

## Offre de thèse

Transformation Et Transferts de mAtières pendant la cuisson et le stockage du **PAIN**, compréhension des mécanismes pour des recettes SANS GLUTEN

### Présentation de l'unité d'accueil

Irstea (Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture) est un établissement public à caractère scientifique et technologique (EPST) qui conduit des recherches répondant aux enjeux posés par la question agro-environnementale dans les domaines de l'eau, des risques naturels, de l'aménagement du territoire et des ecotechnologies. Pluridisciplinaires, tournées vers l'action et en appui aux politiques publiques, ses activités de recherche et d'expertise impliquent un partenariat fort avec les universités et les organismes de recherche français et européens, les acteurs économiques et les pouvoirs publics. Ces activités sont réparties en France dans 9 centres régionaux structurés autour de trois départements (Eaux, Territoires et Ecotechnologie). Au sein du département Ecotechnologie, se trouve à Rennes l'Unité de Recherche en « Optimisation des procédés en agriculture, agroalimentaire et environnement » (OPAAL), qui propose cette thèse.

L'enjeu de l'UR OPAAL et des 4 équipes de recherche qui la composent, est d'apporter des solutions originales et innovantes aux pratiques agro-industrielles et agricoles, en particulier pour optimiser les technologies de transformation des ressources (aliments, végétaux, déchets) afin d'élaborer des produits alimentaires et des bioressources de qualité ainsi que de l'énergie (biogaz), tout en minimisant les impacts environnementaux pour un développement durable des filières agricoles et alimentaires. La thèse se fera au sein de l'équipe IRMFood dont le principal objectif est d'accroître les connaissances sur la structure des produits agricoles et de l'agro-industrie afin d'optimiser leur qualité et d'apporter aux professionnels des solutions en termes de procédés durables. Elle développe une expertise métrologique particulière en imagerie et spectroscopie par RMN en dynamique, sur des produits en cours de transformation. L'équipe IRMFood est certifiée ISO9001 et participe à l'offre de la plateforme PRISM (Plate-forme Rennaise d'Imagerie et de Spectroscopie Multimodales) labellisée IBISA.

### Problématique - Enjeux - Objectifs

Le projet de thèse concerne la qualité d'un produit central dans le régime alimentaire occidental, le pain. C'est la première source de féculents en France, et sa production génère un chiffre d'affaires annuel d'environ 11 milliards d'Euros (source INSEE). 22% de ce chiffre d'affaires provient de l'activité des boulangeries artisanales qui laissent de plus en plus de parts de marché à l'industrie boulangère, **3ieme secteur de la première industrie française, l'agro-alimentaire.**

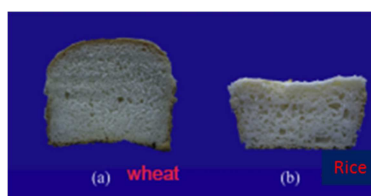


Figure 1 : Pains sans gluten sans recours à des additifs, des produits à forte densité

Le pain est apprécié pour sa texture aérée qui lui confère aussi une meilleure digestibilité. C'est aussi un produit qui suit les évolutions de consommation, vers des produits nomades (+3-4% par an sur le marché du sandwich) ou à bénéfice santé comme le sans gluten (marché en croissance de +30-40% par an, depuis plus de 5 années consécutives). **Ces produits sans gluten intéressent les malades cœliaques** (~1% de la population) mais aussi des consommateurs sains, estimés à 21%, qui perçoivent une nette amélioration de leur « bien-être physiologique » en réduisant leur consommation de produits à base de gluten. L'offre actuelle du pain sans gluten reste toutefois :

- peu satisfaisante d'un **point de vue organoleptique** : produits présentant des défauts d'expansion avec une mie très peu aérée (Figure 1) et qui rassit vite,
- discutable d'un **point de vue nutritionnel** : à masse égale, apport moindre en minéraux (car issus de produits raffinés) et apport accru en matières grasses saturées qui sont connues pour stabiliser un certain temps les interfaces gaz/eau,
- éloignée de la demande croissante de naturalité et de « **clean labels** » (nombreux ingrédients, dont additifs de type hydrocolloïdes ou d'émulsifiants, encore une fois pour stabiliser les interfaces gaz/eau).

Ces inconvénients semblent pourtant contournables puisque quelques travaux montrent qu'il est possible de fabriquer du pain sans gluten de structure aérée à partir de farines sans additifs. Les propriétés fonctionnelles de ces ingrédients n'ont toutefois pas encore été élucidées.

**L'enjeu scientifique est** donc de relier les mécanismes biochimiques et mécaniques qui pilotent l'expansion de ce type de pain en cours de cuisson, ainsi que sa conservation en cours de stockage. L'emphase est mise sur la phase amyliacée et la distribution de l'eau au sein de la matrice amidon-gluten.

D'un **point de vue agronomique et environnemental**, la production de pain sans gluten repose sur la culture de ressources biologiques exemptes de gluten. Or certaines de ces cultures requièrent moins d'intrants azotés et moins d'eau (voir par exemple <http://www.sorghum-id.com>), besoins qui sont au contraire élevés dans la production de blés à fort taux en gluten. A long terme, cette diversification d'usage devrait donc contribuer à une **agriculture diversifiée et plus respectueuse de l'environnement**. Cet impact peut se concevoir y compris en France où la culture du sorgho est croissante.

L'amidon est le constituant majeur de la farine (70%, base sèche). Il se présente sous forme de grains de taille variable entre 3 et 100  $\mu\text{m}$  selon son origine botanique. Sa capacité à absorber de l'eau et à gonfler est aussi très variable en fonction de l'origine botanique. **La thèse selon laquelle l'amidon joue un rôle central dans l'élaboration de la structure expansée** du pain en cours de cuisson a été soutenue, mais **n'a reçu que peu d'écho** au sein de la communauté, malgré des **résultats très démonstratifs**. Dès 1951, Rotsch écrivait que le gluten n'était pas essentiel à la construction de la structure alvéolaire, qu'il ne faisait que lier les granules d'amidon entre eux et que cette fonction pouvait être portée par d'autres molécules. Ceci est confirmé par le degré d'expansion et la finesse de mie obtenus, très récemment avec des formulations sans gluten à base d'amidons spécifiques. En revanche, **les propriétés fondamentales de ces amidons pour obtenir à une structure aérée restent à identifier**.

Dans ce travail de thèse, on souhaite identifier les propriétés de l'amidon qui sont à la base de différentes fonctionnalités et tester ainsi différentes origines variétales pour cet amidon. Pour un choix optimal, incluant l'essentiel des facettes de la qualité organoleptique de ce produit alimentaire, on souhaite également prendre en compte les propriétés de l'amidon à la rétrogradation. **L'objectif de la thèse est de suivre ces mécanismes en cours des procédés de cuisson, de refroidissement et de stockage et les relier à des textures de mie pour des pâtes à pain, préparées à partir d'amidon de différentes sources variétales exemptes de gluten.**

L'approche expérimentale sera basée sur des mesures quantitatives de RMN à bas champ. L'originalité de ces mesures résidera sur l'approche dynamique, en temps réel pendant la cuisson et sur des mélanges à base de farine à faible teneur en eau. On s'intéressera aux méthodes bidimensionnelles T1-T2 et D-T2 développées au laboratoire. Une partie de la thèse sera aussi consacrée à l'évaluation de l'intérêt de mesures RMN couplées à de la rhéologie (Rheo-NMR). En complément, différentes méthodes traditionnelles de caractérisation seront également utilisées (DSC, DRX, RVA, Swelling factor).

**Encadrement :** C. Rondeau-Mouro HDR, T. Lucas HDR

Collaboration interne : D. Grenier

## **Cadre de travail :**

La thèse est incluse dans deux projets collaboratifs, en cours de montage, l'un soumis à l'appel d'offre ANR générique 2019 en cours dont la réponse est attendue en juillet 2019 (avec partenaires INRA, CIRAD, LESAFFRE et EUROSORGHO) et l'un soumis à l'appel d'offre COFECUB (avec le Brésil : UNICAMP, USP et EMBRAPA) avec une réponse imminente. En cas de succès, l'étudiant sera amené à travailler avec les partenaires de ces projets et bénéficiera aussi de leur expertise, en particulier sur l'amidon de différentes origines botaniques (CIRAD Montpellier, UNICAMP) et le gluten (INRA Montpellier).

L'encadrement envisagé en local (IRSTEA Rennes) permet de couvrir un large spectre pluridisciplinaire, de la chimie **analytique** à la **fonctionnalité** de la matière pour le développement de la structure alvéolaire du pain en cours de **procédé** de cuisson : C. Rondeau-Mouro est spécialiste de la RMN, en particulier sur les biopolymères dont l'amidon et ses transformations, T. Lucas est experte en génie des procédés, spécialisée sur le procédé de cuisson des pâtes à pain, D. Grenier est expert en mécanique des structures et mesures mécaniques, aussi expert sur le procédé de cuisson. Toutes ces compétences dans un même laboratoire sont uniques en France. L'équipe publie dans des revues du premier quartile de son domaine, et si possible dans le top 5.

A noter enfin que l'équipe de recherche d'accueil est équipée en propre de l'ensemble des équipements nécessaires à la fabrication de produits panifiés. Elle dispose aussi de spectromètres RMN à bas et haut champ (0.2 T, 0.47 T et 9.4 T) et a développé (en collaboration avec l'Ecole Centrale de Nantes) des méthodes de traitement du signal originales par rapport aux autres équipes du domaine (EMILIO-FID<sup>®</sup>). Le candidat bénéficiera des compétences techniques d'une AI en RMN et d'un IE en mesures physiques.

## **Profil du candidat recherché :**

Le candidat devra être diplômé d'un Master 2 recherche (ou équivalent) en Sciences pour l'ingénieur ou Chimie analytique, Physicochimie, Biochimie

Il devra avoir de bonnes connaissances en méthodes analytiques et mesures physiques, préférentiellement en RMN et/ou IRM.

Des connaissances en Sciences des Aliments et biochimie et en traitement du signal seront appréciées. Le candidat devra également avoir les compétences suivantes:

- grande maîtrise des approches expérimentales,
- capacité révélée de rédaction de rapports, de communications voire d'articles scientifiques
- très bon niveau d'anglais

## **Date de démarrage de la thèse : Octobre 2019**

**Rémunération :** 1874,41 € brut/mois

## **Contact**

Candidature (CV, Lettre de motivation, 1 idéalement 2 lettre(s) de recommandation) à transmettre avant le **17/04/2019** à:

Corinne Rondeau-Mouro  
corinne.rondeau@irstea.fr

Tel: + 33 2 23 48 21 43

Irstea - Unité de Recherche OPAALE, équipe IRMFood, 17 avenue de Cucillé, CS 64427, 35044 Rennes Cedex, France

A noter que le dossier de candidature sous son format complet (fin avril) devra contenir une analyse fouillée de la question de recherche, sur la base de la lecture d'articles scientifiques du domaine disponible dans la littérature et pour dégager des pistes plausibles d'exploration.