

Dispositif de tri d'insectes pour le tri d'un mélange comportant des nymphes

- 5 La présente invention concerne le domaine du tri des insectes, notamment dans le cadre d'un élevage d'insectes à échelle industrielle.
- Les insectes visés par l'invention sont les insectes rampants ou essentiellement rampants, ou des insectes volants à des stades de leur évolution auxquels ils ne volent pas (larves, nymphes). Les insectes visés par l'invention sont ainsi par exemple les
- 10 coléoptères, les diptères, les lépidoptères, les isoptères, les orthoptères, les hyménoptères, les blattoptères, les hémiptères, les hétéroptères, les éphéméroptères et les mécoptères, de préférence, les coléoptères, les diptères, les orthoptères, les lépidoptères.
- L'invention trouve une application préférentielle dans le tri des ténébrions meuniers,
- 15 également appelé *Tenebrio molitor*.
- Sauf précision contraire, le terme « insecte » est employé pour désigner tout stade d'évolution de l'œuf ou oothèque à l'insecte adulte.
- La production d'insectes à grande échelle présente de nombreux intérêts, notamment dans l'agro-industrie. Certaines espèces d'insectes comestibles sont en effet riches en
- 20 protéines et peuvent servir notamment à l'alimentation animale, pour les poissons, les crustacés, et certains volatiles. L'élevage d'insectes à grande échelle présente aussi des intérêts dans d'autres domaines industriels. Par exemple, l'exosquelette des insectes est constitué en grande partie de chitine, dont un dérivé connu est le chitosan. Les applications de la chitine et/ou du chitosan sont nombreuses : cosmétique (composition
- 25 cosmétique), médicale et pharmaceutique (composition pharmaceutique, traitement des brûlures, biomatériaux, pansements cornéens, fils chirurgicaux), diététique et alimentaire, technique (agent filtrant, texturant, flocculant ou adsorbant notamment pour la filtration et dépollution de l'eau), etc.
- Le document FR3034622 présente un atelier adapté à l'élevage d'insectes à grande
- 30 échelle, c'est-à-dire à échelle industrielle. L'élevage y met en œuvre des contenants d'élevage (typiquement des bacs) qui sont empilés pour former des unités élémentaires d'élevage. Les unités élémentaires d'élevage sont stockées dans une première zone, et, lorsqu'une opération d'élevage doit être réalisée, les contenants sont amenés vers un poste adapté à la réalisation de l'opération, groupés en unités élémentaires d'élevage
- 35 ou dégroupés unitairement.

Les opérations d'élevage concernent de manière non exhaustive le nourrissage, l'apport d'eau, la calibration des insectes, l'ajout d'insectes dans des contenants d'élevage, et de nombreuses et diverses opérations de tri permettant de séparer ou de classer, lors de l'élevage, les insectes selon leur stade d'évolution, ou de séparer les insectes vivants

5 des insectes morts et/ou de leur milieu d'élevage, etc.

De nombreuses étapes de tri sont ainsi réalisées au cours d'un élevage. Ces étapes de tri sont complexes à réaliser à grande échelle, car les méthodes de tri généralement envisagées sont des méthodes manuelles qui ne permettent pas un tri efficace et rapide. Certaines solutions ont été envisagées dans l'état de la technique, afin d'automatiser

10 certains tris. Ces opérations de tri sont souvent fondées sur les dimensions des éléments à trier, et utilisent pour cela des tamis ou cribles successifs. Par exemple, le document US8025027 divulgue un système de tamis complexe à quatre niveaux de séparation, destiné au tri d'insectes.

Néanmoins, les solutions proposées sont imparfaites, en particulier pour les tris lors

15 desquels des insectes fragiles sont triés. C'est par exemple le cas, notamment pour le ténébrion meunier, lorsqu'un tri porte sur un mélange, une masse de produit, comportant des nymphes. Les nymphes du ténébrion meunier sont très fragiles vis-à-vis des chocs mécaniques. Les opérations de tri automatisées, telles qu'envisagées dans l'état de la technique, provoquent des blessures et une mortalité importante des nymphes.

20 L'invention vise ainsi à proposer un procédé et un dispositif, automatisés et optimisés, pour le tri des insectes, permettant en particulier la séparation des nymphes d'un mélange comportant des nymphes.

Ainsi, l'invention porte sur un procédé de tri d'insectes comportant les étapes successives de :

- 25 - fourniture d'un mélange comportant des nymphes, et
- tamisage permettant une séparation des nymphes du reste du mélange, ladite étape de tamisage comportant un tamisage du mélange avec un tamis à écran en matériau plastique.

Le tamisage du mélange avec un tamis à écran en matériau plastique peut être en

30 particulier un tamisage avec un tamis à écran en polyuréthane.

La demanderesse a découvert qu'un tamisage avec un tamis à écran en matériau plastique, peu courant dans l'industrie et inconnu dans l'état de la technique dans le domaine de l'élevage d'insectes, permet de réduire fortement les dommages causés par un tamisage aux insectes fragiles, notamment aux nymphes d'insectes, et en particulier

35 aux nymphes de ténébrions meuniers.

Le tamisage du mélange avec un tamis à écran en matériau plastique peut être réalisé avec un tamis à écran incliné par rapport à un plan horizontal. Un écran incliné se révèle moins contondant pour les insectes et permet un tamisage efficace.

5 Le tamisage du mélange avec un tamis à écran en matériau plastique peut comporter la mise en mouvement du tamis à écran en matériau plastique selon un mouvement circulaire ou ovale dans son plan d'extension, ledit mouvement étant dénué de composante orthogonale audit plan d'extension du tamis. Un tel mouvement améliore la qualité du tri et limite les chocs subis par les insectes, notamment par les nymphes.

10 Le mélange peut comporter des larves, et l'étape de tamisage peut permettre en outre la séparation des larves dont les dimensions sont supérieures à des dimensions prédéfinies.

L'étape de tamisage peut comporter le tamisage du reste du mélange après séparation des nymphes avec au moins un second tamis.

15 Il est ainsi possible d'obtenir plusieurs fractions du mélange initial, selon la taille des éléments qui le constituent. Il est notable que les nymphes, qui sont les insectes au stade d'évolution auquel ils sont le plus fragile, ne subissent qu'une seule opération de tri, à savoir un seul tamisage.

20 Le tamisage proposé permet aussi la récupération des larves les plus grosses, qui peuvent avantageusement être employées dans l'élevage pour obtenir les insectes adultes qui serviront à la reproduction.

25 Le procédé peut comporter en outre, après l'étape de tamisage, une étape de séparation densimétrique d'au moins une partie du reste du mélange après la séparation des nymphes. Ladite au moins une partie dudit reste du mélange peut comporter des larves, et l'étape de séparation densimétrique peut être adaptée à séparer les larves de ladite au moins une partie dudit reste du mélange.

L'étape de séparation densimétrique peut comporter le passage de l'au moins une partie dudit reste du mélange après la séparation des nymphes dans au moins un séparateur densimétrique choisi parmi : une table densimétrique, un dépoussiéreur, et une colonne densimétrique.

30 Dans certains modes de réalisation, l'invention permet ainsi, outre la séparation des nymphes, la récolte des larves pour la production d'un produit à base de larves (par exemple pour l'alimentation animale, la cosmétique, etc.).

Les nymphes, préalablement séparées, ne sont pas soumises à la séparation densimétrique, qui est susceptible de les abîmer.

Parmi les séparateurs envisagés, le dépoussiéreur est particulièrement avantageux en ce qu'il offre une efficacité suffisante, un faible encombrement, et permet le tri d'une grande quantité de mélange en peu de temps.

L'invention porte également sur un dispositif de tri d'insectes, comportant

- 5 - un alimentateur permettant la fourniture d'un mélange contenant des nymphes,
 - un tamiseur comportant un écran de tamisage en matériau plastique,
 - un séparateur densimétrique,

le dispositif de tri d'insectes étant configuré de sorte que seule au moins une partie du mélange traversant l'écran de tamisage passe dans le séparateur densimétrique.

- 10 Dans un tel dispositif, l'écran de tamisage peut être en polyuréthane. L'écran de tamisage peut être incliné par rapport à un plan horizontal. Le tamiseur peut comporter au moins un second écran de tamisage.

Le séparateur densimétrique peut comporter au moins un appareil choisi parmi : une table densimétrique, un dépoussiéreur, et une colonne densimétrique.

- 15 D'autres particularités et avantages de l'invention apparaîtront encore dans la description ci-après.

Aux dessins annexés, donnés à titre d'exemples non limitatifs :

la figure 1 représente un ordinogramme d'un procédé conforme à un mode de réalisation de l'invention ;

- 20 la figure 2 représente un ordinogramme d'un autre procédé conforme à un mode de réalisation de l'invention ;

la figure 3 représente, de manière schématique, un dispositif de tri conforme à un mode de réalisation de l'invention ;

- 25 la figure 4 représente schématiquement un premier aspect du dispositif de tri de la figure 3 ;

la figure 5 représente schématiquement un deuxième aspect du dispositif de tri de la figure 3.

- 30 La figure 1 représente un ordinogramme d'un procédé conforme à un mode de réalisation de l'invention. Ce procédé permet de séparer les nymphes et le cas échéant les larves d'un mélange comportant des insectes à ces stades d'évolution des autres éléments que contient le mélange, tels que du milieu d'élevage, des déjections, des insectes morts, etc.

De manière générale dans le présent document, et sauf indication contraire, le terme « larve » désigne une larve vivante.

Dans une étape de fourniture d'un mélange S1, un tel mélange est fourni, par exemple par récupération et vidage de bacs d'élevages.

Ce mélange est, dans l'exemple représenté et comportant une étape de criblage S2, passé dans un crible présentant des ouvertures de taille importantes, typiquement de de
5 1 cm ou plus, par exemple sous la forme de mailles carrées ayant des ouvertures de 1 cm de côté. Ces agglomérats correspondent à du substrat solide d'élevage (matériau dans lequel sont élevés les insectes et qui peut le cas échéant contenir leur nourriture) qui s'est réuni pour former des masses compactes, dont les dimensions sont généralement comprises entre 1 cm et 10 cm.

10 Le mélange, débarrassé des agglomérats, est ensuite tamisé dans une étape de tamisage S3.

Dans l'exemple représenté, deux tamisages successifs sont réalisés dans l'étape de tamisage S3, à savoir un tamisage avec un tamis à écran en matériau plastique S4 et un tamisage avec un second tamis S5. En pratique, ces deux tamisages, ou plus,
15 peuvent être réalisés dans un seul tamiseur comportant plusieurs tamis et/ou plusieurs étages de tamisage ou « ponts ».

L'étape de tamisage S3 comporte ainsi en premier lieu un tamisage par un tamis comportant un écran en matériau plastique, par exemple et avantageusement en polyuréthane (PU). L'emploi de ce matériau, comparativement aux écrans à mailles
20 métalliques plus classiquement utilisé, s'est révélé particulièrement avantageux.

Par « écran », il est entendu la partie filtrante du tamis, c'est-à-dire le réseau de mailles ouvertes formé dans le cadre du tamis.

En particulier, l'emploi d'un écran de tamis en plastique, permet d'éviter ou de limiter les blessures des insectes contenus dans le mélange lors du tamisage. En particulier, les
25 nymphes d'insectes, notamment de ténébrion meunier, sont très fragiles et susceptibles d'être endommagées par des chocs subis lors du tamisage. Un écran en plastique, particulièrement en polyuréthane, s'est révélé moins contondant pour les insectes, notamment pour les nymphes.

La demanderesse a en outre constaté que l'utilisation d'un tamis dont les mouvements
30 sont essentiellement réalisés dans le plan de l'écran du tamis, sans ou essentiellement sans composante orthogonale au plan de l'écran du tamis, permet également, en complément de l'emploi d'un écran en matériau plastique, de limiter voire de supprimer les dommages causés aux nymphes et leur mortalité lors du tri. Il a en outre été constaté qu'un mouvement circulaire ou ovale du tamis dans son plan d'extension améliore
35 sensiblement le tri.

Le tamisage avec un tamis à écran en matériau plastique S4 permet ainsi de séparer les nymphes, et optionnellement les larves les plus grosses, du reste du mélange.

Les nymphes de ténébrion meunier ont une forme allongée, ayant une longueur de 14 mm à 20 mm et des dimensions transversales s'inscrivant dans un cercle de l'ordre

5 5 mm à 6 mm. Les larves les plus grosses peuvent par exemple être définies comme étant les larves pesant plus de 125 mg, ce qui correspond aux larves mesurant plus de 25 mm de longueur et ayant des dimensions transversales s'inscrivant dans un cercle de l'ordre de 3 mm à 4 mm.

Comme cela est détaillé en référence à la figure 3, il est possible avec le même pont de

10 tamis permettant de séparer les nymphes et les plus grosses larves d'une part, du reste du mélange d'autre part de séparer également, optionnellement, les nymphes des plus grosses larves. Cette séparation (entre nymphes et plus grosses larves) peut alternativement être réalisée dans une étape de tri séparée, manuelle ou automatisée (par exemple avec un autre tamiseur à écran plastique).

15 Le tamisage avec un second tamis S5 permet par exemple de séparer les larves de plus petite taille d'une partie du reste du mélange. Bien que l'importance d'utiliser un tamis dont l'écran est en matériau plastique soit moins grande pour ce tamisage, les larves, qui correspondent au stade d'évolution auquel les insectes sont les plus fragiles, ayant été séparés lors du tamisage précédent, l'utilisation d'un écran en matériau plastique est

20 néanmoins préférable pour ce second tamisage (tamisage avec un second tamis S5).

A l'issue de l'étape de tamisage, on obtient ainsi de manière séparée :

- des nymphes et des larves de grandes dimensions (ensemble ou séparément),
- un ensemble comportant des larves vivantes et des résidus, comportant essentiellement des larves mortes et quelques restes de substrat d'élevage et/ou des

25 déjections d'insectes (dites « frass »),

- le reste du mélange initial, qui ne contient plus ou quasiment plus d'insectes vivants (nymphes ou larves).

Dans le procédé illustré à la figure 1, l'ensemble comportant des larves et des résidus est ensuite soumis à une séparation densimétrique S6. Ainsi dans cet exemple de mode

30 de réalisation comportant deux tamisages, seule une partie du reste du mélange après séparation des nymphes est soumise à la séparation densimétrique S6.

De manière importante, dans le procédé objet de l'invention, les nymphes initialement présentes dans le mélange en sont séparées et ne sont pas soumises au tri densimétrique qui serait susceptible de les abîmer.

La séparation densimétrique permet la suppression des résidus dans le mélange contenant des larves (vivantes) qui est issu de l'étape de tamisage S3.

La séparation densimétrique S6 permet ainsi la séparation de cette partie du mélange en deux fractions, selon leur densité. Les larves vivantes, plus denses, sont ainsi
5 séparées du reste du mélange, qui est constitué d'éléments moins denses, tels que les larves mortes, le cas échéant les déjections d'insectes (dites « frass »), et le substrat d'élevage qui est par exemple essentiellement du son de blé.

Au besoin, selon certains modes de réalisation, les grosses larves issues du tamisage peuvent également être soumises à une séparation densimétrique afin de supprimer les
10 éventuels résidus, dont les insectes morts (ou les parties d'insectes morts) qui auraient pu passer avec elles lors du tamisage (par exemple des éléments de substrat d'élevage auxquels les larves se seraient accrochées lors du tamisage).

Le procédé de la figure 1 correspond à un procédé de tri permettant de séparer les nymphes, les larves de grandes dimensions, et les larves plus petites de leur milieu
15 d'élevage (substrat, déjections, insectes morts).

Les nymphes et les larves de grandes dimensions (qui sont plus proches dans leur cycle de développement du stade adulte que les larves plus petites) peuvent par exemple être destinées à la reproduction des insectes.

Les larves de plus petite taille, et le cas échéant une part des larves de grandes dimensions peuvent par exemple être envoyées à l'abattage pour la production de
20 produits à haute valeur ajoutée (pour l'alimentation animale, l'industrie chimique, cosmétique, etc.).

L'invention peut, selon certains modes de réalisation, être employée pour d'autres tris devant être réalisés lors d'un élevage d'insectes. Un autre exemple est ainsi représenté
25 à la figure 2.

Par exemple lors de l'élevage de ténébrions meuniers, il convient de séparer les nymphes des larves pour isoler les nymphes des larves lors de leur métamorphose. Cela évite le cannibalisme des larves sur les nymphes.

Ainsi, un tel procédé de tri comprend les étapes présentées ci-avant de fourniture d'un
30 mélange S1, le mélange contenant des nymphes, et optionnellement de criblage S2.

Le procédé se poursuit par l'étape de tamisage S3.

Pour ce tri, l'étape de tamisage S3 comporte uniquement un tamisage avec un tamis à écran en matériau plastique S4, avantageusement en polyuréthane, permettant de séparer les nymphes du reste du mélange. Les grosses larves récupérées lors du

tamissage sont séparées des nymphes et renvoyées avec le reste du mélange pour la poursuite de l'élevage.

La figure 3 représente un dispositif de tri d'insectes selon un mode de réalisation de l'invention, qui est adapté à la réalisation du procédé de tri de la figure 1.

- 5 Une trémie, constituant un alimentateur 1, permet de recevoir et de fournir le mélange contenant des insectes, notamment des nymphes. Le mélange est passé dans un crible 2, qui permet de séparer les agglomérats du reste du mélange.

Le mélange restant, sortant du crible 2, est déposé sur un premier convoyeur 3.

- 10 Le premier convoyeur 3 (par exemple un convoyeur à bande) permet d'acheminer et de distribuer le mélange dans un ou plusieurs tamiseurs 4, 5.

Le tamiseur 4 permet de séparer le mélange qui y est introduit en quatre fractions, comme cela sera détaillé ci-après en référence à la figure 4.

Les fractions suivantes du mélange introduit dans le tamiseur sont ainsi séparées :

- les nymphes,
- 15 - les larves de grandes dimensions (« grosses larves »), avec éventuellement des résidus,
- les larves de plus petites dimensions, avec des résidus, notamment des larves mortes ;
- les éléments de très petites tailles, pouvant correspondre à une partie du substrat d'élevage, des poussières, du frass, etc.

- 20 Les nymphes sont déposées sur un deuxième convoyeur 6, pour être par exemple disposées dans des bacs d'élevage où elles vont poursuivre leur métamorphose.

- Les larves de grandes dimensions sont déposées sur un troisième convoyeur 7. Elles sont destinées par exemple à être élevées jusqu'au stade adulte, pour la reproduction des insectes dans l'élevage. Dans l'exemple de mode de réalisation ici représenté, la
- 25 fraction en sortie du tamiseur comportant les larves de grandes dimensions comporte également des résidus, qui sont séparés des larves de grandes dimensions par un séparateur densimétrique optionnel 8. En sortie du séparateur densimétrique optionnel 8, les larves de grandes dimensions sont débarrassées des résidus, notamment des larves mortes, et déposées sur un quatrième convoyeur 9. Une partie de ces larves peut
- 30 donc être envoyée à l'abattage pour la production d'un produit.

La fraction du mélange comportant les larves de plus petites dimensions avec des résidus est déposée sur un cinquième convoyeur 10, qui la transporte vers un séparateur densimétrique 11.

- Le séparateur densimétrique permet de séparer les larves des résidus, notamment des
- 35 insectes morts. Le séparateur densimétrique peut être réalisé selon diverses

technologies permettant un tri fondé sur la densité des éléments constituant le mélange qui y est trié. Ainsi, les larves, plus denses que les résidus, sont séparées desdits résidus. Le séparateur densimétrique peut notamment être choisi parmi une table densimétrique, un dépoussiéreur, et une colonne densimétrique, par exemple à cyclone.

- 5 Un dépoussiéreur, qui constitue un séparateur densimétrique particulièrement avantageux dans le cadre de la présente invention, est illustré schématiquement et expliqué ci-après en référence à la figure 5.

Les larves débarrassées des résidus sont déposées sur un sixième convoyeur 12, pour être dirigées vers l'abattage pour la production d'un produit à base de larves d'insectes.

- 10 Le reste du mélange, qui est formé des éléments de très petites tailles issus du (ou des) tamiseur(s) 4, des résidus issus du séparateur densimétrique 11, le cas échéant du séparateur densimétrique optionnel 8, et le cas échéant des agglomérats issus du crible, est collecté en vue de son traitement.

- 15 Dans le cas où le dispositif comporte plusieurs tamiseurs 4,5, les appareils suivant les tamiseurs peuvent être dupliqués (plusieurs séparateurs densimétriques, etc) ou mutualisés (un seul séparateur densimétrique pour traiter les fractions issues de plusieurs tamiseurs) selon leur capacité.

- 20 La figure 4 représente de manière schématique un tamiseur 4 pouvant être avantageusement employé dans l'invention. Le tamiseur 4 ici représenté est un tamiseur à deux ponts, c'est-à-dire qu'il comprend deux niveaux de tamisage, à savoir un premier pont 41 et un deuxième pont 42. Le tamis formé par chaque pont est incliné vis-à-vis d'un plan horizontal H, correspondant typiquement au sol (par exemple la dalle) sur lequel est installé le tamiseur.

- 25 Le premier pont 41 est formé d'une succession de grilles ou d'écrans formant un premier tamis.

Ces écrans sont en matériau plastique, en l'occurrence en polyuréthane.

- 30 La particularité du premier pont est de présenter des écrans ayant des mailles de dimensions différentes, à savoir un ou plusieurs premiers écrans 411 ayant des mailles de première ouverture, et un ou plusieurs deuxièmes écrans 412 ayant des mailles de deuxième ouverture.

Le tamiseur présenté est en particulier adapté à un élevage de ténébrions meuniers.

Par exemple, le ou les premiers écrans 411 peuvent avoir des mailles carrées, dont l'ouverture est de l'ordre de 3,2 mm de côté. Ces mailles permettent le passage du substrat d'élevage des insectes (par exemple, du son de blé), des déjections, et des

larves de moins de 25 mm de longueur qui ont des dimensions transversales s'inscrivant dans un cercle de moins de 3 mm environ.

Les grosses larves (larves de grandes dimensions, de dimensions transversales s'inscrivant dans un cercle de l'ordre de 3 mm à 4 mm et correspondant à des larves de
5 plus de 25 mm de longueur, et d'une masse de plus de 125 mg) ainsi que les nymphes ne peuvent pas traverser ce ou ces premiers écrans 411.

Le ou les deuxièmes écrans 412 présentent dans cet exemple des mailles carrées, dont l'ouverture est de l'ordre de 5 mm de côté. Ces mailles permettent le passage des larves de grandes dimensions, mais pas celui des nymphes, qui ont une longueur de 14 mm à
10 20 mm et des dimensions transversales s'inscrivant dans un cercle de l'ordre 5 mm à 6 mm.

Les larves de grandes dimensions (« grosses larves ») sont récupérées sur un plan 43 interposé entre le premier pont 41 et le deuxième pont 42, sous le ou les deuxièmes écrans 412.

15 Le deuxième pont comporte, dans l'exemple représenté, des troisièmes écrans 421 dont les mailles sont identiques, à savoir des mailles carrées dont l'ouverture est de l'ordre de 1,5 mm de côté. Ces mailles permettent le passage de certains résidus de petites dimensions, mais pas celui des larves, et généralement pas celui des déjections.

Le tamiseur 4 à deux ponts représenté à la figure 4 permet ainsi la récupération de
20 quatre fractions distinctes du mélange initial.

Bien entendu, les dimensions mentionnées ci-dessus à titre d'exemple sont à adapter selon le tri réalisé, le résultat souhaité, et l'espèce d'insectes triée. Par exemple, pour le tri représenté à la figure 2, le tamiseur 4 peut être similaire, mais présenter un ou des
25 deuxièmes écrans 412 du premier pont 41 présentant des mailles carrées ayant des ouvertures de l'ordre de 15 mm de côté.

La figure 5 représente un exemple de séparateur densimétrique 11 pouvant être employé dans l'invention. Le type d'appareil représenté à la figure 5 est généralement désigné par le terme « dépoussiéreur ».

Une fraction F du mélange initial issue du tamiseur 4, qui contient des larves et des
30 résidus dont notamment des insectes morts et le cas échéant des déjections d'insectes est introduite dans le dépoussiéreur. La fraction F est répartie sur un plan incliné 111 sur lequel elle descend en couche mince. Un ventilateur 112 produit un flux d'air introduit dans le corps 113 du dépoussiéreur. Le flux d'air rencontre la couche formée par la fraction F, et entraîne les éléments les moins denses présents dans la fraction F, tandis
35 que les éléments les plus denses tombent par gravité. Les éléments les plus denses, à

- savoir les larves (vivantes) L, sortent ainsi par une première sortie 114 du dépoussiéreur. Le volume intérieur du dépoussiéreur peut comporter un certain nombre de reliefs permettant d'assurer une séparation efficace. En particulier, dans l'exemple représenté, un relief central 115 est interposé entre la première sortie 114 du dépoussiéreur et une
- 5 deuxième sortie 116.
- Ainsi, les éléments les moins denses de la fraction F (larves mortes, autres résidus), qui sont entraînés par le flux d'air doivent franchir le relief central 115 avant d'atteindre la deuxième sortie 116. Cela laisse le temps nécessaire à la bonne séparation de la fraction F, tandis que le flux d'air remontant ledit relief central 115 empêche toute sortie
- 10 d'éléments trop peu denses par la première sortie 114.
- L'invention ainsi développée permet, par une sélection et une adaptation appropriée de machines de tris, de trier des insectes notamment des insectes fragiles de manière efficace et automatisée.
- L'invention est notamment particulièrement bien adaptée au tri d'un mélange comportant
- 15 des nymphes d'insectes, par exemple des nymphes de ténébrions meuniers, qui sont particulièrement sensibles aux chocs. Elle permet ainsi la récupération des nymphes sans les abîmer, par l'emploi d'un tamiseur à écran en matériau plastique, de préférence incliné. Dans certains modes de réalisation de l'invention, un tri densimétrique est également réalisé, sans que les nymphes ne soient soumises à ce tri densimétrique.
- 20 L'ordre de réalisation des différentes étapes du tri est ainsi fondamental.
- L'invention offre ainsi un procédé et un dispositif de tri permettant l'optimisation des opérations de tri à une échelle industrielle.