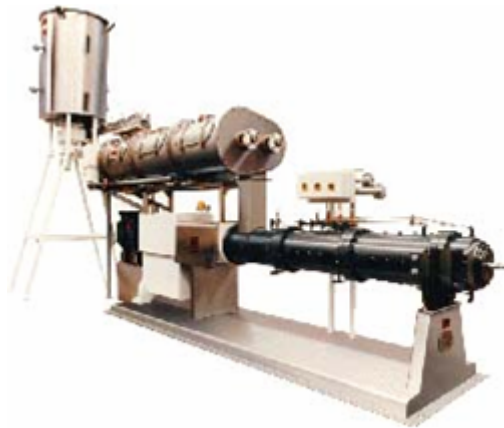


Développement d'une interface informatique - ergonomique de contrôle de commande



Etudiants: Shitao Xing
Nicolas Leuliet

Encadré par: Aziz Nakrachi
Dominique Bounie

Département: IMA 5 - FSA
2013 / 2014

Société: SETREM
Arnaud Delique

Sommaire

Objectifs	2
Contraintes	2
Architecture matérielle	3
Machine de cuisson-extrusion	4
Schéma d'une machine de cuisson-extrusion	5
Fonctionnement des capteurs possibles	5
Choix des capteurs	6
Entrées/Sorties	13
Correction du tableau de choix des capteurs	14
Choix de l'API/Ordinateur	14
Partie réseau de terrain	16
Communication entre les capteurs et l'automate (exemple pour protocole Profibus)	17
Communication entre ordinateur principal et système déporté	17
Supervision	17
Mise en place du dispositif	19
Besoin en personnel	20
Exemple de régulation possible (au choix de SETREM)	20
Différentes gammes de produit (point de vue SETREM)	20
Scénarios possibles (point de vue client)	24
Conclusion	25

Développement d'une interface informatique - ergonomique de contrôle de commande

Objectifs

Le principal objectif de ce projet est de proposer des solutions pour la réalisation d'un système de supervision d'une machine de cuisson-extrusion (machine servant à fabriquer des produits alimentaires de types snacks apéritif, céréales expansées de petit déjeuner ou spaghetti). Nous proposerons des logiciels robustes pour la supervision et nous donnerons quelques idées de régulations possibles.

Contraintes

Pour les solutions à proposer, les contraintes seront de rassembler toutes les données nécessaires demandées par l'industriel à savoir: débit de matière, température, contrôle de la vitesse des moteurs, contrôle de l'énergie fournie pour le système mais aussi essayer de connaître le pourcentage de vapeur et d'eau contenu dans le produit afin de connaître le taux d'humidité présente dans la machine. Ces données devront pouvoir être accessibles via une interface graphique ergonomique (tableaux de bord avec historiques) mais aussi permettre l'archivage numérique de ces données pour restitution ultérieure (reproduction des conditions de réglage optimales, aide au diagnostic, traçabilité).

Ensuite, nous devons choisir le matériel nécessaire à savoir: chercher du matériel robuste car l'environnement est très chaud et humide.

Enfin, le choix de l'ordinateur et de l'automate: il devra être robuste également. Comme solution, nous pensons mettre un ordinateur dans la salle de la machine (il faudra alors installer une cabine ou un système déporté). L'objectif sera de pouvoir contrôler et commander le système autrement qu'en appuyant sur des boutons et pouvoir contrôler le système et envoyer des ordres de n'importe quel endroit.

Dans tous les cas, le système mis en place devra se superposer au système de pilotage manuel actuellement installé et permettre à tout moment un basculement vers celui-ci. Il devra également respecter les protocoles de mise en sécurité de la machine lors des fonctionnements critiques.

Architecture matérielle

Pour résumer notre projet, nous avons créé une architecture matérielle pour l'automatisation de ce type de machine. Nous expliquerons ensuite point par point dans notre rapport les différentes parties de cette architecture (en partant du bas) ainsi que les choix que nous avons fait.

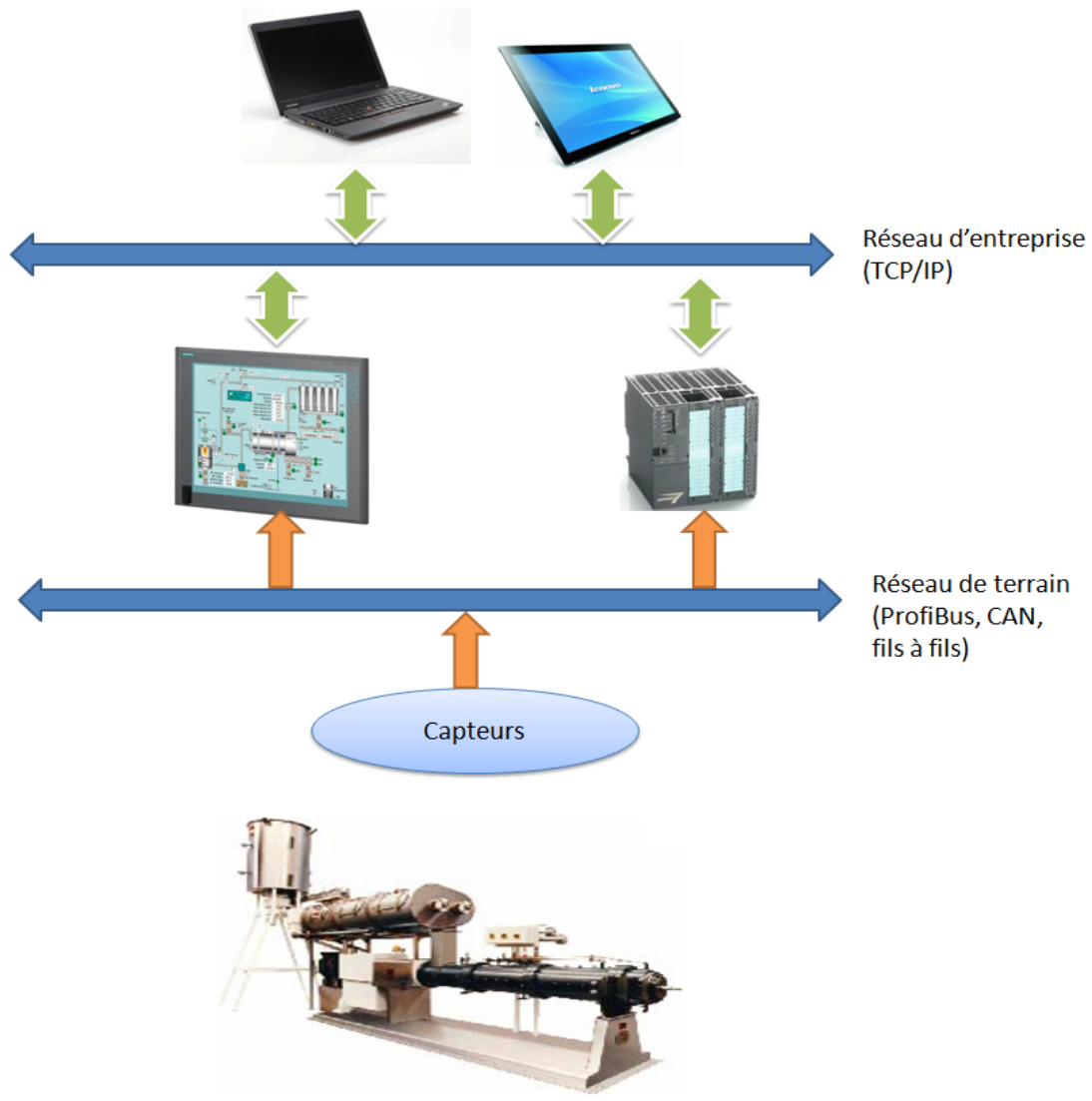


Figure 1: Architecture matérielle

Machine de cuisson-extrusion

L'extrusion est une opération unitaire qui consiste à forcer un produit à travers un orifice de petite dimension, appelé filière. La pression mise en œuvre lors de cette opération est générée par une vis ou par deux vis dans le cas de l'extrudeur baxis. Cette transformation, jointe à l'éventuel travail de la matière en amont de la filière (hydratation et/ou précuisson dans le préconditionneur, cisaillement et mélange dans l'extrudeur), permet d'élaborer des produits ayant des structures physiques, des compositions et des propriétés fonctionnelles différentes. Dans le domaine de l'extrusion, et selon les étapes en amont ou en aval de l'opération, plusieurs techniques peuvent être utilisées, à savoir l'extrusion simple – éventuellement avec un post-traitement de formage (injection, soufflage, ..), l'extrusion-réaction, la cuisson-extrusion et la cuisson-extrusion-expansion. Dans l'industrie agroalimentaire, la cuisson-extrusion est la technique la plus utilisée. En effet, elle donne lieu à une multitude d'applications dans des domaines très variés.

Ce procédé est un procédé continu.

Exemples d'applications agroalimentaires:

Secteur agroalimentaire	produit
Alimentation animale	Aliments pour animaux, en général de type granulé... Aliment poisson, crevette...
Boulangerie-biscuiterie	Pain plat, Biscuit coextrudé...
Confiserie	Chocolat, Réglisse, Bonbon mou, Chewing-gum...
Préparations de pâte	Quenelle, Pâte à choux...
Produits à base de protéines	Protéine végétale texturée, Viande restructurée...
Produits laitiers	Caséinates, Fromage fondu...
Amidon modifié	Amidon fluidifié, Amidon réticulé...

Figure 2: Exemples applications agroalimentaires

Schéma d'une machine de cuisson-extrusion

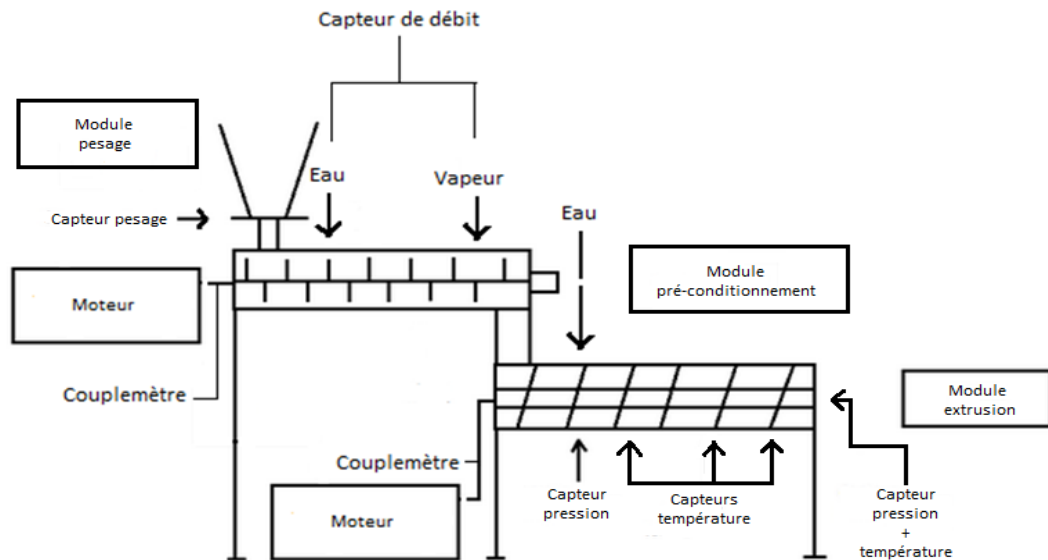


Figure 3: Schéma de principe d'une machine de cuisson-extrusion

Fonctionnement des capteurs possibles

Tableau des variables à mesurer pour le contrôle

Modules de fonctionnement	Paramètres à relever	Moyens de mesure
Réglage de la température	Température	capteur de température
Débit de produit	Perte de poids sur trémie d'alimentation	capteur de pesage
Réglage de l'humidité	Débit d'eau et de vapeur	capteur de débit
Réglage de la pré-cuisson	Débit de vapeur	à estimer
Réglage de l'énergie	Couple Vitesse angulaire	capteur de couple capteur de vitesse
Détection de présence de produit	Pression	capteur de pression
État du produit avant passage dans filière	Pression et température du "fondu"	Capteur combiné pression température

Figure 4: Tableau des variables à mesurer

Capteur de température: permet de boucler le système de chauffage et d'assurer un bon fonctionnement de processus

Capteur de pression: permet de savoir, à l'endroit où se trouve le capteur, s'il y a une présence de produit, qui sert au démarrage et/ou à l'arrêt. Plusieurs capteurs de pression seront implantés sur la partie "module extrusion"

Capteur de pesage: permet d'assurer la continuité de la production et quantifier la production (débit matière première)

Capteur de débit: va permettre d'obtenir les informations nécessaires afin de connaître le taux d'humidité dans le système

Capteur de couple (couplemètre) couplé à un capteur de vitesse angulaire: permet de connaître la vitesse du moteur mais aussi le couple, ce qui permettra de connaître la puissance délivré par chaque moteur et donc d'en déduire l'énergie.

Choix des capteurs

Capteur Température

Les transducteurs les plus utilisés pour mesurer la température sont les thermocouples, les thermistances et les capteurs Pt 100 (RTD).

Capteur Temp.	Conditionnement de signaux requis	Précision	Sensibilité	Comparaison
Thermocouple	<ul style="list-style-type: none"> • Amplification • Filtrage • Compensation de soudure froide 	Bonne	Bonne	<ul style="list-style-type: none"> • Auto-alimenté • Bon marché • Durci • Vaste gamme de températures
RTD/Pt 100	<ul style="list-style-type: none"> • Amplification • Filtrage • Excitation en courant 	Excellente	Meilleure	<ul style="list-style-type: none"> • Très précis • Très stable
Thermistance	<ul style="list-style-type: none"> • Amplification • Filtrage • Excitation en tension 	Meilleure	Excellente	<ul style="list-style-type: none"> • Haute résistance • Masse thermique faible
Fibre optique	<ul style="list-style-type: none"> • Peu ou pas d'amplification • Filtrage 	Excellente	Excellente	<ul style="list-style-type: none"> • Bonne pour les environnements dangereux • Bonne sur de longues distances • Insensible à toute interférence électromagnétique • Compacte, légère

Figure 5: Comparaison capteurs de température

- Thermocouples

Les thermocouples, les capteurs de température les plus courants, sont efficaces dans les applications qui nécessitent une gamme étendue de températures. Ils sont bon marché (entre 1 et 50 euros) et offrent un temps de réponse de quelques fractions de seconde seulement. À cause de propriétés matérielles et d'autres facteurs, une précision de température inférieure à 1°C peut se révéler difficile à atteindre.

- RTD

Les sondes RTD, aussi appelées Pt 100 ou 1000, sont presque aussi populaires que les thermocouples et peuvent garantir un relevé de température stable pendant des années. Contrairement aux thermocouples, les RTD présentent une gamme de températures assez petite (de -200 à 500 °C), nécessitent une excitation de courant et offrent un temps de réponse assez lent (2,5 à 10 s). Les RTD sont essentiellement utilisés pour des mesures de températures précises ($\pm 1,9\%$) dans des applications pour lesquelles le temps n'est pas critique. Les RTD peuvent coûter entre 25 et 1000 euros.

- Thermistances

Les thermistances présentent une gamme de températures plus petite (de -90 à 130 °C) que les capteurs préalablement mentionnés. Ils offrent la meilleure précision ($\pm 0,05\text{ °C}$) mais ils sont plus fragiles que les thermocouples ou les RTD. Les thermistances impliquent une excitation comme les RTD ; toutefois, elles nécessitent une excitation en tension plutôt qu'une excitation en courant. Le prix d'une thermistance se situe habituellement entre 2 et 10 euros.

- Fibre optique

Une autre alternative est d'utiliser la fibre optique pour mesurer la température. Les capteurs de température à fibre optique sont efficaces dans les environnements qui sont risqués ou dans lesquels des interférences électromagnétiques régulières peuvent avoir lieu. Ils sont non conducteurs, électriquement passifs, insensibles à toute interférence électromagnétique, et permettent de transmettre des données sur de longues distances avec peu ou pas de perte d'intégrité des signaux.

Choix

Nous pensons que les RTD sont les plus judicieux pour cette application, ils sont en effet précis et robuste. Cependant, le temps de réponse étant élevé, on peut se demander s'ils sont vraiment adaptés pour ce type d'application. Cela peut poser des problèmes de régulation. Dans un objectif de contrôle-commande de ce système, il peut donc s'avérer ne pas être très intéressant d'utiliser ces capteurs. Cependant, pour calculer la température directe du produit, ce sont les plus utilisés dans ce domaine, c'est pourquoi nous les utiliseront uniquement pour la température du produit.

Ce qui nous intéresse ici est de connaître la présence ou non de produit dans la filière. Nous proposons donc d'insérer plusieurs de ces capteurs le long de la vis, de préférence des capteurs de type TOR (interrupteur par exemple).

Aussi, il sera intéressant de connaître la pression en sortie de filière qui nous permettra de réguler le processus. Par exemple, s'il y a trop de pression dans le fourreau, le produit ne donnera pas la forme voulue. On proposera donc de diminuer la vitesse de rotation du moteur afin de faire diminuer cette pression. Pour cela, des capteurs à membrane seront utilisés.

Capteur de pesage

Il existe différents types de capteur pour le pesage, cependant les trois types pouvant nous intéresser sont:

- Modules de pesage: ils offrent des solutions intéressantes pour le pesage et la mesure de niveau dans des applications de procédés industriels et de dosage dans l'industrie chimique, pharmaceutique, alimentaire et matériaux de construction.
- Capteurs à point d'appui central: Les capteurs à point d'appui central ont été conçus avec des propriétés mécaniques et de mesure excellentes pour être employés dans de très nombreuses applications de pesage. Ces capteurs à point d'appui central sont simples et apportent rapidité et sûreté.
- Capteurs de pesage numériques: Les capteurs de pesage numériques, construits sur la base de la technologie des jauges de contrainte, fournissent une nouvelle impulsion dans les secteurs du pesage dynamique, du calibrage, du remplissage et du dosage. Le capteur numérique FIT: Fiabilité, Durabilité, Haute Précision.

Choix:

Notre choix se porterait sur les "modules de pesage", utilisés pour le dosage dans l'industrie et notamment dans l'industrie agro-alimentaire. Ceux-ci sont fiables, robustes et destinés à être utilisés dans ce type de conditions.

Exemple: - Z6/AM de 50 kg à 500 kg
 - MultiMount SWB505 de 5Kg à 4.4 t

Capteur de débit (volumique)

Débitmètre mécanique à hélice (ou turbine)

Un dispositif à ailettes ou hélicoïdal est placé dans l'axe de la conduite d'écoulement, ce qui entraîne une rotation du rotor avec une vitesse liée à la vitesse du fluide. Il suffit alors de compter le nombre de tours/mn pour avoir la vitesse et par la suite le débit du fluide par exemple avec des dispositifs magnétiques qui détectent le passage de la pale de l'hélice.

Pour mesurer la vitesse d'un liquide on choisira plutôt une turbine. Ce système ne fonctionne bien qu'avec des fluides propres et peu visqueux. La précision peut être de l'ordre de 0.2%, en général le comptage limite l'utilisation de ce type de dispositif en raison de sa durée, le dispositif ne peut pas être utilisé de manière fiable pour des variations importantes de la vitesse du fluide.

Débitmètre électromagnétique

Pour un fluide s'écoulant dans une canalisation aux parois amagnétiques, 2 bobines sont placées de part et d'autre de la conduite, on place aussi deux électrodes de prise de signal dans une direction perpendiculaire au champ magnétique. La f.e.m recueillie entre les deux électrodes est directement proportionnelle à la vitesse.

L'avantage de cette méthode est que le capteur ne perturbe pas l'écoulement ce qui revient à dire que la viscosité du fluide n'intervient absolument pas dans le résultat, de même que la densité du fluide qui n'intervient pas non plus, il en va aussi de même pour la température qui peut être relativement élevée (quelques centaines de °C). Cette méthode possède aussi un faible écart de linéarité.

L'inconvénient de cette méthode est qu'elle ne fonctionne que pour des fluides conducteurs.

Débitmètre à effet Doppler

On utilise des impulsions ultrasonores de fréquence F , qui, diffusées par des particules entraînées par un fluide de vitesse subissent une variation de fréquence proportionnelle à la vitesse des particules et donc du fluide. La mesure de cette fréquence permet de connaître la vitesse d'écoulement et donc le débit.

L'effet Doppler exige des fluides chargés en particules. L'étendue de mesure est comprise entre 0 et 15 m/s, avec une précision de l'ordre de 2%.

Les avantages sont principalement qu'il n'y a pas de perte de charge, et que la méthode est insensible à la nature chimique du fluide.

L'inconvénient est que la mesure dépend de la température.

Choix

Ici, le capteur de débit nous permettra de connaître le débit volumique (volume de vapeur + volume de l'eau). Si nous avons le volume d'eau, nous pouvons ainsi calculer la quantité qui est présente dans le produit. Cette valeur nous permettra de réguler le système. En effet, nous ne pouvons pas dépasser une certaine quantité d'eau dans le produit afin d'éviter qu'il devienne liquide.

Un débitmètre électromagnétique nous permet d'avoir une bonne précision et une grande tolérance par rapport à la température.

Exemple:

- ADMAG AXF chez Yokogawa (débit d'eau)
- DO61W chez Deltatop (débit de vapeur)

Couplemètre

Le couplemètre va nous permettre d'obtenir des informations quant à l'énergie fournie par le système. En effet, il suffira de faire un essai à vide puis un autre en charge afin de connaître l'énergie et la puissance à fournir pour faire marcher le système. Cette variable étant demandée par SETREM qui voulait recevoir des informations sur cette grandeur.

- Couplemètres à contact

Ces capteurs possèdent un système de transmission par contact électrique (balais) limitant leur vitesse de rotation maximale à 2 000 tr/mn. Ils délivrent un signal bas niveau (mV).

- Couplemètres sans contact

Les couplemètres sans contact peuvent mesurer des vitesses de 30 000 tr/mn et réduisent la maintenance (absence de balais).

Ils délivrent un signal de ± 10 V.

Choix: Notre choix se porterait sur des couplemètres sans contact, qui sont beaucoup plus fiable et précis. Ces couplemètres peuvent mesurer des vitesses élevées, ce qui sera le cas dans notre système.

- Exemple:
- DR2315 chez Scaime
remarque: axe claveté diamètre 19 mm
couple nominal: 100Nm
vitesse de rotation <8000 tr/min
 - T22 chez HBM
remarque: axe claveté diamètre 19 mm
couple nominal: jusqu'à 1kNm
vitesse de rotation de 9000 tr/min à 16 000tr/mi

- Capteur de vitesse angulaire

Tachymètre industriel: on connaîtra la vitesse en tr/min, il suffira de multiplier par $2\pi/60$ pour connaître la vitesse angulaire en rad/s.

Exemple: - Tachymètre type FUA9192

Énergie électrique moteurs

Ainsi, en connaissant le couple, nous serons capable de connaître la puissance fournie pour les moteurs pour faire tourner les modules (un essai à vide puis en charge):

$$P=C \times \Omega$$

(Ω étant la vitesse de rotation angulaire).

Il suffira ensuite d'intégrer cette puissance dans le temps pour avoir une valeur de l'énergie en fonction du temps.

Énergie au niveau de la chaudière

Le tableau ce dessous nous permet de calculer l'énergie produite par le chauffage dans les modules "pré-conditionnement" et "extrusion". Cette énergie correspond à l'énergie dissipée pour les changements d'état de l'eau (gazeux à liquide) et les variations de température. La somme de ces deux valeurs nous permet de connaître l'énergie totale.

Pression de vapeur (kg/cm ²)	Température (°C)	Energie dissipée lors du changement d'état de l'eau (K Cal/kg)	Energie dissipée par le changement de température (K Cal/kg)	Total énergie dissipée (K Cal/kg)
0.5	112	112	531	643
1	120	120	526	646
2	134	134	517	651
4	151	152	504	656
6	164	166	494	660
8	175	177	485	662

Figure 6: Calcul de l'énergie totale dissipée par la chaudière

Calcul du taux d'humidité

Le taux d'humidité est une valeur difficile à obtenir. Si on connaît le volume de vapeur injecté ainsi que la température de l'eau, on est capable de calculer cette quantité de vapeur apportée ($M = \rho * V$, ρ étant la masse volumique de la vapeur, une constante), la quantité d'eau et d'énergie sous forme de chaleur ($M_{\text{eau}} = M * K$, K est le pourcentage d'eau dans la vapeur, et $E = M_{\text{eau}} * K_{\text{cal/kg}}$). On a vu que la vapeur a aussi une influence sur le pourcentage d'eau dans le produit final. La régulation de la pré-cuisson, la régulation de l'humidité et celle de l'énergie sont couplées. Un régulateur complexe sera mis en place.

Entrées/Sorties

Plusieurs capteurs servant à mesurer une même valeur seront implanter du fait que nous avons besoin de contrôler la grandeur voulue à plusieurs endroits (redondance capteur).

Remarque: On propose d'injecter la vapeur à plusieurs endroits pour assurer une bonne précuisson.

Réf capteur	Fonctionnement	Fabricant	Quantité	Signal	Précision	Intervalle de mesure
Z6/AM	Module de pesage	HBM	1	0 / 5V	0.05%	50 - 500Kg
T22	Couplemètre	HBM	2	0V - 5V/10V	0.5%	0 - 1kNm
FUA9192	Capteur de vitesse	Ahlborn	2	--	0.02%	8 - 30000 tr/min
PT46X4	Capteur de pression	Dynisco	1	4 - 20mA		0 - 206Mpa
MRT460	Capteur de présence	Dynisco	4	3.33 mV/V	0.05%	0 - 20Mpa
ADMAGAXF	Débitmètre d'eau	Yokogawa	2	4 - 20mA	0.5%	0 - 0.7m ³ /h
DO61W	Débitmètre de vapeur	Deltatop	4	4 - 20mA	2%	2 - 50k M ³ /h
PT100	Capteur de température	Dynisco	4	3 mV/V	--	-65°C - 250°C
Thermo	Capteur de température infrarouge	Micro-Epsilon	1	4 - 20 mA	1%	-50 - 975°C

Figure 7: Premier tableau des capteurs

Au total, on a 21 paramètres à retenir, on suppose que toutes les valeurs sont prises en compte par l'API. On a donc 21 entrées analogiques.

Correction du tableau de capteur

Après avoir pris en compte les prix des différents capteurs, nous avons modifié le tableau précédent, certains capteurs étaient en effet beaucoup trop coûteux par rapport aux autres. Nous avons également décidé de ne mettre que 2 débitmètre de vapeur, 4 étant trop par rapport à l'installation que nous avons. Ainsi, nous obtenons le tableau de capteurs suivant:

Réf capteur	Fonctionnement	Fabricant	Quantité	Signal	Précision	Intervalle de mesure
Cellule de pesage	Module de pesage	Sivanus	1	0-5V	0,02%	0,1 - 10 t
Couplemètre	Couplemètre	Jinuo	2	4 - 20 mA	0,50%	0 - 750N*M
SC12-20K	Capteur de vitesse	Yinuo	2	D	--	0 - 15k t/m
PT124G-214	Capteur de pression	ZHYQ	1	4 - 20 mA	0,50%	0 - 150Mpa
PT124B-210	Capteur de présence	ZHYQ	4	4 - 20 mA	0,50%	0 - 3000bar
Débitmètre	Débitmètre d'eau	Senlod	2	4 - 20 mA	1FS	0,3 - 6 m3/h
Débitmètre	Débitmètre de vapeur	Senlod	2	4 - 20 mA	1FS	2,2 - 38m3/h
PT100	Capteur de température	Dynisco	4	3 mV / V	1%	-65°C - 250°C
Thermocouple	Capteur de température infrarouge	Hongtai Alloy electric	1			

Figure 8: Tableau des capteurs corrigés

Nous avons donc au final 19 entrées analogiques.

Choix de l'API/Ordinateur

Afin de pouvoir contrôler le système et recevoir les informations, il nous faut chercher des appareils robustes pouvant tenir compte des contraintes de notre système.

L'API (et des modules implantés type boîte d'acquisition) se chargera de traiter les informations issues des capteurs et l'ordinateur se chargera de recevoir ces informations.

Pour cela, il nous faut savoir combien d'entrées/sorties nous avons besoin. Aussi, chaque automate est compatible avec un certain langage de programmation (Grafcet, Ladder par exemple).

En terme de sécurité alimentaire, la traçabilité est un élément important chez les fabricants. On doit choisir un dispositif qui contient une mémoire suffisamment grande pour stocker non seulement les données acquises dans le processus mais aussi les configurations du système. Ces configurations nous permettent de contrôler et d'optimiser le processus, surtout au démarrage et à l'arrêt.

Outil	Avantages	Inconvénients	Coût
API	performance fiabilité modularité peu de mise à jour facilité de programmation mémoire	Pas de visualisation directe local complexité du réseau	++
PC Rack	connectivités performance fiabilité modularité	Nécessité d'un module E/S mise à jour	+++

Figure 9: Comparaison API / PC Rack

API

Utile pour le contrôle à distance

L'API est largement utilisé dans l'industrie, grâce à sa fiabilité et ses performances. Avec l'évolution de la technologie, l'API est équipé de modules de communication. Pour superviser l'installation, l'API va transférer les données via le réseau local (ex: Ethernet). Dans une autre salle, on pourra utiliser un PC industriel avec des logiciels professionnels. Un autre avantage est que l'on peut exploiter les informations de manière hiérarchique.

Exemple: M3 XD26 S 24VDC (Crouzet) pour le "bas de gamme". Nous avons également l'intention de proposer une solution "haut de gamme", dans laquelle il sera intéressant d'y insérer un API haute performance. Pour cela, nous pensons à la gamme 300S de VIPA, connu pour être l'une des plus fiable du marché et très modulable, ce qui sera intéressant vis à vis des demandes du client.

Pc rack

Il nous permet de travailler en local. Il est mieux adapté à l'environnement industriel.

Exemple: Rack PC SIMATIC IPC547E

Choix final: Tout dépend de l'utilisation, si nous sommes dans un petit atelier avec un processus relativement simple, on va choisir un PC rack qui nous permet de gagner de l'espace et d'avoir une visualisation local.

Si on a un système hiérarchisé (3 niveaux différents par exemple, c'est à dire un API central qui contrôle ses modules type boîtier d'E/S ou carte d'acquisition), on va choisir un API. Cette méthode nous permet de réaliser un processus complexe et à distance.

SETREM ayant pour objectif de contrôler l'installation à distance, nous pensons nous orienter vers un API dans lequel nous lui ajouterons plusieurs modules afin de faciliter l'utilisation du système.

Partie réseau de terrain

Selon la gammes voulue, on proposera 3 types de bus: le fils à fils pour le bas de gamme (ou gamme économique) et ProfiBus (développé par Siemens) ou CAN pour le haut de gamme:

Exemple hardware du protocole ProfiBus:

Liaisons	Topologie		Mode		Distance	
	Point à point	Multipoint	Différentiel	Unipolaire	< 100 m	> 1000 m
RS-232	x			x	x	
RS-422	X (1)	X (2)	x			x
RS-485		x	x			x

Figure 10: Différentes liaisons physique protocole ProfiBus

Le Protocol Profibus (Process Field Bus) est le nom d'un bus de terrain inventé par Siemens et devenu peu à peu une norme de communication dans le monde de l'industrie et notamment pour les applications inter-automates et de supervision. Il d'avère donc très utile pour notre solution et à aussi la particularité de "regrouper" les fils en bus, ce qui permet un gain d'espace et sera surement apprécié par le client. Notre choix se portera sur la liaison RS-485, cette solution nous permet d'avoir des liaisons sur une grande distance et d'être en environnement bruité (donc un environnement industriel).

La technologie CAN (Controller Area Network) est un bus système série, souvent utilisé dans des industries comme l'automobile, l'aéronautique ou encore les réseaux téléphoniques. Il a été créé dans un premier temps pour faire circuler les informations dans des objets en mouvement mais surtout pour remplacer le grand nombre de fils par des bus. Comme pour ProfiBus, ceci sera intéressant. Aussi, c'est un système connu pour la réduction de la consommation dans le système, ma possibilité de faire de la détection de panne etc.

Selon les gammes que le client voudra, nous proposerons donc différentes solutions capables de s'adapter au besoin du client.

Communication entre les capteurs et l'automate (exemple pour protocole ProfiBus)

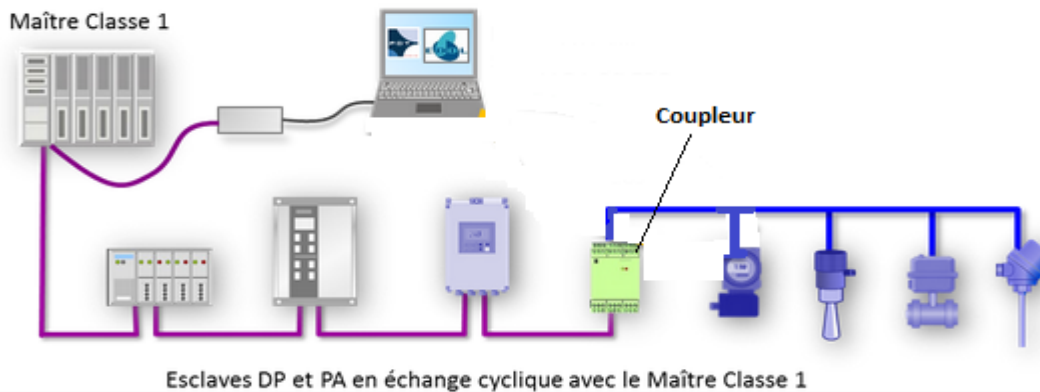


Figure 11: Schéma communication capteurs / automate

Les données capteurs passent d'abord par un coupleur qui va permettre de regrouper tous les fils en un seul bus. Ce bus sera ensuite connecté aux modules que nous souhaiterons (comme une carte d'acquisition ou encore un convertisseur), eux mêmes raccordés à l'automate principal (Maître classe 1 sur la photo). Les données seront ensuite transmises à l'ordinateur principal qui se chargera de superviser le système.

Communication entre ordinateur principal et système déporté

Afin de pouvoir communiquer entre l'ordinateur de supervision et le système déporté (tablette tactile par exemple), nous devons chercher un moyen sécurisé de faire circuler les informations au sein de l'entreprise. Pour cela, nous proposons le protocole de communication ModBus qui utilise le principe client/serveur et qui est très utilisé pour les réseaux d'automates programmables. Ce protocole fonctionne avec Ethernet (ModBus over TCP/IP), c'est donc une solution fiable et peu coûteuse, facile à mettre en place. Il suffira de créer un réseau local et de s'y connecter afin de récupérer les informations.

Supervision

Afin de faciliter l'utilisation, nous proposons des solutions de supervisions. Dépendant du besoin du client, on a un large choix technique. Il y a des solutions fiables utilisées par l'industrie comme le système Simatic proposé par Siemens.

Le but est de réaliser une interface amical, une surveillance fiable et un système exploitable.

1ère solution

Système SCADA (supervisory control and data acquisition) WinCC de Siemens: solution de visualisation innovante avec de nombreuses fonctions haute performance pour le suivi des processus automatisés. Que ce soit dans un système mono-utilisateur ou un système multi-utilisateur, le système offre une fonctionnalité complète.

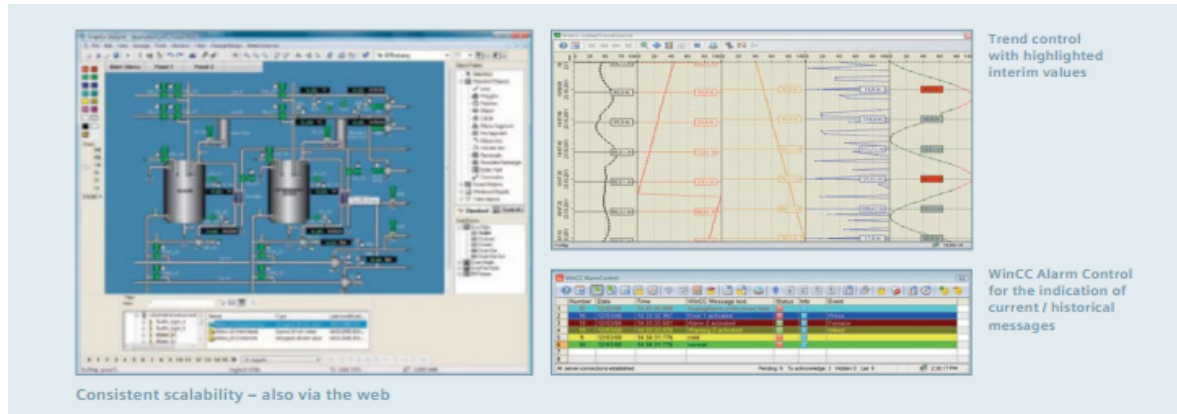


Figure 12: Logiciel WinCC de Siemens

2ème solution

Advantech WebAccess: logiciel IHM / SCADA (supervisory control and data acquisition) basé sur le Web, qui permet aux utilisateurs de contrôler à distance et de configurer des systèmes comme le Cloud SCADA et IdO SCADA. Advantech WebAccess est un logiciel basé sur un navigateur pour IHM et l'automatisation des systèmes SCADA, qui prend en charge les affichages graphiques animés et de contrôle des données en temps réel.



Figure 13: Logiciel WebAccess d'Advantech

3ème solution

Extrusion

Avantages: Solution directement adaptée à l'extrusion, c'est à dire : limite les pertes de matière première pendant les démarrages de production, sécurise la production par un meilleur contrôle et une meilleure maîtrise des paramètres de fabrication.

Quelques chiffres : Productivité améliorée de 5 à 15 %
Temps opérateur diminué de 15 à 30 %

Adapté au mono vis (peut aussi marcher avec bi-vis etc)

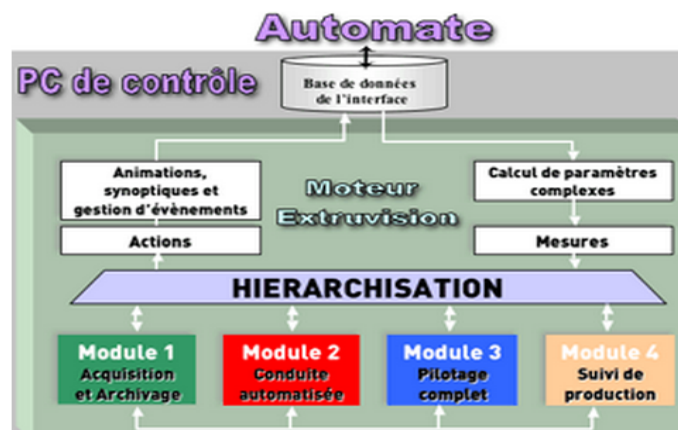


Figure 14: Logiciel Extrusion d'O2Game

Tous ces logiciels nous permettent d'avoir un historique (sous forme de graphique par exemple) des données que l'on aura recueillies. Ainsi, nous pourrions enregistrer les caractéristiques du système aux phases de démarrage et d'arrêt et donc d'étudier des stratégies permettant de reproduire ces phases et donc d'optimiser le système.

Mise en place du dispositif

Dans un premier temps, il faudra installer l'ordinateur principal dans la salle machine, derrière une cabine isolante de préférence (en raison des contraintes de température et de pression présente dans la salle). Ainsi, en se connectant sur le même réseau, les ordinateurs (ou tablette) présents dans les salles de contrôle ou même dans les bureaux pourront avoir accès à distance au système en cours.

Si nous nous trouvons dans un espace plutôt grand (grand entrepôt avec plusieurs machines), nous proposons de mettre les ordinateurs dans une salle de contrôle, non loin des machines, permettant de contrôler les différentes machines.

Besoin en personnel

Concernant l'installation et la maintenance de la partie hardware, SETREM possède déjà des techniciens/ingénieurs capables de prendre en main l'installation du matériel ainsi que sa maintenance. Cependant, concernant la partie software, la société aura sans doute besoin d'un spécialiste informatique afin de régler les problèmes de mise à jour des systèmes, la programmation de la régulation ainsi que la création d'une interface graphique. Les API que nous proposons seront programmables en GRAFCET, il faudra donc payer un spécialiste de ce langage pour chaque régulation voulue. Nous aurons également besoin d'un spécialiste réseau afin de gérer les protocoles TCP/IP et ProfiBus.

Exemple de régulation possible (au choix de SETREM)

Afin d'optimiser le système et pour des raisons d'économie d'énergie, le système pourra par exemple réguler la vitesse des moteurs en fonction des produits voulues et de la puissance nécessaire à la fabrication. Ainsi, il faudra installer des actionneurs au niveau des moteurs qui réguleront la vitesse, ceci en programmant une boucle de régulation.

On peut aussi imaginer des programmes de régulation simple, comme par exemple un programme permettant d'allumer une LED (vert/rouge) lorsque le poids des ingrédients a été atteint (au choix). De même pour la présence de produit ou non dans la vis à l'arrêt du système.

Au démarrage, nous proposons également de réguler la température avant que les ingrédients soient entrés dans la machine, de sorte à optimiser la cuisson et être sûr du résultat du produit final.

Différentes gammes de produit (point de vue SETREM)

Nous avons choisi de proposer plusieurs gammes de produit pour SETREM, de sorte à «résumer» les possibilités de produit que pourra offrir la société à ses clients. Ainsi, trois gammes seront proposées, comme suit.

Gamme économique

Objectif: une supervision sur tout le processus de production, facile à utiliser, simple et fiable.

Produit	Fonctionnement	Prix en €	Quantité
Cellule de pesage	Module de pesage	30	1
Couplemètre	Couplemètre	500	2
SC12-20K	Capteur de vitesse	7	2
PT124G-214	Capteur de pression	150	1
PT124B-210	Capteur de présence	60	4
Débitmètre	Débitmètre d'eau	80	2
Débitmètre	Débitmètre de vapeur	80	2
PT100	Capteur de température	4	4
Thermocouple	Capteur de température infrarouge	40	1
M3 XD26 S 24VDC	API	289,92	1
Coûts d'achat		2099,92	
TVA+frais+livraison		1045,9792	
Coût total		3145,8992	

Figure 15: Coûts gamme économique

Maintenance : Peu

Liaisons : Fils à fils

Supervision : Pas de visualisation directe (possibilité de développer une interface sur tablette)

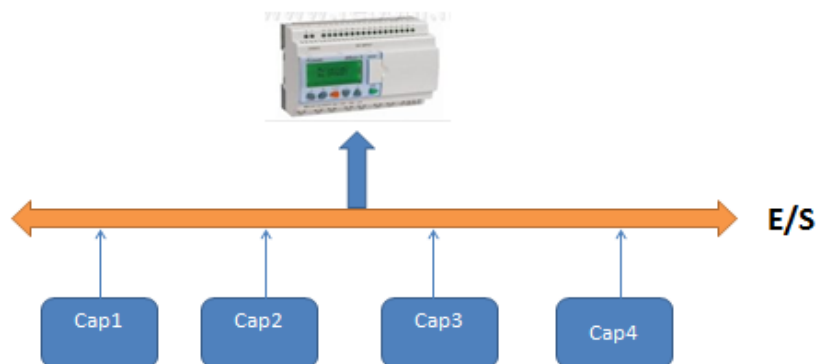


Figure 16: Architecture gamme économique

Gamme dite « locale »

Objectif: Supervision sur tout le processus de production, facile à utiliser, simple et très fiable, nécessitant plus de maintenance, une interface visuelle locale, forte extensibilité, processus complexe.

Produit	Fonctionnement	Prix en €	Quantité
Cellule de pesage	Module de pesage	30	1
Couplemètre	Couplemètre	500	2
SC12-20K	Capteur de vitesse	7	2
PT124G-214	Capteur de pression	150	1
PT124B-210	Capteur de présence	60	4
Débitmètre	Débitmètre d'eau	80	2
Débitmètre	Débitmètre de vapeur	80	2
PT100	Capteur de température	4	4
Thermocouple	Capteur de température infrarouge	40	1
SIMATIC IPC 547D	PC Rack	1500	1
Coûts d'achat		3310	
TVA+frais+livraison		1360,6	
Coût total		4670,6	

Figure 17: Coûts gamme "locale"

Maintenance : Mises à jour nécessaires

Liaisons : Fils à Fils / ProfiBus

Supervision : WINCC pour une visualisation locale

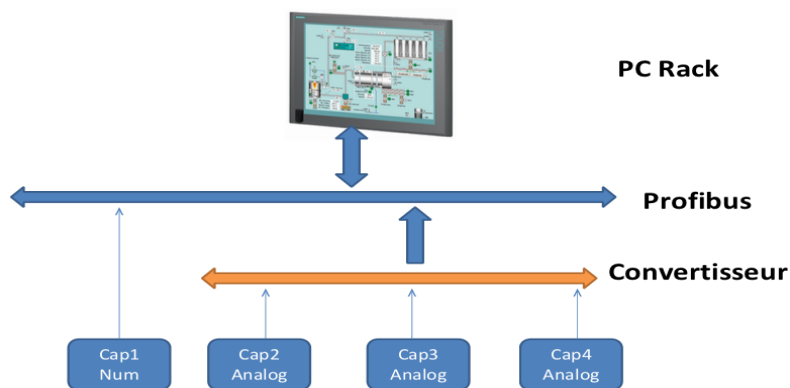


Figure 18: Architecture gamme locale

Haut de gamme

Produit	Fonctionnement	Prix en €	Quantité
Cellule de pesage	Module de pesage	30	1
Couplemètre	Couplemètre	500	2
SC12-20K	Capteur de vitesse	7	2
PT124G-214	Capteur de pression	150	1
PT124B-210	Capteur de présence	60	4
Débitmètre	Débitmètre d'eau	80	2
Débitmètre	Débitmètre de vapeur	80	2
PT100	Capteur de température	4	4
Thermocouple	Capteur de température infrarouge	40	1
Gamme 300S VIPA	API haute performance	1400	1
Coûts d'achat		3210	
TVA+frais+livraison		1334,6	
Coût total		4544,6	

Figure 19: Coûts haut de gamme

Maintenance : Mises à jour nécessaires

Liaisons : ProfiBus ou CAN pour les liaisons capteurs, ModBus pour le contrôle à distance

Supervision : Advantech pour une visualisation à distance (ou Touch Panel fourni avec l'API)

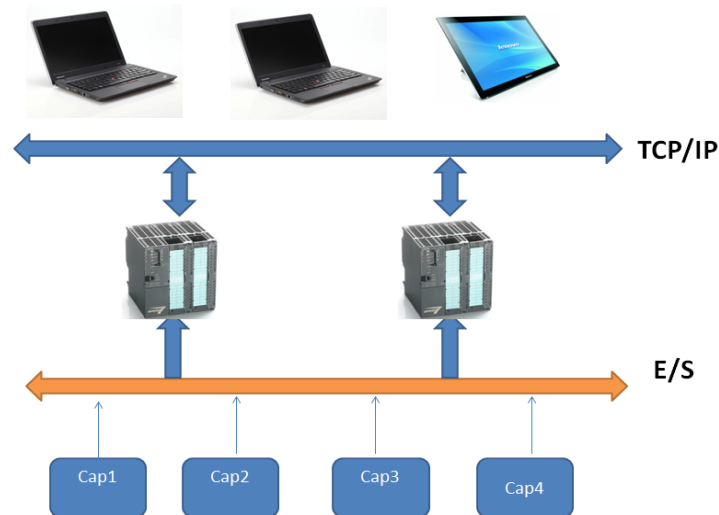


Figure 20: Architecture haut de gamme

Gamme	Maintenance	Prix	Fiabilité	Compétence demandée	Extensibilité
Economique	+++	+++	++	++	-
Locale	+	+	++	+	+++
Haut de gamme	+++	+	+++	++	++

Figure 21: Comparaison performances différentes gammes

Scénarios possibles (point de vue client)

Grand entrepôt, contrôle dans salle de contrôle + suivi sur tablette

Nous pouvons imaginer un client voulant acheter une machine de cussion-extrusion automatisée afin de fabriquer de l'alimentation pour animaux. Cette machine se trouvera dans un grand entrepôt au côté d'autres machines, la supervision du système se faisant donc dans une salle de contrôle. Aussi, le client aimerait pouvoir contrôler le système à partir d'une tablette tactile.

Dans un premier temps, il faudra installer l'ensemble des capteurs que nous proposons, ceux ci étant les mêmes pour n'importe quelle gamme que nous proposons.

Concernant l'API que nous allons utiliser, il sera préférable d'utiliser celui de la "basse" gamme, la société n'utilisant qu'une seule machine il ne sera pas nécessaire d'installer quelques chose de très onéreux. La société voulant aussi un service déporté, nous ne pouvons pas proposer un Pc Rack par exemple, plutôt utilisé pour du contrôle en local.

Afin d'envoyer les données jusque l'API, plusieurs solutions seront possibles: le CAN ou ProfiBus. Ces deux techniques nous permettent d'obtenir un résultat fiable. Cependant, CAN est le plus souvent utilisé dans l'automobile ou l'aeronautique etc (des systèmes plus complexes), il sera donc plus judicieux d'utiliser ProfiBus qui permet d'avoir une grande longueur de fil (donc bien adapté à un grand entrepôt) et fonctionne également sous forme de bus qui permettra donc de ne pas avoir une trentaine de fils se baladant dans tout l'entrepôt.

Concernant le choix du logiciel de supervision, nous devons nous demander le quel sera le plus adapté pour le contrôle à distance. Pour cela, le logiciel proposé par Advantech répond le mieux au besoin du client. Ainsi, l'utilisateur pourra (par Modbus TCP/IP par exemple) se connecter au réseau local sur lequel seront hébergés les informations capteurs. Il y aura donc une nécessité de créer un réseau local également.

Petit atelier, contrôle local du système

Cette fois ci, nous nous trouvons avec un client voulant acheter une machine et un système pour contrôler celle ci mais de manière locale, le contrôle à distance ne l'intéressant pas. Etant dans une salle relativement petite, il aimerait tout de même pouvoir dans le futur installer plusieurs machines (une au départ puis plusieurs si le système fonctionne bien).

Nous proposons alors (toujours avec le même matériel du point de vue capteur) d'installer un PC Rack, fiable et puissant mais surtout modulable (possibilité de rajouter des modules pour la mémoire ou encore plusieurs cartes d'entrées/sorties si plusieurs machines venaient à être intégrées). Nous aurions pu proposer un API puissant (telle que la gamme 300S de VIPA) mais ceux ci sont beaucoup plus orientés contrôle à distance.

Le protocole ProfiBus pour le transfert des données sera parfait pour ce type d'application, en effet le Pc Rack proposé est de la marque Siemens et ProfiBus est un protocole créé par Siemens. Nous aurons donc une solution robuste par le même fabricant, ceci dans le but de minimiser les problèmes de compatibilité dans le futur (problèmes de mise à jour par exemple).

Enfin, toujours dans un soucis de logique et de compatibilité, nous proposons le logiciel WinCC de Siemens pour la supervision du système.

Cette solution aura donc la particularité d'être puissance, fiable et robuste, mais permettra également de limiter les problèmes de suivi du système (si problème il y a) en ayant uniquement un fabricant mis en jeu.

Conclusion

Ce projet nous a permis de découvrir les contraintes de l'entreprise d'un point de vue décisionnel. En effet, notre projet a été basé sur la recherche de solutions fiables et robustes pour une solution de surveillance d'une machine de cuisson-extrusion.

Le projet a été mené à bien malgré quelques difficultés notamment dans le fait que nous ne pouvons pas tester directement nos solutions, ce qui nous aurait sans doute permis de corriger quelques erreurs, s'il y en a.

Enfin, ce projet nous sera bénéfique pour le futur. En effet, la recherche et la proposition de solution étant en lien direct avec le travail d'un ingénieur, nous avons pu en apprendre plus dans ce domaine et mettre en avant les compétences acquises au cours de nos années à Polytech'Lille.