







Trousse sur l'enrichissement à l'usage des minoteries

Table des matières

-  **Section 1 : Introduction aux enrichissants de la farine**
-  **Section 2 : Achat du matériel et configuration de la minoterie**
-  **Section 3 : Sur la chaîne de production**
-  **Section 4 : Assurer le contrôle de la qualité**
-  **Section 5 : Commercialisation efficace des farines enrichies**
-  **Section 6 : Problèmes de coûts**

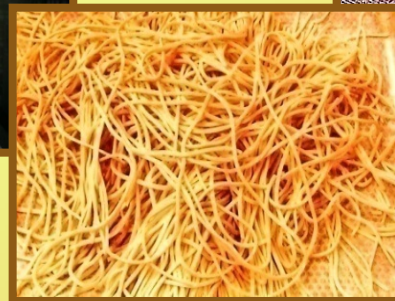
Section 1 : Introduction à l'enrichissement de la farine

- **Raisons pour l'enrichissement de la farine**
- **Généralités sur le processus d'enrichissement**
- **Vitamines et minéraux utilisés dans l'enrichissement de la farine**
- **Impact de l'enrichissement de la farine sur la santé publique**
- **Avantages pour les minoteries d'enrichir la farine**
- **Comprendre les règlements relatifs à l'enrichissement**
- **Assurer la satisfaction du consommateur**
- **Sommaire de la section**

Sept raisons pour enrichir la farine

(diapo 1 de 2)

1. Enrichir les aliments courants, comme la farine de blé, est un moyen efficace et économique d'assurer aux populations nationales l'essentiel en vitamines et minéraux.
2. Ces vitamines et minéraux permettent d'éviter les carences telles que le manque de fer, l'anémie, ainsi que certains problèmes de santé et anomalies congénitales.
3. La farine constitue un élément idéal d'enrichissement du fait que c'est un aliment de base. L'action est plus vaste en enrichissant la farine à la minoterie plutôt que les produits à base de farine.
4. L'enrichissement peut considérablement améliorer la santé de la population d'un pays.



Sept raisons pour enrichir la farine

(diapo 2 de 2)

5. Enrichir la farine peut avoir des répercussions positives sur l'économie d'un pays. Avec des citoyens en bonne santé, la productivité augmente.
6. Selon la Banque mondiale, les carences en vitamines et minéraux dans leur ensemble réduisent jusqu'à 5 % le PIB. L'enrichissement des aliments clés de base au moyen de vitamines précises permettrait d'éliminer ces carences à hauteur de 0,15 % du PIB - les coûts approximatifs d'enrichissement.
7. Par l'addition de vitamines et de minéraux, les minoteries peuvent jouer un rôle de première importance dans la résolution de ces problèmes alimentaires. Ces nutriments, qui favorisent la fabrication de produits supérieurs à faible coût ou gratuitement, permettront aux grossistes de fournir des produits supérieurs à leurs clients.

Généralités sur l'enrichissement de la farine

(diapo 1 de 4)



Le processus d'enrichissement consiste à ajouter des vitamines et des minéraux à la farine à l'étape de la mouture; il en résulte un produit de plus haute qualité, plus nourrissant.

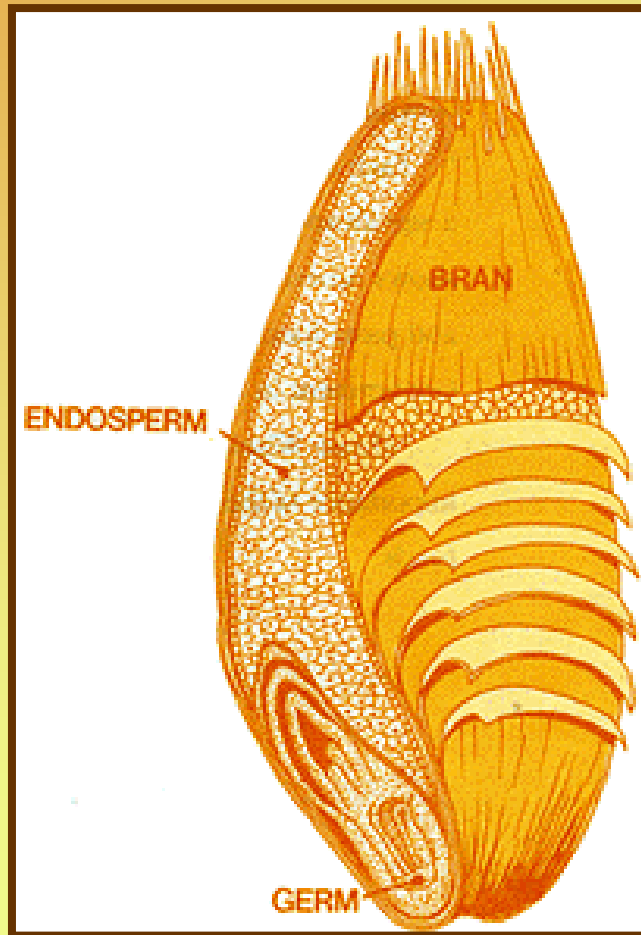
L'addition des vitamines et minéraux se fait en général à l'étape de mouture sous forme de petites quantités d'un prémélange en poudre.



De plus amples informations sur ces prémélanges se trouvent plus avant dans cette trousse.

Généralités sur l'enrichissement de la farine

(diapo 2 de 4)



Outre de nombreux minéraux et vitamines, le grain de blé complet se caractérise avant sa mouture par une teneur importante en calories, protéines, hydrates de carbone et fibres alimentaires. La majorité de ces vitamines et minéraux sont stockés dans le son et le germe du blé.

L'étape de mouture voit le retrait et l'élimination du son et du germe, laissant un endosperme pur et blanc. De nombreux minéraux et vitamines disparaissent, tandis que le produit en résultant est moins nourrissant que le blé complet.

Généralités sur l'enrichissement de la farine

(diapo 3 de 4)

Table 3.8 Nutrient Composition of Whole and Refined Wheat

<i>Nutrient</i>	<i>Level units</i>	<i>Whole Wheat*</i>		<i>Wheat Flour*</i>		<i>Percent Retention</i>
		<i>Level</i>	<i>INQ</i>	<i>Level</i>	<i>INQ</i>	
Calories	kcal/100g	339	1.0	364	1.0	105%
Protein	%	13.7	1.2	10.3	0.9	80%
Calcium	ppm	340	0.2	150	0.1	44%
Iron -men	ppm	54	3.9	12.0	0.8	22%
-women			1.8		0.4	
Zinc	ppm	35	2.0	7.0	0.4	20%
Thiamin	ppm	4.1	2.0	2.0	0.9	49%
Riboflavin	ppm	1.1	0.5	0.4	0.2	37%
Niacin	ppm	48	1.9	10	0.4	21%
	NE	83	3.3	32	1.3	
Pyridoxine	ppm	3.8	1.7	1.0	0.4	24%
Folates	ppm	0.41	0.6	0.25	0.3	61%
Phosphorus	mg/100g	346	2.7	108	0.9	31%
Phytic acid	mg/100g	800		280		35%

* Whole wheat protein and micronutrient levels can vary widely. Iron, for example, can range from 30 ppm to over 100 ppm. The values shown here are averages taken from USDA Food Composition Tables.

* *Normal white, non-fortified, all-purpose flour with 75% extraction

Ce tableau montre le degré de réduction des éléments nutritifs au cours de la mouture. 100 grammes/jour de farine de blé complet fournit 22 % de la ration quotidienne en fer recommandée par les États-Unis.

La farine blanche contient moins du quart de cette quantité (moins de 6 % de la RQR).

Généralités sur l'enrichissement de la farine

(diapo 4 de 4)

L'enrichissement permet de restaurer dans la farine ces teneurs naturelles de vitamines et de minéraux qui caractérisent le grain de blé ou la farine complète. C'est un processus que l'on appelle couramment enrichissement ou restauration.

L'enrichissement peut aussi servir à ajouter des vitamines et minéraux en plus grandes quantités que celles présentes dans le grain de blé complet. C'est un type d'enrichissement très courant utilisé là où les populations consommant de la farine et des produits à base de farine ont des carences dans les vitamines et minéraux ajoutés.

Un autre type d'enrichissement consiste à ajouter des vitamines et minéraux absents du blé pour lutter contre certaines carences alimentaires. Ce sont, par exemple, la vitamine A, le calcium et la vitamine B₁₂.

Vitamines et minéraux utilisés dans l'enrichissement de la farine

Minéraux et vitamines courants ajoutés à la farine

- Fer
- Zinc
- Acide folique
- Autres vitamines B (thiamine, riboflavine et niacine)
- Dans certains pays, vitamine A, calcium et B12.

Comment décider des ingrédients prémélangés :

- En général, ces décisions sont du ressort des organismes nutritionnels et de recherche qui se consacrent aux normes et problèmes de nutrition de la population.
- Les décisions quant aux vitamines et minéraux à ajouter à la farine de blé dépendent d'un certain nombre de facteurs
 - des règlements gouvernementaux en place
 - des besoins et carences alimentaires de la population
 - du coût des différentes combinaisons de prémélanges
 - des résultats des recherches destinées à déterminer les carences en vitamines et minéraux

De plus amples informations permettant la prise de décision sur les vitamines et minéraux à ajouter à la farine se trouvent plus loin dans cette trousse.

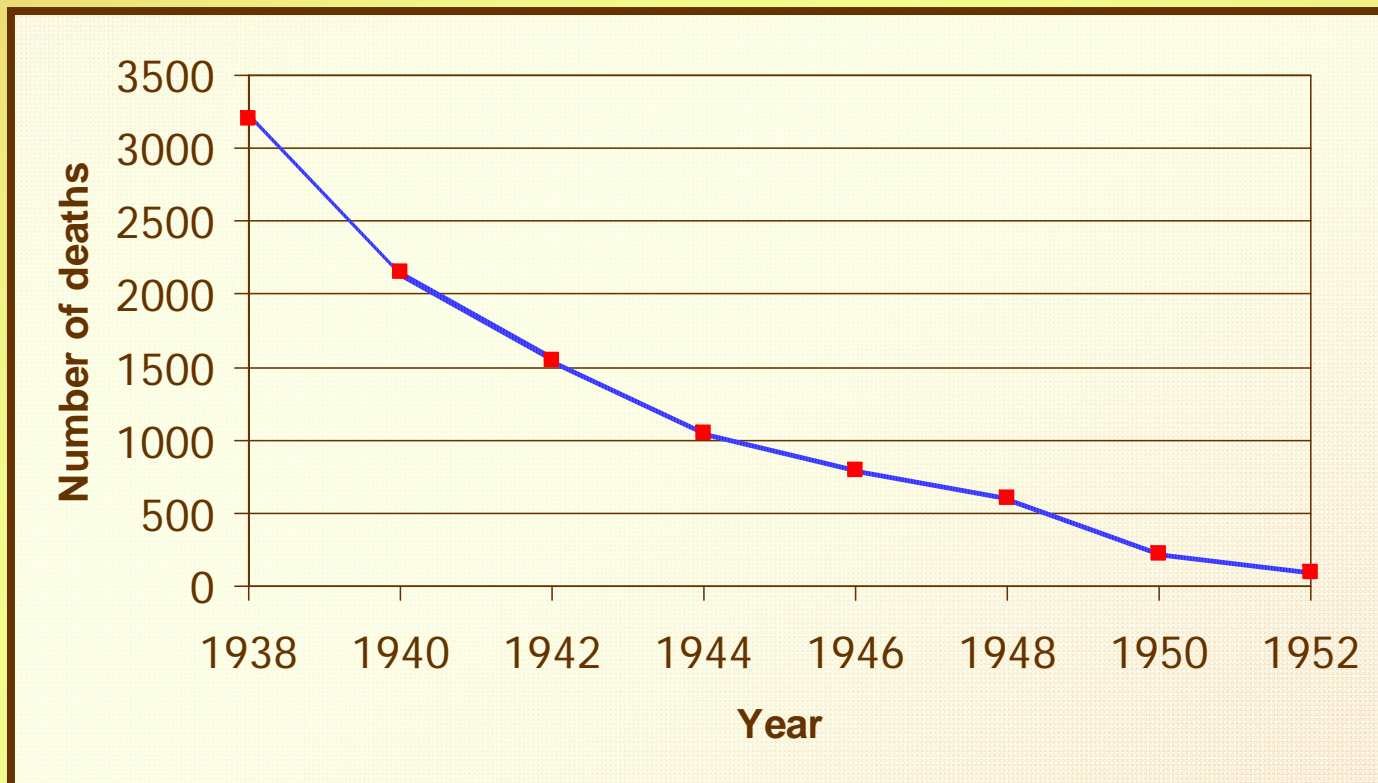
Impact de l'enrichissement de la farine sur la santé publique

(diapo 1 de 3)

L'enrichissement est une réussite

Certains pays, notamment les États-Unis et le Canada, enrichissent avec succès la farine avec des vitamines et minéraux depuis le début des années 40. Résultat, plusieurs carences vitaminiques ont pratiquement disparu dans ces pays.

Le tableau ci-dessous montre la chute des fatalités dues à la pellagre (carence en niacine) aux États-Unis depuis que le pays a commencé son enrichissement de la farine.



Impact de l'enrichissement de la farine sur la santé publique

(diapo 2 de 3)

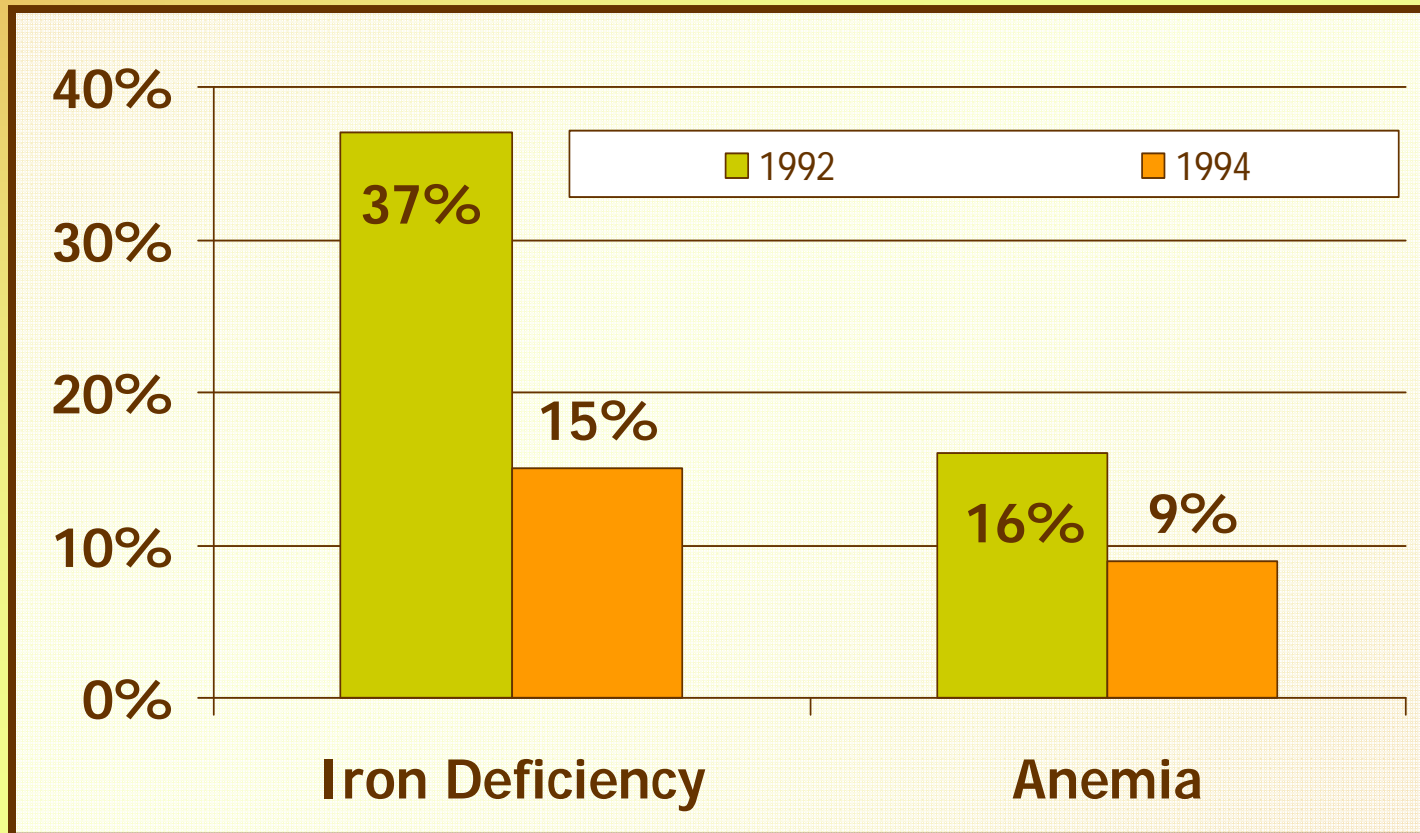
L'impact de la farine enrichie a été mesuré

- Le processus d'enrichissement a fait l'objet de tests renouvelés dans le monde entier et des programmes d'enrichissement réussis ont été mis en œuvre dans de nombreux pays.
- Aux États-Unis, on estime que l'enrichissement en acide folique représente un profit annuel de 312 à 425 millions \$. Selon les estimations, la réduction nette en coûts directs se situe entre 88 et 145 millions \$ par an.
- D'après une étude canadienne de 38 000 femmes âgées de 18 à 42 ans, il y a eu une forte amélioration de leur état folate après la mise en œuvre de l'enrichissement à l'acide folique. L'acide folique, sous forme de folate, utilisé dans l'enrichissement, permet de réduire les incidences de malformation congénitale du tube neural.

Impact de l'enrichissement de la farine sur la santé publique

(diapo 3 de 3)

Grâce à l'enrichissement en fer des farines de blé et de maïs, le Venezuela a vu son taux de carences en fer et d'anémies baisser.



Avantages pour les minoteries d'enrichir la farine



L'enrichissement de la farine est l'occasion pour les minoteries :

- d'améliorer la qualité du produit en restaurant les niveaux de vitamines et de minéraux à leur taux d'origine et en renforçant leur capacité nutritive
- de hausser le profil de la compagnie par la création d'une image innovatrice, à la pointe de la technologie en matière de mouture
- de multiplier les parts de marché et la fidélité des consommateurs à la marque grâce à des produits supérieurs
- de contribuer à la santé et à la productivité de la population nationale et d'acquérir une réputation de bon citoyen corporatif

Règlements relatifs à l'enrichissement

(diapo 1 de 4)

Explorer les règlements et impératifs nationaux

- Pour commencer, les minoteries et leur direction étudient l'état des réglementations en place sur l'enrichissement.
- Ils peuvent consulter les responsables des gouvernements pour savoir ce qu'il faut et ce qu'il est permis de faire en matière d'enrichissement.

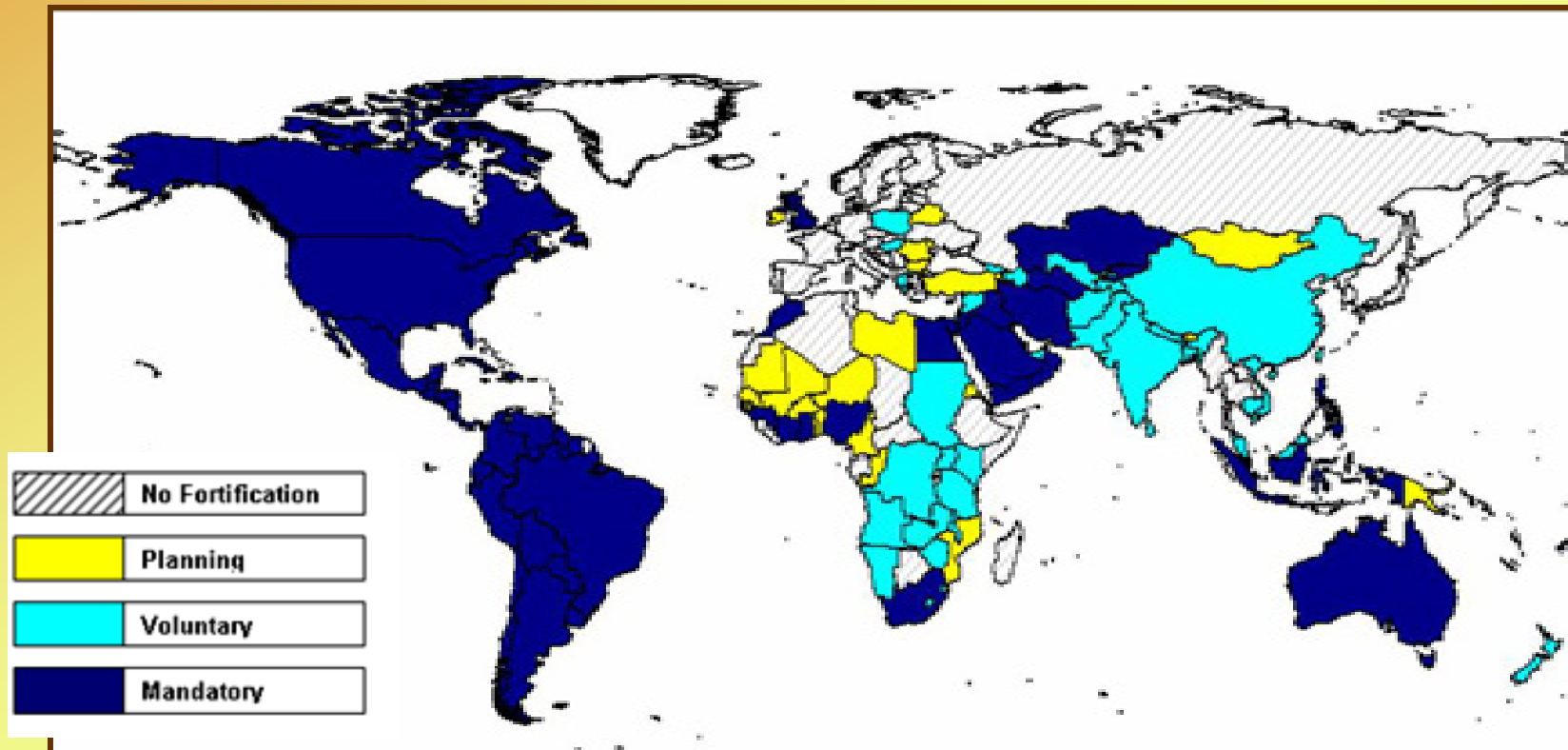
Renseignements généraux sur les règlements relatifs à l'enrichissement de la farine :

- En juillet 2009, 57 pays ont institué des normes d'enrichissement de la farine ou pratiques essentielles d'enrichissement.
- Les règlements diffèrent largement selon le pays.
- Certains gouvernements exigent l'enrichissement obligatoire avec des vitamines et minéraux particuliers. D'autres basent l'enrichissement sur les décisions des minoteries.
- Il se peut aussi qu'un gouvernement décide d'interdire l'addition de certains minéraux et vitamines à la farine.

Règlements relatifs à l'enrichissement

(diapo 2 de 4)

État de l'enrichissement – octobre 2009



La carte montre les pays ayant des règlements relatifs à l'enrichissement ou en passe de les instaurer.

Comprendre les règlements relatifs à l'enrichissement

(diapo 3 de 4)

Pour les minoteries dans les pays sans règlements sur l'enrichissement :

Institution de normes

Les normes nationales d'enrichissement de la farine relèvent souvent de groupes techniques.

Ce sont notamment les:

- spécialistes de la santé de gouvernements;
- spécialistes de normalisation;
- nutritionnistes;
- minotiers, souvent boulangers et principaux fabricants de produits à base de farine.

Les organismes donateurs internationaux peuvent souvent soutenir les travaux de ces groupes.

- Dans un pays sans normes ou règlements courant sur l'enrichissement de la farine, une minoterie qui souhaite enrichir la farine doit déterminer si cela lui est permis.
- Lorsqu'il s'agit des quelques pays qui interdisent spécifiquement *toute* addition à la farine, il faut obtenir un permis spécial ou attendre un changement au niveau des règlements.
- Il faut également que les minoteries se renseignent sur les règlements *généraux* d'enrichissement concernant tous les aliments. Toute minoterie enrichissant la farine de blé doit aussi observer ces règlements généraux à l'usage de toutes les industries enrichissant les produits alimentaires

Comprendre les règlements relatifs à l'enrichissement

(diapo 4 de 4)

Guides régionaux d'enrichissement

Certaines régions où les pays ont des pratiques de base similaires de consommation des aliments ont établi des lignes directrices régionales d'enrichissement servant de base à une réglementation propre au pays. Ces réglementations facilitent le commerce de farine de blé entre pays. Lorsque le même prémélange est utilisé à l'échelle de la nation ou dans une région, l'approvisionnement des minoteries est plus facile et souvent à moindres coûts.

Table C1 Actual or Proposed Regional Flour Fortification Standards

(levels added)

	<i>WHO/EMRO Middle East</i>	<i>ADB/KAN Central Asia</i>	<i>ADB Proposed Southeast Asia</i>	<i>Southern Africa</i>
Iron (ppm)	30/60*	50**	30/60*	35**
Zinc (ppm)		22	30	15
Folic acid (ppm)	1.5	1.5	2	2
Thiamin (ppm)		2	2.5	1.94
Riboflavin (ppm)		3	4	1.78
Niacin (ppm)		10		23.68
Vitamin B ₆ (ppm)				2.63
Vitamin A (IU/kg)				5951
Cost (\$/MT) ¹⁷	\$0.32	\$0.69	\$0.74	\$1.99

*30 ppm iron if ferrous sulfate, 60 ppm if elemental iron powder.

**As electrolytic reduced iron

Table C2 PL-480 Food Aid Fortification Standards

(final level)

	<i>Wheat</i>	<i>Maize</i>
Iron (ppm)	44	28.7
Folic acid (ppm)	1.54	1.54
Thiamin (ppm)	6.4	4.4
Riboflavin (ppm)	4.0	2.65
Niacin (ppm)	52.9	35
Calcium (ppm)	1100	1100
Vitamin A (IU/kg)	22,050	22,050
Cost (\$/MT) ^{1.18}	\$4.30	\$4.10

Conseils sommaires pour l'enrichissement de la farine

- Toujours inclure du fer, de l'acide folique et du zinc dans tout programme d'enrichissement de la farine de blé ou de maïs.
- L'addition de riboflavine est conseillée.
- L'addition de thiamine dans les pays consommateurs de riz et de niacine dans les pays consommateurs de maïs est conseillée.
- L'addition d'autres vitamines et minéraux est facultative.

Assurer la satisfaction du consommateur

(diapo 1 de 4)

- En général, toute farine ou tout produit à base de farine enrichie de bonne qualité ne devrait pas changer l'attitude du consommateur face à l'aliment enrichi. Dans l'idéal, celui-ci ne devrait détecter aucune différence.
- Dans la mesure du possible, il ne devrait pas y avoir de différence détectable quant à l'aspect ou aux propriétés sensorielles du produit enrichi, tandis que le prix ne devrait être que légèrement plus élevé.

Caractéristiques à contrôler pour assurer l'acceptation et la satisfaction du consommateur :

- Couleur et aspect
- Saveur et arôme
- Durée de conservation
- Goût et sensation dans la bouche
- Essai sensoriel

Satisfaction du consommateur

(diapo 2 de 4)

Couleur et aspect

- L'aspect visuel de la farine enrichie et des aliments à base de cette farine impressionne fortement le consommateur. Tout changement par rapport à la farine non enrichie doit être minime.
- Aux niveaux actuels d'enrichissement utilisés pour le blé, il n'y a pas d'impact négatif. Le prémélange est en général jaune clair, les très petites quantités ajoutées changeant à peine la couleur de la farine.
- Les poudres de fer élémentaire peuvent foncer légèrement la farine.
- Des niveaux élevés de riboflavine et d'acide folique peuvent jaunir légèrement la farine.
- On sait par expérience que le consommateur accepte ces changements quand il apprend que la légère différence est due à une vitamine ou à un minéral après traitement de la farine.



Prémélange



Farine enrichie

Satisfaction du consommateur

(diapo 3 de 4)

Saveur et arôme

- Comme la couleur et l'aspect, la saveur et l'arôme de la farine enrichie ne doivent pas se distinguer de ceux de la farine non enrichie et des produits qui en sont dérivés.

Durée de conservation

- En général, l'addition de vitamines et minéraux à la farine de blé ne devrait pas réduire la durée de conservation normale ou prévue de la farine.
- Toute réduction de la durée de conservation peut entraîner une perte des produits et un refus de la part du consommateur. Les produits rances ont une sensation légèrement savonneuse dans la bouche et une odeur particulièrement déplaisante.



Texture et sensation dans la bouche

- La texture et la sensation du produit dans la bouche doivent être les mêmes.

Il faut faire intervenir dans les ingrédients du prémélange la durée de conservation.

Satisfaction du consommateur

(diapo 4 de 4)

Préservation des propriétés sensorielles

De nombreux essais et expériences ont montré que l'enrichissement n'affecte en rien les propriétés sensorielles des produits finals tels que :

- **Farine**
- **Pain**
- **Gâteaux**
- **Nouilles instantanées**
- **Pâtes alimentaires**

Test des produits uniques

Les aliments à base de farine exclusifs à différentes régions du monde doivent être soumis à des tests avant de lancer un programme général d'enrichissement afin d'assurer que les consommateurs acceptent les produits.

(Après essais initiaux, la Chine a enrichi avec succès sa farine pour le pain à la vapeur et les nouilles faites à la maison.)



Section 1 – Sommaire

Raisons irréfutables de commencer à enrichir la farine :

- Enrichir la farine permet d'améliorer la santé de la population d'un pays par l'introduction des vitamines et minéraux essentiels manquants dans son régime quotidien.
- Enrichir la farine peut être à l'avantage de la minoterie :
 - Amélioration de la qualité du produit
 - Augmentation des parts de marché et fidélisation de la marque.
- Une sérieuse prise de conscience des attentes du consommateur peut l'inciter à accepter la farine enrichie qui devient partie intégrante de son régime quotidien.
- Les nombreux programmes d'enrichissement réussis mis en œuvre dans le monde peuvent servir de base aux nouveaux programmes.

Sommaire des stratégies d'enrichissement

Les stratégies générales d'enrichissement utilisées dans chaque pays doivent être fondées sur la santé publique et la situation économique. D'ordinaire, une équipe d'experts détermine la meilleure stratégie à adopter.

Exemples de stratégies couramment utilisées :

- 1. Restauration/Enrichissement** – Il faut connaître le niveau de chaque élément nutritif dans l'aliment non traité si les critères impliquent une restauration partielle ou complète des nutriments perdus; c'étaient là les premiers critères d'enrichissement des céréales aux États-Unis et au Canada.
- 2. Équilibrer les exigences alimentaires** – Il est souhaitable d'équilibrer les niveaux de nutriments présents dans le produit enrichi avec les besoins alimentaires. Exception faite de l'acide folique ajouté souvent en plus grande quantité pour lutter contre la malformation congénitale du tube neural.
- 3. Combler les carences alimentaires** – Cette stratégie comble en partie ou complètement les écarts entre les besoins d'un élément nutritif et sa consommation moyenne par la population générale ou ciblée. Ce calcul dépend des valeurs utilisées pour ces besoins. En outre, trouver des données exactes sur l'ingestion de l'élément nutritif par certains groupes ciblés peut se révéler difficile.

Sommaire du rôle des minoteries dans les normes

- Le processus d'établissement de normes et de règlements connexes est complexe et laborieux. Il doit toujours faire intervenir des représentants de la communauté médicale, de l'industrie de la minoterie et de la boulangerie, ainsi que du gouvernement (en général à travers le ministère de la santé et les organismes gouvernementaux de normalisation). Les autres intervenants peuvent comprendre les groupes de consommateurs, les institutions d'enseignement/de recherche, les ONG intéressées et les spécialistes internationaux et bilatéraux.
- Il faut que ces groupes conviennent d'un commun accord de ce qui est nécessaire et faisable. Pour assurer l'acceptation des produits enrichis et leur conformité avec les règlements, les principaux intervenants doivent convenir de la réglementation finale.
- Le coût est toujours un facteur majeur dans les décisions sur les normes. Le coût restreint les types et niveaux de vitamines et minéraux à inclure. Les demandes en vitamine A et calcium sont difficiles à satisfaire en raison des coûts élevés. Il est aussi plus pratique du point de vue des coûts d'utiliser un prémélange composé d'autres minéraux et vitamines nécessaires à la population parce que leur addition implique des coûts supplémentaires très faibles.

Fin de la première section

[Continuer](#)

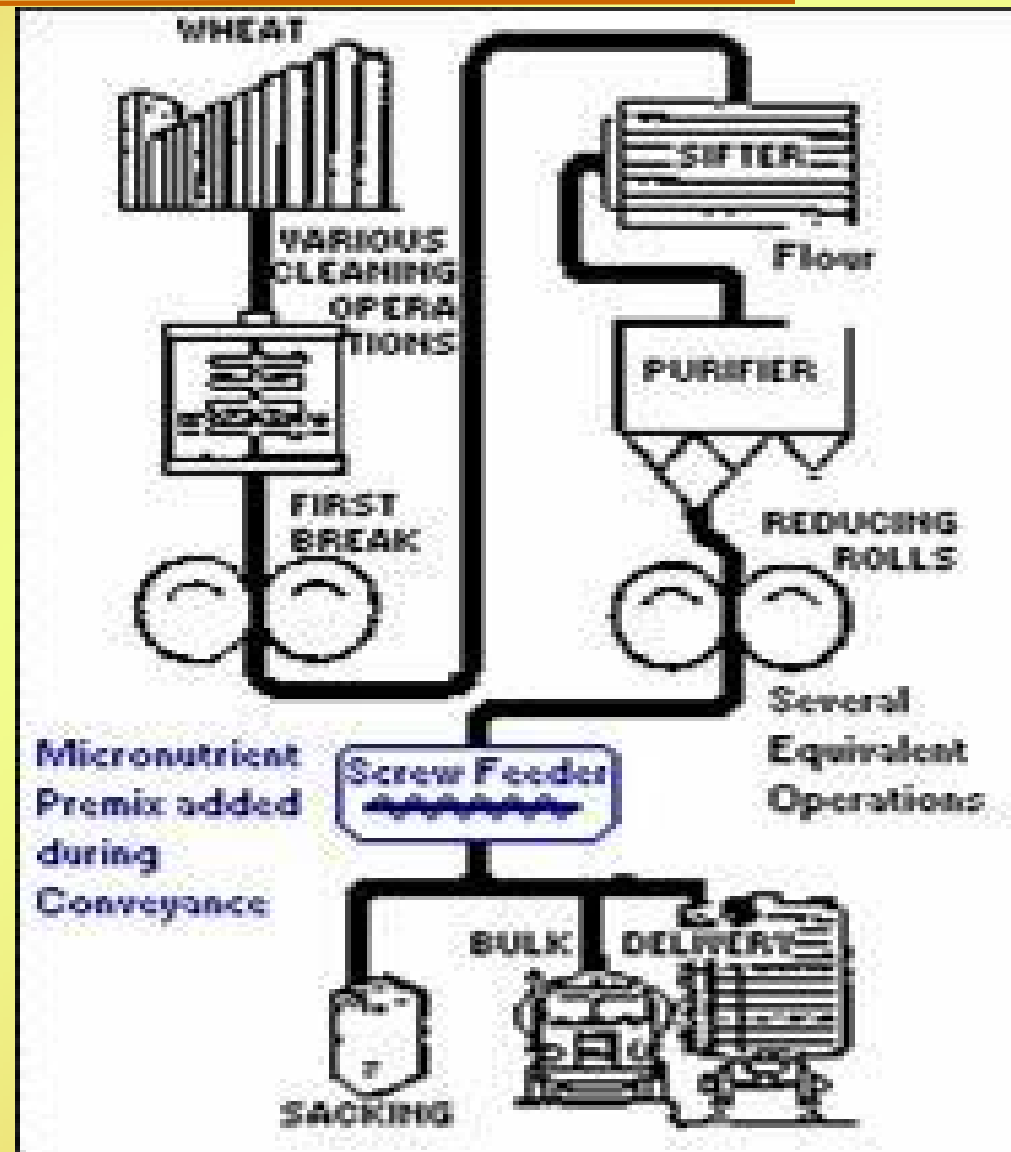
[Retourner à la table des matières](#)

[Aller à la première diapo de cette section](#)

Section 2A

Acquisition du matériel et configuration de la minoterie

- ▶ Problèmes à prendre en compte
- ▶ Choix d'un prémélange de micronutriments
- ▶ Choix d'une méthode d'addition



Problèmes à prendre en compte



Sélection d'un blé de haute qualité :

- Rien de ce qui est ajouté au cours de l'enrichissement en vitamines et minéraux ne peut améliorer les performances de mélange et de cuisson d'un blé de mauvaise qualité.
- Si l'enrichissement porte sur un blé de mauvaise qualité, il y a de fortes chances pour que le consommateur pense que les vitamines et minéraux ajoutés sont responsables de la mauvaise qualité de la farine enrichie. Cette première impression peut le pousser à rejeter toute farine enrichie.

Problèmes à prendre en compte

L'acide phytique qui se trouve à l'état naturel dans les grains empêche l'absorption par l'organisme du fer, du zinc et des autres minéraux.

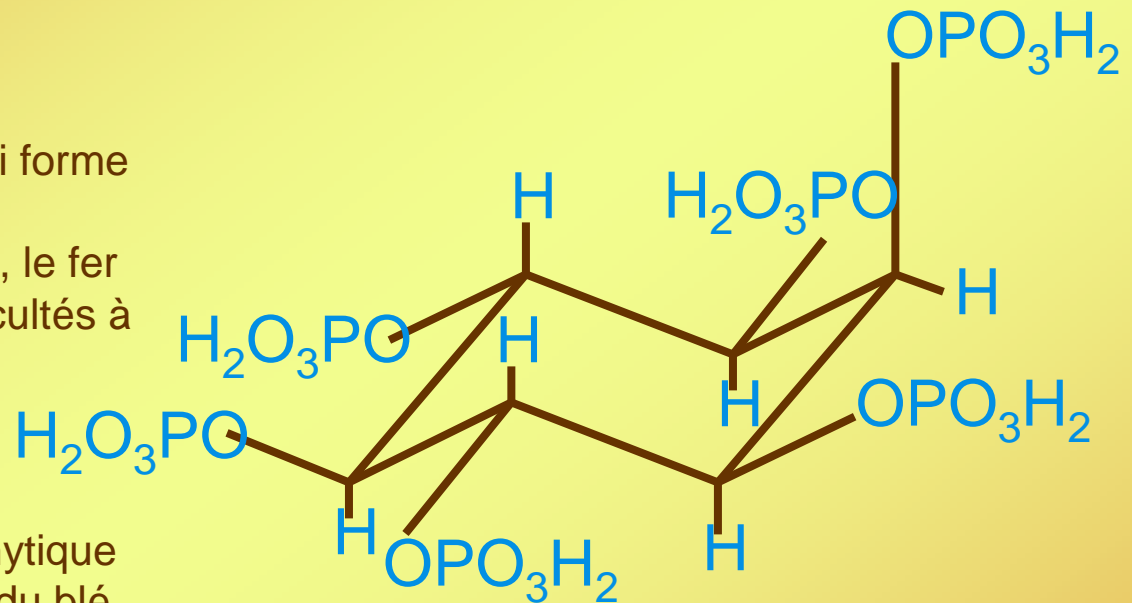
- Le blé complet contient près de 1 % d'acide phytique. Selon son taux d'extraction, la mouture élimine de la farine entre 60 et 90 % de cet acide. L'absorption des minéraux se fait mieux à ces niveaux plus faibles.
- En règle générale, plus le niveau de cendre est faible dans la farine, plus la teneur en acide phytique est basse.
- Le fait de combiner la levure à la farine dans le pain réduit encore plus le niveau d'acide phytique.
- L'absorption des vitamines et minéraux est idéale avec une farine de blé raffinée blanche dont la teneur en cendre est inférieure à 0,80 %. Aux taux d'extraction plus élevés, la farine *peut* et *devrait* être enrichie si le consommateur préfère des farines à plus haute extraction.
- Pour contrer l'effet de l'acide phytique et optimiser les avantages de l'enrichissement, les farines aux différents taux d'extraction doivent incorporer des formes et quantités différentes de prémélanges pour leur enrichissement.

Effet de l'acide phytique sur l'absorption des minéraux

(diapo 1 de 4)

Les grains de céréales complets contiennent de l'acide phytique qui forme des composés insolubles avec les minéraux, en particulier le calcium, le fer et le zinc. L'organisme a des difficultés à absorber ces composés.

La plus grande partie de l'acide phytique se trouve dans la couche externe du blé, entre l'endosperme et le son. La mouture en élimine une grande partie, si bien que la farine blanche ultra raffinée a une très faible teneur en acide phytique comparée aux farines complètes de haute extraction.



Effet de l'acide phytique sur l'absorption des minéraux

(diapo 2 de 4)

- La levure et la farine produisent l'enzyme **phytase** qui détruit la plus grande partie de l'acide phytique au cours de la fermentation dans l'élaboration du pain. Plus de 70 % de l'acide phytique peut être hydrolysé; plus la fermentation est longue, plus le pH est faible et moins il y a d'acide phytique.
- L'acide phytique pose donc un problème lors de l'utilisation de farine à haute extraction pour fabriquer du pain sans levain ou des produits à base de farine non fermentée comme les pâtes alimentaires. C'est toutefois là une utilisation courante du blé dans de nombreux pays du monde.



Effet de l'acide phytique sur l'absorption des minéraux

(diapo 3 de 4)

- Si le rapport moléculaire de l'acide phytique par rapport au fer est inférieur à 6 pour des populations normales, le fer est absorbé. C'est le cas du pain levé à la levure fabriqué à partir de farine blanche.
- Si le rapport est supérieur à 6 pour des populations normales, le fer n'est pas absorbé. Cela peut être les cas des nouilles fabriquées à partir de farine blanche (basse extraction).
- Un rapport idéal inférieur à 1 assure l'absorption, quelle que soit la population. Cela n'est pas possible pour les produits à base de farine non fermentée, comme les chapatis, les nouilles et le pain cuit à la vapeur.
- Il est possible de diminuer le rapport en
 - augmentant le fer (par enrichissement), mais il y a des limites quant aux quantités ajoutées
 - réduisant l'acide phytique (par raffinage, fermentation ou addition de l'enzyme *phytase*)

Effet de l'acide phytique sur l'absorption des minéraux

(diapo 4 de 4)

Deux composés empêchent l'acide phytique de freiner l'absorption du fer :

l'acide ascorbique (vitamine C)

▪ **l'EDTA de sodium**

Malheureusement, l'acide ascorbique est détruit dans la plupart des procédés de cuisson.

C'est aussi coûteux à ajouter. L'EDTA de sodium, par contre, n'est pas détruit.

Addition de l'acide ascorbique

L'addition d'acide ascorbique pour améliorer l'absorption du fer dans les aliments enrichis est une pratique couramment utilisée pour les aliments traités, mais non pour la farine de blé en raison de problèmes de stabilité.

Les principales difficultés à l'addition d'acide ascorbique comme enrichissant alimentaire sont la perte potentielle de quantités importantes en cours d'entreposage et de préparation; en outre, comparé à d'autres nutriments, c'est un produit relativement coûteux.

Lorsqu'on utilise l'acide ascorbique pour améliorer l'absorption du fer, il faut l'ajouter dans un rapport de poids acide ascorbique:fer de 6:1. On peut recommander un rapport plus élevé acide ascorbique:fer de 12:1 pour les aliments dont la teneur en acide phytique est très élevée. Selon la majorité des études, le rapport 6:1 a augmenté l'absorption du fer de 2 à 3 fois chez les adultes et les enfants.

REMARQUE : *De nombreuses minoteries ajoutent de l'acide ascorbique comme améliorant du pain. Malheureusement, il faut l'oxyder dans la pâte sous forme d'acide déhydroascorbique pour qu'il ait cet effet; cette forme ne favorise pas l'absorption du fer.*

Addition de l'EDTA de sodium

L'EDTA de sodium reste stable au traitement et à l'entreposage. Il agit en chélateur du fer aux faibles niveaux de pH de l'estomac pour l'empêcher de se lier à l'acide phytique. Il favorise l'absorption du fer alimentaire et des enrichissants de fer solubles, mais non les composés de fer relativement insolubles tels que le fumarate ferreux, le pyrophosphate ferrique ou le fer élémentaire (réduit).

Un rapport de poids Na_2EDTA :fer de 3,3:1 à 6,6:1 est conseillé pour les aliments enrichis avec des composés de fer solubles tels que le sulfate ferreux pour augmenter de 2 à 3 fois l'absorption.

Problèmes à prendre en compte

L'Organisation mondiale de la Santé recommande les types suivants de fer dans les prémélanges en fonction des différents taux d'extraction pour la farine à faible extraction (teneur en cendre < 0,8 %) :

- Utiliser du sulfate ferreux séché en petites particules ou du fumarate ferreux en petites particules.
- Chez les populations consommant plus de 300 g/jour de produits à base de farine de blé, ajouter 20 ppm de fer sous forme de sulfate séché ou de fumarate ferreux.
- Chez les populations consommant 150-300 g/jour de produits à base de farine de blé, ajouter 30 ppm de fer sous forme de sulfate ou de fumarate ferreux.
- Chez les populations consommant moins de 149 g/jour de produits à base de farine de blé, ajouter 60 ppm de fer sous forme de sulfate ou de fumarate ferreux.

Si les coûts ou autres facteurs (tels que l'entreposage de la farine enrichie pendant plus de trois mois) interdisent tout enrichissement à l'aide du sulfate ou du fumarate ferreux aux niveaux susmentionnés, utiliser du fer électrolytique ou autres enrichissants de fer dont la valeur biologique relative correspond pour le moins à 50 % de sulfate ferreux séché. La quantité de ces sources de fer ajoutées à la farine doit être 2 fois celle du sulfate ferreux.

On recommande l'EDTA de sodium et de fer (NaFeEDTA) jusqu'à des niveaux de 40 ppm pour les farines à basse extraction qui ne font pas intervenir de processus de fermentation dans la préparation des aliments (c.-à-d. dans la préparation de pâtes non levées telles que les chapatis ou les nouilles).

Problèmes à prendre en compte

L'Organisation mondiale de la Santé recommande uniquement l'EDTA de sodium et de fer pour la **farine à haute extraction (teneur en cendre > 0,8 %)**. Le taux recommandé est :

- Chez les populations consommant plus de 300 g/jour de produits à base de farine de blé, ajouter 15 ppm de NaFeEDTA.
- Chez les populations consommant 150-300 g/jour de produits à base de farine de blé, ajouter 20 ppm de NaFeEDTA.
- Chez les populations consommant moins de 149 g/jour de produits à base de farine de blé, ajouter 40 ppm de NaFeEDTA.

Il faut aussi utiliser le NaFeEDTA chez les populations dont le régime général est faible en fer biodisponible. Dans ces milieux, l'addition maximale de 30 ppm de fer sous forme de NaFeEDTA est recommandée tant qu'il n'y a pas d'effets adverses sur les propriétés sensorielles de la farine.



[Retour à la table des matières de la section 2A](#)

Choix d'un prémélange de micronutriments

- Composants de prémélange
- Avantages de l'utilisation de prémélanges commerciaux
- Détermination de la formule de prémélange
- Acquisition du prémélange
- Choix d'un fournisseur fiable de prémélange
- Durée de conservation des prémélanges en vrac
- Mesures à observer lors de l'utilisation d'autres additifs pour farine
- Taux d'addition et marges de sécurité
- Recommandations



Composants de prémélange

La pratique la plus courante d'enrichissement de la farine consiste à ajouter des multiples vitamines et minéraux sous forme d'un seul ingrédient que l'on appelle un **prémélange**.

Produits par de grandes entreprises, les prémélanges peuvent s'acheter en combinaisons précises répondant aux besoins de production de la minoterie et des besoins alimentaires du pays.

Un prémélange se compose de deux éléments principaux:

- Enrichissants (vitamines et minéraux en poudre)
- Excipients (supports, agents de remplissage et agents fluidisants)



Composants de prémélange

- Il est difficile d'ajouter séparément à la farine de petites quantités de vitamines et minéraux concentrés parce qu'ils sont extrêmement légers ou denses, qu'ils ont tendance à s'agglutiner et qu'il n'est pas facile de les doser du fait des quantités infimes requises. Il est plus facile de doser des volumes plus importants de prémélange fluidisé de façon à obtenir une répartition uniforme dans la farine enrichie.
- Un **excipient** tel que l'amidon ou la maltodextrine est souvent ajouté au prémélange par le fabricant pour diluer la concentration des vitamines et minéraux. Les fabricants de prémélanges donnent souvent aux excipients les noms de supports ou agents de remplissage. Après addition d'un excipient, le prémélange accuse une baisse de densité apparente qui le rapproche de la densité apparente de la farine, ce qui facilite son incorporation et son mélange.
- Outre les excipients, on peut ajouter un **agent fluidisant** tel que le phosphate de calcium ou le silicate précipité (silice) pour empêcher le prémélange de s'agglutiner et de se grouper dans la trémie.

Avantages de l'utilisation de prémélanges commerciaux

En règle générale, on NE CONSEILLE PAS aux minoteries de commander des concentrations séparées de vitamines ou de minéraux et de les ajouter une à une ou de les mélanger à la minoterie. Exception faite du calcium que l'on ajoute normalement séparément en raison des volumes importants requis.

Il existe peu de minoteries suffisamment équipées pour entreprendre la tâche complexe de réaliser leur propre prémélange de haute qualité demandant des ingrédients difficiles à se procurer et des essais rigoureux de contrôle de la qualité.

Principaux avantages d'utiliser des prémélanges commerciaux :

1. Facilité de dosage:

Certains des minéraux et vitamines sont très denses (fer réduit), tandis que d'autres sont très légers (riboflavine). L'utilisation adéquate des excipients par les fabricants de prémélanges commerciaux permet de les mélanger en un seul ingrédient plus facile à incorporer et moins problématique au niveau de la chaîne de production de la minoterie.

Avantages de l'utilisation de prémélanges commerciaux

2. Tests de contrôle de la qualité plus faciles:

Un prémélange correctement constitué se caractérise par des niveaux vérifiés des différents minéraux et vitamines permettant de tester un seul micronutriment comme **témoin** de quantité pour les autres. On utilise le plus souvent le fer comme témoin des éléments nutritifs (mais d'autres pourraient aussi être utilisés). Toute minoterie réalisant ses propres prémélanges devra prouver qu'ils sont conformes aux spécifications. Très peu d'entre elles disposent des laboratoires ou du personnel indispensables à la mise en œuvre de tels procédés de contrôle. Il est beaucoup plus facile et moins coûteux que les fabricants de prémélanges s'occupent de ces tâches. *Pour de plus amples informations sur les tests de contrôle de la qualité, voir la Section 4.*

3. Réglage du taux de dosage/pesée:

Un seul prémélange ne demande qu'un seul réglage du taux de dosage pour les systèmes en alimentation continue ou une seule pesée pour les systèmes en discontinu. On réduit ainsi les demandes en main-d'œuvre et les risques d'erreur. *Pour de plus amples informations sur les taux de dosage, voir la Section 3.*

Détermination de la formule de prémélange

Comme le précise la Section 1, déterminer les types de vitamines et minéraux ainsi que les quantités à ajouter pour la farine enrichie dans un pays est un processus complexe qui peut demander l'intervention de spécialistes de la santé, de nutritionnistes, de boulangers et de préparateurs d'aliments, d'organismes donateurs internationaux et de gouvernements.

Dans la plupart des pays, c'est le gouvernement qui prend la décision finale sur les normes d'enrichissement. Toutefois, la composition précise des *prémélanges* n'est pas normalement régie par des règlements. En général, ce sont l'expérience des fabricants de prémélanges et les besoins des minoteries qui la déterminent en vue d'assurer que la farine produite entre dans le cadre de règlements gouvernementaux établissant des normes minimales.

Avec une longue expérience dans le calcul des formules de prémélanges, les fabricants peuvent collaborer avec chaque minoterie et leur fournir le prémélange souhaité.

Détermination de la formule de prémélange

Au moment de déterminer une formule de prémélange, les fabricants tiennent compte des facteurs suivants:

1) Concentration en nutriments des différentes formes d'enrichissants :

Certains minéraux et vitamines sont disponibles sous diverses formes et leur concentration varie parmi ces différentes formes. Il faut tenir compte de ces variations pour déterminer la quantité de chaque nutriment à ajouter.

2) Taux d'addition des prémélanges et densité apparente :

La densité apparente du prémélange affecte le taux d'addition et vice versa. Il faut tenir compte de ces facteurs dans l'ensemble.

3) Marges de sécurité :

Les prémélanges commerciaux peuvent avoir des quantités d'enrichissants en plus pour pallier les pertes de nutriments au cours du processus d'enrichissement.

Pré-malaxages : préparation de prémélanges dilués

- Dans l'idéal, le doseur doit être réglé de façon à fonctionner entre 20 et 80 % de sa pleine capacité. Dans certains cas, il se peut que les minoteries trouvent que le débit de farine à enrichir est si lent qu'il faut fonctionner à moins de 20 %, même en faisant tous les réglages possibles au niveau des vis sans fin et engrenages. La minoterie peut alors envisager la fluidisation du prémélange.
- Un prémélange fluidisé, appelé pré-malaxage, peut également se révéler nécessaire si pour une raison quelconque le dosage ne se fait pas uniformément ou correctement.
- Pour réaliser ce type de pré-malaxage, utiliser un mélangeur pour combiner la farine ou la semoule (farine granulée) au prémélange. 1 part de prémélange et 4 parts de semoule par exemple. L'utilisation du pré-malaxage en résultant se fera à 5 fois le taux d'addition du prémélange d'origine (soit 1 000 g/TM si le prémélange spécifiait 200 g/TM).
- Les prémélanges « fluidisés » ayant une durée de conservation de deux semaines seulement, la quantité produite ou livrée à la minoterie ne doit pas être supérieure à une réserve de deux semaines.

Taux d'addition et marges de sécurité

Il faut connaître le taux d'addition du prémélange pour en déterminer la formule finale. Dans l'idéal, le taux d'addition est établi en unités entières et ajouté d'habitude à un taux entre 50 et 300 grammes par tonne métrique de farine. Les taux inférieurs à ces chiffres risquent d'être trop difficiles à contrôler avec précision.

Il faut pour les minoteries de moindre envergure un prémélange plus fluidisé pouvant être ajouté à des taux supérieurs à 300 g/TM. Dans ce cas, la minoterie peut mélanger de la farine au prémélange de façon à créer un produit *fluidisé* plus volumineux pouvant être ajouté à des taux plus élevés.

Taux d'addition et marges de sécurité

Il est fort possible qu'en cours de mouture, suite à l'exposition à la chaleur, à l'oxygène et à la lumière, certains minéraux et vitamines se perdent. Certains produits très légers ou de dimensions très réduites sur de grandes surfaces peuvent être chassés avec la poussière par l'air d'aspiration. Les particules plus grosses peuvent disparaître en cours de filtrage. Ces pertes en cours de mouture doivent être intégrées aux calculs de la quantité de nutriments à inclure dans un prémélange de façon à ce que le produit final soit conforme aux normes.

Marge de sécurité à la fabrication

- Les fabricants de prémélanges incluent de 2 % à 5 % de chaque enrichissant en plus de ce qui est indiqué sur l'étiquette pour assurer que le prémélange donnera les résultats mentionnés sur l'étiquette.

Marge de sécurité à la minoterie

- Les minotiers ajoutent en général à la farine des quantités supplémentaires de prémélanges ou de nutriments individuels pour assurer que la farine enrichie finale sera conforme à ce que stipule l'étiquette. Le but étant de pallier les variations naturelles de niveau des vitamines et minéraux dans la farine, ainsi que les pertes au traitement ou à l'entreposage.
- À titre d'exemple, pour enrichir une farine de blé contenant naturellement 12 ppm de fer aux 44 ppm institués aux États-Unis, on ajoute 35 ppm de fer (le niveau ciblé moins le niveau naturel plus 10).

Comment se procurer le prémélange

Normalement, les minoteries achètent les prémélanges auprès d'un fournisseur qui se charge de leur approvisionnement pendant une période déterminée.

Le service d'approvisionnement de la minoterie doit garder dans ses dossiers les renseignements suivants sur le fournisseur:

- Le nom et l'adresse de la compagnie ou de l'organisme fournisseur.
- Le nom et le numéro de téléphone de la principale personne-ressource à qui acheminer les commandes.
- Le nom ou le type de prémélange à commander.
- La quantité standard de prémélange qui est commandée.
- L'historique de prix du prémélange.
- La méthode et le calendrier de livraison.

Le personnel de la minoterie doit se réunir au moins une fois par an avec l'agent du fournisseur pour évaluer les performances en matière de ponctualité des livraisons, de qualité et de prix des prémélanges.

Il faut toujours maintenir de stocks suffisants de prémélanges. Par conséquent, leur achat doit être prévu bien avant leur épuisement. Les minoteries doivent prévoir dans leur programme d'assurance de la qualité un point de renouvellement des commandes en fonction des niveaux de stock de façon à déclencher l'émission du bon de commande, mais sans que cela ne les empêche de consulter régulièrement les calendriers de production.

Comment se procurer le prémélange

Certains pays abritent des compagnies qui fabriquent les prémélanges, sinon il faut les importer.

Les minoteries de moindre importance trouvent plus pratique et moins coûteux de se procurer les prémélanges à travers une coopérative ou un groupe d'achat centralisé relevant d'une association locale de minotiers, d'une entreprise privée ou d'une exploitation gouvernementale. Il est possible que ces groupes puissent obtenir des offres de prix concurrentielles pour un prémélange précis auprès de fournisseurs agréés à travers un système d'appel d'offres sur Internet établi par GAIN sous le nom de Premix Facility. GAIN est l'acronyme de Global Alliance for Improved Nutrition (groupe international d'aide à la nutrition).

La fiabilité des fournisseurs de prémélanges reste une question problématique que de nombreuses organisations tentent de résoudre. Des organisations comme l'Initiative pour les micronutriments du Canada (<http://www.micronutrient.org>) proposent des listes de fabricants de prémélanges.

Certains pays, comme l'Afrique du Sud, sont même allés jusqu'à créer des listes agréées de fournisseurs de prémélanges qu'il faut utiliser. Consulter <http://www.grainmilling.org.za/> - cliquer sur Vitamin Suppliers (fournisseur de vitamines).

À noter que cette présentation ne cautionne aucun fournisseur précis; tout fournisseur potentiel doit être soumis à des recherches complètes avant d'acheter ses prémélanges.

Méthodes de réception des prémélanges

(diapo 1 de 5)

Pour s'assurer que le prémélange reçu est correct et de bonne qualité, il incombe au service des achats ou de réception de la minoterie d'inspecter le prémélange à sa livraison. Il faut implanter une méthode de réception composée des étapes ci-dessous pour en assurer la minutie :

1. Vérifier si les caisses sont endommagées et noter les dommages éventuels. Des dommages superficiels sur les caisses en carton sont acceptables, mais des dommages importants laissés par l'eau ou des déchirures de la poche interne ne le sont pas.
2. Noter la date de réception et la personne qui s'en est chargée.
3. Relever le type ou nom du produit, le nombre de boîtes ou le poids total et les comparer à la commande.
4. Noter les numéros de lot.
5. Vérifier s'il y a un certificat d'analyse et le mettre dans le dossier sur l'enrichissement. Il peut se trouver dans l'une des boîtes ou avoir été envoyé séparément (par télécopieur ou courriel).

Noter tous ces renseignements sur un « Rapport de réception des prémélanges ».

Méthodes de réception des prémélanges

(diapo 2 de 5)

Inspecter le contenu d'une boîte de chaque lot reçu pour vérifier si son aspect est normal. Le prémélange doit être fluide, sans amalgames, taches blanches ni poussière, et sans odeur particulière. Passer une main gantée à travers le prémélange pour le vérifier. L'opérateur fera la même chose au moment de son utilisation, mais à ce moment-là, il sera peut-être trop tard pour faire une réclamation en cas de problème.



Les fournisseurs de prémélanges doivent prévoir :

(diapo 3 de 5)

Chaque boîte doit avoir une étiquette solidement fixée.

L'étiquette doit afficher:

- a) Le nom du produit
- b) L'utilisation prévue pour le produit
- c) Le fabricant et ses coordonnées de communication
- d) Les précautions de manutention, le cas échéant
- e) La date du fabricant ou date limite d'utilisation.
(quelquefois intégrée dans le numéro de lot)
- f) Le numéro de lot
- g) Le taux d'application recommandé
- h) Le poids net
- i) Une liste des ingrédients.



Les fournisseurs de prémélanges doivent prévoir :

(diapo 4 de 5)

Un certificat d'analyse sur chaque lot de prémélange pour tous les nutriments qui le composent.

Ce certificat (que l'on appelle parfois « Certificat de qualité ») constitue la documentation officielle de qualité du prémélange. Il doit accompagner chaque lot composant l'expédition. Les certificats d'analyse de tous les lots de prémélanges reçus doivent être conservés dans un dossier et mis à disposition pour toute demande d'inspection.

Le certificat doit indiquer:

- Les essais chimiques de chaque nutriment entrant dans la composition du prémélange (exception faite de la vitamine B12, s'il y en a, dont le niveau est vérifiable sur demande plutôt que par des essais). Il peut indiquer à titre de référence les normes maximales et minimales d'essai pour le prémélange en question.
- Le lot ou numéro de lot.
- La date de fabrication ou de péremption, ou encore la date limite d'utilisation si elle n'est pas intégrée au numéro de lot.

Les fournisseurs de prémélanges doivent prévoir :

(diapo 5 de 5)

Une fiche de renseignements sur le produit ou une fiche technique

Ce document doit être conservé dans un dossier à la minoterie, à la disposition de tout le personnel d'exploitation ou de contrôle de la qualité.

Les renseignements figurant dans ce document comprennent:

- Le nom du prémélange
- Le nom et les coordonnées de communication du fabricant
- L'utilisation prévue pour le prémélange
- Les ingrédients composant le prémélange - d'ordinaire en ordre descendant
- La pureté et l'identité des ingrédients utilisés [c.-à-d. la qualité selon la Food Chemicals Codex (FCC)]
- Le taux d'addition recommandé du prémélange dans la farine et les niveaux de micronutriments ajoutés à ce taux
- Les normes minimales d'essai pour le prémélange et les normes maximales, le cas échéant
- Les directives d'entreposage et de manutention
- Les périodes d'entreposage permises ou la durée de conservation du prémélange

Durée de conservation des prémélanges en vrac

Les vitamines dans les prémélanges enrichissants ont une durée de conservation limitée. À la longue, leur efficacité biologique s'atténue. Correctement entreposés, la plupart des mélanges ne contenant pas de vitamine A ou C ont une durée d'utilisation pouvant aller jusqu'à trois ans. Les minéraux sont particulièrement stables; c'est la durée de vie des vitamines qui détermine en général la durée de conservation du prémélange. Les fabricants de prémélanges doivent toujours fournir des informations sur la durée de conservation de leurs prémélanges. Les minoteries ne doivent pas s'attendre à ce que les fabricants ou distributeurs de prémélanges acceptent de reprendre des produits qui ont dépassé leur date de péremption.

La vitamine A est le seul enrichissant très périssable ajouté normalement à la farine. Les prémélanges contenant de la vitamine A peuvent avoir une durée de conservation aussi courte que 6 mois.

Ces indications de durée de conservation proviennent des informations fournies par les fabricants de prémélanges, mais elles peuvent encore être réduites si les prémélanges ne sont pas correctement stockés à la minoterie.

Stockage du prémélange à la minoterie

- À la minoterie, il faut conserver les boîtes de prémélange dans un endroit pratique mais qui ne soit pas exposé à la lumière solaire, qui ne soit pas trop chaud (à côté d'une chaudière par exemple) et à l'abri de toute atteinte par l'eau ou un chariot élévateur. Les boîtes peuvent être empilées les unes sur les autres, mais disposées de telle façon que les premières arrivées soient les premières sorties.
- Une ou deux boîtes de prémélange peuvent se trouver à côté des trémies, comme le montre l'illustration.
- Des informations supplémentaires sur la bonne manutention des prémélanges sont mentionnées plus loin dans cette présentation.



[Retour à la table
des matières de la
section 2A](#)

Mesures à observer lors de l'utilisation d'autres additifs pour farine

Certaines minoteries ajoutent à la farine de petites quantités d'agents de blanchiment et d'améliorants, tels que des enzymes et des oxydants. L'azodicarbonamide, le peroxyde de benzoyle, le bromate de potassium et l'acide ascorbique sont des oxydants couramment ajoutés.

Même si cela peut être tentant d'ajouter les améliorants et les enrichissants en utilisant la même trémie, ce N'EST PAS conseillé pour les raisons suivantes :

1. Il faut souvent ajuster les taux d'addition des améliorants pour assurer que les différentes farines soient toutes conformes aux spécifications commerciales.
 - Les taux d'addition des améliorants sont plus difficiles à observer s'ils sont combinés aux enrichissants.
2. On évite aussi la combinaison des améliorants avec les enrichissants pour des raisons de sécurité.
 - Certains enrichissants peuvent réagir avec les améliorants. Par exemple, les formes concentrées de bromate de potassium et de peroxyde de benzoyle (agents de blanchiment) NE doivent JAMAIS être combinées à des enrichissants parce qu'il y a risque de combustion.
 - La durée de conservation des vitamines peut différer si elles sont combinées à des améliorants.

Mesures à observer lors de l'utilisation d'autres additifs pour farine

Il est préférable de faire la distinction entre les boîtes de prémélanges et celles d'améliorants. On peut pour ce faire utiliser des codes couleur ou des étiquettes descriptives.

Le récipient stockant le prémélange ainsi que la trémie utilisée pour ajouter un prémélange ou un améliorant particulier doivent être correctement identifiés pour éviter toute substitution accidentelle d'un produit par un autre.

Plusieurs trémies installées en série forment ce que l'on appelle une rangée de trémies. Ces photos montrent des rangées de trémies de différents volumes.



(Photos avec l'aimable autorisation de la Research Products Company)

Fin de la section 2A

[Continuer](#)

[Retourner à la table des matières](#)

[Aller à la première diapo de cette section](#)



Section 2B

Choix d'une méthode d'addition

- Contraintes de la minoterie pour un enrichissement correct
- Méthodes utilisées pour ajouter le prémélange à la farine
- Données sur les doseurs de prémélange
- Réflexions sur l'importance de la minoterie
- Types de mécanismes de distribution
- Assurance d'un mélange adéquat
- Fournisseurs d'équipement
- Leçons tirées des autres minoteries
- Données sur les nutriments ajoutés



Contraintes de la minoterie pour un enrichissement correct

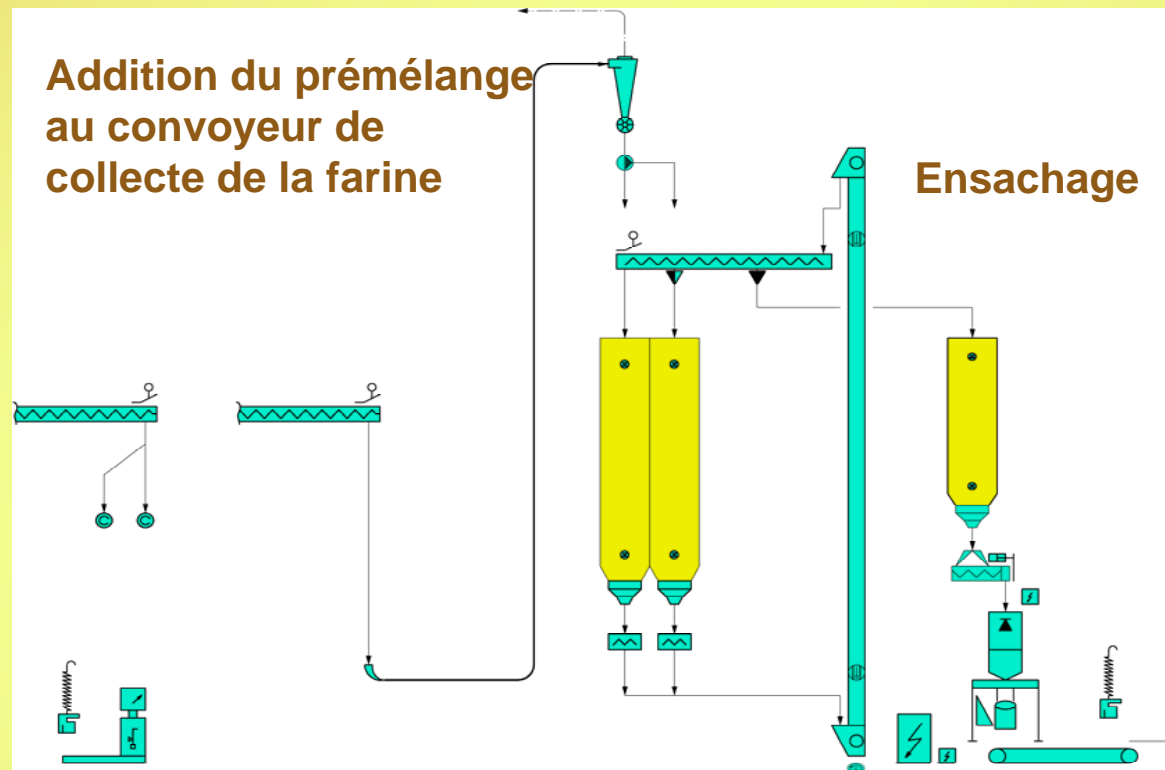
1. Un **doseur de prémélange** pour mesurer la dose correcte de prémélange et sa mise en place à un point stratégique de la chaîne de production où le prémélange est mélangé à la farine.

Il est parfois équipé d'une petite chute ou canalisation pour acheminer le prémélange du doseur à la farine. Elle doit être en pente raide pour assurer une descente directe, sans obstruction.



Contraintes de la minoterie pour un enrichissement correct

2. Mécanismes pour assurer que le prémélange est mélangé uniformément dans la farine après le point d'addition et avant l'ensachage. Cela peut impliquer un mélange en cours normal d'acheminement de la farine du convoyeur à l'ensachage ou l'insertion d'un équipement spécial de malaxage.



Méthodes utilisées pour ajouter le prémélange à la farine

Une fois la formule de prémélange déterminée, il faut sélectionner la meilleure méthode d'addition du prémélange à la farine.

Il existe deux systèmes principaux d'incorporation:

- En lot
- En continu

- Chaque méthode a ses contraintes particulières.

Méthodes utilisées pour ajouter le prémélange à la farine

Systemes en lot:

Le prémélange est mesuré et incorporé à un lot de farine, puis mélangé au moyen d'un dispositif mélangeur. L'enrichissement dans un système en lot peut être plus lent et plus laborieux que les autres méthodes, mais il peut être très précis quand le système de pesée l'est et il peut être automatisé.



(Photo avec l'aimable autorisation de Bulher Company)

Systemes en lot

Malaxeurs en ligne:

- Certaines minoteries disposent de malaxeurs intégres au processus normal de mouture (comme celui montré sur l'image de droite). Ils servent à mélanger les farines ou à ajouter du gluten de blé, un élément vital.
- On peut ajouter un prémélange d'enrichissement à ces malaxeurs, manuellement ou automatiquement, à l'aide de microdoseurs standard.

Malaxeurs séparés:

- Il est possible d'utiliser un malaxeur séparé pour enrichir la farine, mais ce n'est pas pratique du fait que seuls des petits lots peuvent être traités; on ne le recommande donc pas, sauf pour les minoteries de moindre envergure où il est impossible de bénéficier d'un enrichissement en continu.



Méthodes utilisées pour ajouter le prémélange à la farine

Systèmes en continu:

La majorité des minoteries plus récentes de grande envergure fonctionnent en continu. Le prémélange est mesuré ou dosé en continu dans le débit de farine à l'aide d'un **microdoseur** de précision ou **doseur**. Le dosage est sous contrôle et dépend du débit de la farine.

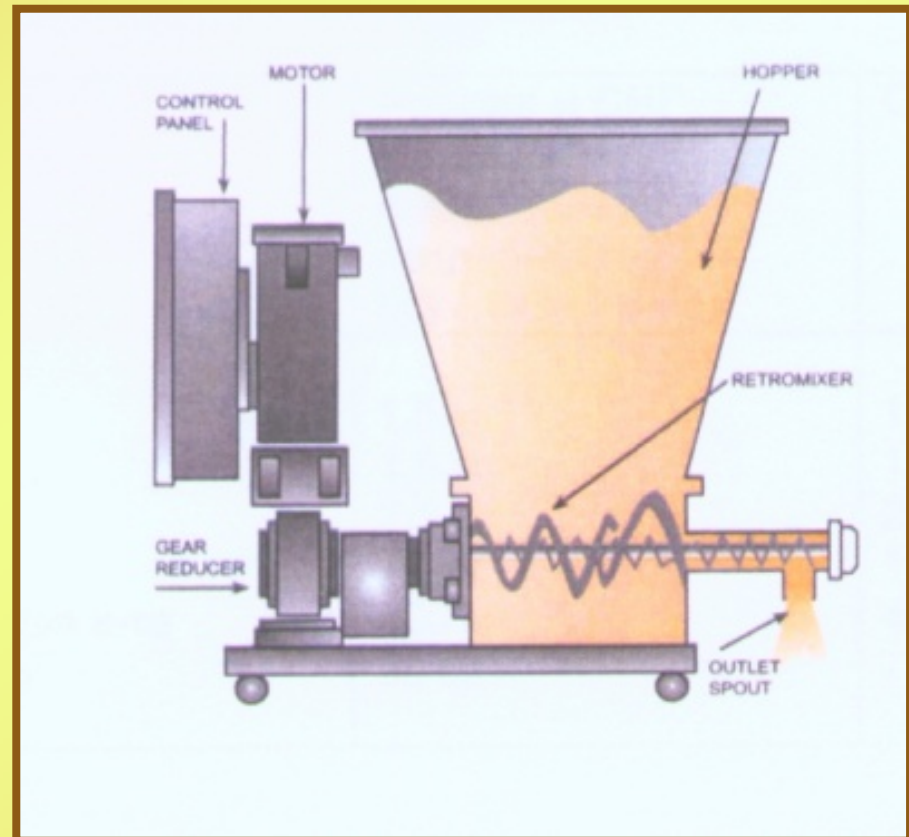
Le système en continu intègre un convoyeur de collecte (montré à droite) où le prémélange est ajouté continuellement et facilement. La majorité des informations dans cette présentation concernent ce type de système de mouture.



Doseurs

Données sur les doseurs de prémélange

- Pour éviter que le prémélange ne forme un pont dans la trémie, on peut y installer une grosse vis de conditionnement, des plaques souples à secousses au fond de la trémie ou un dispositif vibratoire.
- Le fond de la trémie peut être équipé d'un détecteur de niveau faible indiquant que le prémélange est en passe d'épuisement.
- La goulotte de sortie du doseur doit être couverte, mais permettre aussi un accès facile pour les inspections et les contrôles de poids.



Doseurs

- Les doseurs doivent être équipés d'un système de verrouillage électrique qui arrête le débit de prémélange lorsque l'acheminement de la farine s'interrompt.
- Le commutateur marche/arrêt, le variateur de vitesse et le témoin de niveau faible peuvent se trouver à proximité du doseur ou à distance.
- Il se peut qu'il faille pour certaines installations un régulateur de tension pour assurer le bon fonctionnement du doseur et du variateur.



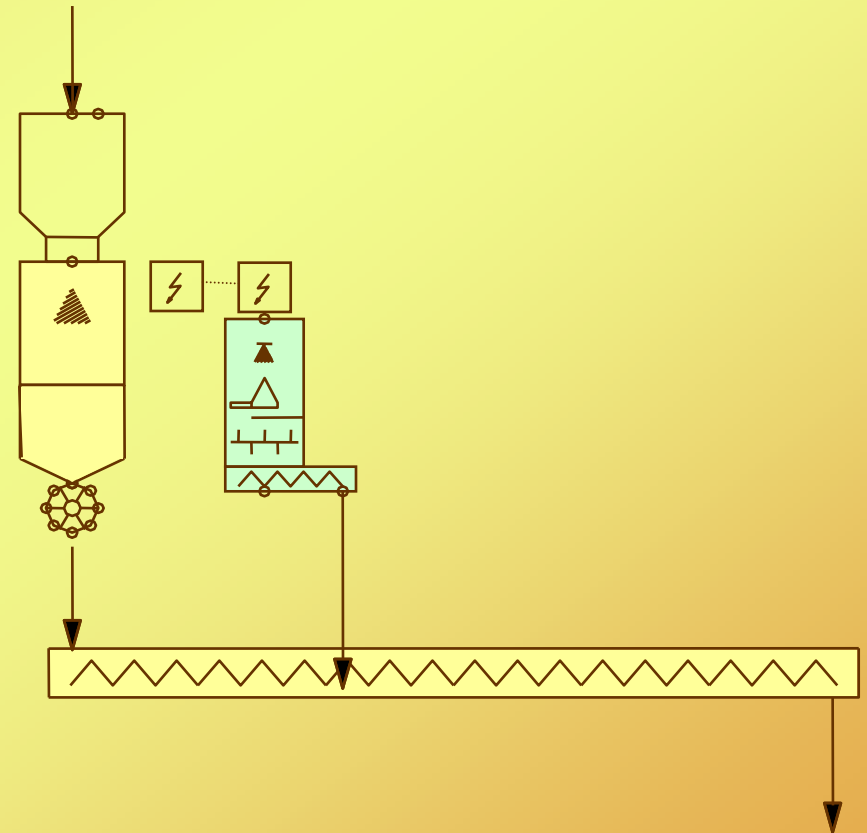
Systeme de verrouillage électrique de sécurité

- Un verrouillage permet de couper l'alimentation électrique au doseur si le convoyeur de collecte de la farine s'arrête. Cela permet d'éviter un excès de traitement accidentel de la farine en cas de panne mécanique dans la minoterie.
- Il est fortement conseillé d'installer un système de verrouillage électrique entre le moteur du doseur et celui d'entraînement du convoyeur de collecte de la farine.
- Dans les systèmes d'injection pneumatique, il faut prévoir un verrouillage entre le doseur et la soufflante pour qu'il soit impossible de mettre le doseur en service sans la soufflante. On évite ainsi les accumulations de prémélange dans les canalisations pneumatiques suivies d'un traitement excessif de la farine lorsque la soufflante entre en action.
- À titre d'alternative, on peut avoir un contacteur à extinction automatique sur le doseur relié à un témoin de débit de la farine ou à un indicateur de pression dans un système pneumatique.

Systeme de verrouillage électrique de sécurité

Addition de prémélange asservie au débit de farine :

- La méthode la plus précise d'enrichissement consiste à coupler le taux d'addition du doseur au débit mesuré de farine.
- Il faut pour cela un appareil pour mesurer le débit de farine et des commandes informatisées pour le verrouillage.



Doseurs

Mécanismes des doseurs de prémélange

Il existe trois types principaux de doseurs de prémélange pour enrichir la farine. Ils se distinguent par le mécanisme utilisé pour distribuer un taux constant de poudre de prémélange. Ils se distinguent également par leurs prix. La *Section 6* offre des détails sur les prix des doseurs.

Type 1

Doseur à vis



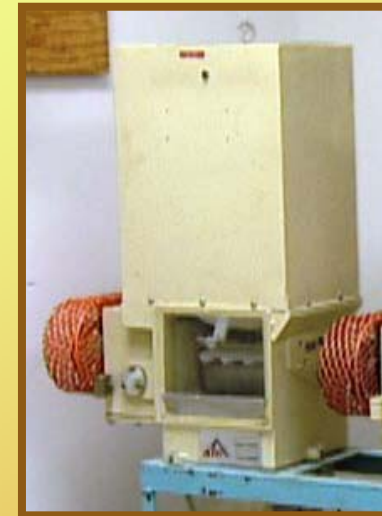
Type 2

Disque rotatif



Type 3

Tambours / rouleaux



Principes mécaniques des doseurs

Addition gravimétrique :

Le contrôle de la quantité de prémélange ajoutée à la farine suit un principe général qui est celui de l'addition gravimétrique.

L'addition gravimétrique implique la mesure du poids de produit à ajouter en continu. Les systèmes en continu font appel à des doseurs à courroie de pesée qui indiquent directement le poids du produit incorporé, mais ils demandent en général des volumes de produits plus importants que ceux utilisés dans la majorité des opérations d'enrichissement.

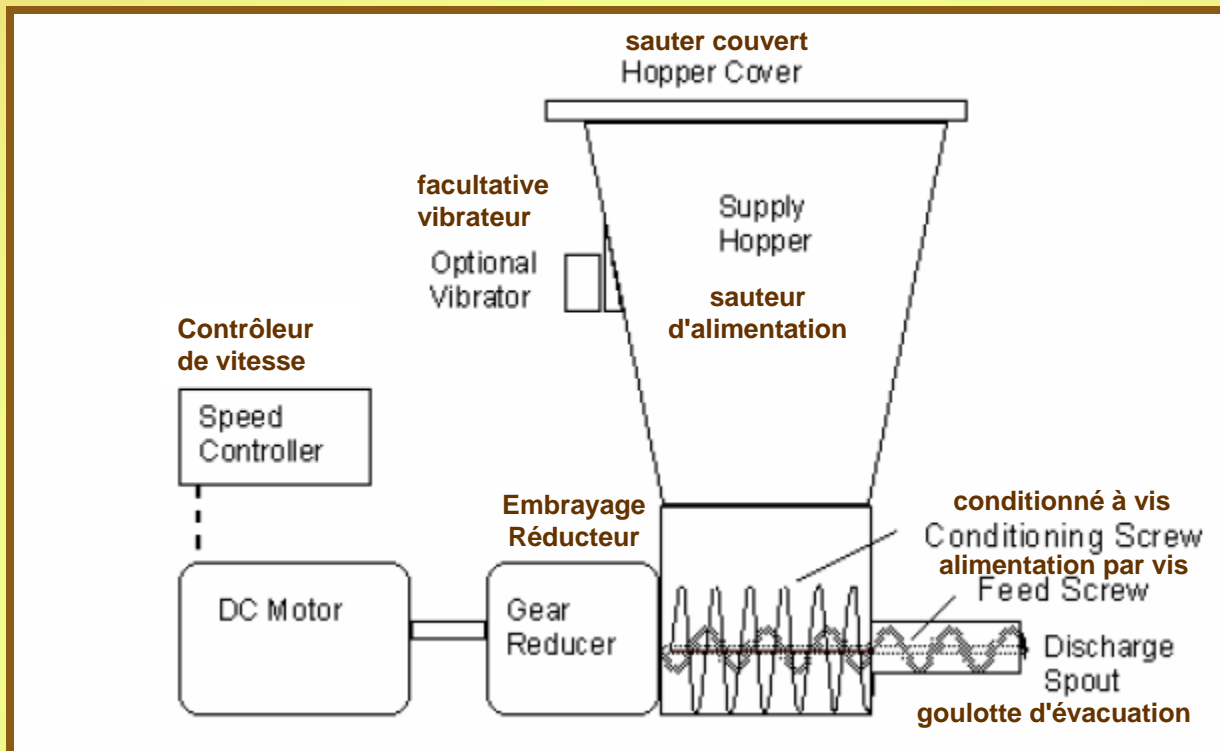
- Les trois types de doseurs peuvent être convertis en doseurs à « freinte » en les montant sur des *cellules de charge* qui émettent un signal électronique proportionnel au poids total. La rapidité avec laquelle ce poids chute indique le taux réel d'addition.
- Étant donné la complexité et les coûts de ce système, la plupart des minoteries de céréales peuvent s'en passer; il permet toutefois de réaliser des additions beaucoup plus précises et de bénéficier d'un suivi continu des quantités de prémélanges utilisées.

Principes mécaniques des doseurs

Addition volumétrique :

Le contrôle de la quantité de prémélange ajoutée à la farine suit un second principe général qui est celui de **l'addition volumétrique** (la plus couramment utilisée au moyen de doseurs à vis) :

Dans l'addition volumétrique, c'est comme si on utilisait une tasse ou une cuillère pour mesurer les ingrédients. Elle est basée sur le principe que le volume de produit ajouté est d'un poids déterminé lorsqu'il est manipulé d'une manière uniforme. L'erreur minimale de mesure pour l'addition volumétrique est de $\pm 2 \%$.



Doseurs à vis

Les doseurs volumétriques à vis qui distribuent un volume déterminé de prémélange à un rythme constant sont les machines les plus couramment utilisées pour enrichir la farine à la minoterie. Mus par un moteur c.a. à vitesse variable, ils sont équipés d'un variateur qui permet de régler avec précision la vitesse d'incorporation de la poudre.

Les dimensions de la vis de dosage déterminent la vitesse d'alimentation. Les doseurs de grande capacité peuvent aussi intégrer une boîte d'engrenages pour augmenter et régler la vitesse d'incorporation.



Doseurs à vis

Avantages des doseurs à vis:

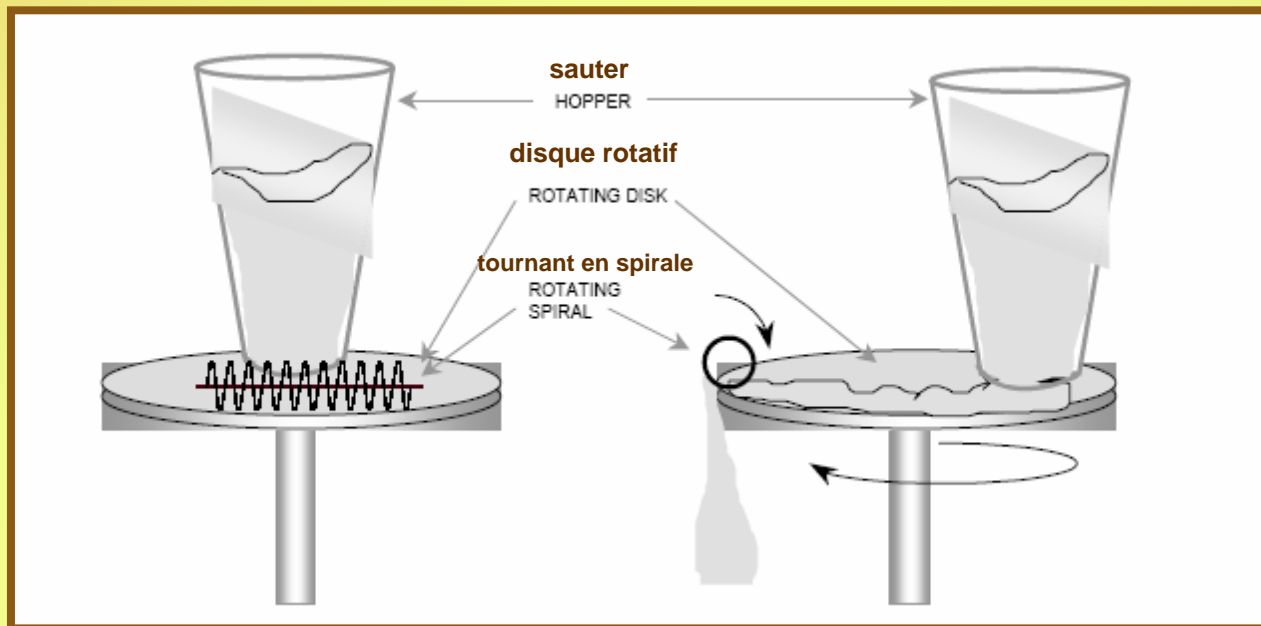
- Capables de maintenir un taux constant d'addition pendant plus longtemps
- Gamme plus large de vitesses d'alimentation
- Moins de pièces mécaniques
- Moins de réparation parce qu'ils tombent moins souvent en panne
- Moins coûteux à fabriquer
- Peuvent être plus hygiéniques
- Plus faciles à entretenir que les autres types de doseurs
- Largement disponibles parce qu'ils sont maintenant le type le plus courant de microdoseurs et qu'ils sont produits par un nombre plus grand de fabricants.



Photo avec l'aimable autorisation de Bulher Company

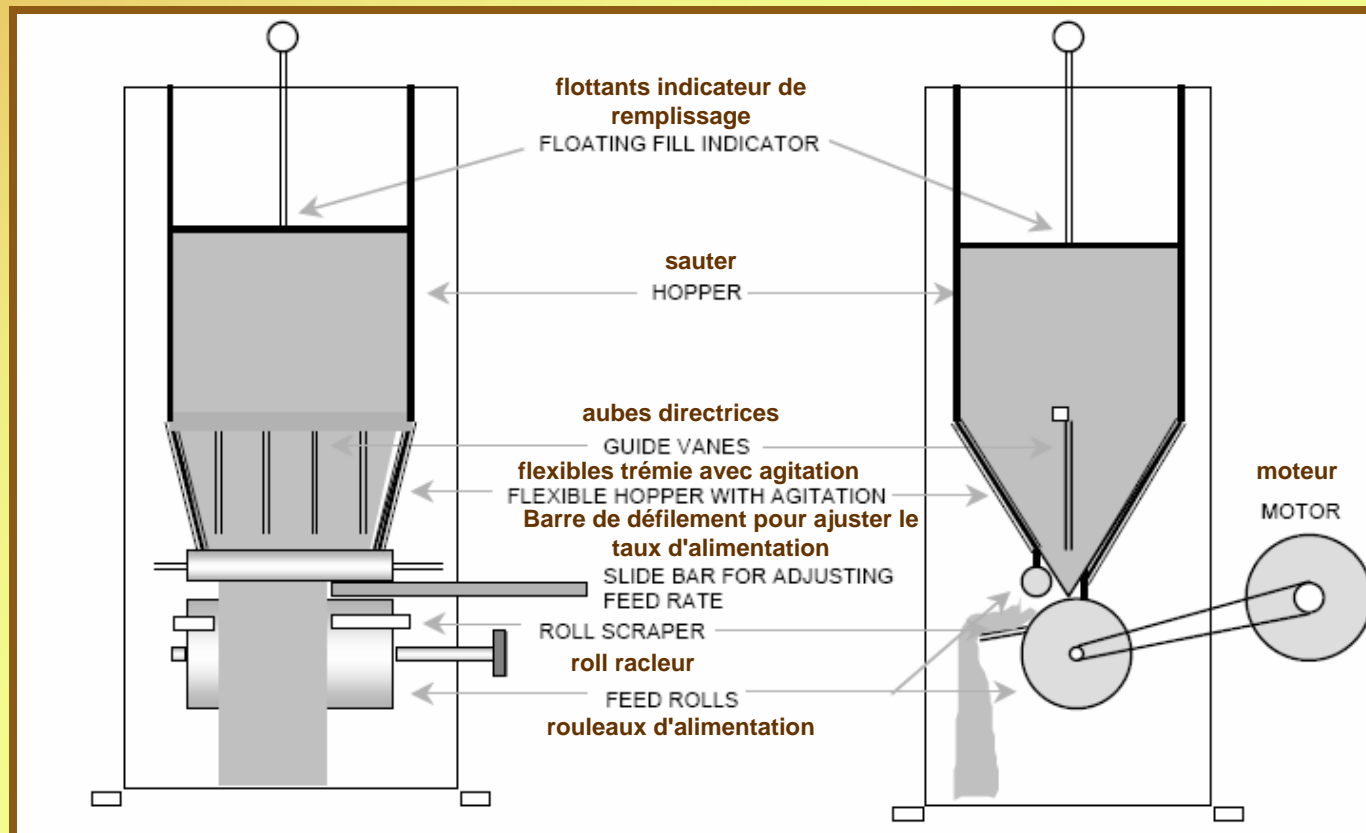
Doseurs à disque rotatif

C'est un type plus ancien de doseur volumétrique qui fait appel à un disque rotatif équipé d'un mécanisme à glissière pour contrôler le débit de poudre. Le disque tourne à vitesse constante, alimenté par un moteur c.a. ou c.c. La trémie, qui est en général plus petite que dans les autres types de doseurs, doit être remplie plus fréquemment. Cela peut être un inconvénient pour les minoteries de grande envergure. Ce type de doseur comporte aussi plus de composants mécaniques que celui à vis.



Doseurs à tambours ou rouleaux

Cela fait des décennies que l'on utilise les doseurs à tambours ou rouleaux et des milliers d'entre eux sont toujours opérationnels. Ils peuvent être configurés en doseurs volumétriques, gravimétriques ou à freinte. Leur mode de fonctionnement consiste à laisser passer la poudre de prémélange entre deux cylindres rotatifs montés l'un contre l'autre.



Doseurs à tambours ou rouleaux

- Un moteur c.c. ou c.a. alimente le tambour et une boîte d'engrenages. Un système de poulie contrôle la vitesse de rotation. Les réglages grossiers de débit se font au moyen de poulies et de roues de différents diamètres, tandis qu'une grille réglable se charge des réglages plus minutieux.
- Les doseurs à tambours ou rouleaux demandent plus de pièces pour fonctionner et plus d'entretien. Les goupilles de cisaillement du mécanisme d'entraînement se brisent si de gros objets (boulons, plastique) se trouvent pris entre les rouleaux et le doseur ne peut plus fonctionner tant qu'une goupille neuve n'a pas été installée.
- Dans des modèles de doseurs à tambours plus récents, un moteur c.c. à vitesse variable permet de régler le taux d'addition électroniquement plutôt que mécaniquement. On peut aussi se procurer des moteurs c.a. à vitesse variable.

Des doseurs adaptés aux capacités de la minoterie

- Il faut en général un doseur par chaîne de farine ou de préparation à base de farine à enrichir. Les minoteries plus importantes offrant plusieurs types de produits peuvent inclure des doseurs supplémentaires, y compris des unités de rechange.
- Les doseurs utilisés pour l'enrichissement de la farine n'incorporent que des quantités relativement réduites de produit. La taille et le nombre de doseurs nécessaires dépendent du débit horaire de farine dans la minoterie ou du système de production. Les dimensions de la trémie de doseur ont aussi leur importance; il n'est pas souhaitable d'avoir à la remplir constamment ou de la laisser plusieurs jours sans la remplir.



Photos avec l'aimable autorisation de Research Products Company

Dimensions du doseur

- Les dimensions des doseurs de prémélange en poudre varient.
 - Un petit doseur peut distribuer un prémélange à un rythme aussi faible que 25 g à l'heure (0,4 g/min)
 - Les plus grands peuvent aller jusqu'à 32 kg à l'heure. Ce qui n'est souhaitable que pour l'enrichissement au calcium.
- Les doseurs volumétriques et la capacité des trémies sont normalement indiqués en litres/min et litres, que l'on peut convertir en unités de poids si l'on connaît la densité du prémélange (en g/cc).

Capacité de la minoterie (TM/jour)	Débit de farine* (kg/min)	Prémélange** Taux d'addition (g/min)
5	2,5	0,4
20	10	1,5
50	25	3,8
100	50	7,5
200	100	15
400	200	30

* Au taux d'extraction de 72 %

** À 150 g/TM

Mécanismes d'incorporation

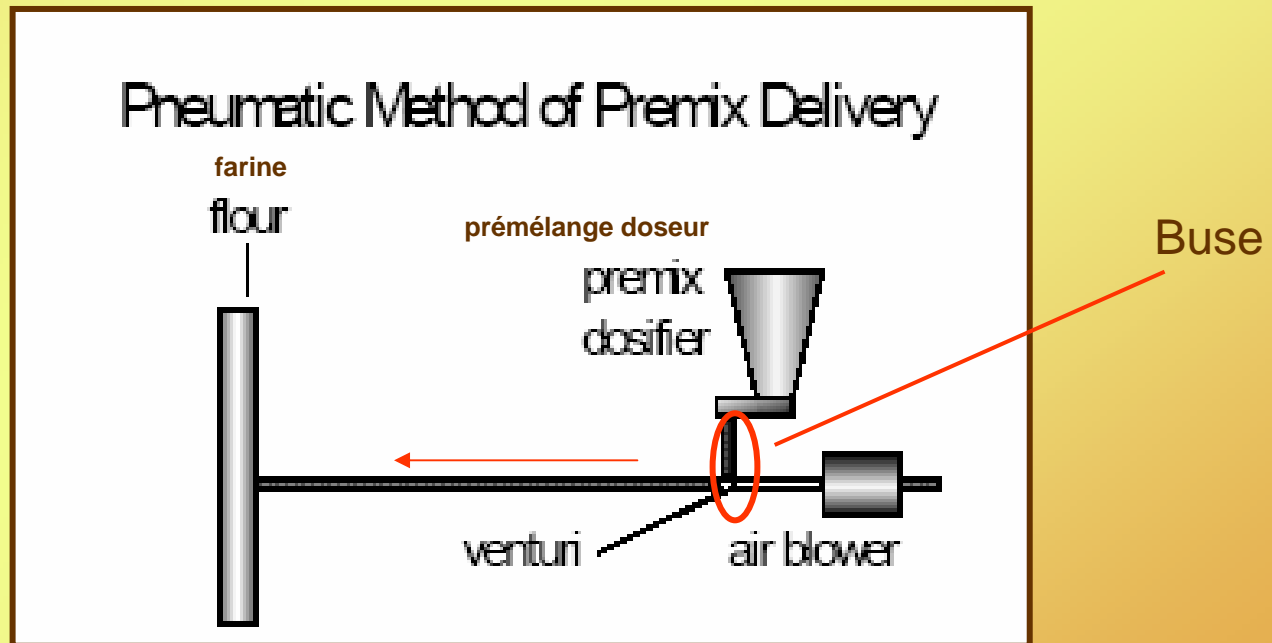
Il existe deux moyens principaux d'incorporer le prémélange à la farine:

- pneumatique
- par gravité

Système pneumatique

Dans un système pneumatique, le prémélange tombe dans une buse qui l'injecte dans un flux d'air. Le produit est expulsé par pression positive ou aspiré par une dépression à travers un tuyau dans le convoyeur de collecte de la farine.

Si cette configuration n'est pas possible, on peut utiliser un point en aval dans le débit de farine pour ajouter le prémélange, sous réserve qu'il soit soigneusement mélangé à la farine.



Système pneumatique

Avantages de la méthode pneumatique

- Il est possible de placer le doseur en plusieurs points de la minoterie ce qui permet de l'intégrer à des installations en place.

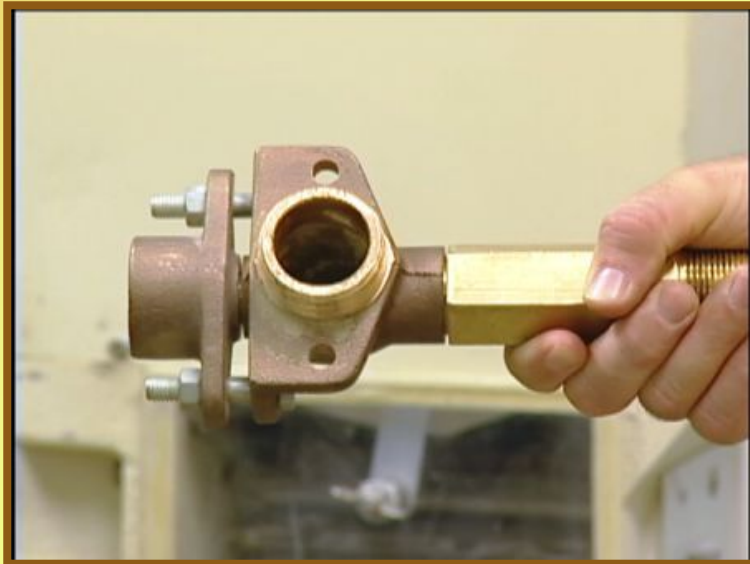
Éléments à prendre en compte :

- La farine acheminée de façon pneumatique laisse peu de place au malaxage avec le prémélange. Le prémélange doit être injecté avant que la farine n'atteigne le convoyeur de malaxage (collecte) ou le tamis plutôt que directement dans le bac de stockage de la farine.
- L'intégration d'un système pneumatique demande certains investissements en équipement supplémentaire tel que des soufflantes, vannes et canalisations.
- Les tuyaux acheminant le produit doivent avoir le moins d'angles aigus et de coudes possible pour éviter l'obstruction des canalisations et l'agglutinement de l'enrichissant.
- La buse doit faire l'objet de vérifications occasionnelles pour constater s'il y a des accumulations de prémélange et au besoin être nettoyée.



Buses

Une buse est une simple pièce d'équipement qui raccorde le doseur de prémélange aux canalisations pneumatiques d'injection. Les buses permettent d'injecter le prémélange dans le flux de farine en circuit pneumatique totalement fermé.

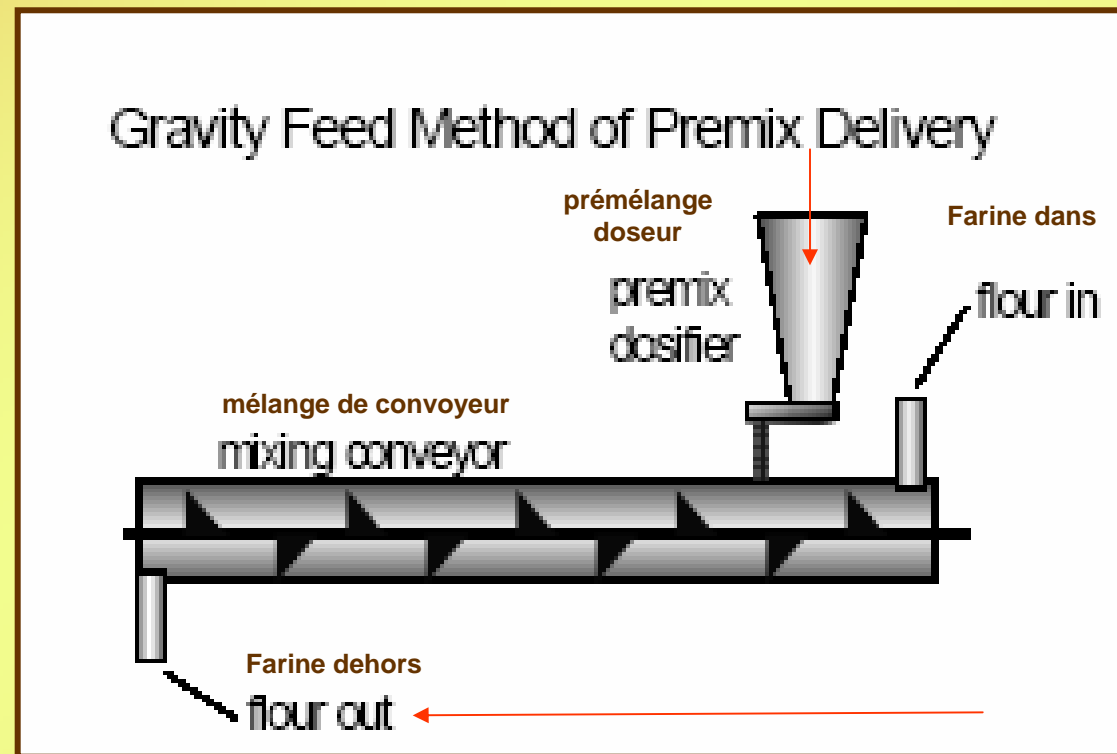


Disposition des buses au point de décharge des doseurs



Systeme de dosage par gravité

Dans ce système, le doseur est placé au-dessus d'un convoyeur de farine. Le prémélange tombe directement dans la farine lorsqu'elle passe par le convoyeur. La plupart du temps, le doseur est placé au-dessus ou à proximité du convoyeur de collecte de la farine qui mélange les divers débits de farine.



Système de dosage par gravité



Avantages du système de dosage par gravité:

- Demande moins d'équipement que l'injection pneumatique.
- Le doseur peut se trouver directement au-dessus d'un convoyeur de collecte, sur une plate-forme.
- On peut l'installer sur un plancher directement au-dessus du convoyeur de collecte avec la goulotte de décharge alimentant un tube vertical relié directement au convoyeur.

Système de dosage par gravité

Éléments à prendre en compte lors de l'utilisation d'un système par gravité :

- Les nouvelles minoteries peuvent être conçues ou adaptées pour faciliter l'installation de points de dosage par gravité. Il se peut que les minoteries plus anciennes soient configurées de telle manière qu'il soit difficile d'y intégrer ce type de système.
- Un système installé au-dessus du convoyeur de collecte peut exiger la construction d'une plate-forme ou l'achat d'équipement supplémentaire.



Exemples de configuration par gravité sur le terrain



Convoyeur à vis de mélange de la farine



Convoyeurs de collecte pour trois gammes différentes de farine.

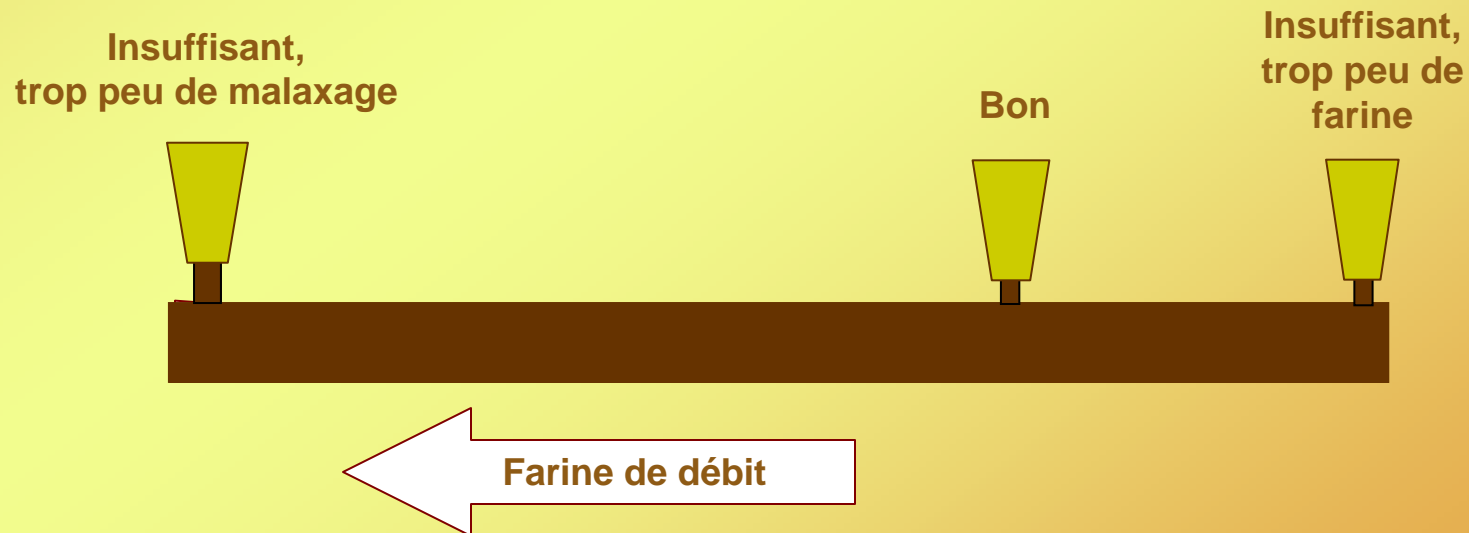
Section 2C

Assurer un malaxage adéquat

(slide 1 of 3)

Emplacement du doseur sur un convoyeur de collecte

- À la moitié avant du convoyeur de collecte au-dessus des lames de la vis de malaxage.
- Il faut prévoir une longueur de convoyeur d'au moins 3 mètres pour assurer un mélange adéquat.



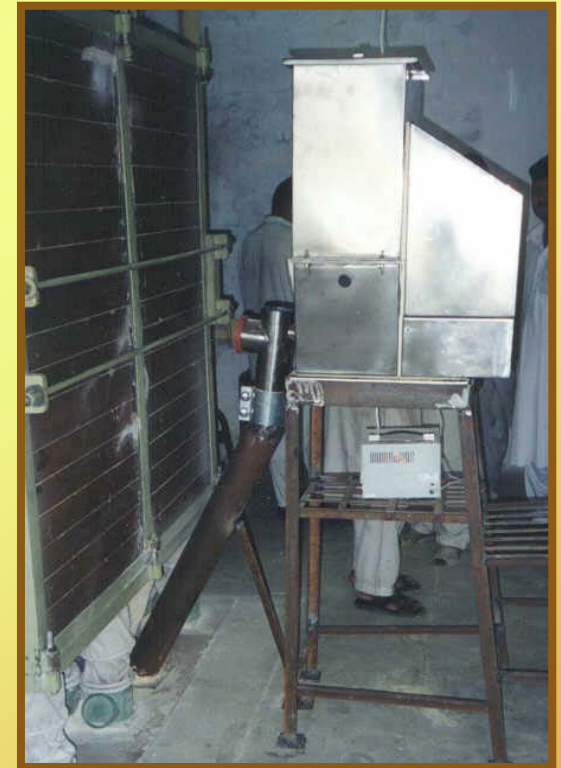
Assurer un malaxage adéquat

(diapo 2 de 3)

Autre option d'emplacement du doseur :

Si l'installation du doseur se montre difficile en début de convoyeur, il est possible de le raccorder à la goulotte de décharge de la farine d'un calibreur plansichter :

- La goulotte du tamis doit injecter suffisamment de farine dans le convoyeur de collecte de l'étage inférieur.
- Pour assurer un mélange adéquat, la goulotte du tamis doit pénétrer dans le débit de farine à une distance d'au moins trois mètres en partant du côté décharge du convoyeur de collecte.
- On peut raccourcir ces trois mètres dans les minoteries où :
 - la farine est injectée en circuit pneumatique du convoyeur de collecte à un bac d'ensachage ou bac de stockage;
 - le convoyeur de collecte de la farine se décharge dans un autre convoyeur et la longueur totale de distance de malaxage après addition du prémélange est d'au moins trois mètres.



Assurer un malaxage adéquat

(diapo 3 de 3)

En cas de débit irrégulier de la farine :

Installer un convoyeur-mélangeur :

- Les petites minoteries plus anciennes sans point de débit constant connu de la farine peuvent à titre de solution installer un convoyeur-mélangeur allant du bac de stockage de la farine à celui d'ensachage. Le doseur laisse tomber ou injecte le prémélange au début du convoyeur spécial.

Sortie d'un doseur asservi au débit de farine :

- Si le convoyeur se caractérise par un débit irrégulier de farine, mais qu'il est possible de mesurer la vitesse d'acheminement au moyen d'un dispositif envoyant un signal proportionnel en milliampères, ce signal peut servir à contrôler la sortie du doseur.

Fournisseurs d'équipement

De nombreuses compagnies vendent de l'équipement d'enrichissement. Les minoteries doivent s'assurer que les directives d'installation et d'entretien de l'équipement sont disponibles dans la langue du pays ou s'arranger pour les faire traduire.

▪ **Au moment d'envisager un équipement, tenir compte de ces données:**

- Mécanisme de dosage à vis.
- Capacité d'extinction automatique.
- Toutes les surfaces en contact avec les prémélanges en acier inoxydable sanitaire ou en matériau anticorrosion.
- Commande manuelle réglable de distribution, étalonnée de 0 à 100 % de la capacité du doseur, pouvant être montée séparément du doseur.
- Alimentation monophasée de 220 volts \pm 10 %, 50/60 Hz.
- Mécanisme d'agitation pour empêcher que le prémélange ne forme des ponts ou tunnels dans la trémie.
- Capacité de débit de 0,04 à 8 L/h avec une précision de \pm 5 % sur toute la gamme grâce à l'utilisation de vis de différentes tailles, d'engrenages ou de courroies fournis avec le doseur.
- Trémie d'une capacité minimale de 8 litres.
- Dispositif permettant à l'opérateur de vérifier facilement si la trémie est vide ou en passe de l'être.

Fournisseurs d'équipement

- Le distributeur doit fournir en référence deux minoteries de maïs ou de blé où ce doseur est en opération depuis au moins un an.

- Le distributeur accepte de fournir :
 - Les pièces de rechange telles qu'engrenages, courroies, vis, fusibles ou autres éléments qui selon le fabricant sont susceptibles d'être remplacés au cours des trois premières années de fonctionnement.

 - Un technicien pour aider à l'installation d'un nombre X de doseurs dans un nombre X de minoteries et organiser des ateliers pour les groupes de minotiers sur l'installation, l'étalonnage et l'entretien des doseurs.

 - Des notices d'utilisation expliquant par des textes et des illustrations l'installation, l'étalonnage et l'entretien des doseurs.

 - Une liste de prix des pièces de rechange.

Leçons tirées des autres minotiers

À la commande d'équipement d'enrichissement pour la minoterie, éviter ces problèmes :

- Moteurs dont la tension ou les phases ne sont pas correctes (110 V par rapport à 220 V, monophasés par rapport à triphasés, etc.)
- Composants requis ou prévus en option et non commandés ou qui augmentent considérablement le coût de l'équipement.
- Aucune pièce de rechange commandée et aucun mécanisme pour l'obtention rapide des pièces de rechange (engrenages en laiton, courroies, etc.).
- Doseur dont l'utilisation est prévue pour un prémélange particulier et qui ne fonctionne pas avec d'autres prémélanges en raison de différentes propriétés de débit et de bourrage.
- Le doseur doit être placé à distance de la chaîne de production de telle sorte qu'il faut fabriquer un tube/une chute pour transporter le prémélange au convoyeur (par gravité).
- Absence d'expertise lorsque l'équipement est commandé par un organisme donateur. Les spécialistes de la minoterie DOIVENT rester en liaison étroite et passer soigneusement en revue les détails de la commande.
- Les manuels sur l'équipement sont dans une langue autre que celle des spécialistes de la minoterie (il faut spécifier la langue correcte pour la version du manuel).

Données sur les nutriments



Fer



Zinc



Acide folique



Vitamines B



Vitamine A



Calcium

Chacune de ces vitamines et chacun de ces minéraux que l'on peut ajouter à la farine pose ses propres problèmes, sur la forme qu'ils revêtent ou la quantité à ajouter, etc...

Pour de plus amples informations sur des nutriments précis et leur forme d'enrichissant, faire sa sélection sur la liste de gauche.

Pour des renseignements sur les problèmes de santé dus à la surconsommation de l'un quelconque de ces produits, passer à la Section 4 : Assurer le contrôle de la qualité.

Pour des informations sur l'action de ces nutriments sur l'organisme, passer à la Section 1 : Introduction à l'enrichissement de la farine.

Fer

Les capacités d'absorption du fer des enrichissants par les gens dépendent de la solubilité de l'enrichissant et de la quantité d'inhibiteurs du fer dans le régime. Ces inhibiteurs sont entre autres les phytates et composés phénoliques que l'on trouve dans le thé, le café et d'autres aliments. Réduire l'effet des inhibiteurs en ajoutant de l'acide ascorbique, en utilisant de l'EDTA de sodium ou en éliminant les phytates permet d'augmenter la quantité totale de fer absorbée à l'ingestion d'aliments enrichis au fer. Malheureusement, ces méthodes ne fonctionnent pas bien dans les aliments à base de blé.

L'enrichissement se propose d'utiliser le composé de fer qui possède la biodisponibilité relative la plus forte par rapport au sulfate ferreux, sans pour autant engendrer des propriétés inacceptables dans la farine. Les coûts sont aussi à prendre en compte.

Types de composés de fer utilisés dans l'enrichissement

- Poudres de fer élémentaire (fer (Fe^0) réduit)
 - Fer électrolytique
 - Fer réduit par l'hydrogène
 - Fer atomisé
(tous insolubles dans l'eau)
- Sulfate (Fe^{2+}) ferreux (modérément soluble dans l'eau)
- Phosphates (Fe^{3+}) ferriques (insolubles dans l'eau)
- EDTA de sodium (Fe^{3+}) ferrique (soluble dans l'eau)
- Fumarate (Fe^{2+}) ferreux (presque insoluble dans l'eau)

Composés de fer insolubles dans l'eau, mais solubles dans les sucs gastriques

Ces composés (**fumarate ferreux**) sont relativement bien absorbés parce qu'ils sont solubles dans l'estomac des adultes et adolescents en bonne santé. Les niveaux d'absorption des enfants en bas âge qui produisent moins d'acide posent certains problèmes, mais on s'attend toutefois à ce qu'ils soient similaires à ceux des composés solubles dans l'eau pour la majorité des gens.

Les composés insolubles dans l'eau engendrant moins de problèmes sensoriels dans les aliments sont les enrichissants à retenir si les formes solubles dans l'eau provoquent des changements inacceptables. Le fumarate ferreux est le composé de fer le plus couramment utilisé dans ce groupe.

Composés de fer insolubles dans l'eau et insolubles dans les sucs gastriques

Ces composés (poudres de fer élémentaire et réduit) possèdent une biodisponibilité relative d'environ 20 à 75 pour cent par rapport à celle du fer de sulfate ferreux. On les utilise cependant couramment dans l'industrie alimentaire parce qu'ils affectent moins les propriétés sensorielles des aliments. Ces composés sont relativement peu coûteux, mais ne doivent être utilisés qu'en dernier ressort dans les régions où les régimes sont forts en inhibiteurs d'absorption du fer. En cas d'utilisation, il faut les ajouter à des niveaux plus élevés que le sulfate ferreux.

Les poudres de fer élémentaire sont largement utilisées pour enrichir les céréales, mais la biodisponibilité de plusieurs types différents dépend de la taille, de la forme et de la surface des particules de fer, ainsi que de la composition des aliments auxquels ils sont ajoutés.

Seul le fer électrolytique révèle une biodisponibilité suffisante pour les êtres humains. Des données récentes indiquent que le fer carbonyle et certains fers réduits par l'hydrogène peuvent avoir une biodisponibilité comparable au fer électrolytique.

Composés solubles dans l'eau

Le **sulfate ferreux** est l'enrichissant de fer soluble dans l'eau le plus couramment utilisé en raison de son faible coût. Les composés de fer solubles dans l'eau possèdent la biodisponibilité relative la plus haute parce qu'ils sont très solubles dans les sucs gastriques. Ce sont les enrichissants à privilégier partout où cela est possible.

Toutefois, ces composés risquent d'avoir des effets contraires sur la couleur et la saveur des aliments lors d'un entreposage prolongé accélérant le rancissement. Le fer libre peut aussi oxyder certaines vitamines dans l'aliment si elles se trouvent dans le même prémélange.

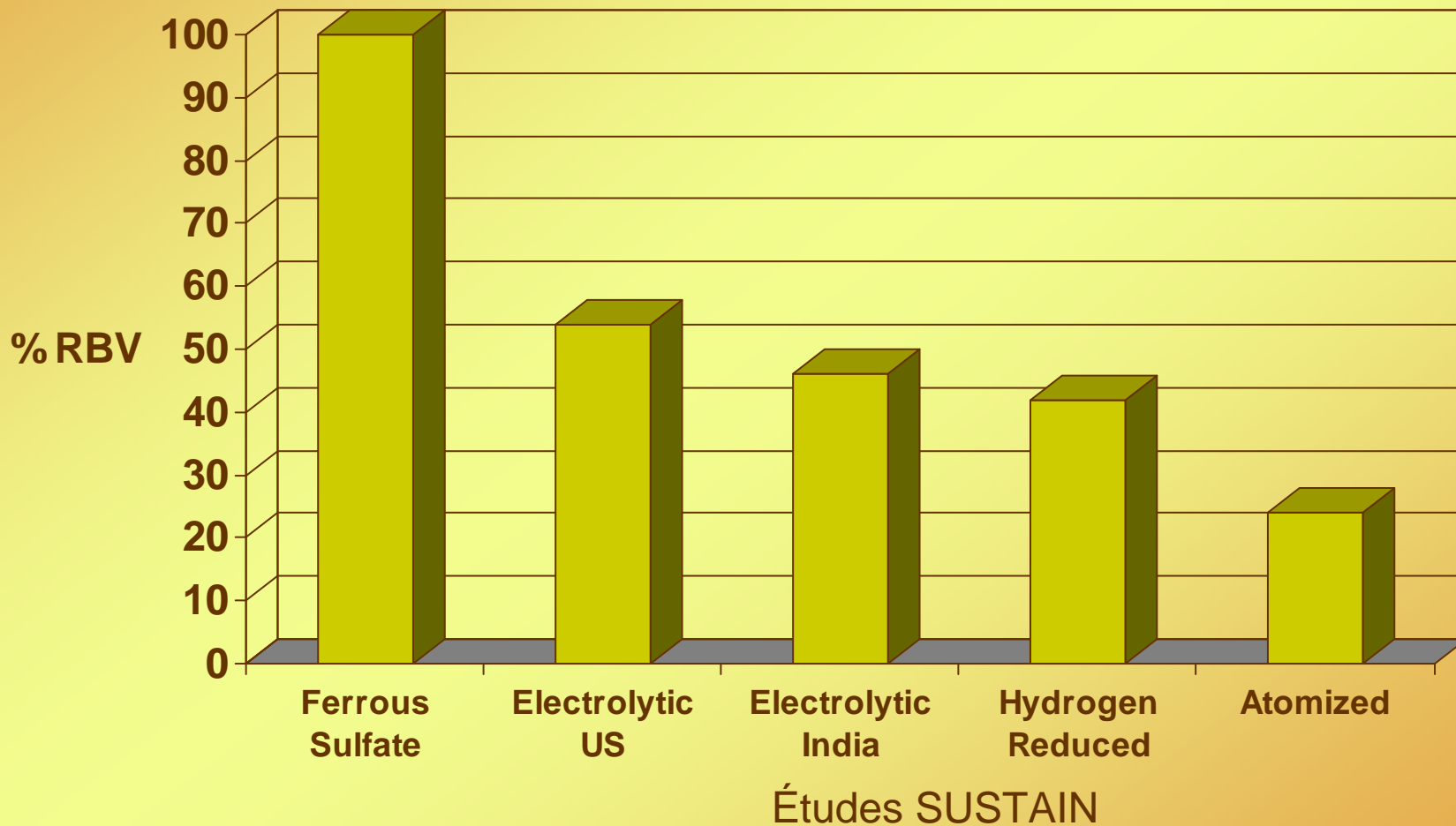
Les formes de fer solubles à l'eau peuvent être utiles pour enrichir les farines de céréales dont les rotations de stock sont rapides. Mais, comme le sulfate de fer peut entraîner un rancissement en fonction du climat et de la teneur en graisse de la farine, il faut avant toute utilisation se demander s'il convient comme enrichissant.

EDTA de sodium et de fer (NaFeEDTA)

Dans les aliments à forte teneur en acide phytique, l'absorption du fer se fait de deux à trois fois mieux à partir du NaFeEDTA qu'à partir du sulfate ferreux ou du fumarate ferreux. Le NaFeEDTA n'accélère pas le rancissement des céréales stockées. Il peut toutefois entraîner des changements de couleur dans certains aliments du fait qu'il n'est pas très soluble dans l'eau. Il est plus coûteux que d'autres types de fer, mais il en faut moins par tonne métrique de farine parce qu'il est mieux absorbé. Le test de dépistage du fer (Iron Spot Test) ne fonctionne pas avec l'EDTA de sodium et de fer, mais il existe d'autres méthodes d'essai.

Biodisponibilité relative des sources de fer

On entend par valeur biologique relative (VBR) la comparaison en matière de biodisponibilité (capacité de l'organisme à utiliser le fer ajouté) des différentes sources de fer au sulfate de fer qui, par définition, est égale à 100 %. L'absorption absolue du sulfate de fer peut varier de 5 à 30 %, selon la réserve de fer de la personne et la composition du régime.



Types de composés de fer utilisés dans l'enrichissement des céréales



Poudre de fer élémentaire fer (réduit)



Fumarate ferreux



NaFeEDTA



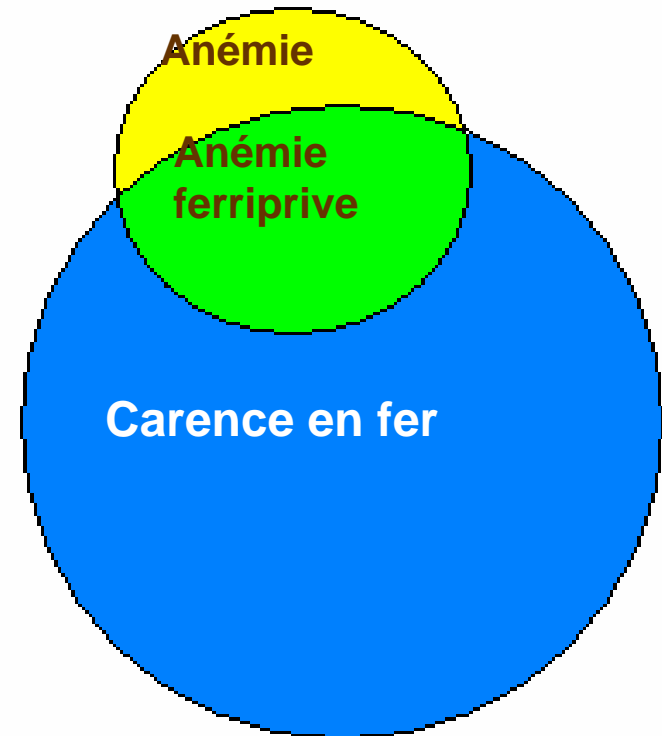
Sulfate ferreux



Phosphate ferrique

Enrichissement et carence en fer

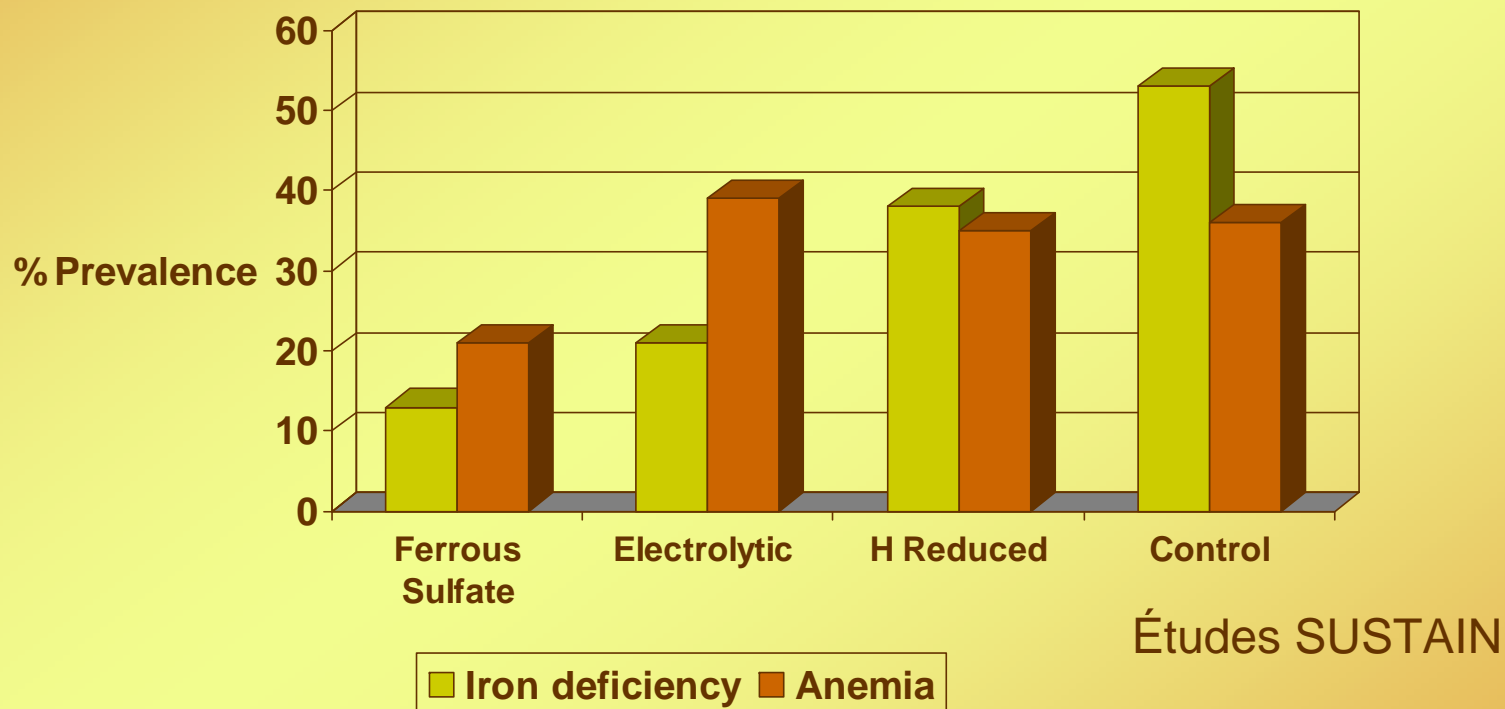
- Selon l'Organisation mondiale de la Santé, la carence en fer est le trouble nutritionnel le plus courant et le plus répandu dans le monde. La farine enrichie au fer permet de lutter contre cette carence.
- Les niveaux d'hémoglobine dans le sérum permettent de mesurer l'anémie. Les causes de l'anémie sont diverses, mais la carence en fer en est la principale.
- La carence en fer se mesure à l'aide d'indices de fer stockés dans l'organisme comme la ferritine. Outre l'anémie, un certain nombre de problèmes de santé en découle.
- L'anémie ferriprive se manifeste par la présence de faibles taux d'hémoglobine et de fer.



Études sur la biodisponibilité du fer

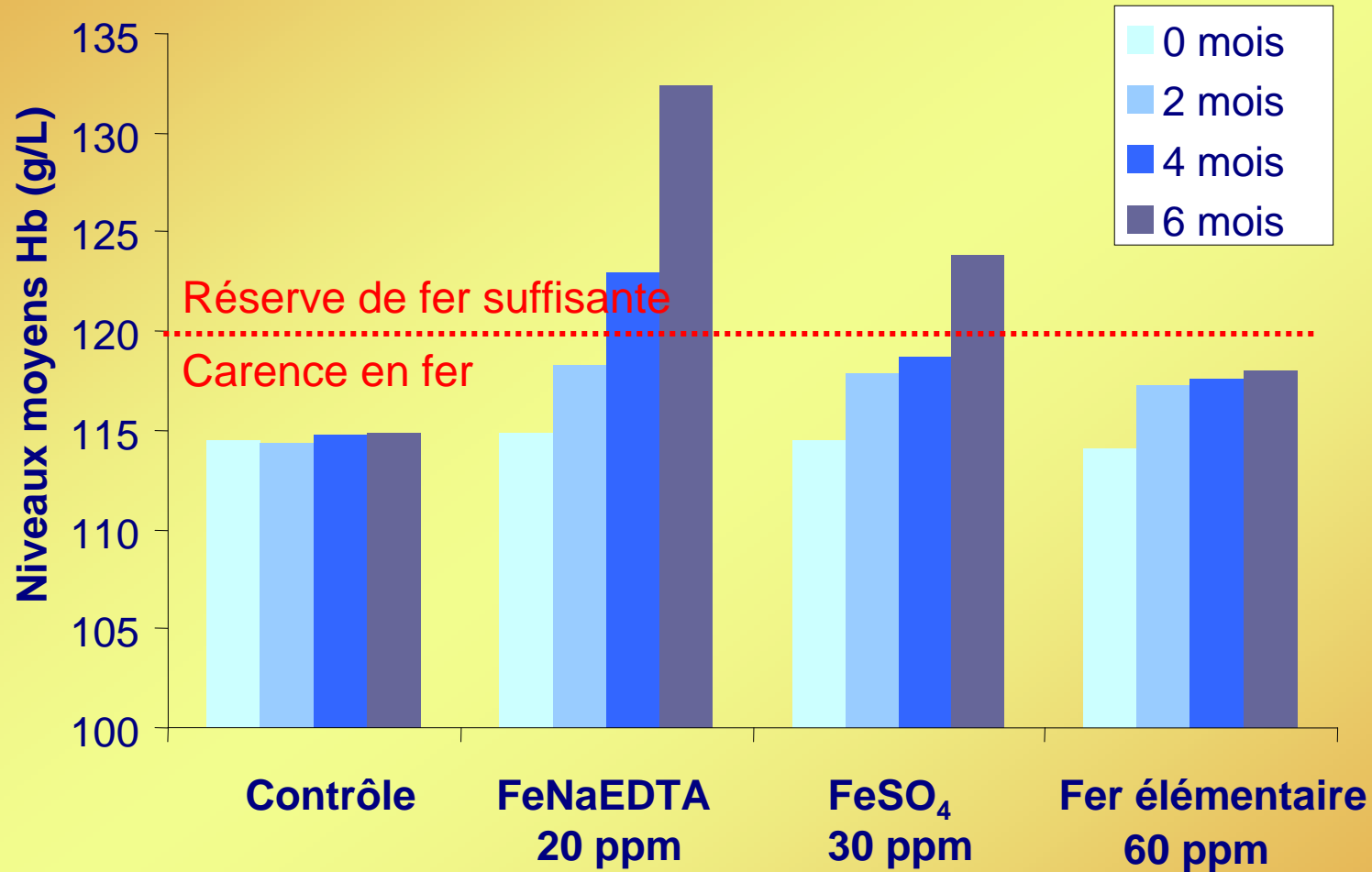
Les études *d'efficacité* font intervenir une population sélectionnée qui reçoit un régime contrôlé pour déterminer si son état nutritionnel s'améliore.

Impact des différentes sources de fer sur les carences – 36 semaines d'essai sur des humains



Études sur la biodisponibilité du fer

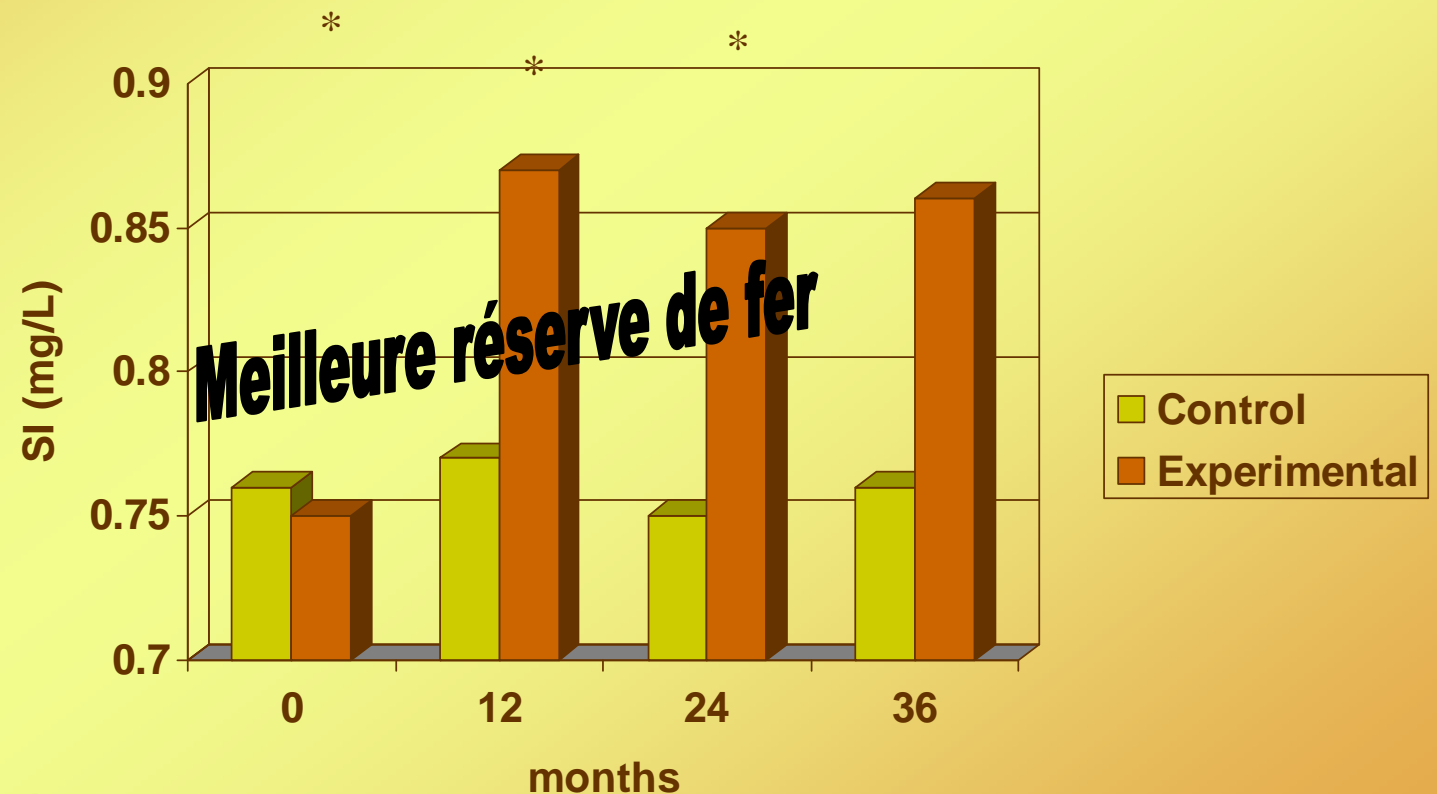
Effet de l'enrichissement en fer de la farine blanche sur les niveaux d'hémoglobine (Chine)



Modif. de Chen Chunming et al. (2005)

Études sur la biodisponibilité du fer

Effet de 24 ppm Fe dans une farine enrichie au NaFeEDTA sur les niveaux de sidérémie à Weichang, Chine



* Différence importante du contrôle

Études sur la biodisponibilité du fer

Effet de 24 ppm Fe dans une farine enrichie au NaFeEDTA sur les niveaux d'hémoglobine à Weichang, Chine



* Différence importante du contrôle

[Retour à la table des matières des nutriments](#)

Zinc

Composés de zinc utilisés

- L'oxyde de zinc est la source de zinc la plus couramment utilisée pour enrichir les céréales. C'est aussi la moins coûteuse et celle qui cause le moins de problème en ce qui a trait à la saveur et à d'autres propriétés organoleptiques.

Niveau de zinc

- Le niveau de zinc ajouté dépend de la consommation moyenne de blé et du taux d'extraction de la farine, ainsi que de l'ingestion d'acide phytique en provenance d'autres sources alimentaires.

Biodisponibilité du zinc

- L'absorption du zinc dépend surtout de la quantité de zinc consommée et de l'acide phytique présent dans les aliments. Selon l'International Zinc Nutrition Consultative Group (IZiNCG), lors de la consommation du zinc suffisante pour satisfaire à ses besoins physiologiques, environ 27 à 37 pour cent est absorbé dans les régimes dont la teneur en acide phytique est relativement basse, tandis que 19 à 26 pour cent l'est dans les régimes dont la teneur est relativement plus haute.

[Retour à la table des matières des nutriments](#)

Acide folique (vitamine B9)

Composé d'acide folique utilisé

- L'acide ptéroyl-monoglutamique est la forme d'acide folique utilisée dans l'enrichissement. Il est jaune pâle, mais cela n'affecte en rien les aspects sensoriels de l'aliment en raison des quantités infimes ajoutées. Le composé est relativement stable avec quelques pertes à l'exposition à la lumière et à la préparation des aliments.
- L'acide folique est légèrement soluble dans l'eau, mais il se dissout facilement dans le faible pH de l'estomac.

Biodisponibilité de l'acide folique

- L'acide folique dans les aliments enrichis est beaucoup mieux absorbé que les folates à l'état naturel dans les aliments. En moyenne, 1,7 fois mieux.

[Retour à la table des matières des nutriments](#)

Vitamines B

Thiamine (B1)

Riboflavine (B2)

Niacine (B3)

Pyridoxine (B6)

Cobalamine (B12)

Acide folique (B9)

Thiamine (vitamine B1)

Composés de thiamine utilisés

- Pour l'enrichissement de la farine, on préfère le mononitrate de thiamine du fait qu'il est moins soluble dans l'eau que le chlorhydrate de thiamine. Les deux composés étant blancs ou presque blancs, ils n'affectent en rien la couleur de la farine.
- Les deux composés de thiamine peuvent accuser des pertes suite à une exposition à la lumière, à la chaleur et à un état alcalin (pH supérieur à 7).

Riboflavine (vitamine B2)

Composés de riboflavine utilisés

- La riboflavine est la seule source de vitamine B2 utilisée dans l'enrichissement des céréales. Elle est soluble dans l'eau et le composé est de couleur jaune.
- Les préparations de riboflavine se distinguent par leur propriétés physiques et leur structure cristalline qui influent sur leur couleur, leur solubilité et la taille de leurs particules. Il ne faut utiliser pour l'enrichissement de la farine que les produits recommandés par le fabricant.
- Les composés de riboflavine sont extrêmement instables quand ils sont exposés à la lumière.

Niacine (vitamine B3)

Composés de niacine utilisés

- On utilise couramment deux composés de niacine pour l'enrichissement : L'**acide nicotinique** (que l'on appelle normalement niacine) et le **nicotinamide**. Le nicotinamide est soluble dans l'eau, l'acide nicotinique ne l'est pratiquement pas, alors qu'il est soluble dans des milieux alcalins. La niacine ne change pas la couleur de la farine du fait qu'elle est elle-même blanche.
- L'acide nicotinique est un vasodilatateur qui peut faire rougir la peau (rougeurs) quand on y est exposé.
- Les composés de niacine sont tous les deux très stables à la chaleur et à la lumière.

Pyridoxine (vitamine B6)

Composés de pyridoxine utilisés

- L'hydrochlorate de pyridoxine est le composé préféré pour l'enrichissement de la farine à la vitamine B6. Il est soluble dans l'eau. Le composé étant blanc, il n'affecte en rien la couleur de la farine produite.
- Le composé de pyridoxine est stable à la chaleur, mais sensible aux ultraviolets.

Cobalamine (vitamine B12)

Composés de cobalamine utilisés

- La cyanocobalamine est le composé utilisé pour l'enrichissement de la farine à la vitamine B12. On utilise en général des formes diluées car seules des quantités infimes de vitamine sont nécessaires. La cyanocobalamine est rouge foncé mais n'affecte en rien la couleur de la farine en raison des volumes infimes ajoutés.
- La cyanocobalamine est relativement stable à la chaleur, mais instable dans les milieux alcalins ou très acides.

Test analytique

- Il est très difficile et coûteux de tester les quantités infimes de vitamine B12 utilisées dans l'enrichissement. On utilise normalement une méthode d'essai microbiologique.

Biodisponibilité de la vitamine B12

- La formule de cobalamine dans les aliments enrichis est absorbée deux fois plus facilement que celle se trouvant naturellement dans les aliments.

[Retour à la table des matières des nutriments](#)

Vitamine A

Composés de vitamine A utilisés

- On utilise pour l'enrichissement plusieurs formes de vitamines A : acétate de rétinyle, palmitate de rétinyle et bêta-carotène. Le bêta-carotène est de couleur orange ce qui le rend inutilisable pour l'enrichissement de la farine.
- Les esters de rétinyle sont disponibles sous forme protégée de poudre desséchée par nébulisation à utiliser dans l'enrichissement de la farine; on les appelle parfois SD-250 ou SD-250S du fait qu'ils contiennent 250 unités/mg.
- Les différents produits commerciaux peuvent varier au niveau de la stabilité, aussi bien dans le produit concentré que dans le prémélange. Des pertes importantes peuvent se produire à l'entreposage si le système d'encapsulation et antioxydant est défectueux. Un test standard de stabilité à 45° C sur le produit brut ne doit pas afficher de pertes supérieures à 20 % dans les 21 jours qui suivent.

[Retour à la table des matières des nutriments](#)

Calcium

Composés de calcium utilisés

- Les composés de calcium les plus couramment utilisés dans l'enrichissement de la farine sont le sulfate de calcium **et** le carbonate de calcium. Les deux composés sont blancs et fades au goût sans effet notable sur la farine produite.

Niveaux ajoutés

- Le niveau de calcium ajouté se situe entre 1,1 et 2,1 grammes/kilogramme.
- Comme ces niveaux sont de beaucoup supérieurs à l'addition de prémélange, le calcium est toujours ajouté séparément.

Niveau de Ca	1,1 g/kg	2,1 g/kg
Sulfate de Ca	4,8	9,1
Carbonate de Ca	2,8	5,3

Niveau de sels de calcium nécessaire (en grammes par kilogrammes de farine). À ajouter aux deux niveaux d'enrichissement au calcium les plus courants.

[Retour à la table des matières des nutriments](#)

[Retour au début de la section](#)

[Continuer](#)

Fin de la section 2

[Continuer](#)

[Retourner à la table des matières](#)

[Aller à la première diapo de cette section](#)



Section 3

Sur la chaîne de production

- ▶ Installation et étalonnage des doseurs de prémélange
- ▶ Prémélange : Manutention, entreposage et gestion
- ▶ Équipement : Entretien et dépannage



Installation et étalonnage des doseurs de prémélange

- **Emplacement des doseurs de prémélange**
- **Configuration des doseurs**
- **Étalonnage des doseurs**
- **Directives pour les opérations d'enrichissement**

Emplacement des doseurs de prémélange

- Placer les doseurs dans un endroit sec et à l'écart de la lumière solaire. La vitamine A, la riboflavine et l'acide folique sont sensibles à la lumière et à l'oxygène de l'air.
- Dans l'idéal, placer les doseurs dans une zone de la minoterie facilement accessible aux opérateurs. Le variateur doit se trouver à proximité du bureau de la minoterie ou de la station d'essai des farines.
- Il faut prévoir sur les doseurs un emplacement pour une réserve de prémélange prêt à ajouter (une ou deux boîtes selon les taux d'utilisation).
- Les doseurs doivent être situés en début du convoyeur pour assurer un mélange adéquat avec la farine après addition.



Détails de doseurs avec boîtes de prémélange

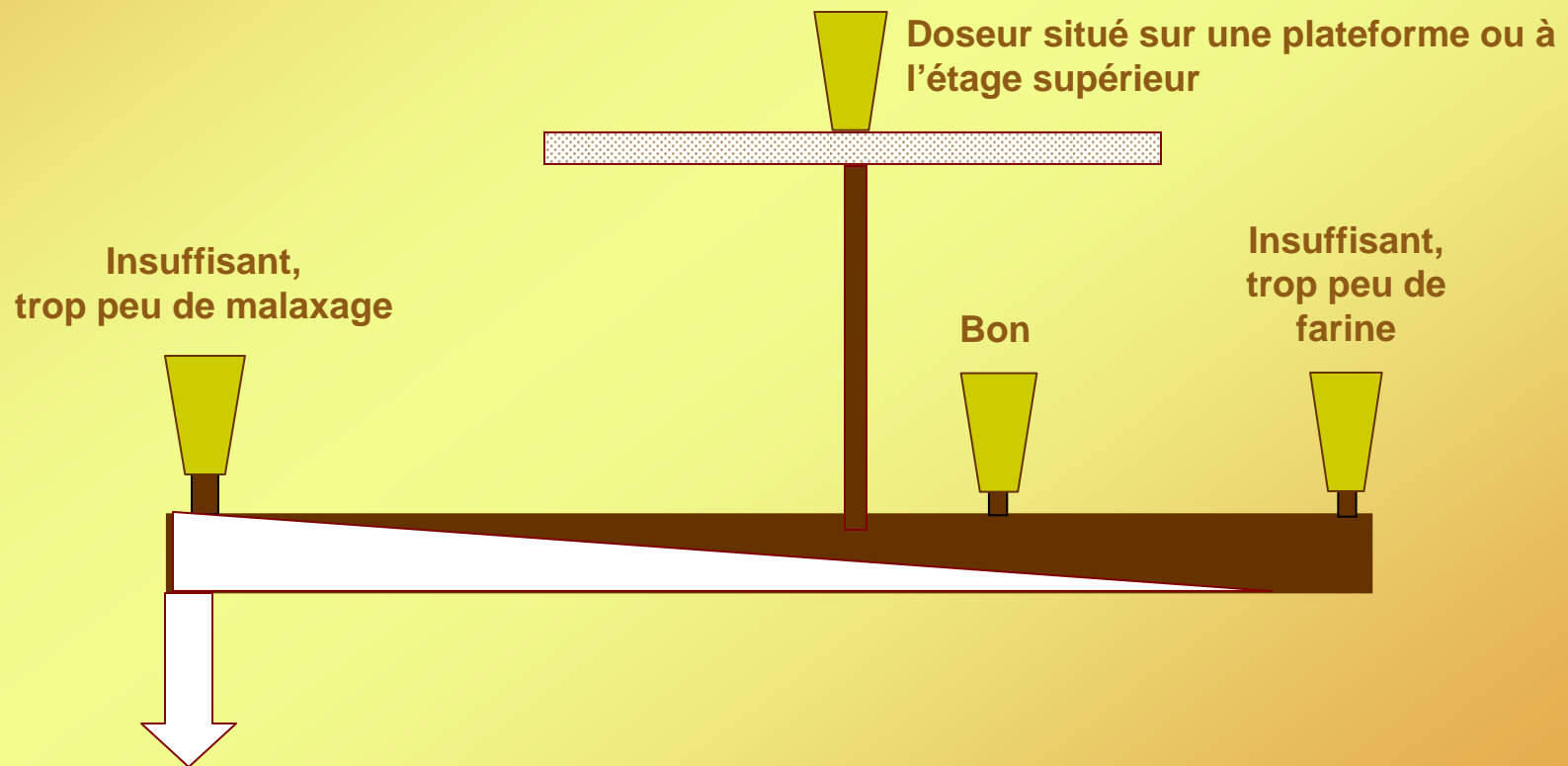


Détails de doseur



Emplacement du doseur sur un convoyeur de collecte

- À la moitié avant du collecteur au-dessus des lames de la vis de malaxage.
- Il faut prévoir au moins trois mètres de convoyeur pour assurer un mélange adéquat.



Configuration des doseurs de prémélange

Deux chaînes, deux doseurs

- En règle générale, il faut un doseur par chaîne de production de farine à enrichir.
- Localiser les doseurs de façon à obtenir un malaxage adéquat de la farine après le point d'addition du prémélange.
- Le variateur de vitesse et le témoin lumineux de faible niveau doivent se trouver à un point bien visible, pratique et facilement accessible.
- La trémie du doseur doit être pratique au niveau du remplissage.
- Installer des régulateurs de tension si cette dernière oscille de plus de $\pm 20\%$.
- Installer des systèmes de verrouillage électrique de sécurité au moteur du collecteur de farine ou au tableau de commande de la minoterie.
- Vérifier les témoins lumineux de faible niveau de prémélange afin d'assurer que les trémies fonctionnent correctement.



*Sens de déplacement
du convoyeur*

Variateur de doseur



Détails de doseur (Mongolie)

Doseur de
prémélange à
vis



Sens de
déplacement
du convoyeur

Étalonnage des doseurs

Vérifier le taux de production de farine (kg/h) pour chaque chaîne de production, même si ce taux a été établi. Pour ce faire, procéder comme suit :

- En cours de production, compter le nombre d'ensachages réalisés toutes les 60 minutes ou utiliser un pèse-farine en ligne (s'il y en a un d'installé).
- Calculer le taux de production de farine à l'aide de la formule suivante. Ce chiffre indique le taux réel de production à la minute et non la capacité homologuée.

$$\frac{(\text{poids des sacs en kg}) \times (\text{nombre de sacs en 60 minutes})}{60} = \text{kg de farine à la minute}$$

Étalonnage des doseurs

Détermination du taux de dosage du prémélange :

Déterminer ensuite le taux de dosage (incorporation) du prémélange à des vitesses différentes.

1. Remplir la trémie à moitié du prémélange à ajouter.
2. Régler le doseur à une distribution maximale.
3. Faire fonctionner le doseur pendant deux minutes.
4. Peser le prémélange expulsé.
5. Calculer l'expulsion maximale à la minute.
6. Facultatif : Répéter à différentes vitesses ou différents pourcentages.
7. On peut utiliser du papier millimétré ou un programme de tableur pour constituer un tableau affichant le taux d'expulsion de prémélange par minute à différents paramètres de vitesse, de 0 à 100 % d'expulsion maximale. Afficher ce tableau à côté du doseur.



Étalonnage des doseurs

Détermination du taux de dosage de prémélange pour enrichir à des niveaux établis :

Finalement, il faut prendre les *mesures* du **taux de production de farine** et du **taux de dosage de prémélange** calculées antérieurement et les utiliser pour déterminer le taux de dosage en grammes par minute requis pour enrichir la farine au niveau recommandé.

Déterminer le taux d'addition recommandé pour le prémélange (spécifications du fournisseur sur l'emballage)

1. Calculer le taux de dosage de prémélange par minute à l'aide de ces formules :
2. Ajuster la commande/molette sur le doseur pour incorporer le poids de prémélange calculé par minute. Tout est prêt pour commencer l'enrichissement.

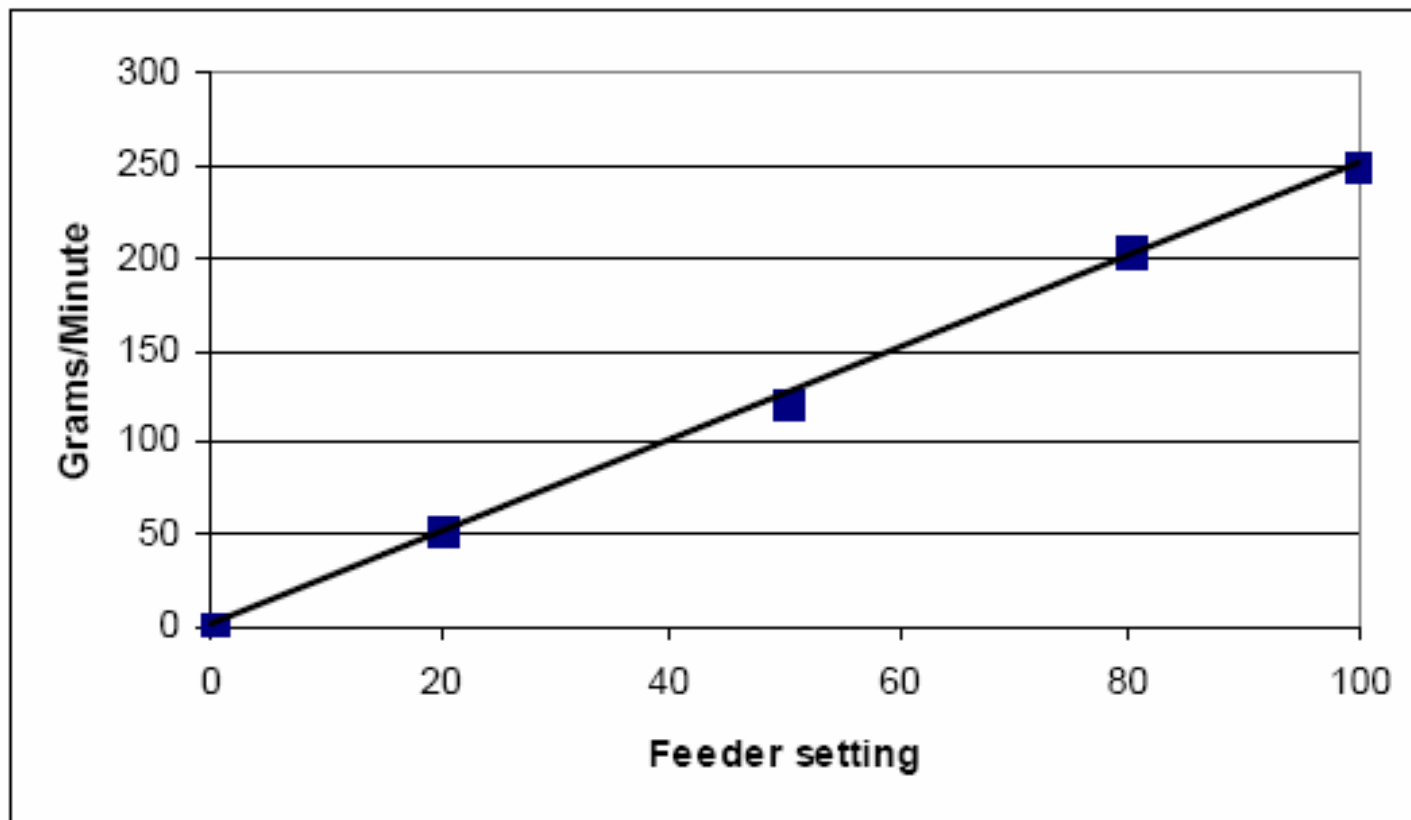
$$\frac{\text{poids de prémélange en grammes par tonne}}{1000} = \text{grammes par kg de farine}$$

$$(\text{poids de prémélange par kg}) \times (\text{taux de production par minute en kg}) = \text{poids de prémélange requis par minute}$$

Tableau d'étalonnage de doseur

Le préparer et l'afficher à côté du doseur

Figure 4 Example of feeder calibration curve



Directives pour les opérations d'enrichissement

1. Il faut s'assurer de l'étalonnage des doseurs et de la mesure des capacités réelles de production de la minoterie.
2. S'assurer que la trémie du doseur contient le prémélange.
3. Démarrer la minoterie et la laisser tourner pendant au moins 15 minutes pour qu'elle atteigne son taux normal de production.
4. Démarrer le doseur au paramètre requis comme déterminé au processus d'étalonnage.
5. Réaliser des *pesées de vérification* en début de production et toutes les DEUX heures pour confirmer que le taux d'addition est correct. Le régler s'il est de 10 % inférieur ou supérieur au taux ciblé. Revérifier le taux d'addition à l'aide de la procédure de pesée. Essayer de maintenir les paramètres dans les limites de 5 % par rapport à la cible. Il faut exécuter des pesées de vérification au début de chaque équipe de travail ou toutes les huit heures de fonctionnement.

Directives pour les opérations d'enrichissement

5. Il faut vérifier systématiquement chaque doseur de prémélange en cours de production pour s'assurer que les trémies sont suffisamment remplies et que les doseurs fonctionnent correctement.
6. *Remarque : À titre de mesure supplémentaire de contrôle de la qualité, les minoteries peuvent faire en sorte que les trémies soient remplies régulièrement avec consignation du poids du produit restant dans la caisse de prémélange. Si l'on compare la quantité utilisée entre pesées à la production de farine pendant la même période, on obtient une mesure d'addition du produit.*
7. Il importe de contrôler en permanence sur la chaîne de production que le doseur ne manque jamais de prémélange. Beaucoup de doseurs ont un témoin de faible niveau qu'il est possible de contrôler.
8. En fin de production, il faut désactiver le doseur de prémélange avant d'arrêter la chaîne de production.
9. Les relevés de production doivent indiquer ce qui suit :
 - Le numéro de lot du prémélange utilisé
 - Les pesées de contrôle
 - Les réglages du doseur, le cas échéant
 - L'horaire des pesées de contrôle

Méthode de pesée de contrôle



[Retour à la table des matières des nutriments](#)

[Retour au début de la section](#)

Prémélange : Manutention, entreposage et gestion

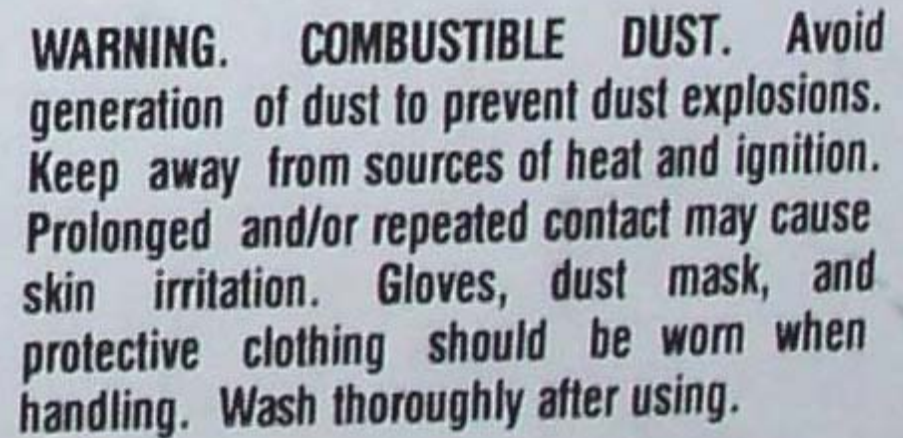
- **Manutention sécuritaire du prémélange**
- **Maintien de la durée de conservation du prémélange**
- **Méthodes de livraison et de réception du prémélange**
- **Gestion des réserves de prémélange**

Entreposage et manutention sécuritaires du prémélange

Les prémélanges étant des sources concentrées de vitamines et de minéraux, de petites doses sur des périodes prolongées peuvent être nocives. Il se peut que des travailleurs développent de légères réactions dermiques dues à une allergie à certains ingrédients des prémélanges.

Prendre les précautions suivantes lors de la manutention des prémélanges :

1. Les boîtes de prémélange doivent comporter une *étiquette de mise en garde* et les précautions à observer à la manutention.
2. Les prémélanges ne doivent jamais être utilisés directement dans les aliments : **ILS SONT TROP CONCENTRÉS POUR ÊTRE CONSOMMÉS DIRECTEMENT**. Les travailleurs de la minoterie **DOIVENT EN ÊTRE INFORMÉS** et comprendre cette consigne de sécurité. Il faut distribuer ou faire connaître à tous les travailleurs en contact avec les prémélanges la fiche technique santé-sécurité ou une fiche informative sur le produit avec les instructions de manutention.



WARNING. COMBUSTIBLE DUST. Avoid generation of dust to prevent dust explosions. Keep away from sources of heat and ignition. Prolonged and/or repeated contact may cause skin irritation. Gloves, dust mask, and protective clothing should be worn when handling. Wash thoroughly after using.

Entreposage et manutention sécuritaires du prémélange

(suite)

3. Lorsqu'il remplit la trémie du doseur, l'opérateur doit porter une chemise à manches longues, des gants et un masque antipoussières. Il peut aussi porter des lunettes de sécurité, une résille pour les cheveux, un casque ou d'autres éléments protecteurs selon les politiques de la minoterie. (Comme il ne faut pas plus d'une minute pour remplir la trémie, l'opérateur peut estimer ces dispositions inutiles.)
4. Les travailleurs qui manipulent les prémélanges doivent porter des *chemises à manches longues et des gants* lorsqu'ils sont en contact avec le produit. La peau de certaines personnes réagit aux enrichisseurs de farine comme la niacine. L'effet vasodilatateur de la niacine produit souvent des rougeurs sur la peau; c'est une réaction courante. C'est un effet sans danger et transitoire qui peut cependant être ennuyeux.
5. Après remplissage des trémies, les travailleurs doivent *se laver les mains et les parties de la peau* qui ont été exposées au prémélange.
6. Il faut conserver les boîtes de prémélange dans un endroit pratique mais qui ne soit pas exposé à la lumière solaire, qui ne soit pas trop chaud (à côté d'une chaudière par exemple) et à l'abri de toute atteinte par l'eau ou un chariot élévateur. Les boîtes peuvent être empilées les unes sur les autres, mais disposées de telle façon que l'on puisse instaurer un système premières arrivées, premières sorties (PEPS).

Entreposage et manutention sécuritaires du prémélange

(suite)

7. Il faut normalement prévoir une boîte à la fois à côté du doseur pour le remplissage. La boîte et le sac interne sont ouverts. Une petite pelle peut être placée à l'intérieur du sac ouvert pour faciliter les opérations. Garder le papier, le plastique et autres contaminants hors du sac car ils risqueraient de tomber dans la trémie et de provoquer une panne. Dans l'idéal, la sac interne en plastique doit être d'une couleur telle que l'opérateur puisse facilement le remarquer.
8. Une fois la trémie remplie, l'opérateur doit remettre la pelle dans le sac ou à tout autre endroit désigné. Le sac interne doit être torsadé-fermé et les rabats en carton refermés dessus. Cette boîte en cours d'utilisation doit être laissée dans un endroit pratique pour utilisation future, mais sans l'exposer à des conditions qui pourraient l'endommager.
9. Tout prémélange renversé sur le sol doit être immédiatement nettoyé en y ajoutant de la farine avant de le balayer.

Maintien de la durée de conservation du prémélange

1. **Conditions idéales de stockage** : Stocker dans des pièces bien aérées à des températures basses ou moyennes (de préférence inférieures à 25 °C) et éviter les milieux humides. Lorsqu'il est impossible de contrôler l'humidité, employer des emballages en matériau pare-vapeur.
2. **Acheter en petites quantités** : Il faut estimer la quantité de prémélange commercial nécessaire et l'acquérir en quantités suffisamment réduites pour qu'il ne soit pas nécessaire de les stocker pendant de longues périodes.
3. **Rotation des stocks** : À la réception d'une expédition, noter et classer le ou les numéros des lots de production. Utiliser une rotation des stocks basée sur le système premier entré, premier sorti (PEPS).
4. **Utilisation des contenants ouverts** : Tout sac de prémélange ouvert doit être refermé et protégé contre la chaleur et la lumière lorsqu'il n'est pas utilisé.

Méthodes de réception des prémélanges

- 1) *Évaluer l'état de l'emballage* 2) *S'assurer que la réception correspond à la commande*



- 3) *Noter le n° de lot et le type de prémélange* 4) *Prélever le certificat d'analyse et le classer*



Gestion des réserves de prémélange

Il faut attribuer clairement à la minoterie les responsabilités de chacun en ce qui concerne les différents aspects de conservation des prémélanges. Ce sont notamment les attributions principales suivantes :

- Contrôle des stocks et commande (les délais de commande doivent faire intervenir le taux d'utilisation et le temps nécessaire au traitement, à l'expédition et à la réception d'une expédition).
- Les manutentions à la minoterie, notamment le stockage, les déplacements à la chaîne de production et l'addition au(x) doseur(s).
- Les contrôles de qualité à l'arrivée à la minoterie et à intervalles réguliers dans les stocks et sur les chaînes de production. Cette fonction n'est pas la même que le contrôle de la qualité des farines enrichies.

[Retour à la table des matières des nutriments](#)

[Retour au début de la section](#)

Équipement : Entretien et dépannage

- **Inspection et entretien réguliers**
- **Problèmes avec les aimants**
- **Dépannage**

Inspection et entretien réguliers

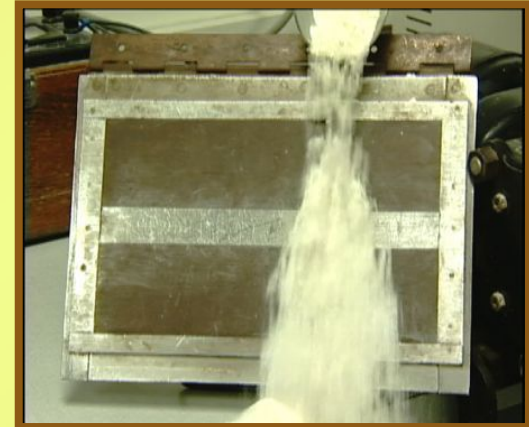
- En règle générale, les inspections et l'entretien des doseurs de prémélange et de l'équipement de contrôle sont minimales, mais varient en fonction du type de doseur.
- Les fabricants doivent fournir avec l'équipement des directives précises d'inspection et d'entretien (vérifier à la livraison).
- Il se peut qu'il faille traduire ces directives dans la langue du pays si le fabricant ne l'a déjà fait.
- On peut consulter les fabricants pour savoir quelles pièces risquent de s'user et comment les obtenir.
- Il faut commander et garder disponible une réserve de pièces à changer souvent.

Problèmes avec les aimants

(diapo 1 de 2)

Les aimants de la chaîne de production peuvent causer des problèmes mineurs en attirant les formes de fer élémentaire (réduit) utilisées dans certains prémélanges.

- **Les sels de fer** (sulfate ferreux, fumarate ferreux et EDTA de fer) utilisés dans certains prémélanges NE SONT PAS attirés par les aimants prévus pour retenir les débris métalliques.



La poudre de **fer élémentaire** dans les prémélanges peut être attirée par les aimants, MAIS :

- Seuls de rares aimants sont suffisamment forts pour extraire les poudres de fer élémentaire de la farine lorsqu'elle passe par eux. L'aimant se sature rapidement de poudre de fer et atteint un état d'équilibre interdisant toute extraction additionnelle du fer.
- On a remarqué par expérience que les aimants éliminent en général les débris métalliques mais pratiquement pas de poudre de fer parce que ces débris sont des milliers de fois plus larges et qu'ils sont beaucoup plus fortement attirés.
- En cas de doute à ce sujet, on peut vérifier en inspectant la surface des aimants pour déterminer si de grandes quantités de poudre de fer s'y trouvent.

Problèmes avec les aimants

(diapo 2 de 2)

Si les aimants sont équipés d'un système manuel de nettoyage, comme le sont la majorité des nouveaux aimants en tube, vérifier la quantité de poudre de fer éliminée au nettoyage.



- S'il semble qu'il y ait un problème, il peut y avoir des solutions alternatives comme l'indique la page suivante.

Solutions aux problèmes avec les aimants

Mesures pour corriger les problèmes de séparation du fer dus aux aimants:

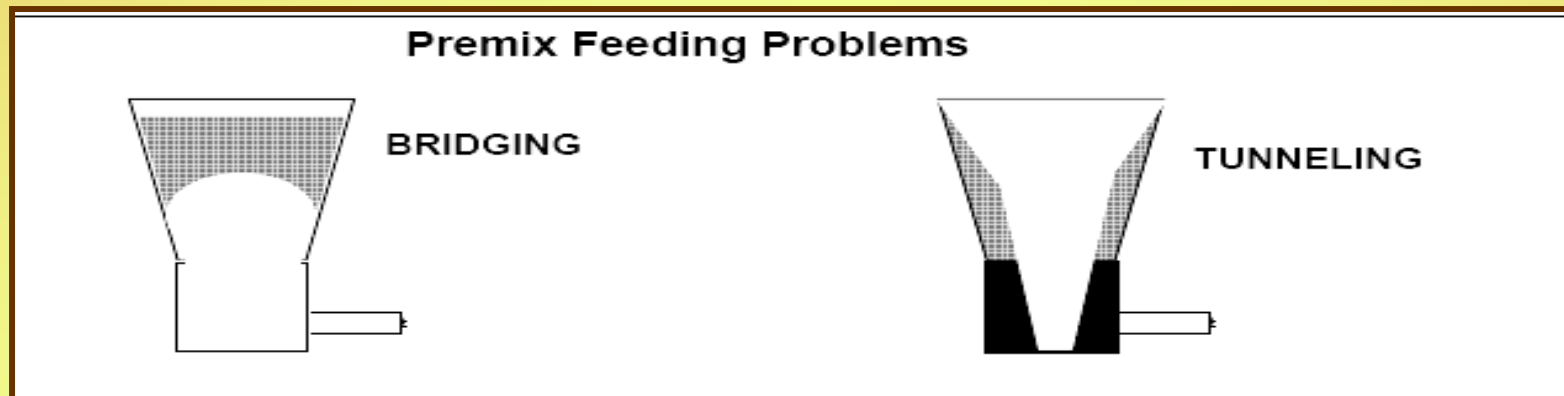
- Installer les aimants dans un endroit où le débit de farine fait office de mécanisme continu de nettoyage en passant sur l'aimant.
- Si la poudre de fer forme un pont entre les tubes aimantés, utiliser un système d'aimants dont les tubes sont plus espacés.
- Placer les aimants avant le point d'addition du prémélange et compter sur les tamis pour éliminer les débris métalliques après ce point.
- Utiliser une source de fer non magnétique, telle que les sels de fer.

Dépannage

- Pour éviter les problèmes de production et les rectifier, il faut être prêt et savoir à quoi s'attendre; c'est le meilleur moyen.
- Les liens ci-dessous offrent des informations de dépannage et indiquent les mesures à prendre concernant les problèmes suivants :
 - **Problème de prémélange et de doseurs**
 - **Variations de l'alimentation électrique**
 - **Séparation et perte des vitamines et minéraux**

Problèmes de prémélange et de doseurs

- Il importe d'inspecter visuellement et fréquemment les doseurs de prémélange, surtout s'ils viennent d'être installés.
- Le tassage et l'adhésivité du mélange peuvent entraîner la formation d'amas, de pont ou de tunnel dans le doseur. L'alimentation d'un matériau lâche est plus lente en poids par unité de temps que celle d'un matériau compact. Par conséquent, un prémélange compact peut entraîner des problèmes en raison de la variabilité de son taux de dosage.



ACTIONS :

1. Demander au fabricant du prémélange de modifier les niveaux d'excipients et d'agents fluidisants.
2. Installer une agitation mécanique dans les trémies des doseurs de prémélange. (*Voir page suivante.*)
3. Vider les doseurs qui ne seront pas utilisés pendant un certain temps.

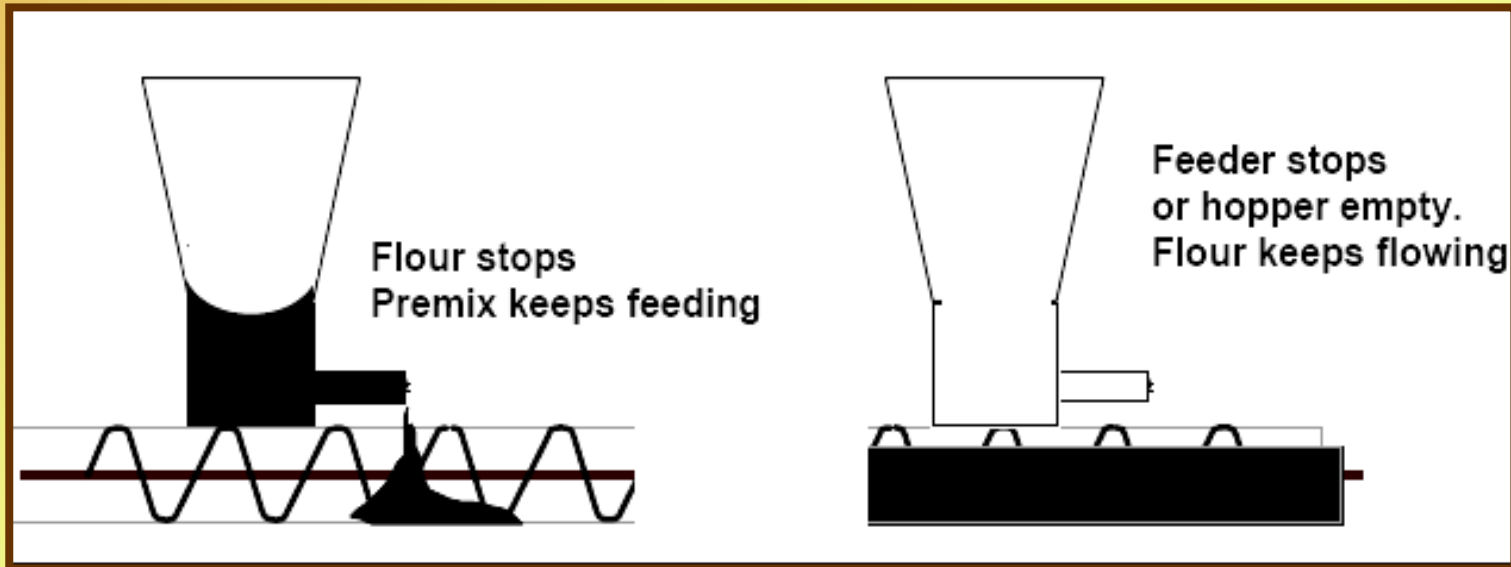
Agitation mécanique

L'installation d'un agitateur mécanique dans la trémie permet d'éviter que le prémélange ne forme un pont, un agglutinement et un amas compact. Certains modèles de doseurs sont automatiquement équipés en usine d'un mécanisme d'agitation.



Problèmes de prémélange et de doseurs

Tout problème au niveau du débit de farine ou de prémélange affecte le taux de prémélange ajouté à la farine qui n'est plus correct.



ACTIONS :

1. Inspecter fréquemment le doseur
2. Installer une alarme ou un témoin lumineux de faible niveau sur la trémie
3. Installer un système de verrouillage électrique entre les commandes de chaîne de production et de doseur (*voir page suivante.*)

Systeme de verrouillage électrique de sécurité

(diapo 1 de 2)

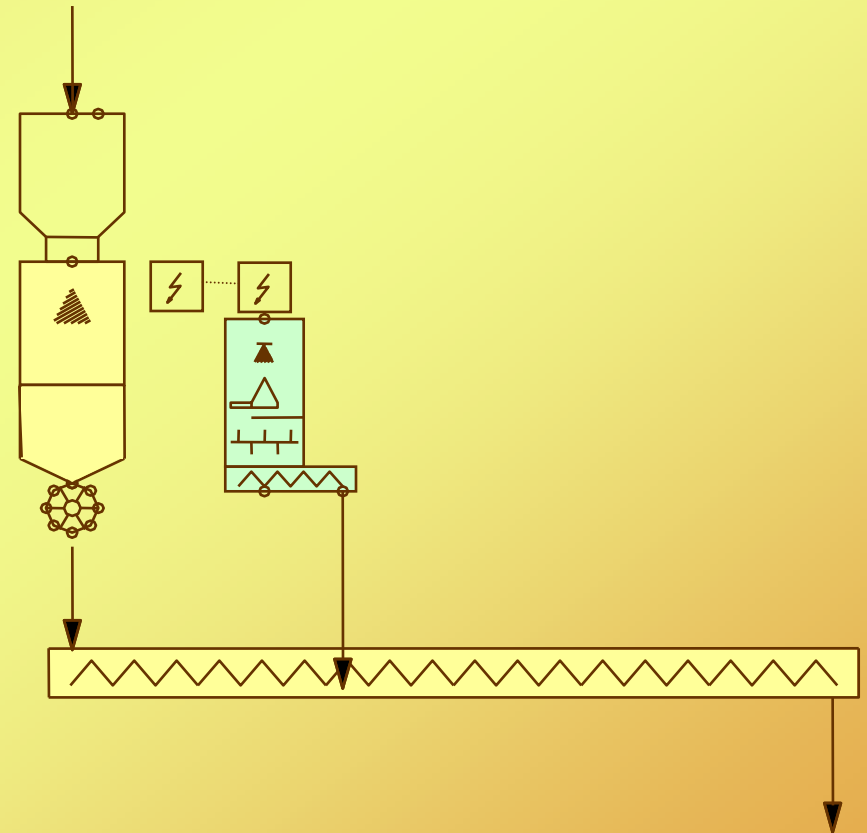
- Un verrouillage permet de couper l'alimentation au doseur si le convoyeur de collecte de la farine s'arrête. Cela permet d'éviter un traitement excessif accidentel de la farine en cas de panne mécanique dans la minoterie.
- Il est fortement conseillé d'installer un système de verrouillage électrique entre le moteur du doseur et celui d'entraînement du convoyeur de collecte de la farine.
- Dans les systèmes d'injection pneumatique, il faut prévoir un verrouillage entre le doseur et la soufflante pour qu'il soit impossible de mettre le doseur en service sans la soufflante. On évite ainsi les accumulations de prémélange dans les canalisations pneumatiques suivies d'un traitement excessif de la farine lorsque la soufflante entre en action.
- À titre d'alternative, on peut relier un contacteur à extinction automatique sur le doseur à un témoin de débit de la farine ou à un indicateur de pression dans un système pneumatique.

Systeme de verrouillage électrique de securité

(diapo 2 de 2)

Dosage de prémélange asservi au débit de farine :

- La méthode la plus précise d'enrichissement consiste à verrouiller en continu le taux d'addition du doseur au débit mesuré de farine.
- Il faut pour cela un appareil pour mesurer le débit de farine et des commandes informatisées pour se charger du verrouillage.



Variations de l'alimentation électrique

- Il se peut que la minoterie soit sujette à des fluctuations d'alimentation électrique dues à des problèmes d'alimentation du réseau national et à la variabilité des générateurs.
- Cela peut être source de problèmes car les doseurs et les variateurs doivent fonctionner de façon constante et uniforme pour assurer un enrichissement adéquat.
- Les variations de tension peuvent perturber le taux de production de la farine et le taux de dosage du prémélange avec comme résultat un enrichissement inadéquat de la farine.

ACTIONS :

1. Utiliser des régulateurs de tension si les moteurs de doseurs sont à une seule tension.
2. Utiliser des moteurs triphasés. Ils sont plus fiables, ils chauffent moins et durent plus longtemps en général que les moteurs monophasés. Mais il leur faut une alimentation électrique triphasée, ce qui représente un investissement initial plus élevé.

Séparation et perte des vitamines et minéraux

Certains des minéraux et vitamines ajoutés peuvent être détruits, être séparés ou éliminés à d'autres points de la chaîne de production, tels que celui de l'aspiration pneumatique ou du filtrage. On peut le déceler à l'aide d'essais quantitatifs. La vitamine A et la riboflavine sont plus particulièrement vulnérables.

ACTIONS :

- Confirmer que le prémélange utilisé est bien celui qui convient à la farine.
- Vérifier le collecteur de poussières. Les excès de riboflavine colorent la poussière en jaune. Les essais quantitatifs identifient les autres vitamines et minéraux présents. Si c'est le cas, modifier ou éliminer l'aspiration pneumatique après le point d'addition ou enrichir la farine à une étape ultérieure du processus.
- S'assurer que la farine n'est pas exposée à de fortes chaleurs (<40 °C) ou à la lumière après addition du prémélange.
- Ne pas faire passer la farine dans des épurateurs ou sous aspiration excessive après addition du prémélange. Il faut installer les épurateurs plus tôt dans la chaîne de production.

[Retour à la table des matières des nutriments](#)

[Retour au début de la section](#)

Section 4

Contrôle de la qualité

- **Importance du système de contrôle de la qualité**
- **Problèmes de sécurité**
- **Généralités sur les méthodes de contrôle de la qualité**
- **Tenue des relevés**
- **Contrôle du taux de dosage**
- **Iron Spot Test (test de dépistage du fer)**
- **Essais quantitatifs à l'aide d'un nutriment témoin**
- **Essais quantitatifs extérieurs**
- **Programme de contrôle de la qualité**
- **Contrôle extérieur par les administrations légalement compétentes**

Importance d'un système de contrôle de la qualité

- Les minoteries jouent un rôle très important lorsqu'il s'agit d'assurer le succès des efforts nationaux pour fournir une farine enrichie aux populations et obtenir la satisfaction du client.
- Il faut un produit enrichi de haute qualité constante pour satisfaire les clients et se conformer aux normes du gouvernement.
- La qualité demande un programme d'assurance et de contrôle bien défini et complet dans les minoteries, ainsi qu'à tous les niveaux d'un programme national d'enrichissement. Les plans pour renforcer le niveau général national, une bonne qualité et un développement adéquat demandent des procédures détaillées d'assurance et de contrôle de la qualité



Contrôle de la farine enrichie

Le contrôle de l'enrichissement se décompose en trois phases:

1. **Contrôle interne** (assurance et contrôle de la qualité) par les minoteries, avec l'aide éventuelle d'une association centrale de minotiers;
2. **Contrôle externe** (contrôle des aliments et application des lois qui s'y rapportent) par le gouvernement;
3. Contrôle par le gouvernement de **la couverture et de l'efficacité** d'une organisation désignée.

Essais qualitatifs de la farine

- **Les essais qualitatifs** sont simples et rapides; la minoterie peut s'en charger pour déterminer si un échantillon de farine a été enrichi ou non et estimer, à la suite de tests, si la farine est sous-enrichie ou surenrichie.
- Le principal test utilisé à cet effet est celui du **dépistage du fer (Iron Spot Test)** (il faut d'autres tests pour l'EDTA de sodium et de fer).
- Dans certains cas, il n'est pas possible de recourir à ce test en raison du type et du taux de fer ajouté. Il existe alors d'autres essais qualitatifs qui sont:
 - **Test de la riboflavine à la lumière noire** – la riboflavine devient fluorescente sous les ultraviolets. Il faut procéder à ce test dans une chambre noire ou une boîte à l'aide d'une nappe Pekar de farine humide comparée à une farine non enrichie et une farine enrichie standard.
 - **Test de couleur pour la vitamine A** – C'est un test relativement compliqué qu'il faut exécuter en laboratoire. Il se présente sous la forme d'une comparaison entre l'intensité d'une couleur bleue qui se forme en présence de la vitamine A et une solution standard de sulfate de cuivre.

Ces deux tests alternatifs ne remplacent pas le test de dépistage du fer. On suggère d'inclure toujours une certaine quantité de fer élémentaire dans le prémélange en guise de repère, tout en réalisant que cela augmente la teneur totale en fer sur le plan qualitatif.

Essais semi-qualitatifs de la farine

Le test de dépistage du fer et le test de couleur de la vitamine A correctement exécutés avec des échantillons de farine enrichie connus offrent une estimation grossière du niveau d'enrichissement dans un échantillon inconnu. L'échelle descriptive suivante constitue un moyen de consigner les résultats.

- Aucun enrichissement détecté
- Niveau faible
- Niveau normal
- Niveau élevé
- Niveau très élevé

Problèmes de sécurité

Cinquante ans d'expérience ont prouvé que l'enrichissement de la farine est très sûr et ne présente qu'un risque minime, lequel les procédures de contrôle et d'assurance de qualité établies permettent de contrôler facilement.

Deux problèmes de sécurité principaux :

1. Établir des normes sûres et adéquates :

Il faut établir des normes nationales d'enrichissement suffisamment élevées en matière de vitamines et minéraux pour assurer les bienfaits nutritionnels, mais suffisamment restreintes pour garantir que les consommateurs ne consommeront pas trop d'éléments nutritifs en permanence.

2. Éviter un enrichissement excessif accidentel de la farine : Il existe un ensemble de pratiques standard pour éviter que les niveaux de minéraux et de vitamines soient trop élevés; on utilise pour ce faire un équipement et des procédures pour surveiller l'emploi des prémélanges et des niveaux de nutriments dans la farine enrichie.

- Le personnel de production de la minoterie peut facilement déterminer si le taux de prémélange ajouté est trop élevé par des tests normaux de contrôle de la qualité. De plus, la farine enrichie à des taux trop élevés se caractériserait par une couleur inadéquate due au fer et à la riboflavine, ce qui est inacceptable pour la majorité des consommateurs.

Généralités sur les méthodes de contrôle de la qualité

Il faut que les procédures standard pour tester l'enrichissement en cours de production donnent des résultats fiables et qu'on puisse les exécuter rapidement afin de prendre sans délai des mesures correctrices en cas de problème.

- Comme pour toute autre procédure de contrôle de la qualité, le processus d'enrichissement et les résultats doivent être contrôlés et consignés.
- Les quatre méthodes de base de contrôle de la qualité sur l'enrichissement de la farine à utiliser dans chaque minoterie sont relativement rapides et simples à exécuter régulièrement.
 1. **Consignation de l'utilisation de prémélange et production de farine enrichie;**
 2. **Contrôle du taux de dosage du prémélange et débit de la farine;**
 3. **Essais qualitatifs (test de dépistage du fer);**
 4. **Envoi régulier d'échantillons pour des essais quantitatifs.**
- Sauf dans des cas extrêmes, les ajustements doivent être basés sur les tendances à la longue et non sur les résultats d'un seul test.

Test de dépistage du fer (Iron Spot Test)

C'est le test le plus couramment utilisé par les minoteries pour le contrôle de la qualité; il vise à assurer que le volume correct de prémélange soit ajouté à la farine et que le produit obtenu soit uniforme.

- Il existe une procédure modifiée donnant d'excellents résultats sur les farines enrichies aux poudres de fer élémentaire; elle se compose d'une partie de 1 N HCl et de six parties de méthanol ou d'éthanol dénaturé à la place du 2 N HCl, comme l'exige la procédure standard. C'est une solution très stable que l'on peut conserver pendant des mois. On obtient avec cette procédure des points noirs sur fond blanc et on évite aussi d'avoir à utiliser un solution acide plus forte.
- Toutefois, ce test ne peut pas servir à tester l'EDTA de sodium et de fer. En cas d'utilisation de NaFeEDTA, demander à la compagnie qui fournit le composé d'indiquer les méthodes d'essai.



Test de dépistage du fer

Fréquence d'exécution :

Toutes les quatre heures et en début et fin de chaque lot de production.

1



Éléments testés :

Échantillons de farine prélevés à la fin de la chaîne de production (le plus souvent avant l'ensachage, mais des échantillons prélevés dans les sacs peuvent aussi faire l'objet de tests).

2



Description de la méthode :

Cette méthode, certifiée par l'AACC, permet d'exécuter des analyses qualitatives du fer dans la farine enrichie.

Le fer ferrique ajouté à la farine réagit en présence d'un réactif, le thiocyanate (KSCN), pour former un complexe coloré rouge.

Un nombre plus élevé de taches rouges et rouge foncé apparaît dans la farine enrichie par rapport à la farine non traitée.

Iron Spot Test

(Test de dépistage du fer)

Avantage du test de dépistage

- Technique simple, rapide et facile qui n'exige pas de traitement préalable de l'échantillon.
- Peu coûteux, il ne lui faut que deux réactifs, KSCN (ou NaSCN) et HCl.
- Un personnel sans grande formation peut se charger de l'essai.

Limites

- Non quantitatif, c.-à-d. qu'il ne permet pas de déterminer la teneur en fer de l'échantillon.
- La méthode ne montre que le fer ferrique. Si du fer est ajouté sous la forme ferreuse, il faut oxyder l'échantillon avec du peroxyde d'hydrogène pour le convertir de ferreux en ferrique avant analyse.
- Fonctionne très mal avec le NaFeEDTA

3



4



5



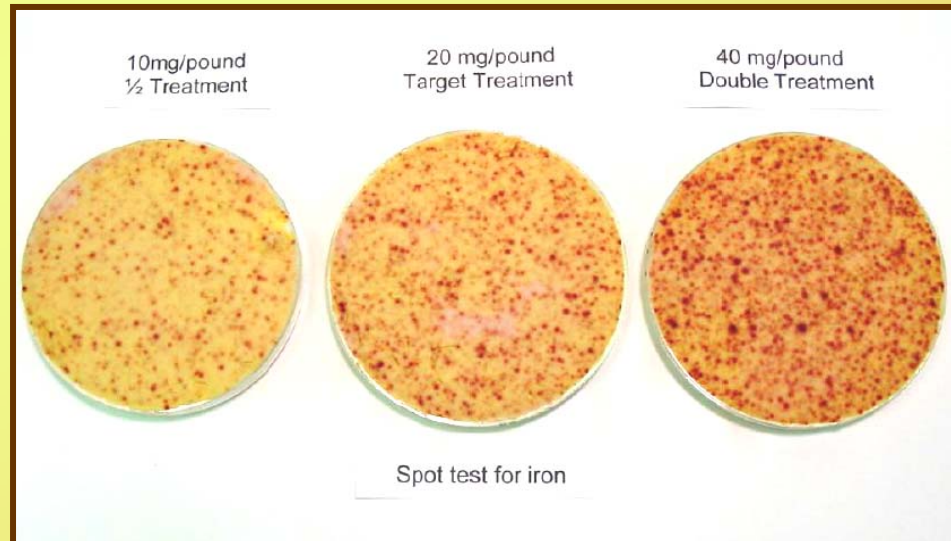
Test de dépistage du fer

6



POINTS
ROUGES

7



Test de dépistage du fer

- On peut se procurer du NaSCN de qualité alimentaire si l'on doute de la sécurité de ce réactif. Toutefois, comme avec tout produit chimique concentré, il faut prendre des soins particuliers lors de son utilisation.
- Le test fonctionne mieux avec des poudres de fer élémentaire et très mal avec le NaFeEDTA. Certains produits NaFeEDTA n'engendrent aucune tache, se contentant seulement de rougir légèrement l'ensemble.
- Les chimistes des minoteries disposent de différents moyens pour préparer la farine aux essais.
 - La manière la plus simple consiste à imprimer le fond d'un bécher de 50 cc dans un petit tas de farine posé directement sur l'établi. Ajouter les réactifs avec un compte-gouttes jetable en plastique et, une fois terminé, balayer le tas de farine dans une poubelle.
 - Les autres méthodes de préparation de la farine sont plus laborieuses, mais donnent de meilleurs résultats semi-quantitatifs. Dans le test Pekar à nappe humide avec des échantillons connus et inconnus, on laisse les réactifs se répandre dans les nappes humides.
 - Certaines compagnies de prémélanges peuvent fournir des conseils supplémentaires sur l'utilisation des tests de dépistage du fer et des moyens d'optimiser leur efficacité.

Test de dépistage du fer

Réactions appropriées selon les résultats des tests

- Les résultats de tests uniques réalisés chaque jour en cours de production (toutes les 2, 4 ou 8 heures, selon les besoins) montrant plus ou moins de taches par rapport au niveau ciblé ne sont pas déterminants pour changer les réglages du système de dosage des micronutriments.
- La quantité de fer varie toujours légèrement dans les tests de dépistage ainsi que dans les tests qualitatifs.
- Par contre, des réglages s'imposent si l'on remarque à la longue une tendance systématique (hausse constante, baisse constante ou tendance à la hausse ou à la baisse).
- Ajuster un système de dosage de prémélange en fonction d'un ou deux résultats de dépistage, alors que ce n'est pas indispensable, a de fortes chances d'élargir la variabilité du système et de compliquer les futures mesures.
- Une action est justifiée quand les niveaux de fer mesurés sur une période donnée sont trop élevés ou trop faibles.
 - Vérifier les doseurs de prémélange, l'acheminement de la farine, les mélangeurs et ajuster s'il le faut.
 - Prélever un échantillon supplémentaire pour le tester.

Tenue des dossiers



- **Dossiers sur le prémélange:** Vérifier, noter et conserver des renseignements sur la livraison et l'utilisation du prémélange.
- **Dossiers sur la production de farine:** Collecter et conserver des informations sur la quantité de farine enrichie produite.



- **Rapprochement d'utilisation des prémélanges:** Rapprocher et noter l'utilisation réelle de prémélange par rapport aux besoins ciblés. La quantité de prémélange utilisée doit être comparée aux relevés de production de farine et notée. On peut ainsi déterminer simplement si le volume de prémélange utilisé est correct.



- **Dossiers sur les essais de contrôle de la qualité:** Il faut noter avec soin les résultats des tests de contrôle de qualité exécutés dans la minoterie et à l'extérieur, puis les conserver dans un dossier. Ils permettent de documenter l'historique et la supervision du processus d'enrichissement par le producteur.

Contrôle du taux de dosage



On a vu antérieurement dans la présentation comment calibrer le taux de distribution d'un doseur de prémélange et comment sélectionner le taux de dosage approprié en fonction des capacités de production de la minoterie.

Il est de prime importance de continuer à organiser régulièrement des tests de pesée pour s'assurer que le taux de dosage du doseur reste constant.



Note de rappel: Pesée de contrôle: le poids de prémélange injecté sur un laps de temps précis (1 ou 2 minutes) est relevé et comparé au poids ciblé pour le prémélange.

Essais quantitatifs à l'aide d'un nutriment témoin

- Ce sont souvent des laboratoires mieux équipés et dotés d'une expérience et de capacités supérieures à celles d'une minoterie qui se chargent des essais quantitatifs sur la farine enrichie.
- On teste en général un des ingrédients du prémélange qui sert de « témoin » pour les autres. C'est une méthode valide pour les prémélanges qui ont été correctement conçus, fabriqués et mélangés pour obtenir un rapport constant des différents nutriments.
- Comme ce rapport est constant, la mesure d'un des micronutriments dans la farine permet de confirmer le dosage des autres.
- On suppose qu'il n'y a eu aucune destruction ou séparation du nutriment témoin après addition du prémélange.
- Le fer est souvent utilisé comme témoin, mais on peut aussi utiliser la vitamine A lorsque la farine en contient.



Essais quantitatifs extérieurs

- L'essai quantitatif des vitamines et minéraux dans la farine enrichie exige un équipement sophistiqué et une observation soignée de protocoles car les niveaux de vitamines et de minéraux sont relativement faibles comparés au volume de la farine.
- Les essais quantitatifs pour la minoterie doivent être exécutés sur des échantillons composites documentés prélevés sur la chaîne de production ou dans l'entrepôt et envoyés par la minoterie.
- Les questions sur la précision des résultats doivent être acheminées à un laboratoire de référence certifié, utilisant des procédures d'essai officiellement approuvées.



Il est fortement recommandé que tout laboratoire exécutant des essais quantitatifs:

- utilise une norme d'enrichissement alimentaire indiquant les niveaux certifiés de nutriments pour rectifier toute déviation dans les résultats;
- exécute régulièrement une norme d'enrichissement de la farine pour évaluer toute erreur analytique du laboratoire à chaque essai.

Essais quantitatifs extérieurs

Collecte d'un échantillon composite de farine enrichie

La création d'échantillons composites se fait en mélangeant de petits échantillons de farine enrichie prélevés à intervalles réguliers pendant la durée de production d'une équipe de travail.

- L'échantillon composite constitué de 5 à 10 prélèvements devrait être représentatif d'un lot de production correspondant à 8 heures.
- Les échantillons constituant l'échantillon composite doivent avoir le même volume et être prélevés uniformément sur la période de production de manière à représenter la production totale durant cette période.
- On se propose avec l'échantillon composite d'estimer la valeur moyenne des nutriments dans un lot de production. L'utilisation d'échantillons composites permet de réduire les frais d'analyse en limitant le nombre d'essais nécessaires à l'établissement d'une estimation de la valeur moyenne.
- Réagir à une seule ou plusieurs observations de valeurs élevées ou faibles de nutriments est une utilisation inappropriée des essais quantitatifs. Ayant pour but d'établir des tendances à la longue, c'est un outil de valeur lorsqu'il est utilisé de cette manière.

Essais quantitatifs extérieurs

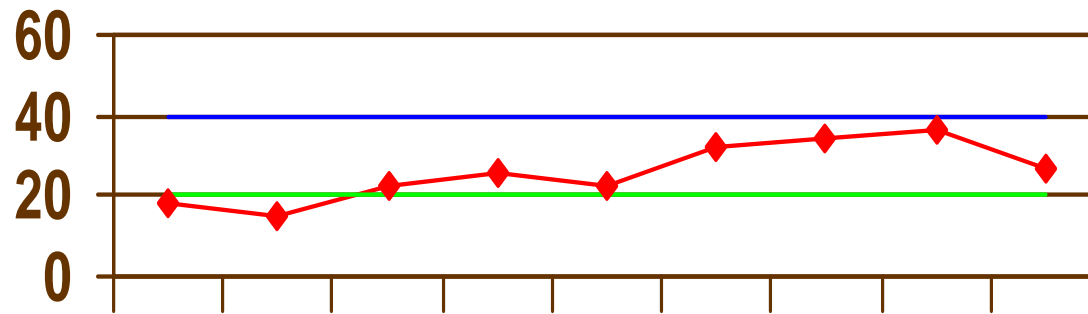
Essais d'uniformité ou de capacité de la minoterie

- Toute minoterie qui se lance dans le processus d'enrichissement, souhaite déterminer sa capacité à produire une farine uniformément enrichie.
- Pour ce faire, il faut procéder à des essais quantitatifs d'un nutriment témoin (d'ordinaire le fer) dans des échantillons ponctuels de farine (non pas des échantillons composites) sur un lot de production. On suggère de prélever 7+ échantillons sur une production de 8 heures.
- Calculer le coefficient de variation (CV) = écart standard comme pourcentage moyen de la moyenne.
- Si l'erreur analytique du laboratoire pour cet essai est connue et inférieure à 5 %, un CV, inférieur à 20 % est indicatif d'une variabilité acceptable. Si le CV est supérieur à 20 %, la minoterie doit rechercher les causes possibles de la variation, telles que la variation du débit de farine ou l'addition désordonnée de prémélange.

Essais quantitatifs extérieurs

Utilisation des résultats des tests quantitatifs

- L'ajustement des taux de dosage par les minoteries ne doit pas reposer sur les résultats d'une seule analyse.
- Les tendances à long terme permettent de déterminer s'il faut augmenter ou réduire le taux de dosage du prémélange ou s'il faut demander au fournisseur une formule différente de prémélange.
- Toute décision ou modification doit être fondée sur les « tendances » de plusieurs essais quantitatifs espacés dans le temps. Le tracé d'une courbe de contrôle standard est le meilleur moyen de visualiser ces tendances.

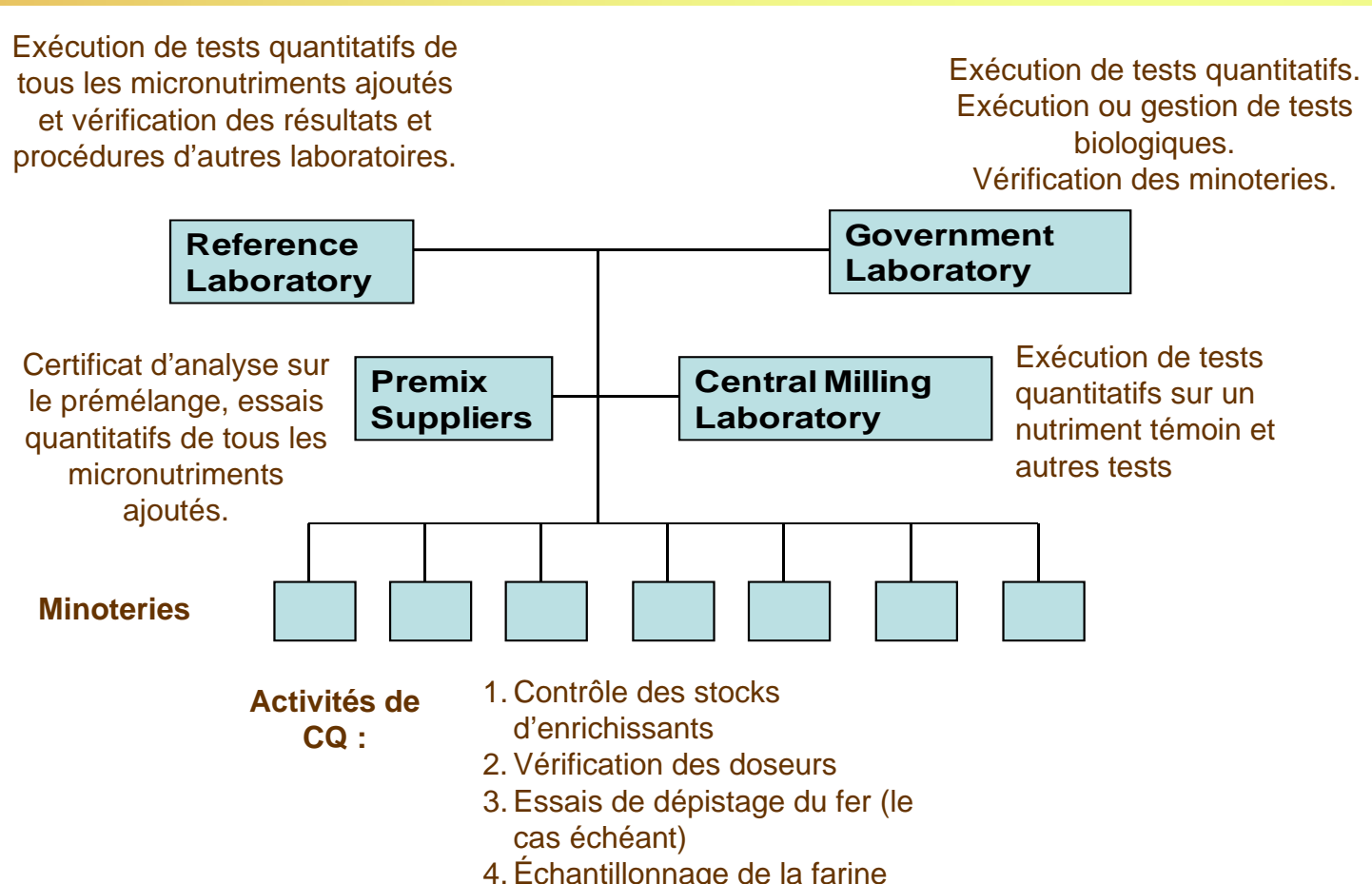


—◆— Assay — Maximum — Minimum

Essais quantitatifs extérieurs

Laboratoires d'essai des farines

Types de tests exécutés dans les laboratoires analysant la farine enrichie



Essais qualitatifs extérieurs

Laboratoires d'essai des farines

- Le *Laboratoire central* peut faire partie d'une association de minotiers, d'une minoterie de grande envergure ou d'un laboratoire indépendant/d'une organisation, fournissant des services d'essais réguliers aux minoteries, particulièrement à celles de moindre envergure qui n'ont pas de capacités d'essai. Cela doit inclure des essais quantitatifs du nutriment témoin qui ne sont pas normalement exécutés par les minoteries elles-mêmes.
- Les *laboratoires gouvernementaux* et les *organismes de contrôle alimentaire* sont liés aux mécanismes d'application et de réglementation des gouvernements centraux. Ils peuvent dans le cadre du contrôle d'une minoterie exécuter des essais quantitatifs d'échantillons de farine collectés dans les minoteries, les domiciles et les marchés. Leurs capacités analytiques sont plus développées; ils peuvent aussi participer à des études de couverture et d'efficacité.
- Le *laboratoire de référence* est d'ordinaire un laboratoire externe certifié capable d'exécuter des tests quantitatifs sur tous les nutriments ajoutés. Il peut être localisé dans un autre pays. On fait appel à lui pour résoudre les litiges sur les niveaux d'enrichissement et pour déterminer si les autres laboratoires fournissent des résultats précis.
- Les *fournisseurs de prémélanges* disposent de leur propres laboratoires pour tester la teneur en micronutriments de leurs prémélanges. Ils peuvent également fournir des services d'essai à leurs clients en prémélanges, d'ordinaire gratuitement.

Programme de contrôle de la qualité

Activités suggérées pour le contrôle de qualité de la farine enrichie :

1. Vérifier toutes les heures le variateur de dosage (que le témoin de niveau faible n'est pas allumé et que le détecteur de vitesse montre qu'il fonctionne).
2. Exécuter des pesées de contrôle des doseurs au moins tous les quarts de travail de 8 heures.
3. Exécuter des essais de repérage du fer au moins toutes les 8 heures.
4. Conduire un contrôle d'inventaire d'usage des prémélanges et de production de farine enrichie au moins une fois par trimestre.

Il faut préciser dans le manuel AQ de la minoterie la responsabilité, la fréquence, le protocole et la consignation des activités susmentionnées et les communiquer à tout le personnel concerné. Tous les rapports doivent être acheminés à une personne possédant l'autorité et la capacité d'agir immédiatement.

Contrôle dynamique

Problèmes et actions: fréquence des tests de contrôle de la qualité

- Si les tests de dépistage montrent que les niveaux de nutriments testés sont inférieurs aux valeurs minimales de l'usine ou supérieurs au niveau maximum tolérable (voir page suivante), il faut alors augmenter la fréquence d'échantillonnage et prendre des mesures correctrices.
- Si deux échantillonnages sur cinq consécutifs montrent que le produit n'est pas conforme aux impératifs techniques, il faut augmenter la fréquence d'échantillonnage et mettre en œuvre des mesures correctrices.
- Si ultérieurement, deux périodes d'échantillonnage sur cinq consécutives sont des échecs quant à la conformité avec les normes, il faut arrêter la production jusqu'à ce que la source d'erreur soit trouvée et les mesures correctrices nécessaires mises en œuvre.
- Une fois que la production a repris, l'échantillonnage doit se faire plus fréquemment.
- On peut réduire ensuite cette fréquence si trois périodes consécutives d'échantillonnage pour chaque catégorie montrent que les résultats de contrôle de qualité sont corrects.

Niveaux supérieurs

Table 5.3 Maximum safe levels in flour

<i>Nutrient</i>	<i>Upper Level (UL)</i>	<i>Amount needed in flour for 540 grams (2000 kcal) to exceed UL</i>
	<i>From the Food and Nutrition Board of the U.S. Institute of Medicine, 2001</i>	
	mg/day	ppm
Iron	45	83
Zinc	40	74
Calcium	2500	4630
Selenium	0.4	0.74
Iodine	1.1	2.0
Folate	1	2.6
Vitamin B₁	none	
Vitamin B₂	none	
Niacin	35 ¹⁴	72
Vitamin B₆	100	206
Vitamin B₁₂	none	
Vitamin A	3.0 or 10,000 IU	6.2 mg/kg or 20,600 IU/kg
Vitamin D	0.050 or 2,000 IU	3,700 IU/kg

¹³ South Africa has separate standards for the final level of micronutrients in different types of maize.

¹⁴ The UL for niacin is based on its vasodilatation effect, which is less of a problem with niacinamide. The Scientific Committee for Food in the European Union has proposed a UL for nicotinic acid of 10 mg and a separate UL for niacinamide of 900 mg. Thus the later form poses no safety limitations in common food fortification practice.

Contrôle extérieur par les administrations légalement compétentes

Rôles des administrations légalement compétentes dans l'enrichissement des farines:

- Contrôler les performances et relevés des procédures d'assurance de qualité des producteurs (audit technique et hors site)
- Confirmer la conformité du produit aux spécifications techniques dans les usines, sites d'ensachage et points d'entrée dans le pays (inspection ou audit sur le site)
- Inspecter et vérifier la conformité légale (d'après l'évaluation analytique de la teneur en nutriments au moyen d'essais quantitatifs)
 - Tous les échantillons doivent contenir l'enrichissant et au moins 80 % des échantillons dans les usines, les lieux d'importation et les entrepôts doivent avoir le minimum légal.
 - Moins de 20 % d'entre eux doivent avoir un pourcentage de nutriments supérieur, mais toujours proche du maximum tolérable, s'il en existe un.

Contrôle extérieur par les administrations légalement compétentes

Audit du gouvernement

Il existe deux types d'audits:

- Un audit technique ou hors-site selon lequel un agent du gouvernement ou une personne désignée par lui révise les informations fournies par les minoteries, ou par une association de minotiers désignée pour recueillir les données et déterminer si la farine est correctement enrichie. Ce qui peut être effectué sur une base trimestrielle.
- L'autre type d'audit consiste en une inspection ou un audit sur site selon lequel des agents d'hygiène du milieu se rendent à la minoterie pour déterminer si l'enrichissement de la farine se fait correctement et pour valider les données fournies aux audits hors site.

Certains organismes gouvernementaux de contrôle alimentaire ajustent la fréquence des audits sur site en fonction des performances antérieures de la minoterie et du nombre de plaintes ou d'abus rapportés pour la minoterie.

[Retour à la table des matières](#)

[Retour au début de la section](#)

Section cinq

Principes de marketing efficace

- **Types de programmes sur l'enrichissement de la farine**
- **Stratégies de marketing**
- **Préoccupations du consommateur**
- **Échantillons de marketing**
- **Aide du gouvernement**

Types de programmes sur l'enrichissement de la farine

Pour commercialiser au mieux la farine enrichie, il faut étudier en premier lieu le type de programme utilisé. L'Organisation mondiale de la santé fait la distinction entre trois types de programmes élémentaires:

1. **L'enrichissement ciblé** destiné à des groupes de population précis. Les exemples en sont l'aide alimentaire, les aliments complémentaires pour les nourrissons et les jeunes enfants, les aliments élaborés pour les programmes d'alimentation dans les écoles et les aliments destinés aux malades et personnes âgées.
2. **L'enrichissement de masse** ou l'addition généralisée d'un ou plusieurs enrichissants aux aliments couramment consommés par le grand public, comme les farines de céréales, le sucre et l'huile végétale, pour corriger un problème connu de carence dans la population en général.
3. **L'enrichissement mercatisé** dans le cadre duquel les fabricants d'aliments enrichissent volontairement certains de leurs produits préparés pour améliorer leur qualité nutritionnelle et renforcer leur image de marque.

Volontaire par rapport à obligatoire

- L'enrichissement ciblé et de masse peut être obligatoire ou volontaire.
- L'enrichissement de masse est en général obligatoire et par conséquent entre dans le cadre d'un programme de santé publique profitant à la majorité de la population.
- L'enrichissement mercatisé (ou enrichissement pour le *marché libre, conditionné par l'industrie* ou à *marque de distributeur*) est toujours volontaire. Il est salubre pour certains segments de la population, mais n'entre pas dans le cadre d'un programme de santé publique.
- Certains pays, comme les États-Unis, n'imposent pas officiellement l'enrichissement de la farine à l'échelle nationale, mais rendent la vente de farines non enrichies tellement difficile que c'est devenu une pratique universelle pour les minoteries et qu'on peut le considérer comme un programme de santé publique en bonne et due forme.

Stratégies de marketing

Les stratégies de marketing diffèrent selon le type d'enrichissement.

Par exemple:

- Dans le cas d'un ciblage, la compagnie commercialise à l'intention d'un groupe particulier; l'alimentation d'une école ou d'un hôpital par exemple, dans les limites des impératifs imposés par le gouvernement, le système scolaire ou l'organisation qui achète et distribue le produit. La promotion est réduite au minimum car c'est le client qui spécifie l'enrichissement. Le coût de l'enrichissement, qui est pris comme facteur dans le prix de vente, ne constitue pas une contrainte.
- Dans le cas de l'enrichissement obligatoire ou de masse, les compagnies observent des normes nationales. Il y a peu de chance pour qu'elles fassent une promotion poussée de leur produit étant donné que d'autres compagnies offrent un produit identique ou similaire. La promotion peut se limiter à la qualité supérieure du produit et au contrôle sur l'enrichissement. Les coûts jouent un rôle important.
- Dans une situation conditionnée par le marché, les compagnies ajoutent les types et niveaux de nutriments qui selon elles se vendent mieux, tout en observant les règlements nationaux pouvant exister. Elles font la promotion de leurs produits, surtout au début, pour attirer l'attention du consommateur. Leurs coûts sont raisonnablement élevés car elles s'attendent à des parts de marché, des ventes et des profits plus élevés.

Stratégies de marketing

- La perception des coûts et des avantages influe sur la combinaison des stratégies et outils de marketing. Lorsque les coûts perçus sont élevés et les avantages faibles, il faut des règlements gouvernementaux pour assurer que tous les produits à base de farine sont enrichis.
- Lorsque les coûts perçus sont faibles et les avantages élevés, l'information et l'éducation du consommateur suffisent pour ajouter de la valeur.
- Lorsque la perception des coûts et des avantages est mitigée, les outils de marketing tels que la publicité et la promotion sont également nécessaires pour que le consommateur prenne conscience de la valeur ajoutée.

La farine enrichie est un produit supérieur

- La farine enrichie est supérieure sur le plan nutritionnel si on la compare à la farine sans vitamines et minéraux ajoutés.
- La farine enrichie est « naturelle » - les vitamines et minéraux ajoutés se trouvent déjà dans le blé, mais la mouture industrielle en a éliminé beaucoup.
- La farine enrichie n'est pas très différente de la non enrichie en matière de couleur, texture, goût et durée de conservation. En d'autres termes, le processus est invisible. Tant qu'il n'est pas mis au courant, le consommateur ne sait pas que la farine ou les produits réalisés à partir d'elle sont enrichis.
- La farine enrichie améliore la nutrition et réduit les carences en vitamines et minéraux.

Prise de conscience des préoccupations des consommateurs et étude du marché

- La farine étant par tradition un aliment de base, les consommateurs peuvent s'inquiéter de toute modification.
- La farine est considérée comme un produit spécial, pur et/ou naturel. Les substances ajoutées, même si c'est pour remplacer celles perdues à la mouture, peuvent soulever des questions sur la qualité du produit.
- Certains consommateurs résistent même à un prix légèrement plus élevé.
- Lorsque les prix sont déterminés par un gouvernement ou un milieu concurrentiel, les minotiers peuvent s'inquiéter de toute hausse des coûts de production.
- Les acheteurs en gros de farine enrichie et les préparateurs font en général très attention à la qualité et aux prix des produits.
- Il faut se baser sur les recherches et les utiliser pour identifier les problèmes et trouver les farines enrichies qui plairont le plus aux consommateurs.

Un exemple de recherche auprès des consommateurs se trouve dans l'étude du logotype marocain sur un fichier séparé du présent CD.

Exemples de logotypes

Les logotypes de trois pays sont illustrés ci-dessous. L'Afrique du Sud a effectué des essais préalables auprès des consommateurs sur les différentes options de logotypes pour les aliments enrichis susceptibles d'apparaître sur tous les produits enrichis. Les consommateurs ont choisi le logo en bas à droite composé de trois enfants représentant la diversité ethnique des Africains du Sud avec le soleil levant en fond.



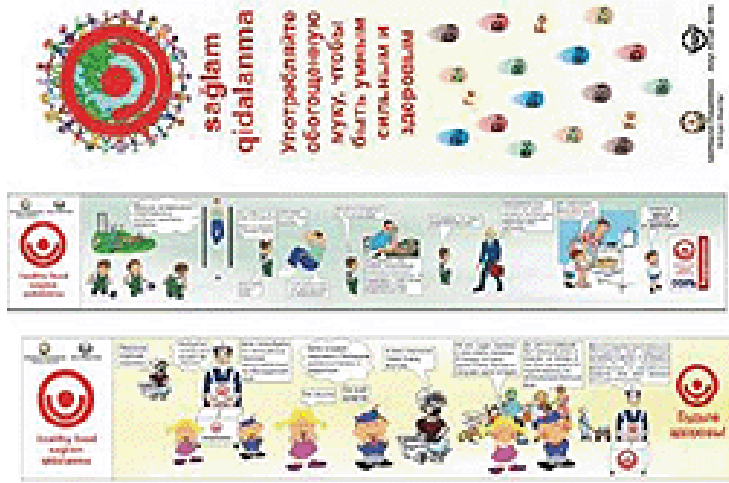
Exemples d'emballages



Publicités



Uzbek Billboard



Développer l'aide du gouvernement

- Les gouvernements peuvent offrir divers avantages fiscaux qui pallient ou réduisent les coûts des minoteries pour l'enrichissement de la farine, notamment une TVA réduite ou supprimée, une réduction des tarifs et droits sur les prémélanges et le blé ou d'autres incitatifs.
- Exemples de donateurs internationaux soutenus par des stratégies gouvernementales pour cautionner la production et la commercialisation de la farine enrichie.

Vérifier les projets de promotion de la farine enrichie qui comptent sur l'aide de donateurs internationaux.

[L'initiative pour les micronutriments](#), [Initiative d'enrichissement de la farine](#), [A2Z Project](#), [Iron Deficiency Project Advisory Service](#), [GAIN](#)

[Retour à la table des matières](#)

[Retour au début de la section](#)

Section six

Problèmes de coûts

- **Informations de base sur les prix**
- **Coûts des prémélanges et ingrédients**
- **Coûts de l'équipement**
- **Frais de laboratoire**
- **Frais divers**

Informations de base sur les prix

Les coûts de la farine enrichie comptent souvent moins dans les profits d'une minoterie que les coûts annuels et semestriels changeants du blé et d'autres frais d'exploitation.

Une légère augmentation de prix pallie les coûts légèrement plus élevés de la farine enrichie et doit permettre aux boulangers, usines de pâtes alimentaires et autres de faire un bénéfice supplémentaire.

Pour les minotiers :

- 1 à 2 \$ US la tonne métrique (en gros 0,5 à 1 % du coût de la farine de blé)

Pour les boulangers et préparateurs :

- 0,05 à 0,10 \$ US par 50 kilogrammes de farine

Pour les consommateurs :

- <0,01 \$ US par sac de farine de 5 kilogrammes
- <0,003 \$ US par pain de 1,5 kilogramme,
- < 0,0001 \$ US pour 250 grammes de pâtes alimentaires.

Coûts des prémélanges et ingrédients

- Le coût majeur récurrent de l'enrichissement de la farine est celui du prémélange de vitamines/minéraux ajouté à la farine sur la chaîne de production.
- Les différents minéraux et vitamines varient en matière de coûts, comme le font aussi les différentes formes de vitamines et de minéraux, si bien que les coûts varient en fonction des ingrédients.
- Les coûts de prémélange incluent aussi les agents de remplissage, la production et l'emballage, ainsi que la commercialisation.
- Les grandes quantités commandées et, bien souvent, l'engagement de s'approvisionner en prémélanges auprès d'un seul et même fournisseur pendant longtemps permettent de réduire les coûts.
- Dans certains cas, les gouvernements éliminent diverses taxes sur les prémélanges ou sur la farine enrichie et sur les produits élaborés à partir de celle-ci. Cela permet également de baisser le coût de la farine enrichie.

**Avis de non responsabilité: Toutes les informations de coûts figurant dans cette section sont générales et à utiliser avec circonspection. Les coûts annuels peuvent accuser des écarts allant jusqu'à 30 %; ils dépendent des fabricants, de la situation géographique, des quantités commandées, etc.*

Estimation des coûts des prémélanges

Coûts estimés (\$ US) de nutriments précis par tonne métrique de farine

Prémélange	\$ par TM de farine
Fer + acide folique	0,85 \$ - 1,10 \$
Fer sous forme de NaFeEDTA + acide folique	2,50 \$ - 3,00 \$
Fer, acide folique, autres vitamines B	1,60 \$ - 2,00 \$
Fer, acide folique, autres vitamines B, vitamine A	2,85 \$ - 8,00 \$

Ces prix représentent les estimations de coûts des prémélanges; ils NE doivent PAS servir de prix officiels sur le marché. Ils ne comprennent pas les frais d'expédition, les droits d'importation et la taxe à la valeur ajoutée.

Les minoteries doivent toujours demander des devis sur les prémélanges à plus de deux fournisseurs pour garantir l'obtention de prix concurrentiels.

Coûts de l'équipement

- Il existe deux options de base pour ajouter le prémélange en cours de production: doseurs et gros mélangeurs.
- En général, le coût des doseurs varie en fonction de la capacité de production et de l'équipement en option.
- Ces coûts ne comprennent pas les frais d'expédition, les droits d'importation et la taxe à la valeur ajoutée.
- Les coûts d'installation représentent en général près de 5 % du coût des doseurs.

Équipement	Plage des coûts (\$ US)
<i>Option un : Doseurs</i>	
Doseur volumétrique	1 000 \$ – 8 000 \$
Doseur gravimétrique	5 000 \$ – 20 000 \$
Doseur en freinte	10 000 \$ – 21 000 \$
Doseur à poudre	1 000 \$ – 25 000 \$
Balances électroniques	100 \$ - 2 000 \$
<i>Option deux : Mélangeurs</i>	
Mélangeur horizontal à ruban	9 000 \$ – 130 000 \$
Mélangeur horizontal à palettes	9 000 \$ - 130 000 \$
Malaxeur rotatif	35 000 \$ - 170 000 \$
Malaxeur vertical	15 000 \$ - 200 000 \$

Frais de laboratoire

- Un contrôle raisonnable de la qualité n'exige pratiquement jamais d'essais quantitatifs compliqués dans les minoteries. Les laboratoires peuvent avoir des frais importants d'acquisition de matériel, tels que:
 - Hotte de vapeur / cendres - 3 400 \$ - 16 625 \$
 - Four à moufle - 1 150 \$ - 3 200 \$
 - Spectrophotomètre - 8 510 \$ - 15 750 \$

 - La majorité des minoteries utilise des méthodes d'essai qualitatives bien établies (le coût d'un test de dépistage du fer se situe entre 2 et 5 \$ US par test). Les minoteries envoient régulièrement des échantillons à des installations extérieures pour des mesures plus précises. (10 \$ - 100 \$ US par test)
 - Certaines compagnies de prémélange offrent des services d'essai quantitatif de la farine à bas prix ou gratuitement.
 - Certains projets gouvernementaux d'enrichissement de la farine font intervenir des laboratoires centraux de référence qui exécutent des essais quantitatifs précis des niveaux de nutriments dans la farine, la farine enrichie et les produits à base de farine enrichie, notamment l'analyse des échantillons que les minoteries envoient régulièrement.
- * Avis de non responsabilité: Toutes les informations de coûts figurant dans cette section sont générales et à utiliser avec circonspection. Les coûts annuels peuvent accuser des écarts allant jusqu'à 30 %; ils dépendent des fabricants, de la situation géographique, des quantités commandées, etc.*

Frais divers

Outre l'équipement et l'installation, la plupart des minoteries qui se lancent dans l'enrichissement de la farine doivent s'attendre à certains frais initiaux supplémentaires:

- formation du personnel de la chaîne de production;
- contrôle de la qualité;
- commande et manutention des prémélanges;
- nouvel étiquetage des sacs;
- frais de commercialisation pour le nouveau produit auprès des grossistes et des producteurs principaux de produits à base de farine (boulangeries, usines de pâtes alimentaires, etc.).

La majorité des minoteries devront faire face à des coûts récurrents relatifs à la production continue de produits toujours meilleurs:

- coûts des prémélanges;
- coûts additionnels de chaîne de production liés à l'addition de prémélange;
- coûts additionnels de tests supplémentaires pour le contrôle de la qualité.

Une légère hausse des prix du produit et une augmentation des ventes due aux améliorations du produit devraient pallier les coûts récurrents supplémentaires.

[Retour à la table des matières](#)

[Retour au début de la section](#)

Merci

**Pour de plus amples renseignements,
consulter:**

www.FFInetwork.org