

## Voyage au pays du levain

C'est différents terrains qui donnent différentes microflores .....	1
La vie qui commence dans la pâte .....	1
La conservation d'un bout de pâte .....	2
La vie reprend et est conduite dans chaque pâte .....	3
Rationalisation & standardisation .....	5
La biodiversité de la microflore menacée .....	5

Dans les usages français concernant le pain, on codifiait le levain comme constitué par la symbiose des bactéries lactiques et de ses propres levures<sup>1</sup>

Comment s'installe cette « harmonie de vie » dans la pâte ?

### C'est différents terrains qui donnent différentes microflores

Sur le blé, dans les champs, on trouvera des moisissures et des levures ( tous les deux à classer dans la famille des champignons) et des bactéries aérobies (c.à.d. ; vivant en présence de l'air)<sup>2</sup>. Après la récolte et au stockage, le risque de développement des moisissures et des toxines produites par celles-ci est le plus cerné par la recherche scientifique<sup>3</sup>. Dès le stockage, nous changeons de type de microflore<sup>4</sup> et pour ces êtres microscopiques, c'est un écosystème différent du champ, même si les deux milieux sont ± secs, on appelle joliment cette succession de microflore, « cortège floristique ». Toutefois certains microorganismes des champs seront encore présents dans la microflore du stockage, ils seront décrit par le scientifique comme « flore intermédiaire ». Si cela change de microflore en passant du blé en champs au blé en stockage, que dire

- ❖ lorsque celui-ci sera moulu ( plus de protection d'enveloppe et des surfaces bien plus offertes à l'oxydation),
- ❖ lorsque pour l'état pâteux, cette farine sera mélangée à de l'eau ( une présence d'eau multipliée par 5)
- ❖ et qu'en plus on va engendrer une fermentation (ajout de ferment producteur d'alcool, d'acides organiques et de gaz carbonique).

Les conditions de vie vont changer au point de devenir invivable pour certains microorganismes.

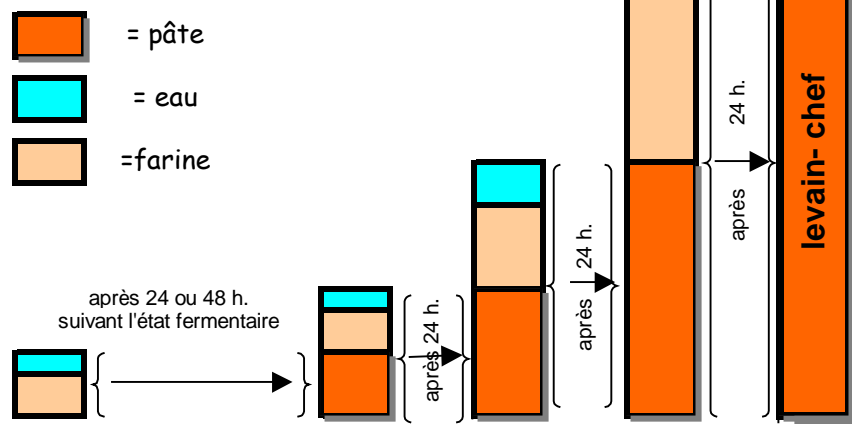
### La vie qui commence dans la pâte

Le lait devenant fromage, le jus de raisin devenant vin, le chou devenant choucroute vont produire leur maturité de fermentation sur leur substrat de départ en les affinant, en leur faisant subir parfois plusieurs types de fermentation à la suite une de l'autre<sup>5</sup>. Le pain vu sa « quotidienneté » ne peut se permettre un processus de plusieurs jours ou semaines avant d'être prêt à l'enfournement. Le substrat devra pour cette raison partir d'une souche de départ. Pour que la fermentation entre dans cette souche de départ, il faut apporter ce qui est nécessaire à la vie, de la chaleur et de la nourriture. Suivant un processus simple dans une pièce tempérée, on fait une toute petite pâte avec...

1. De la farine et de l'eau, rien de plus.
2. Suivant que la vie se manifeste un peu ou pas, après 1 ou 2 jours, on va la première fois, doubler l'apport de farine/eau par rapport à ceux contenu dans la première petite pâte.
3. Puis encore un nouvel apport, 1 jour après.
4. Et ainsi encore 2 à 3 fois en doublant à chaque fois l'apport de farine/eau par rapport à ceux contenu dans la pâte précédente.

Dès ce mélange, les conditions font que les moisissures encore majoritaires sur les levures (3 X plus) dans la farine vont pratiquement disparaître et les bactéries aérobies vont faire de même et laisser la place à des bactéries anaérobies (sachant vivre sans air). C'est une sélection qu'impose le milieu mi-solide/mi- liquide. Dans les levures, on retrouve parfois les mêmes qui étaient déjà présente sur l'épi de blé, car elles ont la faculté que les autres microorganismes n'ont

## L'élaboration d'un nouveau levain-chef



pas ; celle de pouvoir vivre en aérobie et en anaérobie <sup>6</sup>.

Sur plusieurs jours (5 ou 6), ce milieu pâteux va progressivement entrer en fermentation et va modifier les conditions de vie. Ainsi des bactéries lactiques (appelées de la sorte parce qu'elles produisent de l'acide lactique) vont acidifier petit à petit la pâte. Cette acidification graduelle va même sélectionner les bactéries lactiques entre-elles. Certaines (les coques) sont spécialisées dans l'initiation de la fermentation, ou plus précisément l'acidification dans ce cas. Puis souvent, elles laisseront place à d'autres bactéries supportant mieux encore mieux l'acidité <sup>7</sup>. Elles auront néanmoins produit en plus des substances antibiotiques lors de leurs croissances dans le milieu, ce qui contribuera à éliminer les bactéries dites pathogènes <sup>8</sup>.

Lors de la confection de ce levain-chef après 2 apports de farine et d'eau (dits rafraîchis), c'est d'abord les bactéries lactiques, type lactobacilles, qui vont arriver à leurs croissances maximales de population. Les levures du levain atteindront leurs croissances maximales au 3<sup>ème</sup> rafraîchi, soit 1 jour après.

Le ou les derniers rafraîchis verront les nombres de germes des deux types de microorganismes précités se stabiliser. Lors des premiers jours et parfois après le 1<sup>er</sup> rafraîchi, les bacilles coliformes vont être éliminés. Cette épuration de la microflore est à admirer comme on admire la beauté de la nature. Cet empirisme atteint une perfection

qui ne demande pas d'autres évolutions qu'essayer de comprendre ce qui se passe.

### La conservation d'un bout de pâte

Une fois obtenu une culture satisfaisante avec ce levain-chef, il suffira de conserver, un bout de pâte de la dernière pétrissée<sup>9</sup>. Plus besoin de recommencer la culture d'un nouveau levain-chef (dit « pasta madre » -pâte mère- en espagnol et en italien). Toutefois, une des plus grande dérive de la spécificité du levain naturel consiste à garder un bout de pâte où la levure aurait étéensemencée. Il faut savoir que la levure agit très vite en contrôlant la fermentation par domination en nombre de cellules. Un gramme de levure de boulanger c'est 10.000.000.000 (= 10<sup>9</sup>) de cellules de levure. Pour avoir le même nombre de cellules de levure, il faudra entre 110 grammes à 50 kilos de levain. En effet, la population diffère fort d'un levain à l'autre, suivant la « mise en veilleuse » qu'a subi le levain-chef. En plus les cellules de levure du levain sont moins performantes en production de CO<sub>2</sub> (les bulles de la mie). La conservation sans rafraîchis quotidiens ni même hebdomadaires appauvri en germes réactivables (surtout les levures)<sup>10</sup>. D'autres paramètres de milieu peuvent influencer par après lors de la conservation répétée d'un levain-chef issu de la dernière pâte confectionnée. Ainsi le sel (qui entre dans la pâte) va favoriser les microorganismes salo-résistants <sup>11</sup>, surtout si la dose est importante. S'il y a beaucoup de nitrates dans l'eau, les microorganismes nitrate résistants

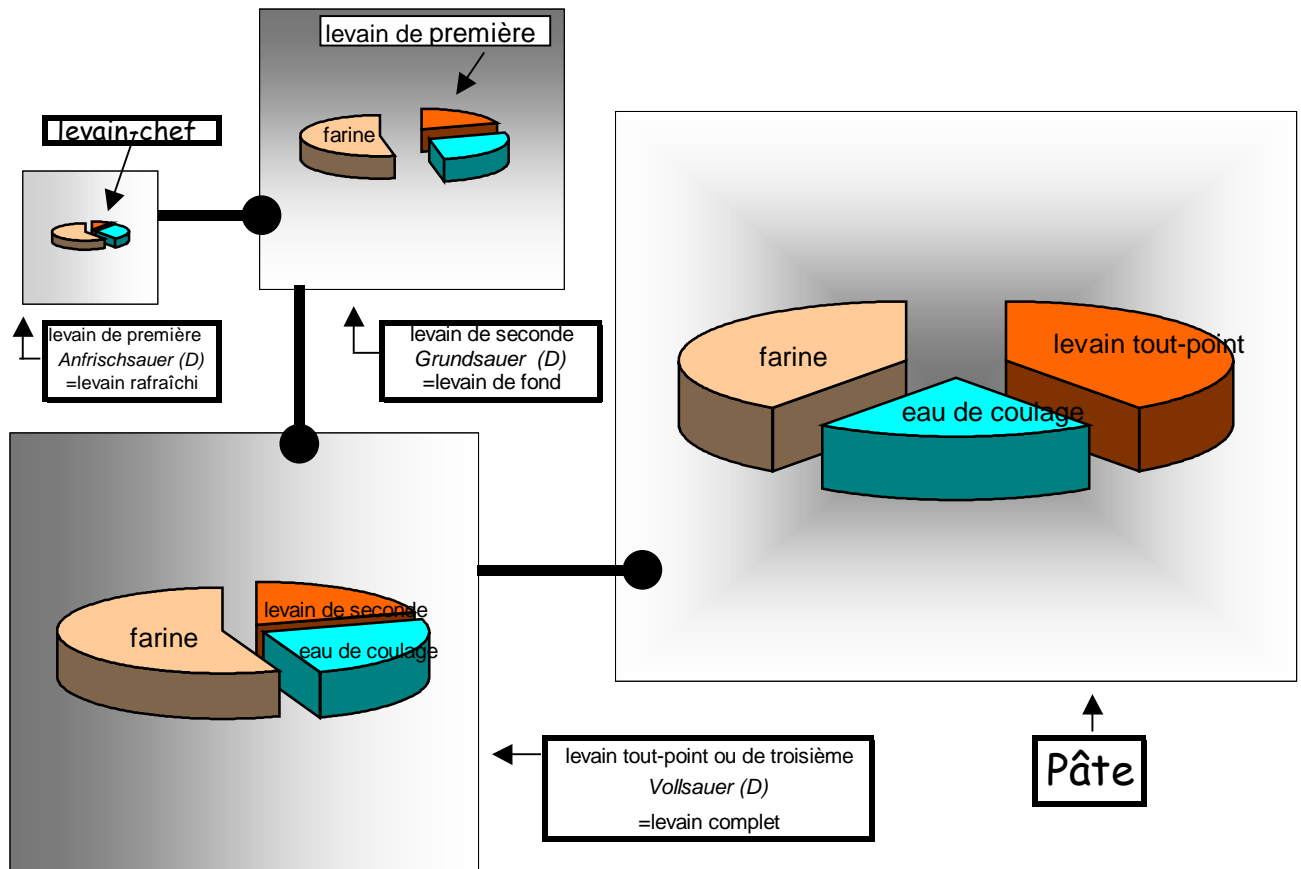
risquent bien de faire souches <sup>12</sup>. Ces paramètres (sel & nitrates) sont des apports extérieurs que l'on peut parfois modifier. D'autres paramètres tiennent plus de la conservation du levain. Ainsi certains levains-chef ont été conservés pendant plus de cent ans. C'est le cas de celui perpétué par des familles basques ayant émigré aux Etats-Unis. En mal d'A.O.C., les Californiens ont redécouvert depuis 30 ans ce levain dit « de San Francisco ». L'analyse des spécialistes microbiologistes de la côte Est des Etats-Unis a permis de voir que 2 souches de microorganismes dominaient largement. Un type de lactobacille (qui appelleront Lactobacillus San Francisco) et une levure (*Candida milleri*). Tous les levains spontanés du monde entier comportent dans leurs analyses ces deux familles de microorganismes ; des bactéries lactiques et des levures. Si la constante du couple bactéries lactiques / levures se vérifie à chaque analyses, la variété des espèces, sous-espèces et dans ce dernier échelon d'identification, des souches différentes se vérifie aussi. Chaque régions et chaque céréales, chaque méthodes de culture du levain ou de l'ensemencement de la pâte apportent leurs lots de découvertes spécifiques<sup>13</sup>. C'est vrai que les lactobacilles seront dominants dans la majorité des flores lactique recensées. Comme les saccharomyces cerevisiae seront dominants dans les levures, encore qu'ici l'aide par ensemencement exogène de levures de panification a souvent fragilisé l'analyse de l'expression spontanée de levures plus spécifiques du levain<sup>14</sup>. En plus, sous ce nom de famille saccharomyces cerevisiae entre une multitude de souches parfois incertaine et à caractères différents <sup>15</sup>. Levures et bactéries lactiques vont vivre ce qu'il est convenu d'appeler la « symbiose » Cette symbiose ne doit pas être idéalisée, elle est souvent le résultat des synergies et des antagonismes entre ces deux types de microorganismes, exactement comme un mariage est l'entente résultant de l'équilibre entre nos espoirs et nos déceptions communes. De quoi philosopher ! Pour le levain faisons le constat avec les études américaines très pointues. Les levures du levain de San-Francisco produisent des peptides (parties de protéines) nécessaire aux bactéries lactiques de ce même levain et elles résistent mieux à un antibiotique (l'actidione) produit par ces mêmes bactéries<sup>16</sup>. De plus les sucres de la

farine, une fois dégradée en petites molécules, ne sont pas consommés de la même manière par les levures et bactéries de ce levain, il n'existe pas de compétition nutritive. Le lactobacillus San Francisco assimile le maltose (2 molécules de glucose liées entre-elles – disaccharides-) tandis que la levure qui ne sait pas assimiler ce maltose, se contentera du glucose (-monosaccharide-)<sup>17</sup>. Ainsi il semble que plus un levain-chef est vieux, plus sa microflore est pauvre en diverses souches de microorganismes mais ceux-ci sont plus riches en complémentarité <sup>18</sup>. Certains auteurs pensent que plus un levain-chef est une vieille souche, plus les bactéries lactiques hétérofermentaires (celles qui produisent en plus de l'acide lactique, de l'acide acétique et du gaz carbonique) vont prendre le pas dans la population du levain sur les bactéries lactiques homofermentaires (celles qui ne produisent que de l'acide lactique) <sup>19</sup>. Toutefois cette règle ne se vérifie pas toujours. Ainsi lorsque le chef « vit » longtemps sur le même substrat sans être rafraîchi quotidiennement, il semblerait que cela ne soit pas le cas <sup>20</sup>. Des analyses de « torsch », (levain en Iran), qui ne subissent qu'un rafraîchi et une maturation d'à peine 1 heure ½ à 2 heures pour la confection de pain plat (sangak), ont elles révélé une prédominance de bactéries lactiques sous formes de coques, les leuconostoc mensentériodes<sup>21</sup> dans la population bactérienne. Et nous l'avons vu ces microorganismes sont ceux qui initient souvent les lactofermentations. Une identité microbiologique qui fait penser que cette fermentation des « torsch » n'arrivent pas à la même maturité, mais a juste le temps d'initier la fermentation.

### **La vie reprend et est conduite dans chaque pâte**

Un ensemencement de la fermentation de la pâte au levain naturel va jouer sur plusieurs paramètres. Deux des principaux (la dose d'ensemencement et le temps de maturité) sont corollaire. Plus vous augmentez votre dose d'ensemencement, plus vous réduisez votre temps de maturation. Passé huit heures de fermentation de pâte, le processus de maturation s'embrique dans le processus de conservation<sup>22</sup>. C'est là surtout que réside l'enjeu de la conduite des levains.

## Un diagramme d'une pâte sur 3 levains



Des levains et non du levain ! Les meilleurs résultats en panification s'obtiennent en faisant plusieurs rafraîchis avant la pâte finale. Et, curieusement pour certaines personnes, plus on met du levain, moins le pain a un goût acidulé. En effet, suivant la maxime professionnelle ancienne, il vaut mieux ; « n'employez que du levain frais et en très grande quantité »<sup>23</sup>. Le levain frais est celui qui possède un pouvoir fermentaire dans son ascendant et n'est pas encore trop acidifié. Il est donc une bonne force de pousse et explique un peu la nécessité de travailler sur plusieurs (deux ou trois) rafraîchis (en allemand « dreistufen » -sur trois étages-, en néerlandais « dri-trappen » -sur trois étapes-). Une meilleure transformation des sucres de la farine et un goût plus malté, dit aussi plus miellé, en résulte.

Dans les autres paramètres qui font partie du panel du boulanger pour sa conduite de la fermentation au levain, citons la température. La température de l'eau qu'il va couler dans la pâte, accélérera ou freinera la fermentation. C'est là que le boulanger a le plus de prise sur ce procédé au levain plus soumis aux aléas de

la nature qu'un ensemencement de levure de panification qui s'impose par le nombre et est presque « mathématisable ». Le « Handbuch Sauerteig » -Manuel du levain- livre de 500 pages consacrés au levain, dont la première édition date de 1982 et réédité une cinquième fois en 1999, a comme auteur principal Gottfried Spicher<sup>24</sup>. Ces études très poussées ont conduit à proposer pour la fermentation de la pâte de seigle (qui a besoin d'acidification pour sauvegarder ses qualités panifiables) des doses en températures entre 30°C et 35°C. Ceci afin de favoriser les bactéries lactiques homofermentaires sur les bactéries hétérofermentaires produisant également de l'acide acétique (azijnzuur, l'acide de l'oignon en NL). Cet acide plus volatil gêne plus la levure « pressée »<sup>25</sup> issue des levureries et donne une acidité plus métallique ou vinaigreuse. Le type de farine et le taux d'hydratation de la pâte sont encore deux paramètres qui influent sur la conduite du levain. Si le premier fait partie d'un choix de recette, le deuxième peut plus faire l'objet d'un choix de conduite de levain. La

« Schaumsauer » -mousse de levain- ( 2 parts d'eau pour 1 part de farine) comme le « poolish » procédé à la levure ( 1 part d'eau pour 1 part de farine) sont des processus de pré-pâtes où l'on aurait remarqué que la dilution des gaz, alcool et acides produits, permettait une meilleure évolution des microorganismes. Toutefois ces procédés handicapent les professionnels qui ne savent plus évaluer et ainsi anticiper la valeur de force de pousse de la pâte. Ce procédé de levain très liquide sera repris pour des raisons de machinabilité (il faut qu'il soit pompable), lors de l'évolution des machines « fermenteurs à levain ».

### Rationalisation & standardisation

En Allemagne, les recherches au cours des années 1950 à 1980 ont réussi à insuffler une rationalisation du procédé du levain. Par l'utilisation de « starters » ou de levains séchés, de ces machines « fermenteurs à levain » et d'assistance technique, le levain va (re)prendre sa place sur l'étiquetage réglementaire. Ainsi on va gommer cette cohorte de E270, E330, E 260, E334, etc...qui étaient présents sur l'emballage, ce qu'impliquait les ajouts d'acides <sup>26</sup>. L'on inscrira à la place ce plus noble terme au niveau professionnel et alimentaire « Natursauerteig » -levain naturel-. Le « Handbuch Sauerteig », le « know-how » actuel déjà cité, contient 571 références scientifiques quasi internationales sur le levain. Mais sa transposition en français ou en d'autres langues n'exige pas qu'une simple traduction des textes. La maîtrise de l'acidification s'indique implicitement pour le seigle afin de bénéficier au maximum du pouvoir de rétention d'eau des pentosanes. L'utilisation de farines plus complètes, voir de grains concassés en éclats ne cernent pas les mêmes enjeux technologiques. Ces évolutions récentes autour du levain de panification reprisent depuis peu en France risquent de standardiser, ce procédé de panification qu'est le levain, « comme si dans leur sabot, tous les enfants goûtaient Noël du même cadeau » <sup>27</sup>. Que dire des avancées issues de la modification génétique (OGM) ? Certaines « levures acidifiantes » sont déjà brevetées, elles permettront par un seul type de microorganismes de produire ce que la bactérie lactique produit (l'acide lactique) et ce que la

levure produit ( le gaz carbonique et l'alcool). Le gène codant l'enzyme responsable de la production de l'acide lors de la glycolyse (dégradation du glucose) a été introduit dans la levure et la possibilité de moduler les différentes productions (acide & gaz carbonique) a déjà été évoquée <sup>28</sup>. On est prêt commercialement.

Ce n'est pas qu'il faille exister en s'opposant. Que des fermentations lactiques précèdent un ensemencement de levure à la pétrissée n'est pas condamnable. Mais il faut pouvoir distinguer ce qu'est un levain naturel des autres pré-pâtes <sup>29</sup>

### La biodiversité de la microflore menacée

Afin d'être mieux reproduit, les levains ont été analysés par les grands de l'agroalimentaire <sup>30</sup>. Comme la collecte des douze levains de Michel Infantes, disséminés par toute la France. Cinq d'entre eux se revendiquait de la production « biologique » et précisait qu'ils n'ajoutaient pas de levure. Dans trois de ces cinq cas, ils présentaient des levures très spécifiques <sup>31</sup>. Des levures que l'on nomment parfois aux Etats-Unis avec le qualificatif de « sauvages » <sup>32</sup>. C'est un indice de biodiversité menacé par la « starterisation » qui veut acidifier des pré-pâtes par des lactobacilles « souhaitables » <sup>33</sup> et introduit au pétrissage de la levure « pressée » étudiée depuis longtemps pour produire le maximum de gaz carbonique (les bulles de la mie) en un minimum de temps <sup>34</sup>. La levure « sauvage » ou du levain ne sait pas facilement conserver sa viabilité et son efficacité dans les produits de commercialisation <sup>35</sup>. En 1993, un décret français pour l'appellation « levain » vise de forte acidité, alors qu'une bonne conduite professionnelle de la panification au levain cherche à éviter cette acidité <sup>36</sup>. Cette recherche d'équilibre entre les saveurs acides produit par les bactéries et les saveurs plus volatiles (parce qu'alcooliques) produit par les levures, c'est la recherche d'une symbiose harmonieuse que la vie du levain installe naturellement qui ne saurait se « starterisé ». Pour le boulanger « bio », le levain naturel, c'est l'écologie dans la panification. Lionel Poilâne qui ne se revendique pas de la « bio » mais qui a beaucoup inspiré le mouvement, notamment par son livre « Le guide de l'amateur du pain » <sup>37</sup>, écrivait « la conduite de la fermentation au levain exige une grande

dose de connaissances des aléas que peut subir la vie biologique et ressemble singulièrement au rôle de la mère pour obtenir un produit proche de la perfection, dans le respect d'un

ordre chronologique harmonieux ». « C'est un acte qui donne la vie » dit-il encore.

\_\_\_\_\_juillet 2002\_\_\_\_\_Marc DEWALQUE

## Notes Du : VOYAGE AU PAYS DU LEVAIN

---

<sup>1</sup> Voir : *Recueil des usages concernant les pains en France* publié dans *Le pain. Actes du colloque du CNERNA*, travail collectif des meilleurs experts français en 1977, éd. CNRS 1979, p.265 & 299. Ce texte officiel n'ayant toutefois pas force légale sera supplanté par le *Décret n°1074 du Journal Officiel* (Français) du 13.09.1993 qui définit et contrôle le levain par l'acidité. Il autorise aussi l'apport de « starters » de levain au nombre minimum de microorganismes ( $10^8$  de bactéries et  $10^6$  à  $10^5$  de levures), l'ajout de maximum 0,2% de levure de boulangerie à la pétrissée. Ce qui va vider de sa substance naturelle la définition de 1977.

<sup>2</sup> D'après Joseph PELHATE dans *Ecologie de la microflore des grains et graines* publié dans *Conservation des grains et graines et produits dérivés*, éd. Lavoisier 1982, p. 273 à 290, qui a répertorié plus d'une centaine de champignons microscopiques notamment des moisissures des espèces *Altenaria*, *Fusarium*, *Botrytis*, *Mucor*, *Rhizopus* et des levures des espèces *Rhodotorula*, *Candida* et *Hansenula* ainsi des que des bactéries aérobies

<sup>3</sup> Les intoxications les plus connues sont celles produisant des ergot de seigle, ochratoxine, aflatoxine, trichothécènes, patuline et autres...produits respectivement par les moisissures *Claviceps purpurea*, *Aspergillus ochraceus* ou *Penicillium viridicatum*, *Aspergillus flavus* ou *parasiticus*, *Fusarium* et *Penicillium expansum*. Voir : B. CAHAGNIER dans *Céréales et mycotoxines* publié dans la revue *Industries des Céréales* n°122 de mai 2001 qui signale p. 28, que la recherche d'ergostérol permet en 2-3 heures d'identifier les lots à risques.

<sup>4</sup> Dans ces flores, outre les affinités associatives, la flore des champs est plutôt hygrophile (qui recherche les milieux humides) et la flore de lieux de stockage plutôt xérotolérante (qui supporte les milieux secs), ce qui sélectionne la microflore d'après leurs capacités d'adaptation ; voir J.PELHATE, p. 277.

<sup>5</sup> L'exemple de la fermentation du vin est souvent cité. Du jus de raisin au vin, se succèdent trois fermentations ; deux fermentations alcooliques et une malo-lactique. Dans la première fermentation alcoolique les levures *Klœckera apiculata* seront éliminées dès que la production d'alcool atteint les 4°. Ce sera les *Saccharomyces ellipsoideus*, plus alcoogènes qui continueront la fermentation au-dessus de ces 4° .

<sup>6</sup> Dans la littérature scientifique traitant des microflores des champs et des levains on retrouve de manière parfois très filiale les levures des espèces *Candida* sous espèces (ssp.) *holmii*, *robusta*, *krusei*, *tropicalis*. *Rhodotorula ssp.glutinis* et *Hansenula ssp.anonala* et d'autres.

<sup>7</sup> Les bactéries lactiques en forme de coques (petites et rondes) appelée *Leuconostoc mensentériodes* sont recensées lors de la création d'un nouveau chef dans la flore initiale mais plus dans la flore finale par Bernard ONNO et Léa RAGOT dans *Elaboration d'un levain naturel, aspects microbiologiques*, publié dans la revue *Industries des céréales* n°54 de 1988, p.17 à 21. Ces leuconostocs et autres pédiocoques sont également présent suivant le même principe d'initiateur dans la fermentation de la choucroute.

<sup>8</sup> Lors de leur *Etude sur la caractérisation et l'appréciation de différents procédés pour la préparation de levains spontanés*, le spécialiste mondial du levain de panification le microbiologiste allemand

---

Gottfried SPICHER donne deux tableaux où l'on remarque que les bacilles coliformes potentiellement pathogènes disparaissent après 2 rafraîchis et après 4 rafraîchis dans le deuxième cas, voir revue *Getreide, Mehl und Brot* d'avril et de décembre 1987. A Valence en Espagne, S.BARBER & R.BÁGUENA observent cette disparition des bacilles coliformes après 1 rafraîchi. Voir ; *Evolution de la microflore du levain-chef et de la pâte durant le procédé d'élaboration par le système des rafraîchis successifs* publié dans la revue *Agroquímica y Tecnología de Alimentos* d'avril 1989. C.LÖNNER, T.WELANDER, N.MOLIN, M.DOSTALÉK & E.BLICKSTAD donnent aussi des évolutions graduelles, encore après 19 heures, les entérocoques dominent la flore bactérienne, après ce sont des bactéries lactiques qui dominent la flore puis après 42 heures seul 3 espèces dominent, publié dans *La microflore dans le levain-chef (spontané) sur farine suédoise de seigle* publié dans la revue *Food Microbiology*, 3 – 1986, p. 6.

<sup>9</sup> « Se passer le levain » signifiait être bon voisin, Patricia ALEXIS, *Doucerains, Histoire de la communauté villageoise de Doucy-en Bauges* (Savoie –F), éd. Bauges Diffusion, 1983, p.36. Ainsi le rafraîchissement du levain ne se réalisait pas qu'à chaque fournée familiale. Mais existe aussi la réflexion « ils ont gâché le levain ».

<sup>10</sup> Des levains ménagers finlandais sur seigle sont conservés séchés depuis parfois 100 ans dans des plats en bois, au point que la tradition orale dit « qu'ils ont la signature du charpentier ». Ils ne sont « réveillés » qu'une fois par mois parfois et font fermenter la pâte pendant plus de 24 heures, voir Hannu SALOVAARA, Hilpi KATUNPÄÄ & Jouko SAVOLAINEN, *Une approche de classification de lactobacilles (+ Type de levures), isolés dans le levain de seigle finlandais*, dans *Acta Alimentaria Polonica*, vol.X, 1984, p. 231 à 246. Mais la recherche a analysé autant ces levains précités que des levains de boulangers rafraîchis plus quotidiennement. La différence entre les deux types de fabrication (ménagère et professionnelle) résulte principalement dans le constat que le nombre de germes microbiens (surtout les levures) est nettement inférieur dans les levains ménagers.

<sup>11</sup> Prenons ici l'exemple de la choucroute, appelée en dialecte wallon « salée djote » -légumes salés-, où l'on remarque que les bactéries lactiques hétérofermentaires se sentent plus à l'aise dans ce milieu très salé. L'étude de M.AZAR citée plus bas, p. 257. signale ce fait pour ces pains plats des environs de Téhéran. Ce sera aussi le cas des pédiocoques présent dans la fermentation du « Shoyu » -sauce de soya japonaise-, mentionnée comme salo-résistante par le spécialiste américain des aliments fermentés K.H.STEINKRAUS dans *Handbook of indigenous fermented foods – Manuel des aliments fermentés indigènes-*, éd.Dekker, 1996, p. 516.

<sup>12</sup> Dans les microorganismes nitrate-résistants, la levure *Hansenula anomala* est citée par K.H.STEINKRAUS pour la fermentation de l'alcool de riz japonais, le saké. Elle a été recensée dans un levain de Bretagne (région riche en eau nitratée) par M.INFANTES & J.L.SCHMIDT, *Identification de la flore levure de levains naturels de panification provenant de différentes régions françaises* publié dans la revue *Science des aliments* n°12 de 1992, p.271 à 287.

<sup>13</sup> Petit coup de sonde dans les enquêtes microbiologiques. Dans les recherches de microbiologistes milanaises (avec notamment des pâtes riches en beurre et sucre pour panettone) on trouvera des levures *Candida Stellata* et bactéries en coques ; Antonietta GALLI, Laura FRANZETTI & Maria Grazia FORTINA, *Isolation et identification de la microflore du levain*, Microbiologie-Aliments-Nutrition vol.6 1988,p.345-351. La levure *Candida Krusei* se trouve principalement sur levain de seigle, voir *Manuel du levain*, de Gottfried SPICHER cité plus loin. Les levains « courts » en temps de rafraîchissement voient les leuconostocs dominer la flore lactique de pains plats iraniens. Le « sultani » ou levain d'un pain plat égyptien, le « balady » a aussi des lactobacilles et des levures spéciales, dont une, le *Géotrichum candidum*, se trouve à la limite des genres levure-moisissures, voir N.EI-S.M. DOMA, G.SPICHER & E.AHRENS, *Recherche microbiologique et biochimique pour l'optimisation du procédé de fabrication du pain Balady*, revue *Getreide, Mehl und Brod* 8/1991,p. 240 à 247.

---

<sup>14</sup> Les levures spécifiques du levain appelées parfois « sauvages » sont acidotolérantes et de ce fait plus efficiente en milieu acide que les levures vendues aux boulangers. L.KLINE & T.F.SUGIHARA, p.56 ( cité plus bas) le démontre dans un tableau.

<sup>15</sup> Voir INFANTES & SCHMIDT, p.279. La science d'identification des microorganismes a le mérite d'exister, mais elle reste aussi très fragile lorsqu'il s'agit de comparer des résultats d'études venant d'espaces culturels ou d'espace temps différents. Les dernières mises à jour des nomenclatures ne font pas toujours autorité chez chaque spécialiste de terrain

<sup>16</sup> Un inventaire de bactériocines (antibiotique produit par les bactéries) et de leurs activités a été établi par le consultant Yves DACOSTA dans *La bio-protection des aliments, l'antagonisme microbien au service de la sécurité et de la qualité microbiologiques*, éd. Dacosta, août 2000.

<sup>17</sup> La levure *saccharomyces cerevisiae* a été sélectionnée depuis longtemps par les levureries en fonction d'un enjeu qui voudrait que la fermentation soit toujours plus rapide. La souche du début des levureries (milieu du XIX<sup>ème</sup> siècle) issues de brasseries ou sous produit des distilleries, n'a déjà plus grand chose à voir avec la souche actuelle. Que dire alors des *saccharomyces cerevisiae* du levain issu de l'autofermentation de la pâte nettement moins performante en production de gaz carbonique (les bulles de la mie), que la levure vendue aux boulangers. ( Ce que relève S.BARBER & R.BÁGUENA , dans un tableau). Cette espèce de levure (*saccharomyces cerevisiae*) et quelques autres assimilent le maltose, ce qui crée une concurrence de substrat nutritif avec les bactéries lactiques. Leo KLINE & T.F.SUGIHARA (voir note suivante) l'ont signalé, p.57, dans une expérience où l'introduction de *saccharomyces cerevisiae* défavorisait la croissance des bactéries lactiques.

<sup>18</sup> Voir les différentes études de Leo KLINE & T.Frank SUGIHARA du laboratoire de recherche d'Albany en Californie publié *Nature du processus du pain français au levain de San Francisco* dans les revues *Bakers Digest*, d'avril 1970 , p. 48 à 57 et *Microorganismes du processus du levain de San Francisco* dans *Applied Microbiology* de mars 1971, p.456 à 465.

<sup>19</sup> C'est que dit Jean-Paul LARPENT dans *La microbiologie de la fermentation panaière*, éd. CDUIPA 1992, p.36 « lorsque le nombre de rafraîchis augmente (levains plus âgés), la flore devient majoritairement hétérofermentaire (86 à 95 % de la flore totale) »

<sup>20</sup> Ce qui est relaté par Michel INFANTES & Colette TOURNEUR dans *Etude de la flore lactique de levains de panification provenant de différentes régions françaises* publié dans la revue *Science des aliments*, n° 11 de 1991, p.538.

<sup>21</sup> L'étude de M.AZAR, N.TER-SARKISSIAN, H.GHAVIFFEK, T.FERGUSON & H.GHASSEMI *Microbiological Aspects of Sangak Bread- Aspects microbiologique du pain de « pierre » (cuit sur des galets de pierre chauffée)* publiée dans la revue *Journal food science and technology*, vol.14 de décembre 1977, montre que parfois 85% de la flore lactique des levains appartenait à cette souche *Leuconostoc*. 50% du total des souches de l'enquête portant sur 14 boulangeries des environs de Téhéran était des *leuconostoc*.

<sup>22</sup> Les levures vont produire de l'alcool, une fois 5ml. /100gr. de pâte produit, elle empêche certains microorganismes et même elles-même d'être à l'aise dans le milieu. De même les bactéries lactiques vont produire de l'acide au point d'inhiber et faire « hiberner » la vie fermentaire. On le sait, on conserve des aliments dans l'alcool ou par acidification. Il faudra l'arrivée de nouveau substrat ( le rafraîchi) pour sortir tout ce petit monde de sa léthargie. Voir ; *Recherche sur la symbiose ou en regardant levé une pâte au levain*, publié dans *Les miettes de la bio*, juin 1992, p. 7 à 8.

<sup>23</sup> Voir Antoine Augustin PARMENTIER, *Le parfait boulanger*, Réimpression de l'édition de 1778 aux éd. Jeanne Laffitte, 1981, p. XXXI de l'intro et 313 à 315.

---

<sup>24</sup> Gottfried SPICHER et Hans STEPHAN, *Handbuch Sauerteig (Manuel du levain)*, édition Berhr's, 4<sup>ème</sup> version de 1997.

<sup>25</sup> La levure de panification est dite « pressée », par rapport aux anciennes lies de brasserie et de distillerie qui était servie liquide en pinte. L'extraction de l'humidité permettant une meilleure conservation s'opérait dans un presseur pour éliminer le maximum d'eau.

<sup>26</sup> En Allemagne, il faut savoir que les acides qui peuvent être ajouter à la pâte sont beaucoup plus nombreux en type et sont souvent autorisés en dose illimitée. C'est la panification du seigle qui indique ce besoin d'acidifier. Avec des adjuvants « TeigSauerungsmittel -T.S.M.» = Moyen d'acidifier la pâte + la levure, on arrive à certains résultats. C'était aussi la suite des aventures alimentaires de temps de guerre avec les célèbres « ersatz »= produit de remplacement. Voir l'ordonnance allemande du 22.12.1981 modifiée le 19.06.1989.

<sup>27</sup> Daniel TESTARD *Commentaires sur l'étude de la flore lactique de levains naturels de panification* publié dans la revue *Les miettes de la bio* n° 6 & 7 de mai 1994, p. 33.

<sup>28</sup> Voir l'article *Le point sur la modification génétique* extrait de *Les starters de levain & levains séchés ; nécessité ?, nouveauté !, utilité ?, facilité !*, document technique de Bio-panem 1996 qui cite H.HESLOT & B.VLADESCU, *Les levures dans les industries alimentaires*, éd. Lavoisier 1992, p.36 & 37.

<sup>29</sup> Philippe ROUSSEL a déjà ébauché un travail dans ce sens. Dans la revue *Industries des céréales* d'août 1995, p.30 &31, lors d'un article intitulé, *Utilisation de l'expression « levain naturel »*. Un document de 1990 en 10 pages de l'asbl Bio-panem *L'appellation levain* peut compléter ce texte.

<sup>30</sup> Les enquêtes de M.INFANTES sont demandées par B.S.N. devenu DANONE depuis, afin de commercialiser des produits de ces filiales biscuits.

<sup>31</sup> Voir le tableau III ; de, *Les starters de levain & levains séchés ; nécessité ?, nouveauté !, utilité ?, facilité !*. Document technique de Bio-panem 1996 qui permet une meilleure grille de lecture des deux enquêtes de M.INFANTES au sujet de la spécificité des levures du levain.

<sup>32</sup> L'américain Ed WOOD pathologiste professionnel, mais surtout passionné du levain, a été en récolté dans le Monde. Bien que ces descriptions ne soit pas poussée au niveau analyse microbiologique, son site est à visiter par curiosité ; [www.sourdo.com](http://www.sourdo.com). Il a écrit un livre, *World Sourdoughs from Antiquity- Levain du Monde venant de l'Antiquité*, Ten Speed Press, 1996, où la défense des « wild yeast » -levures sauvages- est manifeste. La commercialisation de levains rapportés de Giza en Egypte, de la Mer Rouge, de Bahrein, de l'Arabie du sud, d'Autriche, de France, de Finlande, de Russie, du Yukon et de San Franscico perd en authenticité du fait qu'ils vont être produit par des farines autres qu'indigènes, par des méthodes différentes et dans des environnements hors de leurs sites d'origine. Pour rester en Amérique du nord, vous y trouverez également un très bon site sur le levain avec news group, forum et question le plus fréquemment posées ( les FAQ ) tenu par un canadien de Vancouver <http://www.phoaks.com/phoaks2/newsgroups/rec/food/sourdough/index.html> ou rec.food.sourdough.

<sup>33</sup> La firme Chris.Hansen (DK) spécialiste des ferments lactés, a revendu dernièrement à la firme canadienne Lallemand (marque Lalvin), la commercialisation de ces souches de bactéries lactiques Florapan (20<sup>9</sup> au gr.)qu'il avait sélectionné pour la boulangerie. Dans ce cas, le starter n'est composé que de ferments lactiques et il sera employé avec l'ajout de levure de boulanger. C'est également le cas de beaucoup de pains de San Francisco qui utilisent le ferment lactique puis la levure de boulanger du fait que la levure « sauvage » ne se conserve pas bien son efficacité lors de la commercialisation.

<sup>34</sup> Certaines levures « sauvages » ou du levain sont parfois déclarées « contaminantes » jusque dans leur appellation. La « Hansenula » est dite « anomala », alors que le pain issu de sa fermentation lève bien et est excellent. Certaines bactéries lactiques sont aussi délaissées dans les choix des microbiologistes qui forcément arbitrairement décideront ce qui est « souhaitables » ou pas.

<sup>35</sup> Certaines levures du levain (ou sauvages) ne résiste pas à des températures inférieures à 10°C. C'est pour ces raisons que certains starters de levain qui en comportent sont commercialisés de la levurerie en envoi rapide et direct vers les boulangeries et qu'on ne peut pas les lyophiliser.

<sup>36</sup> Voir la *Lettre ouverte concernant le décret français et le levain*, publié dans la revue « *les miettes de la bio* », mai 1994, p. 7 à 10, qui critique la perte d'identité de l'école française du levain de froment si l'on doit obtenir les 900ppm. d'acide acétique endogène dans la mie et un pH pas plus haut que 4,3 pour bénéficier de l'appellation « levain ». Suite à une grande enquête de terrain entreprise en 1999-2000, une note d'information de la DGCRF (organisme de contrôle de l'Etat) signale qu'«...il semble que dans la pratique, il n'y a quasiment pas de pain au levain ». Ce qui s'explique parce «...que le critère d'acidité acétique endogène est un critère exigeant correspondant plus à une « fabrication d'école » (fermentation très longue) qu'à des conditions réelles ». Voir Steven KAPLAN, *Le retour du bon pain*, éd. Perrin, 2002, p.268 & p.470.

<sup>37</sup> Lionel POILÂNE, *Le guide de l'amateur du pain* éd.Laffont 1981, p.222.

