



PROTOCOLE DE TEST DE TRI OPTIQUE

Evaluation de la détectabilité d'emballages sombres lors des étapes de tri optique

Le COTREP

Le Comité Technique pour le Recyclage des Emballages Plastiques (COTREP) a pour mission d'aider les concepteurs et décideurs à développer des emballages plastiques recyclables, tout en permettant l'innovation. Il rassemble les différents acteurs de la chaîne de l'emballage ménager en plastique (Citeo, Elipso, SRP et Valorplast), et travaille sur tout type d'emballage plastique (bouteilles, flacons, pots et barquettes, films et souples). Les protocoles de tests réalisés par le COTREP sont issus de travaux avec les acteurs de la fin de vie des emballages plastiques ménagers.

N° DE VERSION	DATE	DESCRIPTION
1	Janvier 2019	Création
1.2	Novembre 2021	Mise à jour : simplification des essais et ajout d'un essai pour le tri couleur du PET
1.3	Mars 2024	Mises à jour de forme mineures

1. CONTEXTE

Ce protocole a été établi par le COTREP en collaboration avec les fabricants de machines de tri optique, en tenant compte des connaissances techniques et procédés actuels pour le tri en France. Il est destiné à préciser les tests à effectuer pour évaluer l'aptitude d'un emballage sombre à être détecté lors des étapes de tri optique. Cette étape constitue une partie essentielle de l'analyse globale de la recyclabilité d'un emballage.

Les résultats obtenus à la suite d'un test réalisé sur la base de ce protocole n'est pas suffisant pour conclure sur la recyclabilité d'un emballage. Ce protocole reflète uniquement l'étape de détectabilité et triabilité de l'emballage et ne préjuge ni de l'aptitude à la régénération de l'emballage, ni de la possibilité de transformer ces granulés régénérés en un nouveau produit.



Champ du protocole



- Les emballages sombres :

Le pigment noir de carbone est très utilisé dans l'emballage pour obtenir des couleurs sombres (couleurs foncées intenses telles que le noir, gris, vert, ou violet par exemple) à un coût compétitif. Or, la présence de noir de carbone empêche de détecter l'emballage et par conséquent son orientation par la technologie de tri optique en centre de tri. En effet, le noir de carbone absorbe la lumière infrarouge envoyée par l'équipement de tri optique et ne renvoie pas de signal. Les emballages sombres en mono-résine recyclables, non identifiés, ne sont donc pas orientés vers leurs filières de recyclage mais vers les refus de tri.

Des solutions colorantes alternatives sont développées par les fabricants de colorants et d'emballages afin d'obtenir des emballages sombres détectables en centre de tri et permettre ainsi leur recyclage potentiel. Ce protocole a été spécialement établi pour vérifier la détectabilité de ces alternatives et valider la solution colorante.

Les tests réalisés doivent être les plus représentatifs possibles du parc national des centres de tri d'emballages ménagers en France. Les machines de tri optique utilisées dans la majorité des centres de tri sont principalement fournies par deux fabricants : Pellenc ST et Tomra. Les tests devront donc être réalisés au sein des deux entités, dans leurs centres d'essais.

- Fonctionnement d'une machine de tri optique :

La technologie de tri optique fonctionne sur le principe de la spectrométrie proche infrarouge. La machine scanne et détecte les emballages qui passent sur le convoyeur rapide (tapis roulant qui alimente l'équipement). Les spectres des emballages (liés à leur composition et couleur) sont analysés en l'espace de quelques millisecondes par le spectromètre qui les compare avec les spectres de référence présents dans la base de données. Ainsi, en fonction des spectres détectés, la composition des emballages est déterminée et les emballages sont soufflés grâce à de l'air comprimé vers différentes goulottes.

Il existe deux moyens de détection utilisés par les machines de tri optique pour la séparation des emballages :

- En proche infrarouge seul (NIR : Near Infrared spectroscopy), basé sur la composition des résines plastiques.
- En proche infrarouge (NIR) combiné à de la couleur (VIS : visuel), basé sur la composition des résines plastiques mais également sur leur couleur. Ce type de détection est utilisé pour les emballages nécessitant d'être triés par couleur. C'est le cas du PET, qui est séparé en deux flux : le PET clair et le PET foncé.

- La détectabilité et la triabilité des emballages

La détectabilité correspond à la capacité d'un emballage à être correctement identifié selon la nature de sa résine.

La triabilité correspond à la capacité d'un emballage à être correctement orienté vers son flux de recyclage.

De ce fait, compte tenu des standards matériaux actuels, les emballages rigides en PET doivent être séparés par « couleur » : PET clair et PET foncé. Les emballages sombres en PET devront ainsi rejoindre la filière PET foncé.

Dans le cas des emballages rigides en PE, PP et PS, seule une distinction résine est actuellement effectuée ; aucune distinction « couleur » n'est pour le moment réalisée.

Pour qu'un emballage soit considéré comme recyclable, il doit d'abord être bien détecté et orienté vers son flux de recyclage en centre de tri, puis passer avec succès les différentes étapes de régénération.

2. OBJECTIFS

Ce protocole est à destination des fabricants de colorants ou des fabricants d'emballages qui veulent vérifier que les solutions colorantes développées sont détectables par les technologies de tri optiques présentes dans les centres de tri français. Ce protocole étudie la détectabilité et la triabilité de l'emballage, et non sa recyclabilité.

Les essais sont réalisés dans les centres d'essais de Pellenc ST et de Tomra. Ils seront conduits en deux temps : d'abord en statique, puis si le test est concluant, un essai en dynamique sera effectué.

Analyse statique : Déterminer la capacité des machines de tri optiques à détecter l'emballage sombre et reconnaître la résine et la « couleur » qui le compose.

- Analyse de la résine : cette résine sera nommée ci-après « Résine cible ».
- Analyse de la couleur : dans le cas des emballages en PET, les performances de triabilité sont aussi évaluées lors de cette étape. L'objectif est de s'assurer que l'emballage sombre est bien identifié visuellement et n'est pas identifié comme PET clair.

Analyse dynamique : Evaluer l'efficacité de captage des emballages sombres présents dans un flux de référence de déchets d'emballages ménagers, en comparant les résultats obtenus avec un échantillon de référence.

3. NOMENCLATURE

L'entreprise souhaitant réaliser des essais de détectabilité sera nommée ci-après : le « **Demandeur** ». Les fabricants de machine de tri optique seront nommés ci-après les « **Fabricants T.O.** ».

4. DEROULE DE LA DEMARCHE PAR LE DEMANDEUR

Étape 1 : Contact avec le COTREP

Le Demandeur contactera le COTREP en décrivant sa demande à l'aide du document en [ANNEXE 1](#). Si le Demandeur souhaite tester la détectabilité de plusieurs types d'emballages (différentes résines, dimensions, épaisseurs, formes, taux d'incorporation de la solution colorante, etc.), il devra en informer le COTREP en précisant l'ensemble de la gamme d'emballage ou de colorants qu'il souhaite tester. Après examen de la demande, le COTREP reviendra vers le Demandeur pour lui indiquer le nombre d'essais nécessaires à réaliser.

Les coordonnées des membres du COTREP sont indiquées dans la section « Informations pratiques » du document.

Étape 2 : Contact avec les Fabricants T.O.

Dans le cas où des essais doivent être menés, le COTREP fournira au Demandeur les coordonnées des Fabricants T.O. afin qu'ils puissent échanger sur les modalités financières et logistiques. Un ordre de grandeur du budget à prévoir pour la réalisation des essais est indiqué dans la section « Informations pratiques » du document.

Étape 3 : Préparation des échantillons

Après validation d'une date de test, le Demandeur mettra à disposition auprès des Fabricants T.O. les échantillons à tester :

- Type d'échantillons :
 - Seuls les emballages mis en forme pourront être testés afin de garantir la représentativité des résultats.
 - Les emballages plastiques de toutes typologies peuvent être testés (emballages rigides¹ type bouteilles, flacons, barquettes, pots, etc. **sauf** les emballages souples et les films). Ne pourront pas être testés dans le cadre de ces essais : les bouchons et les couvercles.
 - Les emballages pourront être neufs ou usés mais devront être vidés de leur contenu.
 - Les essais étant focalisés sur la détectabilité de la solution colorante, **les échantillons testés devront être dépourvus d'éléments associés** (étiquettes, opercules, bouchons, couvercles, buvards etc.). En effet, l'ajout ultérieur d'autres éléments sur l'emballage peut impacter la détectabilité et la triabilité de l'emballage final.

¹ Les emballages rigides sont caractérisés par une certaine tenue en rayon et une résistance à la déformation. L'élément principal de l'emballage rigide a en général une épaisseur supérieure à 300 micromètres. La définition d'un emballage rigide proposée ici est liée au comportement balistique attendu lors des étapes de tri et de recyclage.

- Si les **emballages sont parfois fabriqués à partir de chutes de production colorées** (pouvant contenir elles-mêmes du noir de carbone) il est fortement conseillé de tester cette composition. En effet, le noir de carbone contenu dans les chutes de production, même en petite quantité, peut impacter la détectabilité de l'emballage par tri optique.

- Nombre d'emballages à prévoir pour les tests pour chaque type d'emballage à tester :

Cette étape varie en fonction du type de résine dont est constitué l'emballage.

- Pour les résines en PE, PP ou PS :

	VALIDATION D'UN EMBALLAGE OU D'UNE GAMME D'EMBALLAGE²	VALIDATION D'UNE SOLUTION COLORANTE
TEST STATIQUE	- 5 emballages sombres identiques, à une épaisseur et concentration données (pour une gamme, l'épaisseur minimale)	- 5 emballages sombres identiques de l'épaisseur minimale et de la concentration maximale
TEST DYNAMIQUE	- 100 emballages sombres identiques, à une épaisseur et concentration données (pour une gamme, l'épaisseur minimale) - 100 emballages de référence : similaire (même épaisseur) mais d'une couleur claire ou pas teinté	- 100 emballages sombres identiques de l'épaisseur minimale et de la concentration maximale - 100 emballages de référence : similaire (même épaisseur) mais d'une couleur claire ou pas teinté

Par exemple, pour tester la triabilité d'une barquette thermoformée en PP, il faut fournir à chaque Fabricant T.O. :

- 105 barquettes thermoformée en PP sombres (solution colorant alternative).
- 105 barquettes thermoformées PP transparentes, blanches ou d'une couleur claire ne contenant pas de noir de carbone.

- Pour les résines en PET :

	VALIDATION D'UN EMBALLAGE OU D'UNE GAMME D'EMBALLAGE²	VALIDATION D'UNE SOLUTION COLORANTE
TEST STATIQUE	- 5 emballages sombres identiques, à une épaisseur et concentration données (pour une gamme, l'épaisseur minimale)	Emballages sombres identiques de l'épaisseur minimale : - 5 emballages avec la concentration maximale - 5 emballages avec la concentration minimale
TEST DYNAMIQUE	- 100 emballages sombres identiques, à une épaisseur et concentration données (pour une gamme, l'épaisseur minimale) - 100 emballages de référence : similaire (même épaisseur) mais teinté d'une couleur claire ou pas teinté	- Emballages sombres identiques de l'épaisseur minimale : ○ 100 emballages avec la concentration maximale ○ 100 emballages avec la concentration minimale - 100 emballages de référence : similaire (même épaisseur) mais teinté d'une couleur claire ou pas teinté

² Une gamme d'emballage est définie comme des emballages ayant la même forme, la même résine, la même solution colorante et à la même concentration mais avec des tailles différentes. Une gamme peut également comprendre une même feuille thermoformée pour différents formats de pots et barquettes.

Par « concentration minimale », on entend la concentration la plus basse préconisée (par le coloriste ou le transformateur) du colorant pour l'intégration dans un emballage ou gamme d'emballage sombre en PET.

Par exemple, pour tester la triabilité d'une solution colorante pour des barquettes thermoformées en PET, il faut fournir à chaque Fabricant T.O. :

- 105 barquettes thermoformées en PET sombres (solution colorante alternative) à l'épaisseur minimale et à la concentration en colorant maximale
 - 105 barquettes thermoformées en PET sombres (solution colorante alternative) à l'épaisseur minimale et à la concentration en colorant minimale
 - 105 barquettes thermoformées PET transparentes à l'épaisseur minimale ne contenant pas de noir de carbone.
- Etiquetage des échantillons :

De manière générale, tous les échantillons envoyés doivent être parfaitement identifiés (a minima envoyés dans un sac/carton bien identifié pour chaque référence envoyée).

Dans le cas d'un essai sur emballages en PET, le Demandeur devra étiqueter chaque échantillon individuellement en veillant à apposer des étiquettes papiers de petite taille pour éviter des perturbations lors du tri dues à la présence de l'étiquette. **L'étiquette ne doit pas recouvrir plus de 10 % de la surface de l'emballage. Cette étape est nécessaire afin de différencier les concentrations minimales et maximales pour les échantillons PET.**



Étape 4 : Envoi des échantillons

Après avoir été étiquetés (échantillons PET uniquement), les échantillons devront être envoyés séparément aux deux Fabricants T.O. L'ANNEXE 2 devra être complétée et collée sur chacun des colis, ainsi que transmise en amont de l'envoi par mail aux Fabricants T.O. Il est conseillé d'envoyer les échantillons **10 jours** au moins avant les tests.

5. PREPARATION DES ESSAIS PAR LES FABRICANTS T.O.

- Equipements :

Les équipements utilisés dans les centres d'essais pour réaliser les essais seront systématiquement les mêmes d'un test à l'autre. Les paramètres machines sont les plus représentatifs possibles de ceux utilisés actuellement en centre de tri en France et ont été fixés avec le COTREP. Toute évolution des paramètres par les Fabricants T.O. sera préalablement notifiée et validée avec le COTREP.

REMARQUES IMPORTANTES

- L'objectif est de réaliser des tests les plus **représentatifs possibles de ce qui se passe dans les centres de tri actuels** dans des conditions normales d'exploitation.
- Les paramètres machines devront être **fixes et identiques** d'un test à l'autre pour un même flux de référence. Ces derniers pourront être remis à jour lors du renouvellement du flux de référence.

- Préparation des échantillons

Pour les deux essais, les emballages fournis par le Demandeur pourront être écrasés manuellement par les Fabricants T.O. afin d'être plus représentatifs de l'état des déchets à la suite des étapes de collecte.

Pour l'essai en dynamique de toutes les résines, un flux de déchets d'emballages³ issus de la collecte sélective sera nécessaire. Par la suite ce flux sera appelé « **Flux CDT** ».

³ Le flux sera prélevé en sortie balistique corps creux avec un maximum de 2 % de films résiduels. Il devra être déferrailé par les Fabricants T.O. Il sera donc composé de ELA (Emballages Liquides Alimentaires), Alu, plastiques rigides, et refus potentiels.

Pour l'essai en dynamique des emballages en PET, un deuxième flux de déchets d'emballages composés de PET⁴ sera également nécessaire. Par la suite ce flux sera appelé « **Flux PET** ».

Les deux flux seront prélevés en centre de tri, fournis par le COTREP et pourront être réutilisés pour plusieurs campagnes d'essais dynamiques.

Lorsque les Fabricants T.O. le jugeront nécessaire, de nouveaux Flux CDT et Flux PET seront fournis par le COTREP sur demande. Pour information, un délai de 30 jours sera nécessaire entre la demande et la réception des Flux CDT et PET. La première fois, l'ensemble des emballages en acier et des emballages noirs présents dans le flux seront retirés par les Fabricants T.O.

- Préparation de la tâche de tri

A la réception d'un nouveau flux CDT ou PET, les Fabricants T.O. enregistreront les tâches de tri pour chaque configuration envisagée.

Pour le Flux CDT, une tâche de tri sera enregistrée pour chaque résine cible envisagée, c'est à dire une tâche de tri pour le PET, une pour le PEHD, une pour le PP et une pour le PS.

Pour le Flux PET, une tâche de tri sera enregistrée pour la résine cible envisagée, c'est à dire pour le PET foncé (incluant l'ensemble des teintes colorées du PET et excluant le PET clair et azuré transparent).

- **Flux de référence** : Dans cet essai, seul le Flux CDT ou Flux PET est utilisé, sans aucun emballage de référence, ni d'échantillon à tester.
- **Tri** : Les emballages de la résine cible sont triés positivement. Les autres emballages sont orientés en négatif vers les refus. Pour le cas du Flux PET, un test de tri « couleur » sera réalisé en combinaison de la détection résine pour la tâche de tri du PET foncé (NIR + VIS).
- **Caractérisation** : Les deux flux de sorties sont caractérisés (flux soufflé et flux non soufflé) en deux catégories :
 - Poids d'emballages de la résine cible
 - Poids des autres résines / autres emballages
- **Analyse** : Les résultats de ces caractérisations permettent de définir les performances de séparation qui serviront de référence :
 - Taux de captage des emballages de la résine cible : TC_1

$$TC_1[\%] = \frac{\text{poids emballages cible soufflés}}{\text{poids emballages cible soufflés} + \text{poids emballages cible non soufflés}} * 100$$

- Pureté du flux soufflé : P_1

$$P_1[\%] = \frac{\text{poids emballages résine cible soufflés}}{\text{poids emballages soufflés}} * 100$$

- **Vérification** : Les valeurs des taux de captage et des puretés de chacune des tâches de tri seront transmises au COTREP pour vérification. Il est recommandé que celles-ci soient supérieures à 90 %. Si ce n'est pas le cas, après discussion avec le COTREP, le Fabricant T.O. pourra modifier les paramètres machines, et recommencer l'essai de référence.

Une fois les tâches de tri validées, le taux de captage et la pureté du flux soufflé ne seront remesurés qu'au renouvellement du flux CDT.

⁴ Le flux sera prélevé après le premier tri optique séparant le flux de PET du flux corps creux. Il devra être déferpillé par les Fabricants T.O. Il sera donc composé de plastiques rigides, et refus potentiels.

6. ESSAIS A EFFECTUER

Étape 1 : Test en statique

- Réalisation des essais :

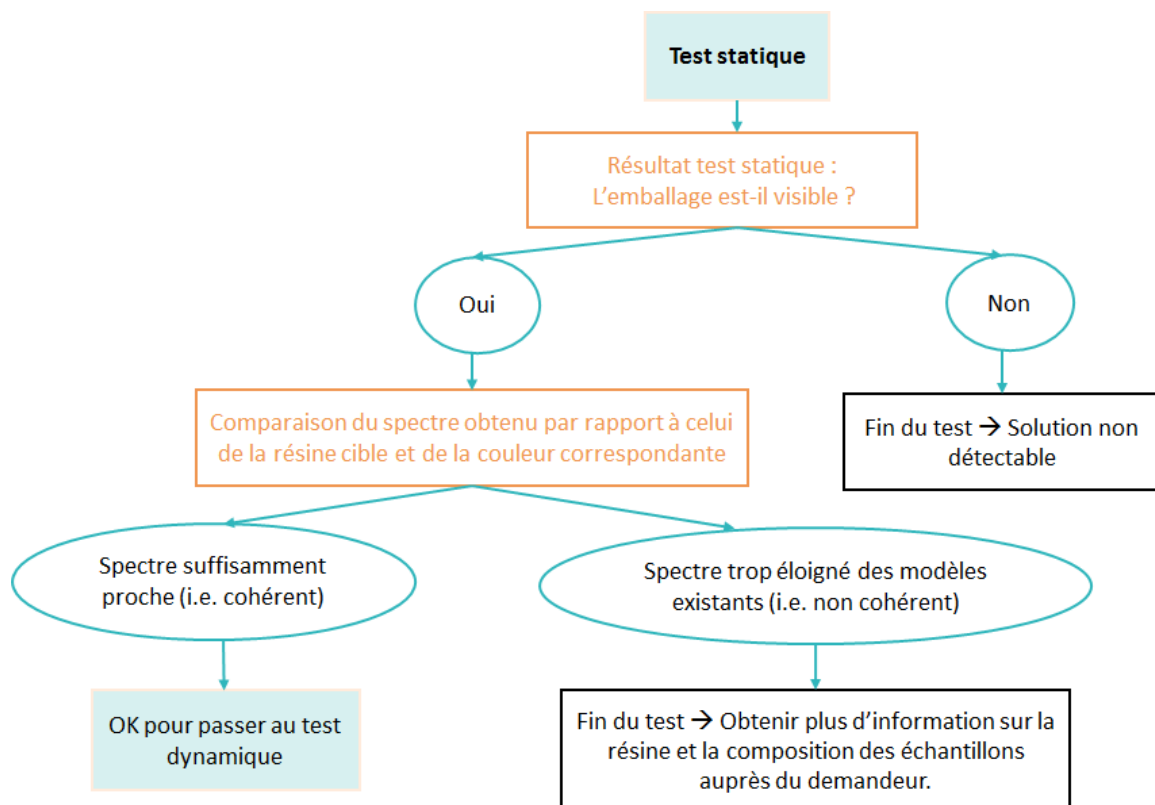
Les échantillons sont positionnés sous le capteur optique afin de déterminer si la machine de tri optique est capable de détecter l'emballage sombre et de reconnaître la résine qui le compose, c'est-à-dire la Résine cible (précisée par le Demandeur dans l'ANNEXE 1).

Lorsque cela est pertinent, les essais en statique sont réalisés en positionnant les échantillons sous différentes configurations (face A en haut, face B en haut, sur la tranche, etc.).

Dans le cas du PET, une fois la bonne détection de la résine assurée, la triabilité des emballages sera aussi testée lors de cette étape. On doit s'assurer ici que les emballages sombres sont bien identifiés visuellement et ne sont pas identifiés comme PET clair. Pour cela, on cherchera à déterminer si la machine de tri optique est capable de détecter les emballages sombres comme PET foncé.

- Critère de succès :

Lors du test statique, l'emballage de référence et l'emballage sombre doivent être visibles et le spectre détecté doit être suffisamment proche de celui de la résine cible.



Analyse des résultats :

Les résultats seront consignés dans le rapport d'essai :

- Si les résultats sont concluants, un test en dynamique devra être réalisé.
- Si les résultats ne sont pas concluants, le test en dynamique n'est pas nécessaire. Il faut retravailler la solution sombre alternative.

Étape 2 : Test en dynamique

Le test dynamique permet d'évaluer la détectabilité et la triabilité des solutions colorantes dans des conditions proches de celles en centre de tri. Les échantillons testés sont mélangés à un flux de déchets d'emballages (flux de référence). L'intégralité du flux présent sur le convoyeur rapide passe sous le spectromètre. En fonction de la composition de l'emballage et du spectre détecté, l'emballage est soufflé et orienté dans une des goulottes de sortie.

- Conditions d'essai :

Rappels importants

- Les paramètres à utiliser sont fixes et identiques pour tous les tests réalisés pour un même flux de référence. Ils pourront être remis à jour lors du renouvellement du flux de référence.
- Ils doivent être les plus représentatifs possibles de la configuration réelle actuelle en centre de tri. Ils ne doivent en aucun cas être optimisés au cours des essais.

Les paramètres machines (débit, largeur de tapis, type de capteur, type de buses, espacement des buses, résolution, vitesse de tapis, pression d'éjection) seront les plus représentatifs de ceux utilisés actuellement en centre de tri et ont été fixés avec le COTREP. Les flux triés seront les suivants : PE, PP, PS, PET et PET foncé.

Pour chaque essai dynamique, le taux de captage des emballages considérés sera mesuré.

- Mise en œuvre des essais :

Cette étape varie en fonction du type de résine dont est constitué l'emballage.

Pour les emballages en PE, PP, PS :

Les essais dynamiques se feront de la manière suivante :

Essai détection résine (NIR) avec emballages de référence et emballages sombres à tester, dans le Flux CDT :

- **Préparation du flux :** Dans cet essai, les 100 emballages de référence et les 100 emballages sombres à la concentration maximale sont utilisés. Une fois compactés, ils sont mélangés de façon homogène au Flux CDT en amont de l'essai.
- **Tri :** Une fois l'équipement paramétré (cf. Partie précédente sur *la Préparation des essais par les Fabricants T.O.*), les emballages de la résine cible sont triés positivement. Les autres emballages sont orientés en négatif vers les refus.
- **Caractérisation :** Les deux flux de sortie sont caractérisés (flux soufflé et flux non soufflé). On compte le nombre d'emballage de référence et d'emballages sombres présent dans le flux soufflé (résine cible), et ceux présent dans le flux non soufflé.
 - Nombre d'échantillons de référence retrouvés dans le flux soufflé : *Nbr éch. réf bon flux*
 - Nombre d'échantillons de référence retrouvés dans le flux non soufflé : *Nbr éch. réf mauvais flux*
 - Nombre d'échantillons sombres à tester retrouvés dans le flux soufflé : *Nbr éch. sombres bon flux*
 - Nombre d'échantillons sombres à tester retrouvés dans le flux non soufflé : *Nbr éch. sombres mauvais flux*
- **Analyse :** Les résultats de ces caractérisations permettront de définir les taux de captage de référence et le taux de captage des emballages sombres :
 - Taux de captage des emballages de référence

$$TC_{réf}[\%] = \frac{\text{nbre éch. réf bon flux}}{\text{nbre éch. réf bon flux} + \text{nbre éch. réf mauvais flux}} * 100$$

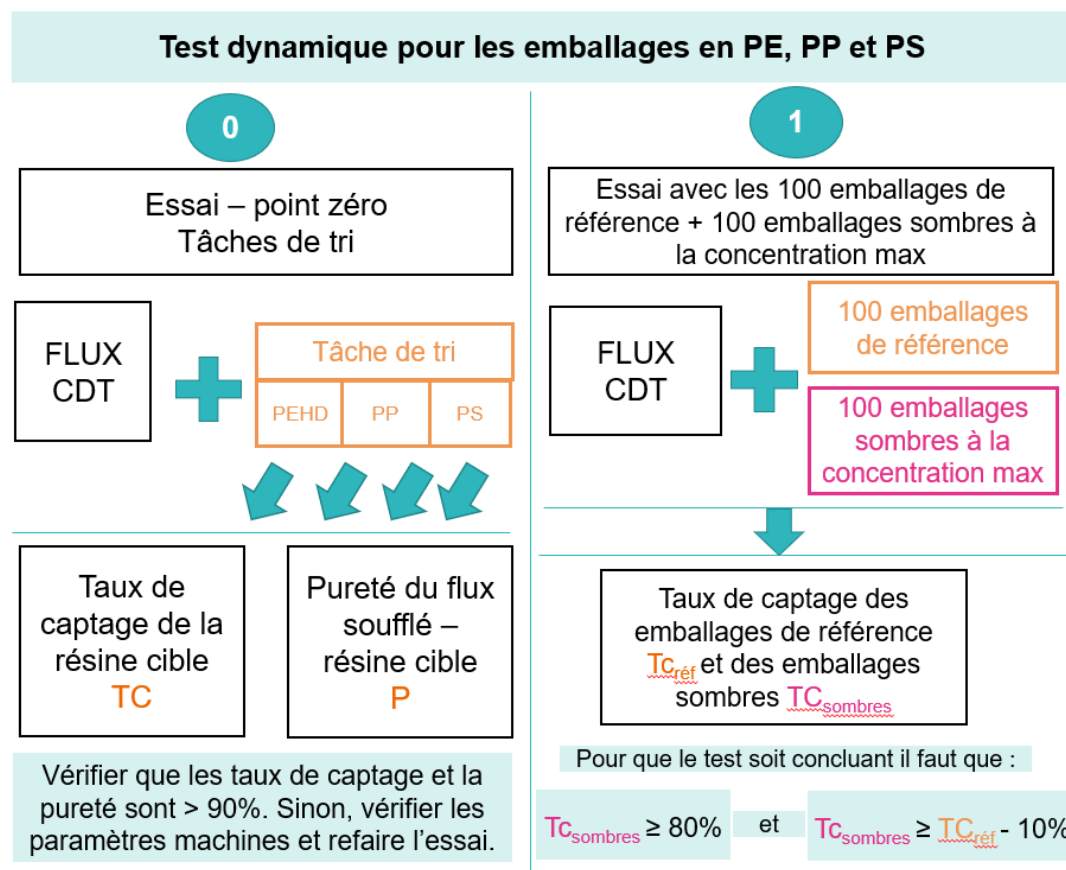
- Taux de captage des emballages sombres

$$TC_{sombres}[\%] = \frac{\text{nbre éch. sombres bon flux}}{\text{nbre éch. sombres bon flux} + \text{nbre éch. sombres mauvais flux}} * 100$$

- **Critères de succès** : Pour que les tests soient concluants, le taux de captage des emballages sombres testés doit respecter les deux conditions suivantes :
 - $TC_{sombres} \geq 80\%$
 - $TC_{sombres} \geq TC_{réf} - 10\%$
- **Retrait des emballages** : Retirer les 100 emballages de références et les 100 emballages sombres du flux.

Le rapport d'essai doit être complété par les Fabricants T.O. pour permettre l'analyse des résultats par le COTREP.

Schéma récapitulatif du test dynamique pour les emballages en PE, PP et PS :



Pour les emballages en PET :

Les essais dynamiques se feront en deux temps :

1) Essai détection résine (NIR) avec emballages de référence et emballages sombres à tester, dans le Flux CDT :

- **Préparation du flux** : Dans cet essai les 100 emballages de référence et les 100 emballages sombres à la concentration maximale sont utilisés. Une fois compactés, ils sont mélangés de façon homogène au Flux CDT en amont de l'essai.
- **Tri** : Une fois l'équipement paramétré (cf. Partie précédente sur la Préparation des essais par les Fabricants T.O.), les emballages de la résine cible PET sont triés positivement. Les autres emballages sont orientés en négatif vers les refus.
- **Caractérisation** : Les deux flux de sortie sont caractérisés (flux soufflé et flux non soufflé). On compte le nombre d'emballage de référence et d'emballages sombres présent dans le flux soufflé (résine cible), et ceux présent dans le flux non soufflé.
 - Nombre d'échantillons de référence retrouvés dans le flux soufflé : *Nbr éch. réf bon flux*

- Nombre d'échantillons de référence retrouvés dans le flux non soufflé : *Nbr éch. réf mauvais flux*
- Nombre d'échantillons sombres à tester retrouvés dans le flux soufflé : *Nbr éch. sombres bon flux*
- Nombre d'échantillons sombres à tester retrouvés dans le flux non soufflé : *Nbr éch. sombres mauvais flux*
- **Analyse** : Les résultats de ces caractérisations permettront de définir les taux de captage des emballages de référence et le taux de captage des emballages sombres :
 - Taux de captage des emballages de référence

$$TC_{réf}[\%] = \frac{\text{nbre éch. réf bon flux}}{\text{nbre éch. réf bon flux} + \text{nbre éch. réf mauvais flux}} * 100$$
 - Taux de captage des emballages sombres

$$TC_{sombres}[\%] = \frac{\text{nbre éch. sombres bon flux}}{\text{nbre éch. sombres bon flux} + \text{nbre éch. sombres mauvais flux}} * 100$$
- **Critères de succès** : Pour que les tests soient concluants, le taux de captage des emballages sombres testés doit respecter les deux conditions suivantes :
 - $TC_{sombres} \geq 80 \%$
 - $TC_{sombres} \geq TC_{réf} - 10 \%$
- **Retrait des emballages** : Retirer les 100 emballages de références et les 100 emballages sombres du flux.

2) Essai détection « couleur » (NIR + VIS) avec emballages sombres à tester, dans le Flux PET :

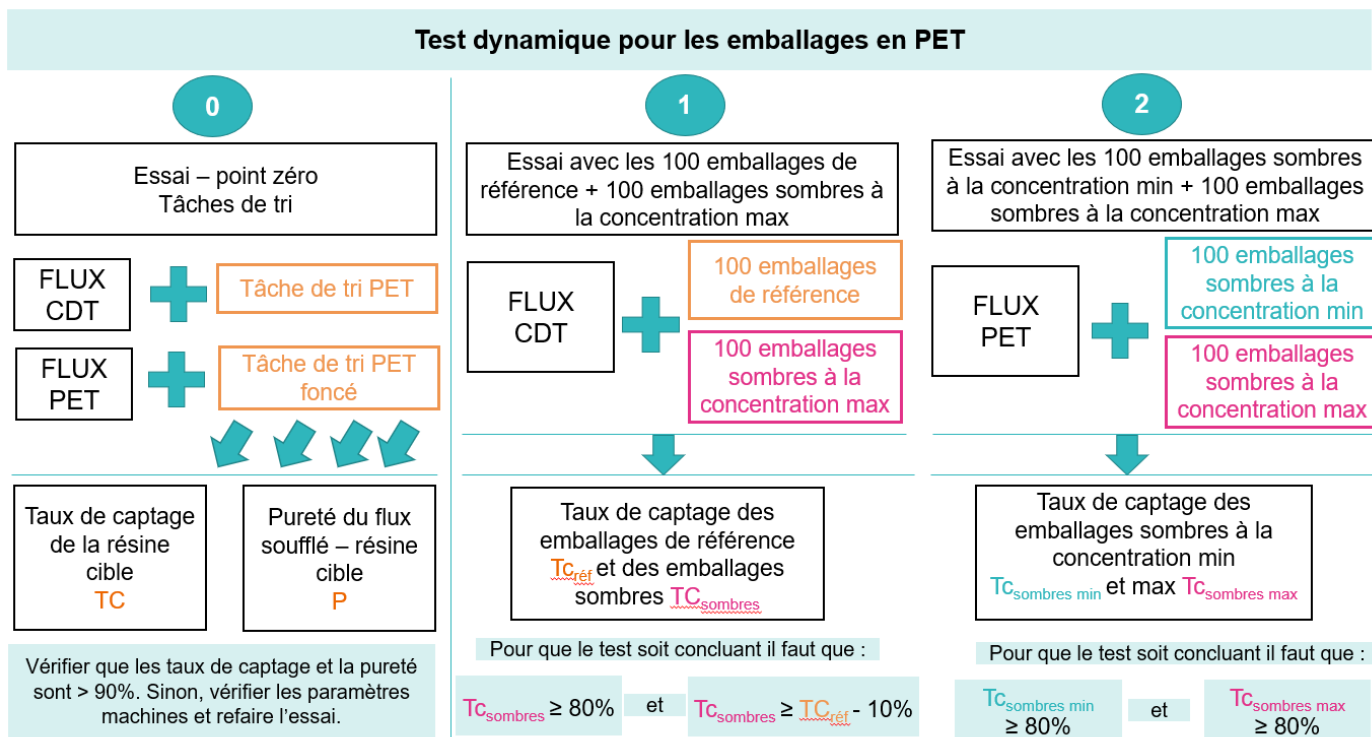
- **Préparation du flux** : Dans cet essai, les 100 emballages sombres à tester à la concentration minimale et les 100 emballages sombres à tester à la concentration maximale sont utilisés. Une fois compactés, ils sont mélangés de façon homogène au Flux PET en amont de l'essai.
- **Tri** : Les emballages de la résine cible **PET foncé** sont triés positivement. Les autres emballages sont orientés en négatif vers les refus.
- **Caractérisation** : Les deux flux de sorties sont caractérisés (flux soufflé et flux non soufflé). On compte le nombre d'emballages sombres aux concentrations minimales et maximales présents dans le flux soufflé (résine cible), et ceux présents dans le flux non soufflé.
 - Nombre d'échantillons sombres à la concentration minimale retrouvés dans le flux soufflé : *Nbr éch. min bon flux*
 - Nombre d'échantillons sombres à la concentration minimale retrouvés dans le flux non soufflé : *Nbr éch. min mauvais flux*
 - Nombre d'échantillons sombres à la concentration maximale retrouvés dans le flux soufflé : *Nbr éch. max bon flux*
 - Nombre d'échantillons sombres à la concentration maximale retrouvés dans le flux non soufflé : *Nbr éch. max mauvais flux*
- **Analyse** : Les résultats de ces caractérisations permettent de définir le taux de captage des emballages sombres testés :
 - Taux de captage des emballages sombres à la concentration minimale

$$TC_{sombres\ min}[\%] = \frac{\text{nbre éch. min bon flux}}{\text{nbre éch. min bon flux} + \text{nbre éch. min mauvais flux}} * 100$$
 - Taux de captage des emballages sombres à la concentration maximale

$$TC_{sombres\ max}[\%] = \frac{\text{nbre éch. max bon flux}}{\text{nbre éch. max bon flux} + \text{nbre éch. max mauvais flux}} * 100$$
- **Critères de succès** : Pour que les tests soient concluants, le taux de captage des emballages sombres testés doit respecter les deux conditions suivantes :
 - $TC_{sombres\ min} \geq 80 \%$
 - $TC_{sombres\ max} \geq 80 \%$
- **Retrait des emballages** : Retirer les 200 emballages sombres du flux.

Le rapport d'essai doit être complété par les Fabricants T.O. pour permettre l'analyse des résultats par le COTREP.

Schéma récapitulatif du test dynamique pour les emballages en PET :



Rappel : Les tests statiques et dynamiques devront être réalisés et concluants dans les centres d'essais des **deux** Fabricants T.O. pour que le COTREP puisse émettre un avis positif quant à la détectabilité de l'emballage.

Remarque : le COTREP se réserve la possibilité de simplifier le protocole en concertation avec le Demandeur.

7. RAPPORT DE TESTS

Chaque Fabricant T.O. devra rédiger un rapport d'essais précisant les éléments suivants :

- Une description des échantillons reçus et testés, incluant des photos. Si plusieurs lots d'échantillons ont été testés, les descriptifs et les résultats de chaque lot d'échantillons devront être présentés distinctement dans le rapport.
- La référence des équipements utilisés.
- Un rappel des paramètres d'essais utilisés.
- Le nombre d'échantillons et les conditions opératoires de chaque test.
- Le rapport devra **inclure les phrases suivantes** :
 - « Les tests ont été réalisés en suivant le protocole de tests COTREP - Evaluation de la détectabilité d'emballages sombres lors des étapes de tri optique – Version 2 – Novembre 2021 ».

- « Le présent rapport ne constitue pas en tant que tel un avis COTREP. Pour obtenir un avis du COTREP sur la détectabilité de la solution sombre alternative, ce rapport d'essais devra être transmis au COTREP. »
- Les Fabricants T.O. s'engagent à suivre le protocole dans son intégralité, **à indiquer dans le rapport de tests si une quelconque déviation a été faite.**

Rappels :

- Tous les échantillons soumis à analyse devront être testés selon une méthodologie rigoureusement identique.
- Les résultats présentés dans les rapports seront ceux correspondant **uniquement** aux tests réalisés en centre d'essais avec **les paramètres machine les plus représentatifs de ce qui se passe en France dans les centres de tri actuels** dans des conditions normales d'exploitation.
- **Aucune référence à des résultats obtenus avec des paramètres optimisés ne pourra apparaître dans le rapport sans concertation avec le COTREP.**

Pour émettre un avis positif sur la triabilité de la solution sombre alternative, les deux rapports d'essais devront être conformes au protocole, concluants et transmis au COTREP.

8. CONFIDENTIALITE

Si le Demandeur le souhaite, un accord de confidentialité visant à tenir confidentiel tout élément relatif à la demande, au contenu du rapport (notamment les résultats et observations) peut être signé entre les Fabricants T.O., le COTREP et le Demandeur.

9. INFORMATIONS PRATIQUES

Contacts COTREP

Pour prendre contact avec le COTREP, il faut envoyer un mail aux adresses suivantes :

- Gaultier Massip : gaultier.massip@citeo.com
- Hélène Hagen : h.hagen@valorplast.com

Coût des essais – à la charge du Demandeur

Les coûts des essais sont à la charge du Demandeur qui échange à ce sujet directement avec le Fabricant T.O.

Pour information, un test chez un fabricant coûte T.O. entre 250 € et 2 000 € H.T. Les chiffrages précis seront à définir par chacun des Fabricants T.O. en fonction du nombre de lots d'échantillons à tester et du nombre de tests réalisés en statique et/ou en dynamique.

Le Demandeur devra inclure également dans son budget :

- Le coût de création des échantillons et de leur étiquetage (à réaliser par le Demandeur)
- Le coût d'envoi des échantillons chez les fabricants T.O.
- Les coûts éventuels de réexpédition des échantillons après les tests.

ANNEXE 1 : Formulaire de demande de tests de tri COTREP

DEMANDEUR

ENTREPRISE :

PRENOM NOM :

FONCTION :

MAIL :

TELEPHONE :

IMAGE
DE
L'EMBALLAGE

DESCRIPTION DE L'EMBALLAGE A TESTER

TYPE D'EMBALLAGE* :

NOM COMMERCIAL / REFERENCE :

COULEUR :

EPAISSEUR (DANS LE CAS D'UNE
GAMME, L'EPAISSEUR LA PLUS FINE) :

DIMENSIONS DE L'EMBALLAGE :

RESINE MAJORITAIRE (SI
MULTICOUCHES OU BARRIRES, LES
DECRIRE) :

SOLUTION COLORANTE

FOURNISSEUR / NOM COMMERCIAL :

TAUX D'INCORPORATION** :

BASE COULEUR DE LA SOLUTION COLORANTE (POUR LES EMBALLAGES PET) :

L'EMBALLAGE CONTIENT-T-IL
DES CHARGES
MINERALES (TIO₂, ETC.) ?

VOLUME MIS EN MARCHE :

ENGAGEMENTS DU DEMANDEUR

JE CONFIRME LES POINTS SUIVANTS

- Je souhaite réaliser des tests en suivant le protocole standard établi par le COTREP.
- Je confirme réaliser les tests chez les deux fabricants T.O. (Pellenc ST et Tomra).
- J'accepte que les résultats soient envoyés au COTREP pour analyse et avis.
- Je reconnais prendre à ma charge l'ensemble des couts des tests que je traiterais directement avec les fabricants T.O.
- J'atteste que la solution colorante testée :
 - Répond aux exigences essentielles de la directives emballages 94/62/ce.
 - Ne fait pas basculer la densité de l'emballage : les emballages majoritairement en PP ou PE doivent conserver une densité <1 et les emballages majoritairement en PET ou en PS une densité > 1.

LE COTREP POURRA EMETTRE UN AVIS UNIQUEMENT SUR RECEPTION DE CE DOCUMENT AINSI QUE DES RAPPORTS DE TESTS DES DEUX FABRICANTS T.O.

Cachet de l'entreprise :	Date :	Nom, prénom et signature

* Exemples : bouteille, flacon, pot, barquette, tube... La forme de l'emballage peut avoir un impact lors des essais dynamiques. Une photo de l'emballage est ainsi nécessaire afin d'anticiper ce potentiel impact.

** Indiquer la concentration de la solution colorante :

- Spécifique dans le cadre d'une validation de référence d'emballage.
- Minimale et maximale dans le cas d'une validation d'une gamme d'emballage ou d'une solution colorante pour le PET.
- Maximale dans le cas d'une validation d'une gamme d'emballage ou d'une solution colorante pour PE, PP et PS.

ANNEXE 2 : Document à compléter et à coller sur chacun des colis d'échantillons

Objet du test : Protocole de tri standard des emballages sombres

Demandeur :

Entreprise :

Prénom NOM :

Contact Fabricant T.O. :

Date du test :

Référence de l'échantillon et résine cible :

Que faire des échantillons après les tests ?

Je ne souhaite pas récupérer les échantillons.

Je souhaite que les échantillons me soient renvoyés à la suite des tests. Je précise l'adresse de réexpédition :

- Nom :
- Rue :
- Code postal / Ville :
- Pays