

SIMDI - Simulateur de bains de traitement

« Les élèves pilotent un processus de fabrication dans le temps réduit d'une formation »

The screenshot shows the SIMDI software interface. At the top, there is a menu bar with 'Fichier', 'Paramétrage', and 'Mise en situation'. Below the menu, there are four main sections: 'Coût' (516 €), 'Production réalisée' (776), 'Production à réaliser' (323), and 'Calendrier' (Jeudi 01 (04)). The main area displays a schematic of the treatment process with two baths, 'Bain 1' (pink) and 'Bain 2' (blue). Below each bath, there are pH control parameters: 'PH Mini', 'PH Maxi', and 'Ecart type'. For 'Bain 1', the current pH is 4.59 (PH1). For 'Bain 2', the current pH is 5.81 (PH2). To the right of the baths, there is a 'Validation du réglage' section with two 'Correction' buttons for 'bain 1' and 'bain 2', both showing 0.00. A cost breakdown table is also visible:

Coût de la pièce	3.0 €
Coût du traitement	0.6 €
Contrôle des bains	10.0 €
Contrôle d'une pièce	6.0 €
Ajustement d'un bain	20.0 €

At the bottom of the interface, there are several icons representing different simulation functions: 'Production', 'Contrôle PH', 'Mesure', 'Profondeur', 'PH', 'Capabilité', and 'Film prod'.

Objectifs du simulateur

Simuler la conduite d'une installation de traitement de surface en pilotant le PH des bains par cartes de contrôle EWMA, Valeurs Individuelles et Etendues Glissantes.

L'épaisseur de traitement des pièces peut être également suivie par carte de contrôle de Shewhart.

Bibliographie utile :

« Appliquer la Maîtrise Statistique des procédés (MSP/SPC) » - Maurice Pillet - Editions d'organisation

Apport pédagogique de la séquence de formation :

- Apprentissage de la maîtrise des procédés par le contrôle des paramètres processus
- Enseignement des règles de construction et pilotage des cartes de contrôle EWMA.
- Formation aux indicateurs de capabilités C_p , P_p , P_{pk} , C_{pm} , P_{pm}
- Développement des notions de coût de non-qualité liées à la fonction perte de Taguchi.
- Optimisation du coût du contrôle et du coût de la non-qualité.
- Formation à la Maîtrise de la qualité par le contrôle des paramètres procédés.

Guide de mise en place du travail pratique

Le TP tel qu'il est présenté dans cette fiche se déroule sur une période de quatre heures.

Étape 1 - Pilotage traditionnel

Le simulateur s'utilise en mettant plusieurs stagiaires (deux ou trois) devant le même ordinateur pour stimuler les commentaires et réflexions des stagiaires.

Après avoir expliqué aux stagiaires le fonctionnement du simulateur de bains, on leur propose de réaliser une production de 40 jours de production (soit huit semaines) en utilisant les méthodes de pilotage de leur choix. On insistera sur le calendrier afin de réaliser une production réaliste, en contrôlant les bains au moins une fois par jour. Les tolérances sur le PH des bains ne sont pas précisées dans cette entreprise.

On prévient les stagiaires que l'objectif est de réaliser les 40 jours de production avec le coût minimum, et le niveau de qualité maximum. Il est bien entendu interdit de regarder les résultats de capabilité pendant toute la simulation.

Pour lancer la première simulation, on distribue la fiche information.

A la fin de cette étape, chaque stagiaire imprime sa fiche de capabilité et éventuellement du film de la production pour mémoriser le résultat obtenu après la première simulation.

Étape 2 - Détermination des limites de contrôle

Pour piloter le PH des bains, la carte la plus adaptée est la carte EWMA. On peut également utiliser la carte CUSUM ou la carte aux valeurs individuelles qui est plus facile mais moins efficace. L'idéal est de faire un groupe de trois personnes, deux stagiaires s'occupent des PH des bains, le troisième suit la profondeur de traitement par carte de contrôle de Shewhart.

Le contrôle de la mesure de la profondeur peut éventuellement être supprimé ou avec une fréquence très faible. En effet, l'objectif est de maîtriser la qualité de la production en maîtrisant les paramètres du procédé plus qu'en surveillant les caractéristiques du produit.

Pour déterminer les limites de contrôle de la carte EWMA, on utilise l'écart type connu des bains ou on réalise une carte de contrôle d'observation.

Étape 3 - Pilotage par carte de contrôle

On met en place les cartes de contrôle EWMA calculées dans l'étape 2, et on pilote en appliquant les règles classiques du SPC en mesurant un PH tous les matins.

Cette étape peut se faire manuellement en ne faisant pas apparaître les cartes de contrôle générées par SIMDI ou en utilisant les cartes informatiques.

A la fin de cette étape, chaque stagiaire imprime sa fiche de capabilité et éventuellement le film de la production pour

comparer avec le résultat obtenu après la première simulation.

Fonctionnalités du simulateur

Production



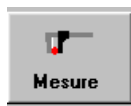
Chaque fois que l'on clique sur production, on lance une journée de production.

Contrôle PH



Lance un contrôle du PH des deux bains.

Mesure



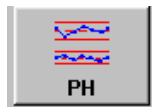
Permet d'accéder à l'écran de mesure de la profondeur du traitement.

Carte de contrôle profondeur



Permet d'afficher la carte de contrôle moyenne étendue sur la profondeur. Ce bouton n'apparaît que si on a validé l'option "Faire apparaître les cartes" dans le menu "paramétrage".

Carte de contrôle PH

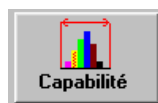


Permet d'afficher la triple carte de contrôle :

- valeurs individuelles ;
- EWMA ;
- étendues glissantes.

sur le suivi du PH des bains.

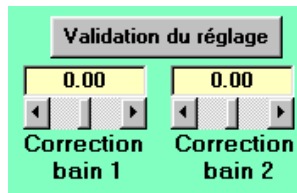
Ce bouton n'apparaît que si on a validé l'option "Faire apparaître les cartes" dans le menu "paramétrage".



Capabilité

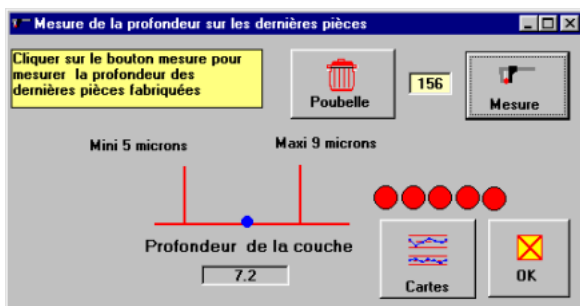
Permet en fin de simulation de connaître le résultat qualité sur la production réalisée.


Réglage des bains




Si on souhaite corriger le PH d'un bain, on effectue la correction à l'aide des curseurs. Attention, la correction n'est effective qu'après avoir validé le réglage.

Mesure de la profondeur



Par défaut, en cliquant sur , on obtient la profondeur de la dernière pièce réalisée. En cliquant plusieurs fois sur mesure on obtient la valeur sur les pièces précédentes.

Il est possible de connaître la profondeur sur n'importe quelle pièce en modifiant le numéro de la pièce.

En cliquant sur , on élimine une pièce défectueuse du lot qui sera livré.

Pour faire apparaître le bouton carte de contrôle, il faut avoir validé l'option, et mesuré un échantillon de 5 pièces consécutives. La taille de l'échantillon est un paramètre qui peut être modifié.

Menus

Fichiers

Initialisation générale

Remet le simulateur dans la situation initiale.

Initialisation statistique

Met un point de départ pour la mesure des statistiques de capabilité.

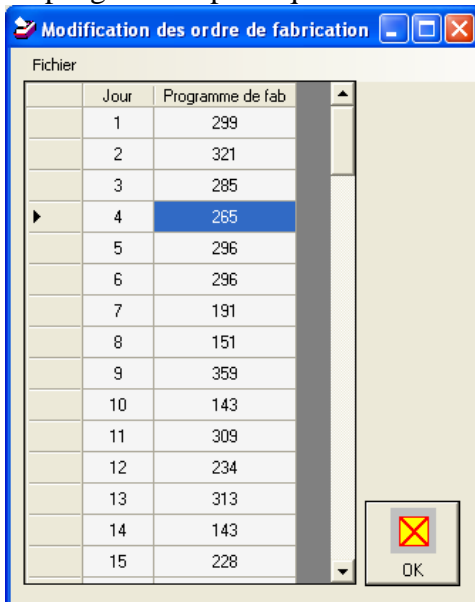
Quitter

Ferme le programme.

Paramétrage

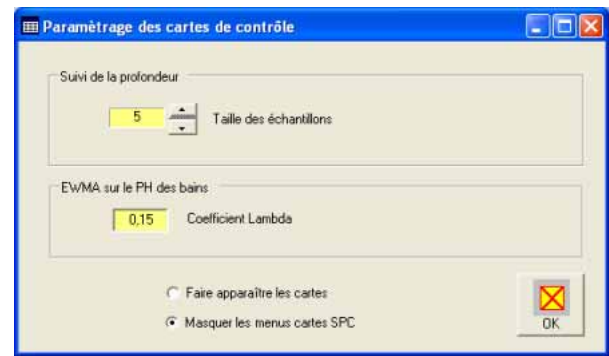
Modifier le programme de fabrication

Le programme de fabrication est généré aléatoirement au début de la simulation, il est possible par ce menu de le modifier pour créer un programme spécifique.



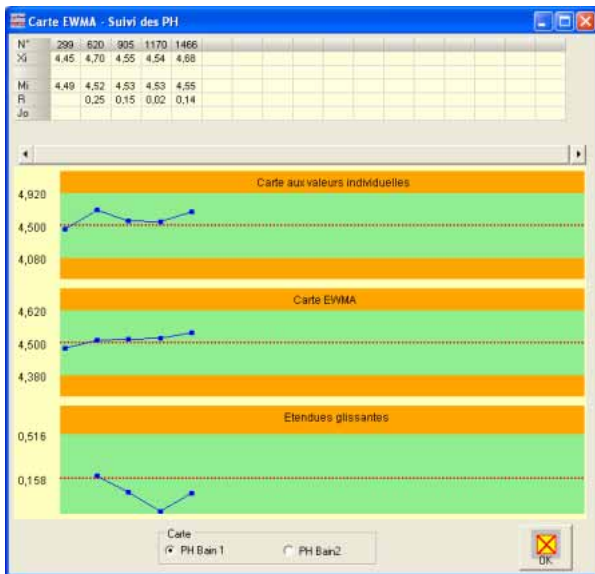
Le programme modifié pourra être sauvegardé par le menu fichier pour une utilisation ultérieure. On peut par exemple montrer les problèmes posés par une utilisation très irrégulière d'un bain avec des périodes très chargées.

Carte de contrôle



Ce menu permet de fixer la taille des échantillons pour le contrôle des profondeurs du bain, de fixer le coefficient lambda pour le suivi EWMA des cartes de PH et de faire apparaître ou non la carte de contrôle.

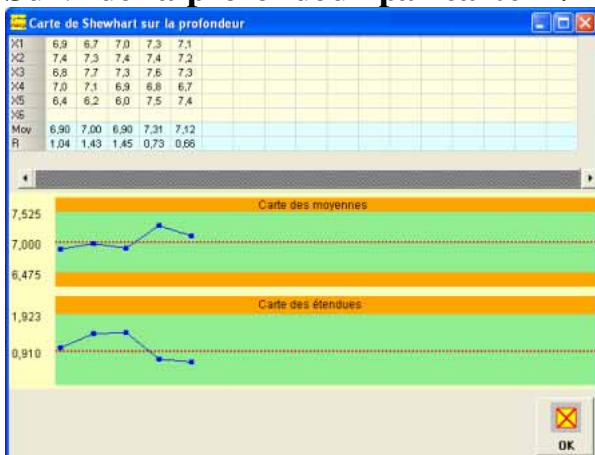
Suivi des bains par carte de contrôle EWMA



Chaque bain peut être suivi par une carte EWMA. Chaque matin, avant de lancer la production, on fait un prélèvement pour mesurer le PH. Lorsque le PH sort des limites de la carte de contrôle EWMA ou des valeurs individuelles, on effectue une compensation sur le bain. On montre facilement que le meilleur réglage consiste à corriger de la valeur de l'écart entre le calcul EWMA et la valeur cible.

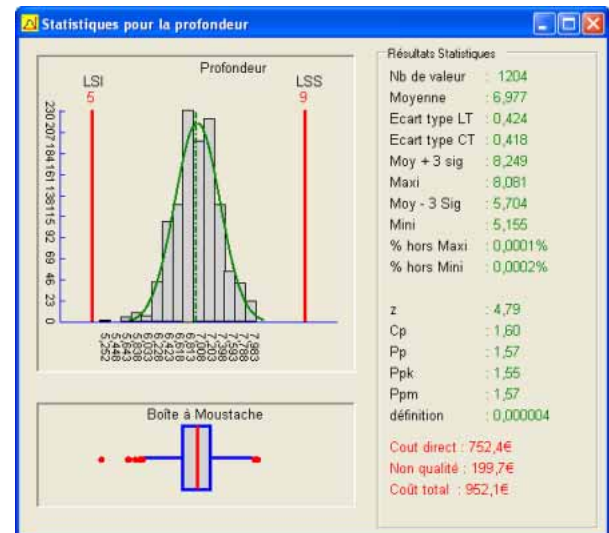
La valeur du paramètre Lambda peut être modifiée dans le menu paramétrage.

Suivi de la profondeur par carte X/R



On peut également suivre la profondeur par carte de contrôle X/R, mais lorsque les paramètres processus sont parfaitement sous contrôle, il est inutile de contrôler les produits. Une bonne stratégie consisterait à faire tous les jours un prélèvement sur le PH, et tous les trois jours un contrôle de la profondeur du revêtement.

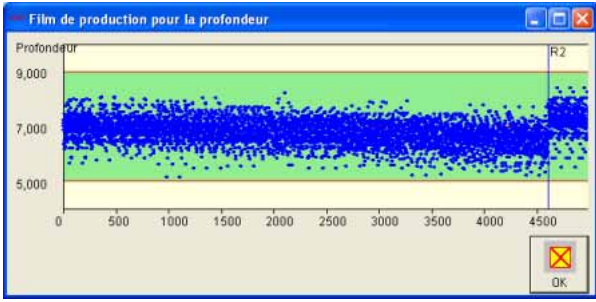
Résultat de la simulation



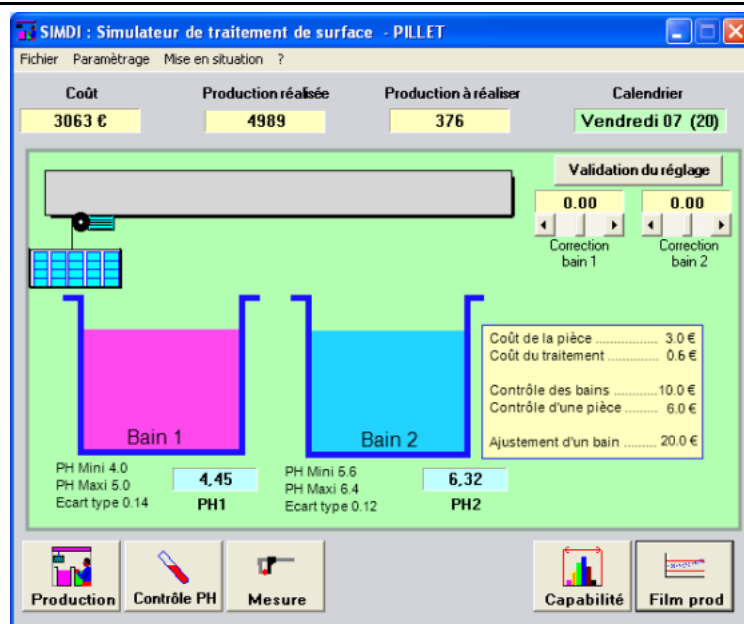
En fin de production, on affiche le résultat obtenu. L'objectif est d'obtenir un Ppm supérieur à 1 avec un coût total inférieur à 0.85€ par produit. Cela demande une parfaite maîtrise des bains. Le meilleur résultat étant obtenu en établissant une statistique des compensations nécessaires, et en réalisant ces compensations systématiques en fonction de la production réalisée.

Exemple : sur une période d'observation, on note l'ensemble des corrections, et le nombre de pièces produites. On calcul la compensation moyenne nécessaire sur 500 pièces. Pour réguler le bain par la suite, chaque fois que l'on a produit 500 pièces, on compense les deux bains de la valeurs moyenne de compensation calculée.

Le film de production permet de voir la totalité des pièces réalisées avec les dérives qui ont eu lieu et les corrections de bains.



SIMDI BAINS - FICHE d'informations



La pièce à réaliser

On réalise un traitement de surface sur une pièce en utilisant deux bains successifs de traitement. L'épaisseur de traitement doit être contenue entre **5 et 9** microns. La cible est de 7 microns. Les pièces sont traitées par lots, on produit un lot par jour. La caractéristique principale des bains est le PH qui doit être suivi tous les matins avant de faire la production de la journée. Une correction de PH est cependant très coûteuse, et on ne doit corriger un bain que lorsque cela est nécessaire.

Votre objectif de production

Produire 40 jours de production en contrôlant au moins une fois par jour le PH des bains, et la qualité des traitements réalisés. On cherchera à optimiser le coût global de la production qui tient compte :

- du coût du traitement : 0.6 €
- du coût de la pièce après traitement : 3 €
- du coût de mesure d'une pièce : 6 €
- du coût de mesure des bains : 10 €
- du coût d'ajustement des bains : 20 €
- du coût de non-qualité (calculé en fonction de la qualité du lot contrôlé)

Votre objectif de qualité

Fabriquer ces 40 jours avec un indicateur de capabilité Ppm supérieur à 1,33.

Votre objectif de coût

- Le coût total y compris le coût de non-qualité doit être inférieur à : 0.85 €/pièce vendue.

