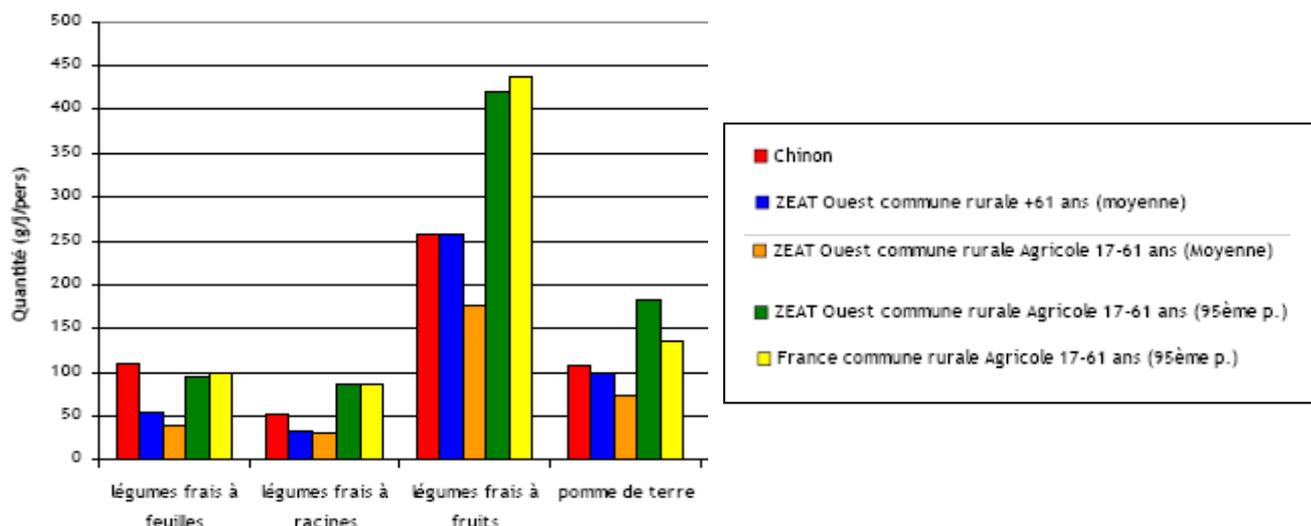


Figure 5 : comparaison des quantités de légumes consommées entre l'enquête alimentaire de Chinon-Avoine et la base de données CIBLEX (PARACHE, 2009)

B) *Comparaison des taux d'autarcie*

Les seules données en libre accès sur l'autarcie en légumes sont celles de l'enquête INSEE de 1991, reprise dans CIBLEX.

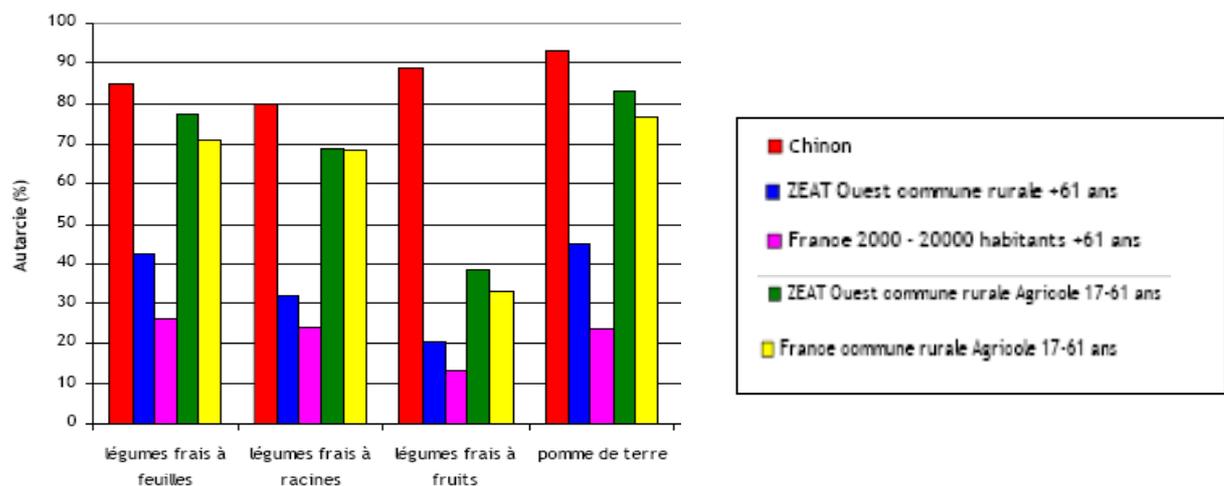


Figure 6 : Comparaison des taux d'autoconsommation entre Chinon et CIBLEX (PARACHE, 2009)

On constate là encore que le taux d'autarcie des légumes fruits est beaucoup plus important pour Chinon que ceux fournis par chacune des combinaisons choisies dans CIBLEX. En plus des limites énoncées précédemment, cette comparaison est biaisée par une définition différente de l'autoconsommation. Pour l'INSEE, l'autoconsommation ne concerne que les légumes cultivés par les foyers (potager ou dons) et n'inclut pas les produits locaux (maraichers) contrairement aux enquêtes de l'IRSN.

3.2 Objectifs du mémoire et problématique

Le présent rapport s'inscrit dans cette volonté de diminuer la part arbitraire du calcul de la DJE pour la démarche IEM. L'un des paramètres les moins bien renseignés dans le calcul de la DJE concerne le taux d'autarcie (TA) dont la seule source est l'enquête nationale INSEE de 1991. L'objectif stratégique du présent mémoire est de développer et caler une méthode empirique (c'est-à-dire basée sur des données de terrain) permettant d'estimer un taux d'autosuffisance (TAf) moyen qui soit :

- **Pertinent** pour une l'échelle géographique restreinte.
- Basé sur le recueil de données de terrain **simples**.
- **Fiable** et **Robuste** aux variabilités spatio-temporelles d'autoconsommation de légumes.
- Révélateur d'une **exposition chronique**.

4 Matériel et méthode

4.1 Présentation de la méthode ADEME dans son état initial.

4.1.1 Construction

L'ADEME a imaginé une méthode qui vise à calculer un taux d'autosuffisance (TAf) en plantes potagères. L'équation initiale à partir de laquelle nous nous sommes appuyés pour développer et caler cette méthode est la suivante :

$$TA (\%) = \left(\frac{S}{UC * I} \right) * 100$$

Avec :

- S : surface du potager (en m²).
- Nb : nombre de personnes étant alimentées par le potager, exprimé en Unité de Consommation (UC).
- I : Intensification de la pratique du jardinage (m²/UC).

4.1.2 Description des paramètres

A) Le paramètre « Surface » des potagers

La surface du potager correspond à l'aire qui est strictement dévolue à la production de légumes. Cette surface ne prend pas en compte les allées, les haies de séparation, les bâtiments d'élevage ou bien encore les arbres fruitiers en accord avec la définition du terme « légume » énoncée en début de ce rapport.

B) Le paramètre « Unité de Consommation »

Le développement et le calage de la méthode, qui se veut globale et simple, ne peuvent pas se faire en considérant un nombre de personnes « physiques » car, il nous faudrait utiliser différentes classes d'âge, et *in fine* développer une méthode pour chacune d'entre elles. C'est la raison pour laquelle la construction de la méthode est indissociable de l'utilisation du concept d'Unité de Consommation » (UC).

L'UC est un concept reconnu nationalement et internationalement (défini notamment par l'INSEE et l'OCDE). Le principe de l'UC est d'attribuer un coefficient, allant de 0 à 1, à chacun des membres des familles investiguées lors d'une enquête alimentaire selon la catégorie d'âge à laquelle ils appartiennent. La valeur de chaque coefficient, le nombre et l'amplitude des classes d'âge sont attribuées de façon arbitraire, et ne reposent sur aucun fondement scientifique. Une personne à laquelle une UC de 1 est attribuée ne signifie pas qu'elle consomme deux fois plus qu'une personne ayant une UC de 0.5.

Le principal objectif de l'utilisation du concept de l'UC est de pouvoir ramener une quantité totale d'aliments ingérés par une famille pendant plusieurs jours (généralement en Kg/semaine) en une quantité de légumes ingérés individuellement (en Kg d'aliment/UC/jour). En effet, tous les membres de la famille ne participent pas régulièrement et dans la même mesure aux repas quotidiens et la famille peut recevoir des invités durant la semaine de l'enquête. Il est nécessaire d'établir une UC moyenne par famille (UC_m), de façon à calculer le plus justement possible les quantités ingérées par individu. Cette unité est obtenue par la relation suivante :

$$UC_m = \left(\frac{\sum \text{Coef}_{UC, \text{semaine}}}{\text{Nombre de repas}_{\text{semaine}}} \right)$$

Pour le développement et le calage de la méthode, les coefficients (Coef_{UC}) sont ceux qui sont utilisés dans les enquêtes alimentaires menées par l'IRSN : 1 pour les personnes du foyer âgées de plus de 12 ans, de 0.5 pour les personnes de 4 à 12 ans et un coefficient de 0 pour les enfants de moins de 4 ans (Durand V. et al., 2006). L'UC est ainsi un concept pratique permettant d'avoir un socle méthodologique commun, indispensable à la comparaison des résultats d'enquêtes alimentaires entre eux. La description de l'UC est donc un prérequis indispensable avant toute comparaison des résultats provenant d'enquêtes alimentaires différentes. Enfin, il faut garder à l'esprit que le calcul de l'UC nécessite obligatoirement le recueil de l'âge et du nombre de personnes de chacun des membres des familles investiguées.

C) Le paramètre « intensification »

Le paramètre « intensification » est le seul paramètre de cette méthode qui est théoriquement soumis à une appréciation subjective. Ce paramètre correspond à la surface de potager nécessaire pour couvrir les besoins totaux en légumes pour un UC et pendant une année. Dans un premier temps, il a été divisé arbitrairement en trois classes :

- Forte : 65 m²/UC.
- Moyenne : 100 m²/UC.
- Faible : 180 m²/UC.

La valeur attribuée à chacune des classes est issue d'un avis d'expert cité sur un site Internet de jardinage qui n'est plus accessible à ce jour. Nous n'avons donc pas connaissance de la méthodologie employée pour l'appréciation de l'intensification. Néanmoins, le plus important est l'idée véhiculée par ce site Internet. Les valeurs ont été reprises dans le but de pouvoir tester la méthode et ne sont en aucun cas figées. Le cas

échéant, elles feront l'objet d'une modification pour caler la méthode afin de pondérer au mieux l'intensité de la pratique du jardinage.

La variation du paramètre « intensification » implique une modification de la production exportée par unité de surface. Autrement dit, ce paramètre est censé tenir compte des variations de productivité d'un potager à l'autre (en Kg/m²).

Nous exposerons les critères retenus pour caractériser ce paramètre lors de la présentation de la démarche employée pour le calage et le développement de la méthode.

4.1.3 Interprétation du résultat fourni par la méthode

Le résultat fourni par la méthode est exprimé en pourcentage et représente ce que nous avons appelé un « taux d'autosuffisance » (TAf). Par exemple, un TAf de 300% signifie qu'un foyer couvre 3 fois ses besoins en légumes. Si ce même foyer comprend 3 UC, le potager qu'il cultive est capable, en théorie, de nourrir l'équivalent de 9 UC. Cet exemple fait appel à un raisonnement théorique simplificateur qui peut cacher différentes réalités. Tout d'abord, il peut s'agir d'une réalité maximisant la part des légumes consommés si le surplus de production du potager sert à l'alimentation non seulement des personnes du foyer mais également d'autres personnes, par le biais de dons par exemple. A l'opposé, il y a l'hypothèse de consommation minimaliste où on suppose que le surplus de légumes n'est pas récolté et reste ainsi non consommé. La première hypothèse est celle qui semble la plus probable car d'après l'enquête de jardinage du CTIFL et ONIFHLOR il ressort que seulement 10% des jardiniers ne récoltent pas tous les légumes ayant été cultivés dans leur potager (CTIFL, 2000).

Il est important de noter que le résultat issu de la méthode n'est pas, à proprement parlé, un taux d'autarcie ou taux d'autoconsommation (TA) tel que considéré dans la base de données CIBLEX par exemple. Un TA, par principe, ne peut pas dépasser la valeur de 100% puisqu'il correspond à une proportion de la consommation totale de légumes ingérés. Les notions de TA et de TAf n'en demeurent pas pour autant antinomiques. Un TAf de 300% implique logiquement que chacun des membres du foyer ait un TA équivalent à 100%.

4.2 Les données de terrain mises à disposition

4.2.1 Présentation générale des étapes et déroulement des enquêtes alimentaires réalisées par l'IRSN et EDF

A) Sélection des foyers à investiguer

Dans un premier temps, le rayon d'étude est circonscrit en incluant, autant que faire se peut, des zones (PARACHE, 2009 ; MAURAU et PARACHE, 2010) :

- Situées sous les vents dominants.
- Où l'autoconsommation est marquée.
- Localisée de manière à investiguer une surface compatible avec les moyens humains disponibles pour l'étude (une à deux enquêtrices présentes de façon quasi continue pendant quatre semaines).

La caractérisation des zones vis-à-vis de l'autoconsommation fut appréciée lors de réunions d'information avec les élus locaux des communes concernées. Les renseignements apportés par les élus locaux ont permis de faciliter le choix des foyers à enquêter en référence à la priorisation suivante des critères d'échantillonnages :

- Critère d'ordre 1 : jardinier amateur, producteur de fruits et légumes, entretien d'une basse cours, client régulier de producteurs locaux de fruits, légumes ou animaux, agriculteur, chasseur, pêcheur, etc.
- Critère d'ordre 2 : foyer avec enfants.
- Critère d'ordre 3 : appartenance à des catégories socioprofessionnelles variées.

La prise en compte de l'autoconsommation prévaut donc sur les autres critères, ce qui introduit inéluctablement un biais de sélection dans l'échantillonnage. De cette sélection singulière des foyers, en résulte des taux d'autoconsommation maxima.

B) Méthodologie d'enquête

Comme pour les enquêtes alimentaires nationales de l'INSEE ou de l'AFSSA, la caractérisation de l'alimentation des foyers a été réalisée à l'aide d'un carnet de consommation sur une durée de 7 jours (cf. annexe 9).

Le renseignement de ces carnets de consommation permet notamment de calculer une quantité de légumes ingérés par foyer sur une semaine et de déterminer leur provenance. Les quantités de légumes sont estimées par les foyers eux-mêmes, à l'aide de mesures ménagères et font référence au poids frais des parties consommables avant cuisson. Les légumes renseignés proviennent l'autoproduction et les espèces de légumes sont classées en quatre grands types couramment usités dans les études radioécologiques (annexe 8). Par le terme autoproduction de légumes, on entend la consommation de produits locaux ou issus de productions privées. De ce fait, en plus des légumes

autoproduits dans les potagers, les légumes issus du maraîchage peuvent être inclus parmi les légumes autoconsommés.

Nous présenterons successivement les enquêtes de Chinon et de Pierrelatte-Tricastin en ne mettant en exergues que les résultats utiles à la compréhension de la démarche de calage de la méthode ADEME et à son interprétation.

4.2.2 L'enquête alimentaire de Chinon-Avoine.

A) Caractéristiques sociodémographiques de la population enquêtée.

L'enquête alimentaire autour de l'installation nucléaire de Chinon-Avoine, en Indre et Loire, a porté sur 88 foyers, soit un total de 217 personnes. Dans le but d'obtenir des données qui soient représentatives d'un comportement alimentaire maximaliste, permettant notamment de caractériser des taux d'autoconsommation maxima, la quasi-totalité des foyers sélectionnés possède un potager. Il en résulte des structures démographique (Tableau III) et socioprofessionnelle (Tableau IV) sciemment différentes de celles de la population locale (données INSEE de 2006 pour 5 villages de l'enquête). La classe d'âge 60-74 ans, les retraités et les agriculteurs sont surreprésentés dans la population enquêtée. La structure sociodémographique de la population de Chinon-Avoine semble donc en accord avec celle traditionnellement retrouvée à l'échelle nationale pour la population de jardiniers cultivant un potager (cf. point 2.2.2.).

Tableau III : structure démographique de la population investiguée lors de l'enquête alimentaire de Chinon-Avoine (PARACHE, 2009).

Tranches d'âge	Population enquêtée		Population totale	
	Nombre	%	Nombre	%
0-19 ans	32	15	2482	26
20-39 ans	19	9	2328	25
40-59 ans	77	35	2456	26
60-74 ans	80	37	1413	15
75 ans et +	9	4	702	7
Total	217	100	9381	100

Tableau IV : structure socioprofessionnelle de la population investiguée lors de l'enquête alimentaire de Chinon-Avoine (PARACHE, 2009).

Catégorie socioprofessionnelle (CSP INSEE)	Population enquêtée		Population totale (5 villages)	
	Nombre	%	Nombre	%
Agriculteurs	19	9	236	3
Artisans/commerçants	5	2	244	3
Cadres	7	3	216	2
Professions Intermédiaires	13	6	988	11
Employés/ouvriers	32	15	2305	25
Total ACTIFS	76	35	3989	43
Retraités	97	45	1936	21
Sans activité professionnelle	44	20	3456	37
Total	217	100	9381	100

B) Recueil des paramètres nécessaires au fonctionnement de la méthode à l'aide des « fiches autoproduction ».

a) *Présentation des « fiches autoproduction »*

A la demande de l'ADEME, les enquêtrices (IRSN avec l'aide du BEGEAT) ont recueilli en présence de l'exploitant de chacun des 88 potagers, les données relatives à l'évaluation de l'importance de l'autoconsommation (voir exemple d'une « fiche autoproduction » remplie en annexe 10). Cette fiche renseigne qualitativement et quantitativement la production de légumes et de fruits issues des potagers des foyers enquêtés. En outre, cette fiche fut l'occasion de recueillir les trois paramètres nécessaires à l'utilisation de la méthode ADEME.

Sur les 88 fiches qui ont été mises à notre disposition, 65 d'entre eux ont pu être exploités eu égard à nos besoins. Pour les autres, il s'agissait d'un manque d'informations concernant les productions en légumes. Il est à noter que le seul foyer présentant une activité maraîchère n'a pas été pris en compte dans notre étude conformément à la définition du terme « légume » appliquée dans ce rapport.

b) *Renseignement du paramètre « intensification »*

Le critère prépondérant retenu par les enquêtrices ayant influencé la classification des potagers pour le paramètre « intensification » a été la surface du potager. Ensuite, la caractérisation de ce paramètre a fait appel à des critères plus subsidiaires et subjectifs ayant permis de considérer un potager dans la classe :

- Forte, si le potager est « globalement » bien entretenu (absence de mauvaise herbe), avec une production de légumes optimisée dans le temps (rotations et renouvellement des cultures telles que les haricots verts et les salades) et dans l'espace (faible part de la surface du jardin non occupée pour la saison investiguée), avec un arrosage régulier durant la production, un amendement fréquent du sol par du fumier ou du compost ou bien encore l'utilisation de produits phytosanitaires. La présence d'une serre (utilisation hivernale du potager, production de plants) est l'un des points les plus révélateurs de cette catégorie. En outre, les personnes cultivant ce type de potager consacrent une partie assez importante de leur production pour la réalisation de conserves et surgélation.
- Moyenne, si le potager est entretenu de manière relativement soutenue (présence de quelques mauvaises herbes), et où l'on ne cultive que les principales espèces potagères. L'arrosage est réalisé quand les personnes

y pensent ou disposent du temps nécessaire, et l'utilisation de produits phytosanitaires est limitée à un usage curatif. La conservation des légumes est souvent occasionnelle et peu importante.

- Faible, si le potager est considéré comme une activité de loisir avant tout, sans intérêt de produire absolument. Seules quelques espèces potagères sont cultivées à la belle saison.

La caractérisation de ce paramètre doit donc être réalisée par une personne initiée à la pratique du jardinage. En outre, afin de garder le même degré de subjectivité, une seule et même personne doit renseigner ce paramètre pour une même étude.

Parmi les 65 foyers retenus, 34, 23 et 8 foyers sont respectivement inclus dans les classes « forte », « moyenne » et « faible ».

c) *Renseignement du paramètre « surface du potager »*

Les surfaces des potagers furent communiquées par les jardiniers eux-mêmes. Si ces derniers n'étaient capables d'apprécier la surface de leur potager « de mémoire », des mesures furent alors pratiquées *in-situ* par enjambements. La taille moyenne des potagers atteint 375 m², avec une médiane à 300 m². Il apparaît donc que la surface des potagers des 65 foyers pris en considération pour le calage de la méthode est très importante en comparaison aux données issues des enquêtes nationales de l'UPJ (médiane de 50 m²) ou du CTIFL (médiane de 100 m²).

Suite à une prise de contact avec l'une des deux enquêtrices ayant participé au remplissage des « fiches autoproduction », il nous a été communiqué que la surface mentionnée comprenait, pour certaines d'entre elles, les arbres fruitiers. Il nous a donc fallu, afin de se limiter à la production de légumes, soustraire la surface potentiellement occupée par les arbres fruitiers. Cette opération a engendrée deux sources d'incertitudes que sont d'une part, le calcul de la surface occupée par les arbres en l'absence de donnée concernant leur « taille », et d'autre part, l'appréciation de la cohérence entre la surface et le nombre d'arbres fruitiers mentionnés sur les « fiches autoproduction ».

Pour soustraire la surface occupée par les arbres, nous ne disposions que du nombre de pieds par espèce (annexe 11). Les surfaces moyennes occupées par les arbres des différentes espèces à l'âge adulte ont été renseignées par des mesures effectués personnellement et étayées à l'aide d'un ouvrage de jardinage (THOREZ et LAPOUGE-DEJEAN, 2010) (tableau V).

Pour certaines espèces telles que les groseilliers, cassis et framboisiers nous sommes repartis des données de production pour approximer la surface occupée, à l'aide des données de rendement fournies par ce même ouvrage de jardinage (THOREZ et LAPOUGE-DEJEAN, 2010).

Tableau V : synthèse des valeurs utilisées pour évaluer la surface occupée par les arbres et arbustes.

Espèces	Surface (m ² /pied)	Rendement
Noyer	40	
Cerisier	25	
Prunier	10	
Noisetier	7	
Abricotier	3	
Poirier, Pêcher, Pommier	2	
Framboise		6Kg / 10m ²
Groseillier et Cassissier	1	1Kg / arbuste

Une fois les surfaces occupées par les arbres fruitiers calculées et déduites, nous avons vérifié la cohérence de la nouvelle surface du potager avec la production de légumes. Pour un certain nombre de jardins, la surface devenait négative après soustraction de celle occupée par les arbres fruitiers. Pour d'autres jardins, la nouvelle surface mesurée apparaissait beaucoup trop faible par rapport à la production de légumes mentionnée. Dans ces deux cas, la surface du potager rapportée sur la « fiche autoproduction » fut conservée en l'état (pas de déduction).

Après le retrait de la surface occupée par les arbres fruitiers, la moyenne de la surface des potagers, pour les 65 foyers exploitables, est de 312 m² et la médiane de 231 m², soit une diminution respective de 17 et 23% par rapport aux surfaces d'origine mentionnées sur les « fiches autoproduction ». La distribution des surfaces des potagers, avec ou sans les arbres fruitiers, est de type LOG-Normale avec des fréquences qui tendent à diminuer vers les fortes valeurs (figure 7).

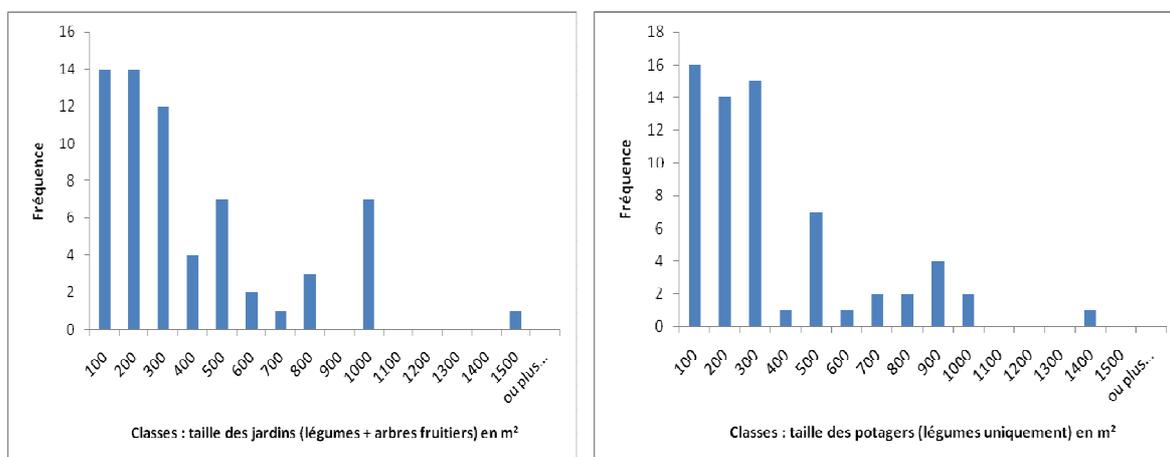


Figure 7 : histogrammes de fréquence de la surface des potagers.

d) *Recueil de la production annuelle en légumes.*

Bien qu'ayant retiré plus d'un quart des foyers enquêtés en raison d'un manque de renseignements disponibles trop important, les « fiches autoproduction » des 65 foyers retenus ne fournissent pas toutes le même niveau de détail concernant la production de légumes. En effet, trois approches ont été utilisées pour recueillir les données de production pour chacune des espèces légumières :

- 1^{ère} approche : nous avons repris les données de production fournies directement en Kg/an, soit en Kg/jour accompagnées du temps de récolte. Il s'agit du cas idéal, comme dans l'exemple fourni en annexe 10 où la plupart des productions des espèces légumières ont été renseignées de la sorte. Ces données d'autoproduction ont été fournies oralement par les jardiniers eux-mêmes. Lorsque le jardinier n'était pas en mesure de fournir la production pour une espèce donnée, les enquêtrices posaient alors les deux questions suivantes :
 - Combien d'unités récoltez-vous par jour (exemple : 4 tomates)?
 - Quel est le temps de production pour cette espèce ?

A partir des réponses à ces deux questions, les enquêtrices ont extrapolé vers une production annuelle à l'aide des poids moyens des parties comestibles pour chaque espèce. Ces poids moyens sont issus de plusieurs années d'expériences dans les enquêtes alimentaires. Ils ont été vérifiés en pesant une série de plusieurs unités provenant soit du potager personnel des enquêtrices, soit du supermarché.

- 2^{ème} approche : on ne dispose que du nombre de pieds, de rangs ou d'unités produites (ex : 3 pieds de tomate). Il nous est ainsi nécessaire de reprendre des données de rendement fournies par les ouvrages de jardinage pour remonter vers une production à l'année (annexe 30).
- 3^{ème} approche : nous ne disposons que du nom de l'espèce. Dans cette situation, nous reprenons les quantités autoconsommées pour l'espèce de légume en question, issues des résultats de la semaine d'enquête alimentaire (cf. point suivant) que nous multiplions par le nombre de semaines de production fourni dans les ouvrages de jardinage.

L'utilisation plus ou moins importante de la première approche est celle qui a été privilégiée dans le choix des foyers pour le calage de la méthode. Les deux autres approches représentent une solution d'appoint, qui permet de pallier à l'absence de

renseignement de production concernant quelques légumes, mais ne concerne en aucun cas l'ensemble des espèces pour un même foyer. La véracité des données de production en légumes repose donc sur l'expertise des enquêtrices ayant remplies les « fiches autoproduction ».

La production annuelle en légumes (P_a) est obtenue pour chacun des 65 foyers en additionnant la production des différentes espèces légumières cultivées (en Kg/an). Ensuite, pour chaque foyer, P_a est convertie en une production individuelle (P), exprimée en Kg/UC/an en divisant P_a par le nombre moyen d'UC/foyer (UC_m) présent à chaque repas :

$$P = \frac{P_a}{UC_m}$$

C) Quantité totale de légumes consommés pendant la semaine d'enquête alimentaire.

Lors du relevé des carnets de consommation, les quantités évaluées par mesures ménagères sont converties en masse (en grammes) pour obtenir une quantité hebdomadaire de légumes consommés (Q_h). Pour chaque foyer, la valeur de Q_h sert ensuite à calculer une quantité totale de légumes consommés individuellement (Q_i , en gramme/UC/jour) ; à partir du calcul suivant :

$$Q_i = \frac{Q_h}{UC_m * 7}$$

D) Appréciation de l'évolution saisonnière de la consommation en légumes.

a) *Les résultats de l'enquête alimentaire autour de l'installation nucléaire de Pierrelatte-Tricastin.*

La principale particularité de l'enquête alimentaire autour du site nucléaire de Pierrelatte-Tricastin est sa réalisation sur les quatre saisons pour 25 foyers domiciliés à Bollène (Vaucluse) représentant un total de 70 personnes (DURAND et MERCAT-ROMMENS, 2007 ; PARACHE, 2010). En moyenne, la taille des jardins des 25 foyers investigués est très importante puisque pour 11 d'entre eux, la surface est supérieure à 500 m². Comme pour l'enquête de Chinon-Avoine, les caractéristiques sociodémographiques et socioprofessionnelles des 70 personnes enquêtées montrent des différences importantes avec celles de la population locale représentée par la ville de Bollène. La classe d'âge 60-74 ans est surreprésentée par rapport aux statistiques de la ville de Bollène (Tableau VI).

Tableau VI : structure démographique de l'échantillon des 25 foyers investigués sur quatre saisons autour du site nucléaire de Pierrelatte-Tricastin (DURAND et MERCAT-ROMMENS, 2007).

Tranches d'âges	Population enquêtée		Population Totale Bollène
	Nombre	En %	
0 à 19 ans	13	19	4048 (29%)
20 à 39 ans	12	17	3613 (26%)
40 à 59 ans	14	20	3585 (24%)
60 à 74 ans	29	41	1924 (14%)
75 ans et +	2	3	937 (7%)
TOTAL	70	100	14107 (100%)

Ceci concorde avec la structure socioprofessionnelle de la population investiguée puisque les retraités représentent plus de 40% de l'échantillon (Tableau VII).

Tableau VII : structure socioprofessionnelle de l'échantillon de Pierrelatte-Tricastin (DURAND et MERCAT-ROMMENS, 2007).

Catégories socioprofessionnelles (CSP INSEE : annexe 1)	Population bollénoise enquêtée		Population Commune de Bollène	
	Nombre	% population enquêtée	Nombre	% population totale
Agriculteurs	7	10	136	1
Artisans/commerçants	4	6	332	2
Cadre	2	3	336	2
Professions intermédiaires	2	3	1084	8
Employés/ouvriers	6	7	3737	27
<i>Total actifs</i>	<i>21</i>	<i>30</i>	<i>5625</i>	<i>40</i>
Retraités	29	41	2284	16
Sans activité professionnelle	20	29	6198	44
TOTAL	70	100	14107	100

En outre, la proportion d'agriculteurs est 10 fois supérieure à celle de la population de la ville de Bollène. Comme pour l'enquête de Chinon-Avoine, cette structure sociodémographique singulière et l'importante taille des jardins, résultent d'un biais volontaire de sélection des individus investigués.

Quant à l'évolution saisonnière des consommations, il apparait que l'été est la saison où la quantité totale de légumes consommés est la plus importante (tableau VIII).

Tableau VIII : évolution de la quantité totale de légumes consommés selon la saison, pour les 25 foyers sélectionnés dans le cadre de l'enquête alimentaire de Pierrelatte-Tricastin (adapté selon PARACHE, 2010).

	TOTAL (g/UC/j)	% de variation par rapport à l'Eté	Résultats Statistiques
Eté	734	0	
Printemps	604	18	*
Automne	565	23	*
Hiver	647	12	n.s
TOTAL	2671		

1. ns : non significatif ; * : significatif ($p < 0.05$, $n = 25$).

Par rapport à l'été, les quantités totales de légumes consommées en hiver, printemps et en automne sont respectivement de 12, 18 et 23% moins importantes. Ces différences sont significatives pour le printemps et l'automne (cf. annexes 12 à 14).

E) Evaluation de la quantité totale de légumes consommés pendant une année.

Pour le calage de la méthode, nous partirons du principe que les quantités totales (en g/UC/j) consommées au cours de la semaine d'enquête alimentaire de Chinon-Avoine sont affectées des mêmes variations saisonnières significatives que celles retrouvées pendant l'enquête alimentaire de Pierrelatte-Tricastin. Cette prise de décision est étayée par les résultats issus de l'enquête alimentaire INCA 2 qui prouvent, qu'à l'échelle nationale, il existe des variations inter-saisonnières de consommation totale en légumes qui sont significatives, hormis pour les pommes de terre.

Ainsi, la quantité totale de légumes consommés lors de la semaine d'enquête, toutes origines confondues (potager et commerce), exprimée en g/UC/jour, sera extrapolée à une consommation annuelle en tenant compte des variations de consommation entre les saisons (cf. tableau VIII). Comme la saison au cours de laquelle l'enquête alimentaire de Chinon fut réalisée est l'été, et que c'est pendant l'été que la consommation totale en légume est la plus forte, on peut extrapoler vers une consommation annuelle à partir des données hebdomadaires en multipliant non pas par 365 jours mais par 328 jours, selon l'équation suivante:

$$Q = Q_i * (365/4) * (1 + a + b + c)$$

$$Q = Q_i * (365/4) * (1 + 1 + 0.82 + 0.77)$$

$$Q \approx Q_i * 328$$

Avec :

- Q : quantité annuelle totale de légumes consommés (commerce et potager) exprimée en Kg/UC/an.
- a, b et c : coefficients pondérateurs issus des données de variation de consommation en légumes fournies dans le tableau VIII.

Malgré cette prise en compte des variations saisonnières de consommation en légumes, il est fort probable que la quantité de légumes consommés à l'année reste maximisée. Il faut en effet garder à l'esprit que le calcul repose sur une durée de seulement une semaine, avec la volonté d'intervenir lorsque la production de légumes dans les potagers est la plus forte.

4.3 Démarche suivie pour tester la méthode

Le test de la méthode imaginée par ADEME requiert une analyse de la corrélation entre les résultats fournis par cette méthode et ceux acquis sur le terrain. Pour implémenter et faire fonctionner la méthode, les trois paramètres que sont la « surface du potager » (S), l'« intensification » (I) et le « nombre moyen d'UC » (UC_m) ont été recueillis à l'aide de l'enquête alimentaire de Chinon-Avoine. Nous avons ainsi pu calculer un taux d'autosuffisance en légumes issu de la méthode ($Taf_{\text{méthode}}$) pour chacun des 65 foyers (figure 8). En parallèle, un taux d'autosuffisance issu des données de terrain (Taf_{terrain}) est calculé pour ces mêmes foyers. Le Taf_{terrain} correspond au rapport entre la quantité annuelle de légumes produits par potager et par UCm (P) et la quantité annuelle de légumes consommés, toutes origines confondues par UCm (Q). Comme P et Q sont exprimées toutes les deux en Kg de légumes/UCm/an, nous obtenons bien un taux, exprimé en pourcentage.

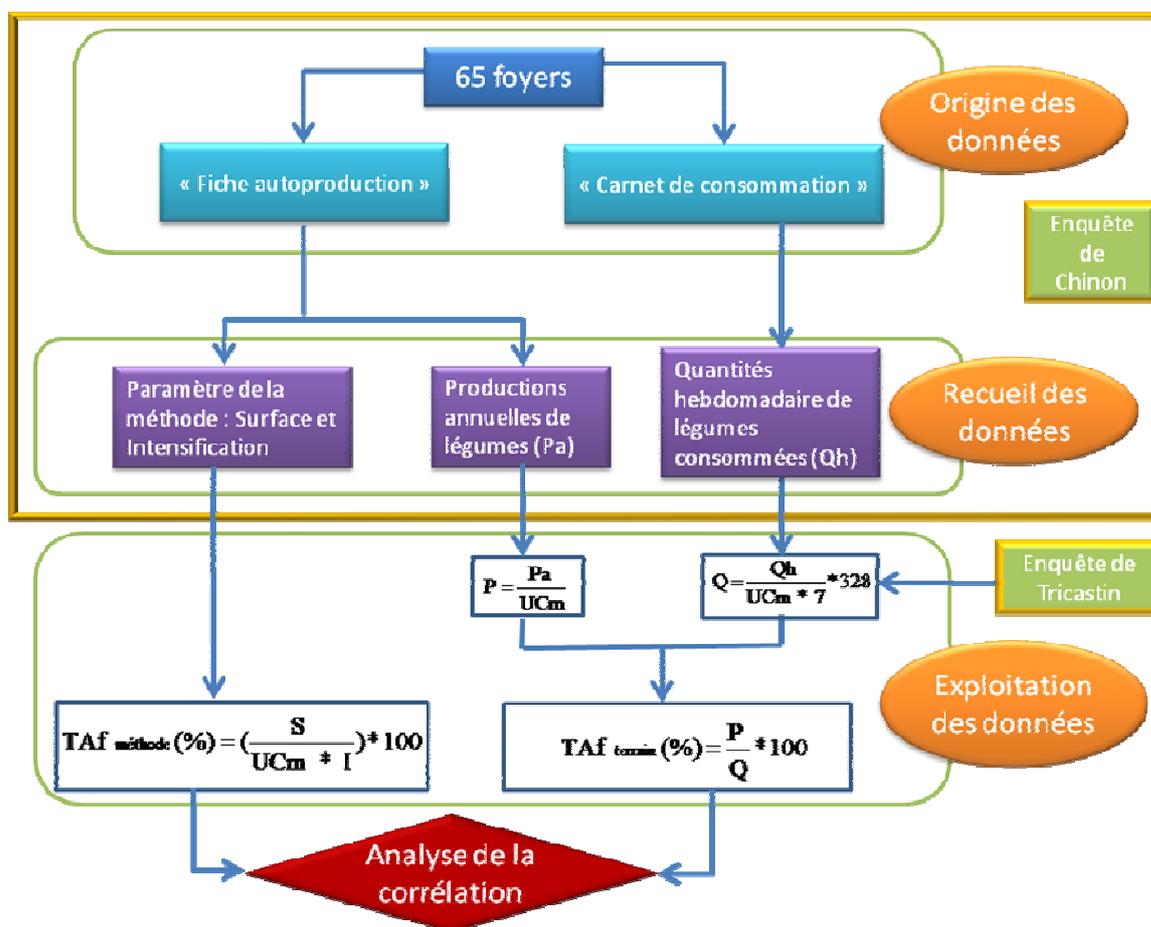


Figure 8 : présentation de la succession des étapes utilisées pour tester la méthode.

5 Présentation des corrélations obtenues

5.1 Corrélations obtenues sur les données brutes sans modification des paramètres initiaux de la méthode

La corrélation entre les T Af issus de la méthode et les T Af issus des données de terrain montre visuellement que (figure 9) :

- L'inertie du nuage est mieux captée par une courbe impliquant une fonction puissance que par une droite affine. Le coefficient de détermination (R^2) augmente de près de 45% lors de l'utilisation d'une courbe de tendance avec une fonction puissance.
- La dispersion du nuage de point devient plus importante à mesure que les valeurs de T Af augmentent.
- Les T Af_{méthode} sont en moyenne 1.7 fois plus importants que les T Af_{terrain}.

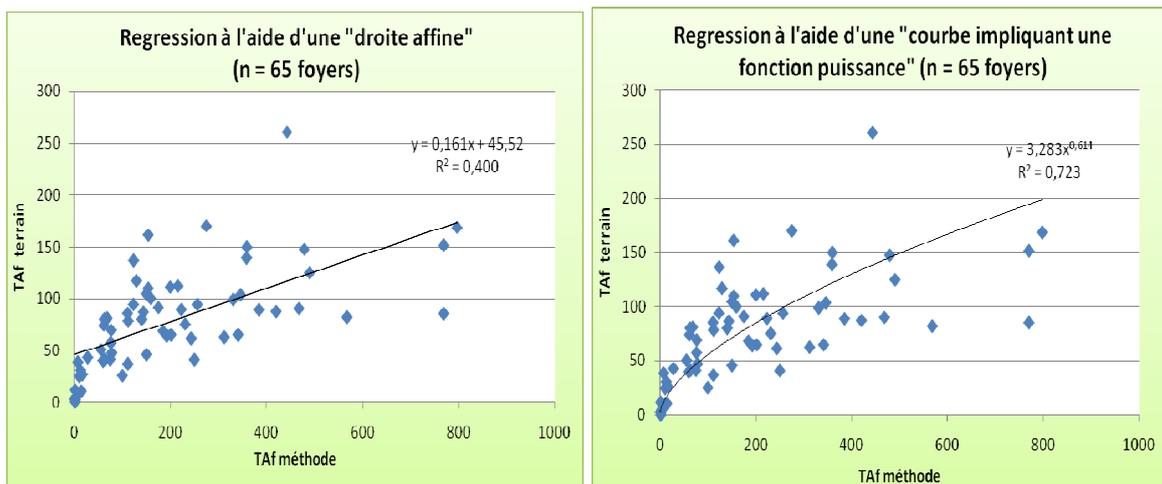


Figure 9 : courbes de tendance captant le maximum de variabilité du nuage (coefficient de détermination R^2 les plus forts) issues de l'évolution entre les « taux d'autosuffisances » issus du terrain (T Af_{terrain}) par rapport à ceux issus de la méthode (T Af_{méthode}) sans modification des paramètres initiaux.

5.2 Corrélations après correction des données de terrain et modification de certains paramètres de la méthode.

5.2.1 Corrélation après modification de la surface des potagers

La modification des surfaces brutes mentionnées sur les « fiches autoproductions » en retirant la surface occupée par les arbres fruitiers (cf. point 7.1.2.B.c) n'implique pas de variation importante de la corrélation (figure 10).

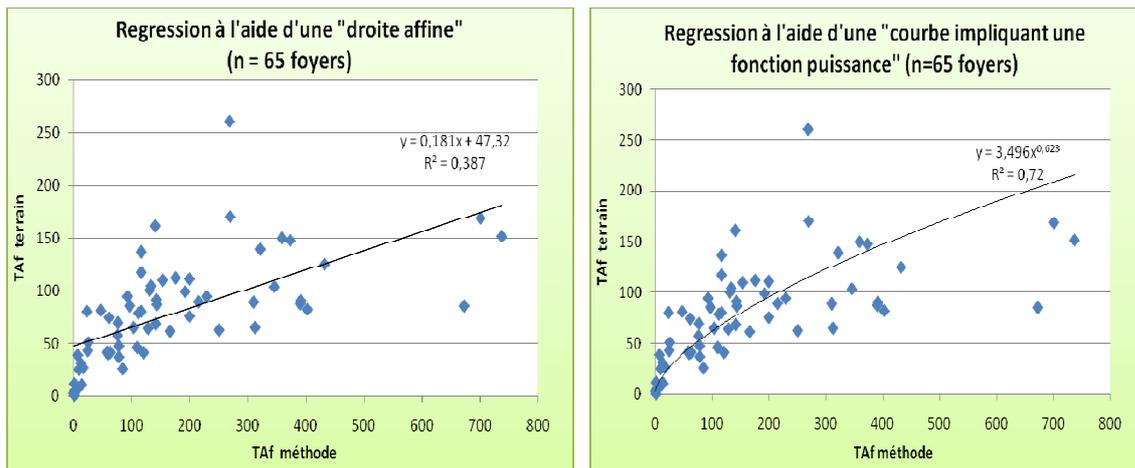


Figure 10 : courbes de tendance suite à la modification du paramètre « surface » en retirant la surface occupée par les arbres fruitiers.

L'inertie du nuage de point reste toujours mieux captée par une fonction puissance. L'écart moyen entre les $Taf_{terrain}$ et les $Taf_{méthode}$ a cependant diminué de 24% par rapport à l'exploitation des données brutes, avec des $Taf_{méthode}$ environ 1.3 fois plus fort que les $TA_{terrain}$.

5.2.2 Corrélation après modification du paramètre « intensification »

A) Influence de la variation de l'amplitude entre les trois classes d'intensification

Les amplitudes de valeur entre les trois classes du paramètre « intensification » que sont la classe forte ($I = 65 \text{ m}^2/\text{UC}$), moyenne ($I = 100 \text{ m}^2/\text{UC}$) et faible ($I = 180 \text{ m}^2/\text{UC}$) ont été fixées de manière arbitraire. Une modification de cette amplitude, notamment avec un rapprochement des valeurs de la classe forte et de la classe moyenne en prenant des valeurs respectives de 80 et 95 m^2/UC , allié à une augmentation de la valeur de la classe faible (qui passe à 200 m^2/UC) est la seule combinaison raisonnable qui augmente le R^2 . Cependant, cette augmentation reste négligeable en proportion aux variations d'amplitude apportées (le R^2 passe de 0.72 à 0.74). Nous n'avons donc pas trouvé judicieux de modifier la valeur des classes d'intensification.

B) Influence du nombre de classes prises en compte.

Lorsqu'on enlève les 8 foyers ayant une intensification « faible », on diminue le R^2 respectivement de 29% et 22% pour les fonctions linéaire et puissance. Ces 8 foyers influencent donc de manière importante la force de la régression et il est tout à fait justifié de les conserver. De la même manière, nous avons successivement retirés les 23 foyers à intensification « moyenne », puis les 34 foyers à intensification « forte ». Les R^2 ne sont que très peu modifiés au prorata du nombre de valeurs enlevées. Sans la classe « forte », la régression affiche un R^2 de 0.409 et 0.785 pour les relations linéaire et puissance

respectivement. De même, en enlevant les 23 foyers d'intensification « moyenne » les R² atteignent 0.409 et 0.706 respectivement.

Parmi les 65 foyers retenus, 8 d'entre eux sont en possession de serre d'une surface supérieure à 5 m² (jusqu'à 70 m²) dont 6 à intensification « forte » et 2 à intensification « moyenne ». Il est communément admis que la production sous serre est plus importante par rapport à un terrain « nu ». Afin de prendre en compte ce différentiel de production, nous avons essayé de modifier la valeur du paramètre « intensification » en proportion de la surface de serre servant à la production de légumes. De manière arbitraire, nous sommes partis du principe que la production par mètre carré de serre est 30% supérieure à celle d'un terrain « nu ». Par exemple, le foyer n°3, ayant une pratique du jardinage jugée « moyenne » (100m²/UC) est en possession d'une serre de 70m² qui a été comptabilisée parmi la surface totale du potager (400 m²). Si on estime que la production sur ces 70 m² de serre (S_{serre}) est 30% supérieure, alors le paramètre d'intensification passe proportionnellement d'une valeur de 100 m²/UC (I_{initiale}) à une valeur de 79 m²/UC (I_{serre}) grâce à l'équation pondératrice suivante :

$$I_{\text{serre}} = \left[1 + \left(\left(\frac{S_{\text{serre}}}{I_{\text{initiale}}} * 0.7 \right) - \left(\frac{S_{\text{serre}}}{I_{\text{initiale}}} \right) \right) \right] * I_{\text{initiale}}$$

La figure 12 montre que l'ajustement du facteur « intensification » lié à la présence d'une serre, ne modifie pas le R², quel que soit le type de régression considéré. Nous repartirons cependant de ce dernier graphique pour le calage de la méthode, car si le R² n'est quasiment pas modifié, les équations le sont légèrement.

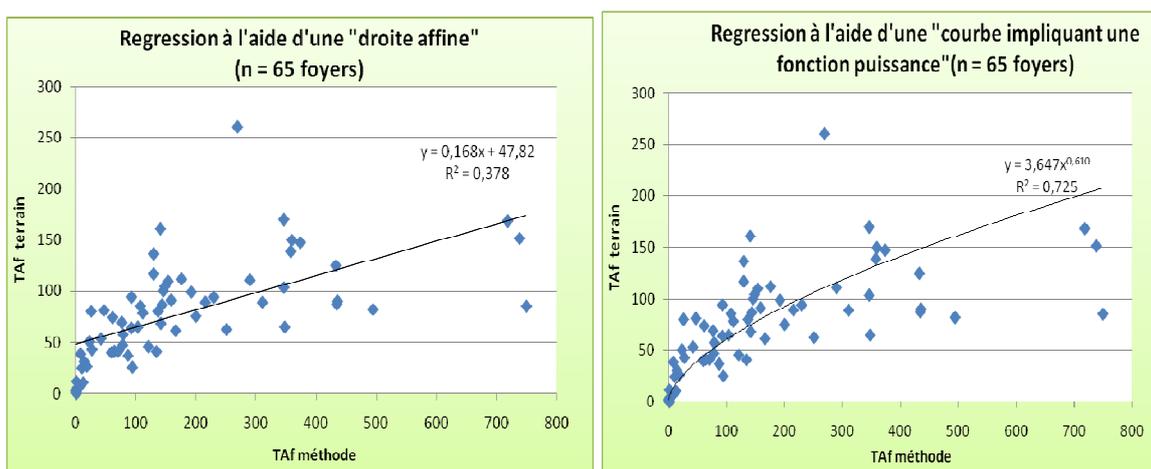


Figure 11 : courbes de tendances après avoir ajusté la valeur de l'intensification par la prise en compte de la surface des serres.

C) Nécessité de hiérarchiser le paramètre « intensification »

Comme nous venons de le démontrer, la modification du paramètre « intensification » n'améliore pas la force de la corrélation. En appliquant une valeur fixe d'intensification aux pour les 65 foyers on obtient les corrélations présentées en figure 12. Nous avons

arbitrairement utilisé une valeur de 100 m²/UC. On constate que la force de la corrélation ne change pas pour la régression linéaire et que le R² diminue de seulement 0.05 point environ pour la relation impliquant une fonction puissance. Ceci montre clairement que la hiérarchisation de l'intensité de la pratique du jardinage telle qu'elle fut évaluée dans ce rapport, n'est pas un facteur majeur de discrimination de la production des potagers.

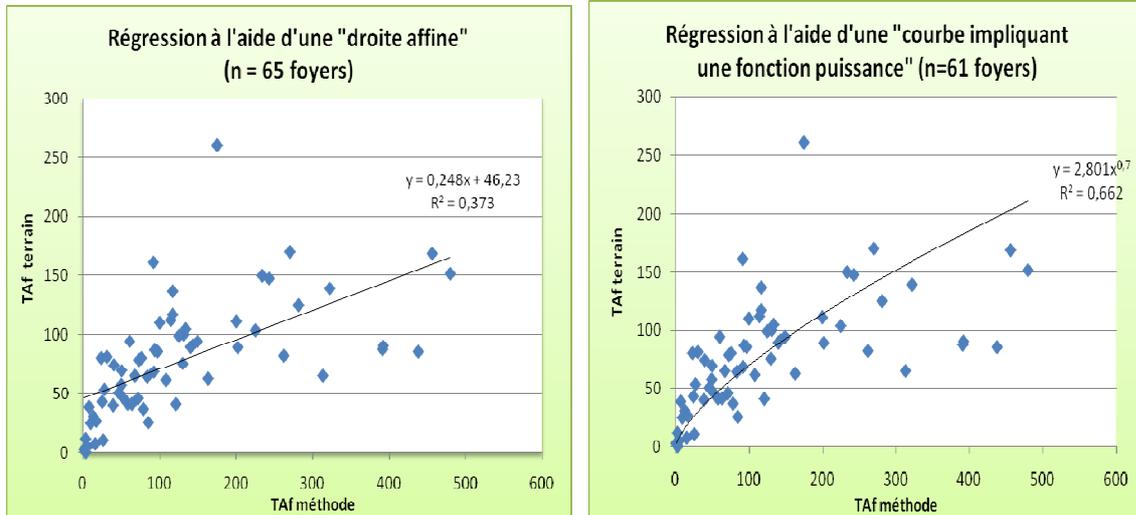


Figure 12 : courbes de tendance obtenues en appliquant une même valeur d'intensification à tous les foyers (100m²/UC).

En effet, il apparaît que c'est uniquement la surface qui est à l'origine des variations de production observées d'un potager à l'autre (figure 13). Le nuage de point issu de l'évolution des surfaces des potagers en fonction des TAF_{terrain} présente une corrélation similaire à celle présentée en figure 12 par exemple. Une courbe impliquant une fonction puissance est celle qui capte le maximum de dispersion du nuage (R² de 0.643).

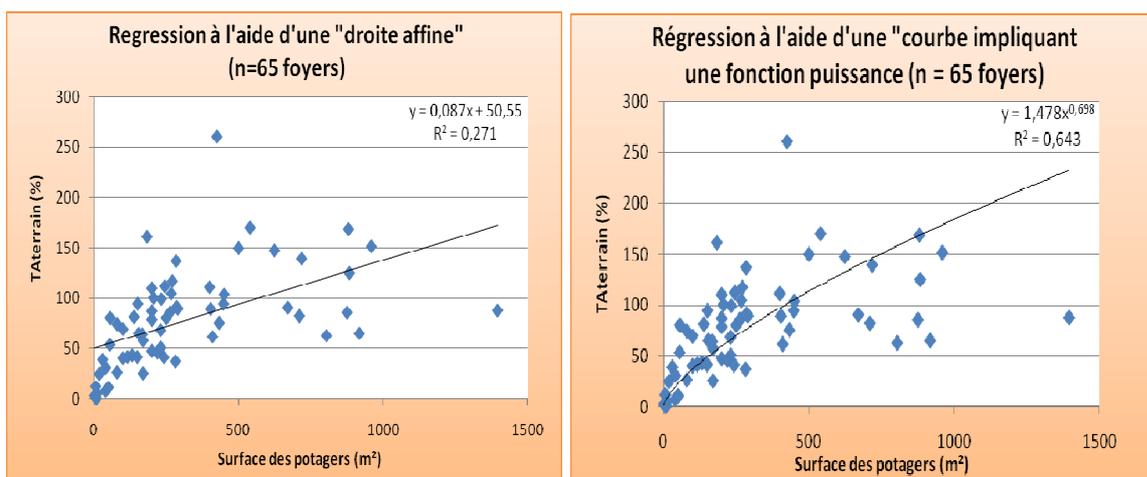


Figure 13 : courbes de tendance issues de l'évolution entre les « taux d'autosuffisances » terrain (TA_{terrain}) par rapport à la surface des potagers (en m²).

6 Discussion et interprétation des résultats

6.1 Synthèse des principaux résultats

En suivant le cheminement présenté en figure 8, nous obtenons une bonne corrélation entre les T Af issus des données recueillies sur le terrain et les T Af fournis par la méthode. La courbe de tendance qui explique le mieux la dispersion du nuage est une courbe impliquant une fonction puissance, quelles que soient les modifications apportées à la méthode. Ainsi, plus les T Af _{méthode} sont importants et plus la variation des T Af _{terrain} diminue. Parmi les trois paramètres qui composent la méthode, la surface du potager est celui qui est responsable de l'essentielle de la dispersion du nuage.

6.2 Interprétation de la faible influence du paramètre « intensification » en comparaison au paramètre « surface ».

L'une des explications possible à l'absence d'influence du paramètre « intensification » sur la valeur des T Af, est la non prise en compte lors du recueil des données de terrain, de la variation de productivité d'une classe d'intensification à une autre. La productivité, exprimée en Kg/m², apparaît en effet non significativement différente entre la classe « forte » et la classe « moyenne » (annexe 15). Il est à noter que nous n'avons pas pu réaliser cette comparaison avec la classe « faible » en raison d'un nombre de valeurs trop limité (8 valeurs seulement). Il ressort ainsi, que pour le calcul du T Af _{méthode} nous avons tenu compte de différences de production hypothétiques par l'utilisation d'une hiérarchisation en trois classes du paramètre « intensification », alors que pour le recueil des données de production fournies par les « fiches autoproductions » nous ne considérons pas cette variation. En effet, d'un potager à l'autre, la production annuelle pour une espèce de légumes donnée, ne considère pas les différences présumées de productivité (Kg/m²) entre les différents niveaux d'intensité de la pratique du jardinage déclinés dans la méthode. Par exemple, le rendement d'un pied de tomate renseigné au niveau des « fiches autoproduction », a été considéré identique qu'elle que soit le degré d'intensité de la pratique du jardinage. Nous avons voulu vérifié cette hypothèse en augmentant de 20% la production annuelle en légumes des foyers à intensité jugée « forte », en maintenant la production renseignée pour la classe « moyenne », et en diminuant de 20% la production pour les 8 foyers d'intensité « faible » (figure 14).

La force de la corrélation a tendance à augmenter (R^2 plus élevé que pour la figure 12), mais cette augmentation reste modérée au prorata de l'importante variation de production appliquée (20%).

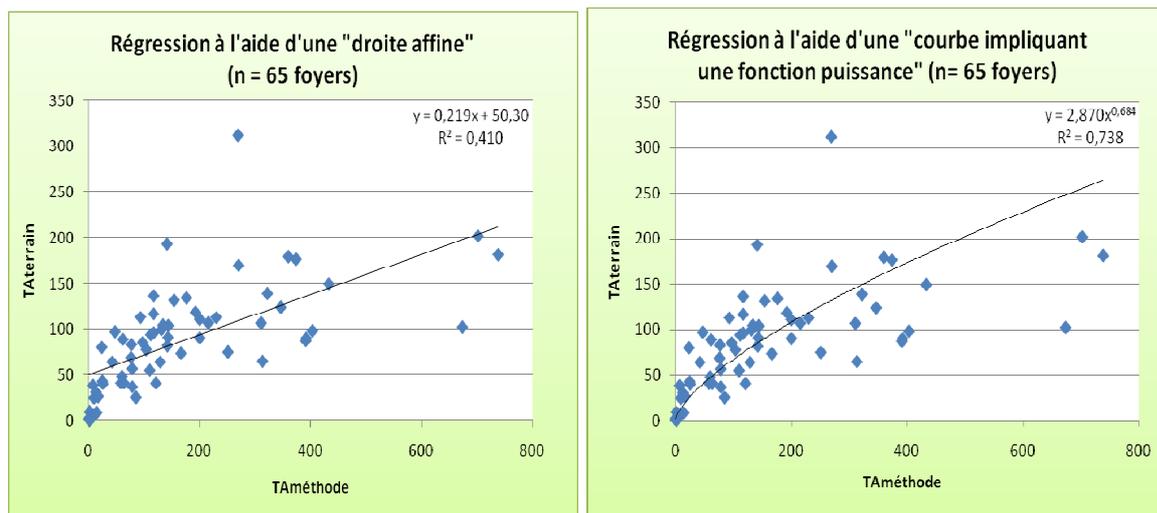


Figure 14 : courbes de tendance après pondération des productions annuelles : +20% pour les foyers dont l'intensité du jardinage est jugée « forte », pas de modification pour les foyers à intensité de jardinage jugée « moyenne » et - 20% pour les foyers à intensité de jardinage jugée « faible ».

Une autre hypothèse pouvant expliquer cette faible influence de la pratique du jardinage sur les variations de production est l'existence d'un lien entre le paramètre « intensification » et le paramètre « surface ». On sait que la surface des potagers est le critère majoritaire ayant été retenu pour la caractérisation de l'intensification par les enquêtrices, une surface importante ayant favorisée l'inclusion des potagers dans la classe « forte ». On pourrait alors s'attendre à ce que les jardins positionnés dans la classe « forte » aient une surface moyenne plus importante que les jardins inclus dans la classe « moyenne » par exemple. Les résultats de l'analyse statistique présentée en annexe 16 montrent qu'il n'y a pas de différence significative. Ainsi, bien que le critère « surface des potagers » ait été considéré comme prépondérant dans la caractérisation du paramètre « intensification », l'influence de ce critère sur cette classification semble être moins importante que nous l'aurions supposée.

Ces résultats confirment que la surface reste le paramètre le plus influent dans la discrimination des TA_{terrain} des 65 foyers considérés.

6.3 Plausibilité de l'existence d'un biais de recueil d'information

6.3.1 Hypothèse

Dans la mesure où c'est la surface des potagers qui apparaît être à l'origine de l'essentiel de la dispersion du nuage de points, il semble surprenant que la relation captant le plus de dispersion, ne soit pas linéaire. En référence à cette constatation, il serait en effet logique que la production des potagers soit proportionnelle à leur surface. Qui plus est,

les trois foyers qui se détachent nettement par leur $Taf_{\text{méthode}}$ très important sont ceux qui ont les surfaces de potagers les plus fortes avec en outre, une intensité de jardinage jugée « forte » (figure 14). Il n'est donc pas exclu qu'il y ait eu un biais de recueil des données de production mentionnées sur les « fiches autoproduction ». Ce biais se caractériserait par une sous-estimation de la production des potagers à mesure que la surface de ces derniers augmente.

6.3.2 Considération d'un éventuel biais de renseignement des productions

Afin d'étayer l'hypothèse d'un biais de renseignement concernant le recueil des productions, nous avons appliqué un facteur correcteur aux productions mentionnées sur les fiches « autoproduction » en fonction de la taille des potagers (annexe 17). L'application d'un facteur correcteur vise à améliorer la linéarité du nuage de point afin que la droite de régression affiche un R^2 proche de celui de la courbe puissance. Après avoir classées les potagers par ordre croissant de surface, nous avons constaté qu'une augmentation des valeurs de production à partir d'une surface de 425m² améliorerait sensiblement la force de la corrélation linéaire. Nous avons alors attribué un facteur correcteur pour chacun des foyers de façon proportionnelle à la valeur de la surface des potagers à partir d'une surface de 425 m². Après application de ces facteurs correcteurs nous obtenons le nuage de point présenté en figure 15. A noter que le foyer n°46 a été supprimé car il sortait nettement du nuage de point et influait de manière importante sur le R^2 .

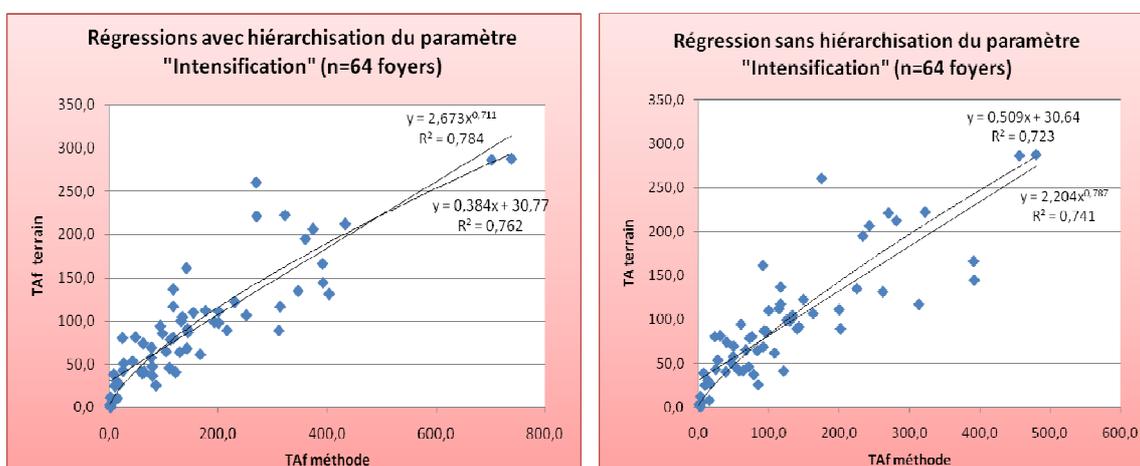


Figure 15 : courbes de tendance suite à une tentative de correction d'un éventuel biais de recueil d'information. A gauche, le graphique prend en considération les trois classes du paramètre « Intensification » pour le calcul des $Taf_{\text{méthode}}$ alors que le graphique de droite, n'intègre qu'une valeur fixe pour ce paramètre (par défaut, 100m²/UC).

Après cette rectification, on constate que la droite de régression présente un R^2 proche de celui de la régression à l'aide d'une fonction puissance. Ce résultat corrobore l'hypothèse d'une sous estimation des quantités autoproduites lorsque la taille des potagers devient

trop importante. En outre, comme nous l'avons démontré précédemment, la non hiérarchisation du paramètre « intensification » n'engendre qu'une diminution très faible du R^2 .

7 Calage de la méthode et analyse de la robustesse de la relation.

7.1 Analyse statistique de la force de la relation

La significativité de la relation présentée en figure 15 (graphique avec hiérarchisation du paramètre intensification) a été testée à l'aide d'une régression linéaire simple en utilisant l'utilitaire d'analyse sous Excel. Il aurait été plus judicieux de tester la force de la relation à partir de la courbe impliquant une fonction puissance, dont le R^2 est supérieur. Néanmoins, nous ne disposons pas d'un logiciel statistique nous permettant de tester la significativité d'une corrélation impliquant une fonction puissance.

Avant de pouvoir réaliser une régression linéaire, il nous a fallu vérifier la conformité des données aux prérequis indispensables à la réalisation d'une régression linéaire, à savoir la normalité de la distribution, l'égalité des variances et l'indépendance des résidus. En reprenant les 64 foyers sélectionnés en figure 15, l'égalité des variances entre les deux variables (TAf_{terrain} et $TAf_{\text{méthode}}$) n'est pas respectée pour un risque de 5%. Afin de respecter ce prérequis nous avons dû supprimer les foyers n°2, n°8 et n°60. Ces deux derniers foyers se distinguent nettement sur la figure 15 et présentent les $TAf_{\text{méthode}}$ les plus importants. Le nombre de foyers retenus pour l'analyse statistique est donc de 61. Les deux autres prérequis sont respectés et la corrélation linéaire est statistiquement significative ($p < 0.01$, $n = 61$) (annexe 18). Ainsi, la relation matérialisée par une droite affine entre les TA_{terrain} et les $TA_{\text{méthode}}$ n'est pas le fruit du hasard mais affiche une forte robustesse. Néanmoins, l'inertie du nuage de point captée par une droite affine reste inférieure à celle englobée par une courbe avec une fonction puissance.

7.2 Calage de la méthode sur les données de terrain.

La moyenne des $TAf_{\text{méthode}}$ est plus importante que les TAf_{terrain} de 40% environs. Pour ajuster les résultats de la méthode sur les données issues du terrain, le seul paramètre sur lequel on peut agir, est l'« intensification », les deux autres (« surfaces » et « UCm ») étant considérés comme fixent.

L'une des approches possibles pour caler la méthode sur les données de terrain est de modifier la pente de la relation linéaire, jusqu'à ce qu'elle atteigne une valeur proche de 1. Néanmoins, les $TAf_{\text{méthode}}$ ne peuvent pas s'apparenter, *stricto sensu*, aux TAf calculés à

partir des données de terrain. Le calage à partir de la valeur de la pente de la droite affine n'est donc pas envisageable.

Comme nous l'avons démontré lors de l'analyse de régression linéaire, les TAf_{terrain} et les $TAf_{\text{méthode}}$ suivent une distribution normale et ont des variances qui ne diffèrent pas significativement (annexe 19). La prise en compte de la moyenne arithmétique des TAf_{terrain} et des $TAf_{\text{méthode}}$ est ainsi le meilleur indicateur statistique de position pour ajuster les résultats issus de la méthode avec ceux du terrain. Nous avons donc calé la méthode de telle sorte que la différence entre les moyennes arithmétiques des TA_{terrain} et $TA_{\text{méthode}}$ soit la plus proche possible de zéro (figure 16).

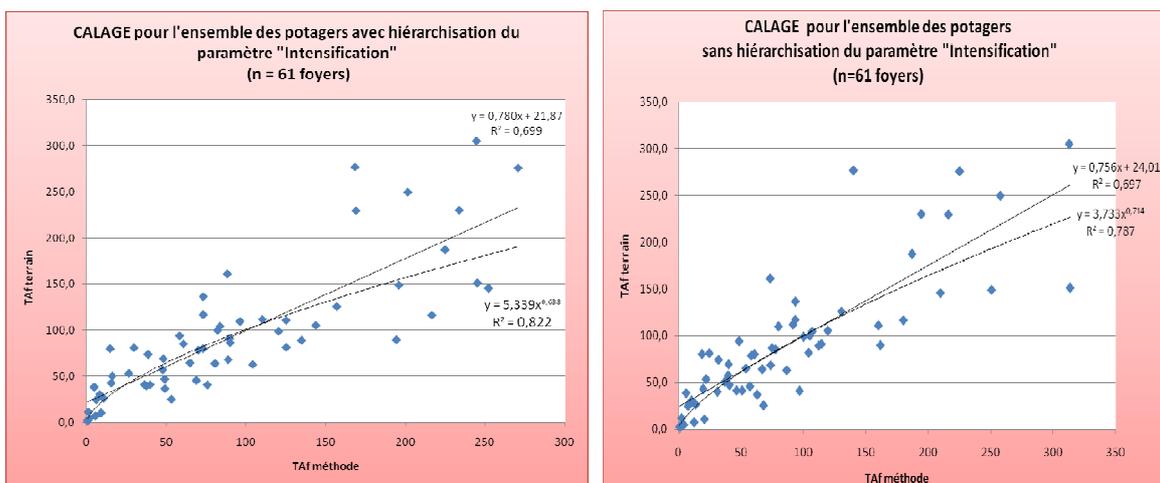


Figure 16 : courbes de tendances obtenues suite à l'ajustement des $T Af_{\text{méthode}}$ par rapport aux $T Af_{\text{terrain}}$.

Lorsqu'on fait le choix de conserver une hiérarchisation du paramètre «intensification» en trois classes, il faut multiplier la valeur initiale de ces trois classes (65, 100 et 180 m²/UC) par un facteur de 1.6. En l'absence de hiérarchisation du paramètre « intensification », la valeur fixe de 125 m²/UC permet le meilleur ajustement.

7.3 Synthèse et présentation des équations recommandées

L'équation impliquant une fonction puissance est celle qui explique le mieux la dispersion du nuage de point et est donc celle que nous conseillons d'utiliser pour convertir les résultats issus de la méthode en $T Af_{\text{terrain}}$. En outre, la fonction puissance présente l'avantage de passer par l'origine.

Afin de tenir compte de l'influence de la surface du terrain sur la corrélation et *in fine* sur l'équation finale nous avons suivi la même approche de calage pour quatre classes de potager définies selon la valeur de leur surface : $\leq 750 \text{ m}^2$, $\leq 450 \text{ m}^2$, $< 300 \text{ m}^2$ et $\leq 250 \text{ m}^2$. Nous n'avons pas pu descendre en dessous de 250 m², car le nombre de potagers pris en compte aurait été insuffisant pour réaliser une régression linéaire (cf. annexe 19 à 26

pour la présentation des analyses statistiques). Les représentations graphiques des corrélations après calage sont présentées en annexe 27 et les caractéristiques des corrélations selon le scénario envisagé sont synthétisées dans le tableau IX.

Tableau IX : synthèse des équations obtenues en fonction de divers scénarios.

Surface potagers	Intensification (m ² /UC)			R ²	Equation de la corrélation	nombre de foyers	Test statistique
<1400 m ²	Hiérarchisation	Forte	104	0,82	(1) $TAf_{\text{terrain}} = 5.97 * \left(\frac{S}{UCs * I} * 100\right)^{0.638}$	61	***
		Moyenne	160				
Faible		288					
	Pas de hiérarchisation		125	0,78	(2) $TAf_{\text{terrain}} = 3.8 * \left(\frac{S}{UCs * 125} * 100\right)^{0.714}$	61	***
< 750 m ²	Hiérarchisation	Forte	98	0,81	(3) $TAf_{\text{terrain}} = 5.3 * \left(\frac{S}{UCs * I} * 100\right)^{0.626}$	57	***
		Moyenne	150				
Faible		270					
	Pas de hiérarchisation		120	0,77	(4) $TAf_{\text{terrain}} = 3.7 * \left(\frac{S}{UCs * 120} * 100\right)^{0.705}$	57	***
< 450 m ²	Hiérarchisation	Forte	91	0,79	(5) $TAf_{\text{terrain}} = 5.29 * \left(\frac{S}{UCs * I} * 100\right)^{0.608}$	50	***
		Moyenne	140				
Faible		252					
	Pas de hiérarchisation		115	0,74	(6) $TAf_{\text{terrain}} = 3.74 * \left(\frac{S}{UCs * 115} * 100\right)^{0.693}$	50	***
< 300m ²	Hiérarchisation	Forte	85	0,79	(7) $TAf_{\text{terrain}} = 4.91 * \left(\frac{S}{UCs * I} * 100\right)^{0.621}$	45	***
		Moyenne	130				
Faible		234					
	Pas de hiérarchisation		105	0,72	(8) $TAf_{\text{terrain}} = 3.41 * \left(\frac{S}{UCs * 105} * 100\right)^{0.704}$	45	***
< 250 m ²	Hiérarchisation	Forte	72	0,78	(9) $TAf_{\text{terrain}} = 4.48 * \left(\frac{S}{UCs * I} * 100\right)^{0.614}$	37	***
		Moyenne	110				
Faible		195					
	Pas de hiérarchisation		85	0,71	(10) $TAf_{\text{terrain}} = 2.91 * \left(\frac{S}{UCs * 85} * 100\right)^{0.709}$	37	***

*** très significatif (p<0.001)

8 Potentiel d'utilisation de la méthode en l'état.

8.1.1 Pertinence du choix d'une équation adaptée à un scénario.

A partir des équations regroupées dans le tableau IX, il est possible de calculer un TAf moyen prenant en compte la consommation de l'ensemble des espèces légumières présentées en annexe 8. Le tableau IX propose une série de 10 équations pour 10 scénarios différents, résultant du recoupement de deux critères :

- La gamme de surface des potagers (ex : pour la classe $\leq 250\text{m}^2$, la surface des potagers considérés ne doit pas dépasser 250 m^2).
- La hiérarchisation ou non du paramètre « intensification ».

Afin de tester la nécessité d'utiliser une équation adaptée aux scénarios présentés en tableau IX, nous sommes repartis de trois sous-échantillons parmi les individus sélectionnés pour le calage de la méthode (annexe 17), à savoir :

- Les foyers ayant un potager d'une surface $\leq 450\text{ m}^2$.
- Les foyers ayant un potager d'une surface $< 300\text{ m}^2$.
- Les foyers ayant un potager d'une surface $\leq 250\text{ m}^2$.

Malgré des différences apparentes de TAf, nous n'avons pas mis en évidence de variations significatives pour le sous-échantillon $\leq 450\text{ m}^2$ (tableau X et annexe 28). Ces résultats montrent que l'utilisation d'une équation plutôt qu'une autre n'a pas de répercussion sur la valeur moyenne du TAf pour ce sous-groupe de potager. Néanmoins, on constate que les différences entre les TAf moyens sont plus fortes en cas de hiérarchisation du paramètre « intensification ». Il apparaît donc plus fiable d'utiliser l'une des trois équations utilisant une valeur fixe pour le paramètre « intensification » (équation 2, équation 4 ou équation 6).

Tableau X : utilisation des différentes équations présentées dans le tableau IX pour les foyers ayant un potager d'une surface $\leq 450\text{ m}^2$.

Intensification	Non hiérarchisation			Hiérarchisation		
	<1400 m ²	< 750 m ²	< 450 m ²	<1400 m ²	< 750 m ²	< 450 m ²
Equations associées à la classe de surface	Equation 2	Equation 4	Equation 6	Equation 1	Equation 3	Equation 5
TAf moyens (%)	68,6	66,1	65,4	78,3	68,5	63,9
Variance de l'échantillon	1492,3	1361,9	1297,7	2008,3	1497,2	1024,5
Minimum	3,5	3,5	3,6	4,2	3,9	5,1
Maximum	154,9	148,1	144,8	184,4	159,3	130,8
Nombre de foyers	51	51	51	51	51	51

De même, pour la sous-population de jardiniers ayant une surface de potager inférieure à 300 m², il n'y a pas de différences significatives entre les TAf moyens selon l'équation utilisée (Tableau XI et annexe 29).

Tableau XI : utilisation des différentes équations présentées dans le tableau IX pour les foyers ayant un potager d'une surface < 300 m².

Paramètre "Intensification"	Hiérarchisation				Non hiérarchisation			
	< 1400 m ²	< 750 m ²	< 450 m ²	< 300m ²	< 1400 m ²	< 750 m ²	< 450 m ²	< 300m ²
Equations associées à la classe de surface	Equation 1	Equation 3	Equation 5	Equation 7	Equation 2	Equation 4	Equation 6	Equation 8
TAf moyens (%)	67,3	59,1	57,2	58,6	59,5	57,4	56,9	57,9
Variance de l'échantillon	1349,5	1015,9	919,8	988,6	1039,8	953,8	915,0	967,9
Minimum	4,2	3,9	4,1	4,0	3,5	3,5	3,6	3,5
Maximum	136,3	118,4	113,1	116,9	112,1	107,6	105,8	108,4
Nombre de foyers	44	44	44	44	44	44	44	44

Enfin, si on s'intéresse uniquement aux potagers d'une surface inférieure à 250 m², nous constatons également qu'il n'existe aucune différence significative selon l'équation utilisée (tableau XII). Néanmoins, comme pour les potagers inférieurs à 300 m², l'emploi de l'équation 1 donne un TAf moyen d'environ 10% supérieur par rapport à l'utilisation d'une autre équation. La significativité de cette différence n'a pas pu être testée en raison d'une non égalité des variances.

Tableau XII : utilisation des différentes équations présentées dans le tableau IX pour les foyers ayant un potager d'une surface ≤ 250 m².

Paramètre "Intensification"	Hiérarchisation					Non hiérarchisation				
	<1400 m ²	< 750 m ²	< 450 m ²	< 300 m ²	< 250 m ²	<1400 m ²	< 750 m ²	< 450 m ²	< 300 m ²	< 250 m ²
Equations associées à la classe de surface	Equation 1	Equation 3	Equation 5	Equation 7	Equation 9	Equation 2	Equation 4	Equation 6	Equation 8	Equation 10
TAf moyen (%)	61,6	54,2	52,6	53,8	52,8	52,3	50,6	50,2	51,0	51,6
Variance de l'échantillon	1335,9	1006,1	914,2	979,6	928,1	876,6	806,0	775,7	818,1	845,7
Plage	122,6	106,4	101,4	105,0	102,2	102,0	97,9	96,1	98,6	100,2
Minimum	4,2	3,9	4,1	4,0	4,1	3,5	3,5	3,6	3,5	3,5
Maximum	126,8	110,3	105,6	109,0	106,3	105,5	101,3	99,7	102,1	103,7
Somme	2280,8	2005,7	1946,2	1989,6	1953,6	1935,5	1872,3	1858,9	1888,2	1910,4
Nombre de foyers	37,0	37,0	37,0	37,0	37,0	37,0	37,0	37,0	37,0	37,0

8.1.2 Représentativité

La méthode est applicable uniquement pour un échantillon de population qui cultive un potager. Aussi, les caractéristiques sociodémographiques des 88 foyers de l'enquête de Chinon-Avoine affichent des différences notables avec celles de la population générale de la zone d'étude. Les proportions d'agriculteur et de retraités y sont notamment

supérieures. Ces caractéristiques sont concordantes avec les données nationales de l'INSEE. Il ressort en effet que les TA sont d'autant plus forts que l'âge des jardiniers augmente et que la catégorie socio-professionnelle influe de manière significative sur la proportion de jardinier cultivant un potager; avec notamment une forte propension à posséder un potager chez les personnes issues du milieu agricole (CAILLAVET et NICHELE, 1999).

Néanmoins, la volonté des enquêtes alimentaires menées par l'IRSN en partenariat avec les exploitants du nucléaire, de fournir des données d'autoconsommation maximales, induit une sélection des foyers ayant des potagers de taille importante. En effet, l'échantillon retenu pour l'enquête de Chinon affiche des surfaces de potager assez éclectique avec une médiane beaucoup plus importante que celles mentionnées dans les enquêtes de jardinages à représentativité nationale. En outre, selon les critères retenus par les enquêtrices, la pratique du jardinage dans l'enquête de Chinon est plutôt intense. En effet, parmi les 61 foyers qui ont servi au calage de la méthode, la moitié a une pratique du jardinage qui a été jugée « forte » contre seulement 8 foyers à « intensification » jugée « faible ». Cependant, nous ne disposons pas de telles informations pour la population de jardinier à l'échelle nationale. Nous ne sommes donc pas en mesure de savoir si l'intensification de la pratique du jardinage ainsi que la proportion des différentes classes de surface des potagers décrites à Chinon reflètent celles de la population de jardinier à l'échelle nationale.

8.1.3 Fiabilité

La fiabilité des taux fournis par la méthode dépend avant tout de la confiance accordée au recueil de l'information ayant servi à son calage. Autrement dit, dans quelle mesure les données issues de l'enquête alimentaire de Chinon sont-elles proches de la réalité de terrain ?

Malgré la forte expérience de l'IRSN et du BEGEAT dans la réalisation d'enquête alimentaire, plusieurs sources d'erreur inhérentes au mode de recueil de l'information sont possibles. L'incertitude peut en effet résulter de l'accumulation de plusieurs sources d'erreur intrinsèques au mode de renseignement de la:

- **Surface des potagers**, qui a été recueillie oralement et repose sur le degré de connaissance de cette caractéristique par les jardiniers eux-mêmes. Il en découle un biais inéluctable de recueil d'information, eu égard à la difficulté d'être constant d'un foyer à l'autre en comparaison à une mesure précise sur le terrain. En outre, pour un certain nombre de potagers, la surface a été évaluée par enjambement, d'où résulte une inconstance méthodologique qui tend à affaiblir l'impartialité du recueil de

l'information. Enfin, l'incertitude liée à la méthodologie employée pour soustraire la surface occupée par les arbres fruitiers, rajoute un degré d'approximation supplémentaire dans l'évaluation de la surface des potagers.

- **Production des potagers**, dont l'appréciation a requis trois approches différentes, est elle aussi inévitablement soumise à une variabilité de précision du recueil de l'information d'un foyer à l'autre. L'approche qui a été privilégiée repose de surcroît sur l'approximation de la production, espèce par espèce, par les jardiniers eux-mêmes, à l'origine d'un biais d'information. Nous avons notamment mis en évidence une augmentation de l'importance de ce biais à mesure que la surface des potagers augmente.
- **Consommation annuelle en légumes**, qui est calculée par extrapolation à partir des quantités hebdomadaires fournies par le carnet de consommation. L'incertitude de ce paramètre est avant tout liée à la conversion d'une quantité hebdomadaire en une quantité annuelle, reposant sur les variations saisonnières de consommation constatées lors de l'enquête de Pierrelatte-Tricastin, avec un nombre de foyers pris en compte qui reste faible (25 foyers). L'importante expérience des enquêtrices dans le recueil de ce paramètre laisse cependant supposer que la vérification de la cohérence des quantités évaluées à l'aide de mesure ménagère par les foyers, sont précises et sûres.

Malgré ces sources potentielles d'erreurs, la corrélation entre les résultats de la méthode et les données de terrain est significative ($p < 0.01$) et ce, quelle qu'en soit la taille des potagers. En outre, si on considère la relation faisant appel à une fonction puissance, la valeur du R^2 pour chacune des relations présentées reste élevée, avec 72 à 80% de la variabilité du nuage de points qui est englobée par ce type de courbe.

8.1.4 Intérêts et limites de l'utilisation de la méthode.

A) Intérêts

Par rapport aux données nationales, l'appréciation du taux moyen d'autoconsommation par l'utilisation de la méthode fait appel à des données dont la véracité repose sur la collaboration des jardiniers eux-mêmes et sur la forte expérience de l'IRSN (avec l'aide du BEGEAT) dans la réalisation d'enquêtes alimentaires. Malgré les nombreuses sources potentielles d'incertitudes susmentionnées, la méthodologie utilisée par les enquêtrices reste en accord avec le degré de précision requis dans les évaluations de risques sanitaires menées par l'ADEME. En effet, la méthode n'a pas pour objectif de viser « le chiffre juste » mais elle vise à fournir une appréciation globale de l'autoconsommation ;

dans une volonté d'être cohérent avec les observations faites sur le terrain et d'être robuste aux variations géographique et temporelle de ce comportement alimentaire. Malgré l'importante taille des potagers et une pratique particulièrement intense du jardinage des foyers investigués à Chinon, la large étendue des valeurs de surface et de production permet d'aboutir à une corrélation qui reste somme toute robuste, notamment pour la gamme de TAf les plus sensibles dans le cadre des évaluations de risque, à savoir de 0 à 100%. La non variation du TAf moyen en fonction de l'équation utilisée, confirme la robustesse de la corrélation aux variations de surfaces. Cette constatation confère à la méthode une certaine fiabilité d'utilisation, dans la limite des surfaces prises en comptes par la régression (jusqu'à 1400 m²). En comparaison avec une appréciation des TA à partir d'une enquête alimentaire hebdomadaire, la méthode permet d'estimer des TA qui se veulent représentatifs d'un comportement chronique et non maximaliste. La méthode considère en effet, dans la limite des données mise à notre disposition, les variations saisonnières de consommation totale en légumes et estime les productions des potagers de manière globale à l'échelle d'une année.

Le fonctionnement de la méthode en l'état nécessite de renseigner uniquement la surface des jardins et ce, de manière verbale par les jardinier eux-mêmes. Il en découle une extrême facilité et rapidité d'utilisation. Enfin, la méthode étant applicable potager par potager, nous obtenons une distribution des valeurs de TAf qui permet, au bon vouloir de l'évaluateur de risque de considérer différents indicateurs statistiques (moyenne, 95^{ème} percentile etc.). Néanmoins, dans le cas de la démarche IEM, la méthode sera appliquée de façon ciblée, permettant de mesurer un risque pour chacun des potagers investigués.

B) Limites

La non influence du paramètre « intensification » sur la variabilité des TAf reste problématique. Or, il semble évident que l'intensité de la pratique du jardinage aurait due influencer la productivité en légumes de manière significative. La façon dont ce paramètre a été renseigné par les enquêtrices explique sans doute, pour partie, l'absence de discrimination des productivités par ce dernier. Rappelons que le critère prépondérant qui a été retenu par les enquêtrices pour caractériser ce paramètre est la surface des jardins. Cette caractérisation présente l'inconvénient de rendre le paramètre « intensification » et le paramètre « surface » dépendant l'un de l'autre, alors qu'ils sont considérés comme indépendants dans l'équation de la méthode. En effet, la surface du potager n'a pas nécessairement d'influence sur la productivité des potagers (en Kg/ m²). Cette allégation est étayée par le fait que nous n'ayons pas mis en évidence de différence significative de productivité entre la classe « forte » et la classe « moyenne » de ce paramètre pour l'échantillon ayant servi au calage de la méthode. Certains critères tels que l'irrigation et

l'optimisation spatio-temporelle de la surface ont été considérés comme des facteurs moins importants par les enquêtrices pour caractériser le paramètre « intensification ». Or, pour des légumes tels que la tomate, la salade ou encore les haricots verts qui comptent parmi les plus cultivés en France et les plus influents sur la production des potagers, la couverture des besoins en eau conditionne de manière drastique la productivité finale. Des pesées réalisées à titre personnelle montre qu'un pied de tomate peut décupler sa production si celui-ci est arrosé régulièrement et ce, à conditions pédo-climatiques proches. La non influence du paramètre « intensification » dans le calage de la méthode remet donc en cause, dans une certaine mesure, la véracité des corrélations présentées dans ce rapport.

Le recours à la notion d'UC pour le fonctionnement de la méthode rend *a priori* son utilisation moins aisée. Le calcul des UCm, tel qu'il a été réalisé dans l'enquête alimentaire de Chinon nécessite de recueillir l'âge des personnes occupant le foyer, le nombre de repas pris à l'extérieur et le nombre d'invités reçus. Ces deux derniers critères ne pourront pas être appréciés dans le cadre des études menées pour la démarche IEM, car le recueil des informations est ponctuel (une seule visite). Néanmoins, le recueil de l'âge des personnes occupant le foyer est suffisant pour le calcul des UC. Ce dernier critère est en effet le plus influent sur la valeur moyenne de l'UCm, *a fortiori* pour la population de jardinier qui est dominée par des retraités dont le nombre de repas pris à l'extérieur est généralement limité. L'utilisation du concept d'UC ne permet en outre pas de distinguer le comportement alimentaire des adultes de celles des enfants. Or, l'enquête alimentaire INCA 2 montre clairement que la consommation en légumes des enfants n'est pas comparable à celle des adultes, tant d'un point de vue des quantités ingérées que de la variabilité des comportements alimentaires vis-à-vis des légumes (cf. tableau II). Néanmoins, à l'exception des nourrissons, il y a fort à parier que les TA soient quant à eux peu variables selon l'âge. Nous présumons en effet, que l'origine des légumes consommés par les enfants ne diffère pas sensiblement de celle des adultes pour la population de jardiniers. Cette allégation conforte l'intérêt de recourir à la notion d'UC pour la caractérisation des TA.

L'évaluateur de risque doit garder en mémoire que le résultat issu de la méthode n'est pas un taux d'autarcie (TA) tel que considéré dans la grille de calcul IEM. En effet, si la majorité des potagers présentent un TAF supérieur à 100%, la moyenne des TAF peut-être supérieure à 100%. Or, un TA ne peut pas dépasser 100%. Ainsi, tout TAF supérieur à 100% doit être considéré comme égal à un TA de 100%.

Il est fort probable que les TAF fournis par la méthode restent maximalistes et donc sécuritaires. Tout d'abord, le calcul des TAF s'appuie sur des données de production et non de consommation en légumes, ne considérant pas les pertes liées à la préparation des légumes ou encore à la part de la production qui n'est pas consommée. Ensuite, le nombre de personnes alimentées par un potager correspond aux différents membres de ce dernier. Or, un potager peut alimenter par le biais de dons d'autres personnes hors du foyer. Dans le cas de l'enquête de Chinon, on sait que les dons à d'autres personnes, notamment par les couples de retraité, sont fréquents. Le fait de ne pas avoir tenu compte ces dons aboutit à une surestimation des TAF.

Enfin, la méthode décrite jusqu'à présent permet une appréciation globale de la couverture des besoins en légumes, toutes espèces confondues (annexe 2). Or, la démarche IEM requiert des données d'autoconsommation pour les quatre grand types de légumes pris en compte que sont les légumes feuilles, les légumes fruits, les légumes racines et les pommes de terre.

9 Réflexion sur l'applicabilité de la méthode à la démarche IEM

Afin que la méthode puisse être potentiellement utilisable dans le cadre de la méthodologie IEM, nous avons tenté d'appliquer le même cheminement que précédemment mais en considérant cette fois-ci les quatre groupes de légumes pris en compte dans la grille de calculs IEM. Nous avons cependant inclus un nombre limité d'espèces légumières dans chacun des groupes en ne considérant que celles qui sont les plus cultivées en France comme cela avait été fait pour le calcul des VCI par l'INERIS (BONNARD, 2001). Il s'agit des principales espèces légumières bio-accumulatrices de polluants métalliques (MEEDDM, 2008). De ce fait, la catégorie « légumes feuilles » comprend les salades, les poireaux et les choux (fleur, brocolis, pomme et de Bruxelles) ; la catégorie « légumes racines » intègre les carottes, les navets et les radis ; les « légumes fruits » incluent les tomates, les courgettes et les haricots verts ; et enfin les pommes de terre sont prises indépendamment.

Nous sommes repartis du même échantillon que celui qui a servi au calage de la méthode pour l'ensemble des légumes, à savoir un nombre de 65 foyers.

9.1 Détermination de la surface par groupe de légumes

Le seul paramètre manquant pour aboutir à une applicabilité de la méthode par type de légumes est la surface qu'occupe chacun d'entre eux dans les potagers (en m²). Nous ne disposons en effet que des surfaces globales pour l'ensemble des légumes qui sont

fournies sur les « fiches autoproduction ». Nous avons estimé ces surfaces à l'aide des données de production mentionnées sur les « fiches autoproduction », en extrapolant à partir des valeurs de rendements moyens issues de plusieurs ouvrages de jardinage (cf. annexe 30). Ce calcul présente le désavantage de rendre dépendant deux paramètres censés avoir été recueillis séparément que sont la « surface » et la « production en légumes».

Tout d'abord, nous calculons les productions (en Kg) pour chacun des quatre groupes en additionnant les productions espèce par espèce (cf. annexe 10). Ensuite, nous avons estimé les rendements moyens pour chacune des espèces considérées à partir des données ponctuelles de rendement fournies par quatre ouvrages de jardinage (annexe 30). Les ouvrages fournissent généralement une valeur basse et une valeur haute de rendements pour chaque espèce, exprimés en Kg/m² ou en Kg/unité. Nous avons repris pour chaque ouvrage, la valeur basse et la valeur haute ce qui nous offre huit valeurs de rendement par espèce légumière, à partir desquelles nous avons établi une moyenne. Pour les données fournies en Kg/unité nous les avons converties en Kg/m² à l'aide des données d'espacement entre les rangs et dans les rangs fournis par ces mêmes ouvrages (cf. annexe 30). Ces données de rendement sont donc ponctuelles et ne permettent pas de prendre en compte la variabilité liée aux diverses conditions pédoclimatiques. Des modèles tels que STICS ou CRITIC ont été développés respectivement par l'INRA et Agrotransfert pour évaluer les rendements de certaines espèces végétales. Ces modèles permettent l'obtention de distribution de rendement en prenant en compte divers paramètres pédoclimatiques. Néanmoins, les données de rendements issues de ces modèles ont été obtenues après calage dans des conditions de maraîchage et non nécessairement en France. Enfin, nous avons essayé de contacter un très grand nombre d'organismes afin de savoir si des distributions de rendements étaient disponibles pour les principales espèces légumières (les 22 délégations FNAB, la station du GEVES de Cavaillons, l'INH et la FNJFC). Il ressort qu'à l'heure actuelle de telles informations n'existent pas.

9.2 Calcul des consommations annuelles

Comme pour la consommation totale de l'ensemble des légumes, nous avons tenu compte des variations saisonnières de consommation pour les quatre types de légumes considérés à l'aide des résultats de l'enquête de Pierrelatte-Tricastin (tableau XIII).

A partir des consommations hebdomadaires (en g/UC/j) de l'enquête de Chinon nous avons ainsi pu extrapoler vers des consommations annuelles (en Kg/UC/an) en apportant une pondération pour chacun des quatre types de légumes à l'aide des variations saisonnières significatives observées à Pierrelatte-Tricastin (annexes 30 à 37).

Tableau XIII : variations saisonnières de la consommation pour les quatre groupes de légumes pris en comptes dans la grille de calcul IEM.

	Légumes feuilles			Légumes racines			Légumes fruits			Pommes de terre		
	Ingestion (g/UC/j)	Coef. de Variation	Stat	Ingestion (g/UC/j)	Coef. de Variation	Stat	Ingestion (g/UC/j)	Coef. de Variation	Stat	Ingestion (g/UC/j)	Coef. de Variation	Stat
Eté	103,0	1,0		39,4	1,0		324,2	1,0		141,4	1,0	
Automne	148,0	1,4	**	81,7	2,1	***	72,4	0,2	***	135,1	1,0	ns
Hiver	173,0	1,7	***	80,6	2,0	***	85,0	0,3	***	158,2	1,1	ns
Printemps	113,0	1,1	ns	55,2	1,4	*	122,7	0,4	***	135,7	1,0	ns
Moyenne	34,3	1,3		64,2	1,6		151,1	0,5		142,6	1,0	

1- ns : non significatif ; * : significatif à 5% ; ** : significatif à 1 % ; *** : significatif à 0.1%.

9.3 Présentation des corrélations obtenues.

En appliquant le même protocole que celui présenté en figure 8 et en réalisant un calage sur les moyennes nous obtenons les corrélations pour chacun des quatre groupes de légumes considérés dans la grille de calcul IEM (tableau XIV et annexe 39). La hiérarchisation du paramètre « intensification » engendrait une diminution importante des valeurs du R² pour chacun des quatre groupes de légumes. Nous n'avons donc retenu que la relation utilisant une valeur fixe pour le paramètre « intensification ». La significativité statistique des corrélations a été testée sur la relation linéaire à l'aide d'une régression linéaire simple. Seule la corrélation linéaire concernant les légumes racines n'est pas significative. Bien que n'ayant pas testé la force des relations impliquant une fonction puissance, ce sont celles que nous avons choisi de retenir en raison de leur R² systématiquement plus fort.

Tableau XIV : présentation des corrélations obtenues pour les quatre types de légumes pris en compte dans la démarche IEM.

Type de légumes	Intensification (m ² /UC)	R ²	Equation de la corrélation ¹	Nombre de foyers	Test statistique ²
Légumes fruits	8.33	0,52	$T Af_{\text{terrain}} = 12.14 * \left(\frac{S}{UC_s * 8.33} * 100 \right)^{0.463}$	59	**
Légumes feuilles	12.5	0,75	$T Af_{\text{terrain}} = 3.97 * \left(\frac{S}{UC_s * 12.5} * 100 \right)^{0.690}$	49	***
Légumes racines	5.88	0.67	$T Af_{\text{terrain}} = 0.65 * \left(\frac{S}{UC_s * 5.88} * 100 \right)^{1.046}$	30	ns
Pommes de terre	20	0,73	$T Af_{\text{terrain}} = 4.08 * \left(\frac{S}{UC_s * 20} * 100 \right)^{0.801}$	42	***

1- S : surface occupée par le type de légumes ; 2- ns : non significatif ; ** : significatif à 1% ; *** : significatif à 0.1%.

9.4 Fiabilité de la démarche

Les limites à l'utilisation de ces équations sont globalement les mêmes que celles énoncées pour la méthode couvrant toutes les espèces légumières. Cependant, l'incertitude qui accompagne l'extrapolation des surfaces à partir des données ponctuelles de rendement est susceptible d'affecter la fiabilité des corrélations. Nous avons voulu vérifier la concordance entre les surfaces présentées sur les « fiches autoproduction » après soustraction des arbres fruitiers avec celles obtenues à l'aide des rendements en prenant en compte l'ensemble des espèces légumières considérées dans l'enquête alimentaire de Chinon. Ainsi, pour chacune des espèces légumières cultivées nous avons évalué la surface grâce aux données de rendement mentionnées en annexe 30.

Bien que la corrélation soit très significative ($p < 0.001$, $n=49$; cf. annexe 40), la régression linéaire ne capte que 13% de l'inertie du nuage de point (figure 17).

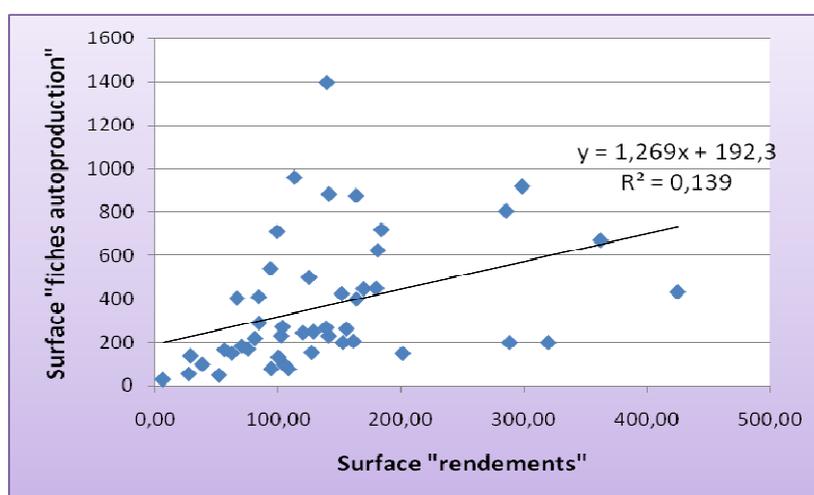


Figure 17 : corrélation entre les surfaces déterminées à partir des données de rendement et des surfaces issues des « fiches autoproduction » (après déduction des surfaces occupées par les arbres fruitiers).

En outre, la moyenne des surfaces mentionnées sur les « fiches autoproduction » est 3 fois plus importante que la moyenne des surfaces calculées à partir des rendements. Ces différences constatées sont sans doute multifactorielles. Tout d'abord, la faible corrélation rencontrée peut provenir de l'incertitude qui découle de l'évaluation des surfaces recueillies par les enquêtrices. Rappelons que les surfaces utilisées pour le calage de la méthode globale furent estimées par les jardiniers eux-mêmes et qu'elles ont été réajustées par retrait des surfaces occupées par les arbres fruitiers. Ensuite, l'estimation des surfaces à partir des données de rendement s'appuie sur des valeurs ponctuelles de rendement issues d'ouvrage de jardinage. Souvent, ces données de rendement sont fournies à titre indicatif avec des ordres de grandeur larges (ex : 2 à 4 Kg/pied pour un pied de tomate) et l'origine ou le mode de calcul ne sont jamais précisés. L'évaluation

des productions des foyers est elle même soumise à une incertitude plus ou moins forte selon le foyer. Or, ce sont les valeurs de production qui servent à extrapoler les surfaces à partir des rendements figurant dans les ouvrages.

Enfin, l'écart très important entre les moyennes peut résulter de la conjugaison d'une surestimation des rendements par les ouvrages et d'une surestimation des surfaces renseignées sur « les fiches autoproduction ».

10 Proposition d'une autre approche pour le recueil des informations nécessaires au calage d'une nouvelle méthode.

L'absence de corrélation entre les surfaces présentées dans le point précédent, entache la fiabilité des résultats que ce soit pour le calage réalisé pour l'ensemble des légumes ou pour ceux effectués par type de légumes. Cette constatation soulève la nécessité de réfléchir à un nouveau questionnaire qui soit adapté spécifiquement au recueil des informations nécessaires à une évaluation la plus proche possible d'une réalité de terrain. A cette fin, il faut éviter les appréciations subjectives et laisser place, autant que faire se peut, à des questions « fermées ». Dans l'idéal, un nouveau questionnaire devrait faire en sorte que pour chacun des foyers (annexe 42):

- Le paramètre « Surface » puisse être évalué *in-situ*, type de légumes par type de légumes. Pour ce faire, seule la mesure précise de la longueur des potagers (par enjambement ou à l'aide d'un outil) est nécessaire. Ensuite, il suffit, espèce par espèce, de renseigner le nombre de rangs (cas pour les principaux légumes que sont les pommes de terre, les tomates, les haricots verts et les salades) ou plus rarement la largeur de la zone de semis pour les légumes semés en « frac » (parfois pour la carotte et le navet par exemples).
- Le paramètre « Intensification » soit apprécié avant tout sur la base de critères qui impactent la productivité en légumes (en Kg/m²) plutôt que la production globale (en Kg). Nous proposons, que l'appréciation du paramètre «intensification» tienne compte de critères tels que l'irrigation, le désherbage, l'utilisation de produits phytosanitaires etc. Pour chacun de ces critères une échelle d'intensité, de 1 à 3 par exemple pourrait être imaginée (cf. annexe 42). En outre, chaque critère pourrait être pondéré au prorata de l'importance qu'il est susceptible d'avoir sur la productivité. La pondération devrait idéalement être réalisée pour chacun des quatre groupes de légumes, voire même, espèce par espèce. En effet, la productivité en tomate ou en salade est fortement conditionnée par

l'alimentation en eau. A l'inverse, les pommes de terre, les carottes ou les navets sont beaucoup moins avides en eau. Au final, la conjugaison des différentes valeurs d'intensité et l'application d'une pondération des critères influençant la productivité, nous permettrait d'attribuer une « valeur d'intensification » selon une gamme aussi large qu'il existe de combinaisons (cf. annexe 43). Ceci caractériserait les foyers de manière plus précise et moins arbitraire que par l'utilisation de seulement trois classes d'intensification (forte, moyenne et faible).

Concernant le renseignement des productions des espèces pour lesquelles la partie comestible est visible au moment de l'enquête, il serait plus judicieux que ce soit l'enquêtrice elle-même qui évalue le potentiel de production. Ceci permettrait de limiter l'importance du biais de recueil d'information pour ce paramètre.

La productivité des potagers est obtenue en divisant la « production estimée » par la « surface mesurée ». Parallèlement, le renseignement du paramètre « intensification » telle que susmentionné est réalisé pour les mêmes foyers. Il est alors possible pour chacun des foyers, de faire correspondre une « valeur d'intensification » avec une « valeur de productivité » (annexe 43). Ainsi, à partir de la mesure de la surface et de l'estimation de la productivité il est envisageable d'évaluer non plus un TA mais d'aboutir directement à une quantité de légumes produites annuellement par foyer et par type de légumes (en Kg légumes/foyer/an). Pour cela, il suffit de multiplier la surface (en m²) par la productivité estimée (en Kg légumes/m²). Néanmoins, la production consommée par personne doit être bornée par la consommation maximale qu'un individu est capable d'ingéré. Cette limite pourrait par exemple correspondre au 95^{ème} percentile de la consommation en légume pour un adulte issu d'INCA 1 ou d'INCA 2 et ce, pour chacun des quatre types de légumes. Ainsi, toute quantité de légumes estimée par individu située au dessus de cette valeur maximale pour un type de légumes donnés, ne serait pas prise en compte.

Cette nouvelle approche permettrait de ne plus mesurer la quantité de légumes consommée en multipliant une consommation totale annuelle (en Kg/pers/an) par un taux d'autoconsommation tel que pratiqué dans la grille de calcul IEM. De ce fait, cette méthodologie évite de reprendre les données de consommation totale en légumes issues de l'enquête INSEE de 1991 ou encore des enquêtes INCA qui sont non seulement inadaptées à un échelon géographique local mais également non représentatives de la population de jardinier. Enfin, l'appréciation de l'intensité de la pratique du jardinage s'effectue à l'aide de questions fermées et simples ce qui rend le calage de cette nouvelle

approche peu subjectif (figure 18). Elle permet également de s'affranchir de la notion d'UC. Qui plus est, la quantité de légumes ingérés quotidiennement reste maximaliste, en raison de son estimation à partir des productions et de la difficile prise en compte des dons.

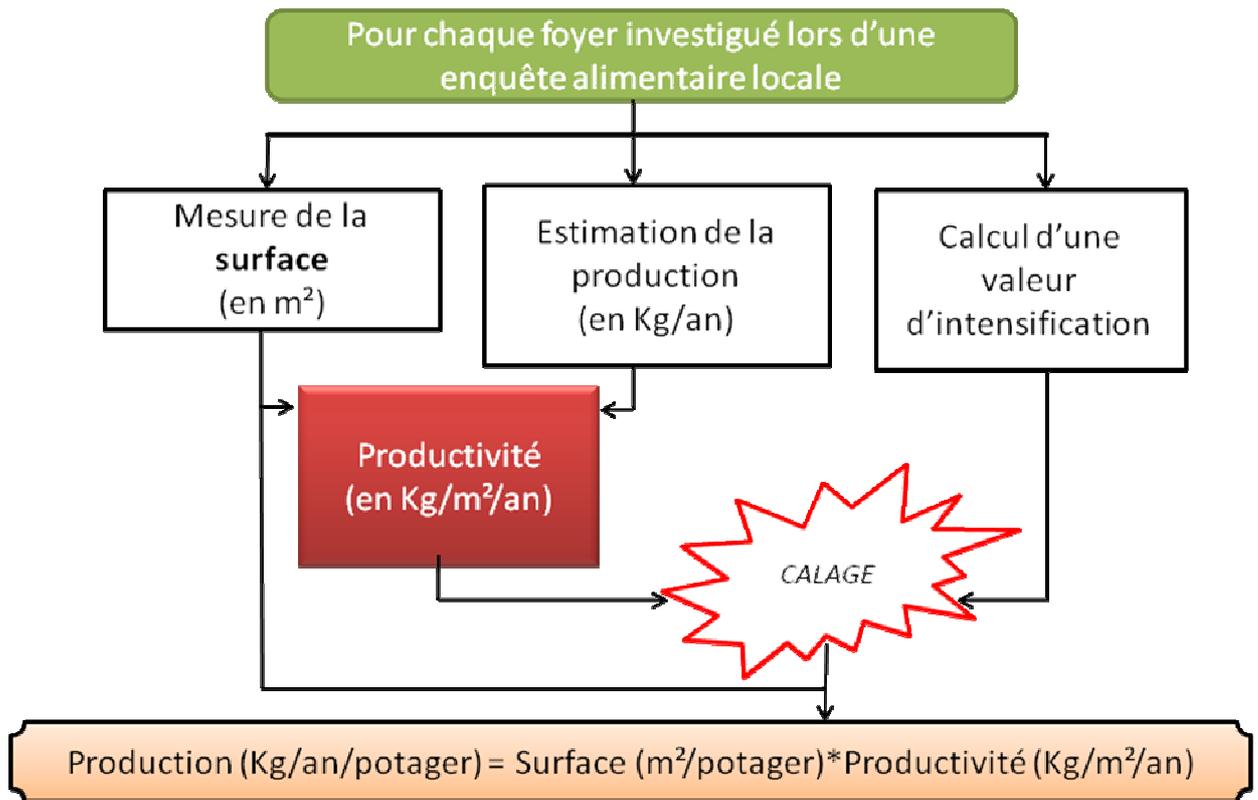


Figure 18 : succession des étapes nécessaires à la mise au point d'une nouvelle méthode d'estimation de la quantité de légumes ingérés (Qi). Cette procédure est répétée pour les quatre types de légumes de la démarche IEM.

Conclusion

La gestion des risques liés aux sites et sols pollués fait aujourd'hui appel à la démarche d'Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM). En cas d'absence de valeur réglementaire ou de référence pour un polluant donné, la démarche prévoit d'avoir recours à une Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) pour conforter la prise de décision finale. Face aux enjeux économiques que certaines décisions représentent (plan de gestion engendrant de lourds travaux de dépollution ou des restrictions d'usage contraignantes), il est impératif que les données ayant servi à la réalisation de l'EQRS soient cohérentes et crédibles.

L'utilisation des taux d'autoconsommation ou bien encore des quantités totales de légumes ingérées provenant des enquêtes nationales est hasardeuse, car difficilement applicable au contexte très local des études réalisées dans le contexte des sites pollués. La mise au point d'une méthodologie d'évaluation de l'autoconsommation en légumes adaptée à ce contexte local d'étude présente donc un grand intérêt, dans un souci d'augmenter non seulement la précision des EQRS mais aussi dans un but de les rendre plus crédibles et faciliter leur appropriation par la population.

Si on considère toutes les espèces légumières, les résultats de la méthode affichent une corrélation forte et très significative avec les taux d'autosuffisances de terrain, définis comme le rapport entre la production de légumes issues des potagers et la consommation annuelle en légumes. La relation qui capte le maximum de variation du nuage de point est une courbe impliquant une fonction puissance qui permet de faire passer la régression par l'origine et de tenir compte de la diminution relative des valeurs de TAf_{terrain} à mesure que les $TAf_{\text{méthode}}$ augmentent. Il semblerait que ce fléchissement de la courbe ait été favorisé par un biais de recueil d'information se caractérisant par une minimisation de la production des potagers à mesure que la surface de ces derniers augmente. Cette constatation soulève les limites du recueil des productions soumis à une appréciation par les jardiniers eux-mêmes.

L'application de la méthode par type de légumes en extrapolant les valeurs de surface à l'aide de données de rendement, aboutit également à des relations mieux expliquées par une courbe impliquant une fonction puissance. La mesure de la surface totale des potagers à partir des données de production et de rendement montre qu'il n'y a pas de corrélation forte avec les surfaces renseignées sur les fiches autoproduction. L'origine de cette faible corrélation peut être multiple, mais elle remet en cause la véracité des valeurs de surface. Or, il s'avère que c'est le paramètre surface qui gouverne l'essentiel de la

variabilité du nuage de point. Il est en somme logique que la surface ait une grande influence sur les taux d'autosuffisance dans la mesure où plus la surface d'un potager est conséquente et plus forte la production en sera. Néanmoins, il ne faut pas faire l'amalgame entre ce que nous appelons production (Kg de légumes produit par potager) et ce que nous désignons par productivité (production par unité de surface ou encore rendement). C'est sans doute l'absence de distinction entre le sens de ces deux termes qui est à l'origine de la non influence du paramètre « intensification » sur la variabilité desTaf. Cette dernière constatation entache la véracité des corrélations mises en avant dans ce rapport et soulève la nécessité de recourir à un nouveau questionnaire qui minimise la part de subjectivité.

Tout bien considéré, il ressort que la méthode imaginée par l'ADEME présente un potentiel d'utilisation important, notamment de part sa simplicité d'usage. Néanmoins, il reste des interrogations qu'il conviendrait d'éclaircir afin de conforter la fiabilité de la méthode. A cette fin, il nous a semblé nécessaire de redéfinir la façon de recueillir l'information afin que la crédibilité des nouvelles corrélations s'en trouve renforcée. Nous avons ainsi proposé un questionnaire visant à faire fonctionner une méthode permettant d'estimer directement une quantité de légumes ingérés plutôt qu'un TA. Cette nouvelle approche se veut plus pragmatique pour une utilisation en EQRS.

Bibliographie

- ADEME-IRSN, 2003. *CIBLEX : Banque de données de paramètres descriptifs de la population française au voisinage d'un site pollué.*
- ADEME-INERIS, 2007. *Guide d'échantillonnage des plantes potagères dans le cadre des diagnostics environnementaux.*
Available at: http://www.sites-pollues.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Guide_Echantillonnage_Veg_V0.pdf.
- AFSSA, 2009. *Étude Individuelle Nationale des Consommations Alimentaires 2 (INCA 2).*
Available at: <http://www.afssa.fr/Documents/PASER-Ra-INCA2.pdf>.
- Bertrand, M., 1993. *Consommation et lieux d'achat des produits alimentaires en 1991.* INSEE Résultats.
- Bonnard, R., Hulot, C. & Levèque, S., 2001. *Méthode de calcul des Valeurs de Constat d'Impact dans les sol*, INERIS.
Available at: <http://www.ineris.fr/centredoc/vci.pdf>.
- Caillavet, F. & Nichele, V., 1999. *Autoconsommation et jardin. Arbitrage entre production domestique et achats de légumes.* Économie rurale, (250), p 11-20.
- Clevely, A., 2007. *Mon jardin ouvrier : Créer et entretenir son jardin potager*, ed. Larousse.
- Collectif, 1977. *Guide Vilmorin du jardin*, Vilmorin-Andrieux.
- CTIFL et ONIFLHOR, 2000. *Les fruits et légumes de jardins familiaux.* Taylor Nelson Sofres.
- Denys, S. & Douay, F., 2007. *Base de données sur les teneurs en éléments traces métalliques de plantes potagères : présentation et notice d'utilisation*, INERIS-ISA-Lille-ENSAT-ADEME-CNAM.
- Dor, F., 2006. *Pollution des sols et santé publique.* Archives des maladies professionnelles et de l'environnement, ed. Masson, p 40-47.
- Durand, V. & Mercat-Rommens, C., 2007. *Comparaison des résultats de l'enquête alimentaire de Pierrelatte-Tricastin avec d'autres enquêtes françaises*, IRSN.
- Durand, V., Mercat-Rommens, C. & Vray, F., 2007. *Revue méthodologique des enquêtes alimentaires et application au cas des populations riveraines d'un site nucléaire.*, IRSN.
- Fromage, M., 1995. *Dans votre jardin des légumes toute l'année*, Maison rustique.
- Gojard, S. & Weber, F., 1995. *Jardin, jardinage et autoconsommation alimentaire.*

INRA, sciences sociales.

Available

at:

<http://www.inra.fr/Internet/Departements/ESR/publications/iss/pdf/iss95-2.pdf>.

INERIS, 2006. *Eléments sur l'Origine et mode d'élaboration des valeurs de gestion réglementaires des milieux d'exposition humaine*. 163p.

Available at : <http://ddata.over-blog.com/xxxyyy/1/76/96/53/20060601-INERIS-Elaboration-des-Valeurs-R-glementaires-des-substances-chimiques.pdf>

INERIS, 2007. *Synthèse des valeurs réglementaires pour les substances chimiques, en vigueur dans l'eau, l'air et les denrées alimentaires en France au 1er décembre 2007*. 107p.

Available at : <http://www.ineris.fr/fr/ressources/recherche/idiner=2680>

Marot, F. & Cornet, C., 2005. *Les apports de l'enquête de proximité pour caler les paramètres d'exposition de la population dans une EDR santé. Interprétation et retour d'expérience*. 11 p.

Maurau, S. & Parache, V., 2010. *Enquête relative aux habitudes alimentaires : étapes de déroulement d'une enquête type pour la détermination des taux d'autoconsommation*, EDF-IRSN.

MEEDDM, 2008. *Contamination de plantes potagères dans un environnement potentiellement pollué : deux nouveaux outils d'évaluation*.

Available at: http://www.sites-pollues.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/JT1-9_ADEME-echantillonnage_vegetaux.pdf.

Parache, V., 2009. *Projet SENSIB : enquête alimentaire autour du site de Chinon-Avoine : résultats et comparaison avec des enquêtes précédentes*, IRSN.

Parache, V., 2010. *Enquête alimentaire autour du site nucléaire de Pierrelatte-Tricastin*, Rapport DEI/SESURE en cours.

SOJA (INPL, INPL, ISA), 2010. *Caractérisation des sols, des usages et des productions potagères dans les jardins français : phase 1 – étude de cadrage ; Tome 1 : état de l'art (147 P.) & Tome 2 : outils opérationnels pour l'acquisition de données (293 p.)*.

Thorez, J. & Lapouge-Déjean, B., 2010. *Le guide du jardin BIO : potager, verger, ornement*. ed. Terre vivante, 429 p.

UPJ & CSA, 2007. *Les Français et leur potager / verger : entre alimentation et passion*. Dans Enquête exclusive. Paris.
Available at: www.upg-asso.org.

Urban, S., 2003. *Etude comparative des données d'exposition et des modes de vie disponibles en France et dans d'autres pays développés en vue de l'évaluation de l'exposition humaine*, Département EGERIES: EHESP, 101 p.

Uzu, G., 2009. *Spéciation, transfert vers les végétaux et approche toxicologique des émissions atmosphériques d'une usine de recyclage de plomb*, Thèse de doctorat de l'Université de Toulouse, 205 p.

Liste des annexes

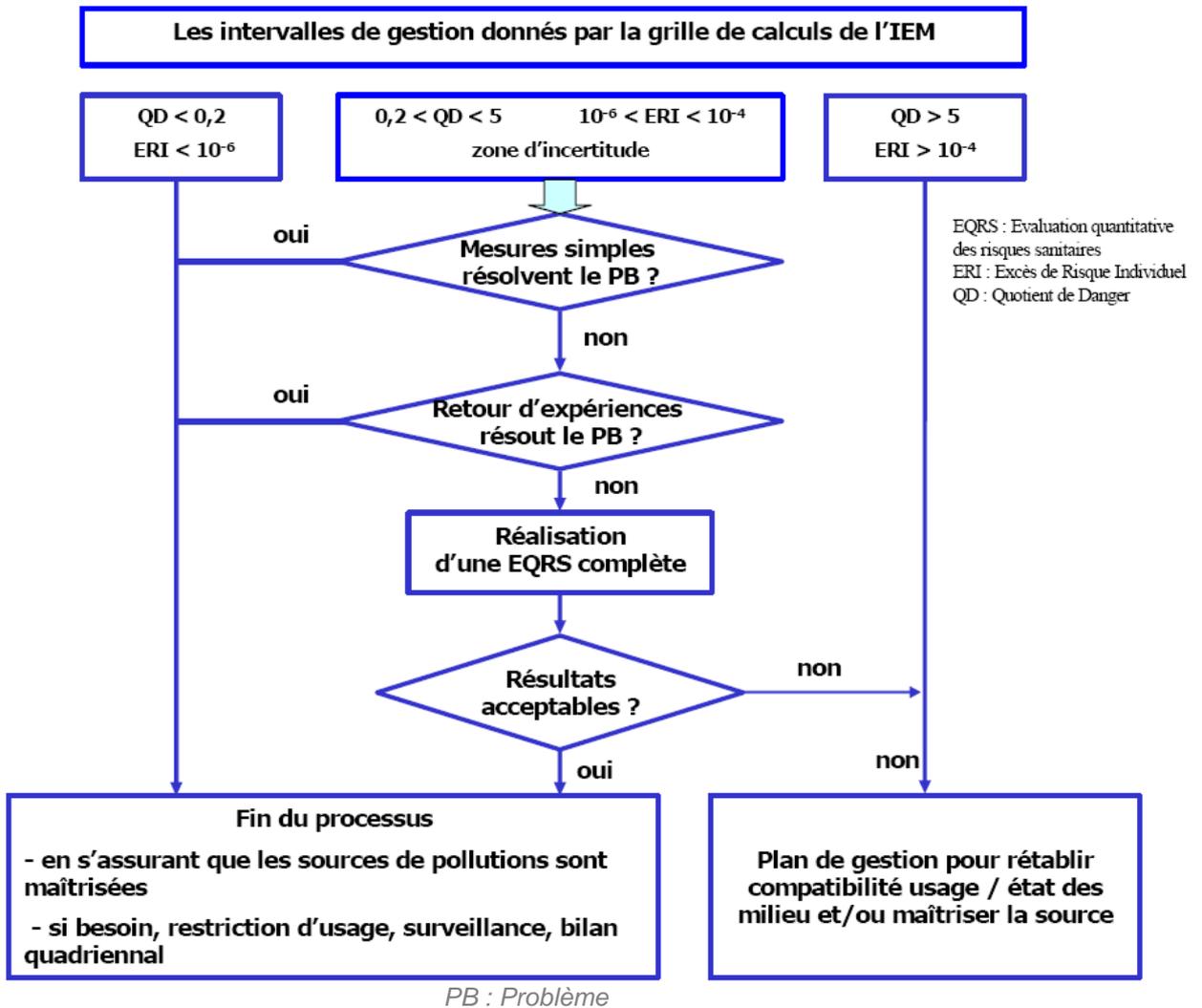
ANNEXE 1 : les intervalles de gestion donnés par les grilles de calcul IEM.	V
ANNEXE 2 : types de légumes pouvant être considérés en analyse de risque (ADEME-INERIS, 2007)	VI
ANNEXE 3 : disparité régionale de la fréquence à laquelle on retrouve les principaux légumes cultivés dans les potagers français (d'après l'enquête CSA/UPJ, 2007).....	VII
ANNEXE 4 : influence de la catégorie socioprofessionnelle sur le taux de possession d'un jardin.	VIII
ANNEXE 5 : ration alimentaire pour les quatre classes de légumes fournies dans la base de données CIBLEX, selon la classe d'âge et pour l'échelon géographique nationale. Les taux de consommation (%) et les consommations alimentaires (g/j) sont issues de l'enquête alimentaire nationale INCA 1 (AFSSA, 1999) et les % d'autarcie proviennent de l'enquête alimentaire nationale de l'INSEE (1991). Les % d'autarcie mis entre parenthèses correspondent à la population agricole.....	IX
ANNEXE 6: valeurs de consommation totale avec ou sans prise en compte de l'autoconsommation (en Kg/an/pers) et des taux d'autarcie (en %) pour les différents légumes ayant servis à la comparaison de l'enquête alimentaire nationale INSEE de 1991 et les données de l'enquête alimentaire de Chinon-Avoine, en fonction des ZEAT.....	X
ANNEXE 7: valeurs de consommation totale avec ou sans prise en compte de l'autoconsommation (en Kg/an/pers) et des taux d'autarcie (en %) pour les différents légumes ayant servis à la comparaison de l'enquête alimentaire nationale INSEE de 1991 et les données de l'enquête alimentaire de Chinon-Avoine, en fonction du type de population et d'habitat.	XI
ANNEXE 8 : catégorisation des différentes espèces végétales cultivées dans un potager en quatre classes de légumes, pratiquée dans les enquêtes alimentaires menées par l'IRSN et EDF autour des installations nucléaires de Pierrelatte-Tricastin et de Chinon-Avoine (V. PARACHE, 2007).....	XII
ANNEXE 9 : questionnaire d'enquête fourni aux familles (carnet de consommation) dans le cadre de l'enquête alimentaire autour du site nucléaire de Chinon-Avoine (2008).....	XIII
ANNEXE 10 : exemple d'une « fiche autoconsommation » remplie ayant servie à la quantification de l'autoproduction des 88 foyers de l'enquête alimentaire de Chinon-Avoine	XVII
ANNEXE 11 : descriptif du nombre et du type d'arbre répertoriés sur les « fiches autoproductions » pour les 65 foyers retenus pour tester la méthode.....	XVIII
ANNEXE 12: résultats de l'analyse de variance (ANOVA 1 facteur) visant à tester la significativité des différences de consommations totales en légumes (en g/UC/jour) entre	

l'été et le printemps pour les 25 foyers sélectionnés de l'enquête alimentaire de Pierrelatte-Tricastin.....	XIX
ANNEXE 13 : résultats de l'analyse de variance (ANOVA 1 facteur) visant à tester la significativité des différences de consommations totales en légumes (en g/UC/jour) entre l'été et l'hiver pour les 25 foyers sélectionnés de l'enquête alimentaire de Pierrelatte-Tricastin.....	XX
ANNEXE 14 : résultats de l'analyse de variance (ANOVA 1 facteur) visant à tester la significativité des différences de consommations totales en légumes (en g/UC/jour) entre l'été et l'automne pour les 25 foyers sélectionnés de l'enquête alimentaire de Pierrelatte-Tricastin. Les valeurs ont été transformées en LOG base 10.....	XXI
ANNEXE 15 : résultats de l'analyse de variance (ANOVA 1 facteur) visant à tester la significativité des différences de productivité (en Kg/m ²) entre la classe d'intensification « forte » et la classe d'intensification « moyenne ». Les valeurs ont été transformées en LOG base 10.	XXII
ANNEXE 16 : résultats de l'analyse de variance (ANOVA 1 facteur) visant à tester la significativité des différences de surface (en m ²) entre la classe d'intensification « forte » et la classe d'intensification « moyenne ». Les valeurs ont été transformées en LOG base 10.	XXIII
ANNEXE 17 : données ayant servies au calage de la méthode (63 foyers).	XXIV
ANNEXE 18 : régression linéaire simple visant à démontrer la significativité de la relation entre le T Af _{terrain} et le T Af _{méthode} , à partir des 61 foyers retenus.....	XXV
ANNEXE 19 : régression linéaire simple visant à démontrer la significativité de la relation entre le T Af _{terrain} et le T Af _{méthode} , pour les potagers dont la surface est < 750m ²	XXVI
ANNEXE 20 : régression linéaire simple visant à démontrer la significativité de la relation entre le T Af _{terrain} et le T Af _{méthode} , pour les potagers dont la surface est < 450m ²	XXVII
ANNEXE 21 : régression linéaire simple visant à démontrer la significativité de la relation entre le T Af _{terrain} et le T Af _{méthode} , pour les potagers dont la surface est < 300m ²	XXVIII
ANNEXE 22 : régression linéaire simple visant à démontrer la significativité de la relation entre le T Af _{terrain} et le T Af _{méthode} , pour les potagers dont la surface est < 250 m ²	XXIX
ANNEXE 23 : régression linéaire simple visant à démontrer la significativité de la relation entre le T Af _{terrain} et le T Af _{méthode} , pour les potagers dont la surface est < 250 m ² et avec application d'une valeur fixe pour le paramètre « Intensification ».....	XXX
ANNEXE 24 : régression linéaire simple visant à démontrer la significativité de la relation entre le T Af _{terrain} et le T Af _{méthode} , pour les potagers dont la surface est < 300 m ² et avec application d'une valeur fixe pour le paramètre « Intensification ».....	XXXI
ANNEXE 25 : régression linéaire simple visant à démontrer la significativité de la relation entre les T Af _{terrain} et les T Af _{méthode} , pour les potagers dont la surface est < 450 m ² et avec application d'une valeur fixe pour le paramètre intensification.....	XXXII

ANNEXE 26 : régression linéaire simple visant à démontrer la significativité de la relation entre les T Af _{terrain} et les T Af _{méthode} , pour les potagers dont la surface est < 750 m ² et avec application d'une valeur fixe pour le paramètre intensification.	XXXIII
ANNEXE 27 : représentations graphiques des corrélations obtenues après regroupement des potagers selon leur surface en quatre classes. A gauche : avec hiérarchisation du paramètre intensification en trois classes (« forte », « moyenne » et « faible »).	XXXIV
ANNEXE 28 : analyse de variance (ANOVA 1 facteur) entre les TA moyens obtenus en utilisant différentes équations (cf. tableau IX) pour l'échantillon dont la surface des potagers est <450m ²	XXXVI
ANNEXE 29 (suite) : analyse de variance (ANOVA 1 facteur) entre les TA moyens obtenus en utilisant différentes équations (cf. tableau IX) pour l'échantillon dont la surface des potagers est <450m ²	XXXVII
ANNEXE 30 : analyse de variance (ANOVA 1 facteur) entre les TA moyens obtenus en utilisant différentes équations (cf. tableau IX) pour l'échantillon dont la surface des potagers est < 300m ²	XXXVIII
ANNEXE 31 : rendements ponctuels issus des données d'ouvrage pour les espèces prises en compte pour le calage de la méthode pour les quatre types de légumes considérés pour la démarche IEM (Collectif, 1977 ; Fromage, M., 1995 ; Clevely, A., 2007 ; Thorez, J. & Lapouge-Déjean, B., 2010).	XXXIX
ANNEXE 32 : résultats de l'analyse de variance (ANOVA 1 facteur) visant à tester la significativité des différences de consommations totales (en g/UC/jour) en légumes feuilles (comprenant les salade-choux-poireau, tel que définie dans les grilles de calcul IEM) entre l'été et le printemps. Les valeurs ont été transformées en LOG base 10.	XL
ANNEXE 33 : résultats de l'analyse de variance (ANOVA 1 facteur) visant à tester la significativité des différences de consommations totales (en g/UC/jour) en légumes feuilles (comprenant les salade-choux-poireau, tel que définie dans les grilles de calcul IEM) entre l'été et l'automne. Les valeurs ont été transformées en LOG base 10.	XLI
ANNEXE 34 : résultats de l'analyse de variance (ANOVA 1 facteur) visant à tester la significativité des différences de consommations totales (en g/UC/jour) en légumes feuilles (comprenant les salade-choux-poireau, tel que définie dans les grilles de calcul IEM) entre l'été et l'hiver. Les valeurs ont été transformées en LOG base 10.	XLII
ANNEXE 35 : résultats de l'analyse de variance (ANOVA 1 facteur) visant à tester la significativité des différences de consommations totales (en g/UC/jour) en légumes racines (comprenant les carotte-navet-radis, tel que définie dans les grilles de calcul IEM) entre l'été et le printemps.	XLIII
ANNEXE 36 : résultats de l'analyse de variance (ANOVA 1 facteur) visant à tester la significativité des différences de consommations totales (en g/UC/jour) en légumes	

racines (comprenant les carotte-navet-radis, tel que définie dans les grilles de calcul IEM) entre l'été et l'automne.....	XLIV
ANNEXE 37 : résultats de l'analyse de variance (ANOVA 1 facteur) visant à tester la significativité des différences de consommations totales (en g/UC/jour) en légumes fruits (comprenant les tomates, les haricots verts et les courgettes tel que définis dans les grilles de calcul IEM) entre l'été et le printemps.	XLV
ANNEXE 38 : résultats de l'analyse de variance (ANOVA 1 facteur) visant à tester la significativité des différences de consommations totales (en g/UC/jour) en pommes de terre (espèce de légume prise en compte indépendamment dans les grilles de calcul IEM) entre l'été et le printemps.....	XLVI
ANNEXE 39 : présentation des consommations annuelles (en Kg/UC/an) extrapolées à partir des données journalières (en g/UC/j) issues de l'enquête de Pierrelatte-Tricastin par application des coefficients de variation moyens présentés en tableau XIII.	XLVII
ANNEXE 40 : représentations graphiques des corrélations obtenues après calage pour les quatre types de légumes considérés dans la grille de calcul IEM. Pour chacun de ces quatre groupes de légumes, une valeur unique pour le paramètre « Intensification » a été utilisée.	XLVIII
ANNEXE 41 : résultats de la régression linéaire simple entre les surfaces mesurées à partir des données de rendements et les surfaces mentionnées sur les fiches « autoproduction ».	XLIX
ANNEXE 42 : renseignements nécessaires à recueillir pour faire fonctionner la méthodologie présentée en figure 18.....	L
ANNEXE 43 : démarche nécessaire au calage de la nouvelle méthodologie présentée en figure 18.....	LI

ANNEXE 1 : les intervalles de gestion donnés par les grilles de calcul IEM.



ANNEXE 2 : types de légumes pouvant être considérés en analyse de risque (ADEME-INERIS, 2007)

Types de légumes	Espèces prises en comptes
Légumes racines	carotte, betterave, navet, radis, salsifis...
Légumes tubercules	pomme de terre, topinambour...
Légumes feuilles	salade, céleri, épinard, chou, fenouil, oseille, rhubarbe...
Légumes fruits	tomate, aubergine, concombre, cornichon, courge, melon...
Légumes tiges	poireau, asperge, chou-rave...
Légumes secs	fève, haricot, lentille, petit pois...
Légumes fleurs	artichaut, chou-fleur, brocoli...
Les bulbes	ail, échalote, oignon...
Les fines herbes	cerfeuil, persil, ciboulette, laurier...

L'analyse de cette classification montre qu'elle est sans lien avec la classification des familles botaniques précitées. Ainsi, les légumes feuilles se répartissent sur au moins cinq familles botaniques différentes. Même la pomme de terre et le topinambour qui sont regroupées au sein des légumes de type tubercule appartiennent à deux familles botaniques distinctes (solanacées et astéracées).

En dehors de l'argumentaire présenté précédemment sur les raisons expliquant cette classification, il n'y a pas de fondement scientifique pour considérer par exemple que l'oseille et la laitue puisse être considérées équivalentes sur le plan des transferts de substances. Ainsi, la démarche classique en étude de risque qui consiste à extrapoler les résultats d'analyse obtenus sur une espèce (par exemple la laitue) à l'ensemble des salades, puis à l'ensemble des légumes feuilles est discutable. Cette remarque est tout à fait valable également pour l'extrapolation au sein d'une même espèce des différentes variétés et même cultivars. Cependant, pour des questions de pragmatisme, il est difficile en l'état de remettre en cause cette démarche. Cela doit inviter à être modeste dans l'analyse et l'interprétation des résultats tandis que les limites de connaissance ainsi que toutes les hypothèses formulées et informations collectées (variétés échantillonnées et pas seulement espèces...) doivent être précisées dans les rapports d'étude.

ANNEXE 3 : disparités régionales de la fréquence à laquelle on retrouve les principaux légumes cultivés dans les potagers français (d'après l'enquête CSA/UPJ, 2007).

De manière générale, quels types de légumes cultivez-vous dans votre potager ?

	Ensemble	Région								
		Région Ile de France	Région Nord	Région Est	Région BP Est	Région BP Ouest	Région Ouest	Région Sud Ouest	Région Sud Est	Région Méd.
<i>Base redressée</i>	419	32	24	45	48	49	74	59	47	40
Tomates	61%	49%	50%	66%	62%	60%	64%	67%	61%	56%
Salades	51%	48%	35%	61%	66%	51%	50%	47%	54%	33%
Pommes de terre	39%	24%	19%	33%	46%	58%	45%	35%	49%	20%
Haricots verts	35%	24%	22%	48%	34%	50%	35%	32%	36%	19%
Baies (framboises, mures, fraises, etc..)	29%	38%	7%	40%	20%	41%	31%	22%	38%	17%
Carottes	25%	18%	23%	28%	41%	35%	14%	24%	39%	5%
Radis	24%	24%	21%	25%	38%	24%	26%	21%	20%	18%
Poireaux	24%	21%	24%	19%	34%	36%	22%	26%	28%	5%
Herbes aromatiques	20%	22%	52%	25%	20%	16%	17%	18%	19%	7%
Courgettes, Courges	16%	11%	11%	15%	26%	11%	18%	13%	22%	13%
Concombres	13%	16%	-	10%	19%	26%	17%	13%	5%	-
Choux	12%	13%	10%	17%	15%	15%	7%	3%	24%	5%
Aubergines	8%	2%	-	2%	7%	10%	6%	16%	9%	12%
Oignons, Ails, échalottes	7%	5%	3%	7%	10%	7%	10%	6%	2%	10%
Petits pois	4%	5%	3%	6%	2%	-	3%	4%	14%	2%
Poivrons	4%	-	-	3%	5%	-	3%	8%	2%	10%
Betteraves	3%	2%	3%	7%	5%	-	2%	-	3%	3%
Artichauts	2%	-	3%	-	2%	5%	2%	-	2%	3%
Autres	14%	6%	19%	13%	17%	17%	7%	20%	20%	13%
Aucun, je ne cultive pas de légumes	15%	38%	6%	11%	12%	7%	14%	13%	9%	31%
NSP	2%	-	-	-	-	-	2%	8%	3%	6%

ANNEXE 4 : influence de la catégorie socioprofessionnelle sur le taux de possession d'un jardin.

① Taux de possession des jardins en 1991

En %

	Jardins d'agrément	Jardins potagers	Tous jardins
Ensemble des ménages	20,0	35,0	55,0
Agriculteurs	4,5	84,5	89,0
Retraités	17,4	48,1	65,5
Autres inactifs	18,3	24,3	42,6
Ouvriers	18,0	35,9	53,9
Artisans, commerçants, chefs d'entreprise	29,6	28,0	57,6
Professions intermédiaires	24,1	25,4	49,5
Employés	17,5	19,5	37,0
Cadres supérieurs	29,5	18,0	47,5
Ménages agricoles (1)	6,1	78,3	84,4
Ménages non agricoles	21,1	31,5	52,6
dont habitant :			
une commune rurale	20,2	60,9	81,1
une petite ville	24,8	41,6	66,4
une ville moyenne	23,7	29,5	53,2
une grande ville	21,6	20,5	42,1
l'unité urbaine de Paris	16,5	12,3	28,8

(1) Dont la personne de référence est exploitant ou salarié agricole, qu'elle soit en activité ou en retraite.

Source : Enquête alimentaire 1991, Insee

ANNEXE 5 : ration alimentaire pour les quatre classes de légumes fournies dans la base de données CIBLEX, selon la classe d'âge et pour l'échelon géographique nationale. Les taux de consommation (%) et les consommations alimentaires (g/j) sont issues de l'enquête alimentaire nationale INCA 1 (AFSSA, 1999) et les % d'autarcie proviennent de l'enquête alimentaire nationale de l'INSEE (1991). Les % d'autarcie mis entre parenthèses correspondent à la population agricole.

Ration alimentaire légumes-feuilles					
		Effectif total	Taux de consommation (%)	Consommation alimentaire (g/j)	% d'autarcie
<i>Nourrissons</i>	0 à 1 an	-	-	93,8	-
<i>Enfants</i>	1 à 2 ans	-	-	64,23	-
	2 à 7 ans	425	64,0%	19,91	-
	7 à 12 ans	592	68,4%	28,3	-
<i>Adolescents</i>	12 à 17 ans	156	70,5%	29,63	-
<i>Adultes</i>	17 à 60 ans	1011	85,0%	44,14	26,38 (70,73)
	61 ans et plus	307	89,6%	57,72	26,38

Ration alimentaire légumes-fruits					
		Effectif total	Taux de consommation (%)	Consommation alimentaire (g/j)	% d'autarcie
<i>Nourrissons</i>	0 à 1 an	-	-	72,9	-
<i>Enfants</i>	1 à 2 ans	-	-	49,9	-
	2 à 7 ans	425	96,7%	115,45	-
	7 à 12 ans	592	96,6%	129,28	-
<i>Adolescents</i>	12 à 17 ans	156	93,0%	132,3	-
<i>Adultes</i>	17 à 60 ans	1011	96,8%	180,59	13,08 (32,96)
	61 ans et plus	307	99,3%	252,59	13,08

Ration alimentaire légumes-racines					
		Effectif total	Taux de consommation (%)	Consommation alimentaire (g/j)	% d'autarcie
<i>Nourrissons</i>	0 à 1 an	-	-	-	-
<i>Enfants</i>	1 à 2 ans	-	-	34,54	-
	2 à 7 ans	425	64,9%	18,24	-
	7 à 12 ans	592	60,1%	22,55	-
<i>Adolescents</i>	12 à 17 ans	156	57,0%	26,38	-
<i>Adultes</i>	17 à 60 ans	1011	75,9%	29,09	24,33 (68,4)
	61 ans et plus	307	63,5%	31,52	24,33

Ration alimentaire pommes de terre					
		Effectif total	Taux de consommation (%)	Consommation alimentaire (g/j)	% d'autarcie
<i>Nourrissons</i>	0 à 1 an	-	-	36,3	-
<i>Enfants</i>	1 à 2 ans	-	-	69,68	-
	2 à 7 ans	425	97,6%	49,49	-
	7 à 12 ans	592	97,5%	70,73	-
<i>Adolescents</i>	12 à 17 ans	156	96,8%	73,97	-
<i>Adultes</i>	17 à 60 ans	1011	94,8%	65,18	23,67 (76,68)
	61 ans et plus	307	90,2%	70,39	23,67

ANNEXE 6: valeurs de consommation totale avec ou sans prise en compte de l'autoconsommation (en Kg/an/pers) et des taux d'autarcie (en %) pour les différents légumes ayant servis à la comparaison de l'enquête alimentaire nationale INSEE de 1991 et les données de l'enquête alimentaire de Chinon-Avoine, en fonction des ZEAT.

<i>sources (BERTRAND, 1993)</i>		Région Parisienne	Bassin Parisien	Nord	Est	Ouest	Sud-ouest	Centre-est	Méditerranée	France métropolitaine
Pommes de terre	Consommation totale	23,4	34,9	69,3	35,5	29,9	29,5	25,2	26,8	32,1
	Consommation hors autoconsommation	21,9	24,8	62,1	27,5	16,4	21,0	16,3	21,2	24,5
	% d'autarcie	6,3	28,8	10,4	22,4	45,2	28,6	35,3	20,7	23,7
Carottes	Consommation totale	7,9	8,3	8,0	9,2	10,5	8,7	7,7	7,3	8,3
	Consommation hors autoconsommation	7,2	5,2	5,5	5,8	1,7	6,1	5,4	6,4	6,3
	% d'autarcie	9,6	37,0	30,8	36,3	84,3	29,8	30,5	12,2	24,8
Tomates fraîches	Consommation totale	10,1	9,8	9,0	9,0	9,3	11,1	10,4	11,6	10,0
	Consommation hors autoconsommation	9,4	7,3	8,2	5,6	5,4	7,7	7,8	10,0	7,8
	% d'autarcie	7,5	25,7	9,4	37,8	42,5	30,3	24,8	14,3	22,1
Haricots frais	Consommation totale	2,8	3,4	2,4	2,5	4,2	3,9	4,0	3,7	3,4
	Consommation hors autoconsommation	2,2	1,2	0,9	0,4	0,8	1,2	1,3	2,3	1,4
	% d'autarcie	21,8	64,0	63,9	84,1	80,3	70,3	68,9	37,5	58,9
Laitues	Consommation totale	2,0	3,9	3,8	2,1	4,4	4,8	2,7	3,1	3,3
	Consommation hors autoconsommation	1,9	2,0	3,2	1,4	1,8	2,6	1,5	2,8	2,1
	% d'autarcie	6,4	47,4	17,3	35,1	58,7	45,8	43,1	9,6	36,2
Endives	Consommation totale	5,2	4,8	6,2	3,2	2,8	4,2	4,0	3,6	4,3
	Consommation hors autoconsommation	5,0	4,4	5,9	3,1	2,4	3,6	3,7	3,6	4,0
	% d'autarcie	2,9	8,1	3,7	2,5	14,3	14,2	7,5	0,3	6,3
Autres salades	Consommation totale	3,8	4,3	3,2	4,9	2,9	3,8	6,5	5,4	4,3
	Consommation hors autoconsommation	3,2	2,2	1,3	2,4	1,2	1,9	4,0	4,2	2,6
	% d'autarcie	15,4	49,8	58,3	52,0	56,9	48,8	39,4	23,0	39,4
Choux fleurs	Consommation totale	1,7	2,4	1,9	2,2	2,6	3,3	2,9	2,5	2,4
	Consommation hors autoconsommation	1,7	2,2	1,9	2,0	2,1	3,0	2,6	2,3	2,2
	% d'autarcie	1,2	9,0	0,0	9,0	17,4	10,5	10,2	6,5	8,8
Poireaux	Consommation totale	2,9	4,1	4,8	2,7	5,0	4,4	3,7	3,5	3,8
	Consommation hors autoconsommation	2,4	2,0	3,2	1,5	2,1	2,1	2,0	2,5	2,1
	% d'autarcie	19,4	52,0	33,0	44,7	57,2	52,5	47,0	28,0	44,9
Artichauts	Consommation totale	0,9	1,2	1,0	0,6	1,1	1,6	1,0	2,3	1,2
	Consommation hors autoconsommation	0,9	1,1	0,9	0,6	0,9	1,0	1,0	1,6	1,0
	% d'autarcie	0,0	8,5	8,2	0,0	17,0	36,1	0,0	28,0	15,0
Légumes secs	Consommation totale	0,9	0,9	0,6	0,6	0,8	0,9	0,9	0,8	0,8
	Consommation hors autoconsommation	0,9	0,0	0,6	0,6	0,5	0,7	0,8	0,8	0,8
	% d'autarcie	2,1	98,9	0,0	9,4	35,8	27,8	6,9	2,5	8,4
SOMME consommation totale		61,7	77,9	110,1	72,4	73,6	76,1	69,0	70,5	73,9
SOMME consommation hors autoconsommation		56,6	52,5	93,7	50,8	35,4	50,9	46,3	57,7	54,7
MOYENNE des % d'autarcie		8,2	32,7	15,0	29,8	51,9	33,2	32,9	18,2	26,0

ANNEXE 7: valeurs de consommation totale avec ou sans prise en compte de l'autoconsommation (en Kg/an/pers) et des taux d'autarcie (en %) pour les différents légumes ayant servis à la comparaison de l'enquête alimentaire nationale INSEE de 1991 et les données de l'enquête alimentaire de Chinon-Avoine, en fonction du type de population et d'habitat.

		Population agricole			Population non agricole					Ensemble	
		Commune rurale	Commune urbaines	Ensemble	Communes rurales	Unité urbaine de moins de 10 000 H	Unité urbaine de moins de 10000 à 100000 H	Unité urbaine plus de 100 000 H sauf Paris	Unité urbaine de Paris		Ensemble
Pommes de terre	Consommation totale	43,56	39,15	42,62	31,03	32,09	33,84	35,39	21,58	31,22	32,06
	Consommation hors autoconsommation	10,2	14,6	11,1	17,4	22,7	30,3	32,7	20,9	25,5	24,5
	% d'autarcie	76,7	62,7	74,0	44,1	29,2	10,3	7,6	3,2	18,2	23,7
Carottes	Consommation totale	10,89	11,28	10,97	9,41	8,73	7,22	7,65	7,78	8,11	8,32
	Consommation hors autoconsommation	3,4	5,1	3,8	5,8	5,8	6,0	6,9	7,4	6,5	6,3
	% d'autarcie	68,5	54,9	65,5	37,9	34,0	16,5	10,5	4,9	20,5	24,8
Tomates fraîches	Consommation totale	8,3	15,54	9,84	9,23	9,84	9,83	10,44	10,52	10	9,99
	Consommation hors autoconsommation	4,9	10,5	6,1	6,4	6,0	8,1	8,4	10,0	7,9	7,8
	% d'autarcie	41,3	32,2	38,2	31,2	39,0	17,5	19,3	5,3	20,9	22,1
Haricots frais	Consommation totale	6,41	8,08	6,76	3,69	4,28	2,22	3	2,79	3,11	3,38
	Consommation hors autoconsommation	0,6	1,3	0,8	0,5	0,9	1,3	1,9	2,3	1,4	1,4
	% d'autarcie	90,2	83,9	88,6	87,3	78,5	41,9	35,7	17,9	53,7	58,9
Laitues	Consommation totale	5,8	4,54	5,53	3,76	3,74	2,94	3,06	2,2	3,11	3,29
	Consommation hors autoconsommation	1,0	1,3	1,1	1,7	2,2	2,3	2,6	2,0	2,2	2,1
	% d'autarcie	82,1	70,7	80,1	55,1	41,7	22,1	16,0	7,3	29,9	36,2
Endives	Consommation totale	3,79	3,36	3,7	3,55	4,47	4,02	4,55	5,15	4,32	4,28
	Consommation hors autoconsommation	2,3	2,9	2,4	3,1	1,2	3,9	4,5	5,1	4,1	4,0
	% d'autarcie	40,1	14,9	35,1	12,4	73,4	2,7	1,8	1,2	4,2	6,3
Autres salades	Consommation totale	5,87	7,85	6,29	4,6	5,24	4,23	3,68	3,54	4,13	4,29
	Consommation hors autoconsommation	1,0	2,4	1,3	2,0	2,7	2,8	2,9	3,3	2,7	2,6
	% d'autarcie	82,6	69,2	79,0	57,2	48,1	33,8	22,3	7,3	34,4	39,4
Choux fleurs	Consommation totale	3,61	4,61	3,82	2,58	2,71	2,2	2,43	1,52	2,2	2,4
	Consommation hors autoconsommation	2,3	3,6	2,6	2,3	2,5	2,1	2,4	1,5	2,2	2,2
	% d'autarcie	37,1	21,5	33,2	11,6	6,3	3,2	2,9	0,0	1,8	8,8
Poireaux	Consommation totale	6,65	6,79	6,68	4,13	3,93	3,52	3,58	2,85	3,6	3,83
	Consommation hors autoconsommation	0,4	1,2	0,6	1,2	1,8	2,3	2,9	2,5	2,2	2,1
	% d'autarcie	93,4	81,9	90,9	70,0	53,4	35,5	17,9	11,6	38,1	44,9
Artichauts	Consommation totale	1,29	0,86	1,2	1,39	0,82	1,15	1,4	0,89	1,2	1,2
	Consommation hors autoconsommation	0,7	0,9	0,8	0,9	0,7	1,0	1,4	0,9	1,0	1,0
	% d'autarcie	43,4	0,0	37,5	34,5	9,8	14,8	0,7	0,0	13,3	15,0
Légumes secs	Consommation totale	1,03	1,47	1,13	0,88	0,49	0,97	0,63	1,01	0,81	0,83
	Consommation hors autoconsommation	0,5	0,6	0,5	0,8	0,5	1,0	0,6	1,0	0,8	0,8
	% d'autarcie	55,3	57,1	55,8	9,1	6,1	2,1	1,6	0,0	3,7	8,4
SOMME consommation totale		97,2	103,5	98,5	74,3	76,3	72,1	75,8	59,8	71,8	73,9
SOMME consommation hors autoconsommation		27,3	44,5	31,0	42,0	47,1	61,1	67,1	56,9	56,6	54,7
MOYENNE des % d'autarcie		71,9	57,0	68,6	43,4	38,3	15,3	11,5	4,9	21,2	26,0

ANNEXE 8 : catégorisation des différentes espèces végétales cultivées dans un potager en quatre classes de légumes, pratiquée dans les enquêtes alimentaires menées par l'IRSN autour des installations nucléaires de Pierrelatte-Tricastin et de Chinon-Avoine (V. PARACHE, 2007).

LEGUMES FRAIS A FEUILLES	asperge, artichaut, blette, céleri, chou pomme, chou fleur / brocoli, endive, épinard, fenouil, poireau, salade.
LEGUMES FRAIS A RACINES	ail, betterave, carotte, navet, oignon, radis, salsifis.
LEGUMES FRAIS A FRUITS ¹	aubergine, concombre, courgette, haricot à égrener, haricot vert, petit pois, piment, poivron, potiron/courge, tomate.
AUTRES LEGUMES	légumes secs pomme de terre, champignon de Paris, champignons sauvages, asperge sauvage, plantes aromatiques.

1-Nous avons fais le choix de rajouter les fraises

ANNEXE 9 : questionnaire d'enquête fourni aux familles (carnet de consommation) dans le cadre de l'enquête alimentaire autour du site nucléaire de Chinon-Avoine (2008).

ENQUÊTE 2008

ENQUÊTE ALIMENTAIRE AUTOCONSOMMATION ET CONSOMMATION LOCALE AUTOUR DU SITE D'AVOINE CHINON

Date enquête : du au

Foyer enquêté:

Localisation du foyer :

Composition de la famille et autres personnes vivant au foyer :

Désignation des membres du foyer	Sexe	Age	Profession/Activité

(ANNEXE 9 suite) : questionnaire d'enquête fourni aux familles (carnet de consommation) dans le cadre de l'enquête alimentaire autour du site nucléaire de Chinon-Avoine (2008).

1- COMPOSITION USUELLE DES « PETITS » REPAS

Membre du foyer	COMPOSITION USUELLE DU PETIT DEJEUNER		Quantités
	Produits issus de l'agriculture locale (votre jardin, une exploitation des environs, le marché paysan local...)	Produits issus de la grande distribution	
<i>Ex : père</i>	<i>2 œufs Confiture abricots</i>	<i>2 tranches de pain</i>	<i>20 g 20 g 25 g</i>

Membre du foyer	COMPOSITION USUELLE DES CASSES CROUTES ET GOUTERS		Quantités
	Produits locaux (votre jardin, une exploitation des environs, le marché paysan local...)	Produits de la grande distribution	
<i>Ex : 2 enfants</i>	<i>2 pêches</i>	<i>2 pains au chocolat</i>	<i>100 g 50 g</i>

(ANNEXE 9 suite) : questionnaire d'enquête fourni aux familles (carnet de consommation) dans le cadre de l'enquête alimentaire autour du site nucléaire de Chinon-Avoine (2008).

2- REPAS PRINCIPAUX

PARTICIPANTS AUX PRINCIPAUX REPAS

Nombre de personnes habituellement présentes au déjeuner :

Nombre de personnes habituellement présentes au dîner :

Pour chaque membre de la famille régulièrement absent du foyer aux repas principaux, préciser sous quelle forme sont pris ses repas à l'extérieur

Exemple : cantine, casse croûte (repas froid, sandwich...) :

Membre	Midi	Soir	Type de repas
Ex : père	x		Sandwichs (jambon, fromage) + fruits (2 pêches)

ANNEXE 9 suite) : questionnaire d'enquête fourni aux familles (carnet de consommation) dans le cadre de l'enquête alimentaire autour du site nucléaire de Chinon-Avoine (2008).

EXEMPLE

MENU QUOTIDIEN du : _____ **1^{er} jour (5/07/08)** _____ (date)

MIDI

MENU	PRODUITS ENTRANT DANS LA PREPARATION DU REPAS		Quantités
	Produits locaux (votre jardin, une exploitation des environs, le marché paysan local...)	Produits de la grande distribution	
Salade composée	Tomates.....		5 = 500 gr
	Salade (laitue).....		1 = 300 gr
	Oufs.....		3 = 150 gr
Côtelettes agneau		Olives.....	10 = 50 gr
		Anchois à l'huile.....	150 gr
Frites	Pommes de terre nouvelles.....	Agneau.....	600 gr
Fromage		camembert.....	10 = 1000 gr
Fraises au sucre	Fraises.....		100 gr
		sucre en poudre.....	500 gr
			50 gr

Nombre de personnes présentes au repas : 5

Si hôtes, nombre et âges :

SOIR

MENU	PRODUITS ENTRANT DANS LA PREPARATION DU REPAS		Quantités
	Produits locaux (votre jardin, une exploitation des environs, le marché paysan local...)	Produit de la grande distribution	
Soupe au pistou	Oignons (gros).....		2 = 300 gr
	Poireau.....		1 = 150 gr
	Carottes.....		3 = 200 gr
	Pommes de terre (grosses).....		4 = 800 gr
	Haricots verts (1 poignée).....		300 gr
		haricots blancs (écosés).....	300 gr
	Tomates (2 grosse bien mûres)		2 = 400 gr
	Basilic (1 bon bouquet)		100 gr
		ail (3 grosses gousses).....	3 = 40 gr
		huile d'olive (6 cuillerées à soupe).....	6 = 300 gr
		sel (5-8 pincées).....	6 = 30 gr
		poivre (3 tours moulin).....	20 gr
		Abricots (gros et mûrs).....	12 = 1200 gr
	pâte sablée surgelée.....	230 gr	
	sucre (4 c. à soupe).....	4 = 200 gr	

Nombre de personnes présentes au repas : 6

Si hôtes, nombre et âges : 1 (30 ans)

ANNEXE 10 : exemple d'une « fiche autoconsommation » remplie ayant servie à la quantification de l'autoproduction des 88 foyers de l'enquête alimentaire de Chinon-Avoine

AUTOCONSOMMATION, ÉLEVAGE, CHASSE, PÊCHE

1- Cultivez vous un jardin potager ? **oui** non
 Quelle est la surface réellement plantée de votre potager : ...500... m2
 Son exploitation est-elle ? **forte** modérée faible

2- Cultivez vous vous un verger ? **oui** non
 Combien d'arbres fruitiers sont en production ? **50 kg**
 3 pommiers
 3 poiriers
 1 mirabelle
 3 pruniers
 Citez les légumes et fruits provenant de votre jardin et de votre verger **20% frais - 80% conservés**

Produit (nature, surface ou nombre)	durée de récolte	Quantité moyenne récoltée par jour, semaine ou saison	Utilisation en% (frais, conserve, congélation)
Ex : Tomates (20 m2)	2 mois	500 g/jour	80% frais - 20% conserve
Ex : 1 Abricotier	1 mois	20 à 30 kg/an	60% frais - 20% confiture
6 tomates	6 mois	500 g/jour	→ le surplus congelé
haricots vert	6 mois	2 kg/semaine	
chx carottes	10 mois	750 g/semaine	congelé
concombre (23p)	2 mois	100 g	pot
melon	et année	500 g/jour	
corge chon	et année	7-8 kg/saison	pot
pat	et année	1 kg/semaine	
houssettes	et année	400 g/jour	8 kg conservés surgelés
salades crues	2 mois	1 kg/semaine	
endives	4 mois	1 kg/semaine	
pts pois	3 semaines		

3- Quels sont les légumes et fruits que vous consommez provenant d'autres jardins ou exploitations agricoles locales ?

Localisation de ces jardins ou ces d'exploitations ?

fraises 5 mois 1,5/semaine
 poireaux 6 mois 1 kg/semaine
 ail
 oignon 300 g/semaine
 échalotte " "
 bett rouge 20 kg/saison
 arthaut 1 mois
 + asperges (il. J1)

ANNEXE 11 : nombre et type d'arbre répertoriés sur les « fiches autoproductions » pour les 65 foyers retenus pour tester la méthode.

n° Famille	Nb d'arbres						Framboisier	Cassis	Groseillier	TOTAL Surface
	Cerisier	Noyer	Poirier; Pommier, Pêcher	Prunier	Abricotier	Noisetier	production (kg/an)	nb plants	nb plants	
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	5,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	145,0
5	1,0	0,0	5,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	55,0
7	5,0	2,0	0,0	3,0	0,0	2,0	0,5	0,0	0,0	257,8
8	0,0	0,0	10,0	2,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	40,8
9	2,0	0,0	3,0	1,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	66,8
10	0,0	0,0	3,0	7,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	82,7
11	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0
13	1,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	29,0
14	3,0	0,0	12,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	118,0
15	2,0	0,0	7,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	104,0
16	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	16,7
18	0,0	0,0	6,0	3,0	1,0	0,0	0,0	0,0	2,0	50,0
19	0,0	0,0	6,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	52,0
20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1,7
21	6,0	0,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	190,0
22	2,0	0,0	15,0	2,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	104,5
23	1,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,5	5,0	1,0	43,8
25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
27	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0
28	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
29	3,0	0,0	85,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	275,0
30	2,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	60,0
32	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
33	2,0	0,0	4,0	2,0	1,0	0,0	5,0	3,0	0,0	93,8
34	0,0	0,0	2,0	0,0	1,0	1,0	0,5	2,0	0,0	17,8
37	1,0	1,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	69,0
38	2,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	16,0	0,0	0,0	82,7
40	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,0
44	2,0	0,0	7,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	94,0
46	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	50,0	0,0	15,0	124,8
47	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,0
48	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	3,3
49	1,0	0,0	4,0	3,0	0,0	0,0	1,0	1,0	12,0	96,2
51	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
52	0,0	0,0	4,0	2,0	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	34,0
54	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
56	2,0	0,0	8,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	82,0
57	5,0	2,0	0,0	5,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	269,0
59	2,0	0,0	18,0	4,0	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	130,0
60	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	0,0	0,0	0,0	120,0
61	3,0	2,0	15,0	6,0	0,0	1,0	6,0	2,0	10,0	290,0
62	3,0	0,0	0,0	6,0	0,0	1,0	6,0	1,0	1,0	176,0
63	3,0	2,0	4,0	2,0	0,0	3,0	7,0	0,0	0,0	215,7
64	0,0	0,0	10,0	1,0	1,0	0,0	7,0	1,0	1,0	48,7
66	5,0	1,0	3,0	0,0	0,0	0,0	7,0	1,0	0,0	196,2
68	4,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	7,0	1,0	1,0	145,7
69	1,0	0,0	6,0	2,0	0,0	1,0	10,0	0,0	0,0	80,7
71	0,0	0,0	4,0	2,0	1,0	1,0	15,0	1,0	2,0	69,5
72	1,0	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	37,0
73	1,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	32,7
76	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
77	0,0	0,0	3,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,0
78	4,0	0,0	4,0	3,0	0,0	0,0	5,0	4,0	6,0	167,3
79	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
81	3,0	0,0	1,0	2,0	0,0	0,0	3,0	0,0	6,0	117,0
82	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
83	3,0	0,0	2,0	1,0	1,0	0,0	2,0	0,0	0,0	95,3
84	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
85	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
86	1,0	0,0	7,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	64,0
87	0,0	1,0	7,0	0,0	0,0	0,0	2,0	1,0	1,0	61,3

ANNEXE 12: résultats de l'analyse de variance (ANOVA 1 facteur) visant à tester la significativité des différences de consommations totales en légumes (en g/UC/jour) entre l'été et le printemps pour les 25 foyers sélectionnés de l'enquête alimentaire de Pierrelatte-Tricastin.

- Test de normalité de la distribution (la distribution suit une loi normale si les coefficients d'aplatissement et d'asymétrie sont compris entre -2.5 et 2.5).

<i>Statistiques descriptives</i>		
	Printemps	Eté
Moyenne	604,968811	734,669651
Médiane	585,294118	653,333333
Variance de l'échantillon	23337,8587	74338,7004
Kurstosis (Coefficient d'aplatissement)	-0,07576299	-0,66167633
Coefficient d'asymétrie	-0,09833279	0,70101942
Nombre d'échantillons	25	25

- Test d'égalité des variances (à 1%).

Test d'égalité des variances (F-Test)		
	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Moyenne	604,968811	734,669651
Variance	23337,8587	74338,7004
Observations	25	25
Degré de liberté	24	24
F	0,31393956	
P(F<=f) unilatéral	0,00310828	
Valeur critique pour F (unilatéral)	0,50409335	

- Résultats de l'analyse de variance à 1 facteur (à 1%).

RAPPORT DÉTAILLÉ				
<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
Colonne 1	25	15124,2203	604,968811	23337,8587
Colonne 2	25	18366,7413	734,669651	74338,7004

ANALYSE DE VARIANCE					
<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>
Entre Groupes	210278,85	1	210278,85	4,30561543	0,04337022
A l'intérieur des groupes	2344237,42	48	48838,2795		
Total	2554516,27	49			

ANNEXE 13 : résultats de l'analyse de variance (ANOVA 1 facteur) visant à tester la significativité des différences de consommations totales en légumes (en g/UC/jour) entre l'été et l'hiver pour les 25 foyers sélectionnés de l'enquête alimentaire de Pierrelaye-Tricastin.

- Test de normalité de la distribution (la distribution suit une loi normale si les coefficients d'aplatissement et d'asymétrie sont compris entre -2.5 et 2.5).

<i>Statistiques descriptives</i>		
	Eté	Hiver
Moyenne	734,669651	647,245066
Médiane	653,333333	591,304348
Variance de l'échantillon	74338,7004	38563,3309
Kurstosis (Coefficient d'aplatissement)	-0,66167633	0,82731682
Coefficient d'asymétrie	0,70101942	0,98529507
Nombre d'échantillons	25	25

- Test d'égalité des variances (à 1%).

<i>Test d'égalité des variances (F-Test)</i>		
	<i>Eté</i>	<i>Hiver</i>
Moyenne	734,669651	647,245066
Variance	74338,7004	38563,3309
Observations	25	25
Degré de liberté	24	24
F	1,92770434	
P(F<=f) unilatéral	0,05737203	
Valeur critique pour F (unilatéral)	1,98375957	

- Résultats de l'analyse de variance à 1 facteur (à 1%).

RAPPORT DÉTAILLÉ				
<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
Colonne 1	25	18366,7413	734,669651	74338,7004
Colonne 2	25	16181,1267	647,245066	38563,3309

ANALYSE DE VARIANCE					
<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>
Entre Groupes	95538,2257	1	95538,2257	1,69240933	0,19949436
A l'intérieur des groupes	2709648,75	48	56451,0157		
Total	2805186,98	49			

ANNEXE 14 : résultats de l'analyse de variance (ANOVA 1 facteur) visant à tester la significativité des différences de consommations totales en légumes (en g/UC/jour) entre l'été et l'automne pour les 25 foyers sélectionnés de l'enquête alimentaire de Pierrelatte-Tricastin. Les valeurs ont été transformées en LOG base 10.

- Test de normalité de la distribution (la distribution suit une loi normale si les coefficients d'aplatissement et d'asymétrie sont compris entre -2.5 et 2.5).

Test d'égalité des variances (F-Test)		
	Variable 1	Variable 2
Moyenne	2,82638816	2,73979819
Variance	0,02153228	0,01162001
Observations	24	25
Degré de liberté	23	24
F	1,85303392	
P(F<=f) unilatéral	0,07028686	
Valeur critique pour F (unilatéral)	1,99323913	

- Test d'égalité des variances (à 1%).

Statistiques descriptives		
	Eté	Automne
Moyenne	2,82638816	2,73979819
Médiane	2,81132305	2,74119308
Variance de l'échantillon	0,02153228	0,01162001
Kurtosis (Coefficient d'aplatissement)	-1,28426552	0,02925191
Coefficient d'asymétrie	0,25220879	-0,03814278
Nombre d'échantillons	24	25

- Résultats de l'analyse de variance à 1 facteur (à 1%).

RAPPORT DÉTAILLÉ				
Groupes	Nombre d'échantillons	Somme	Moyenne	Variance
Colonne 1	24	67,8333159	2,82638816	0,02153228
Colonne 2	25	68,4949548	2,73979819	0,01162001

ANALYSE DE VARIANCE					
Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité
Entre Groupes	0,09181007	1	0,09181007	5,57414654	0,02242636
A l'intérieur des groupes	0,77412272	47	0,0164707		
Total	0,8659328	48			

ANNEXE 15 : résultats de l'analyse de variance (ANOVA 1 facteur) visant à tester la significativité des différences de productivité (en Kg/m²) entre la classe d'intensification « forte » et la classe d'intensification « moyenne ». Les valeurs ont été transformées en LOG base 10.

- Test de normalité de la distribution (la distribution suit une loi normale si les coefficients d'aplatissement et d'asymétrie sont compris entre -2.5 et 2.5).

<i>Analyse statistique descriptives</i>		
	Intensification "Forte"	Intensification "Moyenne"
Moyenne	2,760725374	2,692713854
Médiane	2,730641391	2,663541997
Écart-type	0,296210946	0,323812926
Variance de l'échantillon	0,087740925	0,104854811
Kurtosis (Coefficient d'aplatissement)	-0,442874232	0,322507587
Coefficient d'asymétrie	0,086454213	0,235098825
Nombre d'échantillons	33	24

- Test d'égalité des variances (à 1%).

Test d'égalité des variances (F-Test)		
	<i>Intensification 'forte'</i>	<i>Intensification "moyenne"</i>
Moyenne	2,760725374	2,662514576
Variance	0,087740925	0,08673812
Observations	33	23
Degré de liberté	32	22
F	1,011561293	
P(F<=f) unilatéral	0,498102954	
Valeur critique pour F (unilatéral)	1,972855242	

- Résultats de l'analyse de variance à 1 facteur (à 1%).

Analyse de variance: un facteur						
RAPPORT DÉTAILLÉ						
<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>		
Colonne 1	34	93,9631403	2,76362177	0,08536734		
Colonne 2	23	61,7659296	2,6854752	0,10830622		
ANALYSE DE VARIANCE						
<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	0,0837822	1	0,0837822	0,88618192	0,35063057	4,016195438
A l'intérieur des groupes	5,19985907	55	0,09454289			
Total	5,28364127	56				

ANNEXE 16 : résultats de l'analyse de variance (ANOVA 1 facteur) visant à tester la significativité des différences de surface (en m²) entre la classe d'intensification « forte » et la classe d'intensification « moyenne ». Les valeurs ont été transformées en LOG base 10.

- Test de normalité de la distribution (la distribution suit une loi normale si les coefficients d'aplatissement et d'asymétrie sont compris entre -2.5 et 2.5).

<i>Statistiques descriptives</i>		
	Intensification "forte"	Intensification "moyenne"
Moyenne	2,45530821	2,302981572
Médiane	2,389166084	2,402035056
Écart-type	0,3265379	0,464253147
Variance de l'échantillon	0,106627	0,215530984
Kurtosis (Coefficient d'aplatissement)	-0,637185886	0,095098797
Coefficient d'asymétrie	-0,088580606	-0,460181096
Nombre d'échantillons	33	24

- Les variances sont identiques

<i>Test d'égalité des variances (F-Test)</i>		
	<i>Intensification Forte</i>	<i>Intensification moyenne</i>
Moyenne	2,45530821	2,302981572
Variance	0,106627	0,215530984
Observations	33	24
Degré de liberté	32	23
F	0,494717733	
P(F<=f) unilatéral	0,032786596	
Valeur critique pour F (unilatéral)	0,533767159	

- Résultats de l'analyse de variance à 1 facteur (à 5%).

<i>Analyse de variance: un facteur</i>						
<i>RAPPORT DÉTAILLÉ</i>						
<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>		
Colonne 1	33	81,0251709	2,45530821	0,106627		
Colonne 2	24	55,2715577	2,30298157	0,21553098		
<i>ANALYSE DE VARIANCE</i>						
<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	0,3224052	1	0,3224052	2,11873581	0,15119115	4,016195438
A l'intérieur des groupes	8,36927663	55	0,15216867			
Total	8,69168184	56				

ANNEXE 17 : données ayant servies au calage de la méthode (63 foyers).

n° Famille	INTENSIFICATION (m ² /personne)	SURFACE POTAGER (m ²)	Nombre d'UC	AUTOPRODUCTION de légumes (Kg/UC/an)			CONSUMMATION ANNUELLE TOTALE de légumes Kg/UC/an	Taux de couverture des besoins (%)	
				Initiale	Facteur correcteur	Après multiplication avec le facteur correcteur		Méthode	Terrain
47,0	100,0	2,0	1,8	2,7	1,0	2,7	95,4	1,1	2,9
30,0	180,0	6,0	2,0	13,5	1,0	13,5	115,2	1,7	11,7
48,0	180,0	6,7	4,0	2,6	1,0	2,6	127,8	0,9	2,1
2,0	180,0	8,0	2,5	0,4	1,0	0,4	215,1	1,8	0,2
84,0	180,0	10,0	1,9	4,7	1,0	4,7	95,8	2,9	4,9
20,0	100,0	18,3	1,9	31,5	1,0	31,5	126,6	9,5	24,8
32,0	100,0	30,0	4,0	51,4	1,0	51,4	132,9	7,5	38,7
25,0	180,0	40,0	2,6	9,3	1,0	9,3	124,7	8,6	7,5
33,0	100,0	40,0	3,1	44,0	1,0	44,0	143,0	13,0	30,8
1	180,0	50,0	1,9	34,5	1,0	34,5	322,7	14,4	10,7
4,0	65,0	55,0	2,0	131,5	1,0	131,5	246,1	42,3	53,4
44,0	100,0	56,0	2,4	136,6	1,0	136,6	170,3	23,4	80,2
85,0	100,0	80,0	4,7	48,0	1,0	48,0	181,2	17,0	26,5
83,0	65,0	80,0	2,0	167,0	1,0	167,0	225,1	61,5	74,2
54,0	65,0	100,0	2,6	98,2	1,0	98,2	245,1	59,9	40,1
37,0	65,0	100,0	2,0	90,5	1,0	90,5	130,5	76,9	69,4
52,0	100,0	116,0	2,0	75,5	1,0	75,5	182,7	58,0	41,3
34,0	100,0	132,2	5,4	37,6	1,0	37,6	87,6	24,7	43,0
87,0	65,0	138,7	4,5	180,7	1,0	180,7	222,6	47,4	81,2
76,0	100,0	150,0	2,4	93,2	1,0	93,2	226,1	63,6	41,2
64,0	65,0	151,3	2,5	155,4	1,0	155,4	164,8	93,1	94,3
68,0	65,0	154,3	2,3	109,3	1,0	109,3	168,3	103,7	64,9
38,0	65,0	167,3	2,0	121,0	1,0	121,0	188,6	128,7	64,1
40,0	100,0	170,0	2,0	71,0	1,0	71,0	278,9	85,0	25,5
82,0	65,0	170,0	3,4	83,4	1,0	83,4	145,0	76,3	57,5
17,0	65,0	183,3	2,0	226,0	1,0	226,0	140,3	141,0	161,1
15,0	65,0	200,0	3,9	80,3	1,0	80,3	169,9	78,3	47,3
63,0	65,0	200,0	2,8	201,3	1,0	201,3	256,1	111,9	78,6
28,0	65,0	200,0	2,1	193,9	1,0	193,9	223,6	143,8	86,7
79,0	65,0	200,0	2,0	242,5	1,0	242,5	220,8	153,8	109,9
23,0	100,0	206,2	1,6	146,5	1,0	146,5	146,3	131,3	100,1
69,0	65,0	219,3	3,1	116,9	1,0	116,9	255,4	109,9	45,8
71,0	65,0	230,5	2,5	136,4	1,0	136,4	199,4	141,8	68,4
57,0	180,0	231,0	5,0	58,4	1,0	58,4	115,4	25,7	50,6
78,0	65,0	232,7	1,9	117,5	1,0	117,5	118,6	192,4	99,0
7,0	100,0	242,2	2,0	60,9	1,0	60,9	148,4	121,1	41,0
5,0	65,0	245,0	2,1	161,2	1,0	161,2	143,9	176,1	112,0
18,0	65,0	250,0	3,3	138,6	1,0	138,6	172,8	116,9	80,2
72,0	100,0	263,0	2,7	106,6	1,0	106,6	124,7	97,0	85,5
73,0	100,0	267,3	2,0	161,5	1,0	161,5	154,5	133,7	104,6
13,0	100,0	271,0	2,3	123,9	1,0	123,9	105,9	116,8	117,1
14,0	100,0	282,0	3,6	69,6	1,0	69,6	188,4	78,6	37,0
77,0	100,0	284,0	2,4	131,9	1,0	131,9	96,5	116,9	136,6
86,0	100,0	286,0	2,0	120,0	1,0	120,0	131,6	143,0	91,2
27,0	65,0	290,0	2,1	228,5	1,0	228,5	256,0	215,5	89,3
3,0	100,0	400,0	2,0	133,5	1,0	133,5	120,3	200,0	111,0
49,0	65,0	403,8	2,0	132,3	1,0	132,3	148,6	310,6	89,0
21,0	65,0	410,0	3,8	138,0	1,0	138,0	224,4	166,4	61,5
29,0	65,0	425,0	2,4	555,6	1,1	555,6	213,3	269,1	260,5
9,0	65,0	433,2	3,3	192,5	1,1	250,2	255,2	200,1	98,1
19,0	65,0	448,0	3,0	190,7	1,1	247,9	202,5	229,7	122,4
51,0	65,0	450,0	2,0	162,5	1,1	211,3	156,8	346,2	134,7
16,0	65,0	500,0	2,1	177,1	1,3	230,2	118,2	359,5	194,8
11,0	100,0	540,0	2,0	357,3	1,4	464,4	210,1	270,0	221,0
62,0	65,0	624,0	2,6	335,6	1,6	469,8	227,5	373,5	206,5
59,0	100,0	670,0	1,7	185,4	1,7	296,6	205,4	391,8	144,4
61,0	65,0	710,0	2,7	173,8	1,8	278,1	211,7	403,1	131,3
56,0	100,0	718,0	2,2	167,5	1,8	268,0	120,5	322,0	222,5
66,0	65,0	803,8	4,9	107,1	2,0	182,1	171,0	250,8	106,5
60,0	65,0	880,0	1,9	211,7	2,2	359,8	125,6	701,5	286,6
81,0	65,0	883,0	3,1	208,0	2,2	353,5	166,5	432,6	212,3
10,0	100,0	917,3	2,9	176,8	2,3	318,2	272,2	313,1	116,9
8	65,0	959,2	2,0	277,5	2,4	527,3	183,2	737,8	287,8
22,0	100,0	1395,5	3,6	135,4	3,5	257,3	154,9	390,9	166,1

ANNEXE 18 : régression linéaire simple visant à démontrer la significativité de la relation entre le TAF_{terrain} et le TAF_{méthode}, à partir des 61 foyers retenus.

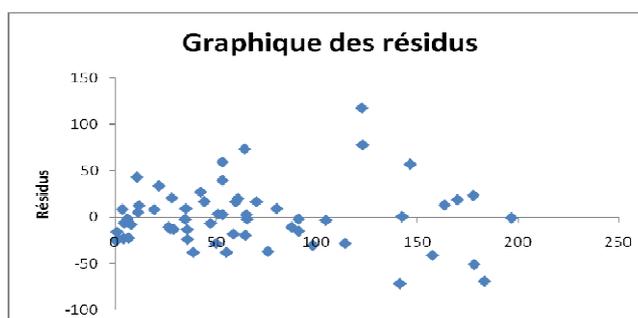
- Vérification de la normalité de la distribution (coefficients de Kurtosis et d'asymétrie compris entre -2.5 et 2.5).

<i>Statistiques descriptives</i>		
	TAF terrain	TAF méthode
Moyenne	92,22823813	75,89452605
Médiane	80,21960755	61,5118042
Écart-type	70,47634816	63,59108585
Variance de l'échantillon	4966,91565	4043,826199
Kurtosis (Coefficient d'aplatissement)	1,533895285	-0,27039355
Coefficient d'asymétrie	1,31643534	0,846409262
Nombre d'échantillons	61	61

- Les variances des deux variables ne sont pas différentes pour un risque de 1%.

<i>Test d'égalité des variances (F-Test)</i>		
	<i>TAF terrain</i>	<i>TAF méthode</i>
Moyenne	89,01747693	65,5452725
Variance	3820,416131	3016,159624
Observations	61	61
Degré de liberté	60	60
F	1,266649186	
P(F<=f) unilatéral	0,181248728	
Valeur critique pour F (unilatéral)	1,836259361	

- Il y a indépendance des résidus.



- Résultats : la corrélation est significative pour un risque de 1%.

<i>ANALYSE DE VARIANCE de la REGRESSION</i>				
	<i>Degré de liberté</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>
Régression	1	161975,3513	161975,3513	142,1055792
Résidus	59	67249,61663	1139,824011	
Total	60	229224,9679		

	<i>Coefficients</i>	<i>Erreur-type</i>	<i>Statistique t</i>	<i>Probabilité</i>
Constante	27,00728831	6,763493251	3,993097547	0,000183107

ANNEXE 19 : régression linéaire simple visant à démontrer la significativité de la relation entre le TAF_{terrain} et le TAF_{méthode}, pour les potagers dont la surface est < 750m².

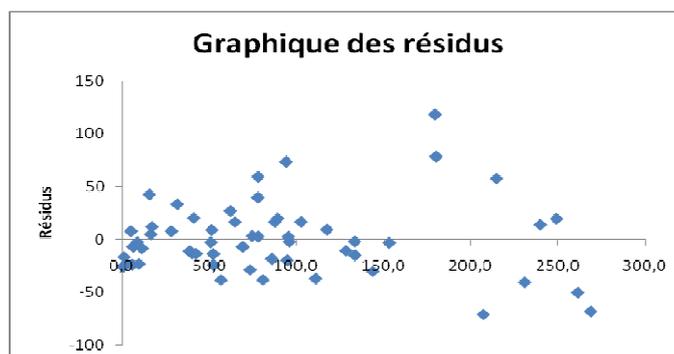
- Les distributions des variables TA_{terrain} et TA_{méthode} suivent une loi normale (coefficient de Kurtosis et d'aplatissement sont < 2.5) :

<i>Statistiques descriptives</i>		
	TA terrain	TA méthode
Moyenne	81,561454	85,1781346
Médiane	76,3979641	73,9340283
Écart-type	58,674067	73,6975781
Variance de l'échantillon	3442,64614	5431,33302
Kurtosis (Coefficient d'aplatissement)	1,0948788	0,21774086
Coefficient d'asymétrie	1,0477931	0,98597911
Nombre d'échantillons	57	57

- Les variances des deux variables ne sont pas différentes pour un risque de 5%.

<i>Test d'égalité des variances (F-Test)</i>		
	TA terrain	TA méthode
Moyenne	82,989095	86,6516951
Variance	3383,7978	5400,1321
Observations	57	57
Degré de liberté	56	56
F	0,62661389	
P(F<=f) unilatéral	0,04151594	
Valeur critique pour F (unilatéral)	0,64187597	

- Il y a indépendance des résidus.



- Résultats : la corrélation est significative pour un risque de 1%.

<i>ANALYSE DE VARIANCE REGRESSION</i>				
	<i>Degré de liberté</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>
Régression	1	123609,925	123609,925	103,191591
Résidus	55	65882,7513	1197,8682	
Total	56	189492,677		

	<i>Coefficients</i>	<i>Erreur-type</i>	<i>Statistique t</i>	<i>Probabilité</i>
Constante	27,5893801	7,12441377	3,87251233	0,00028852

ANNEXE 20 : régression linéaire simple visant à démontrer la significativité de la relation entre le TAF_{terrain} et le TAF_{méthode}, pour les potagers dont la surface est < 450m².

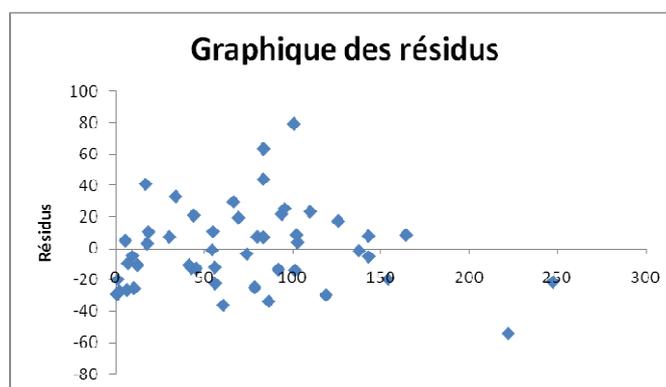
- Test de normalité de la distribution (la distribution suit une loi normale si les coefficients d'aplatissement et d'asymétrie sont compris entre -2.5 et 2.5).

Statistiques descriptives		
	TA terrain	TA méthode
Moyenne	66,9863299	71,7114489
Médiane	66,6614267	67,9200627
Écart-type	38,5448903	56,4213
Variance de l'échantillon	1485,70857	3183,3631
Kurtosis (Coefficient d'aplatissement)	-0,54724908	1,12534993
Coefficient d'asymétrie	0,18959081	0,94270243
Nombre d'échantillons	50	50

- Les variances des deux variables ne sont pas différentes pour un risque de 1%.

Test d'égalité des variances (F-Test)		
	TA terrain	TA méthode
Moyenne	66,9863299	71,7114489
Variance	1485,70857	3183,3631
Observations	50	50
Degré de liberté	49	49
F	0,46671037	
P(F<=f) unilatéral	0,00436239	
Valeur critique pour F (unilatéral)	0,50953006	

- Il y a indépendance des résidus.



- Résultats : la corrélation est significative pour un risque de 1%.

ANALYSE DE VARIANCE				
	Degré de liberté	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F
Régression	1	39947,5696	39947,5696	58,3670573
Résidus	48	32852,1503	684,419798	
Total	49	72799,7199		

	Coefficients	Erreur-type	Statistique t	Probabilité
Constante	30,6958635	6,02100148	5,09813253	5,7666E-06

ANNEXE 21 : régression linéaire simple visant à démontrer la significativité de la relation entre le TA_{terrain} et le TA_{méthode}, pour les potagers dont la surface est < 300m².

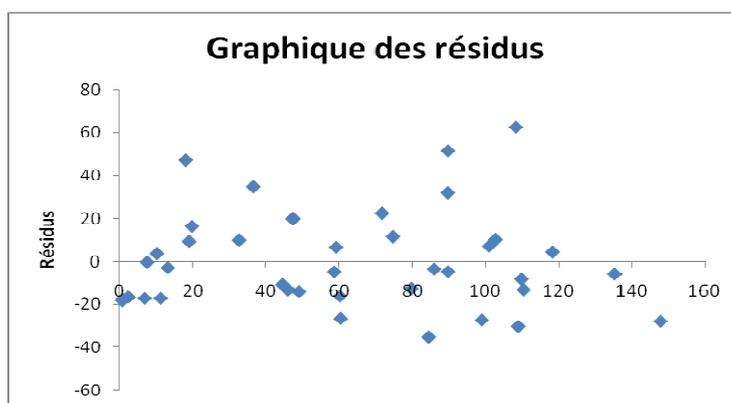
- Test de normalité de la distribution (la distribution suit une loi normale si les coefficients d'aplatissement et d'asymétrie sont compris entre -2.5 et 2.5).

<i>Statistiques descriptives</i>		
	TA terrain	TA méthode
Moyenne	60,7290506	60,9997892
Médiane	57,4963491	60,2255447
Écart-type	38,2646911	44,8940444
Variance de l'échantillon	1464,18659	2015,47523
Kurtosis (Coefficient d'aplatissement)	-0,26125442	-0,82776123
Coefficient d'asymétrie	0,35085942	0,26744008
Nombre d'échantillons	45	45

- Les variances des deux variables ne sont pas significativement différentes.

Test d'égalité des variances (F-Test)		
	TA terrain	TA méthode
Moyenne	60,7290506	60,9997892
Variance	1464,18659	2015,47523
Observations	45	45
Degré de liberté	44	44
F	0,72647213	
P(F<=f) unilatéral	0,14648606	
Valeur critique pour F (unilatéral)	0,49031436	

- Il y a indépendance des résidus.



- Résultat : la corrélation est significative pour un risque de 1%.

ANALYSE DE VARIANCE REGRESSION				
	Degré de liberté	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F
Régression	1	34761,4118	34761,4118	64,2449556
Résidus	37	20019,8167	541,076127	
Total	38	54781,2285		

	Coefficients	Erreur-type	Statistique t	Probabilité
Constante	20,0449303	6,71023958	2,98721529	0,00497418

ANNEXE 22 : régression linéaire simple visant à démontrer la significativité de la relation entre le TAF_{terrain} et le TAF_{méthode}, pour les potagers dont la surface est < 250 m².

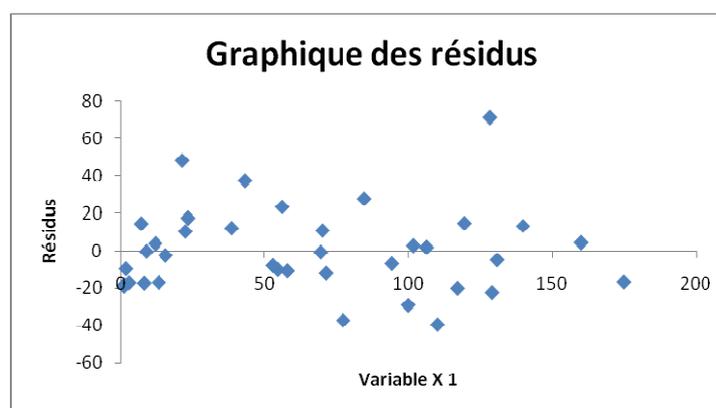
- Test de normalité de la distribution (la distribution suit une loi normale si les coefficients d'aplatissement et d'asymétrie sont compris entre -2.5 et 2.5).

<i>Statistiques descriptives</i>		
	TA terrain	TA méthode
Moyenne	55,9850681	45,020738
Médiane	50,6115981	39,7245763
Écart-type	35,8037894	35,0470924
Variance de l'échantillon	1281,91134	1228,29869
Kurtosis (Coefficient d'aplatissement)	0,57587291	-1,01152791
Coefficient d'asymétrie	0,61132496	0,35373674
Nombre d'échantillons	37	37

- Les variances des deux variables ne sont pas significativement différentes.

Test d'égalité des variances (F-Test)		
	<i>TA terrain</i>	<i>Résultats méthode</i>
Moyenne	53,0644169	63,7424759
Variance	993,90221	2557,44573
Observations	36	36
Degré de liberté	35	35
F	0,38863081	
P(F<=f) unilatéral	0,00319598	
Valeur critique pour F (unilatéral)	0,44825153	

- Il y a indépendance des résidus.



- Résultats : la corrélation est significative pour un risque de 1%.

ANALYSE DE VARIANCE REGRESSION				
	<i>Degré de liberté</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>
Régression	1	27699,1985	27699,1985	52,5470169
Résidus	35	18449,6096	527,131704	
Total	36	46148,8082		

	<i>Coefficients</i>	<i>Erreur-type</i>	<i>Statistique t</i>	<i>Probabilité</i>
Constante	20,3528411	6,19750597	3,28403735	0,00232824

ANNEXE 23 : régression linéaire simple visant à démontrer la significativité de la relation entre le TAf_{terrain} et le TAf_{méthode}, pour les potagers dont la surface est < 250 m² et avec application d'une valeur fixe pour le paramètre « intensification ».

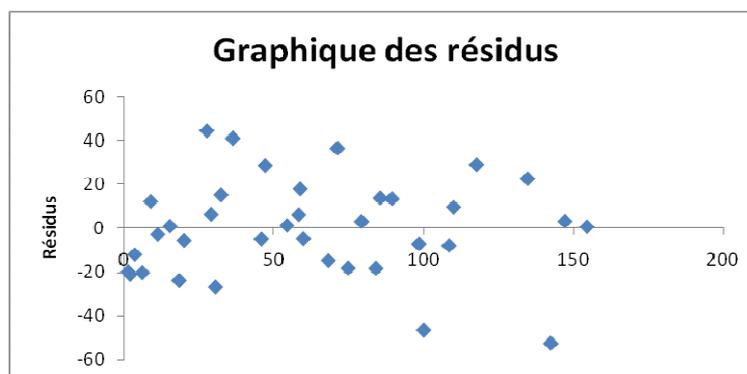
- Test de normalité de la distribution (la distribution suit une loi normale si les coefficients d'aplatissement et d'asymétrie sont compris entre -2.5 et 2.5).

Statistiques descriptives		
	TA terrain	Résultat méthode
Moyenne	53,06441694	62,00454737
Médiane	48,93562895	58,56628366
Écart-type	31,52621464	44,95998516
Variance de l'échantillon	993,9022098	2021,400265
Kurstosis (Coefficient d'aplatissement)	-0,886257608	-0,790781967
Coefficient d'asymétrie	0,095401607	0,44485962
Nombre d'échantillons	36	36

- Les variances des deux variables sont significativement différentes à 2%.

Test d'égalité des variances (F-Test)		
	TA terrain	Résultat méthode
Moyenne	53,0644169	62,0045474
Variance	993,90221	2021,40027
Observations	37	37
Degré de liberté	36	36
F	0,49168996	
P(F<=f) unilatéral	0,0195159	
Valeur critique pour F (unilatéral)	0,56910677	

- Il y a indépendance des résidus.



- Résultats : la corrélation est significative pour un risque de 1%.

ANALYSE DE VARIANCE				
	Degré de liberté	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F
Régression	1	17707,9416	17707,9416	35,2528166
Résidus	34	17078,6357	502,312816	
Total	35	34786,5773		

	Coefficients	Erreur-type	Statistique t	Probabilité
Constante	22,0440164	6,42255849	3,43227959	0,00159025

ANNEXE 24 : régression linéaire simple visant à démontrer la significativité de la relation entre le TA_{f terrain} et le TA_{f méthode}, pour les potagers dont la surface est < 300 m² et avec application d'une valeur fixe pour le paramètre « intensification ».

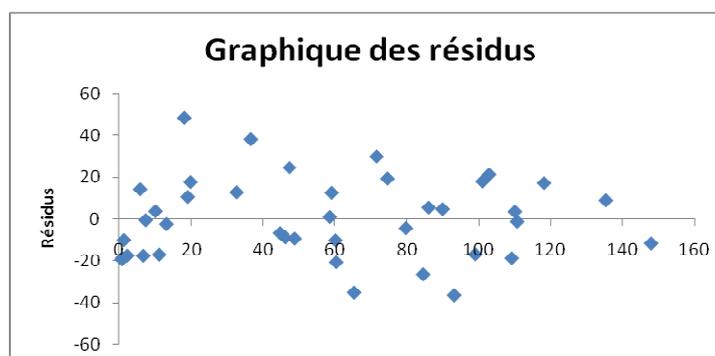
- Test de normalité de la distribution (la distribution suit une loi normale si les coefficients d'aplatissement et d'asymétrie sont compris entre -2.5 et 2.5).

Statistiques descriptives		
	TA terrain	Résultats méthode
Moyenne	55,7132436	57,2397734
Médiane	52,0256829	58,9128297
Écart-type	31,9945835	42,2613978
Variance de l'échantillon	1023,65337	1786,02575
Kurtosis (Coefficient d'aplatissement)	-1,01378052	-1,0188638
Coefficient d'asymétrie	0,00224148	0,25433001
Nombre d'échantillons	40	40

- Les variances des deux variables sont significativement différentes à 5%.

Test d'égalité des variances (F-Test)		
	TA terrain	Résultat méthode
Moyenne	55,7132436	57,23977338
Variance	1023,65337	1786,025747
Observations	40	40
Degré de liberté	39	39
F	0,57314592	
P(F<=f) unilatéral	0,04307738	
Valeur critique pour F (unilatéral)	0,58669434	

- Il y a indépendance des résidus.



- Résultats : la corrélation est significative pour un risque de 1%.

ANALYSE DE VARIANCE				
	Degré de liberté	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F
Régression	1	25578,8133	25578,8133	67,7647377
Résidus	38	14343,6681	377,46495	
Total	39	39922,4814		

	Coefficients	Erreur-type	Statistique t	Probabilité
Constante	21,026627	5,21455664	4,03229429	0,00025656

ANNEXE 25 : régression linéaire simple visant à démontrer la significativité de la relation entre les TAF_{terrain} et les TAF_{méthode}, pour les potagers dont la surface est < 450 m² et avec application d'une valeur fixe pour le paramètre intensification.

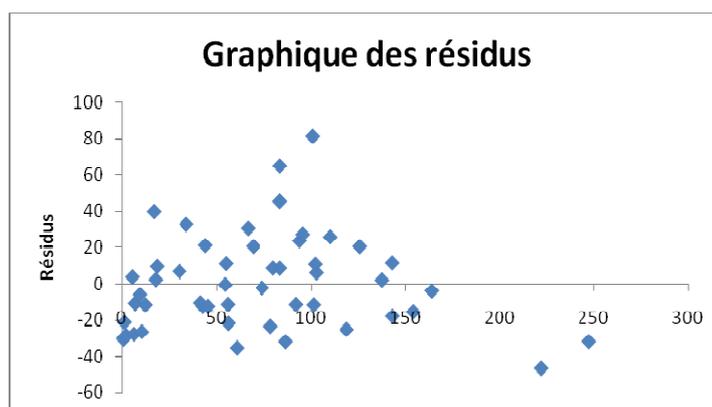
- Test de normalité de la distribution (la distribution suit une loi normale si les coefficients d'aplatissement et d'asymétrie sont compris entre -2.5 et 2.5).

Statistiques descriptives		
Moyenne	66,0049951	71,7120272
Médiane	66,6614267	67,9200627
Écart-type	37,3366674	56,4205584
Variance de l'échantillon	1394,02673	3183,27941
Kurstosis (Coefficient d'aplatissement)	-0,44846484	1,12544115
Coefficient d'asymétrie	0,15705748	0,94275921
Nombre d'échantillons	50	50

- Les variances des deux variables sont significativement différentes à 1%.

Test d'égalité des variances (F-Test)		
	TA terrain	Résultats méthode
Moyenne	66,00499507	71,7120272
Variance	1394,026729	3183,279409
Observations	50	50
Degré de liberté	49	49
F	0,437921574	
P(F<=f) unilatéral	0,00228302	
Valeur critique pour F (unilatéral)	0,509530061	

- Il y a indépendance des résidus.



- Résultat : la corrélation est significative pour un risque de 1%.

ANALYSE DE VARIANCE				
	Degré de liberté	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F
Régression	1	34372,1018	34372,1018	48,617969
Résidus	48	33935,2079	706,983499	
Total	49	68307,3097		

	Coefficients	Erreur-type	Statistique t	Probabilité
Constante	32,3414674	6,11952656	5,28496235	3,0347E-06

ANNEXE 26 : régression linéaire simple visant à démontrer la significativité de la relation entre les TAF_{terrain} et les TAF_{méthode}, pour les potagers dont la surface est < 750 m² et avec application d'une valeur fixe pour le paramètre « intensification ».

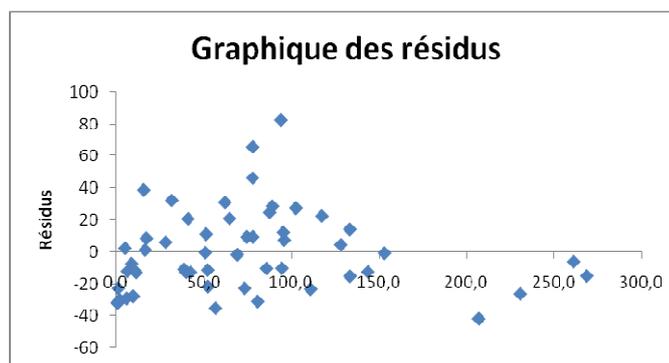
- Test de normalité de la distribution (la distribution suit une loi normale si les coefficients d'aplatissement et d'asymétrie sont compris entre -2.5 et 2.5).

<i>Statistiques descriptives</i>		
	<i>TA terrain</i>	<i>Résultat méthode</i>
Moyenne	69,17598368	74,5471777
Médiane	68,87325549	66,9105895
Écart-type	39,94949375	64,3706272
Variance de l'échantillon	1595,962051	4143,57764
Kurtosis (Coefficient d'aplatissement)	-0,500425453	1,85733965
Coefficient d'asymétrie	0,234475825	1,31289127
Nombre d'échantillons	52	52

- Les variances des deux variables sont significativement différentes à 1%.

<i>Test d'égalité des variances (F-Test)</i>		
	<i>TA terrain</i>	<i>Résultats méthode</i>
Moyenne	69,1759837	74,5471777
Variance	1595,96205	4143,57764
Observations	52	52
Degré de liberté	51	51
F	0,38516523	
P(F<=f) unilatéral	0,00043547	
Valeur critique pour F (unilatéral)	0,51657165	

- Il y a indépendance des résidus.

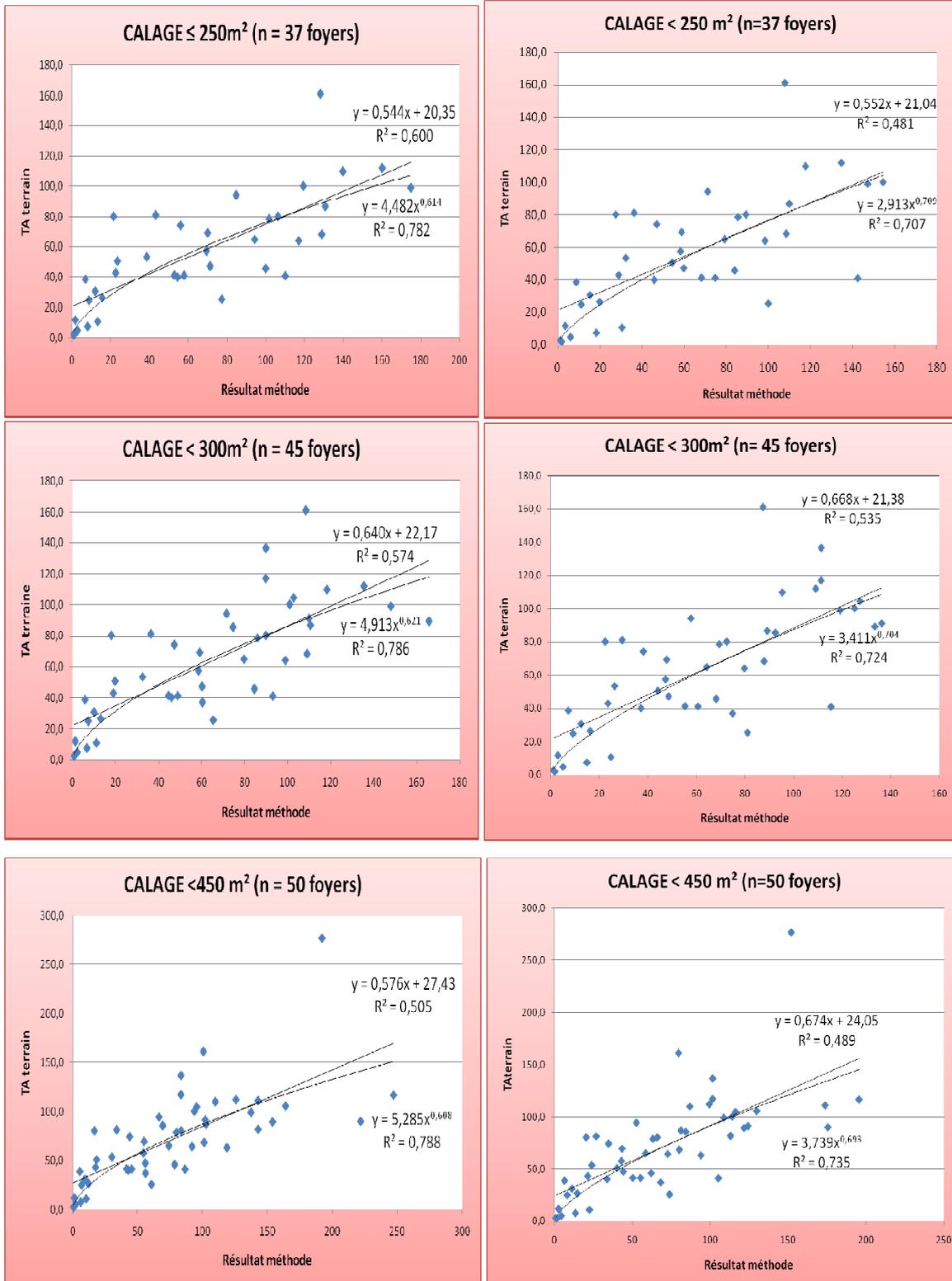


- Résultats : la corrélation est significative pour un risque de 1%.

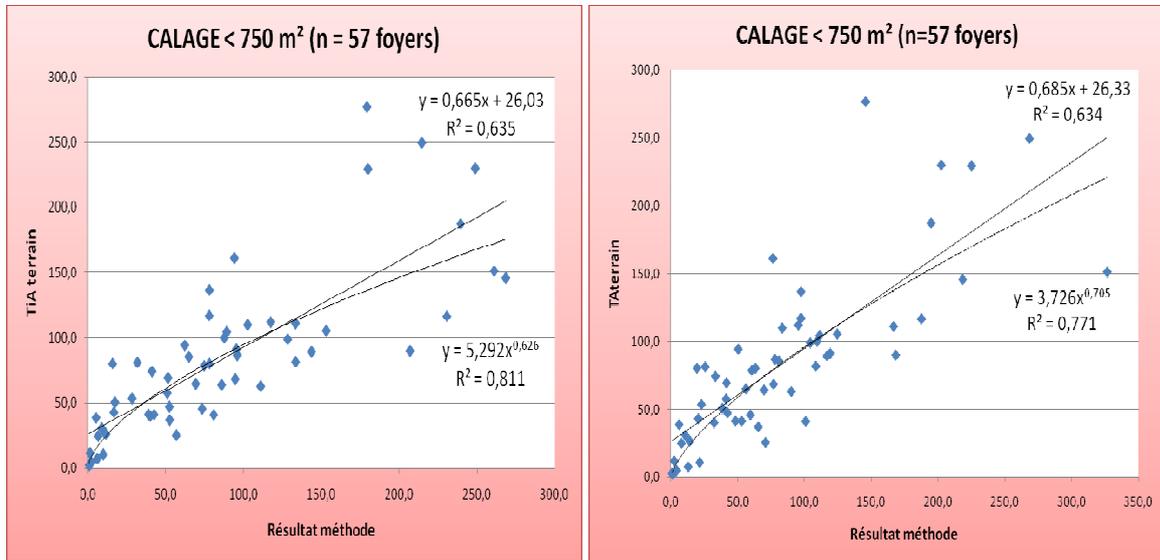
<i>ANALYSE DE VARIANCE</i>				
	<i>Degré de liberté</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>
Régression	1	47055,0319	47055,0319	68,515372
Résidus	50	34339,0327	686,780653	
Total	51	81394,0646		

	<i>Coefficients</i>	<i>Erreur-type</i>	<i>Statistique t</i>	<i>Probabilité</i>
Constante	33,9987719	5,59178234	6,08013148	1,643E-07

ANNEXE 27 : représentations graphiques des corrélations obtenues après regroupement des potagers selon leur surface en quatre classes. A gauche : avec hiérarchisation du paramètre intensification en trois classes (« forte », « moyenne » et « faible »).



ANNEXE 27 (suite) représentations graphiques des corrélations obtenues après regroupement des potagers selon leur surface en quatre classes. A gauche : avec hiérarchisation du paramètre intensification en trois classes (« forte », « moyenne » et « faible »).



ANNEXE 28 : analyse de variance (ANOVA 1 facteur) entre les TA moyens obtenus en utilisant différentes équations (cf. tableau IX) pour l'échantillon dont la surface des potagers est <450m².

- Test de normalité de la distribution (la distribution suit une loi normale si les coefficients d'aplatissement et d'asymétrie sont compris entre -2.5 et 2.5).

<i>Statistiques descriptives</i>						
	Equation 2	Equation 4	Equation 6	Equation 1	Equation 3	Equation 5
Moyenne	68,6	66,1	65,4	78,3	68,5	63,9
Médiane	69,2	66,8	66,2	81,9	72,1	65,8
Variance de l'échantillon	1492,3	1361,9	1297,7	2008,3	1497,2	1024,5
Kurstosis (Coefficient d'aplatissement)	-0,6	-0,7	-0,7	-0,5	-0,5	-0,7
Coefficient d'asymétrie	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0
Minimum	3,5	3,5	3,6	4,2	3,9	5,1
Maximum	154,9	148,1	144,8	184,4	159,3	130,8
Nombre d'échantillons	51	51	51	51	51	51

- Test d'égalité des variances (à 1%).

Test d'égalité des variances (F-Test)		
	Equation 4	Equation 6
Moyenne	66,147641	65,375718
Variance	1361,8926	1297,6707
Observations	51	51
Degré de liberté	50	50
F	1,0494902	
P(F<=f) unilatéral	0,4325357	
Valeur critique pour F (unilatéral)	1,9489642	

Test d'égalité des variances (F-Test)		
	Equation 2	Equation 6
Moyenne	68,6104334	65,3757183
Variance	1492,2963	1297,67067
Observations	51	51
Degré de liberté	50	50
F	1,14998076	
P(F<=f) unilatéral	0,31156786	
Valeur critique pour F (unilatéral)	1,94896422	

Test d'égalité des variances (F-Test)		
	Equation 3	Equation 5
Moyenne	68,547043	63,886637
Variance	1497,166	1024,5395
Observations	51	51
Degré de liberté	50	50
F	1,4613063	
P(F<=f) unilatéral	0,0916768	
Valeur critique pour F (unilatéral)	1,9489642	

ANNEXE 29 (suite) : analyse de variance (ANOVA 1 facteur) entre les TA moyens obtenus en utilisant différentes équations (cf. tableau IX) pour l'échantillon dont la surface des potagers est <450m².

➤ (suite de l'annexe 17) Résultat de l'analyse de variance à 1 facteur (à 1%).

Analyse de variance: un facteur					
RAPPORT DÉTAILLÉ					
Groupes	Nombre d'échantillons	Somme	Moyenne	Variance	
Equation 4	51	3373,5297	66,147641	1361,8926	
Equation 6	51	3334,1616	65,375718	1297,6707	
ANALYSE DE VARIANCE					
Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité
Entre Groupes	15,194537	1	15,194537	0,0114263	0,9150872
A l'intérieur des groupes	132978,16	100	1329,7816		
Total	132993,36	101			

Analyse de variance: un facteur					
RAPPORT DÉTAILLÉ					
Groupes	Nombre d'échantillons	Somme	Moyenne	Variance	
Equation 2	51	3499,13211	68,6104334	1492,2963	
Equation 6	51	3334,16163	65,3757183	1297,67067	
ANALYSE DE VARIANCE					
Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité
Entre Groupes	266,81625	1	266,81625	0,19126839	0,66280609
A l'intérieur des groupes	139498,349	100	1394,98349		
Total	139765,165	101			

Analyse de variance: un facteur					
RAPPORT DÉTAILLÉ					
Groupes	Nombre d'échantillons	Somme	Moyenne	Variance	
Equation 3	51	3495,8992	68,547043	1497,166	
Equation 5	51	3258,2185	63,886637	1024,5395	
ANALYSE DE VARIANCE					
Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité
Entre Groupes	553,84408	1	553,84408	0,4392615	0,5090039
A l'intérieur des groupes	126085,28	100	1260,8528		
Total	126639,12	101			

Analyse de variance: un facteur					
RAPPORT DÉTAILLÉ					
Groupes	Nombre d'échantillons	Somme	Moyenne	Variance	
Equation 1	50	3807,19696	76,1439393	1814,75799	
Equation 5	50	3127,39724	62,5479448	952,186265	
ANALYSE DE VARIANCE					
Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité
Entre Groupes	4621,27664	1	4621,27664	3,34034676	0,07064321
A l'intérieur des groupes	135580,269	98	1383,47213		
Total	140201,545	99			

ANNEXE 30 : analyse de variance (ANOVA 1 facteur) entre les TA moyens obtenus en utilisant différentes équations (cf. tableau IX) pour l'échantillon dont la surface des potagers est < 300m².

- Test de normalité de la distribution (la distribution suit une loi normale si les coefficients d'aplatissement et d'asymétrie sont compris entre -2.5 et 2.5).

Statistiques descriptives								
	Equation 1	Equation 2	Equation 3	Equation 4	Equation 5	Equation 6	Equation 7	Equation 8
Moyenne	67,3	59,5	59,1	57,4	57,2	56,9	58,6	57,9
Variance de l'échantillon	1349,5	1039,8	1015,9	953,8	919,8	915,0	988,6	967,9
Kurtosis (Coefficient d'aplatissement)	-1,0	-1,1	-1,0	-1,1	-1,0	-1,1	-1,0	-1,1
Coefficient d'asymétrie	-0,2	-0,1	-0,3	-0,1	-0,3	-0,1	-0,3	-0,1
Plage	132,1	108,6	114,5	104,2	109,0	102,2	112,9	104,9
Minimum	4,2	3,5	3,9	3,5	4,1	3,6	4,0	3,5
Maximum	136,3	112,1	118,4	107,6	113,1	105,8	116,9	108,4
Somme	2960,5	2616,9	2601,3	2527,7	2518,7	2504,6	2579,3	2548,7
Nombre d'échantillons	44	44	44	44	44	44	44	44

- Test d'égalité des variances (à 1%).

Test d'égalité des variances (F-Test)		
	Equation 1	Equation 8
Moyenne	67,28461	57,925253
Variance	1349,5257	967,86984
Observations	44	44
Degré de liberté	43	43
F	1,3943256	
P(F<=f) unilatéral	0,1398264	
Valeur critique pour F (unilatéral)	1,6607437	

- Résultats de l'analyse de variance à 1 facteur (à 1%).

Analyse de variance: un facteur

RAPPORT DÉTAILLÉ				
Groupes	Nombre d'échantillons	Somme	Moyenne	Variance
Equation 1	44	2960,52283	67,2846099	1349,52567
Equation 8	44	2548,71112	57,9252527	967,869841

ANALYSE DE VARIANCE					
Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité
Entre Groupes	1927,14645	1	1927,14645	1,6632003	0,20062927
A l'intérieur des groupes	99648,0068	86	1158,69775		
Total	101575,153	87			

ANNEXE 31 : rendements ponctuels issus des données d'ouvrage pour les espèces prises en compte pour le calage de la méthode pour les quatre types de légumes considérés pour la démarche IEM (Collectif, 1977 ; Fromage, M., 1995 ; Clevely, A., 2007 ; Thorez, J. & Lapouge-Déjean, B., 2010).

Sous catégorie de l'espèce	Occupation du sol		Rendements (pour un cycle de développement)			
	Distances entre les plants (d'axe en axe)		Kg/plant	Kg pour 10 m linéaire	Kg pour 10 m ²	
	Dans le rang (cm)	Entre les rangs (cm)				
	Moy	Moy	Moyenne	Moyenne	Moyenne	
LEGUMES FRAIS A FEUILLES						
asperges		48,333	78,333	0,245	5,31	6,47
artichauts		93,333	103,333	1,300	15,23	13,48
bettes		35,000	37,500	0,770	22,77	58,67
céleris	rave	37,500	37,500	0,676	18,69	48,04
	à côtes	30,000	30,000	0,315	10,82	35,00
choux pommes		40,000	40,000	1,083	28,17	67,71
choux fleurs						
choux Bruxelles	Hivernaux	66,667	61,667	0,846	13,53	20,57
		60,000	63,000	0,978	17,28	25,87
choux Brocoli	à jets	55,000	65,000	0,600	11,51	16,78
	verts	53,333	55,833	1,123	22,19	37,72
endives (production des chicons en "tombe")		7,000	7,000	0,071	10,21	144,90
épinards		10,000	20,000	0,050	5,05	25,00
fenouils	de Florence	18,750	33,750	0,128	6,93	20,15
poireaux	d'hiver	14,250	27,850	0,206	14,64	51,81
salades	laitue	26,250	27,250	0,289	11,29	40,37
LEGUMES FRAIS RACINES et BULBES						
ail	blanc	12,750	22,500	0,033	2,64	11,59
betteraves	rouge	12,000	33,333	0,115	9,66	28,63
carottes (semis en rang)	précoces	5,000	21,250	0,033	6,70	31,37
	hiver	6,167	26,667	0,087	14,17	52,80
échalotes		15,000	20,000	0,023	1,52	7,50
navets		12,500	19,500	0,057	4,60	23,28
oignons	de printemps	10,500	22,500	0,046	4,43	19,47
	de tous les mois	3,000	20,000	0,011	3,55	17,71
radis	été et automne	5,000	17,500	0,021	4,12	23,43
	hiver	5,333	25,000	0,033	6,28	25,00
salsifis		10,000	30,000	0,053	5,30	17,50
LEGUMES FRAIS A FRUITS						
aubergines		51,667	55,000	0,590	12,01	20,76
concombres	non-couvreuse	92,500	107,500	1,638	19,34	16,47
	couvreuse	200,000	200,000	5,000	30,00	12,50
cornichon		100,000	100,000	0,525	5,78	5,25
courgettes	non-couvreuse	95,000	95,000	5,500	63,39	60,94
fèves (avec la gousse)		16,667	35,000	0,250	15,25	42,86
haricots à égrener (grains blancs ou verts)	nains	6,667	55,000	0,009	1,42	2,57
	nains	5,000	57,500	0,040	8,07	13,96
haricots verts	nain Classiques	8,333	53,333	0,081	9,84	18,30
petits pois	de printemps	5,000	40,000	0,049	9,87	24,55
piments		60,000	60,000	0,361	6,38	10,03
poivrons		45,000	45,000	0,430	9,99	21,23
potirons / courges	palissées	100,000	100,000	8,250	90,75	82,50
	couvre-sol	225,000	225,000	8,250	44,92	16,30
tomates	Classiques	48,750	56,250	2,594	55,80	94,59
LEGUME FRAIS A TUBERCULES						
pommes de terre		40,000	51,250	0,788	20,48	38,41

ANNEXE 32 : résultats de l'analyse de variance (ANOVA 1 facteur) visant à tester la significativité des différences de consommations totales (en g/UC/jour) en légumes feuilles (comprenant les salade-choux-poireau, tel que définie dans les grilles de calcul IEM) entre l'été et le printemps. Les valeurs ont été transformées en LOG base 10.

- Test de normalité de la distribution (la distribution suit une loi normale si les coefficients d'aplatissement et d'asymétrie sont compris entre -2.5 et 2.5).

<i>Statistiques descriptives</i>		
	Automne	Eté
Moyenne	111,887652	98,3090277
Médiane	107,34127	89,2830189
Variance de l'échantillon	2458,24016	2548,10937
Kurtosis (Coefficient d'aplatissement)	0,42988878	0,13789785
Coefficient d'asymétrie	0,45461864	0,6929294
Nombre d'échantillons	24	22

- Test d'égalité des variances (à 1%).

Test d'égalité des variances (F-Test)		
	Variable 1	Variable 2
Moyenne	98,3090277	111,887652
Variance	2548,10937	2458,24016
Observations	22	24
Degré de liberté	21	23
F	1,03655835	
P(F<=f) unilatéral	0,46426356	
Valeur critique pour F (unilatéral)	2,75825357	

- Résultats de l'analyse de variance à 1 facteur (à 1%).

RAPPORT DÉTAILLÉ				
Groupes	Nombre d'échantillons	Somme	Moyenne	Variance
Colonne 1	24	2685,30364	111,887652	2458,24016
Colonne 2	22	2162,79861	98,3090277	2548,10937

ANALYSE DE VARIANCE						
Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	2116,35055	1	2116,35055	0,84615699	0,36265758	4,06170635
A l'intérieur des groupes	110049,82	44	2501,13228			
Total	112166,171	45				

ANNEXE 33 : résultats de l'analyse de variance (ANOVA 1 facteur) visant à tester la significativité des différences de consommations totales (en g/UC/jour) en légumes feuilles (comprenant les salade-choux-poireau, tel que définie dans les grilles de calcul IEM) entre l'été et l'automne. Les valeurs ont été transformées en LOG base 10.

- Test de normalité de la distribution (la distribution suit une loi normale si les coefficients d'aplatissement et d'asymétrie sont compris entre -2.5 et 2.5).

<i>Statistiques descriptives</i>		
	Eté	Automne
Moyenne	102,506084	152,251338
Médiane	90,5660377	141,875
Variance de l'échantillon	3524,66823	3476,98739
Kurtosis (Coefficient d'aplatissement)	-0,28699635	1,35007246
Coefficient d'asymétrie	0,49778297	1,07562582
Nombre d'échantillons	25	24

- Test d'égalité des variances (à 1%).

Test d'égalité des variances (F-Test)		
	Eté	Automne
Moyenne	102,506084	152,251338
Variance	3524,66823	3476,98739
Observations	25	24
Degré de liberté	24	23
F	1,01371326	
P(F<=f) unilatéral	0,48814911	
Valeur critique pour F (unilatéral)	2,70171975	

- Résultats de l'analyse de variance à 1 facteur (à 1%).

RAPPORT DÉTAILLÉ				
Groupes	Nombre d'échantillons	Somme	Moyenne	Variance
Colonne 1	24	2442,65209	101,77717	3664,0543
Colonne 2	23	3574,03212	155,392701	3387,4312

ANALYSE DE VARIANCE						
Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	33761,5546	1	33761,5546	9,56738786	0,00339777	7,23386754
A l'intérieur des groupes	158796,735	45	3528,81634			
Total	192558,29	46				

ANNEXE 34 : résultats de l'analyse de variance (ANOVA 1 facteur) visant à tester la significativité des différences de consommations totales (en g/UC/jour) en légumes feuilles (comprenant les salade-choux-poireau, tel que définie dans les grilles de calcul IEM) entre l'été et l'hiver. Les valeurs ont été transformées en LOG base 10.

- Test de normalité de la distribution (la distribution suit une loi normale si les coefficients d'aplatissement et d'asymétrie sont compris entre -2.5 et 2.5).

<i>Colonne1</i>		
	Eté	Hiver
Moyenne	102,506084	161,953273
Médiane	90,5660377	183,053221
Variance de l'échantillon	3524,66823	3056,52975
Kurstosis (Coefficient d'aplatissement)	-0,28699635	-0,36632942
Coefficient d'asymétrie	0,49778297	-0,38222749
Nombre d'échantillons	25	24

- Test d'égalité des variances (à 1%).

Test d'égalité des variances (F-Test)		
	<i>Eté</i>	<i>Hiver</i>
Moyenne	102,506084	161,953273
Variance	3524,66823	3056,52975
Observations	25	24
Degré de liberté	24	23
F	1,15316012	
P(F<=f) unilatéral	0,36752288	
Valeur critique pour F (unilatéral)	2,70171975	

- Résultats de l'analyse de variance à 1 facteur (à 1%).

RAPPORT DÉTAILLÉ				
<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
Colonne 1	25	2562,65209	102,506084	3524,66823
Colonne 2	24	3886,87855	161,953273	3056,52975

ANALYSE DE VARIANCE						
<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	43273,0813	1	43273,0813	13,1306453	0,0007113	7,20683882
A l'intérieur des groupes	154892,222	47	3295,57919			
Total	198165,303	48				

ANNEXE 35 : résultats de l'analyse de variance (ANOVA 1 facteur) visant à tester la significativité des différences de consommations totales (en g/UC/jour) en légumes racines (comprenant les carotte-navet-radis, tel que définie dans les grilles de calcul IEM) entre l'été et le printemps.

- Test de normalité de la distribution (la distribution suit une loi normale si les coefficients d'aplatissement et d'asymétrie sont compris entre -2.5 et 2.5).

<i>Statistiques descriptives</i>		
	Eté	Printemps
Moyenne	32,9351404	57,2593981
Médiane	26,6666667	48,9795918
Variance de l'échantillon	314,611426	1710,13171
Kurstosis (Coefficient d'aplatissement)	-1,0204047	0,10709264
Coefficient d'asymétrie	0,22671213	0,85079657
Nombre d'échantillons	17	21

- Test d'égalité des variances (à 1%).

Test d'égalité des variances (F-Test)		
	Eté	Printemps
Moyenne	33,7435867	57,2593981
Variance	323,73384	1710,13171
Observations	16	21
Degré de liberté	15	20
F	0,18930345	
P(F<=f) unilatéral	0,00096434	
Valeur critique pour F (unilatéral)	0,29656944	

- Résultats de l'analyse de variance à 1 facteur (à 5%).

RAPPORT DÉTAILLÉ				
<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
Colonne 1	17	559,897386	32,9351404	314,611426
Colonne 2	21	1202,44736	57,2593981	1710,13171

ANALYSE DE VARIANCE						
<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	5558,57937	1	5558,57937	5,10007978	0,03008144	7,39559664
A l'intérieur des groupes	39236,417	36	1089,90047			
Total	44794,9964	37				

ANNEXE 36 : résultats de l'analyse de variance (ANOVA 1 facteur) visant à tester la significativité des différences de consommations totales (en g/UC/jour) en légumes racines (comprenant les carotte-navet-radis, tel que définie dans les grilles de calcul IEM) entre l'été et l'automne.

- Test de normalité de la distribution (la distribution suit une loi normale si les coefficients d'aplatissement et d'asymétrie sont compris entre -2.5 et 2.5).

<i>Statistiques descriptives</i>		
	Eté	Automne
Moyenne	32,9351404	80,6348627
Médiane	26,6666667	73,015873
Variance de l'échantillon	314,611426	1069,51932
Kurstosis (Coefficient d'aplatissement)	-1,0204047	-0,15826726
Coefficient d'asymétrie	0,22671213	0,6536318
Nombre d'échantillons	17	23

- Test d'égalité des variances (à 1%).

<i>Test d'égalité des variances (F-Test)</i>		
	Eté	Automne
Moyenne	32,9351404	80,6348627
Variance	314,611426	1069,51932
Observations	17	23
Degré de liberté	16	22
F	0,29416152	
P(F<=f) unilatéral	0,00756697	
Valeur critique pour F (unilatéral)	0,31089838	

- Résultat de l'analyse de variance à 1 facteur (à 1%).

<i>RAPPORT DÉTAILLÉ</i>				
<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
Colonne 1	17	559,897386	32,9351404	314,611426
Colonne 2	23	1854,60184	80,6348627	1069,51932

<i>ANALYSE DE VARIANCE</i>						
<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	22240,7008	1	22240,7008	29,5886454	3,3407E-06	7,3525446
A l'intérieur des groupes	28563,2079	38	751,663365			
Total	50803,9086	39				

ANNEXE 37 : résultats de l'analyse de variance (ANOVA 1 facteur) visant à tester la significativité des différences de consommations totales (en g/UC/jour) en légumes fruits (comprenant les tomates, les haricots verts et les courgettes tel que définis dans les grilles de calcul IEM) entre l'été et le printemps.

- Test de normalité de la distribution (la distribution suit une loi normale si les coefficients d'aplatissement et d'asymétrie sont compris entre -2.5 et 2.5).

<i>Statistiques descriptives</i>		
	Printemps	Eté
Moyenne	122,707992	324,181035
Médiane	114,285714	273,684211
Variance de l'échantillon	6976,17331	26674,4899
Kurtosis (Coefficient d'aplatissement)	0,31637158	-0,19454229
Coefficient d'asymétrie	0,90154558	0,74712794
Nombre d'échantillons	25	25

- Test d'égalité des variances (à 1%).

Test d'égalité des variances (F-Test)		
	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Moyenne	122,707992	324,181035
Variance	6976,17331	26674,4899
Observations	25	25
Degré de liberté	24	24
F	0,26152977	
P(F<=f) unilatéral	0,00084031	
Valeur critique pour F (unilatéral)	0,37607104	

- Résultat de l'analyse de variance à 1 facteur (à 1%).

RAPPORT DÉTAILLÉ				
<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
Colonne 1	25	3067,6998	122,707992	6976,17331
Colonne 2	25	8104,52588	324,181035	26674,4899

ANALYSE DE VARIANCE						
<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	507392,34	1	507392,34	30,156454	1,4845E-06	7,19421839
A l'intérieur des groupes	807615,917	48	16825,3316			
Total	1315008,26	49				

ANNEXE 38 : résultats de l'analyse de variance (ANOVA 1 facteur) visant à tester la significativité des différences de consommations totales (en g/UC/jour) en pommes de terre (espèce de légume prise en compte indépendamment dans les grilles de calcul IEM) entre l'été et le printemps.

- Test de normalité de la distribution (la distribution suit une loi normale si les coefficients d'aplatissement et d'asymétrie sont compris entre -2.5 et 2.5).

<i>Statistiques descriptives</i>		
	Eté	Hiver
Moyenne	141,368507	158,246833
Médiane	126,666667	150
Variance de l'échantillon	5464,94425	4081,58926
Kurtosis (Coefficient d'aplatissement)	1,56236149	0,25716128
Coefficient d'asymétrie	1,15244702	0,14481362
Nombre d'échantillons	25	25

- Test d'égalité des variances (à 1%).

<i>Test d'égalité des variances (F-Test)</i>		
	<i>Eté</i>	<i>Hiver</i>
Moyenne	141,368507	158,246833
Variance	5464,94425	4081,58926
Observations	25	25
Degré de liberté	24	24
F	1,33892558	
P(F<=f) unilatéral	0,24000588	
Valeur critique pour F (unilatéral)	2,65907211	

- Résultat de l'analyse de variance à 1 facteur (à 1%).

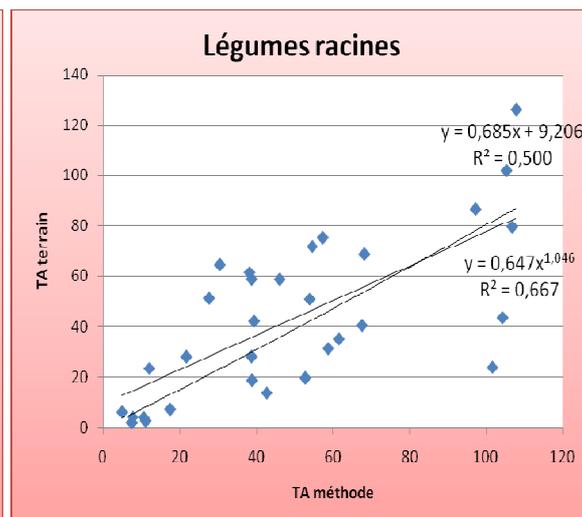
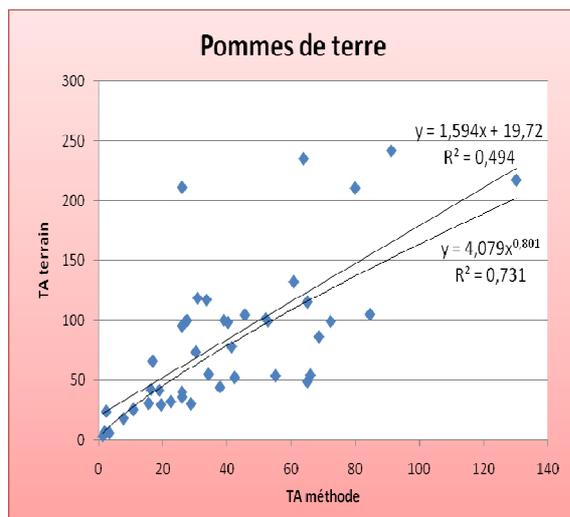
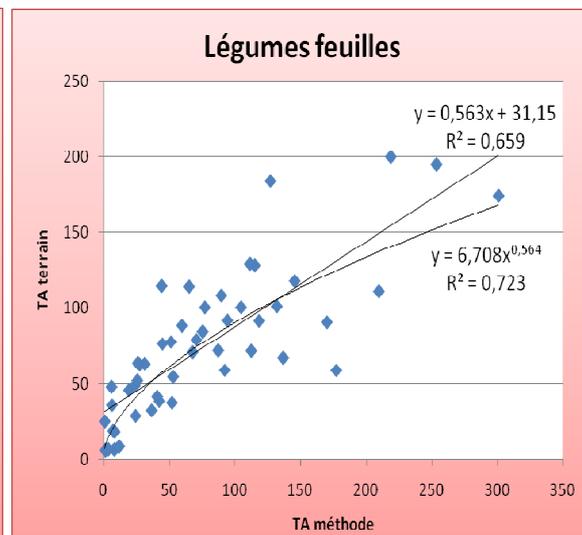
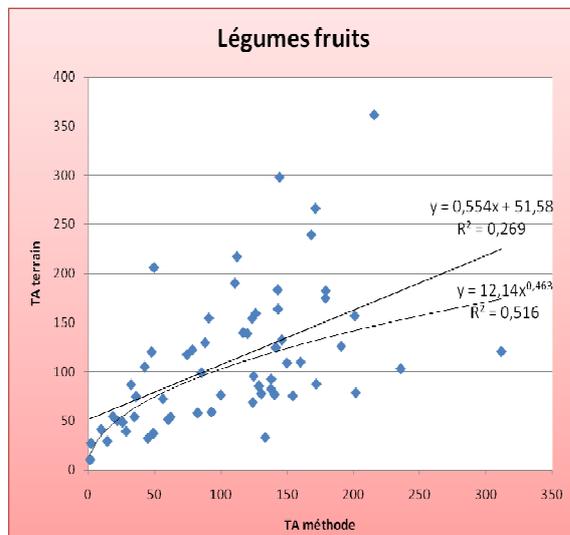
RAPPORT DÉTAILLÉ				
<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
Colonne 1	25	3534,21268	141,368507	5464,94425
Colonne 2	25	3956,17082	158,246833	4081,58926

ANALYSE DE VARIANCE					
<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>
Entre Groupes	3560,97333	1	3560,97333	0,74602437	0,39203348
A l'intérieur des groupes	229116,804	48	4773,26675		
Total	232677,778	49			

ANNEXE 39 : présentation des consommations annuelles (en Kg/UC/an) extrapolées à partir des données journalières (en g/UC/j) issues de l'enquête de Pierrelatte-Tricastin par application des coefficients de variation moyens présentés en tableau XIII.

n° des foyers	Consommation en g/j/UC				Consommation en Kg/an/UC après pondération pour les variations saisonnières			
	L. feuilles	L.racines	L. fruits	Pommes de terre	L. feuilles	L.racines	L. fruits	Pommes de terre
1	166,7	48,1	433,3	122,2	79,3	28,6	73,7	45,0
2	192,0	4,6	322,9	11,4	91,3	2,7	54,9	4,2
3	17,9	0,0	185,7	57,1	8,5	0,0	31,6	21,0
4	125,0	83,3	441,7	83,3	59,5	49,5	75,1	30,7
5	83,3	26,7	180,0	78,7	39,6	15,9	30,6	29,0
7	60,7	0,0	364,3	35,7	28,9	0,0	62,0	13,1
8	141,1	23,2	150,0	117,9	67,1	13,8	25,5	43,4
9	245,0	120,0	220,0	10,0	116,6	71,3	37,4	3,7
10	100,0	58,5	414,6	122,0	47,6	34,8	70,5	44,9
11	153,6	0,0	317,9	167,9	73,1	0,0	54,1	61,8
13	104,6	24,0	92,3	60,0	49,8	14,3	15,7	22,1
14	46,4	0,0	194,9	162,4	22,1	0,0	33,2	59,8
15	29,1	21,8	269,1	152,7	13,8	13,0	45,8	56,2
16	75,0	33,3	161,7	56,7	35,7	19,8	27,5	20,9
17	94,6	25,0	107,1	57,1	45,0	14,9	18,2	21,0
18	77,0	10,9	263,5	54,3	36,6	6,5	44,8	20,0
19	154,8	31,0	147,6	147,6	73,6	18,4	25,1	54,3
20	59,3	37,0	170,4	0,0	28,2	22,0	29,0	0,0
21	75,5	37,7	273,6	166,0	35,9	22,4	46,5	61,1
22	156,0	71,2	172,0	52,0	74,2	42,3	29,3	19,1
23	18,2	61,4	88,2	90,9	8,6	36,5	15,0	33,5
25	9,7	22,2	225,0	27,8	4,6	13,2	38,3	10,2
27	69,0	96,6	197,4	255,2	32,8	57,4	33,6	93,9
28	86,7	0,0	301,3	96,0	41,2	0,0	51,3	35,3
29	88,2	17,6	350,0	73,5	42,0	10,5	59,5	27,1
30	53,6	13,2	121,4	64,3	25,5	7,9	20,7	23,7
32	60,7	39,3	103,6	135,7	28,9	23,4	17,6	50,0
33	160,5	11,6	111,6	58,1	76,3	6,9	19,0	21,4
34	18,0	0,0	161,2	21,3	8,6	0,0	27,4	7,9
37	77,1	7,1	189,3	50,0	36,7	4,2	32,2	18,4
38	44,6	42,9	200,0	107,1	21,2	25,5	34,0	39,4
40	64,3	96,4	284,3	250,0	30,6	57,3	48,4	92,0
44	127,8	114,6	167,8	89,6	60,8	68,2	28,5	33,0
46	92,9	153,6	200,0	221,4	44,2	91,3	34,0	81,5
47	45,5	68,2	36,4	72,7	21,6	40,5	6,2	26,8
48	33,9	62,5	64,3	137,5	16,1	37,2	10,9	50,6
49	52,9	39,3	232,1	53,6	25,1	23,4	39,5	19,7
51	92,9	35,7	292,9	0,0	44,2	21,2	49,8	0,0
52	87,5	0,0	135,7	278,6	41,6	0,0	23,1	102,6
54	22,2	30,6	486,1	197,2	10,6	18,2	82,7	72,6
56	105,7	0,0	102,5	86,5	50,3	0,0	17,4	31,8
57	40,0	0,0	161,4	85,7	19,0	0,0	27,5	31,6
59	66,7	25,0	362,5	79,2	31,7	14,9	61,7	29,1
60	14,8	0,0	137,0	81,5	7,0	0,0	23,3	30,0
61	126,3	81,6	273,7	111,1	60,1	48,5	46,6	40,9
62	108,3	55,6	308,3	102,8	51,5	33,0	52,5	37,8
63	166,2	0,0	332,5	179,2	79,1	0,0	56,6	66,0
64	97,1	0,0	200,0	25,7	46,2	0,0	34,0	9,5
66	127,5	0,0	242,0	58,0	60,7	0,0	41,2	21,3
68	96,9	31,3	308,8	81,3	46,1	18,6	52,5	29,9
69	120,9	67,4	309,3	169,8	57,5	40,1	52,6	62,5
71	105,7	37,1	248,6	91,4	50,3	22,1	42,3	33,7
72	47,4	0,0	144,7	200,0	22,5	0,0	24,6	73,6
73	57,1	14,3	64,3	107,1	27,2	8,5	10,9	39,4
76	50,3	0,0	209,1	215,2	23,9	0,0	35,6	79,2
77	8,8	17,6	158,8	23,5	4,2	10,5	27,0	8,7
78	0,0	30,8	142,3	130,8	0,0	18,3	24,2	48,1
79	46,9	0,0	400,0	125,0	22,3	0,0	68,0	46,0
81	22,7	34,1	302,3	111,4	10,8	20,3	51,4	41,0
82	109,4	20,8	172,9	95,8	52,0	12,4	29,4	35,3
83	78,6	7,1	332,1	139,3	37,4	4,2	56,5	51,3
84	10,4	0,0	170,4	55,6	4,9	0,0	29,0	20,5
85	36,4	42,4	197,0	90,9	17,3	25,2	33,5	33,5
86	12,5	58,3	191,7	150,0	5,9	34,7	32,6	55,2
87	57,1	31,7	381,0	152,4	27,2	18,9	64,8	56,1

ANNEXE 40 : représentations graphiques des corrélations obtenues après calage pour les quatre types de légumes considérés dans la grille de calcul IEM. Pour chacun de ces quatre groupes de légumes, une valeur unique pour le paramètre « intensification » a été utilisée.



ANNEXE 41 : résultats de la régression linéaire simple entre les surfaces mesurées à partir des données de rendements et les surfaces mentionnées sur les fiches « autoproduction ».

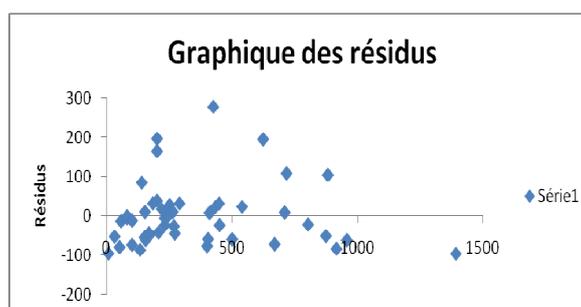
- Normalité de la distribution (coefficient de Kurtosis et d'asymétrie compris entre -2.5 et 2.5).

<i>Statistiques descriptives</i>		
	Surface "Rendement"	Surface "fiche autoproduction"
Moyenne	140,04632	362,260417
Médiane	126,498108	247,5
Écart-type	86,875768	300,257313
Variance de l'échantillon	7547,39907	90154,4538
Kurtosis (Coefficient d'aplatissement)	2,16942009	1,78442456
Coefficient d'asymétrie	1,38080256	1,36950292
Nombre d'échantillons	48	48

- Les variances des deux variables sont significativement différentes à 1%.

Test d'égalité des variances (F-Test)		
	Surface « Rendement »	Surface « fiche autoproduction »
Moyenne	140,04632	362,260417
Variance	7547,39907	90154,4538
Observations	48	48
Degré de liberté	47	47
F	0,08371632	
P(F<=f) unilatéral	1,0547E-14	
Valeur critique pour F (unilatéral)	0,61585628	

- Il y a indépendance des résidus.



- Résultats de la régression linéaire simple à 1%.

ANALYSE DE VARIANCE				
	Degré de liberté	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F
Régression	1	45771,4263	45771,4263	6,81483241
Résidus	46	308956,33	6716,44196	
Total	47	354727,756		

	Coefficients	Erreur-type	Statistique t	Probabilité
Constante	102,395401	18,6531904	5,48943096	1,6738E-06

ANNEXE 42 : renseignements nécessaires pour faire fonctionner la méthodologie présentée en figure 18.

➤ Estimation des surfaces

Légumes	Nombre de rangs	Nombres de pieds	Nombre de cycle de développement
Tomates			
Haricots verts			
Courgettes			
Salades			
Poireaux			
Choux			
Carottes			
Navets			
Pommes de terre			

Longueur de la planche considérée :



➤ Recueil des paramètres d'intensification pour un foyer

	1	2	3
Arrosage	Peu ou jamais	Quand j'y pense et/ou quand j'en ai le temps	Régulièrement, dès que nécessaire
Amendement	jamais	Quand j'y pense	Tous les ans
Traitement maladie	jamais	curatif	préventif
Désherbage manuelle	jamais	Quand j'y pense	régulièrement

ANNEXE 43 : démarche nécessaire au calage de la nouvelle méthodologie présentée en figure 18.

- Calcul des valeurs d'intensification (exemple des légumes fruits). La pondération appliquée est arbitraire et nécessite la réalisation d'un calage avec les données de productivité recueillies *in situ*.

Légumes fruits		1	2	3
4	Arrosage	jamais	Quand j'y pense	régulièrement
3	Amendement	jamais	Quand j'y pense	Tous les ans
2	Traitement maladie	jamais	curatif	préventif
1	Désherbage manuelle	jamais	Quand j'y pense	régulièrement

Pondération par type de légumes

Valeur d'intensification pour le foyer considéré = $(4 \times 3) + (3 \times 2) + (2 \times 1) + (1 \times 3) = 23$

- Calage des valeurs d'intensification par rapport à la productivité estimée par les enquêtrices et calcul de la quantité produite.

