

Berthoulat Rémi
Sanchez Arnaud
Thévenoux Rémi
Werlen Maxime



AUTOMATISATION D'UN SYSTÈME DE PRODUCTION

DOSSIER DE CONCEPTION DÉTAILLÉE DU SYSTÈME

Date de création	17/12/08	Version	1
Date de dernière modification	05/01/09	Révision	47
Titre	Automatisation d'un système de production		
Sujet	Dossier de conception détaillée du système		
Mots-clés	architecture fonctionnelle et technique, spécifications d'interface		
Document validé par le CdP et le RQ			

TABLE DES MATIÈRES

I - Introduction.....	3
a . Présentation.....	3
b . Abréviations.....	3
II - Décomposition en modules fonctionnels.....	4
a . Modules fonctionnels.....	4
1_ M.F. supervision.....	4
2_ M.F. stockage.....	4
3_ M.F. déplacement.....	5
4_ M.F. usinage.....	5
5_ M.F. gestion des outils.....	6
6_ M.F. contrôle.....	6
III - Modèle du domaine.....	7
IV - Diagramme de flux.....	8
V - Architecture technique.....	9
a . Découpage en zone logique.....	9
b . Architecture physique.....	9
1_ Liste par zone.....	9
2_ Résumé.....	11
VI - Analyse des risques liés à l'architecture technique.....	13
VII - Annexe : choix de l'architecture technique.....	14
a . Les différentes architectures.....	14
1_ Architecture centralisée.....	14
2_ Architecture distribuée.....	14
3_ Architecture répartie.....	15
b . Définitions des critères de comparaisons.....	15
1_ Choix des critères de comparaison.....	15
2_ Résumé des critères.....	16
c . Comparaison des architectures.....	16
d . Choix de l'architecture.....	16

I Introduction

a Présentation

Ce dossier a pour but de définir l'architecture logique et physique du système d'information de l'atelier flexible. Nous commencerons par l'architecture logique, pour cela nous définirons les modules fonctionnels, à partir des fonctions opérationnelles définies dans le dossier de spécification. Puis nous expliciterons les interactions entre les différents modules identifiés.

Une fois l'architecture logique déterminée nous la projetterons sur l'architecture physique. Le choix de cette architecture technique est détaillée en annexe.

Une fois la projection effectuée nous pourrons en déduire la liste des équipements nécessaires à la mise en place de la solution.

b Abréviations

- MF :modules fonctionnels
- FO : fonction opérationnelle
- MOCN : Machine outil à commande numérique
- Insa : Institut National des Sciences Appliquées

II Décomposition en modules fonctionnels

a Modules fonctionnels

Nous avons identifié six modules fonctionnels :

- Supervision
- Stockage
- Déplacement
- Usinage
- Gestion des outils
- Contrôle

A ces six modules fonctionnels s'ajoutent deux fonctions : la communication et la traçabilité. Ces deux fonctions sont transverses et sont présentes dans *chacun des autres modules*.

1 M.F. supervision

Le module de supervision doit permettre une synchronisation de l'ensemble de l'atelier. Ce module envoie des ordres aux autres modules et récupère les informations envoyées par ceux-ci, les traite puis en déduit les nouveaux ordres à donner.

Supervision

- Traiter les données
- Créer les ordres

Traçabilité

- Sauvegarder toutes les informations

Communication

- Envoyer les ordres aux autres sites
- Recevoir l'état des pièces et des palettes à partir des sites

2 M.F. stockage

Le module de stockage doit permettre une gestion du stock de palette (avec ou sans pièces dessus) et du stock d'outils. A chaque instant, l'état exact du stock doit pouvoir être donné, mais le module attribue aussi les positions de stockage pour les items entrant dans le stock, en optimisant cette position et en respectant les règles de gestion du stock mises en place.

Stockage

- Stocker les outils dans le stock outil
- Récupérer les outils dans le stock outil
- Mettre une pièce sur une palette

- Retirer une pièce d'une palette
Traçabilité
- Sauvegarder les données sur les pièces et palettes en stock
Communication
- Envoyer les informations sur les pièces et palette en stock
- Communiquer les entrée/sorties de palettes ou de pièces

3 M.F. déplacement

Ce module permet la gestion de l'ensemble des chariots et plus particulièrement de leur déplacement. Il devra déterminer les trajets des chariots, gérer les incidents bloquant certains itinéraires, ainsi que l'état des chariots.

Déplacement

- Déterminer le trajet

Communication

- Recevoir un ordre de déplacement
- Prévenir de l'arrivée du chariot au bon emplacement

Il n'y aura pas de traçabilité sur chacun des mouvements effectués dans l'atelier. Cependant la traçabilité effectuée dans les autres modules pourront si nécessaire permettre de retrouver les mouvements effectués.

4 M.F. usinage

Le module usinage gère l'ensemble des MOCN. Il s'occupe d'envoyer les ordres de production au MOCN et de recevoir les compte-rendu si nécessaire. Le module devra aussi tester l'état des outils et si nécessaire indiquer que les outils nécessitant d'être changés.

Usinage

- Usiner une pièce
- Stopper l'usinage
- Détecter la présence d'une palette
- Tester l'état des outils
- Retirer un outil usager
- Installer un outil neuf

Traçabilité

- Sauvegarder les données sur l'usinage des pièces

Communication

- Prévenir les fins d'usinage de pièces
- Recevoir les usinages à faire

- Indiquer des outils abîmés

5 M.F. gestion des outils

Ce module gère le poste d'affûtage. Il doit ainsi contrôler le bras robot qui remplit ou vide les palettes d'outils. Il devra aussi envoyer les indications à l'affûteur pour qu'il puisse effectuer les opérations nécessaires sur les outils ainsi que les casiers où prendre et déposer les outils. Enfin il faudra gérer le rejet d'outils trop abîmé et l'ajout d'outils neufs.

Affûter

- Mettre l'outil sur la table-tampon
- Prendre l'outil de la table-tampon
- Affûter l'outil
- Détecter la présence d'une palette
- Ajouter des outils neufs
- Rejet des outils trop abîmés

Traçabilité

- Sauvegarder les données sur l'état des outils et les changements d'outil

Communication

- Indiquer la fin de l'affûtage
- Recevoir l'opération à effectuer
- Indiquer à l'opérateur les opérations

6 M.F. contrôle

Ce dernier module doit permettre le contrôle des pièces usinées grâce à la machine dédiée. Il devra donc recevoir les paramètres permettant d'effectuer le contrôle et renvoyer les résultats de celui-ci.

Contrôle

- Effectuer le contrôle d'une pièce
- Identifier la palette

Traçabilité

- Sauvegarder les données relevées lors des contrôles

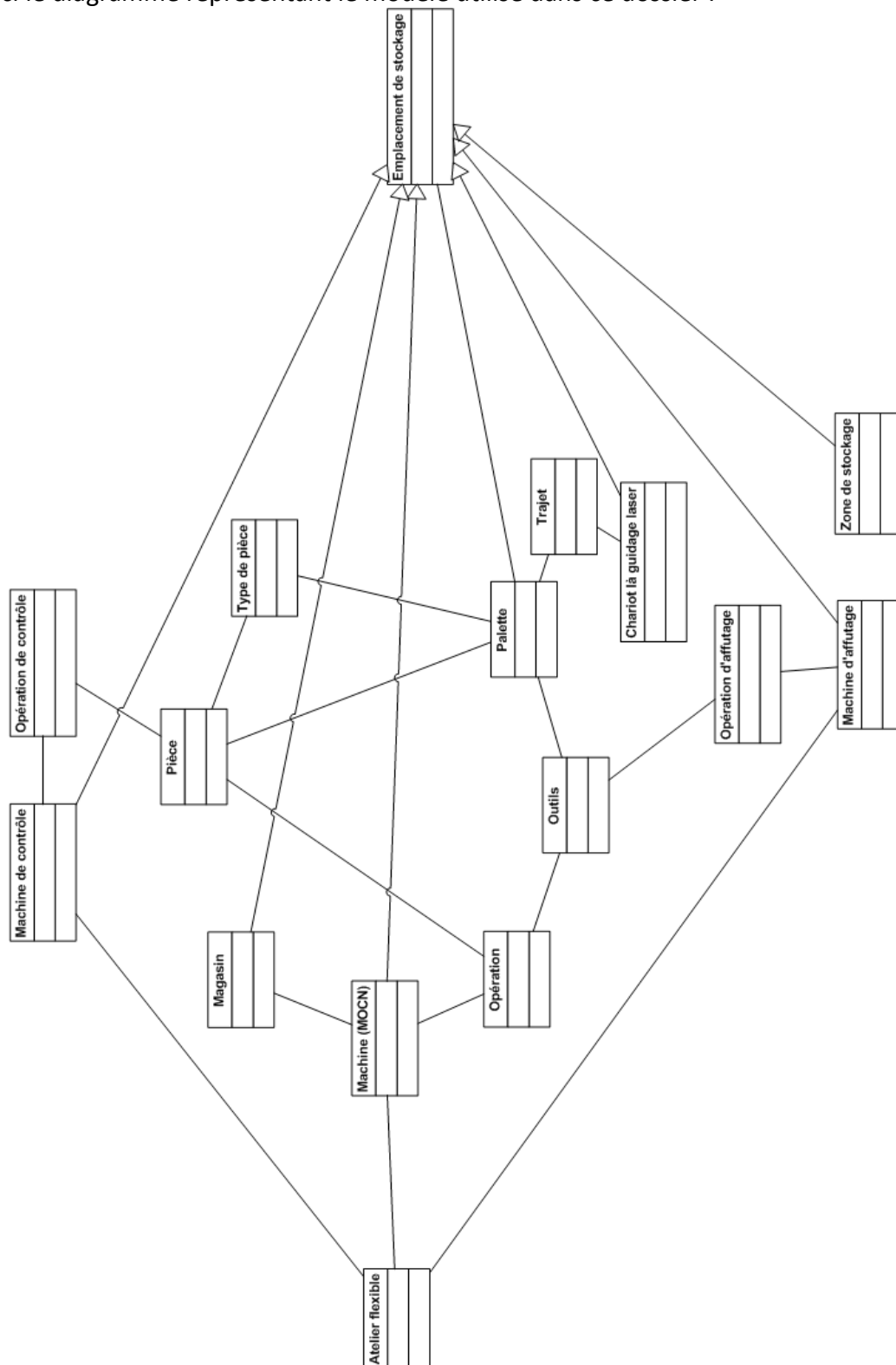
Communication

- Envoyer les résultats d'un contrôle
- Recevoir un ordre de contrôle

III Modèle du domaine

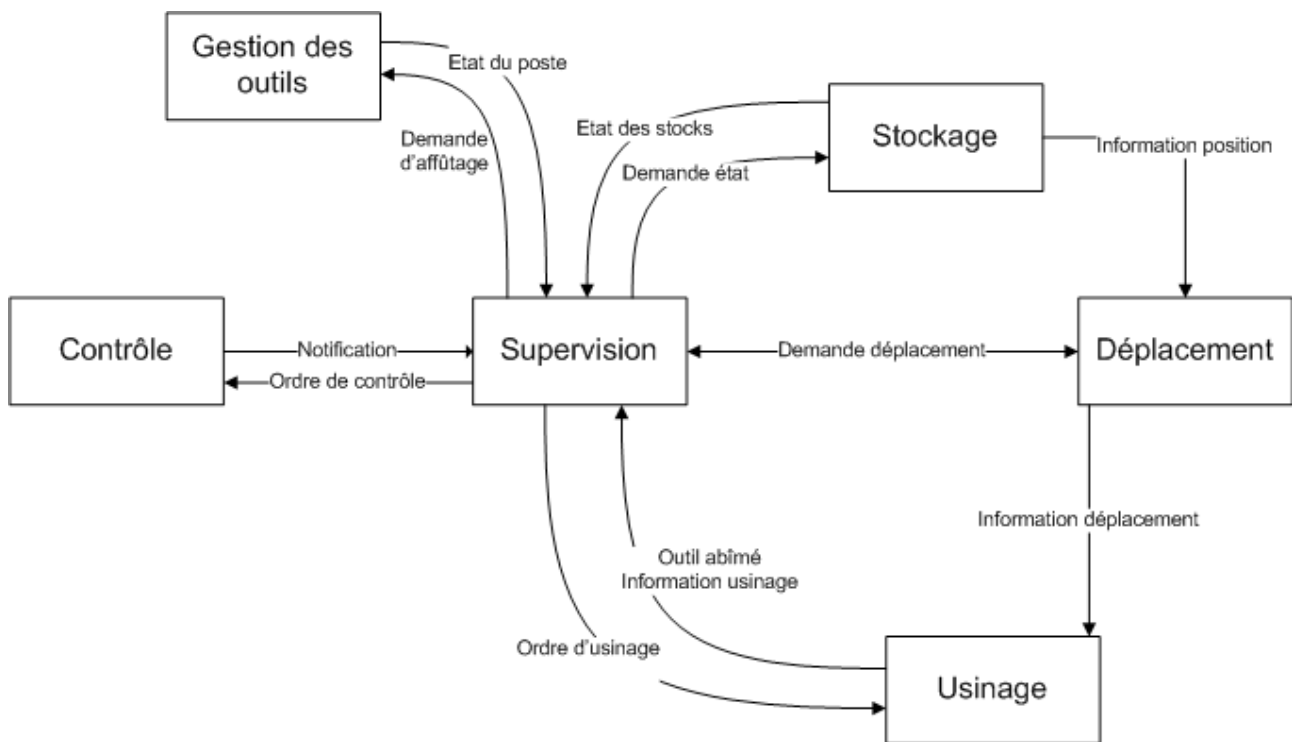
La description de l'architecture repose sur une définition de l'atelier et de l'ensemble de ces composants, ainsi que la relation entre chacun de ces éléments.

Voici le diagramme représentant le modèle utilisé dans ce dossier :



IV Diagramme de flux

A partir de la description de différents modules fonctionnels nous pouvons établir le diagramme suivant qui répertorie les flux entre les différents modules.



V Architecture technique

Il existe trois types d'architecture technique possible : centralisée, distribuée ou répartie. Une étude comparative en annexe explique le choix d'une architecture répartie pour l'atelier flexible.

Cette type architecture consiste à découper le système en différentes zones distinctes qui communiquent entre elles, ce découpage permet de répartir les prises de décisions et la gestion d'informations.

a Découpage en zone logique

L'architecture répartie découpe le système d'informations en plusieurs zones. Ces zones doivent regrouper des modules fonctionnels proches et relativement indépendants des autres zones, sans pour autant être nécessairement proches géographiquement dans l'atelier.

Il apparaît que trois zones peuvent être mise en place :

ZONE D'USINAGE

La zone d'usinage correspond au cœur de métier de l'atelier, c'est à dire au différents usinages sur les pièces et les contrôles associés à ces usinages. Cette zone comprend donc les modules fonctionnels d'usinage et de contrôle.

Le module de gestion des outils est lui aussi intégré dans cette zone car le contrôle des outils se fait pendant les phases d'usinage et donc que la gestion des outils est intimement liée avec la phase d'usinage des pièces.

ZONE DE DÉPLACEMENT ET STOCKAGE

La zone de déplacement et stockage correspond à la fonction logistique de l'atelier flexible, en support des activités d'usinage. Cette zone comprend donc le module fonctionnel déplacement ainsi que le module stockage.

ZONE DE SUPERVISION

La zone de supervision correspond au module fonctionnel Supervision, qui s'occupe de coordonner les deux précédentes zones.

b Architecture physique

1 Liste par zone

Chacune des zones possédera du matériel propre mais elles auront en commun d'avoir un serveur permettant de faire tourner les applications et s'occupant de faire les sauvegardes nécessaires à la traçabilité.

Ce serveur sera doublé afin de limiter au maximum le risque qu'une zone soit indisponible car bien que l'architecture répartie permette à l'atelier de continuer à fonctionner partiellement même si une zone est indisponible, ce fonctionnement dégradé ne

peut durer que peu de temps.

ZONE D'USINAGE

Principale zone qui contient 6 MOCN, 1 poste d'affûtage et une machine de contrôle. Chacun de ces machines possédant des tables d'entrée/sortie qui joue le rôle de tampon.

Ces machines de production seront couplées avec les 2 serveurs hébergeant les applicatifs de la zone usinage (MF usinage, contrôle et gestion des outils). De plus un terminal sera présent à chaque îlot (3) au poste d'affûtage. La machine de contrôle est entièrement automatique et ne possédera pas de terminal.

ZONE DE DÉPLACEMENT ET STOCKAGE

Cette zone comporte 3 chariots lasers qui pourront manipuler les 120 palettes disponible. La zone de stockage sera constituée d'environ 120 casiers.

À ce matériel s'ajoutera le système radio permettant de communiquer avec les chariots, les 2 serveurs accueillants les applications de transport et de stockage ainsi qu'un terminal permettant à un opérateur d'obtenir des informations, et occasionnellement d'interagir avec le SI lorsque l'atelier est en mode dégradé.

ZONE DE SUPERVISION

La zone de supervision nécessitera elle aussi les 2 serveurs ainsi que ordinateur de type PC afin que les responsables de l'atelier puissent configurer les productions dans l'atelier et surveiller la bonne marche de celui-ci.

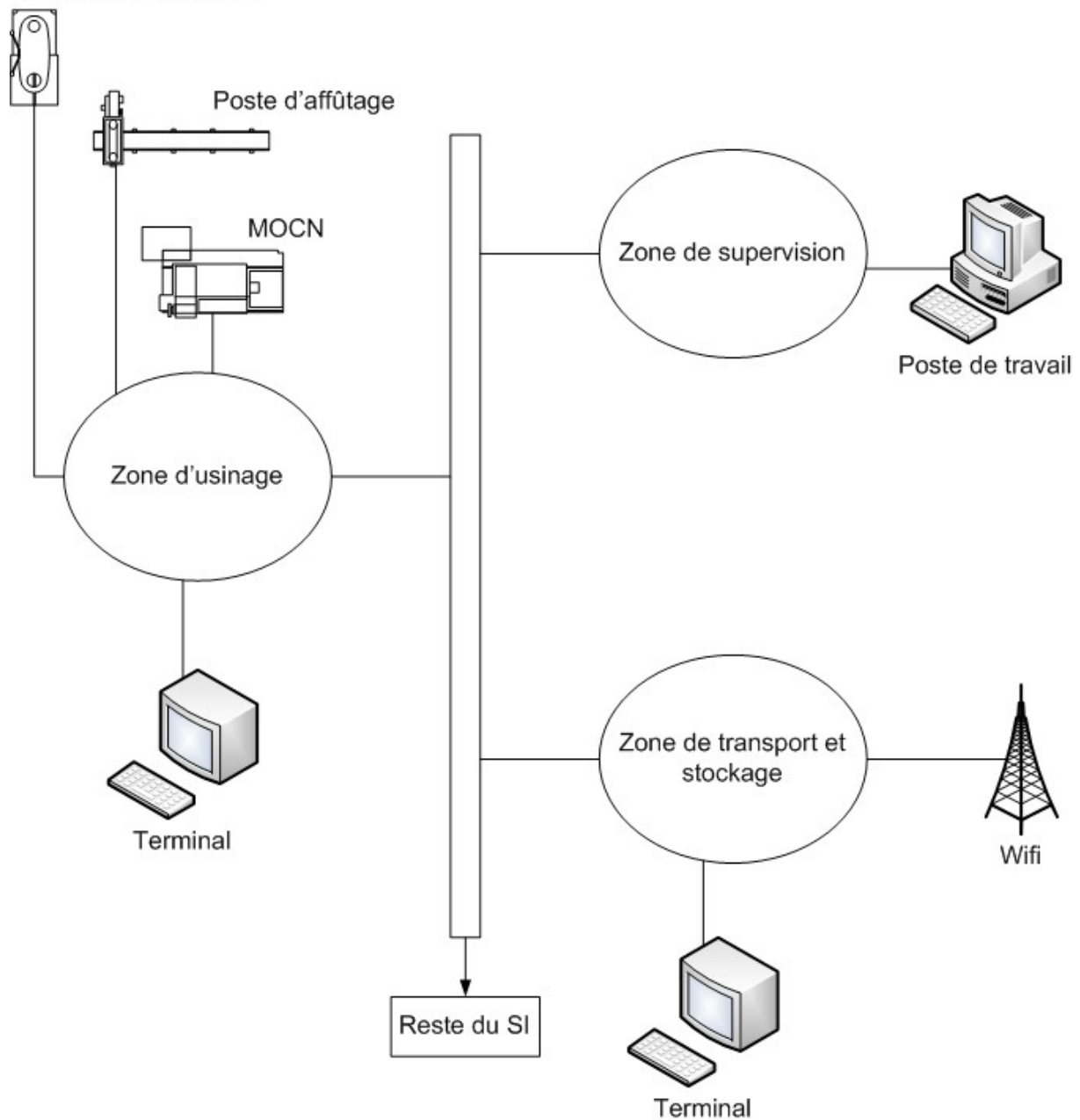
COMMUNICATION

La communication inter et intra-zone nécessite différents équipements de communication, mais le choix précis des communications dans l'atelier est traité dans un dossier séparé (cf Dossier choix du réseau).

Le système de communication permettra aussi de communiquer avec le reste du SI, en dehors de l'atelier flexible.

2 Résumé

Machine de contrôle



MATÉRIEL DE PRODUCTION

- 6 MOCN
- 1 machine de contrôle
- 1 poste d'affûtage

MATÉRIEL DU SYSTÈME D'INFORMATION

- 6 serveurs avec système de sauvegarde

- 2 PC
- 5 terminaux
- Système de communication radio
- Système de réseau industriel (voir dossier dédié)

VI Analyse des risques liés à l'architecture technique

Chaque module fonctionnel possède des risques propres détaillés dans ce dossier. Mais le choix d'une architecture technique particulière implique de nouveaux risques.

Incident	Conséquence	Cause	Prévention	G	P	C
Arrêt de la zone supervision	Arrêt de l'envoi de nouveau ordre. Seul les ordres en cours sont effectués	Problème matériel, erreur logiciel, bug, virus	Doublement des serveurs, limitation des accès	4	2	8
Arrêt de la zone usinage	Arrêt de la production, seul les déplacements de chariots continuent dans l'atelier	Problème matériel, erreur logiciel, bug, virus	Doublement des serveurs	4	2	8
Arrêt de la zone déplacement et stockage	Arrêt du transport dans l'atelier. Utilisation des zones tampons par les machines de production	Problème matériel, erreur logiciel, bug, virus	Doublement des serveurs,	3	2	6
Arrêt des communication entre zone	Arrêt des zones	Câblage détérioré	Protection des connectiques.	5	2	10
Lenteur des communication	Ralentissement de la production	Sous-dimensionneraient	Test numérique du dimensionnement	2	4	8

VII Annexe : choix de l'architecture technique

a Les différentes architectures

1 Architecture centralisée

L'architecture centralisée est très simple à mettre en œuvre. Un serveur central est le centre des traitements et du stockage des données. Toutes les décisions de gestion de l'atelier sont prises par ce serveur.

AVANTAGES

- Solution simple à mettre en œuvre.
- Solution facile à maintenir.
- Données facilement sauvegardables.
- Faible importance du superviseur.

INCONVÉNIENTS

- Le serveur central est une ressource critique : s'il vient à tomber en panne l'ensemble de l'atelier est bloqué.
- La disponibilité du serveur est également critique : si le serveur est saturé, toute la production est ralentie.
- Solution peu évolutive et peu pratique en cas de modifications des fonctions opérationnelles car tous les modifications sont à faire sur les programmes du serveur central.

2 Architecture distribuée

L'architecture distribuée est constituée de serveurs indépendants les uns des autres. On peut facilement en ajouter de nouveaux et un serveur qui tombe en panne n'entraîne pas forcément l'arrêt complet de l'atelier. Une architecture distribuée prône un noyau central faible, et une plus grande autonomie des périphériques. Cette architecture a l'avantage de permettre une plus grande souplesse. Les flux d'information et les prises de décision doivent être parfaitement réparties et coordonnées entre les différents serveurs. La mise en œuvre d'une telle architecture reste très complexe.

AVANTAGES

- Pas de ressources critiques : si un serveur tombe en panne, tout l'atelier n'est pas bloqué
- Forte disponibilité des ressources

INCONVÉNIENTS

- Architecture complexe à mettre en œuvre
- Architecture onéreuse

- Forte importance du superviseur
- Sauvegardes des données complexe

3 Architecture répartie

L'architecture répartie consiste à répartir les prises de décisions et gestion d'informations dans plusieurs zones distinctes. Chaque zone est indépendante et prend les décisions qui lui sont relatives. Les différentes zones dialoguent entre elles pour s'échanger des données.

Cette architecture est une solution hybride entre une architecture centralisée et une architecture répartie. On retrouve donc des avantages et inconvénients des deux précédentes solutions.

AVANTAGES

- Pas de ressources critiques : si un serveur vient à tomber en panne, l'atelier n'est pas bloqué, cependant l'ensemble d'une zone est touchée.
- Disponibilité des ressources.
- Architecture évolutive grâce à l'ajout de zones.

INCONVÉNIENTS

- Mise en œuvre un peu complexe.
- Maintenance un peu complexe.

b Définitions des critères de comparaisons

1 Choix des critères de comparaison

Nous avons identifié quelques critères qui nous paraissent être importants. Ils sont triés par catégorie. L'accent du projet a visiblement été mis sur la qualité de la réalisation et non sur les coûts ou les délais.

ORGANISATION

- **La flexibilité** (poids 5) : Le but du projet est d'obtenir un atelier flexible. Les solutions doivent apporter cette flexibilité.
- **La disponibilité** (poids 4) : Un atelier flexible mais inopérant n'a aucune utilité. Il doit être disponible 6/7 jours 24/24h.
- **La simplicité** (poids 3) : Un système trop complexe est généralement difficile à entretenir, à faire évoluer. Les formations ne doivent pas être trop longues.

RISQUES

- **La sûreté** (poids 4) : La gestion des risques est un exercice lourd et à l'issue incertaine. Nous préférons les solutions les plus sûres. Un accident matériel ou humain coûte cher.

- **Le temps de remise en fonctionnement** (poids 2) : La prévention des incidents peut réduire le risque mais pas les empêcher indéfiniment. Il est intéressant de pouvoir revenir à un mode fonctionnement normal le plus vite possible.

BUDGET

- **Le coût de la maintenance** (poids 1) : Un argument économique évident, mais de second plan.
- **Le coût de l'installation** (poids 1) : Un argument économique évident, mais de second plan.

2 Résumé des critères

Critères	Poids
Flexibilité	5
Disponibilité	4
Simplicité	3
Sûreté	4
Temps de remise en fonctionnement	2
Coût de la maintenance	1
Coût de l'installation	1

c Comparaison des architectures

Critères (poids)	Centrale	Distribué	Répartie
Flexibilité (5)	2	5	4
Disponibilité (4)	3	4	4
Simplicité (3)	5	1	4
Sûreté (4)	2	4	4
Temps de remise en fonctionnement (2)	3	3	3
Coût de la maintenance (1)	4	1	3
Coût de l'installation (1)	4	2	2
TOTAL	59	69	76

d Choix de l'architecture

On constate que l'architecture la plus appropriée à l'atelier flexible est une architecture répartie. Cette architecture est une architecture intermédiaire entre les deux autres architectures, elle garde une grande partie de la simplicité de la solution centralisée qui permet une installation et une maintenance relativement aisée, mais elle garde une partie de la sécurité mais surtout de la flexibilité fournie par la solution distribuée.