

TROISIEME PARTIE

MISE EN ŒUVRE DE LA FERMENTATION PREACCELEREE ET APPLICATION AU TABAC EN PARTICULIER

par A. LEPIGRE,
Docteur de l'Université,
Inspecteur de la Protection des Végétaux,
Directeur de l'Insectarium du Gouvernement Général

POSSIBILITES GENERALES D'APPLICATION DU PRINCIPE

En ne considérant que les possibilités immédiates, on constate que la méthode est appelée à varier considérablement, dans ses applications, en fonction des facteurs suivants :

- a) l'humidification de la marchandise est ou n'est pas nécessaire ;
- b) le starter employé peut être sous forme gazeuse, liquide ou solide ;
- c) les fermentations (oxydantes ou réductrices) et leur vitesse sont, ou ne sont pas, influencées par addition d'oxygène à l'atmosphère ambiante ;
- d) toutes les fermentations (oxydantes et autres) et leur vitesse devront assez souvent être « poussées » par la chaleur alors que cette accélération ne sera pas, d'autres fois, à rechercher.

Examinons donc les principaux cas soulevés par la variation de ces facteurs et, schématiquement, leurs solutions.

a) Humidification de la marchandise

Il est bien évident que certaines marchandises, comme le fourrage ensilé, n'ont nullement besoin d'un apport supplémentaire d'humidité. Tout au contraire même, leur teneur initiale en eau étant supérieure à l'optimum, elles doivent subir avant ensilage un fanage partiel. C'est seulement si la dessiccation avait été accidentellement

exagérée qu'il conviendrait de restituer l'eau nécessaire à une fermentation correcte. En raison de l'hygroscopicité et de la capillarité des tissus végétaux, point n'est besoin à cet effet d'un appareillage complexe : une simple pulvérisation, une aspersion même peuvent suffire. Et il est alors tout indiqué, pour simplifier les opérations, d'incorporer à l'eau d'arrosage un starter hydrosoluble.

Dans d'autres cas, comme celui du café vert, la marchandise est granuleuse et la répartition rapide de l'eau d'appoint par arrosage ne peut se faire de façon homogène. Il faut alors recourir à divers procédés. Le plus élégant est certes le passage de vapeur d'eau dans la masse, mais, pour des installations coloniales locales où le matériel doit rester simple, on peut envisager d'autres moyens : trempage durant un temps déterminé, humidification en tambour rotatif, etc. Pour ces deux dernières méthodes encore, le starter peut être incorporé à l'eau de mouillade.

Dans le cas du tabac enfin (qui sera peut-être aussi celui du thé), la difficulté est plus grande du fait de la compacité très variable, d'un point à un autre, d'une même manoque. Pour l'avoir vu maintes fois pratiquer dans les manufactures, nous ne sommes pas partisan de la mouillade par pulvérisation d'eau sur bande transporteuse. Encore moins du trempage. Les résultats ainsi obtenus sont beaucoup trop irréguliers, le pourcentage de l'eau d'apport trop fantaisiste, la durée d'homogénéisation de l'humidité dans la masse trop longue pour l'application industrielle à grande échelle.

Le seul procédé satisfaisant en l'occurrence est la mouillade par la vapeur.

La vapeur fluente, à pression voisine de la pression atmosphérique, circulant par exemple dans un cylindre vertical chargé en vrac, ne peut donner de résultats convenables au point de vue de l'homogénéité de l'humidification : la marchandise placée près de l'arrivée de vapeur s'échauffe vite ; elle commence à se dessécher à nouveau alors que la marchandise éloignée de ce point se sature de l'humidité fournie tant par le tabac des premières couches que par la vapeur qui commence à passer. En outre et surtout, à pression atmosphérique, la température de la vapeur est voisine de 100° et a toutes chances de détruire des diastases.

Il faudrait, pour pallier ces inconvénients, construire un appareil comportant une infinité de points d'arrivée de vapeur pour répartir cette dernière dans la masse de façon vraiment homogène. Le problème peut être résolu industriellement, mais la solution est coûteuse. Et nous n'éviterons pas ainsi le grave écueil des surchauffes locales.

C'est pourquoi nous sommes finalement revenu à une idée que nous avons eue et vérifiée en 1940 ; elle avait alors donné des résultats fort encourageants. Cette idée, reprise et mise au point depuis par l'industrie, a abouti entre autres à la création, dans une importante Manufacture de Tabacs d'Alger, d'une « Station de Mouillade ».

Il s'agit, ayant disposé des balles de tabac dans un autoclave, de provoquer dans l'appareil une succession de vides et d'entrées de vapeur à pression inférieure à la pression atmosphérique. Le vide partiel permet de conserver la vapeur sous sa forme à une température nettement inférieure à 100° C. Le vide poussé initialement créé (730 à 740 mm., soit 30 à 20 mm. de pression absolue) permet d'obtenir ensuite une pénétration suffisante de l'humidité, même jusqu'au centre de balles cubiques mesurant 80 cm. de côté. La vapeur se condense sur le tabac ; elle parvient, au bout de 2 ou 3 opérations vide/vapeur successives, à augmenter de façon homogène la teneur en eau de la masse. Bien entendu, les vides successivement réalisables décroissent à mesure que la température de la marchandise s'élève en augmentant la tension de vapeur de l'eau. Mais les quelques 5 à 6 points d'humidité supplémentaire nécessaires (1) sont facilement obtenus par cette méthode avant qu'il faille porter la vapeur à une température dangereuse pour les enzymes. On réalise par ce procédé une humidification très satisfaisante (on la porte de 18 à 24 % environ) en quinze à vingt minutes à l'échelle industrielle, et ce sans dépasser 70° C.

b) Administration du starter.

L'étude de M. BOBIER a démontré que beaucoup de produits chimiques peuvent jouer le rôle de starters. Leur mode d'action, basé sur la diffusion intra et intercellulaire, laisse admettre leur emploi sous n'importe quelle forme : solide, liquide ou gazeuse (2). En effet, l'abaissement de tension superficielle que détermine le starter résulte de la dissolution « in situ » de ce dernier, même *infime et en surface* dans les sucres végétaux. Plus rapide et mieux répartie sera cette dissolution, plus instantané et plus intense sera le déclenchement ; si le starter pouvait être incorporé au même moment dans la masse végétale tout

(1) Il est bien entendu qu'il s'agit là d'un chiffre moyen correspondant étroitement aux conditions opératoires les plus courantes que nous avons rencontrées, c'est-à-dire à des tabacs kabyles dont l'humidité moyenne était de 17 %. Avec des produits plus secs, la chaleur spécifique moyenne étant inférieure, l'absorption d'eau serait plus faible. Avec des tabacs plus humides, cas fréquent dans la Métropole par exemple, le gain d'humidité par mouillade à la vapeur serait plus important encore que nous ne l'indiquons.

(2) Nous disons « emploi » et non « action », celle-ci s'effectuant toujours sous forme liquide.

entière. les sucres végétaux mouilleraient simultanément les parois de toutes les cellules et la fermentation serait très rapidement et uniformément déchainée. On conçoit aisément que la répartition du starter dans les tissus végétaux sera d'autant plus facile et sa dissolution plus rapide qu'il atteindra avec les moindres difficultés lesdits sucres végétaux, lesquels, ne l'oublions pas, sont localisés vacuole par vacuole ou cellule par cellule. Les formes solide et liquide sont donc moins avantageuses que la forme gazeuse pour atteindre rapidement les substances fermentaires et fermentescibles dans leurs retraites les plus cachées. la forme solide moins encore que la forme liquide.

Dans la pratique, la forme solide peut néanmoins convenir. C'est ainsi que l'on emploie déjà le sel marin ou certains autres sels, d'ailleurs considérés jusqu'ici comme « substances bactériostatiques sélectives », pour les fourrages ensilés. Ces corps conviennent dans certains cas, mais sous deux réserves expresses :

Il faut :

1° que les starters solides employés soient solubles dans les sucres végétaux ;

2° que leur répartition dans la masse « à déclencher » soit régulière (emploi de granulés ou, mieux, de poudres si les starters sont incorporés sans avoir été dissous).

Il est en fait souvent indiqué de dissoudre au préalable le solide dans une quantité d'eau suffisante. Nous sommes ainsi amenés à la seconde forme -- liquide -- que nous allons examiner.

Les formes liquides sont déjà plus faciles à répartir dans la masse, donc d'emploi plus pratique.

Les starters à administrer liquides comprennent deux types, physiquement bien différents. Le premier est tout bonnement un solide dissous dans l'eau (cas précédent) ou encore la dissolution, dans l'eau toujours, d'un autre liquide ou d'un gaz. Dans le second, il s'agit de produits naturellement liquides, les uns hydrosolubles, oxyde d'éthylène, oxyde de propylène, ammoniacque, etc.), les autres presque insolubles dans l'eau (bromure de méthyle, tétrachlorure de carbone, benzine, etc.).

Quel que soit leur type, les starters liquides peuvent être administrés de plusieurs façons. On peut les jeter ou les pulvériser sur la marchandise, ou bien, pour ceux à forte tension de vapeur, les faire préalablement évaporer par un artifice quelconque (sacs vides recouvrant la marchandise et imbibés de starter), soustrayant de cette façon

la marchandise au contact de la phase liquide ; on peut aussi bien les pulvériser, les aérosoliser sous forme de brouillards ou de nuages, rendant ainsi leur rencontre avec les produits végétaux moins massive et violente.

En ce qui concerne tout spécialement les corps hydrosolubles, comme par exemple certains époxydes (oxydes d'éthylène et de propylène), l'éther, etc., ces starters se répartissent comme liquides (partiellement aussi comme gaz grâce aux vapeurs dégagées) ou en solutions aqueuses. Les gaz atteignent les parties de marchandise non touchées par le liquide (1).

La forme uniquement gazeuse présente, du point de vue industriel, le plus de facilités de manutention et de dosage. Elle implique bien entendu un point d'ébullition du starter assez bas, ce qui est le cas, par exemple, de l'oxyde d'éthylène, du bromure de méthyle et d'une assez grande quantité d'autres starters.

L'expérience acquise depuis plus de vingt ans dans les Stations de Désinsectisation métropolitaines, nord-africaines et de la France d'Outre-Mer a permis la mise au point quasi parfaite d'un matériel adapté à l'emploi de ces corps, de l'oxyde d'éthylène en particulier. Cette importante facilité, jointe aux propriétés microbicides et fongicides de l'oxyde d'éthylène et à sa relative innocuité vis-à-vis des tissus végétaux en vie ralentie (à l'exception des semences), en fait pour l'instant le starter de choix du tabac.

L'oxyde d'éthylène, employé en phase gazeuse, se répartit sous la même forme dans la masse ; il s'y fixe, en grande partie et presque instantanément, par adsorption et surtout par absorption et dissolution (hydrosolubilité comparable à celle de l'ammoniac, liposolubilité importante).

Le bromure de méthyle n'a pas été retenu, bien qu'il convienne parfaitement lui aussi au rôle de starter ; il est sans action utile vis-à-vis des bactéries et des moisissures, et présente des dangers d'emploi pour un personnel peu spécialisé.

c) Administration éventuelle d'oxygène.

Ainsi que nous l'avons déjà vu, toutes les fermentations enzymatiques n'ont pas besoin d'oxygène pour se développer correctement.

(1) La forme gazeuse, à vrai dire, intervient toujours lorsqu'il s'agit de ces produits.

Seul en effet dans le groupe des oxydases (1), le sous-groupe des oxydases vraies a réellement besoin d'oxygène, alors que le sous-groupe des peroxydases ne l'utilise qu'indirectement. Bien plus, dans certains cas, il peut y avoir intérêt à mettre les ferments à l'abri de l'oxygène. On peut alors remplacer l'atmosphère naturelle par un gaz inerte ou inactif à ce point de vue.

Lorsque l'oxygène est indispensable ou utile aux réactions de transformations, l'utilisation industrielle du procédé oblige à considérer trois cas :

1° l'oxygène intracellulaire suffit. On peut conduire la fermentation, la marchandise étant tassée à refus (2), dans un appareil rigoureusement étanche.

2° il faut peu d'oxygène. Celui contenu dans l'air des espaces libres baignant la marchandise tassée normalement suffit : en pratique en effet et pour du tabac, on peut estimer grossièrement que la marchandise occupant un volume apparent de 1.000 litres emprisonne plus de 800 litres d'air, soit au moins 150 litres d'oxygène. Un appareil étanche convient donc parfaitement, là encore, pour conduire la fermentation ; on peut a fortiori employer un appareil non étanche.

3° il faut beaucoup d'oxygène. Deux solutions sont à envisager : ou bien renouveler constamment l'atmosphère de la marchandise, ou bien la suroxygéner à l'avance.

La première n'est pas sans inconvénient car le renouvellement de l'atmosphère usée entraîne une double perte, en chaleur et en humidité (la perte de calories peut parfois, cependant, constituer un avan-

(1) Voici à ce sujet une classification des enzymes, certes pas tout à fait orthodoxe, mais fort pratique en ce qui concerne la question exposée.

Hydrolases	{	Glucidases Protidases Lipases
Oxydases	{	Oxydases vraies (réductases) Oxydases indirectes (peroxydases ou anaéroxydases) Oxydo-réductases
Clastases	{	Alcoolases Catalases Carboxylases (décarboxylases)
Coagulases et diverses	{	Pectases Anticoagulases Déméthoxylases

(2) Tassée à la main ou au pied, mais non fortement comprimée à la presse comme on le fait par exemple (jusqu'à 300 et même 400 kgs/cm²) pour les balles de tabac. Une compacité exagérée entrave la pénétration homogène des produits gazeux successivement mis en œuvre.

En outre, une trop forte pression nuit à la présentation des produits végétaux en endommageant le fragile parenchyme des feuilles. Lors de l'introduction de vapeur qui ramollit considérablement ces dernières, le tabac serait « mâché ».

tage). Il est certes possible de compenser ces pertes en calories et en eau par des dispositifs « ad hoc », mais le prix de revient s'en trouve augmenté (c'est précisément le cas de la « fermentation artificielle des tabacs » en chambre chaude et humide).

Le dégagement de CO_2 par les fermentations qui en libèrent est considérable. On sait que ce gaz nuit à une bonne fermentation de ce genre ; il l'« empoisonne » par sa présence. On préconise donc souvent de l'éliminer à mesure de sa production. L'opération n'est pas toujours aisément réalisable.

Mais on peut fort bien pallier un tel inconvénient en maintenant le rapport O_2/CO_2 supérieur à la limite d'empoisonnement. Mieux vaut en effet enrichir l'atmosphère en oxygène dès le début de l'opération. La teneur en O_2 baissera pendant la fermentation à mesure qu'augmentera celle en CO_2 , mais restera cependant suffisante jusqu'à la fin pour permettre le développement pratiquement complet des réactions enzymatiques. Le maintien de cette atmosphère suroxygénée pendant un délai qui peut atteindre quarante-huit heures en milieu chaud (bien davantage à froid) exige évidemment la mise en œuvre d'enceintes étanches aux gaz.

d) *Fermentation.*

Selon la vitesse que l'on veut imprimer à la fermentation, celle-ci doit être conduite à froid ou à chaud.

La fermentation à froid (ou, plus exactement, à température ambiante) suffira dans beaucoup de cas, surtout ceux où « le temps ne compte pas » (1), pour les ensilages de fourrage par exemple, et où l'on ne risque guère de voir se développer des moisissures ou des fermentations secondaires nuisibles. La méthode est tentante car moins coûteuse à tous points de vue, mais elle comporte plus de risques que la méthode à chaud. Conserver une marchandise fortement humide pendant des jours, voire des semaines, en maintenant son humidité constante et homogène n'est pas toujours un problème facile à résoudre en pratique, d'autant plus qu'il implique souvent la libre disposition de vastes et nombreux récipients de stockage.

La fermentation à chaud représente la méthode de choix, pour le tabac en particulier (peut-être en sera-t-il de même pour le thé, le

(1) C'est aussi le cas des produits de luxe où la fermentation est si lente qu'elle prend le nom de « vieillissement ». On ne peut jusqu'ici obtenir qu'ainsi des produits fins de haute qualité.

café, etc.), puisque évitant tout risque, donnant ses résultats en une quarantaine d'heures, et permettant de réduire à un cubage minimum le matériel de fermentation proprement dit.

Sa réalisation peut être envisagée de bien des façons : la fermentation préaccélérée est une méthode extrêmement souple qui s'accommode de techniques fort diverses. Nous verrons plus loin les détails opératoires concernant son application au tabac.

AVANTAGES ET INCONVENIENTS DE LA METHODE

Pour le tabac par exemple, le premier avantage est la *rapidité de la fermentation* artificiellement déclenchée. Où il fallait 70 à 90 jours de fermentation naturelle ou 6 à 8 jours en chambre chaude, il suffit maintenant de 48 heures au maximum, toutes opérations comprises. Et ne parlons que pour mémoire de la *certitude de déclencher immédiatement les fermentations, d'obtenir des fermentations homogènes, complètes et pratiquement finies*. Le résultat est d'importance.

On connaît en effet les inconvénients de la non-réalisation de ces conditions : tabacs qui tardent à fermenter, ou qui fermentent paresseusement, incomplètement, de façon si hétérogène que les prix de vente en subissent une réfaction - tabacs qui s'échauffent en cours de stockage (alors qu'on les croit « finis ») jusqu'à atteindre une température des plus dangereuses.

A ces avantages technologiques s'en ajoutent de commerciaux (1).

On peut ainsi *réduire la surface des locaux de fermentation* dans des proportions notables, conséquence directe de la rapidité des opérations.

Les *frais de main-d'œuvre se trouvent abaissés* : la méthode permet en effet de supprimer à peu près complètement les fréquentes manipulations des masses, manipulations nécessitées, en fermentation naturelle, par la mauvaise répartition de la chaleur (au centre) et de l'humidité (en surface).

Or, ces manipulations sont si coûteuses que l'on a tendance à en réduire le nombre, d'où apparition de fermentations secondaires parasites, et, surtout, des *moisissures*, fléau des docks à tabac. La nouvelle méthode élimine ce risque, quel que soit le mode opératoire choisi

(1) Par rapport à la fermentation dite « artificielle », actuellement effectuée en chambres chaudes et humides, un autre avantage pécuniaire s'affirme encore : il résulte de la considérable économie, de calories en particulier, réalisée grâce à une fermentation qui ne dure que deux jours. Nous verrons même plus loin que la suppression des chambres chaudes peut être réalisée sans crainte dans la grande majorité des applications. L'économie est alors totale.

pour la fermentation (en chambre chaude ou dans l'ambiance sous bâche). En chambre chaude, la température est assez élevée pour bloquer à elle seule le développement des mycelium (sans cependant tuer les spores). Dans l'ambiance, à température décroissante, nettement plus basse par conséquent en moyenne (chute lente à partir d'une cinquantaine de degrés), l'oxyde d'éthylène sorbé par le tabac suffit à le protéger (1) pendant les quarante à quarante-huit heures où se poursuit et s'achève la fermentation diastasique. L'oxyde d'éthylène constitue donc une sauvegarde durant cette « période critique ». Et, pour la suite, on sait que le tabac correctement, c'est-à-dire *complètement*, fermenté, ne court plus de risques du fait des moisissures (2).

Et nous insistons sur le fait que le starter actuellement préféré, l'oxyde d'éthylène, possède, outre son action fongicide (ou fungistatique), des propriétés bactéricides et *insecticides* qui renforcent considérablement les garanties d'une bonne conservation.

Le prix de revient se trouve donc fortement abaissé, du fait de la réduction des capitaux à investir dans la construction, de la diminution du nombre et de la durée des coûteuses manipulations, et d'une suppression quasi totale des pertes (broquelins) résultant, tant des moisissures que de l'effritement des maniques trop souvent retournées.

Quant à la propreté et à l'*hygiène*, elles ont évidemment tout à gagner à la réduction de la manutention.

D'autres conséquences encore, qui apparaîtront mieux à l'échelle industrielle, sont prévisibles. Rien ne semble s'opposer par exemple, par des modifications à la nature et à la concentration du starter, à la teneur en eau et en oxygène de l'ambiance, à la chaleur et à la durée de la fermentation, à ce que l'on obtienne de nouvelles et, en tous cas, de meilleures « qualités » de tabac. Nous pouvons dire déjà par exemple que le procédé BOBIER-LEPIGRE améliore nettement la *combustibilité* des tabacs (traités à l'oxyde d'éthylène). Il en sera probablement de même de certaines qualités organoleptiques. Ainsi nous avons pu constater depuis une vingtaine d'années déjà que l'oxyde d'éthylène atténue un peu la « force » des tabacs bruns, sans cependant atteindre, de façon sensible à un expert dégustateur, leurs autres

(1) Le traitement industriel ne donne peut-être pas une action fongicide au sens strict du mot ; il faudrait pour cela faire agir l'oxyde d'éthylène pendant une durée six à huit fois plus élevée. Il provoque seulement, et c'est le point important, une inhibition relative du développement des microorganismes, prouvée depuis vingt ans par la disparition des moisissures des tabacs d'Algérie exportés vers les colonies chaudes. Cette inhibition disparaît ou s'atténue au bout de quelque temps, mais le tabac est alors complètement fermenté et sec : une seule de ces conditions suffit à empêcher toute offensive des moisissures.

(2) Nos expériences sont formelles à ce sujet.

qualités. Même, la possibilité d'obtenir ou, tout au moins, de fixer une couleur déterminée ne semble pas exclue.

On peut considérer comme seul inconvénient de la méthode pour le tabac la nécessité de disposer d'un matériel spécialisé. Celui-ci doit permettre de réaliser des conditions précises, tout d'abord d'humidité et de dosage de starter et d'activer, puis de température. Un ouvrier entraîné est indispensable. Il y aura donc à prévoir quelques frais, surtout d'amortissement. Dans les conditions économiques actuelles, et d'après les prévisions de M. ROLLIN, Directeur Technique de la Tabacoop Kabyle, cet amortissement sera réalisé en une période de trois années au moins, de quatre au plus (calcul établi par comparaison avec la méthode de fermentation en chambre chaude humide qui offre déjà un avantage pécuniaire important sur la fermentation naturelle).

Pour des marchandises autres que le tabac, on aura à envisager d'autres méthodes, souvent bien différentes. Les avantages et les inconvénients de l'application du principe varieront évidemment, selon la méthode choisie, en fonction de la marchandise traitée, c'est-à-dire, en fait, avec le matériel nécessaire. Mais, presque toujours, mode opératoire et matériel seront beaucoup moins complexes que ceux exigés pour la fermentation préaccélérée du tabac. Par exemple, le procédé ultra-simple qui consiste à arroser la marchandise d'une solution aqueuse de starter ne soulève pratiquement aucune difficulté ; il suffit de disposer d'un récipient à peine étanche dans lequel la fermentation diastasique se poursuivra lentement à la température ambiante. Ce pourra être par exemple le cas du fourrage ensilé.

APPLICATION PRATIQUE DU PROCÉDE AU TABAC

Le nouveau procédé appliqué au tabac a été dénommé par nous FERMENTATION PREACCELEREE DES TABACS (1), pour le distinguer de la FERMENTAZIONE ACCELERATA rapportée par l'auteur italien U. Rossi. Ce dernier signale qu'on obtient une nette accélération de la vitesse de fermentation du tabac en soumettant celui-ci, un peu à la façon dont on procède au « déverdissement des fruits » (2), à une atmosphère humide et chaude chargée d'éthylène. Mais l'auteur du procédé TRIFKOVIC n'a fait que côtoyer la vérité sans la saisir complètement puisqu'il estime utile de maintenir cette atmosphère

(1) Scientifiquement parlant, l'appellation de « fermentation pré-déclenchée » serait plus exacte.

(2) A quelques détails opératoires près, la « fermentazione accelerata » et le « déverdissement des fruits » sont en effet fort voisins.

éthylénée pendant *toute* la fermentation alors que nous savons maintenant qu'elle n'est nécessaire qu'*au début*. Le procédé, exigeant le maintien de trois conditions (chaleur, humidité, éthylène), est donc plus complexe, en ce qui concerne la surveillance des chambres, que la fermentation artificielle ordinaire qui n'en exige que deux (chaleur, humidité) et que la fermentation préaccélérée qui se contente d'une seule (chaleur). En outre, le gain de temps procuré par la méthode à l'éthylène (1) n'est pas, ou n'est guère, supérieur à celui obtenu par la fermentation artificielle ordinaire. Le mode opératoire et le matériel permettant de réaliser la fermentation préaccélérée sont étudiés ci-après.

Première phase : CHARGEMENT.

Du début à la fin des opérations, le tabac séjourne dans des emballages (ballotins, balles, caisses, tonneaux, caissons spéciaux) d'où on ne l'extraira qu'en fin de traitement. On commence par charger ces emballages dans des autoclaves métalliques, auxquels on a donné en général une forme cylindrique pour des raisons mécaniques et économiques évidentes.

Dans les emballages, le tabac peut être aussi tassé qu'il est possible sans abîmer les feuilles. On a évidemment avantage à remplir au mieux l'autoclave.

Au cas où l'on déciderait, malgré leur prix, d'employer les emballages techniquement les plus parfaits, c'est-à-dire les caissons spéciaux, signalons que ces réservoirs doivent, pour des raisons de conductibilité thermique, être métalliques. Pratiquement, on les construit en tôle légère, d'aluminium ou de tout autre métal peu ou non altérable, ou rendu inaltérable. Ils sont munis de supports de guidage qui permettent de les introduire et de les installer facilement sur le chantier de remplissage d'abord, puis dans l'autoclave de traitement, dans les locaux de fermentation, chambres chaudes ou autres dispositifs, et enfin sur le chantier de déchargement. Nous ne parlerons pas des tonneaux et emballages similaires.

Dans beaucoup de cas cependant, l'économie oblige à se contenter de dispositifs moins coûteux. On peut parfaitement utiliser des caisses, des sacs ou de vulgaires toiles d'emballage. Ces dernières, pliées de façon convenable, permettent de confectionner les « ballotins » des docks à tabac (Fig. 1), petits ballotins parallélépipédiques pesant une quarantaine de kgs et de manipulation facile. Rien ne s'oppose

(1) L'éthylène est un starter relativement très doux.



Fig. 1. — Ballotins de tabacs préparés pour le traitement. L'enveloppe est une vulgaire toile de jute

non plus au chargement du tabac en balles de dimensions ordinaires, à condition toutefois que ces balles soient moins compactes, moins comprimées qu'elles ne le sont ordinairement pour l'expédition. Nos essais à l'échelle semi-industrielle ont porté pour la plus grande part sur les ballotins.

Il conviendra d'apporter la plus grande attention à l'importante question de la manutention : le chargement du tank ne peut être en effet, pour de multiples raisons dont la principale est l'économie de temps, effectué en vrac. On devra envisager la disposition des emballages de tabac sur des plateaux mobiles, des wagonnets, etc. Toutefois, le problème de la manutention étant en fait propre à chaque entrepôt, ne saurait être utilement étudié et encore moins résolu dans le cadre de cette étude.

Deuxième phase : HUMIDIFICATION.

Avec l'appareillage envisagé, l'humidification du tabac se fait par introductions successives de vapeur (Fig. 2) plus facilement que par tout autre procédé. Il suffit en effet de créer le vide dans l'autoclave, puis d'y introduire la vapeur à une température voisine de 70° C. Plus serait trop. La vapeur pénétrant dans l'autoclave s'y détend et s'y refroidit. Elle se condense partiellement au contact des parois de l'autoclave (et des caissons si on a adopté ce type d'emballage), les échauffant jusqu'au point où les condensations disparaissent pratiquement.

La vapeur s'infiltré en même temps dans le tabac ; elle s'y condense et l'échauffe. Un moment vient où la chute de vide cesse dans l'autoclave du fait de la tension de vapeur de l'eau chaude qui imprègne le tabac.

Il convient alors de procéder à une nouvelle aspiration de l'atmosphère de l'autoclave qui aura pour conséquence à la fois de refroidir la masse par évaporation partielle et d'évacuer la plus grande partie de l'air non extrait par la première opération (si, en effet, le premier vide a laissé subsister une pression absolue de 30 mm., celle-ci correspond à une quantité parasite, gênante, de 40 litres d'air environ par mètre cube d'autoclave).

Ce second vide ne peut, ni être créé par une pompe à vide ordinaire, ni être poussé aussi loin que le premier. Les conditions physiques de l'atmosphère de l'autoclave obligent à recourir à l'emploi d'un éjecteur-air et on n'aura pas avantage à pousser le vide au delà de 650 mm. (110 mm. de pression absolue).

La nouvelle entrée de vapeur consécutive provoque les mêmes phénomènes que la première. Il est toutefois à noter que, si ceux-ci sont plus atténués en ce qui concerne les condensations sur les parois, c'est à ce moment seulement que la chaleur et l'humidité commencent à pénétrer profondément dans les masses de tabac. Deux points d'humidité environ sont encore gagnés par la marchandise. La température monte, à cœur, d'une quarantaine de degrés.

Dans certains cas de la pratique, l'opération vide/vapeur ne devra être répétée que deux fois. Il s'agira en effet souvent d'un tabac de récolte récente, encore incomplètement desséché et la différence entre son humidité et l'humidité cherchée sera facilement rattrapée. Trois opérations seront au contraire indispensables si le tabac est particulièrement sec (1) ; mais il faudra alors prendre garde à d'éventuelles surchauffes : on « cuirait les diastases ». L'eau de la chaudière ne devra pas être chauffée à plus de 90° environ, à moins de munir l'installation d'un manodétendeur, de telle sorte qu'à aucun moment la température de la vapeur ne puisse être supérieure à cette limite. Nous donnons ci-dessous à titre indicatif le tableau de correspondance (pour une pression barométrique de 760 mm.) entre la température de l'eau et les vides réalisables dans une enceinte contenant cette eau.

(1) Nous avons même souvent dû, au cours de nos essais, faire suivre la dernière opération, pendant une dizaine de minutes, de petites introductions de vapeur permettant de maintenir le vide aux environs de 500 mm. Le gain d'humidité et de température ainsi réalisé a été des plus appréciables.

Température en ° C.	Vides réalisables en mm. de mercure	Pressions absolues correspondantes
50	668	92
60	611	149
70	527	233
80	405	355
90	235	525
100	0	760

On en déduit que, du moment où le tabac a atteint la température de 60° par exemple, il devient impossible, tant que la vapeur admise a cette même température, de faire descendre le vide au-dessous de 610 mm. Mais, si la vapeur introduite atteint 80 ou 90° par exemple (ce qui est possible par définition puisque l'eau de la chaudière est à 90°), la descente du mercure continue et ne s'arrête qu'à 405 ou 235 mm. Il conviendrait donc, en théorie, de ne jamais descendre dans l'autoclave au-dessous d'un vide de 530 mm., ce seuil correspondant à la température de 70° que l'on doit considérer comme la limite pratique de résistance des ferments solubles à la chaleur. En fait, il n'en est pas ainsi car le tabac présente un obstacle important à la pénétration de la chaleur : même à une assez faible distance de la périphérie, et avec un vide ramené à 400 mm. par introduction de vapeur, le thermomètre n'enregistre pas plus de 72°, bien loin de la température théorique (1).

Pour terminer, que l'humidification ait comporté, soit deux, soit trois opérations successives vide/vapeur, elle doit être suivie d'un nouveau pompage qui laissera l'autoclave et son contenu sous vide, prêts pour l'opération suivante.

Troisième phase : INTRODUCTION D'OXYDE D'ÉTHYLÈNE (DÉCLANCHÉMENT).

Comme on sait, l'oxyde d'éthylène est inflammable, danger à ne pas sous-estimer dans une industrie dont les opérations portent sur de gros cubages.

(1) Il n'y a là aucune contradiction de principe. La discordance est seulement apparente et s'explique par le fait que l'introduction de vapeur est réalisée très rapidement. Cette dernière est stoppée dès que le mercure accuse la chute de vide désirée. Aussitôt que la vanne de vapeur est fermée, le vide remonte de lui-même dans l'autoclave et permet de vérifier la loi une fois de plus. Si l'on attend en effet l'établissement de la stabilité barométrique, on constate que la température interne du tabac est très voisine de la température théorique sous le vide constaté.

Le tabac ne joue donc, en fait, dans l'établissement des équilibres finaux, qu'un rôle de ralentisseur.

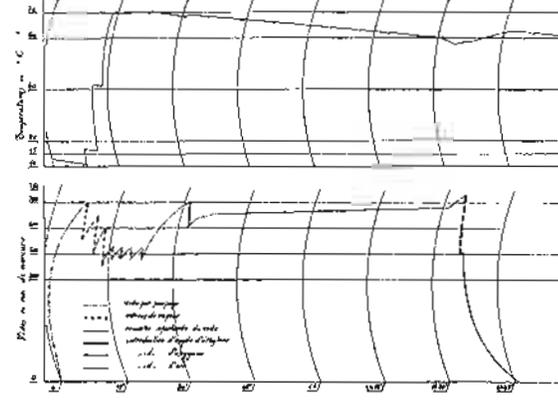


Fig. 2. — Diagrammes des opérations de déclenchement de la fermentation. En haut, diagramme des températures réalisées au cœur du tabac. En bas, vides correspondant aux diverses opérations.

En outre, la pénétration ainsi que la répartition aussi homogènes que possible de ce corps hautement hydrosoluble dans une marchandise compacte et humide représentent une difficulté que nous avons eu à surmonter depuis plus de vingt ans dans les Stations de Désinsectisation. Dans celles-ci, le problème a été résolu en injectant un mélange dosé d'air et de vapeurs d'oxyde d'éthylène : l'air formant piston oblige les vapeurs à pénétrer plus avant dans la masse ; des quantités d'oxyde considérables se fixent bien sur les couches extérieures, mais le dosage, largement calculé, est tel qu'il parvient malgré tout au centre, par diffusion, une quantité de fumigant suffisante pour l'effet insecticide cherché.

Avec la marchandise anormalement humide conditionnée par l'humidification artificielle préalable, le problème est tout autre et la solution des Stations de Désinsectisation serait inopérante : pratiquement *tout* l'oxyde serait sorbé, dissous surtout, par le tabac placé près des admissions ; dans la masse centrale ne pénétrerait plus que de l'air pur (filtré).

Et c'est pourquoi nous avons finalement préféré n'admettre dans l'autoclave que l'oxyde d'éthylène à l'état de vapeur pure. Solution qui présente un double avantage. Tout d'abord, le milieu ainsi réalisé, pratiquement dépourvu d'oxygène à la suite des pompages successifs, est ininflammable. Ensuite, l'oxyde d'éthylène introduit pénètre partout puisqu'il ne rencontre aucun « tampon d'air ». Il ne peut y avoir non plus de « tampon de vapeur d'eau » puisque, à mesure que le vide baisse par introduction d'oxyde, c'est-à-dire que la pression augmente dans l'autoclave, la vapeur d'eau se condense, laissant place aux vapeurs du starter. Les quantités d'oxyde jusqu'ici reconnues convenables pour « déclencher » les tabacs algériens ordinaires et utiliser à plein ses propriétés fongicides sont de l'ordre de 400 à 500 grammes par quintal de tabac (1).

Le dosage de l'oxyde d'éthylène ne peut se faire, à notre grand regret car il serait alors des plus commodes, par lecture de la chute de vide correspondante dans l'autoclave. La chute de vide enregistrée est en effet beaucoup plus faible que ne l'indique le calcul élémentaire et, l'introduction à peine achevée, le vide remonte aussitôt, brutalement. Ce phénomène ne traduit pas autre chose que l'absorption énergétique de l'oxyde par le tabac. Cette absorption est très rapide pendant l'introduction et les cinq à dix minutes qui suivent ; elle se ralentit, mais ne cesse pas par la suite, durant toute l'opération (une

(1) Le déclenchement, si l'on ne visait que cette action, pourrait être provoqué par une dose moitié plus faible.

heure environ). On constate que la courbe du vide (qui traduit l'absorption) tend, comme il est normal, vers une asymptote.

Ne pouvant être fait barométriquement, le dosage doit donc être effectué d'autre manière. Plusieurs procédés peuvent être envisagés, mais les plus pratiques pour l'industrie nous semblent :

1° soit l'emploi de gazomètres équilibrés à pression atmosphérique et gradués, emploi permis par le point d'ébullition de l'oxyde d'éthylène (10,5° environ). L'appareil, assez coûteux, tant par lui-même qu'à cause de la nature du liquide de garde (glycérine), sera évidemment réservé aux installations qui ne mettent en œuvre simultanément que de très faibles quantités d'oxyde.

2° soit l'emploi d'un jaugeur à niveau, complété par un vaporiseur à vaporisation instantanée. Le jaugeur, à température ambiante, permet d'apprécier les quantités mesurées. Son contenu est, aussitôt après, évacué dans l'appareil suivant d'où il repart à l'état de vapeur.

3° soit l'emploi d'une bascule supportant la bombe d'oxyde d'éthylène : la pesée différentielle, exacte à 100 grammes près, constitue un moyen très suffisant pour l'utilisation de quantités dépassant le kilogramme.

Dans tous les cas, les vaporiseurs doivent être robustes et simples : il en existe déjà divers types dans les Stations de Désinsectisation.

Le starter ayant été introduit et son action maintenue assez longtemps pour que le tabac en ait absorbé une quantité suffisante, il convient d'envisager l'opération suivante qui peut être l'introduction de l'oxygène.

Il y aurait danger à mettre celui-ci en contact avec des quantités non fixées, encore importantes, d'oxyde d'éthylène gazeux : le mélange serait des plus détonants. Il faut donc évacuer l'oxyde encore libre par un nouveau pompage poussé.

On a pensé, comme dans le cas des Stations de Désinsectisation d'ailleurs, à récupérer l'oxyde non fixé par le tabac et que l'on pourrait théoriquement considérer, si l'étanchéité de l'autoclave est satisfaisante, comme à peu près pur. Cette économie est malheureusement rendue impossible par le triple fait que :

1° la récupération ne peut être effectuée par une pompe à vide ordinaire : celle-ci se détériorerait rapidement en véhiculant l'oxyde *fortement chargé de vapeur d'eau* qui provient du tabac humide et très chaud ;

2° on ne peut davantage envisager la récupération grâce à l'éjecteur-air, l'oxyde se trouvant alors instantanément et en quasi-totalité dissous dans l'eau de cet appareil.

3° l'oxyde évacué n'est nullement pur : il contient au contraire, la fermentation ayant commencé dès le début de son introduction, quantité de produits volatils d'origine organique qui lui donnent une odeur caractéristique, infecte.

En cas de récupération, il serait donc indiqué d'envisager la rectification de l'oxyde.

Quatrième phase : SUROXYGÉNATION DE L'ATMOSPHÈRE.

De toutes les opérations, celle-ci est la plus simple. L'absorption de l'oxygène par le tabac étant négligeable pendant le peu de temps que dure l'opération, le dosage peut s'effectuer barométriquement, en se basant sur le fait qu'une chute de vide de 1 mm. de mercure correspond à l'introduction, par mètre cube de volume, de 1,31 l. ou 1,88 g. d'oxygène. Les seules précautions à prendre pour ce dosage, en dehors bien entendu des prescriptions usuelles relatives à la manipulation de l'oxygène, concernent la détente des quantités parfois importantes qu'il sera nécessaire de libérer en peu de temps, détente susceptible d'engendrer le rapide givrage du ou des détendeurs.

L'oxygène est introduit seul dans l'autoclave. En raison du vide élevé qui règne initialement en ce dernier, c'est donc de l'oxygène pratiquement pur qui vient imprégner le tabac. Il s'y répartit et occupe tout le volume qui lui est offert.

L'introduction de l'oxygène est stoppée lorsque la chute de vide observée correspond à la dose jugée nécessaire (par exemple, une chute de vide de 250 mm. correspond environ à 475 g. par m³ d'atmosphère libre). On ouvre aussitôt la vanne d'entrée d'air jusqu'à rétablissement complet dans l'autoclave de la pression atmosphérique.

Cette manière d'opérer crée au sein du tabac une atmosphère hétérogène. L'air introduit « in fine » comprime et refoule l'oxygène dans les zones les plus centrales : l'oxygène se répartira ensuite, par diffusion, dans l'ensemble du tabac, zone périphérique comprise.

Cinquième phase : FERMENTATION PROPREMENT DITE.

Le tabac a donc reçu en autoclave : vapeur d'eau (humidité minimum nécessaire), oxyde d'éthylène (starter de fermentation) et oxygène (acteur de fermentation). La fermentation est dès lors prête à partir, des conditions suffisantes de chaleur et d'humidité étant maintenues.

Dans la pratique, plusieurs types d'installations de fermentation sont à envisager, présentant leurs avantages et leurs inconvénients respectifs :

1° Fermentation en chambres chaudes.

- a) Tabac en caissons spéciaux étanches,
- b) Tabac en emballages semi-étanches (1),
- c) Tabac en emballages poreux (2).

2° Fermentation en chambres calorifugées, mais non chauffées.

- a) Tabac en caissons spéciaux étanches,
- b) Tabac en emballages semi-étanches (1),
- c) Tabac en emballages poreux (2).

3° Fermentation en locaux ordinaires (3).

- a) Tabac en emballages semi-étanches (1),
- b) Tabac en emballages poreux (2).

1° Fermentation en chambre chaude.

Il existe dès maintenant dans certains docks des « chambres chaudes pour fermentation artificielle » où le tabac reçoit à la fois humidité et chaleur. Cette ancienne méthode comporte trois inconvénients qui ne sont pas des moindres : obligation de répartir les manques en couches non tassées et peu épaisses — nécessité de disposer de grands volumes de chambres en raison de ce mauvais « coefficient de remplissage » — détérioration rapide par l'oxydation et l'humidité, sans parler de l'action « caustique » propre au tabac, des pièces de fer et de bois.

A peine modifiées, ou plutôt considérablement simplifiées, ces chambres chaudes répondent parfaitement aux besoins de la nouvelle méthode. On peut songer, suivant une première conception, à y disposer le tabac, non pas directement sur claies, mais dans des réservoirs spéciaux, des « caissons » en métal inaltérable bon conducteur de la chaleur. Chaque réservoir constitue une enceinte pratiquement étanche aux gaz, capable de conserver par conséquent l'oxygène additionnel, et s'opposant à la dessiccation du tabac. Ces appareils sont placés dans une chambre dont *seule la température* est conditionnée, évitant ainsi l'écueil principal du maintien de l'humidité. Le tabac peut y être chargé aussi tassé qu'il est possible sans le « mâcher » ; le coefficient de remplissage des chambres, si l'on adapte leur forme à celle des réservoirs, est donc excellent.

(1) Caisses, tonneaux, boucauts.

(2) Balles de dimensions normales mais moins comprimées qu'à l'ordinaire, sacs, ballotins.

(3) Halls fermés sans trop de courants d'air.

Les inconvénients pratiques de la méthode sont au nombre de quatre : coût élevé des caissons — temps, assez considérable, nécessaire à leur remplissage — nécessité de disposer d'une chambre chaude — coût du chauffage de cette dernière.

En contre-partie, il est certain que la « fermentation en caissons et en chambre chaude » est celle qui présente la plus grande supériorité technique.

Le mode opératoire est fort simple.

L'extraction des caissons de l'autoclave n'a présenté aucune difficulté ; leur introduction dans les chambres chaudes, avec quelque dispositif transporteur que ce soit, n'en offre pas davantage.

Mais on doit signaler l'importance qui s'attache au temps durant lequel chaque caisson sera exposé à la température ambiante. La construction légère du caisson a en effet obligé à le munir d'une ouverture constamment libre, mais garnie d'un tampon semi-étanche : ce tampon interdit, lorsque la pression est la même de part et d'autre de l'ouverture, les « échanges d'atmosphère », mais *laisse passer les gaz* lorsque la pression est plus forte d'un côté. Or, le tabac sorti de l'autoclave à 60° environ a tendance à se refroidir dans l'ambiance. On observe ainsi, par le tampon semi-étanche, une entrée d'air dans le caisson ; ce volume d'air additionnel introduit se trouvera d'autant plus grand que le nombre de degrés perdus aura été plus important.

Si, après un séjour prolongé à température ambiante, c'est-à-dire après un notable refroidissement du tabac, on introduit le caisson en chambre chaude, l'atmosphère de celui-ci se réchauffe jusqu'à se mettre en équilibre thermique avec la température de la chambre ; elle se dilate et une fraction plus ou moins importante s'échappe du caisson, entraînant avec elle une partie de l'humidité et, ce qui est plus grave, de l'oxygène. Les conditions de la fermentation sont donc faussées au départ.

On voit immédiatement l'intérêt qui s'attache à réduire à un minimum la durée de manutention des caissons entre autoclave et chambre chaude.

Au bout d'un temps qui, dans nos essais en chambre chaude sur tabac kabyle ordinaire, s'est trouvé voisin de 40 heures, la fermentation active est terminée. Il suffit de sortir les caissons et de répartir le tabac en bancs étroits (1 m.) pour qu'il perde rapidement la majeure partie de son humidité excédentaire (1). *On ne court aucun*

(1) Étalaé en couche mince, il se dessèche si rapidement et à tel point que les manipulations ultérieures entraînent un déchet appréciable. La mise en bancs est donc une opération à réaliser avec rapidité.

risque de constater ultérieurement dans ces bancs l'apparition de moisissures ni d'échauffement.

Une variante de la méthode consiste à supprimer l'emploi des caissons : les frais sont ainsi notablement réduits. On peut alors gerber le tabac dans la chambre dans d'autres emballages, souples ou rigides, montés en bancs soigneusement *bâchés pour réduire les pertes en oxygène et en eau.*

A la suite de cette modification, des inconvénients pratiques et économiques subsistent : nécessité de disposer d'une chambre chaude et coût du chauffage de cette dernière. Trois inconvénients nouveaux apparaissent : dégagement considérable d'humidité à partir des masses de tabac, d'où détériorations de la chambre ; dessiccation superficielle assez poussée du tabac ; nécessité, ou tout au moins opportunité, d'enrichir artificiellement l'atmosphère de la chambre en oxygène.

Nous faisons des réserves quant à la validité *pratique* de cette solution.

2° Fermentation en chambre calorifugée non chauffée.

Une masse de tabac constitue un milieu calorifuge compact conservant assez bien la chaleur, l'humidité et le volume de gaz emprisonné entre les feuilles des manques. Cette propriété, inconvénient relatif dans la fermentation naturelle, peut être considérée comme un avantage dans une autre méthode de fermentation préaccélérée qui consiste à utiliser par exemple comme local de fermentation une chambre chaude désaffectée et non chauffée. Si les ballots de tabac sortant de l'autoclave, manipulés avec assez de précautions et de rapidité, n'ont pas perdu trop de chaleur ni d'humidité, ils peuvent être aussitôt entreposés tels quels dans la chambre : leur fermentation s'y poursuit et s'y achève dans des conditions encore satisfaisantes.

C'est une solution « hybride » à vrai dire, économiquement sans grande portée. Elle n'a pour tout avantage que de permettre l'utilisation rationnelle d'anciennes chambres chaudes. Ces constructions étant toujours calorifugées et assez étanches, il y a évidemment intérêt à y entreposer le tabac en fermentation : son refroidissement étant moins rapide que dans l'ambiance, la fermentation s'en trouve facilitée. Mais il est bien certain que, si l'on admet de conduire la fermentation à température ambiante, la troisième solution examinée plus loin suffit : la construction spéciale de chambres calorifugées entraînerait des frais hors de proportion avec le but poursuivi, absolument non justifiés.

Cette méthode présente à peu près les mêmes inconvénients techniques que la précédente. Les dépenses de chauffage de la chambre

disparaissent cependant. En contre-partie, les condensations d'eau sur les parois, c'est-à-dire les dépenses d'entretien, sont plus lourdes.

3° Fermentation en locaux ordinaires.

Une chambre chaude ou même simplement calorifugée représente toujours de gros frais de construction et d'entretien. Les manipulations y demandent plus de temps qu'en dock. Il est donc d'un intérêt pratique certain d'affranchir la fermentation de cette sujétion. On y parvient grâce à une troisième méthode.

La fermentation dans l'ambiance du dock représente la solution industrielle, la moins parfaite techniquement peut-être, mais la plus simple et la moins coûteuse. Nous y avons apporté toute notre attention.

Que demande surtout la fermentation enzymatique pour son bon achèvement ? Seulement le maintien d'une température élevée pendant une certaine durée, ou celui d'une température plus faible (ou régulièrement décroissante) pendant une durée plus prolongée. L'expérience a confirmé que l'on peut parfaitement faire fermenter du tabac « déclenché » à condition de le gerber en masses de quelque importance, mesurant au moins 1 mètre dans leur plus petite dimension.

La marchandise qui, en outre du starter, a déjà reçu les éléments de base de la fermentation doit donc, pour fermenter correctement :

1° et 2° - perdre aussi lentement que possible son eau et sa chaleur : conditions réalisées par l'entassement des maniques en bancs :

3° - perdre aussi peu que possible l'oxygène dont on l'a imprégnée : condition réalisable par l'emploi d'une enceinte pratiquement étanche aux gaz.

Ces considérations nous amènent à une solution des plus simples. *Il suffit de couvrir les massifs d'un revêtement étanche, d'une toile imperméable par exemple, pour ralentir l'évaporation, le refroidissement, et réduire considérablement les pertes en oxygène par diffusion dans l'ambiance.*

Les ballots de tabac, à leur sortie de l'autoclave, sont manutentionnés et rapidement empilés en bancs à l'endroit choisi : ils y fermenteront pendant 48 heures ; on peut fort bien les laisser des semaines et plus, même des mois en place, mais on a avantage à effectuer un ressuyage (avec ou sans shaking), sinon au bout de ces 48 heures, du moins avant refroidissement appréciable de la masse.

Durant la fermentation proprement dite, on constate, malgré le

rayonnement, une élévation de température de quelques degrés ; le phénomène apparaît nettement sur les courbes des enregistreurs, pour les tabacs essayés (tabacs bruns kabyles), pendant 6 à 8 heures. Puis le rayonnement l'emporte sur la production de chaleur, la courbe commence à baisser. Elle devient rectiligne vers la 30^e heure. Elle reprend vers la 40^e heure une allure courbe, mais à convexité tournée, cette fois, vers l'axe des abscisses et l'asymptote commence à s'établir pour rejoindre la température ambiante. On peut être assuré que la fermentation principale est alors achevée.

Durant les deux jours qu'exige au maximum le phénomène, le tabac a fortement « transpiré ». Pour éviter les taches noires qui résulteraient inmanquablement de l'imprégnation trop abondante des feuilles les plus extérieures par l'eau de condensation, une précaution suffit : couvrir la masse de tabac, au-dessous de la bâche qui la recouvre, d'une couche absorbante sèche (vieux sacs par exemple) qui captera les condensations et empêchera le mouillage des couches supérieures. Deux à trois épaisseurs de sac suffisent. Des condensations se produisent également sur les flancs de la bâche ; on écartera donc ceux-ci du pied du massif et on disposera sur le sol, entre tabac et bâche, des sacs roulés qui absorberont l'eau de ruissellement.

La méthode ne coûte donc cher, ni en matériel, ni en main-d'œuvre. Elle nous a donné d'excellents résultats, en fin de campagne 1951, sur plus de 20.000 kgs de tabac.

Bien des modifications, bien des adaptations pratiques, restent certes possibles, mais il s'agira surtout d'améliorations de détail adaptées aux particularités matérielles et aux normes de travail de chaque installation. Il est certain par exemple que l'on peut envisager d'autres « enceintes étanches » : bâches différentes, coffres ou silos en bois, en métal ou en maçonnerie, etc...

Mais, si les principes exposés ci-dessus restent respectés, *la réussite est toujours certaine.*

MATERIEL INDUSTRIEL DESTINE A LA FERMENTATION PREACCELEREE DU TABAC

Nous avons déjà donné dans l'étude de chaque phase des précisions sur certaines parties du matériel ; nous nous contenterons donc de rappeler ici les appareils nécessaires.

1^o AUTOCLAVES.

Le métal de choix serait, si son prix ne s'y opposait le plus souvent, l'acier inoxydable. La forme est celle la mieux adaptée aux

besoins, cylindrique le plus souvent, parallélépipédique si on ne recule pas devant les frais de construction beaucoup plus élevés. Les autoclaves peuvent être verticaux ou couchés ; cette dernière solution est la plus couramment adoptée. Pour un autoclave couché, on peut prévoir deux portes ou une seule, selon que l'on veut ou non réaliser le « sens unique » entre les divers locaux de la Station. Calorifugation réduisant les pertes en calories et les condensations intérieures. Accessoires : thermomètres, manobarmètres, appareils de manutention, de guidage et de contention du tabac, tuyauteries diverses, dispositifs de sécurité.

2° CAISSONS.

Nous signalons ici pour mémoire ce matériel qui a peu de chances d'être adopté pour l'instant en raison de son prix élevé. Il représente cependant si bien la solution théoriquement parfaite que nous estimons utile de le rappeler pour le cas où l'on y ferait appel.

L'autoclave contenant déjà un jeu de caissons en traitement, il faut en outre : 1 jeu au chargement - 1 au déchargement - 10 en chambre chaude (pour 5 opérations par autoclave et par jour qui constituent un minimum) - 2 en supplément (réparations, rechange) - soit au moins 15 jeux.

Ces caissons sont munis des dispositifs permettant de les disposer rapidement dans l'autoclave, la chambre chaude et sur les wagonnets ou chariots de transport si l'on adopte ce mode de manutention (un monorail peut également être envisagé).

3° MATERIEL DE TRANSPORT

De nombreuses et si diverses solutions existent qu'elles ne peuvent entrer dans le cadre de cette étude. Elles sont d'ailleurs à envisager différemment pour chaque cas particulier. Le choix du matériel de transport représente, ne l'oublions pas, un point pratique extrêmement important de l'exploitation.

4° MATERIEL DESTINE A PRODUIRE LE VIDE.

La plupart des opérations de vide consistent à aspirer dans l'autoclave une atmosphère extrêmement chargée en vapeur d'eau. L'éjecteur-air est seul capable de remplir cet office ; une pompe rotative serait détériorée en quelques opérations. Toutefois, la pompe rotative a l'avantage, pour une même dépense d'énergie, de posséder une puissance de pompage bien supérieure : son emploi peut donc être envisagé pour la première opération (atmosphère sèche).

Ces considérations nous conduisent au principe d'un équipement comportant :

- 1 pompe à vide pour la première opération ;
- 1 éjecteur-air pour les opérations suivantes.

Il ne faut cependant pas oublier que, en pratique, « qui n'a qu'un appareil n'en a pas ». Une panne d'un éjecteur-air unique immobilise totalement l'installation. Il est donc industriellement plus logique de prévoir l'achat, au lieu d'une pompe et d'un éjecteur-air, de deux (et même trois) éjecteur-air. La moindre puissance d'aspiration de l'éjecteur-air sera compensée par la mise en action de plusieurs de ces appareils et la panne de l'un d'eux ne ferait que retarder légèrement les opérations. Donc aucun arrêt complet à craindre.

Nous attirons l'attention sur l'entartrage possible des éjecteur-air comme des chaudières et la nécessité de rejeter les gaz extraits à l'extérieur des bâtiments.

5° CHAUDIERES.

A basse pression, mais à grand débit, permettant l'admission, dans l'autoclave mis sous vide partiel, de vapeur à 80/90° C. et pas davantage. Cette chaudière, dans certains cas, devra pouvoir en outre maintenir la température dans les chambres chaudes à un maximum de 60° C.

6° VAPORISEUR D'OXYDE D'ETHYLENE.

De débit approprié à la puissance de l'installation.

7° BASCULE, JUGEUR ou GAZOMETRE D'OXYDE D'ETHYLENE,

Selon que l'installation est de grande puissance (autoclave de 10 m³ et davantage exigeant des doses supérieures à 2 kgs) ou de petite puissance (capacité d'autoclave exigeant des doses inférieures à 2 kgs, soit 1 m³ de vapeurs pures).

8° DISPOSITIF DE DETENTE D'OXYGENE A GRAND DEBIT.

La détente dégageant beaucoup de frigories exige l'adjonction d'un réchauffeur anti-givre au mano-détendeur. Le contrôle des quantités introduites se fait par mesure manométrique de l'atmosphère du tank. Rappelons que la suroxygénation peut, dans certains cas, ne pas être nécessaire.

9° ENCEINTE DE FERMENTATION.

a) Chambres calorifugées, avec ou sans chauffage (sans humidification).

Très simples, répondant aux spécifications ordinaires en la matière. Adaptation éventuelle des dimensions intérieures aux dimensions des caissons. Il sera utile de prévoir deux portes, une à chaque extrémité, pour le passage en sens unique des appareils de manutention.

b) Bâches imperméables. Bien imperméables, légères, indéchirables, ne dégageant pas d'odeurs susceptibles de se communiquer au tabac. Ces bâches auront des dimensions suffisantes pour couvrir parfaitement les bancs de fermentation et retomber sur le sol contre lequel elles seront appliquées (grâce, par exemple, à des boudins de toile emplis de sable).

APPLICATION IMMEDIATE DE LA METHODE EN ALGERIE.

L'aspect économique de la question apparaîtra mieux encore après une année de fonctionnement d'une Station de grande puissance, disposant d'un cubage d'autoclaves de 20 ou 30 mètres cubes par exemple.

Mais, dès maintenant, les résultats sont apparus si encourageants aux techniciens du tabac que la TABACCOOP KABYLE a créé en 1951 une petite Station Expérimentale aux environs d'Alger (Alma).

Cette Station, bientôt remplacée par un appareillage industriel à grand rendement qui démarrera en 1952, comporte un autoclave de 1 m³ dans lequel ont été mises au point sans grand frais, aussi bien par les praticiens que par nous-mêmes, diverses recherches d'importance pratique majeure : adaptation de la méthode aux « qualités » de tabac les plus courantes dans le commerce, fixation définitive des doses de starter et d'oxygène, détermination des durées des diverses phases en fonction de ces qualités, établissement du meilleur type de matériel, etc...

C'est ainsi qu'une grande Coopérative agricole algérienne a continué à contribuer de façon effective, directe et rapide au développement et à la rentabilité de la culture du tabac dans sa zone d'action.

Et qu'il nous soit permis de rappeler que, parmi les administrateurs de cette organisation agricole, c'est tout particulièrement MM. LAMY, Président, et ROLLIN, Directeur, qui, les premiers, mirent à notre disposition pour parfaire nos recherches les puissantes ressources de la TABACCOOP KABYLE ; sans cette aide, il nous eut peut-être fallu une année de plus pour parvenir aux mêmes résultats. Nous leur adressons nos vifs et sincères remerciements.