

Analyse globale des flux

Un exemple élémentaire

Christian van DELFT

Introduction

Objectif pédagogique de l'exercice de présentation du module d'analyse globale des flux

Si les flux au sein d'un système industriel et logistique présentent une régularité totale et si aucune fluctuation ne perturbe le processus (absence de pannes ou de fluctuation des temps opératoires, demandes et commandes des clients parfaitement stable, ...), la structure de ces flux devient simple et ces derniers sont aisément gérables et prévisibles.

Dans la majorité des situations, ces hypothèses ne sont pas réalistes : les flux présentent une variabilité plus ou moins importante. L'objectif du module d'analyse globale des flux est précisément d'évaluer l'impact de la variabilité sur les flux et d'en tenir compte dans la méthodologie de planification. En particulier, de faire ressortir le lien entre les taux de charge aux différents postes et les en-cours et délais d'écoulement.

On notera qu'on ne prend pas en compte, dans cette analyse, la problématique de synchronisation des flux en vue d'assemblage (problématique supposée résolue via MRP), mais simplement l'étude de la dynamique de chacun des flux.

L'exercice d'apprentissage décrit ici, basé sur un exemple très simple, se propose de vous faire progressivement découvrir les fonctions du module d'analyse globale des flux ainsi que les principaux indicateurs et graphiques associés.

Pour cet exercice, un modèle simplifié d'un système de production a été construit et les données correspondantes saisies. L'énoncé se divise en différentes sessions de travail, qui présentent les différentes étapes de l'exploitation de ce module.

Démarrer l'exemple AGF1

Cet exercice nécessite le niveau de licence **avancé**.

Sur la page **Gestion des dossiers**, sélectionner le dossier qui se trouve dans le répertoire **Documents publics en français**, sous-répertoire **Analyse globale des flux**. Sélectionner le dossier **AGF1** et cliquer sur le bouton **Ouvrir**.

Le système industriel et logistique considéré

Dans l'exemple considéré ici, on supposera dans un premier temps l'absence de toute variabilité.

Les produits

On considère une cellule d'assemblage qui réalise la fabrication de 2 produits différents PF1 et PF2. Les informations concernant ces deux articles sont présentées dans les pages **Gestion des articles** correspondantes, menu **Technique** :

Code	Libellé
PF1	Produit fini 1
PF2	Produit fini 2

Code Article : PF1 Type : F : Fabriqué Niveau : 0

Libellé : Produit fini 1

Unité de mesure : UN Unité

Magasin : MAG Magasin général Statut : (actif)

Désignation :
N° de plan :

Code Catégorie :
Code Nature :
Classe ABC :
Gestionnaire :
Statut Stock : DISP Disponible

Poids : 0 Quantité / palette : 0

Décimales
Stock : 0
Nomenclature : 0

Supprimer	Lancement	Gamme	Libellé	Commentaire	Nomenclature	Post-consommation
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	ASSPF1	Assemblage PF1	Assemblage PF1		Non

Noter que l'on a défini une demande annuelle de 500 pour chacun des produits finis.

La gamme de fabrication

La fabrication des références PF1 et PF2 est réalisée suivant la gamme décrite dans la page **Gestion des gammes**, menu **Technique** :

Technique - Gestion des gammes de fabrication

Liste des gammes

Code	Libellé
ASSPF1	Assemblage PF1
ASSPF2	Assemblage PF2

Code Gamme : Assemblage PF1

Indice : Validée Décimales :

Libellé :

Date de début : Date de fin de validité :

Lot standard : Rebut fixe :

Lot de transfert : Rebut proportionnel : %

Délai de sécurité : heures Quantité attendue :

Commentaire :

Cumul des temps

MO préparation	1.0000
MOD /pièce	1.0000
MO /lot	1.0000
Réglages	1.0000
Machine/pièce	1.0000
Machine/lot	1.0000
Transferts	1.0000
Cycle de fab.	3.0000

Liste des phases

Phase	Libellé	Poste	Tps Reg	Tps MO Reg	Tps Machine	Tps MOD	Qte / tps	Qte / cycle	Tps Transfert	Chev.	Decl.	Dest.
010	Assemblage final	940	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1	1	1.00	0	C	

En cliquant sur le bouton **Phases**, on obtient les descriptions suivantes,

Technique - Gestion des phases de gamme

Liste des phases

Code	Libellé
010	Assemblage final

Retour Nouvelle Bibliothèque OK Supprimer

Gamme :

Numéro de phase :

Libellé :

Poste de charge : Cellule d'assemblage

Atelier : Assemblage final

Temps de réglage Machine : Temps Main-d'oeuvre réglage :

Temps Machine : Temps MOD :

Quantité du temps : Quantité par cycle :

Temps de transfert : heures

Rebut fixe : Rebut proportionnel : %

Déclaration :

Chevauchement :

Machine :

Outillage :

Commentaire :

La cellule de production

La fabrication des références PF1 et PF2 est réalisée par une cellule d'assemblage (Code **940**), dont les caractéristiques sont décrites dans la page **Gestion des poste de charge**, menu **Technique** :

Technique - Gestion des postes de charge

Retour OK Supprimer Machines Emplois Liste Synoptique

Poste de charge : 940 Critique PDP

Libellé : Cellule d'assemblage

Type : F : Capacité finie

Atelier : ASSFIN Assemblage final

Calendrier : CS Calendrier standard

Coefficient de capacité : 1.7 Coefficient de rendement : 1 Opérations continues

Qualification Réglages : REGLEURS Régleurs

Qualification Travail : OPERA

Attente avant : 0 heures Index d'affichage : 1

Commentaire :

Liste des machines

Machine	Libellé	Calendrier	Rendement	Coef. T. Reg	Coef. T. Op	Coef. Mo Reg	Coef. MOD
P1	Poste 1	CS	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
P2	Poste 2	CS	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

On remarque que la cellule d'assemblage 940 est constituée de deux machines P1 et P2, équivalentes. La description de ces machines est donnée par la page **Gestion des machines**, accédée via le bouton **MACHINES**.

Technique - Gestion des machines

Retour OK Supprimer Dupliquer

Poste de charge : 940 Cellule d'assemblage

Code Machine : P1

Libellé : Poste 1

Calendrier : CS Calendrier standard

Coefficient de rendement : 1

Coefficient Temps Réglage : 1

Coefficient Temps opératoire : 1

Coefficient Temps M. O. Prep. : 1

Coefficient Temps MOD : 1

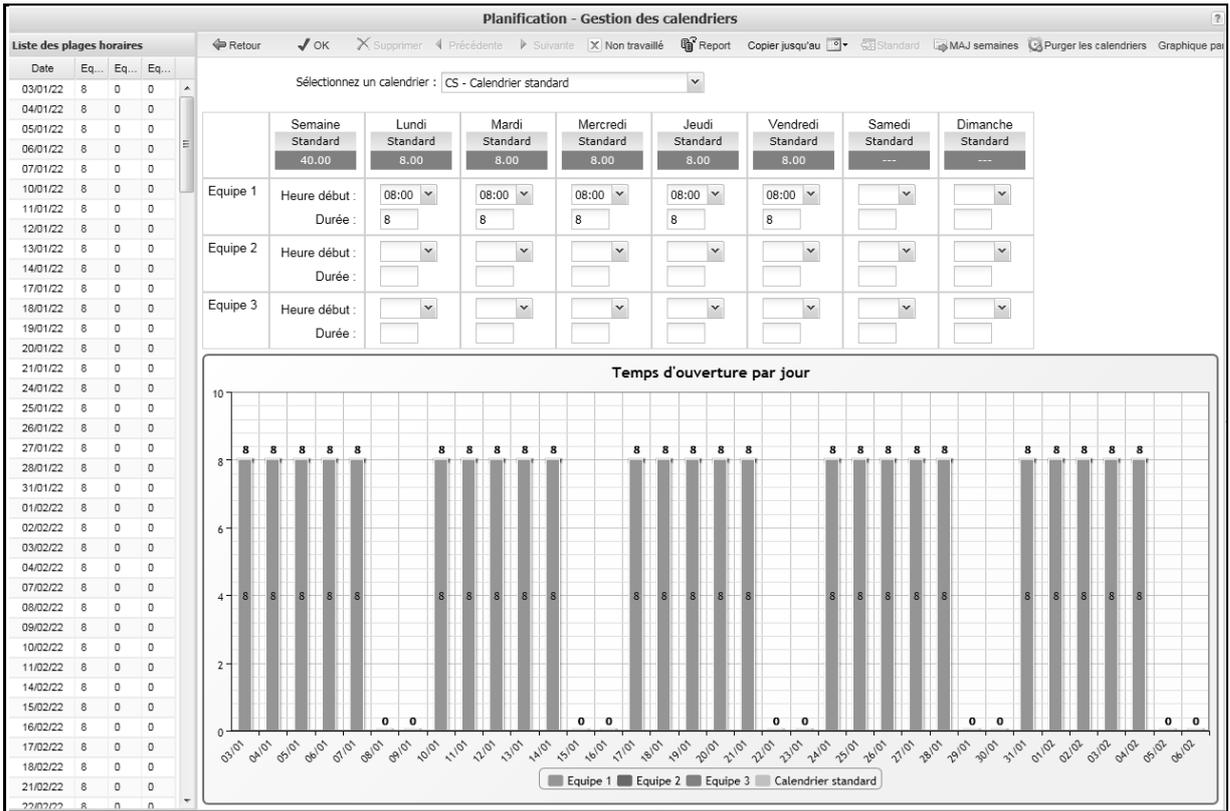
% Perte capacité pour pannes : 15

Temps moyen entre pannes : 300

Temps moyen de réparation : 150

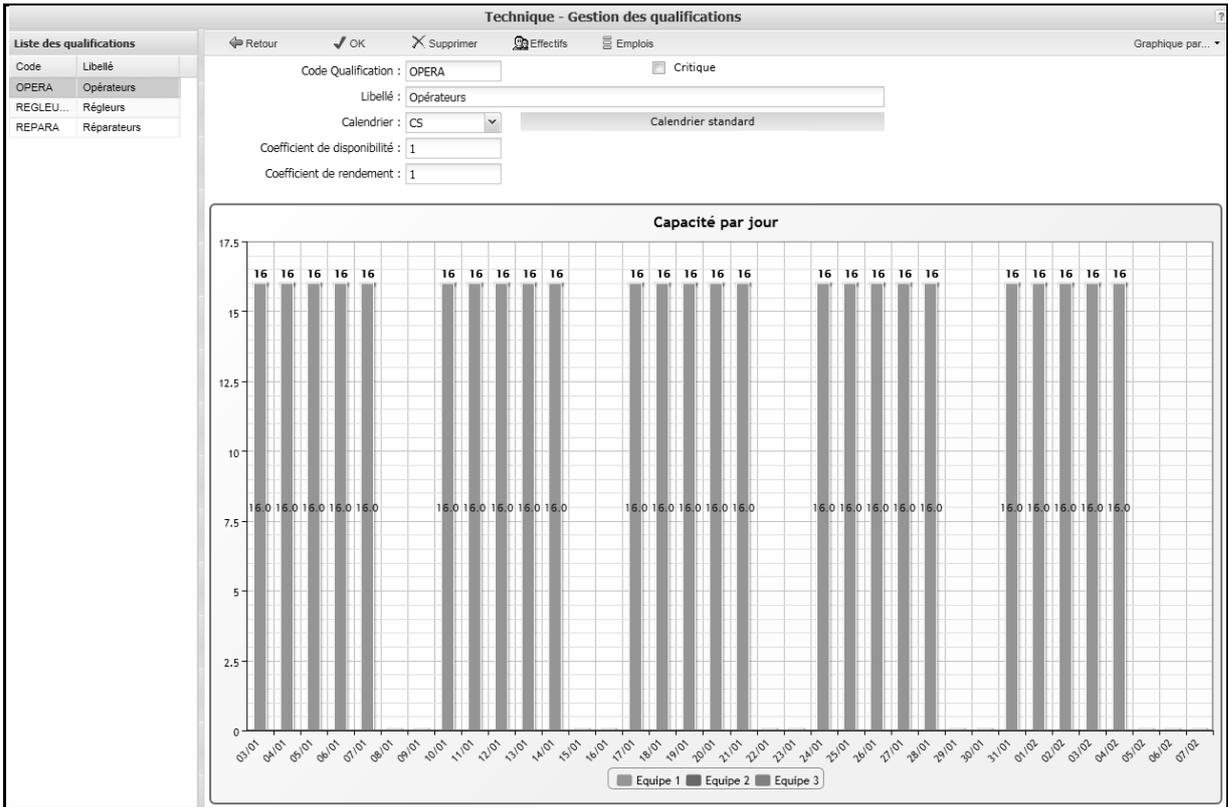
Dernier article traité :

La capacité de production de chaque machine (et donc de la cellule d'assemblage 940) est spécifiée via la **semaine standard** du calendrier qui définit les horaires de travail. Ce calendrier *standard* est présenté dans la page de **Gestion des calendriers**, menu **Planification**.

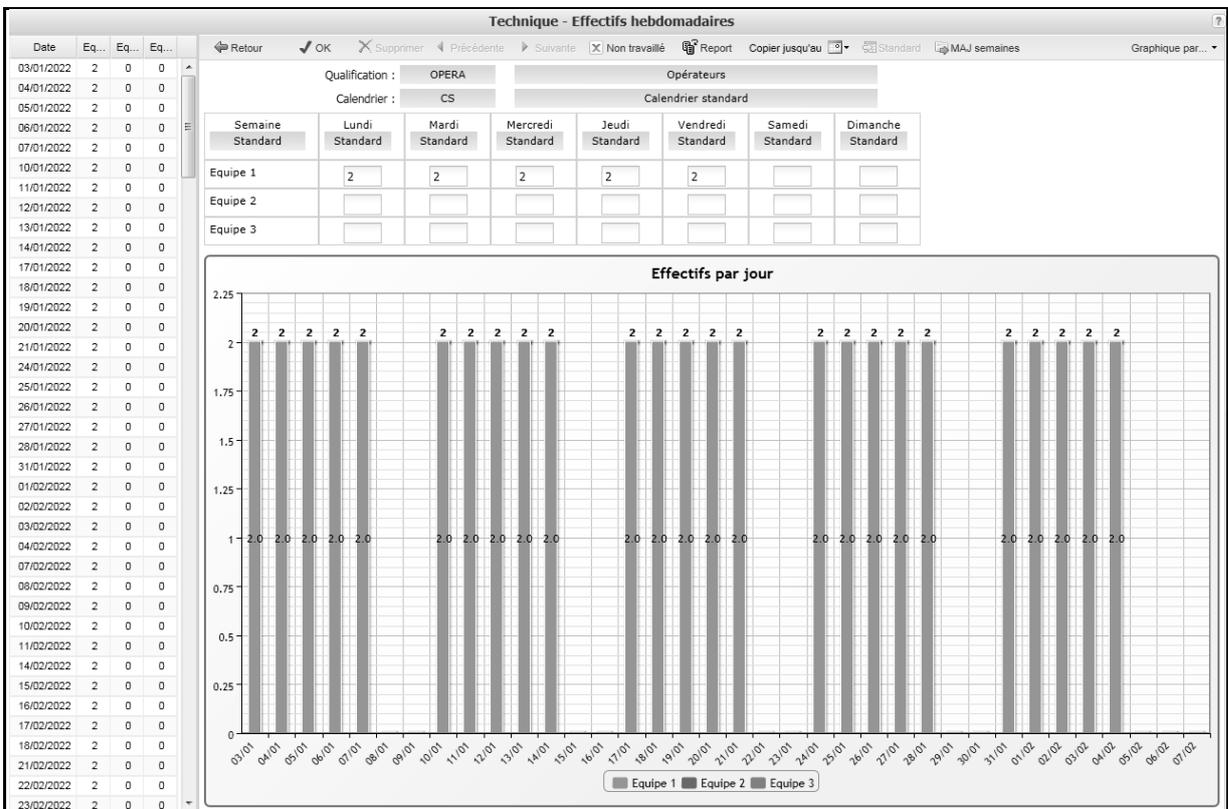


Les ressources humaines : gestion par qualifications

Le personnel réalisant les opérations est regroupé en qualifications, en fonction du type d'opérations réalisées. Dans cet exemple, trois qualifications sont présentes : les opérateurs, les régleurs et les réparateurs. Les données correspondant à ces qualifications sont accessibles via la page **Qualifications**, menu **Technique** et le bouton **EFFECTIFS**.



On retient les effectifs moyens de la **semaine standard** du calendrier de la qualification :



Session 1 :

Analyse statique traditionnelle

Évaluation simple des charges et capacités annuelles moyennes

Les flux moyens

Appeler la fenêtre **Analyse globale du flux**, par le menu **PIC**. Visualiser alors les caractéristiques de base des demandes des produits à réaliser via l'onglet **Demandes**.

Technique - Analyse globale des flux							
Retour Paramètres Demandes Postes de charge Qualifications Afficher... Totaux							
Demandes		Flux inter-postes	Charges par poste	Charges par qualification	Réparations	Détails Réparations	Résultats par qualification
Attente main-d'oeuvre		Résultats par poste	Attente Postes	En cours	Cycles par poste	Résultats par article	Détail par article
Niveau	Article	Libellé	Demande totale	Coefficient de variation	Besoins	Nombre de lots	
0	PF1	Produit fini 1	500	100.00 %	500	500	
0	PF2	Produit fini 2	500	100.00 %	500	500	

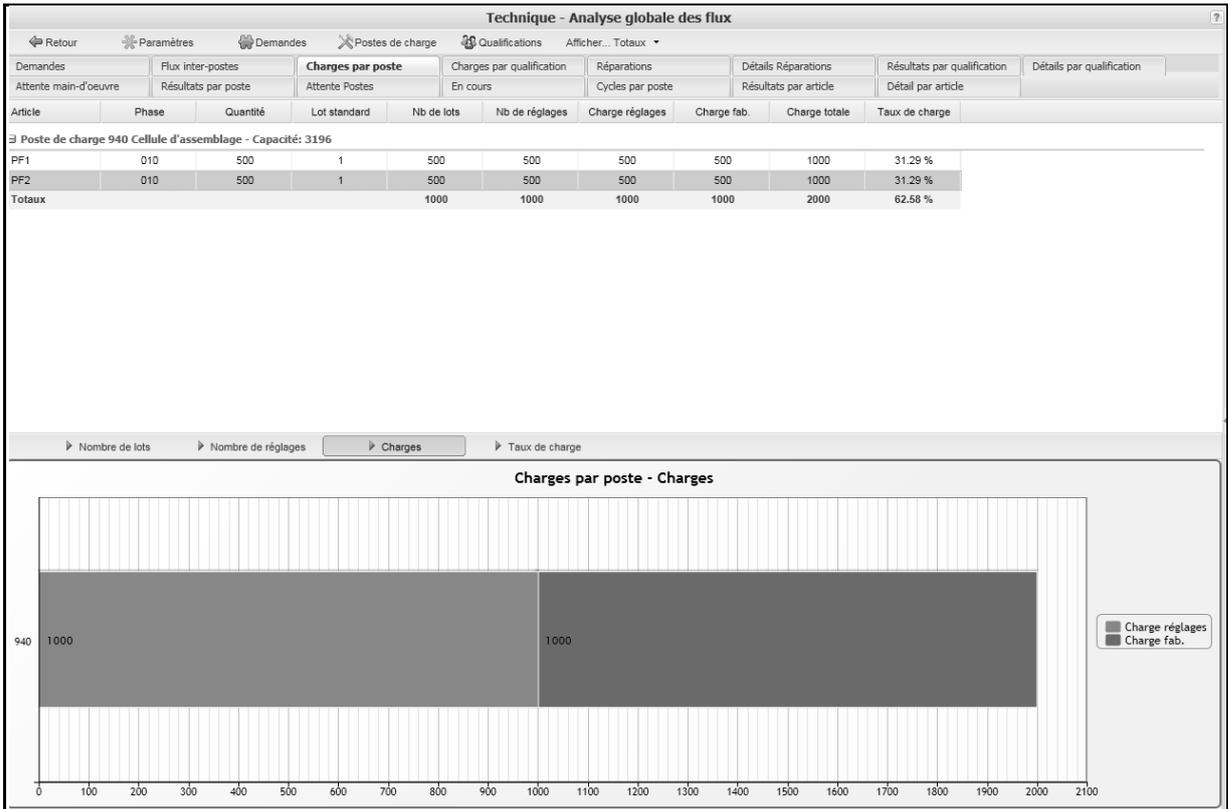
On retrouve dans cet onglet, article par article, le volume de demande annuelle, ainsi que le nombre de lots¹ associés à cette demande et une mesure de variabilité² de l'intervalle de temps entre deux lots successifs.

Les charges moyennes au poste

Visualiser alors les caractéristiques des capacités moyennes par an et charges agrégées moyennes par an pour la cellule d'assemblage, via l'onglet **Charges par poste**.

¹ Ce nombre de lot est important. La taille de lot conditionne à la fois le niveau d'en-cours et les équilibres entre charges et capacités dans la mesure où chaque lot est susceptible d'entraîner un temps de réglage.

² La mesure de variabilité prise ici est le coefficient de variation, défini comme le rapport entre l'écart type du temps entre deux lots et la moyenne de ce temps.

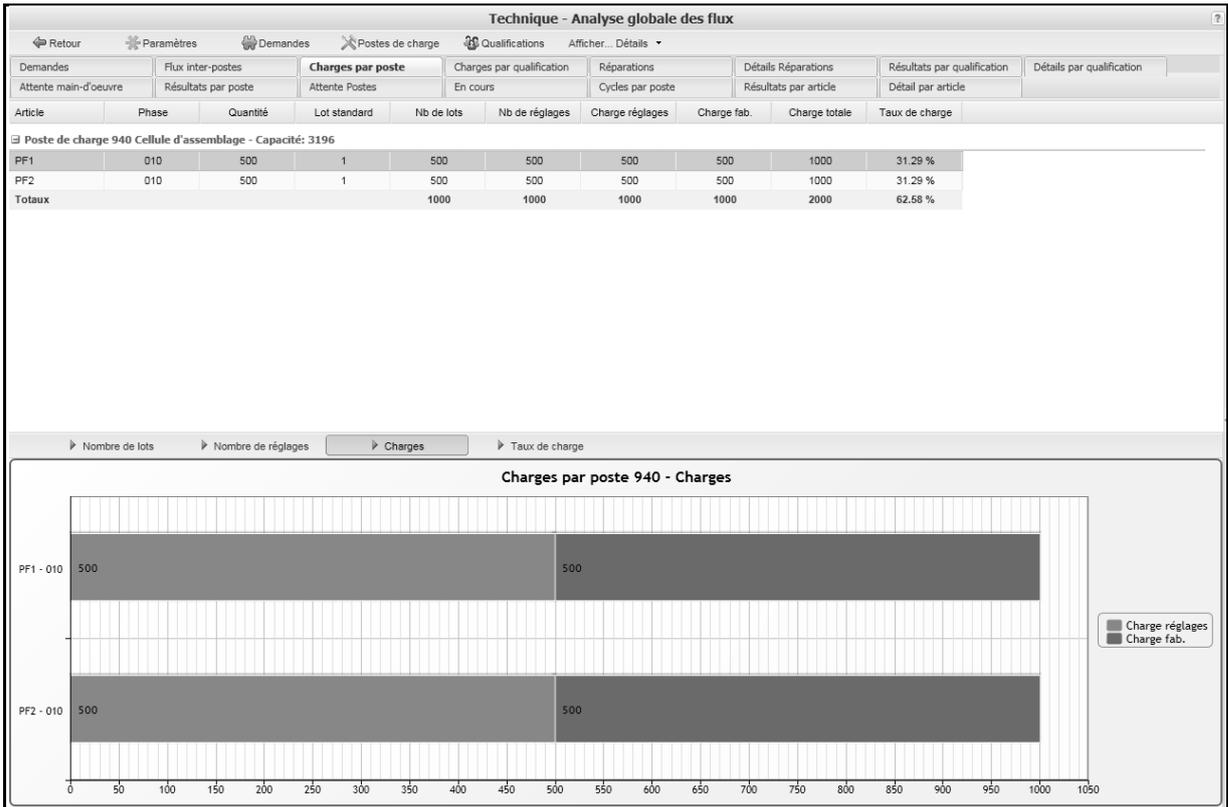


On note que les charges sont réparties entre charges de production et charges de réglage.

Les boutons **GRAPHES DES TAUX DE CHARGE**, **GRAPHE DU NOMBRE DE LOTS** et **GRAPHE DU NOMBRE DE REGLAGES** permettent de compléter les informations précédentes.

Ces résultats peuvent être précisés via le bouton **Afficher ... Détails** qui présente les charges induites par chacun des articles

Les boutons **GRAPHES DES TAUX DE CHARGE**, **GRAPHE DU NOMBRE DE LOTS** et **GRAPHE DU NOMBRE DE REGLAGES** permettent de compléter les informations précédentes,



Les charges moyennes des qualifications

Nous allons maintenant examiner les charges par qualification. Cliquer sur le bouton **PARAMETRES** pour faire apparaître la fenêtre de définition des paramètres de calculs.

Paramètres

Annuler OK

Nombre de semaines par an : 47

Taille de lots

Lot standard gamme Lot standard article Lot simulé article

Tenir compte...

des rebuts de la variabilité des demandes
 du chevauchement de la variabilité des temps

Tenir compte des temps d'attente de la main-d'oeuvre...

Non
 Temps d'attente fixe... 0
 Temps d'attente calculé

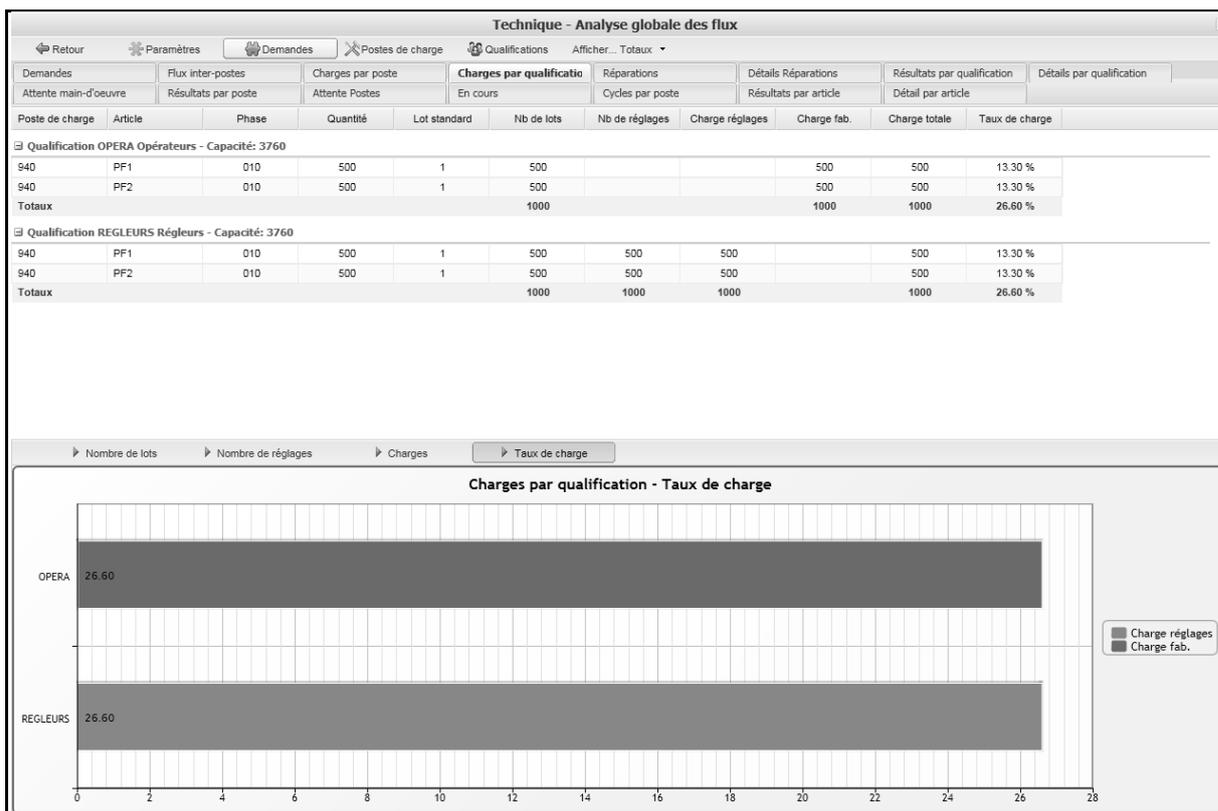
Tenir compte des pannes machine...

Non
 Perte de capacité machine spécifiée
 Temps fixe de réparation 0
 Temps de réparation calculé

Qualification Réparations : REGLEURS Régleurs

Activer la case **PRISE EN COMPTE DE LA MAIN-D'ŒUVRE** ainsi que l'option **Calcul des temps d'attente**. Valider par **OK**.

Visualiser alors les caractéristiques des capacités moyennes annuelles et charges agrégées moyennes annuelles des différentes qualifications, via l'onglet **Charges par qualification** :



Les boutons **GRAPHES DES TAUX DE CHARGE**, **GRAPHE DU NOMBRE DE LOTS** et **GRAPHE DU NOMBRE DE REGLAGES** permettent de compléter les informations précédentes.

Prise en compte des pannes : analyse empirique

Si on peut mesurer le pourcentage moyen annuel de capacité perdue suite à des pannes, celui-ci peut être intégré via la zone **%Perte de capacité pour pannes** de la feuille des **Postes de charges**, menu **Données**. Le taux mesuré en pourcentage de perte de capacité sur panne est de l'ordre de 15% : on saisit donc ce taux dans la zone considérée.

Technique - Gestion des machines

Retour OK Supprimer Dupliquer

Liste des machines

Code	Libellé
P1	Poste 1
P2	Poste 2

Poste de charge : 940 Cellule d'assemblage

Code Machine : P1

Libellé : Poste 1

Calendrier : CS Calendrier standard

Coefficient de rendement : 1

Coefficient Temps Réglage : 1

Coefficient Temps opératoire : 1

Coefficient Temps M. O. Prep. : 1

Coefficient Temps MOD : 1

% Perte capacité pour pannes : 15

Temps moyen entre pannes : 300

Temps moyen de réparation : 150

Dernier article traité :

On revient sur la fenêtre des **Postes de charge** et il est possible de visualiser directement l'effet des ces pannes au niveau global du poste, via la zone **Coefficient de capacité**.

Technique - Gestion des postes de charge

Retour OK Supprimer Machines Emplois Liste Synoptique

Liste des postes de charge

Code	Libellé
940	Cellule d'assembl...

Poste de charge : 940 Critique PDP

Libellé : Cellule d'assemblage

Type : F : Capacité finie

Atelier : ASSFIN Assemblage final

Calendrier : CS Calendrier standard

Coefficient de capacité : 1.7 Coefficient de rendement : 1 Opérations continues

Qualification Réglages : REGLEURS Régleurs

Qualification Travail : OPERA

Attente avant : 0 heures Index d'affichage : 1

Commentaire :

Liste des machines

Machine	Libellé	Calendrier	Rendement	Coef. T. Reg	Coef. T. Op	Coef. Mo Reg	Coef. MOD
P1	Poste 1	CS	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
P2	Poste 2	CS	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Rappeler la fonction d'**analyse globale des flux** et cliquer sur le bouton **PARAMETRES**.

Paramètres

Annuler OK

Nombre de semaines par an : 47

Taille de lots

Lot standard gamme
 Lot standard article
 Lot simulé article

Tenir compte...

des rebuts
 de la variabilité des demandes
 du chevauchement
 de la variabilité des temps

Tenir compte des temps d'attente de la main-d'oeuvre...

Non
 Temps d'attente fixe... 0
 Temps d'attente calculé

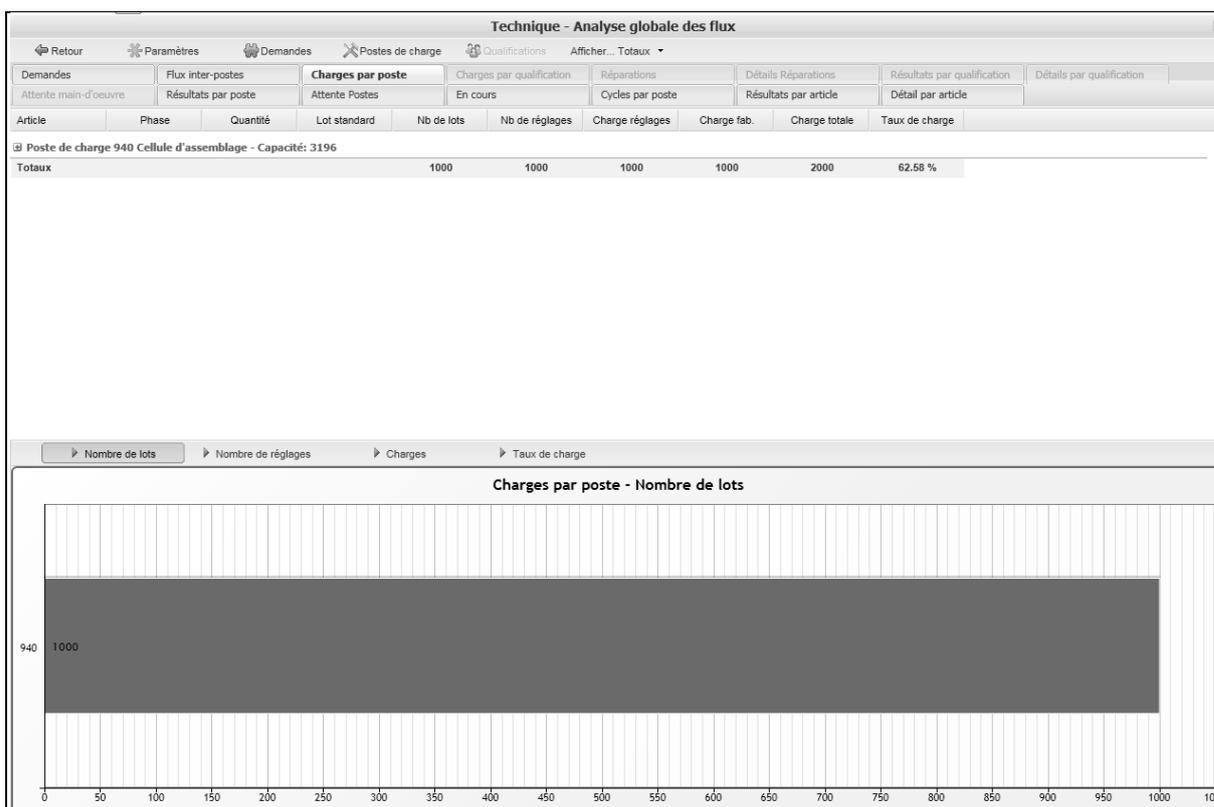
Tenir compte des pannes machine...

Non
 Perte de capacité machine spécifiée
 Temps fixe de réparation 10
 Temps de réparation calculé

Qualification Réparations : REPARA Réparateurs

Activer la case **PRISE EN COMPTE DES PANNES** ainsi que l'option **Pertes de capacité sur pannes des machines**. Valider par **OK**.

Visualiser alors les caractéristiques des capacités et charges de la cellule d'assemblage, via l'onglet **Charges par poste**.



On note la baisse de la capacité moyenne annuelle.

Session 2 :

Prise en compte des pannes : analyse prévisionnelle

En fait, connaissant les caractéristiques de pannes des différentes machines (nombre d'heures de fonctionnement moyen entre pannes et temps moyen de réparation), il est possible, sous les hypothèses traditionnellement retenues dans la littérature³, d'estimer les taux d'immobilisation moyen de chaque machine, et ce a priori sans simuler le système en vraie grandeur, en fonction des effectifs et horaires des réparateurs. De plus, ces périodes d'immobilisations peuvent être scindées en période d'attente d'intervention d'un réparateur et période de réparation proprement dite. Il s'agit là de la première fonctionnalité du module d'analyse globale du flux.

Saisie des données type MTBF⁴ et MTTR⁵

Accéder à la fenêtre du poste de charge 940, via la fonction **Gestion des poste de charge**, menu **Données**. Accéder alors à la page **Gestion des machines**, via le bouton **MACHINES**, et saisir **300** heures comme **temps moyen entre pannes** et **150** heures comme **temps moyen de réparation** (et ce pour les deux machines constituant la cellule 940).

³ On suppose que les temps entre pannes et les temps de réparations sont modélisables par des variables aléatoires distribuées exponentiellement.

⁴ Mean Time Between Failures : temps de fonctionnement moyen entre pannes

⁵ Mean Time to Repair : temps moyen de réparation

Technique - Gestion des machines

Retour OK Supprimer Dupliquer

Poste de charge : 940 Cellule d'assemblage

Code Machine : 21

Libellé : Poste 1

Calendrier : CS Calendrier standard

Coefficient de rendement : 1

Coefficient Temps Réglage : 1

Coefficient Temps opératoire : 1

Coefficient Temps M. O. Prep. : 1

Coefficient Temps MOD : 1

% Perte capacité pour pannes : 15

Temps moyen entre pannes : 300

Temps moyen de réparation : 150

Dernier article traité :

Données concernant les effectifs de réparateurs

Le nombre de réparateurs disponibles conditionne bien entendu les temps d'immobilisation des machines à cause des pannes. Les données correspondant à cette qualification sont accessibles via la page **Gestion des qualifications**, menu **Technique** et le bouton **EFFECTIFS**.



Les effectifs pris en compte sont ceux de la *semaine standard*.



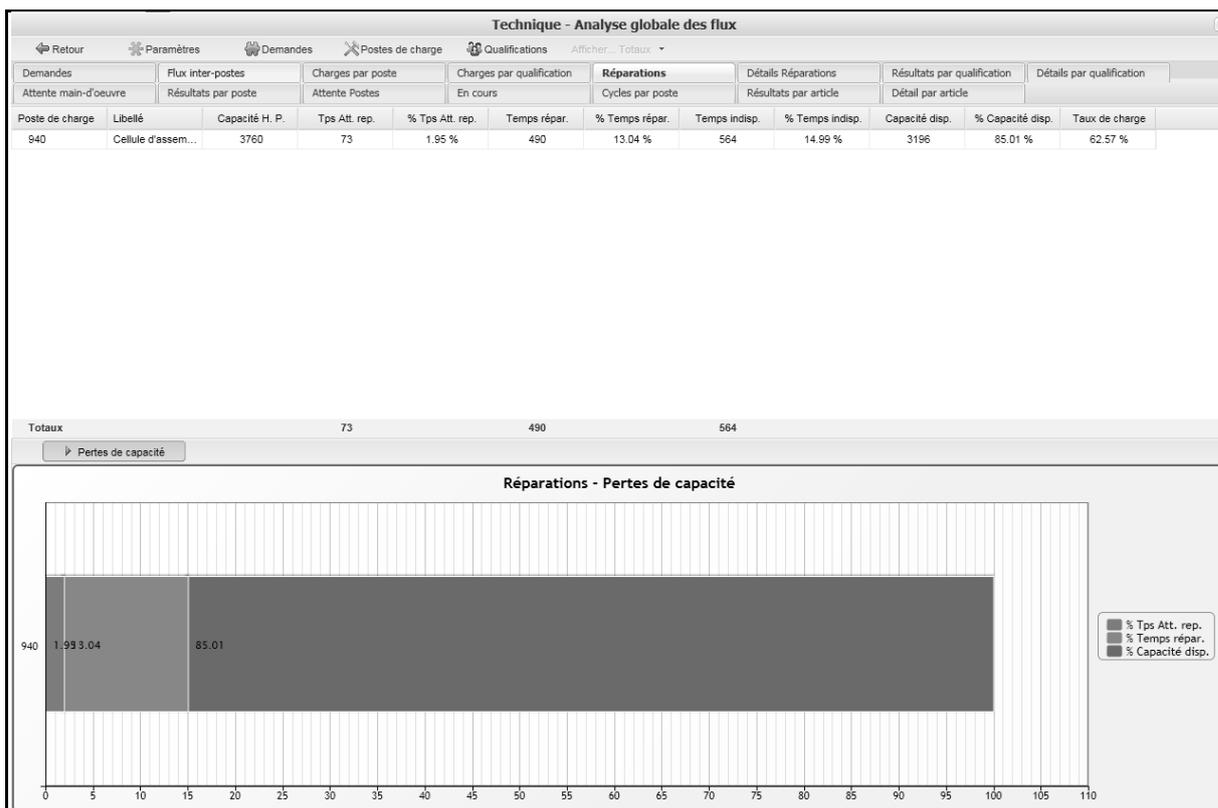
Calcul prévisionnel des temps d’immobilisation en fonction des paramètres

Appeler la fenêtre **Analyse globale du flux**, par le menu **Technique**. Cliquer alors sur le bouton **PARAMETRES** et sélectionner l’option **Prise en compte des pannes**, sous-option **Calcul des temps d’attente**. Sélectionner *Réparateurs* comme qualification de main-d’œuvre chargée de la maintenance et cliquer sur **OK**.

The 'Paramètres' dialog box contains the following settings:

- Nombre de semaines par an : 47
- Taille de lots: Lot standard gamme, Lot standard article, Lot simulé article
- Tenir compte...:
 - des rebuts
 - du chevauchement
 - de la variabilité des demandes
 - de la variabilité des temps
- Tenir compte des temps d’attente de la main-d’oeuvre...:
 - Non
 - Temps d’attente fixe... 0
 - Temps d’attente calculé
- Tenir compte des pannes machine...:
 - Non
 - Perte de capacité machine spécifiée
 - Temps fixe de réparation 10
 - Temps de réparation calculé
- Qualification Réparations : REPARA (dropdown menu)

Sélectionner onglet **Réparations**. Il présente le pourcentage de temps perdu par les différents postes, suite au phénomène de pannes,



Le **GRAPHE DES PERTES DE CAPACITE** permet de séparer distinguer entre période d'attente de réparateurs et période de réparation proprement dite.

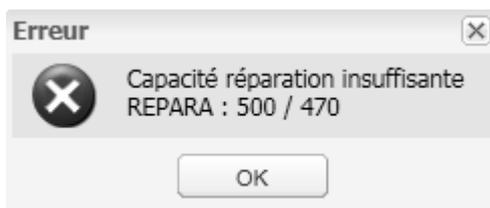
Calcul prévisionnel des temps d'immobilisation : simulation de scénarios différents

Cliquer sur le bouton **QUALIFICATIONS** . Saisir **-75** dans la cellule **% ajustement** de la qualification **REPARA** et cliquer sur **OK**.

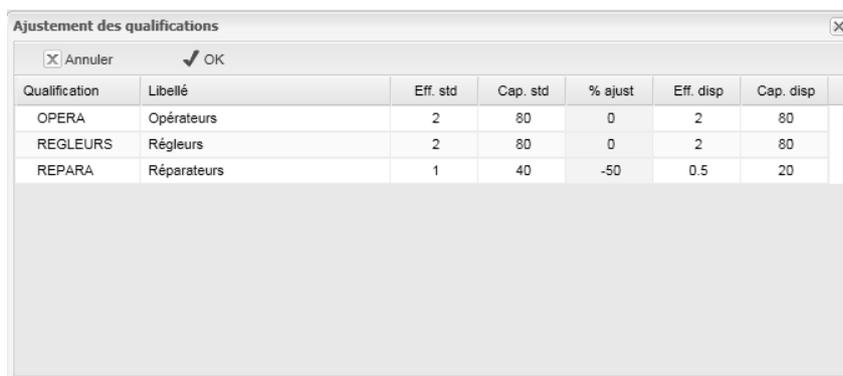
Ajustement des qualifications

Annuler OK

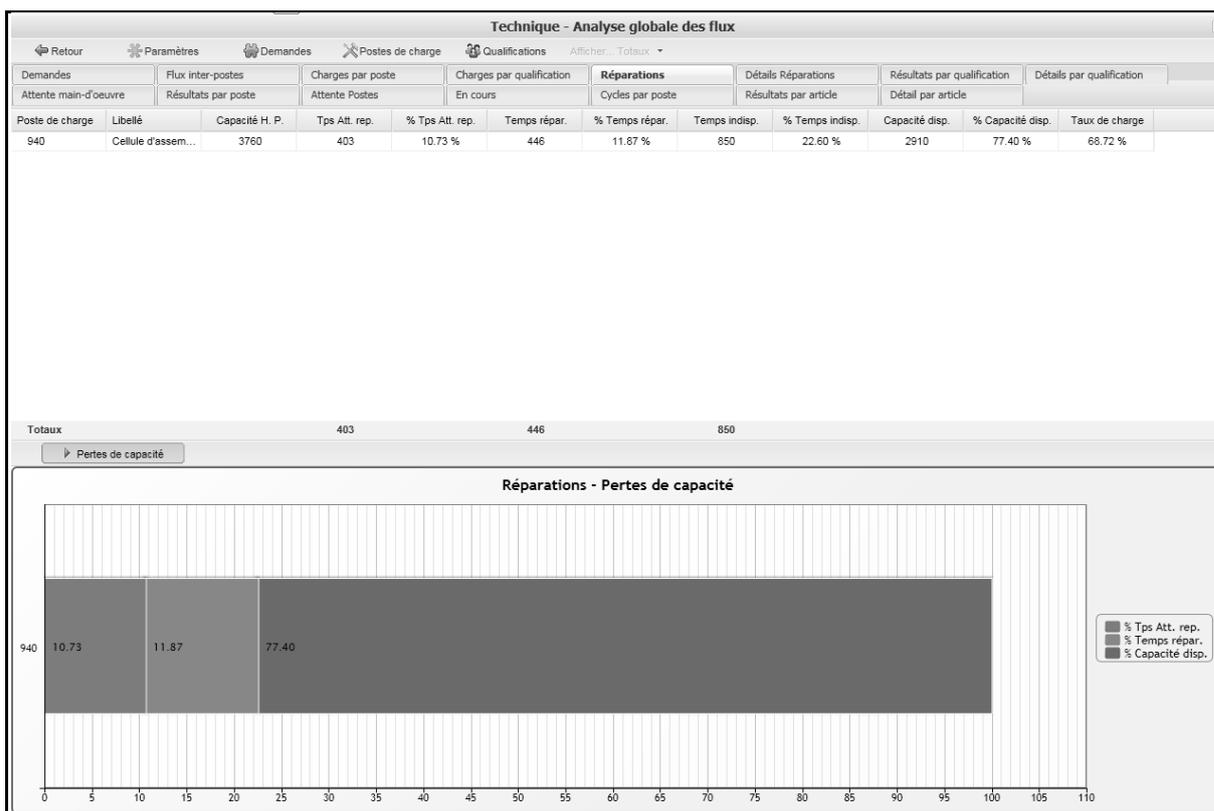
Qualification	Libellé	Eff. std	Cap. std	% ajust	Eff. disp	Cap. disp
OPERA	Opérateurs	2	80	0	2	80
REGLEURS	Régleurs	2	80	0	2	80
REPARA	Réparateurs	1	40	-75	0.25	10



Cliquer alors sur le bouton **QUALIFICATIONS** et sélectionner la qualification **REPARA**. Saisir **-50** comme variation de capacité pour les réparateurs et cliquer sur **OK**.



Afficher l'onglet **Réparations**.



On constate un accroissement des temps d'attente des réparateurs lorsqu'une panne intervient. Le **GRAPHE DES PERTES DE CAPACITE** permet de compléter les informations précédentes. En particulier, ce graphique sépare bien la période d'indisponibilité entre période d'attente du réparateur et période de réparation.

Session 3 :

Prise en compte de la variabilité des flux

Conséquences de la variabilité des flux et indicateurs associés

En termes de rapports charges moyennes/capacités moyennes, on a pu constater que dans le cas de l'exemple traité ici, le flux peut être réalisé. Toutefois, cette condition nécessaire ne constitue qu'un volet de la problématique de la gestion des flux. L'autre facette concerne les délais d'écoulement des pièces au travers des différentes opérations. Autrement dit, concerne les temps d'attente aux différentes étapes **avant** réalisation physique des opérations. Ces délais conditionnent bien entendu les volumes d'en-cours présents dans le système. Le but fondamental de l'analyse globale des flux est d'identifier ces délais et en-cours, de manière prévisionnelle. Ce calcul est complexe, car facteur d'un grand nombre de variables comme décrit ci-dessous.

Le système idéal : un système à variabilité zéro

Si on enlève toute source de variabilité⁶, comme les fluctuations de temps entre lancements successifs de lots de production et les fluctuations de temps opératoires (réglage ou production), la réponse devient assez simple (pour peu que le système soit géré intelligemment) : il n'y a aucun phénomène d'attente et les en-cours correspondent aux lots en cours de fabrication sur les équipements.

Cliquer sur le bouton **PARAMETRES** et sélectionner les options comme ci-dessous :

⁶ On a maintenu ici les pannes, dont la prise en compte se fait uniquement en moyenne sur la capacité résiduelle pour les différents postes.

Paramètres

Annuler OK

Nombre de semaines par an : 47

Taille de lots

Lot standard gamme
 Lot standard article
 Lot simulé article

Tenir compte...

des rebuts
 de la variabilité des demandes
 du chevauchement
 de la variabilité des temps

Tenir compte des temps d'attente de la main-d'oeuvre...

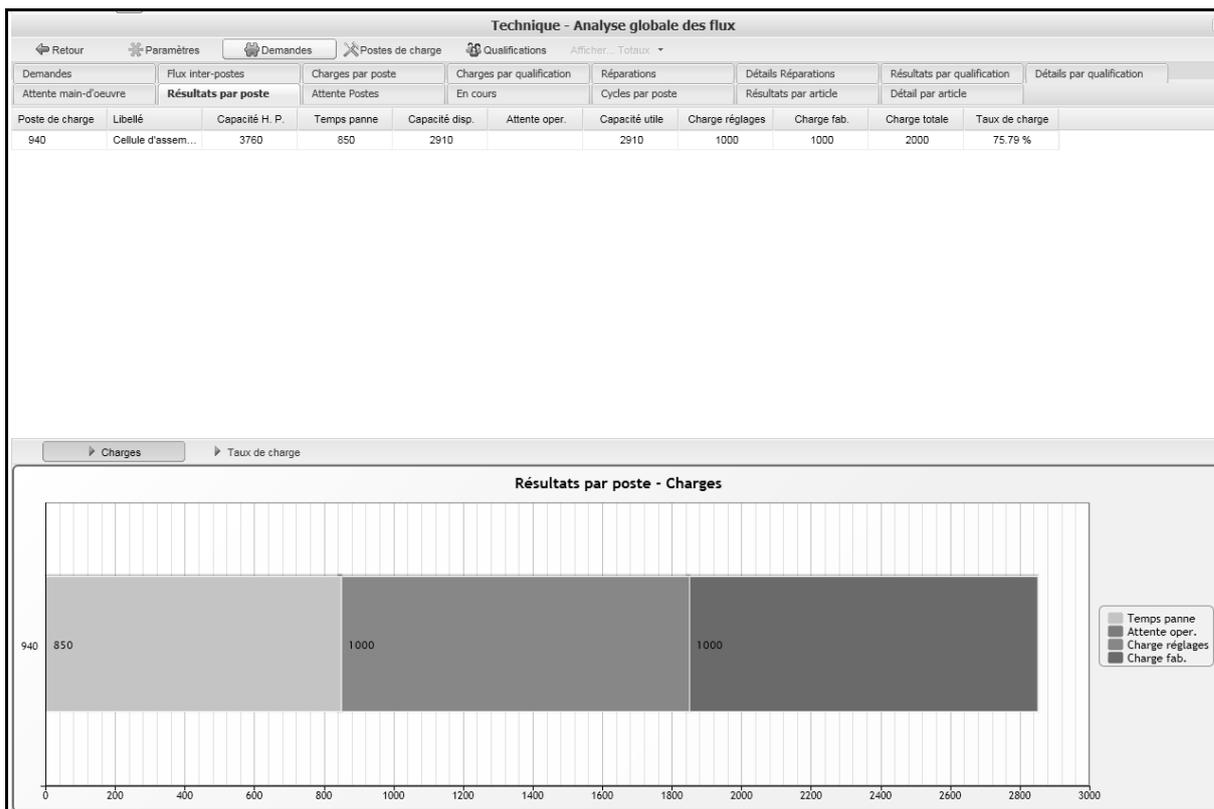
Non
 Temps d'attente fixe... 0
 Temps d'attente calculé

Tenir compte des pannes machine...

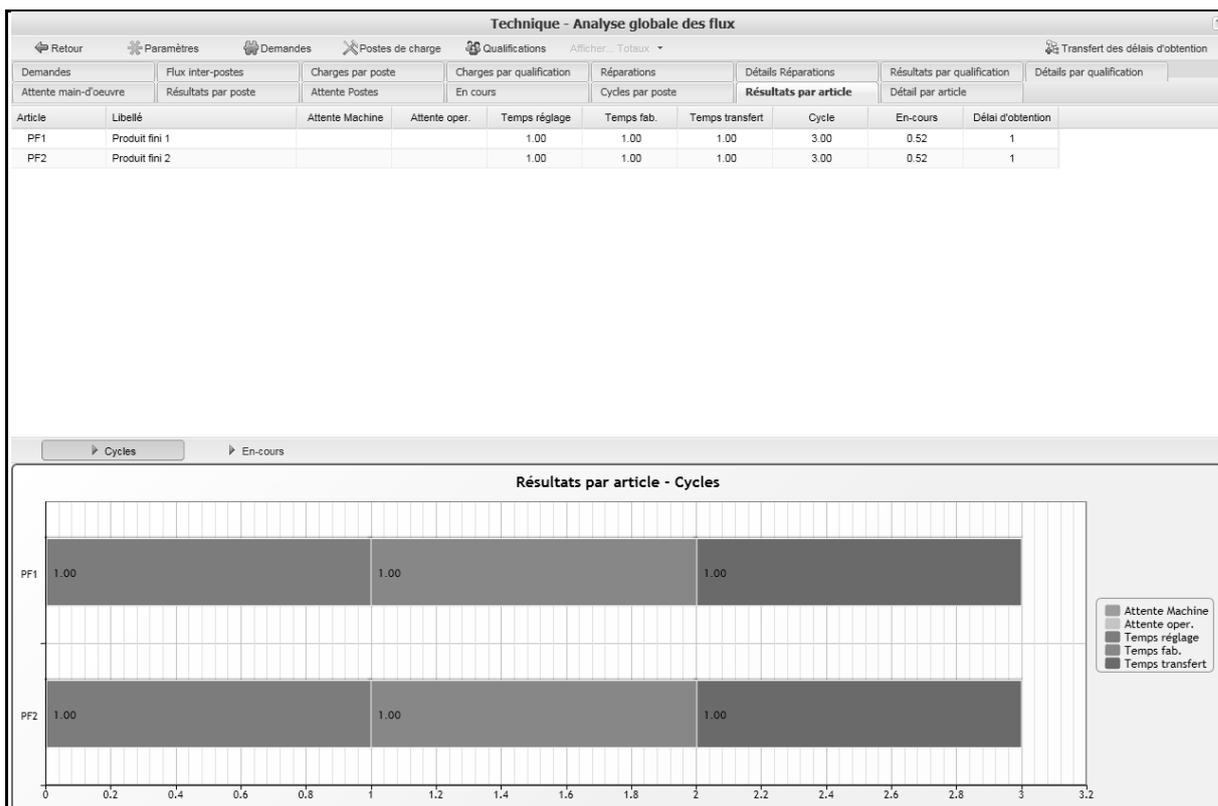
Non
 Perte de capacité machine spécifiée
 Temps fixe de réparation 10
 Temps de réparation calculé

Qualification Réparations : REPARA Réparateurs

Lorsque ces variabilités sont ignorées, comme ci-dessus, les temps d'attente avant opérations sont nuls ainsi que les en-cours associés. Sélectionner l'onglet **Résultat par poste**.

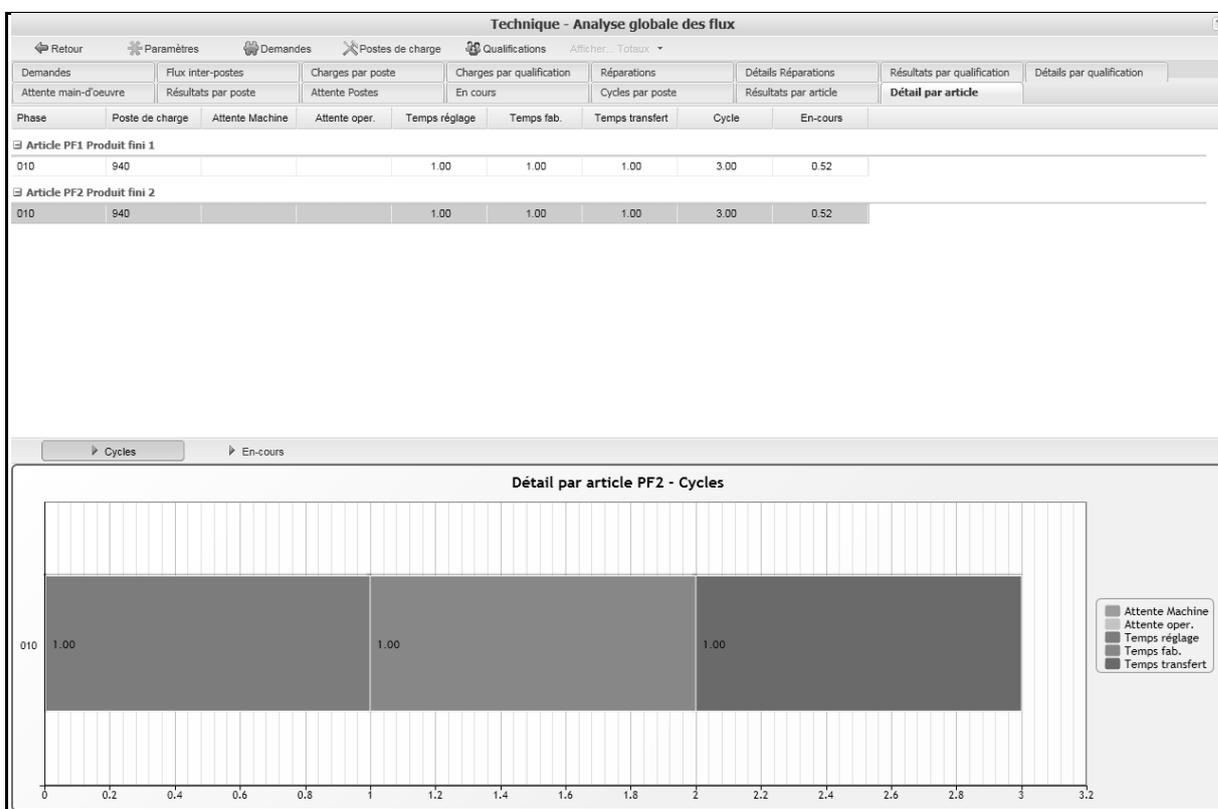


Ces résultats peuvent être précisés via l'onglet **Résultats par Article**.



Le **GRAPHE DES CYCLES** permet de compléter les informations précédentes.

Ces résultats peuvent être désagrégés via l'onglet **Détail par article** et les boutons **GRAPHE DES CYCLES** et **GRAPHE DES EN-COURS**.



La réalité : un système à variabilité non-nulle

Dans les faits, la situation est moins favorable et les facteurs de variabilité sont tous présents à des degrés divers. Nous allons montrer dans la suite comment la fonction d'analyse globale des flux permet de quantifier l'impact des ces différentes sources de variabilité.

Les pannes et réparations

On a montré déjà comment le phénomène de panne induit des pertes de capacité moyenne pour les ressources. Dans l'analyse de flux considérée ici, on prendra en compte cette perte moyenne, qui baisse les plages de temps disponible pour traiter les flux et ipso facto rend le système plus sensible aux autres sources de variabilité.

Les fluctuations sur les temps opératoires

Les temps opératoires pouvant être fluctuants, la possibilité existe de saisir les pourcentages de fluctuations de ces temps dans la fenêtre **Postes de charges**, zone **Variabilité**⁷, associés aux opérations considérées. Saisir *100* dans ces zones,

Poste de charge	Libellé	Cap. std	% ajust	Cap. disp	Nb Mach	Qualif Réglages	Var tps Reg	Qualif Fab.	Var tps Op
940	Cellule d'assemblage	68.00	0	80.00	2	REGLEURS	100	OPERA	100

Les fluctuations sur les temps entre deux lots successifs

Les flux matières peuvent également présenter une autre variabilité, au sens où les temps entre deux lancements de lots successifs à un poste peuvent être irréguliers. En effet, la combinaison de ventes fluctuantes avec la complexité des procédures de planification des systèmes industriels rend les processus d'arrivée des lots aux postes de travail potentiellement irréguliers. Cette variabilité du processus d'arrivée des lots aux postes se combine avec la variabilité potentielle des temps opératoires et accroît le phénomène d'attente.

La possibilité existe de saisir les pourcentages de fluctuations de ces temps dans la fenêtre **Demandes**, zone **Variabilité**⁸. Saisir *100* dans ces zones pour l'article PF1 et pour l'article PF2.

⁷ La mesure de variabilité prise ici est le coefficient de variation, définit comme le rapport entre l'écart type du temps opératoire et la moyenne de ce temps

⁸ La mesure de variabilité prise ici est le coefficient de variation, définit comme le rapport entre l'écart type du temps entre deux lots et la moyenne de ce temps

Article	Libellé	Demande	Variabilité
PF1	Produit fini 1	500	100
PF2	Produit fini 2	500	100

Dans la fenêtre **Paramètres**, sélectionner les options comme ci-dessous,

Nombre de semaines par an : 47

Taille de lots

Lot standard gamme Lot standard article Lot simulé article

Tenir compte...

des rebuts de la variabilité des demandes
 du chevauchement de la variabilité des temps

Tenir compte des temps d'attente de la main-d'oeuvre...

Non
 Temps d'attente fixe... 0
 Temps d'attente calculé

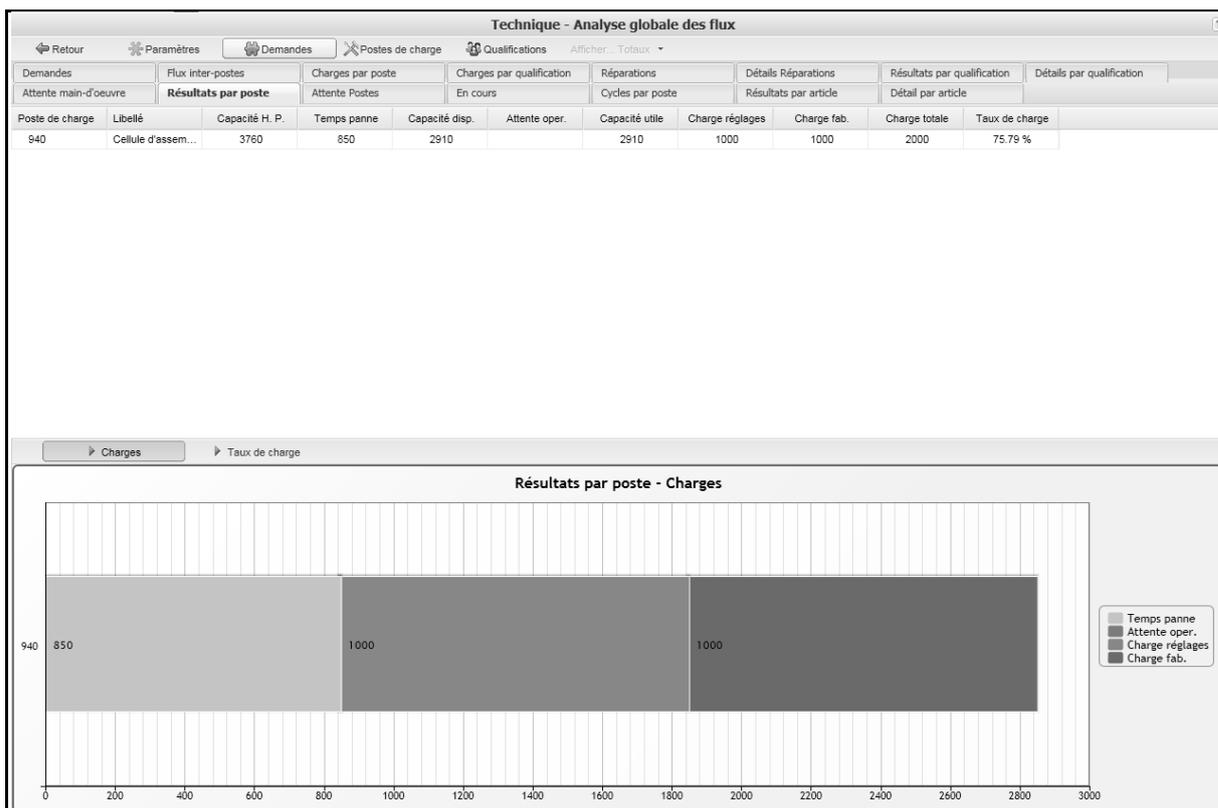
Tenir compte des pannes machine...

Non
 Perte de capacité machine spécifiée
 Temps fixe de réparation 10
 Temps de réparation calculé

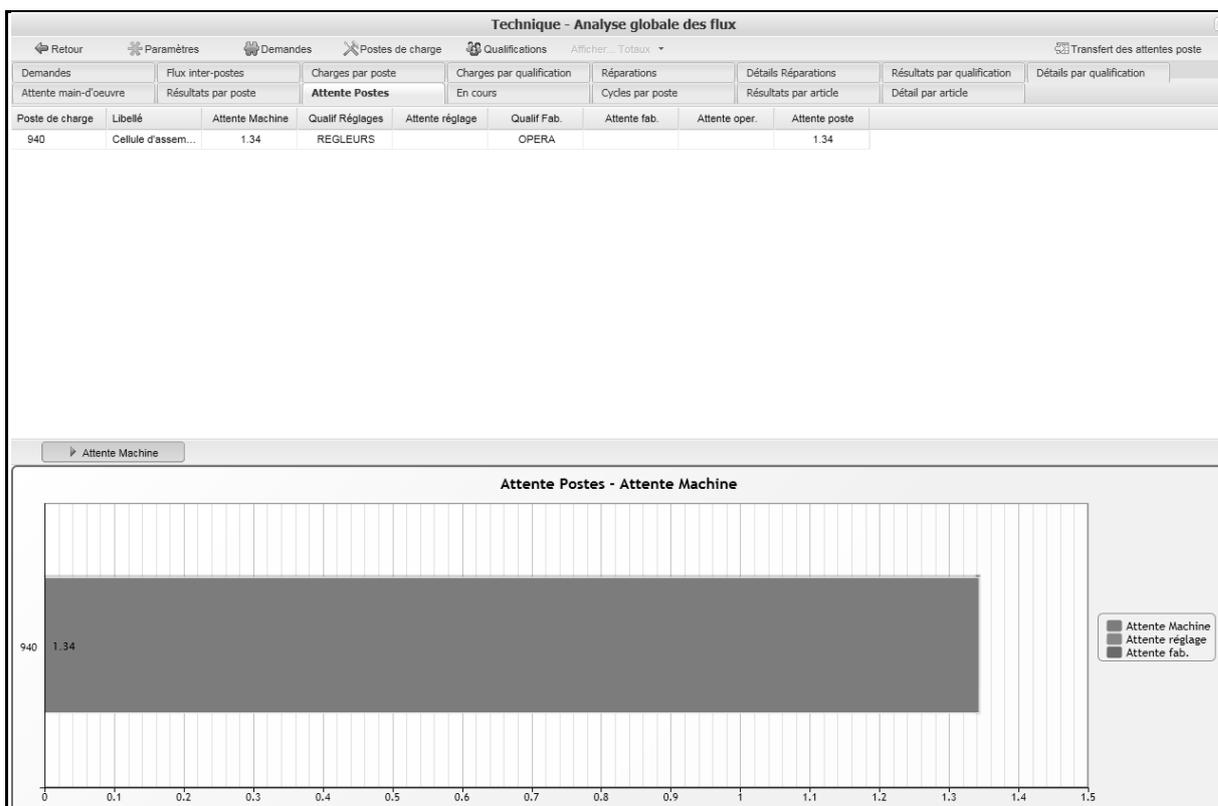
Qualification Réparations : REPARA Réparateurs

Valider par **OK**.

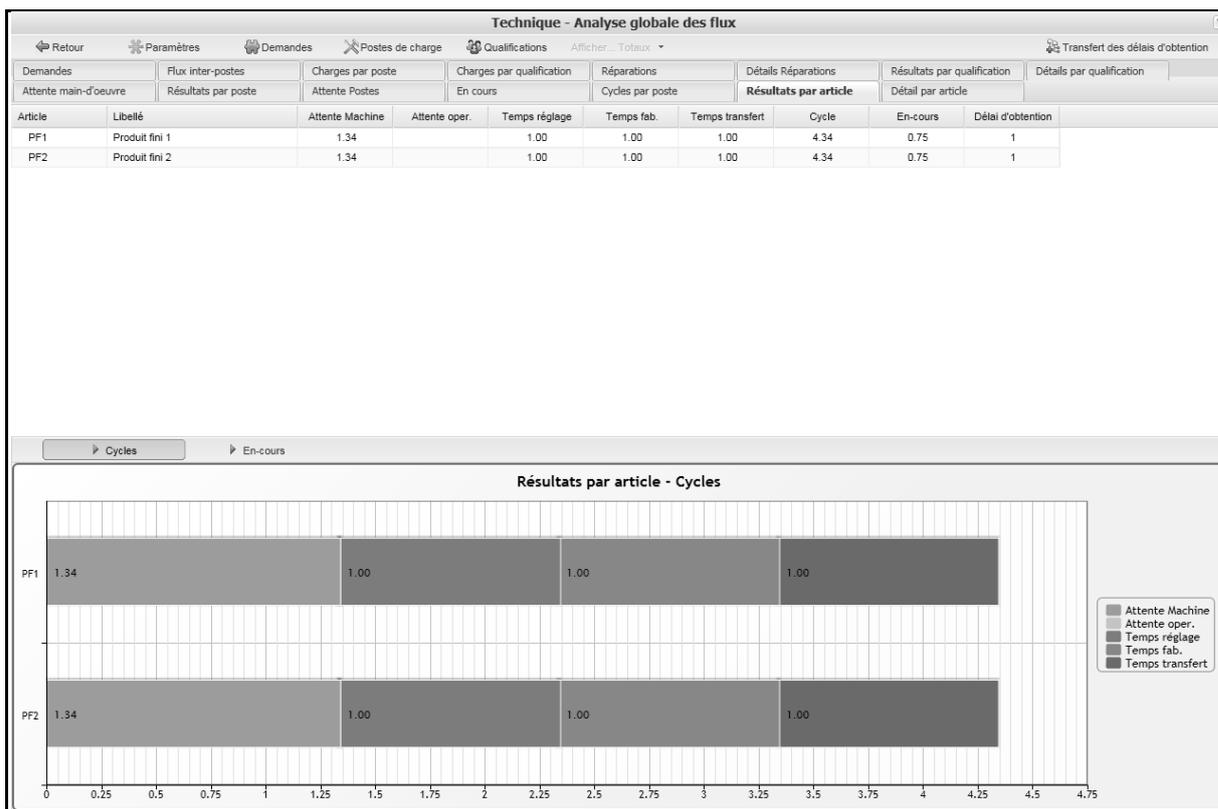
Lorsque ces variabilités sont nulles, comme ci-dessus, les temps d'attente avant opérations sont nuls ainsi que les en-cours associés. Sélectionner l'onglet **Résultat par poste**.



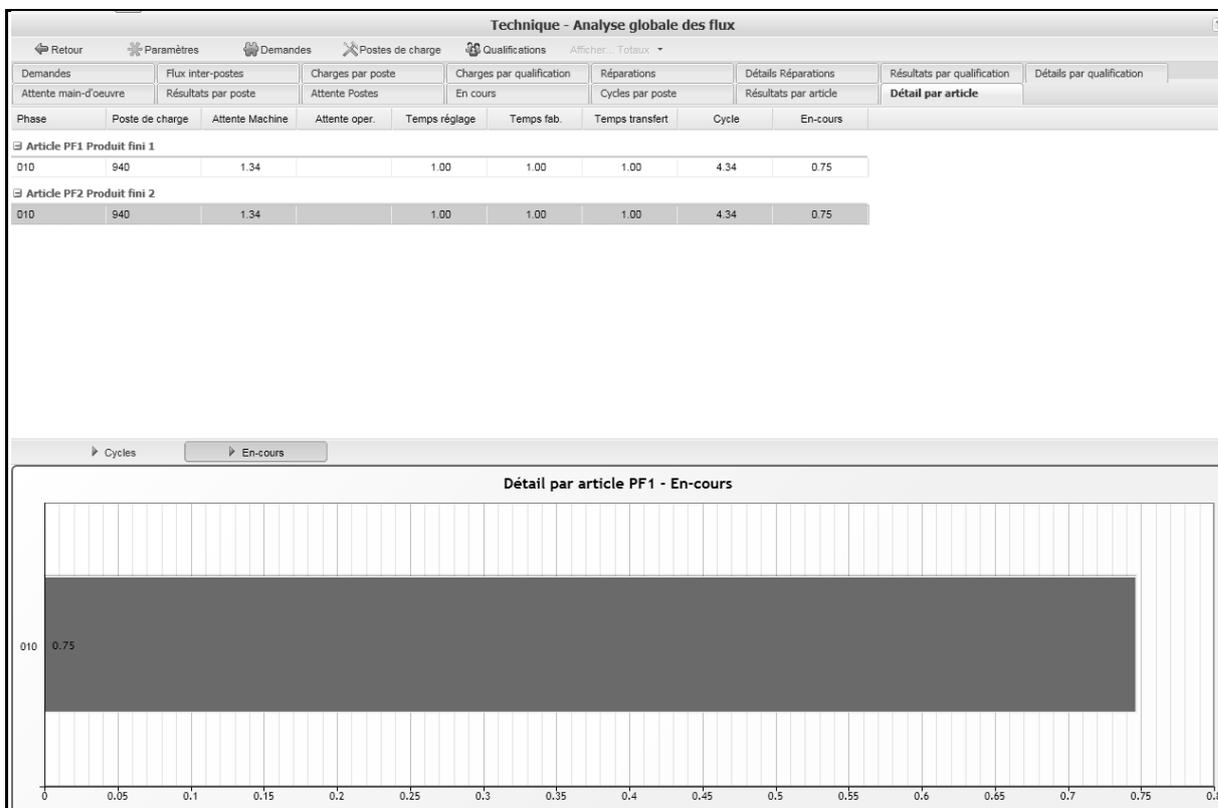
Ces résultats peuvent être précisés via l'onglet **Attentes Poste**,



et via l'onglet **Résultats par Article**,



Ces résultats peuvent être désagrégés via l'onglet **Détail par article** et les boutons **GRAPHE DES CYCLES** et **GRAPHE DES EN-COURS**.



Session 4 :

Le concept d'interférence opérateur

Aux variabilités des temps opératoires et des temps entre arrivées des lots à produire s'ajoute un mécanisme supplémentaire : les interférences liées à la disponibilité ou non des opérateurs. En effet, dans de nombreux cas les opérateurs ne sont pas présents en nombre suffisant, en permanence sur chacun des postes de fabrication. On peut imaginer le cas d'un opérateur qui prend en charge plusieurs machines simultanément (sous-entendant bien entendu qu'une présence partielle sur chacune de ces machines suffit en moyenne). Dans ce cas, il peut arriver qu'un lot arrivant sur une machine doive attendre avant qu'un opérateur ne soit disponible pour traiter ce lot. Ce temps d'attente est dénommé *interférence opérateur*.

Données concernant les opérateurs

Accéder à la fenêtre du poste de charge **940**, via la fonction **Poste de charge**, menu **Données**.

Technique - Gestion des postes de charge

Retour OK Supprimer Machines Emplois Liste Synoptique

Poste de charge : 940 Critique PDP

Libellé : Cellule d'assemblage

Type : F : Capacité finie

Atelier : ASSFIN Assemblage final

Calendrier : CS Calendrier standard

Coefficient de capacité : 1.7 Coefficient de rendement : 1 Opérations continues

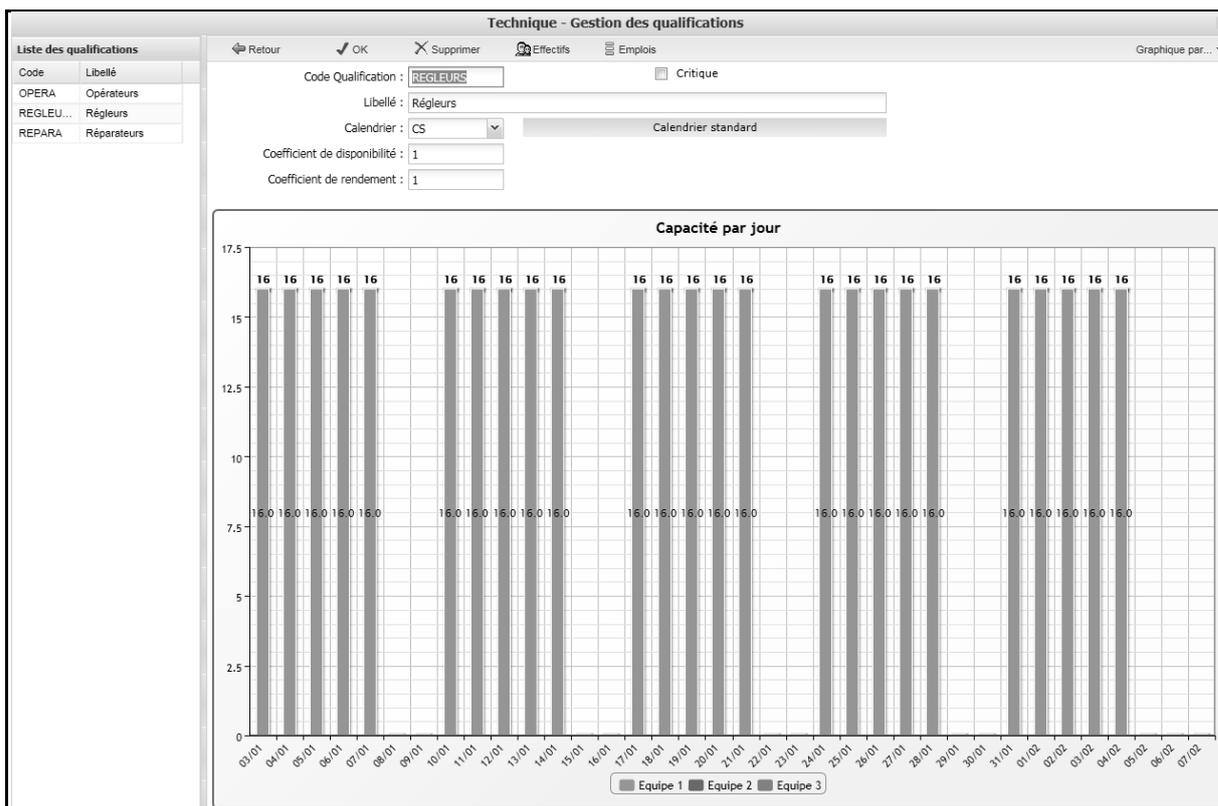
Qualification Réglages : REGLEURS Régleurs

Qualification Travail : OPERA

Attente avant : 0 heures Index d'affichage : 1

Commentaire :

On voit bien que la qualification *Opérateurs* est affectée aux opérations de production et que la qualification *Régleurs* est affectée aux réglages.



Technique - Effectifs hebdomadaires

Qualification : **REGLEURS** Régleurs

Calendrier : **CS** Calendrier standard

Semaine Standard	Lundi Standard	Mardi Standard	Mercredi Standard	Jeudi Standard	Vendredi Standard	Samedi Standard	Dimanche Standard
Equipe 1	2	2	2	2	2		
Equipe 2							
Equipe 3							

Dans la situation considérée jusqu'ici, le nombre d'opérateurs est suffisant en permanence : deux opérateurs et deux régleurs répartis entre deux postes !

Appeler la fonction **Analyse globale du flux**, par le menu **Technique**. Cliquer alors sur le bouton **PARAMETRES** et sélectionner l'option **Prise en compte des pannes**, sous-option **Calcul des temps d'attente**. Sélectionner *Réparateurs* comme qualification de main-d'œuvre chargée de la maintenance. Sélectionner l'option **Calcul des temps d'attente**, et cliquer sur **OK**.

Paramètres

Nombre de semaines par an :

Taille de lots

Lot standard gamme
 Lot standard article
 Lot simulé article

Tenir compte...

des rebuts de la variabilité des demandes
 du chevauchement de la variabilité des temps

Tenir compte des temps d'attente de la main-d'oeuvre...

Non
 Temps d'attente fixe...
 Temps d'attente calculé

Tenir compte des pannes machine...

Non
 Perte de capacité machine spécifiée
 Temps fixe de réparation
 Temps de réparation calculé
 Qualification Réparations :

Clairement aucune interférence opérateurs n'est présente, comme on peut le visualiser via l'onglet **Résultats par Article**,



Le bouton **GRAPHES DES CYCLES** permet de compléter les informations précédentes.

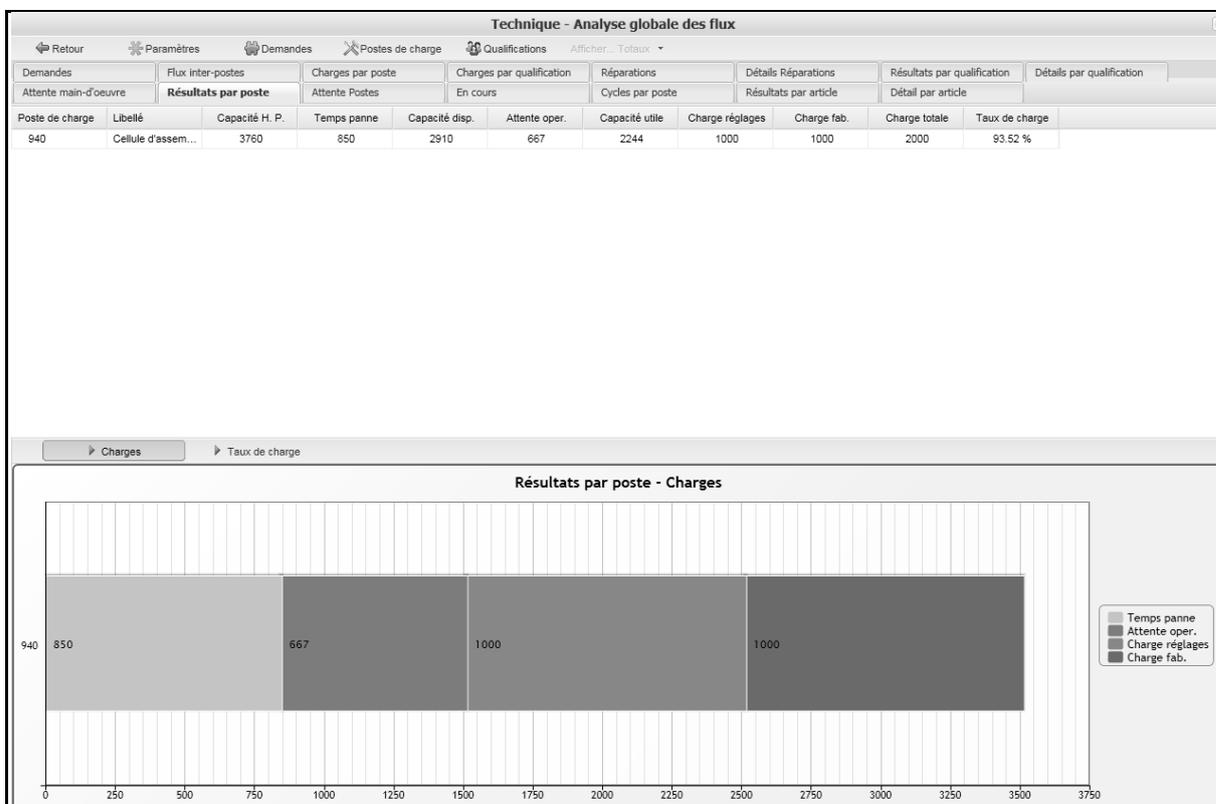
Calcul prévisionnel des interférences opérateurs : simulation de scénarios différents

Il est possible de simuler facilement l'impact des modifications du nombre d'opérateurs sur les temps d'interférence. Revenir à la fenêtre **QUALIFICATIONS**.

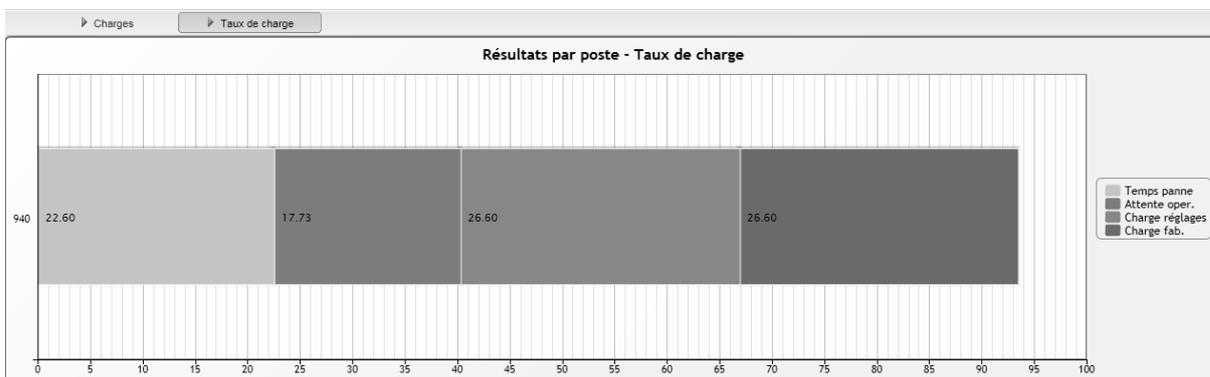
Cliquer successivement sur *Opérateurs* et *Régleurs*, et via la zone **Variation de capacité**, saisir -25, pour baisser la capacité des régleurs et des opérateurs de 25%. Valider par **OK**.

Qualification	Libellé	Eff. std	Cap. std	% ajust	Eff. disp	Cap. disp
OPERA	Opérateurs	2	80	-25	1.5	60
REGLEURS	Régleurs	2	80	-25	1.5	60
REPARA	Réparateurs	1	40	-50	0.5	20

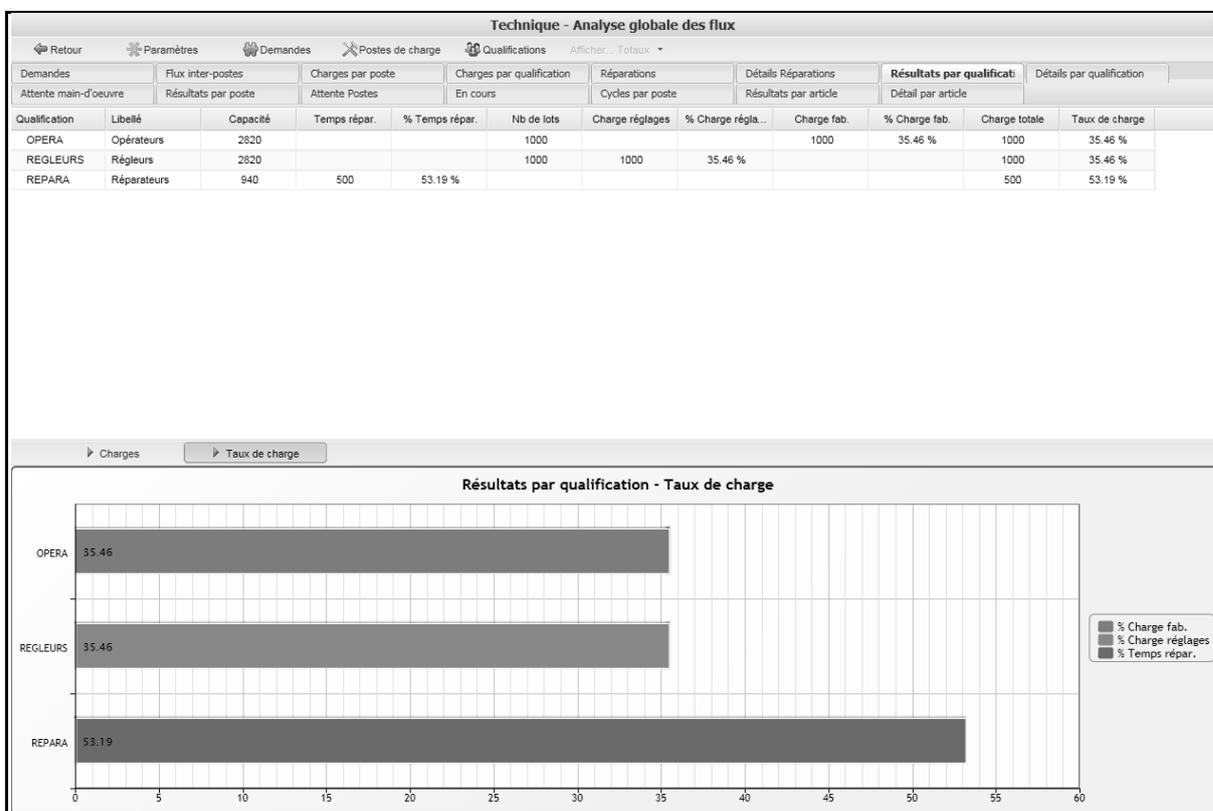
Sélectionner l'onglet **Résultats / poste**.



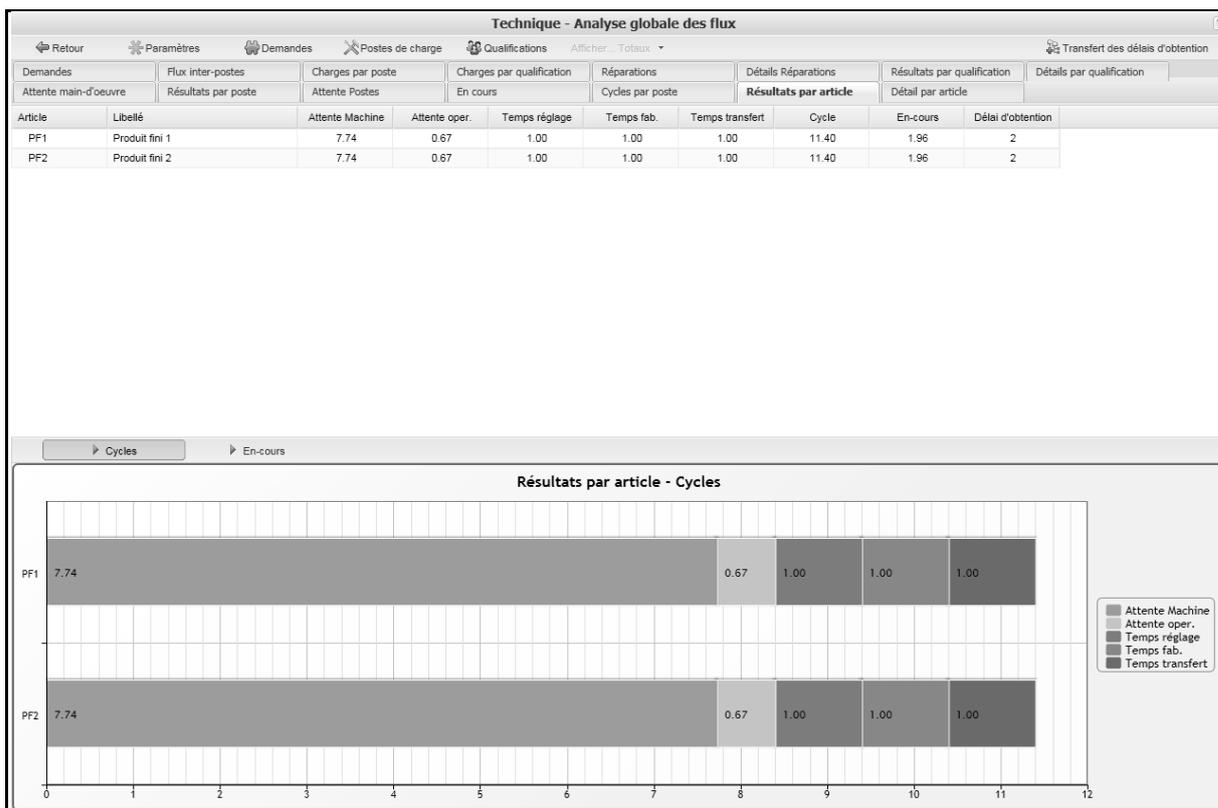
via le bouton **GRAPHE DES TAUX DE CHARGE**, on voit bien apparaître le phénomène des pertes de temps induites par la non-disponibilité potentielle des opérateurs et réglers.



On remarquera via l'onglet **Résultats par qualification**, que ce mécanisme est présent même si en moyenne les qualifications sont en surcapacité.

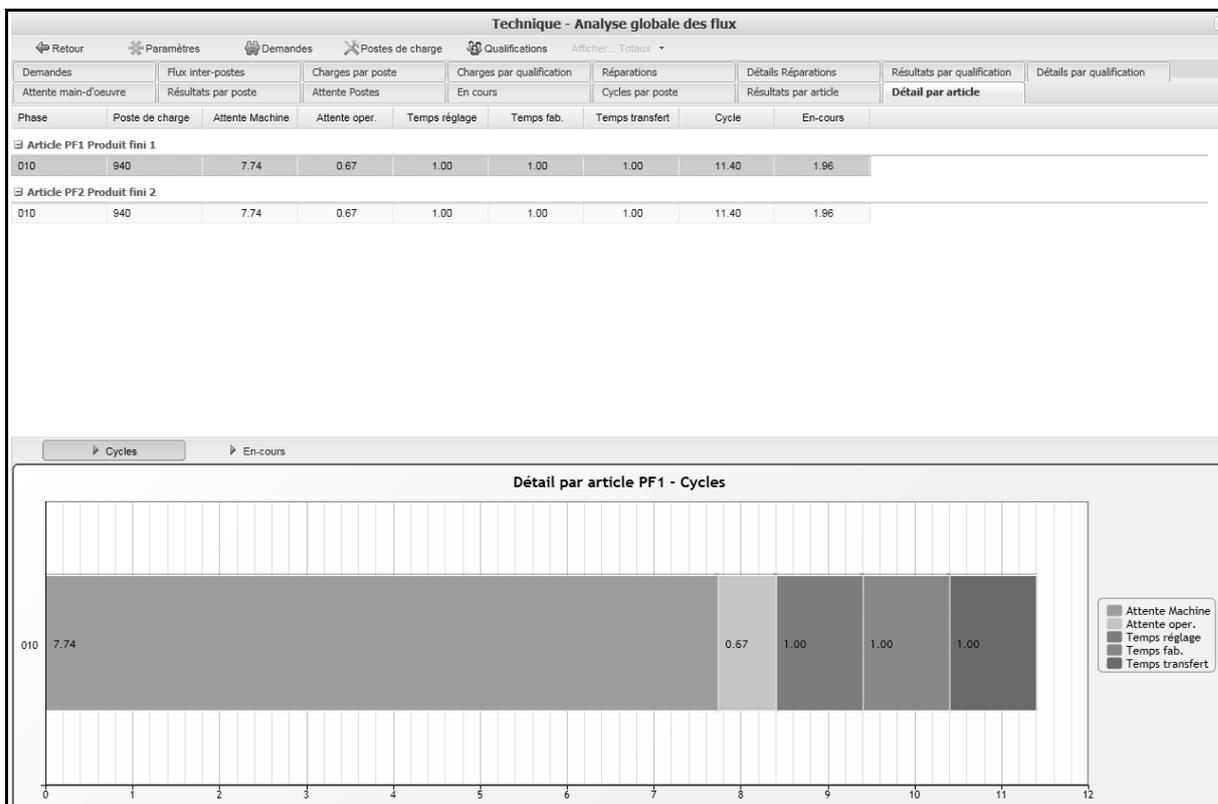


Via l'onglet **Résultats par Article**, on peut voir l'impact de ces interférences sur les temps d'attente aux postes.



Le bouton **GRAPHES DES CYCLES** permet de compléter les informations précédentes.

Ces résultats peuvent être désagrégés via l'onglet **Détail par article** et les boutons **GRAPHE DES CYCLES** et **GRAPHE DES EN-COURS**.



Conclusion

Analyse dynamique des flux via la théorie des files d'attente

Cet exercice élémentaire a présenté l'esprit général de l'analyse des flux au sein d'un système industriel, analyse exploitant la théorie des files d'attente. On a montré que cette approche permet d'intégrer des phénomènes comme les pannes et réparations, fluctuations des temps opératoires et irrégularité des flux matières. Les indicateurs principaux obtenus sont les taux de charges moyens des ressources (main-d'œuvre et équipement), ainsi que niveaux d'en-cours et délais et temps d'attente au sein du système.