



**4<sup>èmes</sup> Rencontres du RMT Quasaprove**  
« Recherche appliquée, Formation & Transfert »

## Démarche intégrée de prévention et de lutte contre les insectes dans les industries de transformation des céréales

*Francis FLEURAT-LESSARD*

INRA, UR 1264 MycSA, CR INRA Bordeaux-Aquitaine, 33883 Villenave d'Ornon Cedex



Avec la contribution financière  
du compte d'affectation spéciale  
« Développement agricole et rural »

# Réglementation européenne hygiène, sécurité et salubrité des aliments

## «Paquet hygiène» : mise à jour de la Directive «Hygiène» 93/43/CEE

-  Règlement (CE) 852/2004 « Hygiène des aliments »
-  Règlement (CE) 853/2004 « spécificités de l'hygiène des produits animaux »
-  Règlement (CE) 854/2004 « Spécifications pour l'organisation des plans de contrôle ou de surveillance officiels »
-  Règlement (CE) 882/2004 « organisation des contrôles et vérifications à réaliser par les pouvoirs publics »
-  Directive 2004/41 « mise à jour Directive hygiène et amendement des législations antérieures sans objet »

## Obligations du « paquet Hygiène » auxquelles les opérateurs doivent se conformer :

1. Respecter les règles d'hygiène concernant locaux, transport, matériel, personnel ...
2. Identifier les dangers et risques pouvant avoir un lien avec la santé du consommateur
3. Etablir les procédures appropriées pour maîtriser ces risques en se fondant sur le **système HACCP** (analyse des dangers et points critiques pour leur maîtrise)
4. **Elaborer** dans chaque branche professionnelle **des Guides de Bonnes Pratiques Hygiéniques (GBPH)** pour **accompagner l'application pratique de l'HACCP**



## Principaux dangers à considérer dans les moulins

Danger identifié	Origine du danger	Moyens de prévention
<b>Corps étrangers dans MP</b> (risque physique)	- M.P. - Matériel	Utilisation matériel de séparation approprié
<b>Résidus d'insecticides MP</b> (risque chimique)	- M.P. - Contamination croisée	Spécification précise au fournisseur Analyse périodique labo indépendant
<b>Insectes / acariens vivants</b> (non acceptable par le marché)	- Grains stockés longtemps après récolte - Matériel manutention	Nettoyage périodique grain & matériel de manutention + désinsectisation - Désinsectisation locaux & cellules
<b>Rongeurs, volatiles</b> et/ou leurs traces et déjections (risque microbiologique)	- Structure enceinte bâtiment et abords	Mesures de protection des locaux contre l'intrusion des petits vertébrés Appâtage et piégeage rongeurs
<b>Moisissures de stockage</b> (risque biologique)	- M.P.	Spécification sur le « flair » plus contraignante pour fournisseur Limite maximale d'humidité réduite
<b>Mycotoxines de stockage</b> (risque toxicologique)	- M.P. (mauvaise conduite conservation en silo ou équipement ventilation défectueux)	Contrôle de la teneur à réception (prélèvements avec « flair ») Nettoyage poussé lots avec flair ou avec grains fusariés
<b>Salmonelles</b> (risque de pathologie)	- Présence petits vertébrés dans l'usine - Personnel malade	Bonne protection locaux contre intrusion de nuisibles (vertébrés) Sensibilisation hygiène du personnel



# Quels sont les risques d'infestation des moulins par les insectes nuisibles ?

## Zone stockage blé « sale »

- Charançons, capucins, silvains, psoques

## Zone du moulin proprement dit

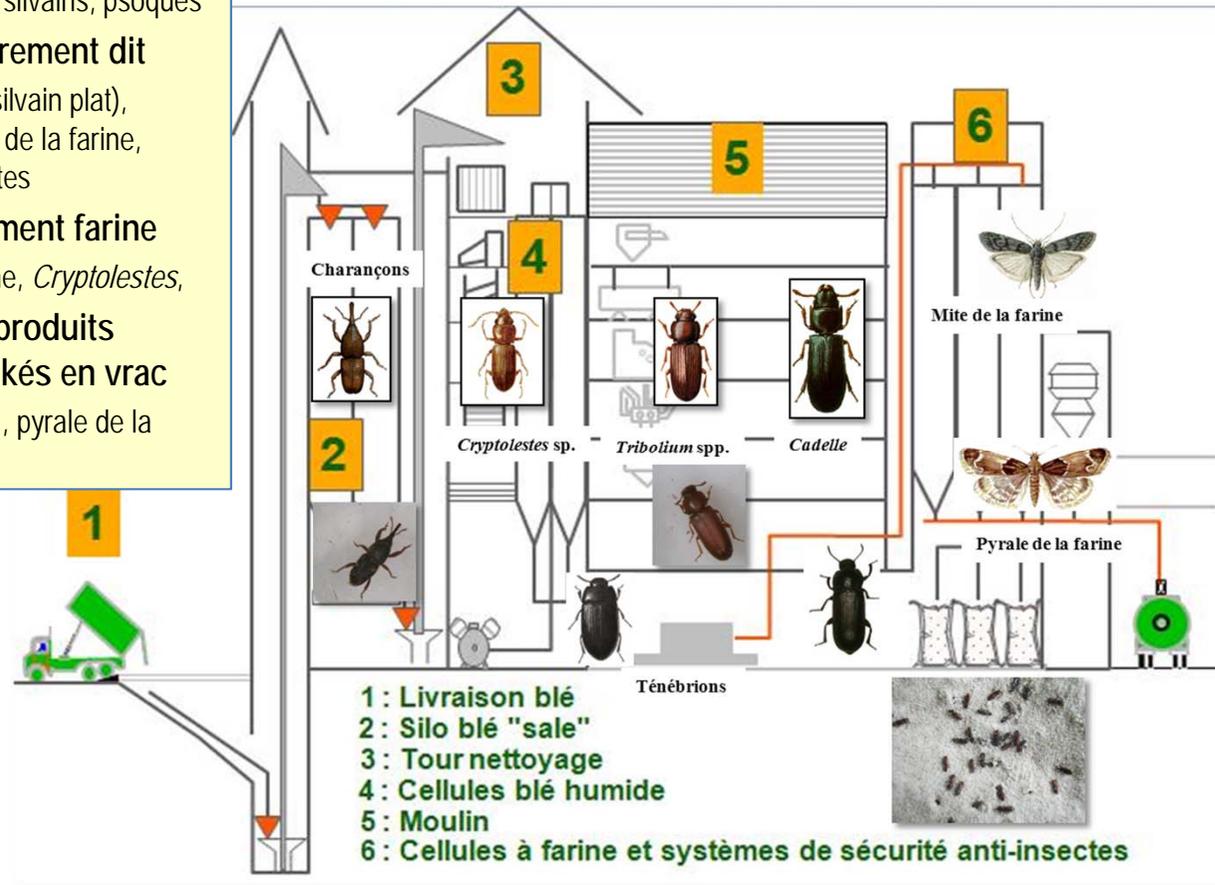
- *Cryptolestes* sp. (petit silvain plat), *Tribolium*, cadelle, mite de la farine, mycetophagidés, vrillettes

## Zone de conditionnement farine

- *Tribolium*, mite de la farine, *Cryptolestes*,

## Zone d'entreposage produits conditionnés ou stockés en vrac

- Tribolium*, *Cryptolestes* sp., pyrale de la farine, psoques, ...



Les différents secteurs des moulins peuvent héberger différentes espèces : les risques d'infestation par les insectes sont très variables selon les secteurs

# Connaissance et identification des espèces nuisibles (1)

## Ravageurs primaires des grains (charançons, capucin, alucite)



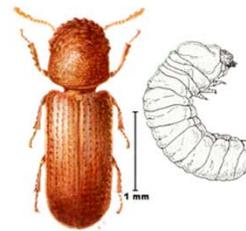
*Sitophilus granarius*  
(charançon des grains)



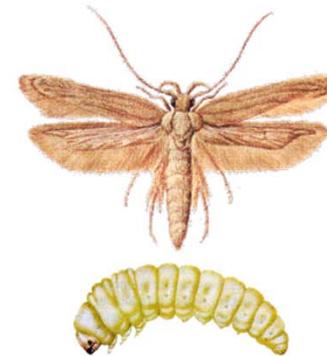
*Sitophilus oryzae*  
(charançon du riz)



*Sitophilus zeamais*  
(charançon du maïs)



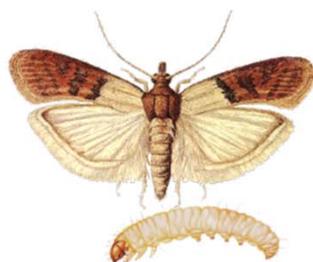
*Rhyzopertha dominica*  
(capucin des grains)



*Sitotroga cerealella*  
(Alucite des céréales)

# Connaissance et identification des espèces nuisibles (2)

## Hôtes des moulins (*Plodia*, *Tribolium*, silvain, *Cryptolestes*)



*Plodia interpunctella*  
La teigne des fruits secs



*Ephestia kuehniella*  
La mite de la farine



*Tribolium confusum*  
Le Tribolium sombre



*Tribolium castaneum*  
Le Tribolium rouge



*Oryzaephilus surinamensis*  
Le silvain



*Stegobium paniceum*  
La vrillette du pain



*Lasioderma serricorne*  
La vrillette du tabac



*Tenebrio mauritanicus*  
La cadelle  
(larve)



*Cryptolestes ferrugineus*  
Le petit silvain plat



# Connaissance et identification des espèces nuisibles (3)

## Autres espèces (cadelle, *Ahasverus*, ptines, teignes, parasites)



*Xylocoris flavipes*  
La punaise prédatrice



*Tenebroides mauritanicus*  
La cadelle (adulte)



*Ahasverus advena*  
Le cucujide denté



*Ptinus tectus*  
Le ptine australien



*Niptus hololeucus*  
Le ptine glabre



*Nemapogon granella*  
La petite teigne des grains

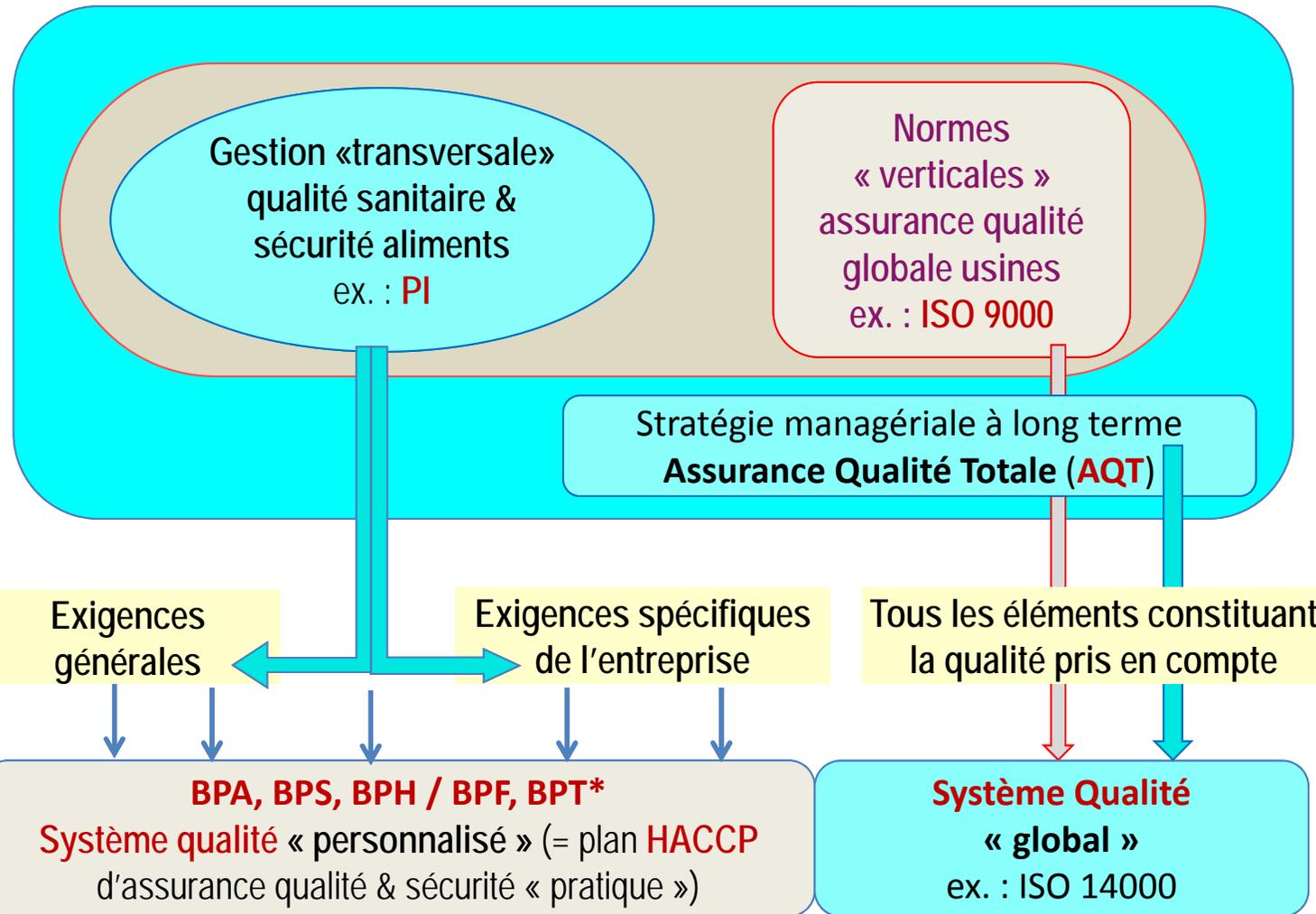


*Typhaea stercorea*  
Le mycétophage



*Lariophagus distinguendus*  
La micro-guêpe parasitoïde

# Complémentarité entre systèmes de bonnes pratiques en assurance qualité



\* Compatibles avec les normes transversales les plus référencées : IFS, BRC, Cocal, Label Rouge ...



# Relation entre système HACCP et Bonnes Pratiques d'hygiène en Industries des Céréales



-  **Système HACCP** constitué par ≠ Composantes « transversales » (= pré-requis pour accéder au Standard ISO 9000 et suivants ...)
-  **BPA** : - Gestion des bonnes pratiques de traitement phytosanitaire (ex. : respect des LMR des substances phytopharmaceutiques autorisées en traitement des céréales en grains)
-  **BPS** : - Gestion des risques d'infestation des grains au stockage en silo avant livraison aux industries de transformation alimentaire  
- Gestion des risques de contamination croisée par des résidus de pesticides (ex. : céréales « bio » en circuit protégé des contaminants)
-  **BPF / BPH** : Gestion des risques de contamination des produits au cours de la transformation et du conditionnement final (ex. respect du nombre de fragments d'insectes tolérés dans la farine)
-  **BPT** : Gestion de la propreté et de la salubrité des moyens de transport des grains et des produits transformés (ex. : nettoyage des cales des vraquiers pour le transport maritime)

# Système d'assurance qualité et sécurité des aliments HACCP et BPH



**HACCP** = système de gestion de l'assurance qualité en usine agro-alimentaire basé prioritairement sur la prévention des risques de non-qualité (compatible avec les normes « verticales » type ISO 14000).



= **Approche systémique de la maîtrise totale des procédés de conservation, fabrication, conditionnement, transport et distribution** – d'application obligatoire par les opérateurs, responsables du caractère « propre à la consommation » de tout produit alimentaire (brut ou transformé) destiné à la consommation humaine ou animale



**BPH** = Programme pré-requis (PRP) transversal de prévention, de surveillance et de lutte contre les organismes nuisibles à la qualité sanitaire, la sécurité ou la salubrité des produits alimentaires



Les stratégies de **Protection Intégrée contre les organismes nuisibles** (ex. : insectes des denrées), indésirables dans les usines ou pouvant constituer un danger pour la qualité sanitaire, la salubrité des produits alimentaires ou la sécurité du consommateur, sont une **composante spécifique des BPH** (*acronyme = PI équivalent de IPM en anglais*)

# Scénarios parallèles entre système HACCP (BPH) et stratégie de protection intégrée contre les insectes (PI)



Etape	HACCP processus standard	Protection Intégrée contre les organismes nuisibles (PICON)
1	Inspection des locaux et des équipements	
2	Analyse risques & identification points critiques qualité (CCP)	Diagnostic situations à risque potentiel d'infestation ou zones refuges
3	Fixation de seuils tolérance « critiques » à chaque CCP	Fixation des limites de tolérance déclenchant une action corrective
4	Mise en place de moyens d'action préventive de maîtrise des CCP (plan de prévention)	Mise en place d'un plan d'actions préventives avec outils de surveillance et de suivi du niveau des populations
5	Procédure de décision pour mise en œuvre des actions correctives	Procédures de déclenchement des mesures correctives au dépassement du seuil de tolérance
6	Choix d'indicateurs pertinents d'évaluation de l'efficacité du système global d'HACCP	Analyse indicateurs d'efficacité de la PI pour l'amélioration continue du plan d'hygiène préventive
7	Compilation d'une base documentaire et archivage des enregistrements des actions	Compilation d'une base documentaire spécifique « organismes nuisibles » et enregistrement continu des actions



# Application pratique de la stratégie de gestion intégrée des populations de ravageurs nuisibles

Principales étapes de la démarche de protection intégrée contre les insectes en industries des céréales



Etape PI (ou HACCP)	Diagnostic dangers & risques	Prévision seuil limite de tolérance	Plan d'actions préventives & de surveillance	Prise de décision d'intervenir	Bilan efficacité du plan d'action	Documentation enregistrement
Action	Inspection & identification des points de danger	Evaluation des seuils de population tolérables	Elaboration du programme de mesures préventives et de surveillance	Déclenchement procédures d'intervention corrective au seuil de tolérance	Analyse indicateurs d'efficacité du plan de prévention	Mise à jour base de données réglementaires et de nouveautés techniques
Méthode	Observation visuelle et expérience du comportement des insectes	Analyse des données des années antérieures	Combinaison optimisée mesures préventives personnalisée & surveillance par piégeage continu insectes	Analyse situation critique par arbre des causes et application procédure action corrective appropriée	Bilan sur les indicateurs de défaut de maîtrise de la prévention – Recherche des améliorations	Tenue d'un « carnet de bord » d'enregistrement des actions effectuées – Entretien du fond documentaire

# Outils d'application pratique de la démarche de Protection Intégrée en industries des céréales

Etape PI	Diagnostic dangers	Seuils de tolérance	Plan d'action préventif	Prise de décision	Interventions correctives	Documentation enregistrement
<b>Action</b>	<b>Inspection identification dangers</b>	<b>Fixation seuils d'alerte</b>	<b>Programme actions préventives</b>	<b>Activation et contrôle effet actions correctives</b>	<b>Commande interventions non planifiées</b>	<b>Entretien base données documentaires</b>
<b>Moyens techniques et outils disponibles</b>	Inspection zones à risque d'infestation latente	Analyse données d'abondance des années précédentes	Piégeage lumineux (insectes volants attirés par UV)	Relevés temps réel captures aux différents types de pièges	Contrat assistance technique urgence Société « 3D »	Consultation bases données réglementaires et mises à jour (e-Phy)
		Relation entre défauts sanitaires et niveau de population période précédente	- Pièges phéromone (insectes volants UV-insensibles) - Pièges à attractifs combinés (insectes rampants)	Analyse spatiale des niveaux de capture (identification précise zone de danger)		Suivi publications de dossiers et guides techniques sur BPH (ICTA, FAM, ICTIA, Intercéréales, ANSES)
			Climatisation locaux (basse température) Aménagements intérieurs	Produit et matériel d'application insecticide « locaux vides / urgence »		Consultation des actes de conférences et congrès sur IPM
			Exclusion par barrière physique et nettoyage fréquent	Vérification du respect des critères d'efficacité totale		
			Pulvérisation insecticide dans locaux vides			
			Traitement curatif par fumigation ou chaleur			



# Principales actions et mesure préventives contre les insectes

-  Surveillance continue des populations
-  Nettoyage et entretien de la propreté et de la salubrité des locaux
-  Traitements chimiques d'ambiance pour la réduction de la dissémination des insectes
-  Aménagement d'infrastructures limitant l'entrée et la dissémination à l'intérieur
-  Intégration de systèmes de désinsectisation ou d'exclusion dans le circuit des produits



# Protection Intégrée « pratique » en IdC : outils de détection des insectes et de suivi des infestations (1)

Surveillance des mouvements et de la densité d'insectes volants présents dans les différentes parties des usines

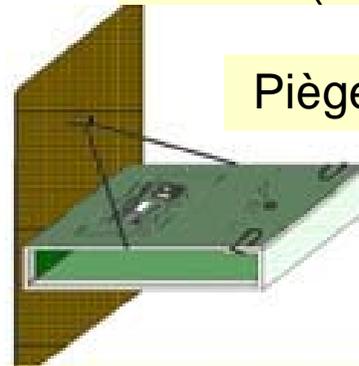
Pièges lumineux à suspendre : système anti-déflagrant (sans système d'électrocution)



Pièges à phéromones sexuelles pour la capture de mites et teignes (adultes volants)



Piège à glu



Piège à réserve

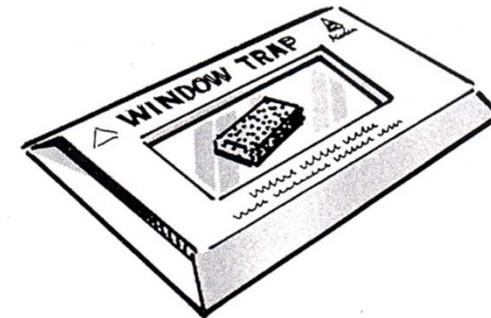
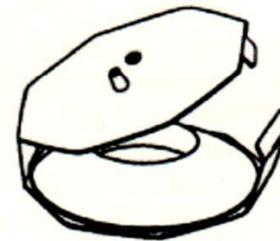
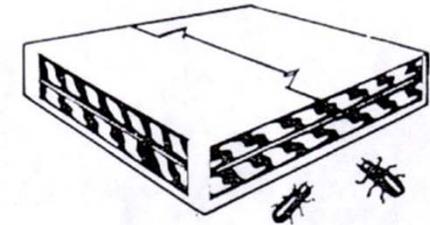


# Protection Intégrée « pratique » en IdC : outils de détection des insectes et de suivi des infestations (2)

Surveillance des insectes rampants dans les bâtiments de stockage

Pièges « à attractifs » à poser au sol

Pièges mixtes à appât alimentaire et phéromone d'agrégation pour *Tribolium* et autres rampants



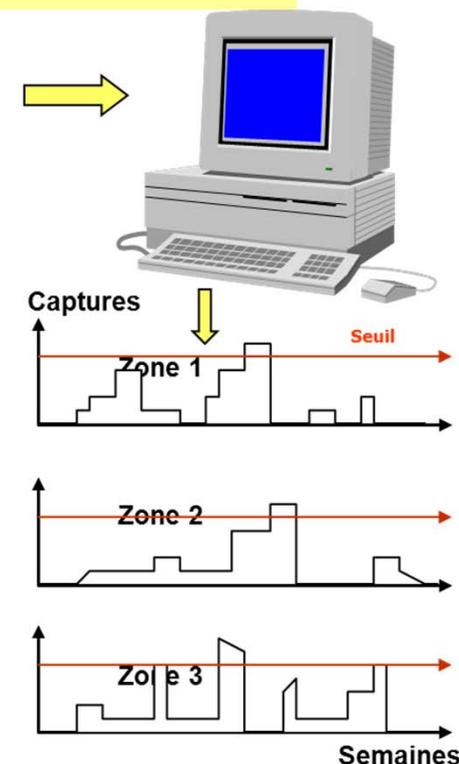
# Protection Intégrée « pratique » en IdC : - Relevés des captures et seuils d'alerte pour intervention

## Enregistrement des captures individualisées par piège (localisation des colonies)

Exemple de détermination par rapport à un seuil de nombre de captures fixé à l'avance (par référence à l'expérience antérieure)



		FICHE DE CONTRÔLE ET DE PROGRAMMATION D'UN PLAN DE SURVEILLANCE PAR PIEGEAGE																																						
Zone ou atelier	Piège n°	Prévision opérations (date)	Début ex: 20/04																																					Fin ex: 6/10
		Déroulement programme	Pose pièges																																					
		N° de semaine	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40													
Zone 1	1																																							
	2																																							
	3																																							
	4																																							
<b>Total zone 1</b>		<b>Total zone 1</b>																																						
Zone 2	5																																							
	6																																							
	7																																							
	8																																							
Zone 3	9																																							
	10																																							
	11																																							
	12																																							
<b>Total zone 2</b>		<b>Total zone 2</b>																																						
<b>Total zone 3</b>		<b>Total zone 3</b>																																						
<b>TOTAL (toutes zones)/semaine</b>																																								
<b>TOTAL GENERAL ANNEE</b>			-----25 semaines-----																																					

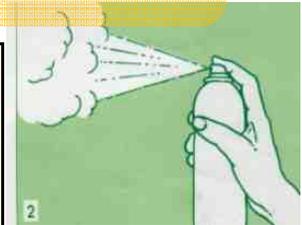


# Protection Intégrée « pratique » en IdC :

## - Mesures préventives : insecticides liquides à pulvériser

Usage : Locaux et cellules de stockage (P.O.V.) (vides) : Désinsectisation -  
Substances actives et spécialités autorisées en traitement préventif

<p><b>Matières actives</b> →</p> <p>↓ Usages</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pyréthrine -</li> <li><del>- [Pirimiphos]</del></li> <li>- Chlorpyrifos</li> <li>- Deltaméthrine</li> <li>- Cyperméthrine</li> </ul>	<p><b>Spécialités commerciales</b></p>
<p><b>Parois locaux</b></p>	<p>Pulvérisation</p>	<p>Aquapy</p> <p>PreDEX PB</p> <p><del>- [Pirigrain 250]</del></p> <p>Nuvagrain concentré</p> <p>K-Obiol CE 25 PB ou PM 25</p> <p>Talisa EC</p>
<p><b>Matériel de stockage &amp; cellules vides</b></p>		<p><del>- [Pirigrain SLD]</del></p> <p>Pyréthrine ULV 100</p> <p>Badineb bio</p>
<p><b>Matériel de transport</b></p>	<p>Nébulisation</p>	<p><u>Liquide</u> : Protect-it</p> <p>Bi-protec</p>
<p><b>Locaux de stockage</b></p>		<p><u>Poudre</u> : Kieselgühr</p>
<p><b>Autres M.a.</b> →</p> <p><b>Parois locaux (sols et murs)</b></p>	<p>Poudres abrasives et desséchantes (terre de diatomées, gel de silice, NaHCO<sub>3</sub>)</p>	



## Protection Intégrée « pratique » en IdC :

- Mesures préventives par aménagement des locaux et matériel spécifiques : sas, rideau d'air pulsé, grillage anti-intrusion

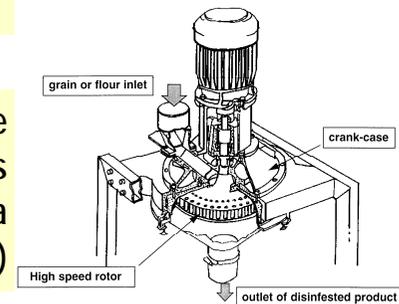


Rideau d'air pulsé au dessus d'une porte automatique



Rafrâichissement de l'air dans les locaux de fabrication – Climatisation des locaux de conditionnement ou d'entreposage des MP, produits intermédiaires ou finis

Désinsectiseur de circuit à impacts (« entoleter » à farine)



Bluterie de sécurité d'exclusion des « insectes entiers » en fin de circuit farine



Protection des ouvertures sur l'extérieur et entre zones de travail : portes automatiques, sas, moustiquaire » emballages étanches aux insectes



Etuvage de la farine à la « vapeur sèche » ou au four à haute fréquence (produit conditionné)





## Protection Intégrée « pratique » en IdC :

### - Mise en œuvre de mesures correctives : 1. fumigation

Désinsectisation périodique par gazage des moulins et usines des IdC :

1. – **Désinsectisation du grain** en cellule étanche (cellule dédiée à la fumigation ou cellule étanchée seulement pour la période de gazage)
    - Un seul gaz utilisable : **la phosphine (PH<sub>3</sub>)** (sous forme de générateurs solides de phosphure d'Al ou de Mg)
  2. – **Désinsectisation périodique des moulins et autres usines des IdC** (à l'arrêt, locaux vides)
    - Un gaz utilisable : le « **Profume** » qui est du **fluorure de sulfuryle** qui se présente également en bouteille de gaz pressurisée.
    - Un autre gaz, l' « **Eco<sub>2</sub>Fume** » qui est de la **phosphine à 2% associée à 98% de gaz carbonique**, en bouteille pressurisée est utilisé dans certains pays voisins, mais **n'est pas autorisé en France**
- **Patrick Ducom**, un des meilleurs experts mondiaux de la fumigation des denrées stockées vous présentera ces différentes possibilités dans l'après midi, ainsi que les tendances actuelles de l'utilisation de la fumigation des grains et des locaux industriels pour la désinsectisation curative en France.

# Protection intégrée opérationnelle pour les IdC :

## - Mise en œuvre de mesures correctives : 2. Chaleur

### Niveau de sensibilité à la chaleur des insectes fréquents dans les moulins et les usines des industries des céréales

#### Espèces très résistantes (50 à 53°C)

- Vrillette du tabac *Lasioderma serricorne*
- Dermeste des grains (larves) *Trogoderma granarium*

#### Espèces résistantes (48 à 52°C)

- Petit silvain plat *Cryptolestes ferrugineus*
- Capucin des grains *Rhizopertha dominica*

#### Espèces à résistance moyenne (46 à 48°C)

- Charançon du riz *Sitophilus oryzae*
- Tribolium roux *Tribolium castaneum*
- Mite de la farine *Ephestia kuehniella*

#### Espèces à résistance faible (44 à 46°C)

- Charançon des grains *Sitophilus granarius*
- Vrillette du pain *Stegobium paniceum*

#### Espèces sensibles (42 à 44°C)

- Tribolium sombre *Tribolium confusum*
- Silvain *Oryzaephilus surinamensis*



# Protection intégrée opérationnelle pour les IdC

## - Synthèse des actions entrant dans le plan de prévention « insectes »

Etape PI	Outils surveillance présence insectes	Elaboration plan d'hygiène global	Prise de décision avant intervention
<b>Action</b>	<b>Inspection locaux, piégeage et nettoyage</b>	<b>Associations des actions préventives</b>	<b>Activation des actions correctives</b>
<b>Moyens techniques et outils disponibles</b>	Audit sanitation (examen visuel)	Protection des ouvrants (ex. : sas et moustiquaires)	Relevés temps réel captures insectes
	Piège lumineux (insectes volants)	Cloison et portes barrières internes (ex. portes automatiques)	Analyse spatiale niveau des captures
	Piège à phéromone (insectes volants)	Limitation refuges et sources alimentaires (nettoyage urgent)	Kit application insecticide urgence
	Piège à attractif (insectes rampants)	Sanitation préventive (ex. : climatisation, désinsectisation périodique volume locaux)	Contrat société de service 3D
	Nettoyage fréquent et nettoyage poussé	Matériel spécifique pour exclusion insectes (Désinsectiseur à impact et bluterie)	
		Traitement thermique des produits finis (étuvage, traitement MO ou HF)	
		Conditionnement et emballage étanches aux insectes	



# Protection intégrée opérationnelle pour les IdC

## - Synthèse avant visite moulin pilote et exposés suivants



**Mesures préventives** pour la réduction en continu des risques d'infestation des locaux et des produits = **65%**



**Formation & éducation** du personnel aux BPH = **20%**

**Surveillance pour détection précoce** et suivi de l'évolution des nuisibles = **10%**

**Interventions de lutte corrective** = **5%**



**Merci pour votre attention**