

Des technologies nouvelles pour le contrôle de process en sucreries

B. GAILLAC & C. RUA, ITECA SOCADEI. France

Cet article décrit comment le microscope de cuite avec traitement d'images en temps réel peut jouer un rôle important à différentes étapes du process de cristallisation, en particulier lorsqu'il est bien positionné sur la cuite. Avant l'ensemencement, le microscope vérifie la qualité du sirop et détecte potentiellement la présence d'impuretés ou de grands-pères qui limiteront la production de cristaux de haute qualité. Lors de l'ensemencement, le microscope compte et mesure les cristaux pour s'assurer que le bon volume avec la bonne taille est entré dans la cuite au moment opportun.

A partir de la phase de grainage, le CV et l'OM sont suivis pour s'assurer que la croissance se déroule normalement. Toute non-conformité, (présence de fines, mauvaise taille des cristaux, CV incorrect) déclenche une alarme.

ABSTRACT

This paper describes how the pan microscope can play an important role at different stages of the process. Before seeding it checks the syrup quality and detects contaminants or super coarse crystals that will limit the production of high quality crystals. At the seeding stage, it counts and measures the crystals to make sure the good volume with the correct size have entered the pan at the right time. From the graining phase, the CV and the MA are monitored to check normal crystal crop. Any non conformity (air bubbles, bad circulation, bad crystal size, etc...) can trigger alarms.

1 – INTRODUCTION

Les techniques de traitement des images sont largement appliquées dans de nombreuses sucreries souhaitant optimiser leur production de masse cuite. Les Crystobservers® qui sont des microscopes de cuite avec analyse d'image sont aujourd'hui utilisés dans des usines en Europe et dans le monde entier.

Comment le Crystobserver® aide-t-il les sucreries à surveiller la cuite? Dans quelle mesure la surveillance et l'analyse vidéo aide-t-elle l'opérateur à vérifier la qualité du sirop? Quelles informations pertinentes les opérateurs obtiennent-ils en phase de pré-grainage, de grainage et de cuisson? Et comment les utilisent-ils pour améliorer la qualité de leur masse cuite et améliorer l'efficacité de leur procédé? Grâce aux retours d'expérience des usines de part le monde, cet article décrit les différents bénéfices obtenus grâce à l'analyse de l'image 4K des cristaux de sucre en temps réel et in situ. Le but de cet article est de dresser une carte des avantages observés par les utilisateurs des Crystobservers® et l'apport de cette technologie au procédé sucrier.

Les quelques exemples présentés ci-dessous sont le récit d'expériences vécues par les clients utilisateurs de Crystobservers®.



Figure 1. Tête de mesure du Crystobserver®

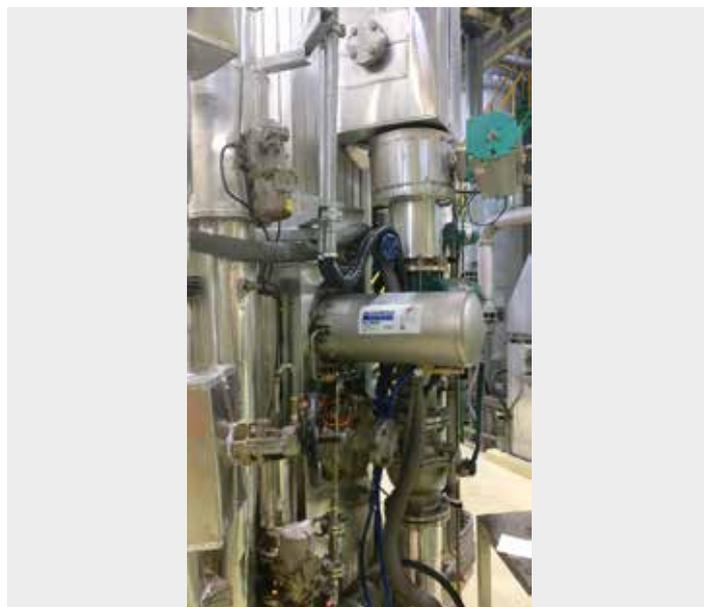


Figure 2. Crystobserver® installé sur site

2 – DESCRIPTION DU CRYSTOBSERVER®

Le Crystobserver® est monté directement sur une bride soudée à la paroi de la cuite (Cristallisoir à sucre). Une source de lumière à LED contrôlée en puissance éclaire les cristaux en mouvement à l'intérieur de la cuite.

Des images très nettes des cristaux sont continuellement envoyées à un ordinateur dans la salle de contrôle. Un logiciel dédié applique des algorithmes spécifiques à chaque image et calcule, entre autres paramètres, le coefficient de variation (CV), l'ouverture moyenne (OM) des cristaux et le nombre de fines en temps réel. Des seuils ajustables sur différentes variables permettent de détecter et de déclencher des alarmes sur des non-conformités telles que: présence de contaminants, création de faux cristaux, mauvaise taille de cristal à un moment donné, etc.

Une communication directe doit être configurée entre le granulomètre et l'automate de la cuite pour que l'appareil connaisse les phases du cycle de la cuisson et puisse les suivre en automatique. En effet une cuite a le plus souvent quatre phases dans son cycle :

- Chargement du sirop de sucre (appelée aussi Tirage de pied)
- Grainage (injection d'une semence constituée de petits cristaux de sucre de l'ordre de 4-10 µm)
- Déchargement de la masse cuite en fin de cycle de cuisson
- Nettoyage de la cuite

Cette communication peut se faire au moyen de signaux analogiques ou numériques (via un bus de terrain)

Les données statistiques (CV, OM, % de fines, etc.) calculées par le Crystobserver® fournissent à l'opérateur des informations utiles à différentes étapes du procédé. Il permet de caractériser avec précision les différents paramètres influençant la cristallisation et d'établir des recettes permettant de stabiliser la croissance des cristaux et de produire des cristaux homogènes de taille correcte.

3 – CAS #1 POLLUTION DU SIROP

Ce cas s'est produit dans une usine française il y a quelques années, il a permis de mettre en évidence une pollution sur le circuit sirop.

Grâce à une alarme déclenchée automatiquement par le Crystobserver®, l'opérateur a constaté que le sirop était contaminé par des particules de 19 à 65 microns.

Après avoir changé les filtres sirop, l'opérateur a observé que les pollutions du sirop entrant dans la cuite étaient toujours présentes sur le batch suivant. Alerté, le service qualité a mené des recherches sur l'origine de la contamination en prélevant des échantillons de sirop à différents endroits du circuit jusqu'à ce qu'il découvre qu'elle provenait du bac à liqueur standard.

Ce dernier a été « by-passé » le temps d'un nettoyage complet.

La détection de très petites particules à partir de 4 µm permet une bonne caractérisation de la qualité du sirop.

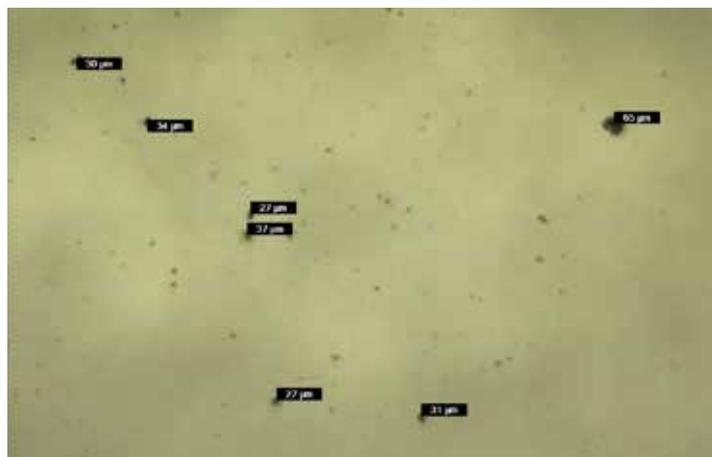


Figure 3 & 4. Exemple de pollution détectée

4 – CAS # 2 DYSFONCTIONNEMENT DU DÉTECTEUR DE NIVEAU DE SIROP

Ce problème est apparu dans une usine aux Etats Unis, suite au grainage de la cuite le Crystobserver® a généré une alarme pour un nombre et une taille de semence hors spécification, quelques minutes après l'introduction de la semence dans la cuite.

En effet comme le montre l'image (figure 4), les cristaux attendus ne sont pas de taille normale (quelques dizaines de microns) : ils ont une taille beaucoup plus grande (quelques centaines de microns).

Il est bien sûr improbable que la semence ait pu croître si vite et une autre explication a du être trouvée.

Après investigation, il a été découvert qu'il s'agissait d'un dysfonctionnement du capteur de niveau de sirop dans la cuite qui perturbait le cycle.

En effet le tirage du pied n'était pas à un niveau de sirop habituel mais au 2/3 de la cuite.

Il semble que le sirop se soit chargé des cristaux collés sur les parois supérieures de la cuite, ces cristaux étant issus du cycle de cuisson précédent.

La concentration n'étant plus correctement maîtrisée, les cristaux ainsi récupérés ont commencé à fondre, d'où leur aspect arrondi.

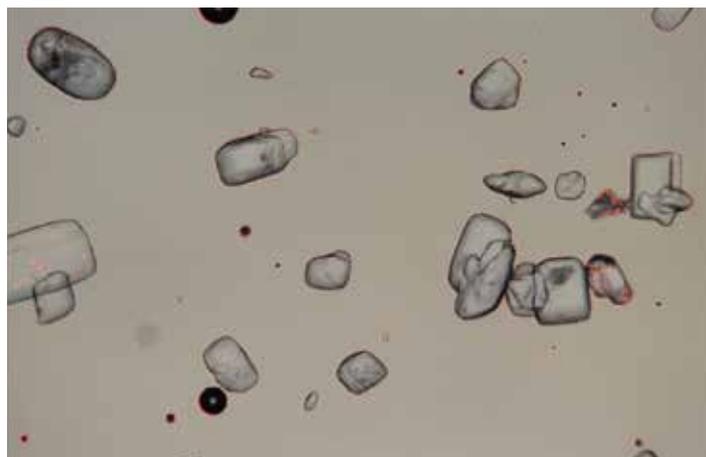


Figure 5. Image de l'anomalie observée après le grainage

Cette anomalie a eu deux effets bénéfiques :

- Détecter le dysfonctionnement du capteur de hauteur de sirop
- Observer un manque de nettoyage de la cuite, les temps de lavage ont été par la suite augmentés.

5- CAS #3 AJUSTEMENT DU TEMPS DE LAVAGE DE LA CUITE

Les « grands pères » sont des cristaux issus du cycle précédent qui ont échappé au lavage de la cuite.

Ils continuent donc leur croissance pendant le cycle suivant et prennent des proportions hors norme (souvent plusieurs millimètres).

Beaucoup d'utilisateurs des Crystobservers® se servent de la mesure du nombre de grands-pères pour ajuster le temps de lavage de la cuite au minimum et économiser de l'argent.

Un temps de lavage court va générer beaucoup de grands-pères alors qu'un lavage long les fait tous disparaître. Le compromis idéal est de laisser la cuite lavée de manière à ne laisser que quelques grands-pères.



Figure 6 & 7. Autre exemple de présence de grands-pères

6 – CAS # 4 “GOLDEN STRIKE” (CYCLE D’OR)

Dans une sucrerie où l’ensemencement est effectué manuellement, le logiciel a été modifié à la demande du client pour afficher le meilleur cycle lors des comparaisons de cycles de cuisson. Cette cuite de

référence appelée « Golden Strike » par nos clients américains est un exemple précieux et fort utile pour l’opérateur.

On peut voir sur la figure 8 des graphes d’OM, de CV et de pourcentage de fines où le cycle de référence est représenté en rouge.

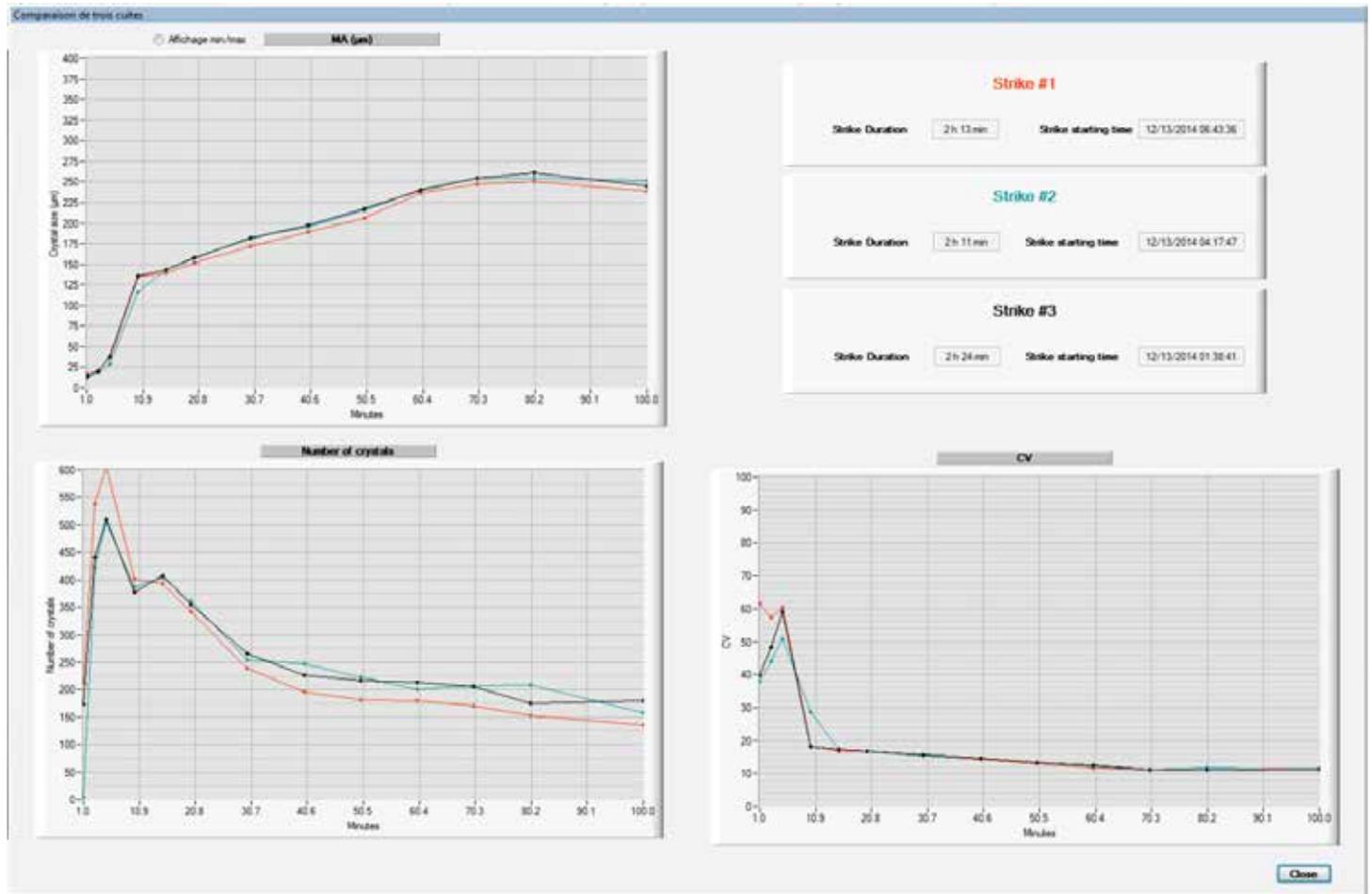


Figure 8. La cuite modèle, un exemple à suivre.

7 – CAS # 5 FINES

De nombreux utilisateurs de Crystobrowsers® définissent une taille de fine inférieure à 50 µm. La détection des fines commence seulement 10 minutes après le grainage pour s’assurer que la semence ne soit pas prise en compte. Lorsque des fines sont détectées par le Crystobserver®, les opérateurs modifient rapidement les paramètres de la cuite pour refondre ces nouvelles nucléations. Ils peuvent l’observer directement en temps réel grâce à la caméra de résolution 4K.

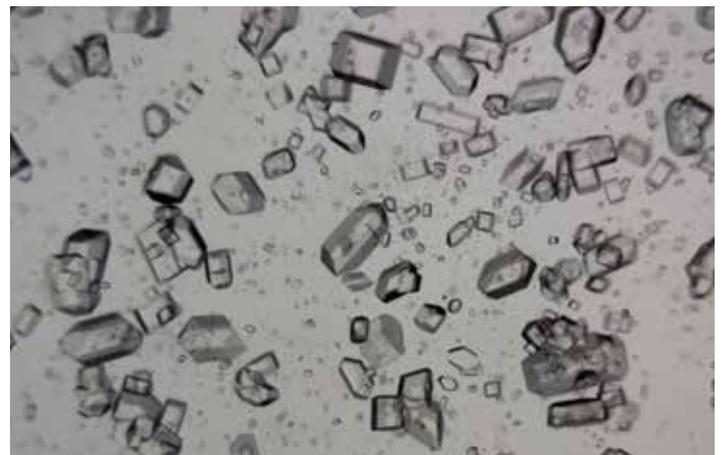


Figure 9. Exemple d’apparition de fines

Dans l'exemple ci-dessous nous observons un cycle durant lequel les fines ont été refondues par injection d'eau (image de droite figure 10)

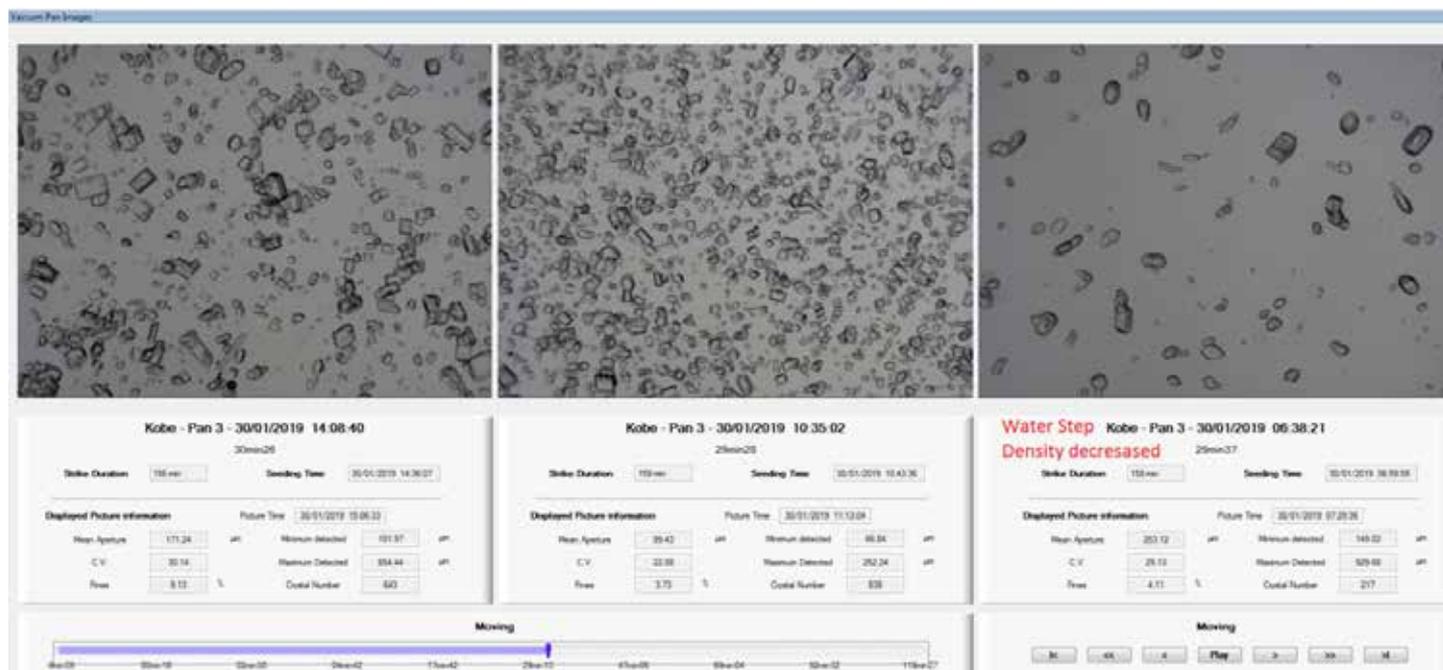


Figure 10, image de droite. Refonte des fines par injection d'eau

8 – CAS # 6 LA GESTION DES CUITES MULTI-CUT

Le défi qui nous était donné, consistait à modifier le logiciel Crystobserver® afin de l'adapter aux applications « Multi-cut » (cf. figure 13). En effet, dans certaines sucreries, nous avons rencontré un procédé de cristallisation commençant par l'ensemencement du sirop puis par un cycle de cuisson normal suivi d'une décharge partielle de la masse cuite dans un bac récepteur.

La cuisson continue alors et la cuite se remplit de nouveau puis, une fois la cuite complètement déchargée, elle est remplie de nouveau avec la partie de masse cuite qui a été mise de côté dans le récepteur, puis le cycle reprend.

Ce type de schéma de cristallisation a été observé dans plusieurs usines, notamment aux USA, en Corée et sur l'île de la Réunion.

Le logiciel du Crystobserver® a été modifié pour pouvoir gérer les nouvelles étapes des cycles multi-cut.

9 – CAS # 7 CARACTÉRISATION DES TAILLES DE BULLES

Pour des besoins de Recherche & Développement d'un institut Européen, le logiciel du Crystobserver® a été modifié de façon à être capable de considérer uniquement la taille des bulles dans la cuite. Le but est de définir si une corrélation peut être établie entre leurs tailles et différents paramètres de la masse cuite.

Cette étude qui est prévue sur plusieurs campagnes sucrières est toujours en cours.

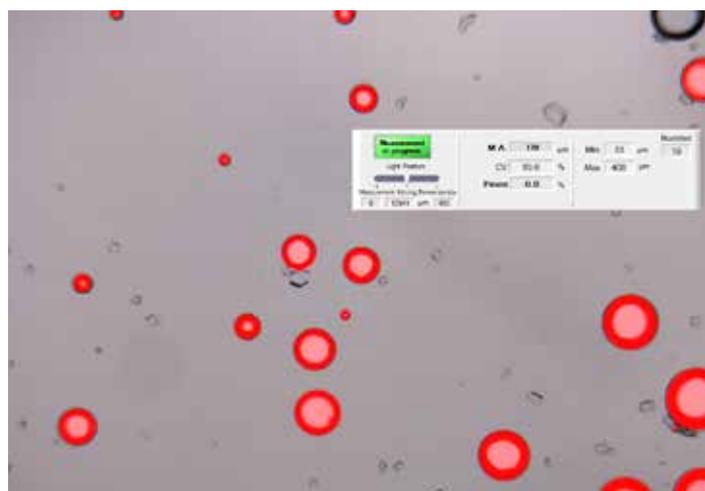
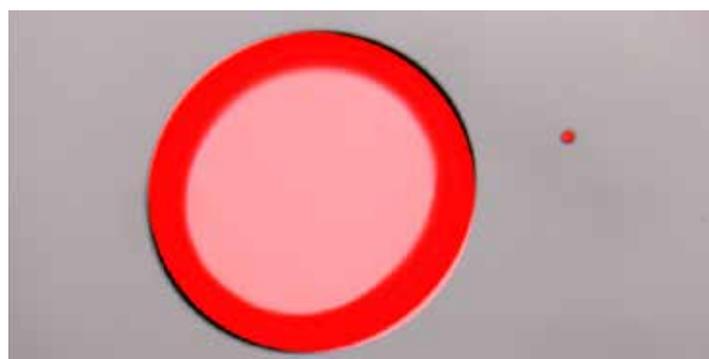


Figure 11.12. Exemple de détection de bulles

CONCLUSION

Comme décrit dans cet article, le Crystobserver® est un outil indispensable pour comprendre l'impact des paramètres du processus de cuisson sur la production de masse cuite. Il aide les opérateurs à mieux contrôler ces paramètres en temps voulu, à stabiliser leur production et à améliorer la qualité de la masse cuite. Sur la base de l'expérience de nombreux clients utilisateurs de part le monde, nous avons résumé ici quelques utilisations clés de notre appareil qui donnent un aperçu des bénéfices obtenus lors de la conduite d'une cuite.

Grâce à des années de coopération avec différents groupes sucriers, nous continuons à développer des techniques avancées de traitement d'images numériques pour améliorer les performances et les capacités du Crystobserver®. ITECA SOCADEI a pour objectif d'intégrer le Crystobserver®, en coopération avec d'autres capteurs (Brix, température, pression etc.), dans une gestion entièrement automatisée du processus de cuisson. ■

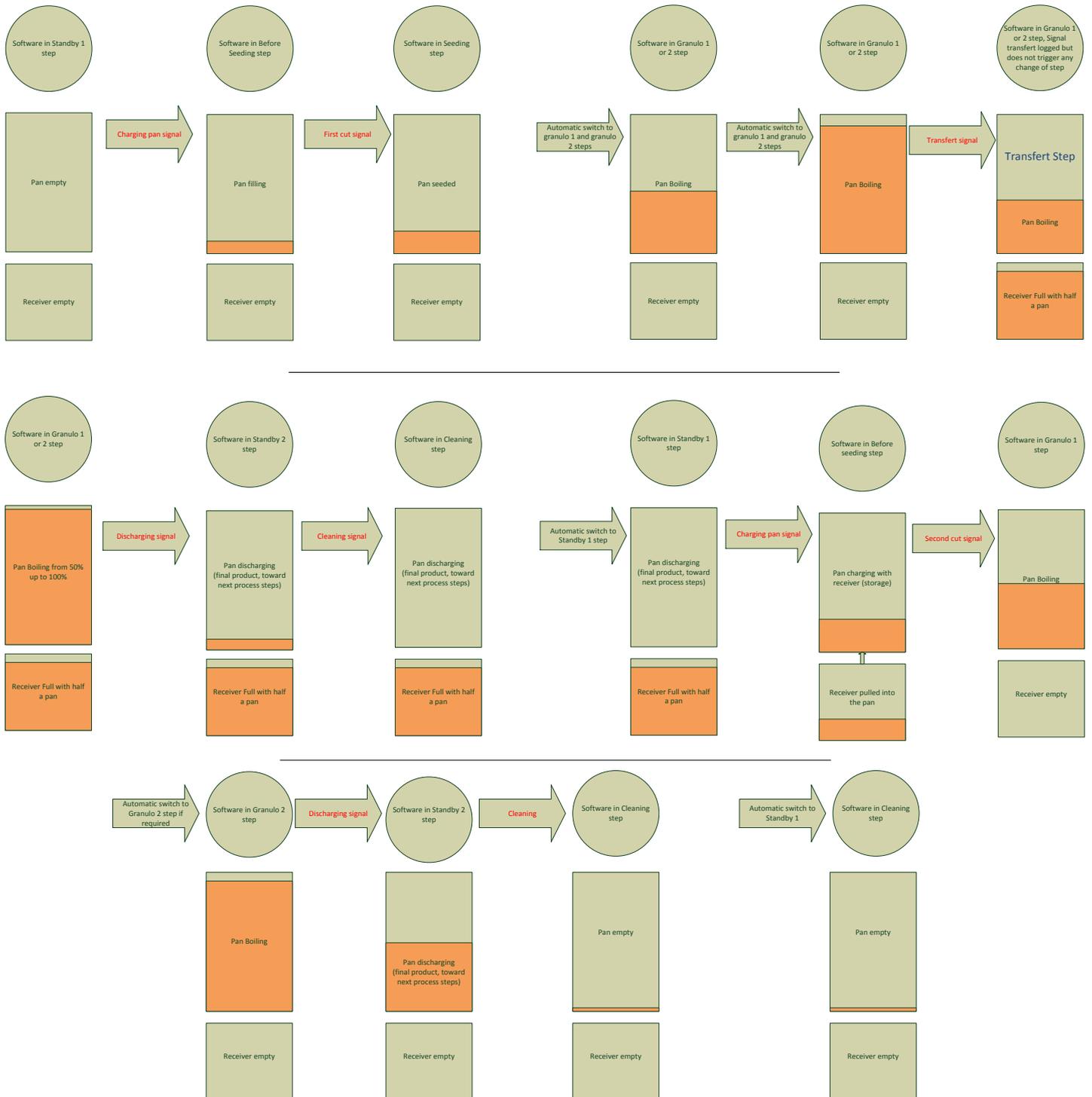


Figure 13. Description d'un cycle multi-cut