



LES AUTOMATISMES

DIALOGUE HOMME / MACHINE HMI



Lycée L.RASCOL 10, Rue de la République
BP 218. 81012 ALBI CEDEX

SOMMAIRE

GENERALITES

ORGANES DE DIALOGUE

NIVEAUX DE DIALOGUE

LE PUPITRE A BOUTONS

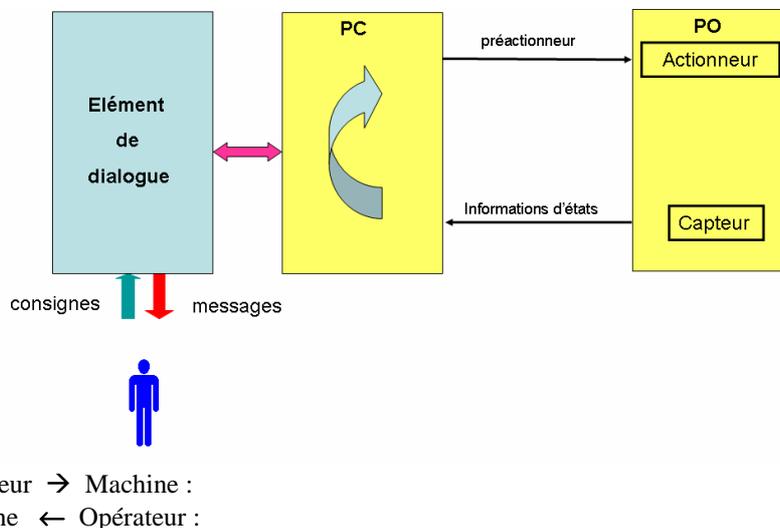
TERMINAUX DE DIALOGUE INDUSTRIELS

LE SCHEMA DE NAVIGATION D'INTERFACE

GENERALITES

L'automatisation des moyens de production s'amplifie actuellement grâce aux techniques numériques, l'augmentation de la puissance de traitement des automates permet la hiérarchisation des fonctions dans un système de commande des machines de production. Cette technique facilite la coordination pour optimiser les processus de production. Dans cette optique les éléments de conduite assurent un rôle important en situation de production. Malgré leurs possibilités, les API pèchent par un manque de réactivité qui rend indispensable la présence de l'homme dans le cas de situations imprévues. Les tâches de surveillance, de diagnostic, de maintenance, ainsi que la reprise après défaillance sont assignées à l'opérateur par l'automaticien pour augmenter la fiabilité et la disponibilité des processus.

Cette fonction de conduite et de surveillance nécessite un échange d'information entre l'homme et la machine. Ce dialogue Homme /Machine (HMI) est assuré par une interface spécialisée permettant la communication dans les deux sens.



ORGANES DE DIALOGUE

L'interface de communication entre l'homme et la machine peut prendre des formes très variées suivant :

- La complexité des tâches décisionnelles propre à l'opérateur, souvent liées à la complexité du système à piloter.
- Le degré d'intégration de l'opérateur dans la conduite du procédé
- Le niveau de dialogue
- Le type d'information
-

Dans la pratique, suivant le degré de complexité du dialogue, on trouve trois techniques dans la conception de l'organe de dialogue

- le pupitre simple à boutons et voyants
- le pupitre avec terminal de dialogue
- le superviseur

NIVEAU DE DIALOGUE

Le dialogue homme/machine de production concerne essentiellement deux niveau dans l'architecture (sur les cinq) défini par le CIM ou la MES. Pour la maintenance, l'utilisation de réseau de niveau supérieur (Ethernet et/ou Internet) peut être utilisé (télé maintenance, ...), il en est de même pour la gestion de production.

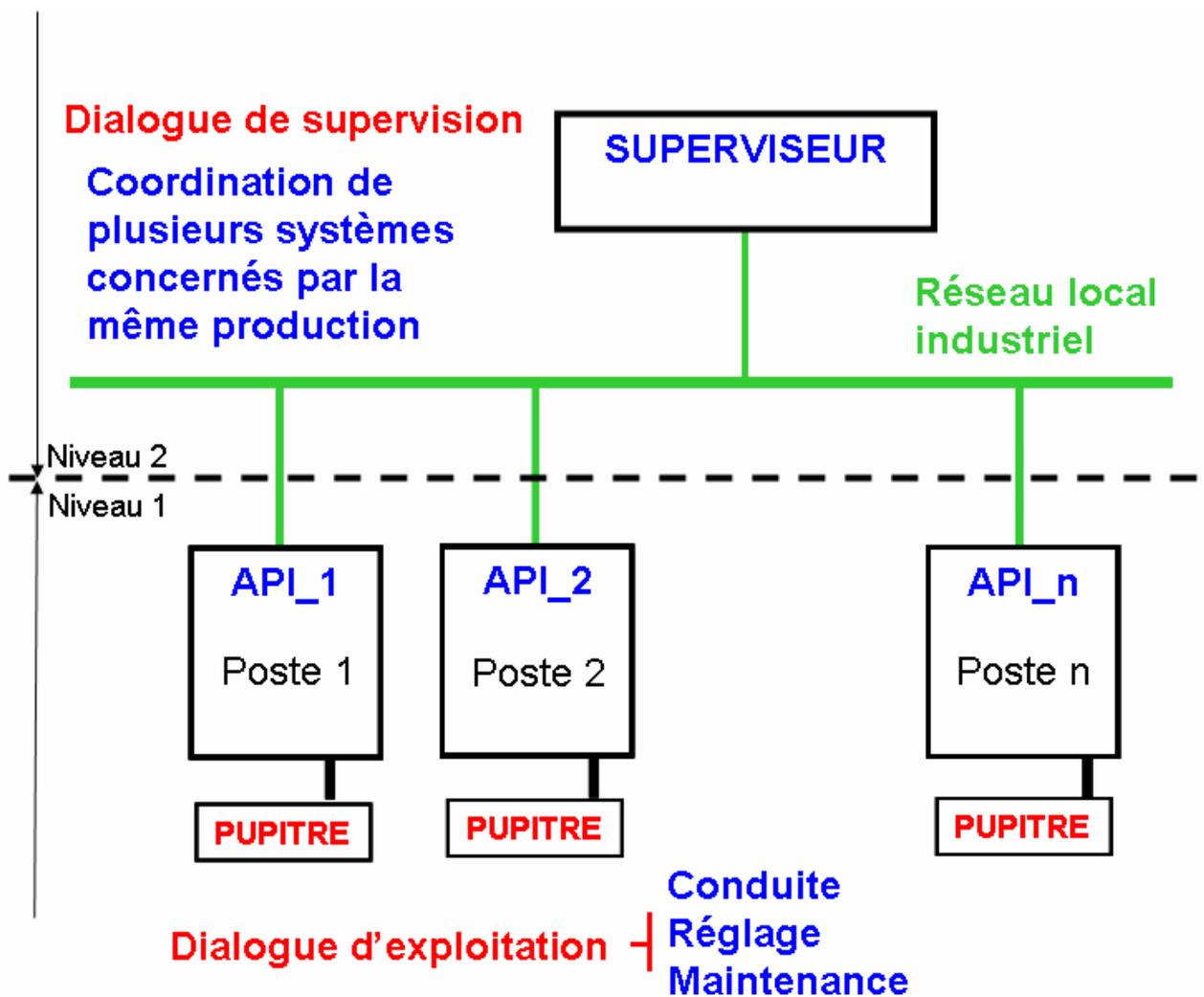
Niveau 1

Dialogue local, sur le poste de travail assuré par un pupitre avec ou sans terminal en fonction du type et de la quantité d'informations.

Niveau 2

Dialogue utilisé au niveau d'une ligne ou d'un îlot de production. Concerne surtout les informations de production (paramétrages, configurations, changement de production, ...). Ce type de dialogue est souvent attribué à un superviseur.

Schéma :



LE PUPITRE A BOUTONS

Il est la première technique de dialogue homme / machine, utilisée dans les cas de dialogue simple. Composé essentiellement d'éléments TOR type boutons poussoirs et voyants lumineux.

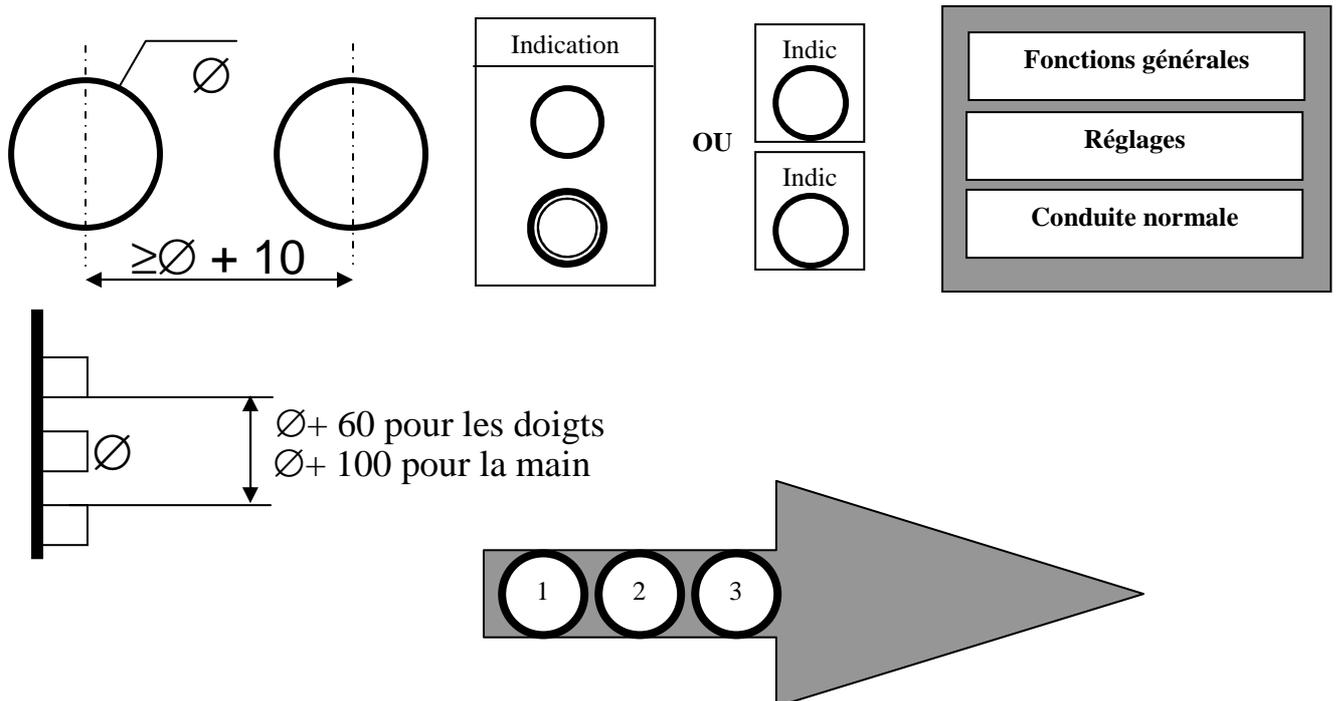
L'utilisation de roues codeuses et d'afficheurs 7 segments permet d'une part, l'entrée de valeurs de consignes numériques et d'autre part, la visualisation de données chiffrées. Quelques spécialistes, comme en régulation, utilisaient des indicateurs de tableaux analogiques pour visualiser des données. Dans certaines production, le besoin d'une vue globale du système amena la mise en oeuvre de pupitre plus évolués : le synoptique.

COULEUR	FONCTION	UTILISATION	SIGNIFICATION
 ROUGE	Arrêt Arrêt d'urgence	Arrêt immédiat, Arrêt différé, Arrêt général, Arrêt d'urgence	Alarme, signalisation de défauts ou conditions anormales nécessitant une intervention de l'opérateur
 JAUNE	Marche d'intervention	Commande de fonctions destinées à supprimer des conditions anormales	Conditions anormales Marches manuelles Marches de réglage
 VERT	Marche, action sûre	mise sous tension des circuits de commande « API », démarrage de fonctions auxiliaires.	Conditions normales Mode automatique
 BLEU	Action obligatoire	Réarmement	Toutes significations ne correspondant à aucune couleur précédente
 BLANC	Mise sous tension		Conditions permanentes de fonctionnement normal, circuit sous tension,
 NOIR	Arrêt Mise hors tension	Arrêt des fonctions principales	

Agencements de commandes simples pour la mise en oeuvre d'un pupitre

- Rechercher un agencement des commandes et des moyens de signalisation permettant à l'opérateur sans long apprentissage de prendre les informations et d'intervenir de façon rapide précise et sûre.
- Placer de préférence les commandes et les instruments de contrôle correspondants le plus près possible les uns des autres en respectant simultanément les exigences de vision et d'atteinte manuelle.
- Placer le bouton coup de poing "d'arrêt d'urgence" de manière à le rendre très accessible, en règle générale dans la partie inférieure du pupitre;
- Regrouper les commandes et les moyens de signalisation en sous-ensembles
- Disposer les commandes et les signaux relatifs à une succession d'opérations dans l'ordre.
- Assurer la correspondance entre l'action sur les commandes et le déplacement des organes commandés.
- Fournir à chaque opérateur toutes les informations et seulement les informations qui lui sont nécessaires
- Fixer les moments où l'information sera présentée, son contenu et sa forme
- Faciliter la perception des signaux visuels destinés à déclencher une intervention importante ou urgente.
- Limiter la densité d'apparition des signaux afin de faciliter le traitement des informations.

Dispositions classiques : (annexe G)

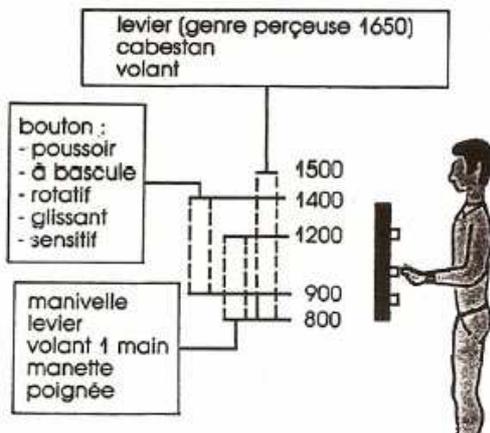


Emplacement des pupitres

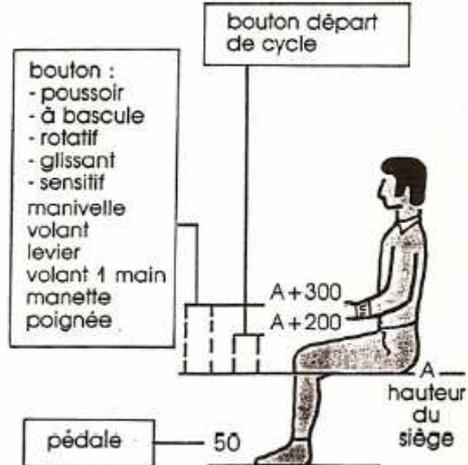
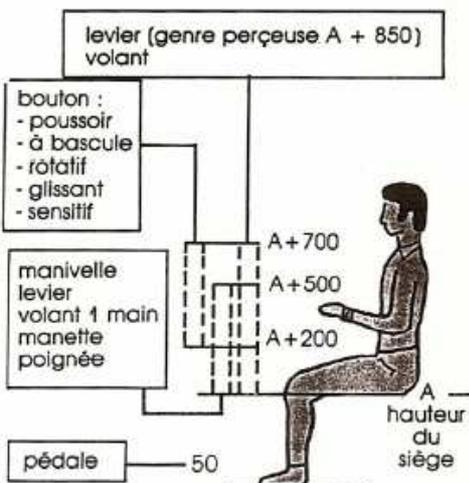
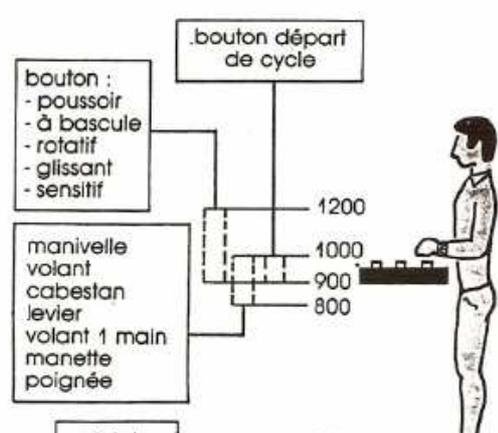
- Implanter les pupitres et les tableaux de commande de manière que l'opérateur ait une vision optimale des mouvements commandés et des effets attendus.
- Situer les pupitres et tableaux de commande de manière à limiter les distances à parcourir en tenant compte en particulier pour des installations de taille importante de la fréquence et des emplacements des interventions.
- Prendre les mesures nécessaires pour que les conditions d'environnement physique, notamment aux postes nécessitant le traitement fréquent d'informations complexes, ne gênent pas l'exécution de la tâche.
- Assurer, dans le cas où plusieurs pupitres et tableaux de commande sont regroupés, la correspondance entre l'implantation de ceux-ci et celle des machines et installations commandées.

Hauteur limite pour les points de prise pendant l'action sur les commandes sur un pupitre

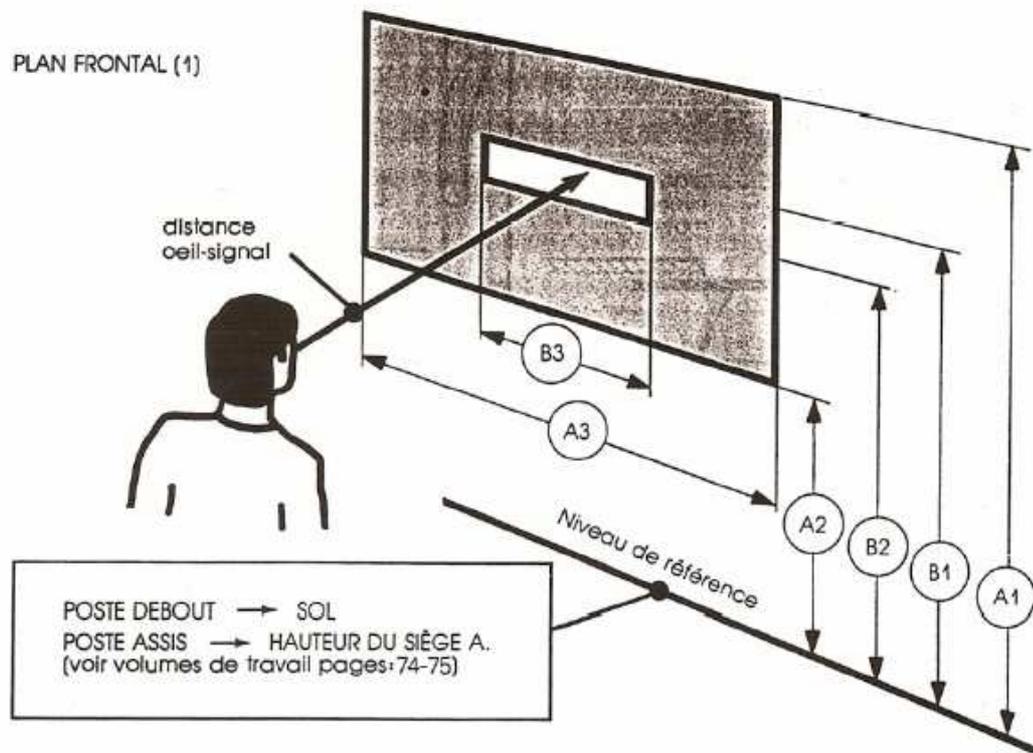
Support vertical



Support horizontal



Disposition d'un terminal



(1) La détermination des zones bonne et acceptable tient compte de la dispersion des hauteurs des yeux, des angles de vision bons ou acceptables dans les plans sagittal ou horizontal et de la distance oeil-signal (voir tableau ci-dessous).

TABLEAU DE DÉTERMINATION DES ZONES DE SIGNALISATION (FAVORABLES) DANS LE PLAN FRONTAL

DISTANCE OÛL-SIGNAL	POSTE DEBOUT - Homme* Niveau de référence = sol						POSTE ASSIS - Homme et femme Niveau de référence = Hauteur du siège A					
	ZONE BONNE			ZONE ACCEPTABLE			ZONE BONNE			ZONE ACCEPTABLE		
	B1	B2	B3	A1	A2	A3	B1	B2	B3	A1	A2	A3
500	1520	1420	460	1750	1000	1200	740	640	460	970	220	1200
750	1520	1270	700	1850	650	1780	740	490	700	1070	-130	1780
1000	1520	1120	940	2000	300	2380	740	340	940	1220	-A(sol)	2380
1500	1520	820	1400	2200	Sol	3580	740	40	1400	1420	-A(sol)	3580
2000	1520	520	1860	2450	Sol	4760	740	-260	1860	1670	-A(sol)	4760

* Pour un poste debout exclusivement tenu par des femmes, diminuer toutes les cotes verticales de 100 mm.

TERMINAUX DE DIALOGUE INDUSTRIELS

La complexité des échanges, l'utilisation d'un langage évolué (graphique ou littéral) ont amené les constructeurs à étudier et réaliser des organes de dialogues plus performants et acceptant le langage naturel. Ces terminaux de dialogues TDI sont de deux architectures, fonction de leur capacité à gérer le dialogue. Cette fonction demande une certaine intelligence qui sera localisée soit:

- Au niveau de l'API
- Au niveau du terminal

Niveau API

Les API possèdent des instructions de communication (Annexe) qui leur permettent un échange de données entre eux mais aussi vers des périphériques type imprimante ou afficheur. Dans ce cas, c'est l'API qui gère toute la communication et les échanges de messages. Les messages sont stockés dans la mémoire API, le terminal n'ayant qu'un rôle d'afficheur.



Dans ce type de dialogue les échanges se font en code ASCII (code binaire 7 bits de tous les caractères alphanumériques). Le format (16 bits) de la mémoire de donnée permet le stockage de deux caractères par mot:

	Octet PF	Octet Pf
Mot de l'API	1 ^{er} caractère	2 ^{em} caractère

Règle de calcul de la valeur mot :

$$\text{Valeur du mot} = (\text{code ASCII } 1^{\circ}\text{c}) \times 256 + \text{code ASCII } 2^{\circ}\text{c}$$

FONCTION COMMUNICATION sur Automate type OMRON

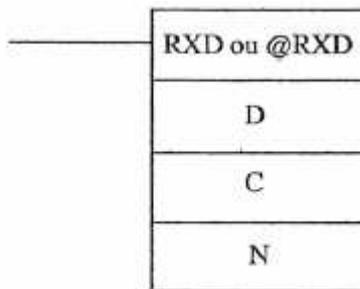
Les automates de la gamme OMRON possèdent:

- un port périphérique
- un port de communication type série RS-232C

Ils permettent des échanges avec des périphériques en mode ASCII, mais aussi en mode réseau (protocole SYSMAC-W AY) ou une liaison point à point inter automate.

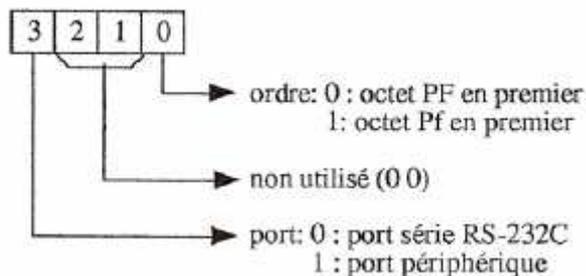
L'automate possède des instructions de réception et d'émission de données permettant le traitement d'une table de 256 caractères (octets) maximum.

RECEPTION DE DONNEES RXD (-)



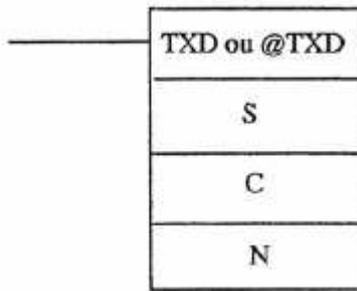
D : adresse de 1^{er} mot de la table de réception
 C : canal de contrôle (#)
 N : nombre d'octets (caractères) à recevoir

Le canal de contrôle détermine le port de communication et l'ordre d'écriture des données mémorisées.



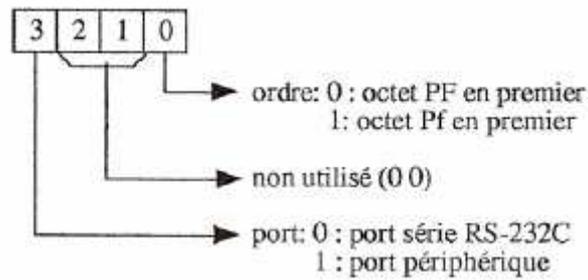
	Digit 0 =0		Digit 0 =1	
	MSB	LSB	MSB	LSB
D	1	2	2	1
D + 1	3	4	4	3
D + 2	5	6	6	5
D + 3	7	8	8	7
--				

TRANSMISSION DE DONNEES TXD (-)



S : adresse du 1^{er} mot de la table source d'émission
 C : canal de contrôle (#)
 N: nombre d'octets (caractères) à émettre

Le canal de contrôle détermine le port de communication et l'ordre d'écriture des données mémorisées.

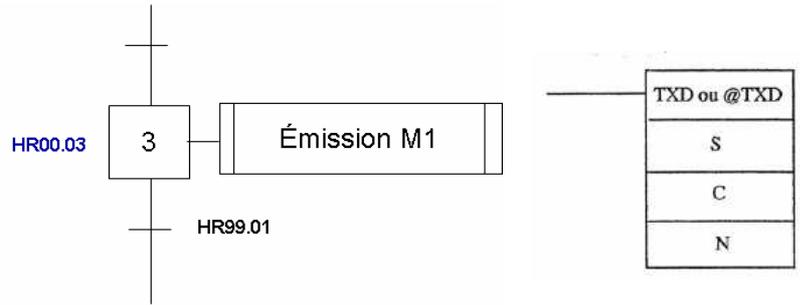
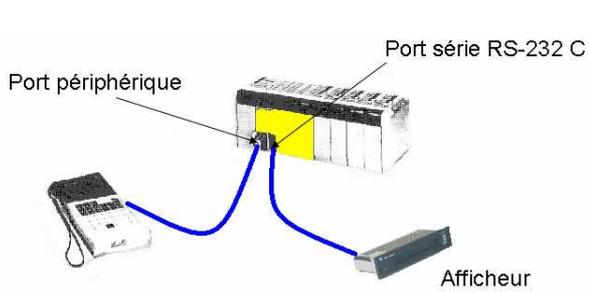


	Digit 0 = 0		Digit 0 = 1	
	MSB	LSB	MSB	LSB
S	1	2	2	1
S + 1	3	4	4	3
S + 2	5	6	6	5
S + 3	7	8	8	7
--				

Bits systèmes associés au deux instructions de communication

- AR 0804 : bit d'erreur sur le port RS 232
- AR 0805 : autorisation de transmission sur la port RS 232
- AR 0806 : bit de fin de réception sur le port RS 232
- AR 0812 : bit d'erreur sur le port périphérique
- AR 0813 : autorisation de transmission sur le port périphérique

Exemple : message **TS^MAI**

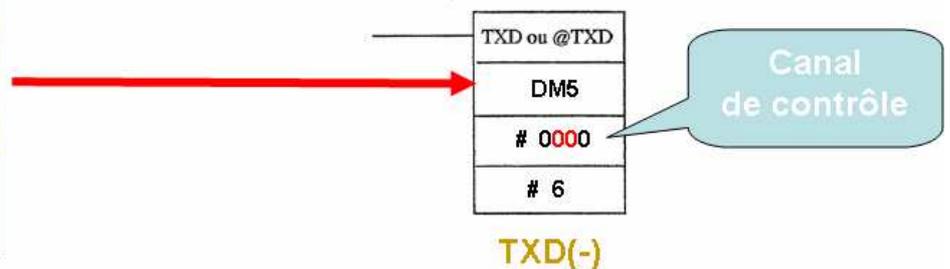


T	S	Caractère ASCII
SP	M	
A	I	
84	83	Code (décimal)
32	77	
65	73	
21587		Valeur des mots
8269		
16713		

- DM0
- DM1
- DM2
- DM3
- DM4
- DM5
- DM6
- DM7
- DM8
- DM9
- DM10

21587
8269
16713

Bloc fonctionnel transmission de données



0000

Transmission du poids Fort en premier

Niveau terminal

Dans ce cas de dialogue, la gestion des messages est dévolue au terminal. Celui-ci possède sa propre mémoire de stockage des messages, enregistrés sous des numéros "adresses", et qu'il affiche à la demande.

La liaison ente le terminal es l'API peut être de deux types:

- Unique et indépendante entre l'API et le TDI

- Au



Liaison point à point

travers d'un réseau local ou Ethernet ou Internet.



Liaison par réseau



Principe d'échanges

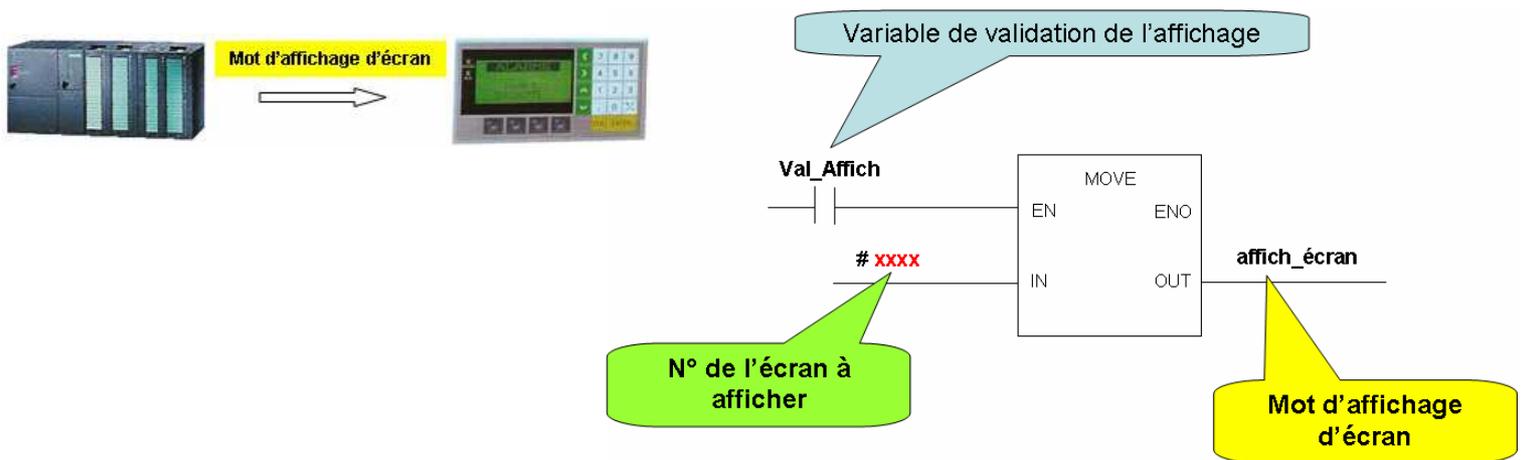
Les échanges entre l'API et le TDI se font à partir de tables de mots définies par configuration. Cette configuration du terminal consiste à lui indiquer les adresses des mots avec lesquels il va communiquer dans l'API. Une fois la configuration faite, les échanges sont transparents pour l'utilisateur. En général la configuration se résume à :

- Mot d'affichage d'écran : **affich_écran** : mot d'état où l'on écrira le numéro de l'écran que l'on veut voir afficher sur le terminal.
- Mot état d'affichage écran : **écran_en_cours** : mot d'état, contient le numéro de l'écran en cours d'affichage sur le terminal.
- Mot état touches de fonction : **état_touch** : mot, accessible en bit, qui sera positionné en fonction de la touche de fonction activée.

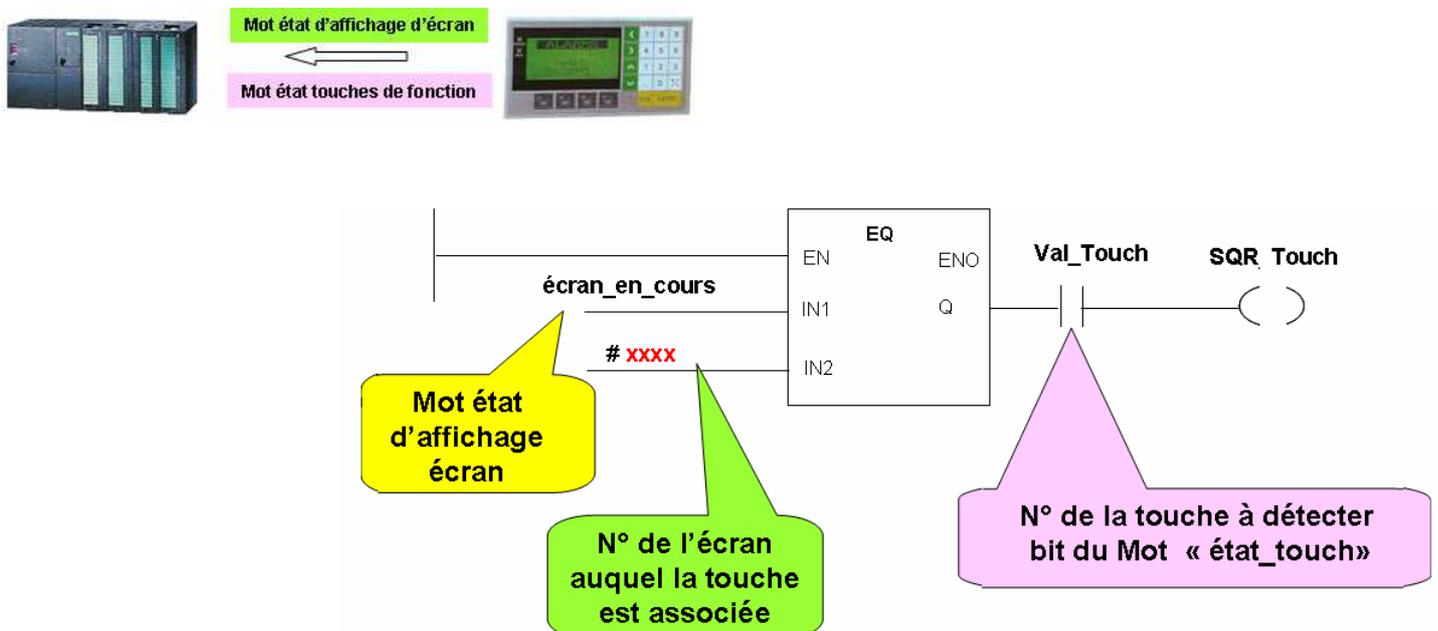
Dans le cadre d'utilisation d'écrans graphiques tactiles, chaque élément graphique est associé à un bit ou un mot au moment de sa création par la déclaration de ses « propriétés ».

Actuellement, tous les terminaux industriels sont programmables à partir de logiciels spécialisés qui dans certains cas s'intègrent dans l'atelier logiciel de programmation du constructeur d'API permettant le développement de projet complet d'automatisation. Après avoir défini tous les écrans du dialogue, sa mise en œuvre nécessite l'utilisation de deux types de fonctions :

- *Une fonction d'affichage écran* qui permet à l'API de faire afficher sur le terminal un écran quelconque.



- *Une fonction de dialogue* qui permet à l'API de détecter des actions de l'opérateur sur les touches de fonction.

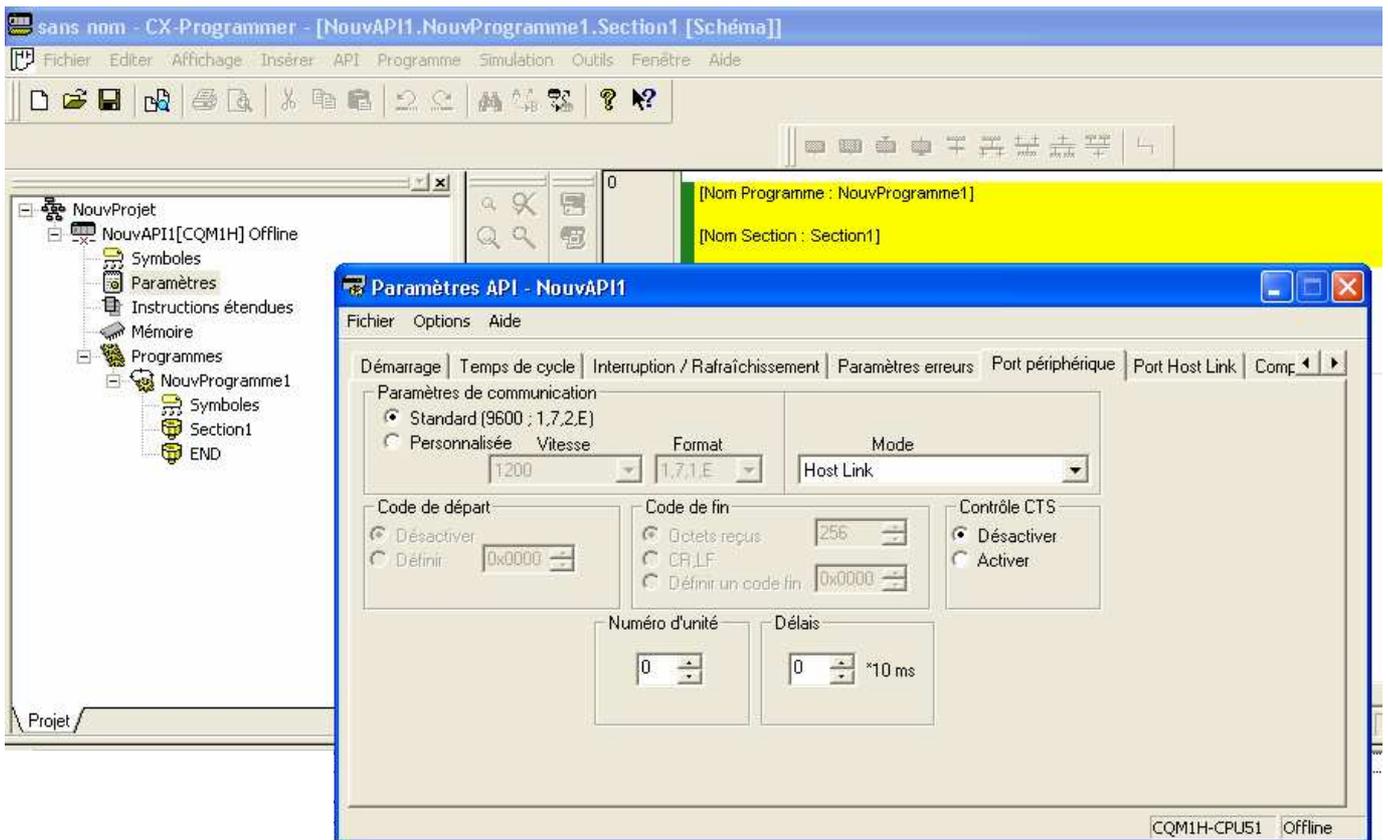


Exemples de communication entre API et HMI

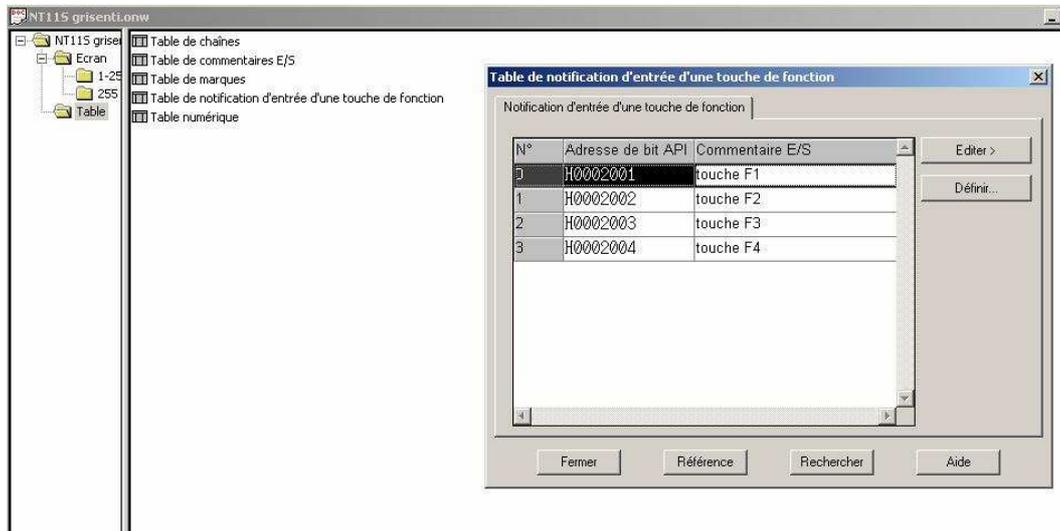
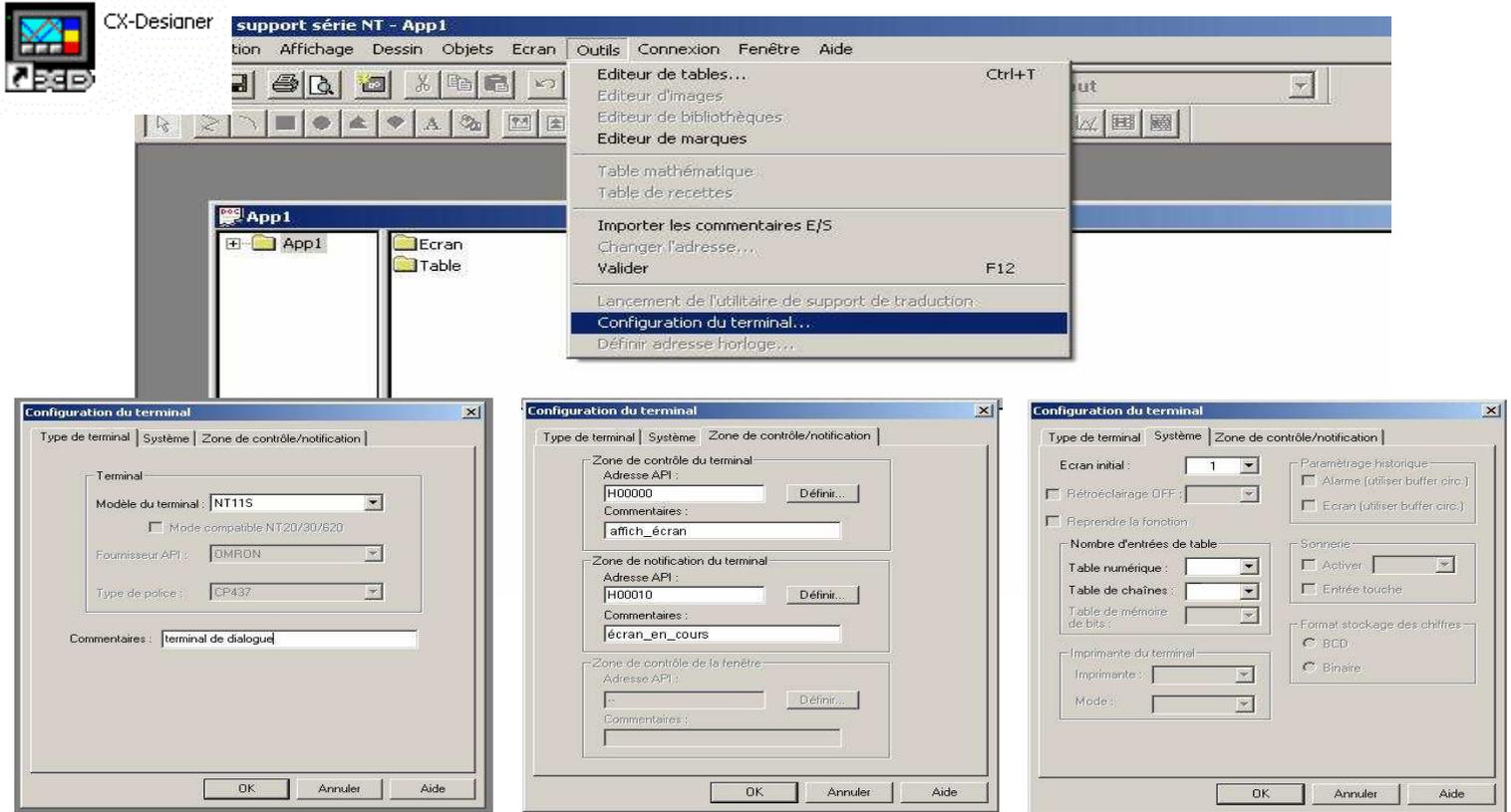
Exemple N°1 « solution Omron »



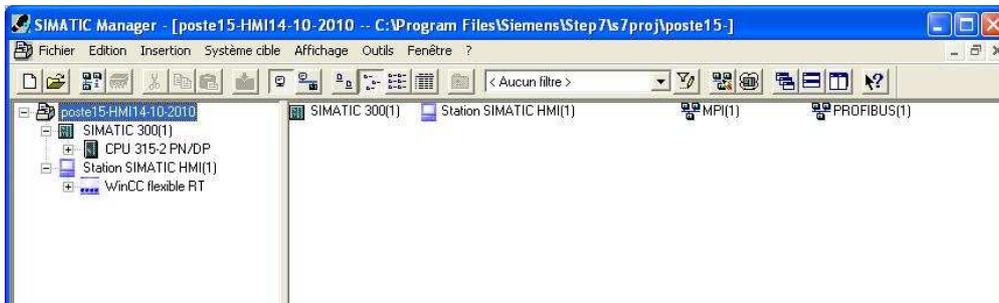
1) configuration au niveau de l'automate



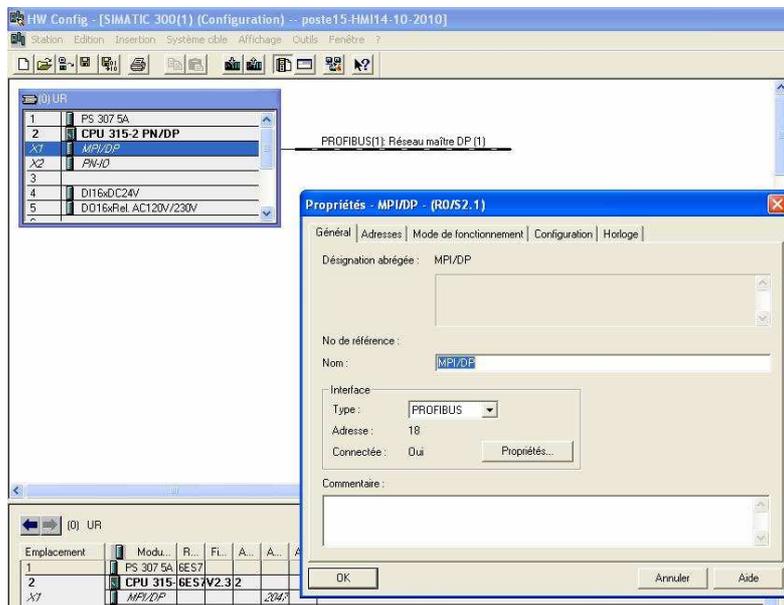
2) configuration au niveau du terminal

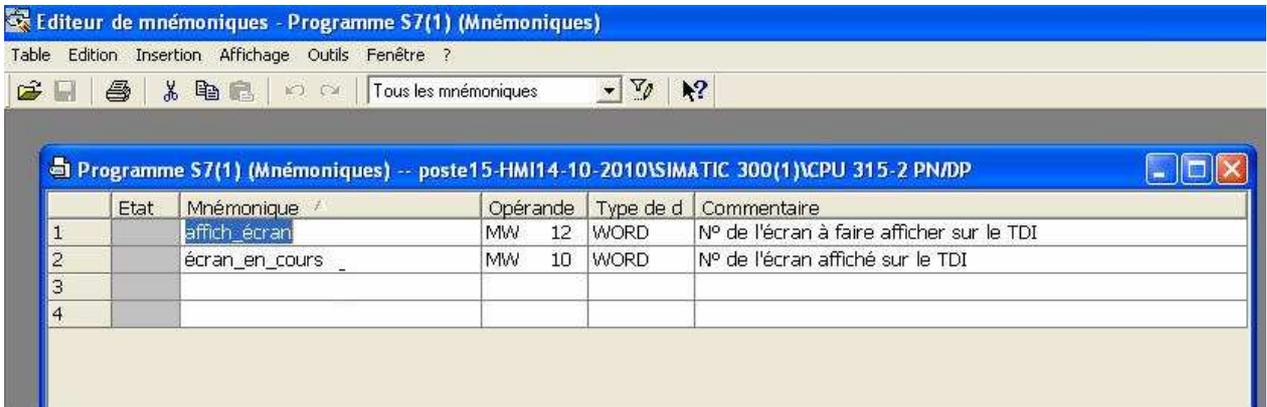
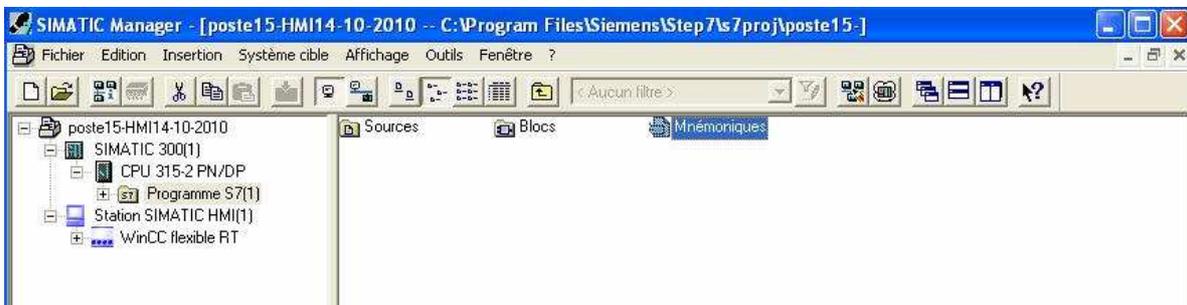
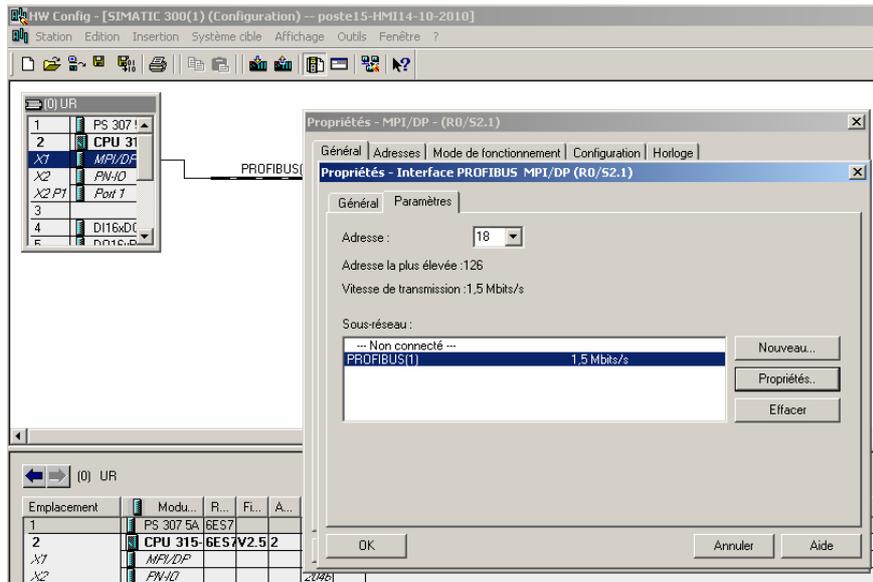


Exemple N°2 « solution Siemens »



1) configuration au niveau de l'automate





2) configuration au niveau du terminal

The image displays three screenshots of the SIMATIC Manager 'VARIABLES' configuration window, showing the setup for two variables: 'écran_en_cours' and 'affich_écran'.

Variable: écran_en_cours

Nom	Liaison	Type...	Mnémonique	Adresse	Cycle d'acquisition	Commentaire	Mode d'acquisition
écran_en_cours	CPU 315-2 PN/DP	Word	écran_en_cours	MW 10	1.1 s	N° de l'écran affiché sur le TDI	Cyclique en continu
affich_écran	CPU 315-2 PN/DP	Word	affich_écran	MW 12	1.1 s	N° de l'écran à faire afficher sur le TDI	Cyclique en continu

écran_en_cours (Variable) - Général

- Nom: écran_en_cours
- AS: CPU 315-2 PN/DP
- Type de données: Word
- Déclencheur de l'acquisition: Cyclique en conti
- Cycle d'acquisition: 1 s
- Éléments du tableau: 1

écran_en_cours (Variable) - Liste des fonctions

N°	Fonction
1	<Aucune fonction>

Variable: affich_écran

Nom	Liaison	Type...	Mnémonique	Adresse	Cycle d'acquisition	Commentaire	Mode d'acquisition
écran_en_cours	CPU 315-2 PN/DP	Word	écran_en_cours	MW 10	1.1 s	N° de l'écran affiché sur le TDI	Cyclique en continu
affich_écran	CPU 315-2 PN/DP	Word	affich_écran	MW 12	1.1 s	N° de l'écran à faire afficher sur le TD	Cyclique en continu

affich_écran (Variable) - Général

- Nom: affich_écran
- AS: CPU 315-2 PN/DP
- Type de données: Word
- Déclencheur de l'acquisition: Cyclique en conti
- Cycle d'acquisition: 1 s
- Éléments du tableau: 1

affich_écran (Variable) - Liste des fonctions

N°	Fonction	Paramètres
1	ActiverVueParNumero	<ul style="list-style-type: none"> Numéro de la vue: affich_écran Numéro de l'objet: 0
2	<Aucune fonction>	

The image displays two screenshots from the Siemens SIMATIC Manager software. The top screenshot shows the 'SIMATIC PANEL' design environment for 'VUE N°1'. It features a large grey area with a cyan border and the text 'VUE N°1' and 'TOUCH'. A 'Liste des fonctions' (Function List) window is open, showing two functions: 'AssignerValeur' with variable 'écran_en_cours' and value '1', and '<Aucune fonction>'. The bottom screenshot shows the 'LIAISONS' (Connections) window. It contains a table of communication links and a configuration panel for a 'Pupitre opérateur' (Operator Console).

Nom	Actif	Pilote de communication	Station	Partenaire	Noeud	En ligne	Conv
CPU 315-2 PN/DP	Actif	SIMATIC S7 300/400	poste15-HMI14-10-2010(SIM...	CPU 315-2 PN/DP	MPI/DP	Actif	

Paramètres

Coordination

TP 177B color PN/DP Interface: HMI MP/IE

Pupitre opérateur

Type: TTY R5232 R5422 R5485 Simatic

Débit: 1500000

Adresse: 10

Point d'accès: S7ONLINE

Unique maître sur le bus

Réseau

Profil: CP

Adresse station la plus élevée: 126

Nombre de maîtres: 1

Automate

Adresse: 18

Emplacement: 2

Châssis: 0

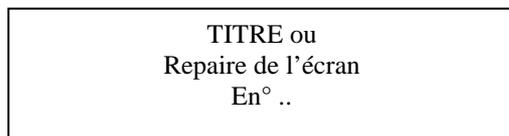
Exécution cyclique

LE SCHEMA DE NAVIGATION D'INTERFACE

Le schéma de navigation d'interface (SNI) permet de concevoir et de représenter la logique d'enchaînement des écrans de l'application en fonction du comportement supposé de l'opérateur. L'opérateur pourra *naviguer* entre des écrans qui lui sont proposés de façon apparemment libre, mais en étant cependant contraint à une logique imposée par le concepteur de l'application. Le SNI est un modèle purement conceptuel. Il n'indique pas quel type d'interface sera utilisé pour l'application, il fait abstraction de tout problème matériel (clavier, souris, temps de réponse, ...). Le SNI fait apparaître uniquement les messages échangés entre l'opérateur et l'application. Il ne représente pas les traitements réalisés de manière automatique (mise à jour valeur, tri, ...).

Symboles utilisés pour le SNI

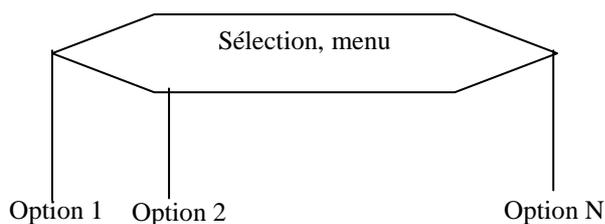
3 symboles sont utilisés pour représenter un SNI (voir exemple).



Affichage d'un écran de dialogue adressé par son « TITRE » ou un numéro repaire.



Saisie de données de type alphanumérique par l'opérateur



Sélection d'options à partir d'un menu

Ergonomie d'écran

L'écran sera partagé en trois zones.



Zone TITRE : doit indiquer avec précision le mode de marche ou d'arrêt dans lequel se situe le système sous cet écran. Il peut aussi comporter, le N° de page ou d'écran (liaison avec la notice de maintenance), le rappel permanent du nom de la machine.

Zone de DIALOGUE : la zone de dialogue opérateur est généralement la plus chargée en données. Pour permettre une lecture facile et rapide, on considère qu'il ne faut pas plus de 20 contrôles sur un même écran. Respecter les couleurs normalisées pour de la signalisation ou des commandes. Ne pas mettre des menu avec un nombre de choix important (4 à 5).

Zone de NAVIGATION : permet la validation d'option, ou l'évolution du dialogue. Les boutons sont toujours utilisés au même endroit et provoque toujours le même effet.

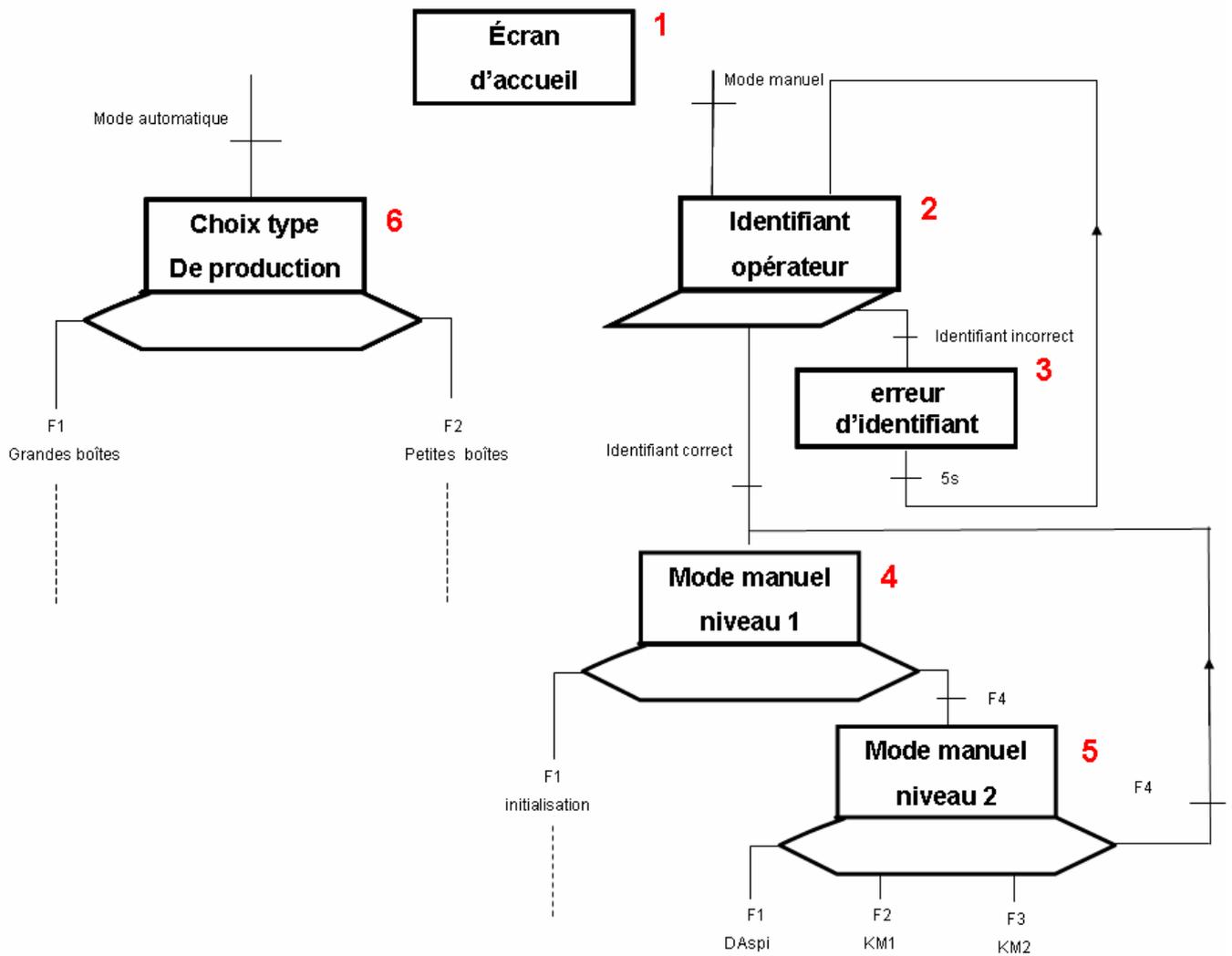
Tableau d'identification

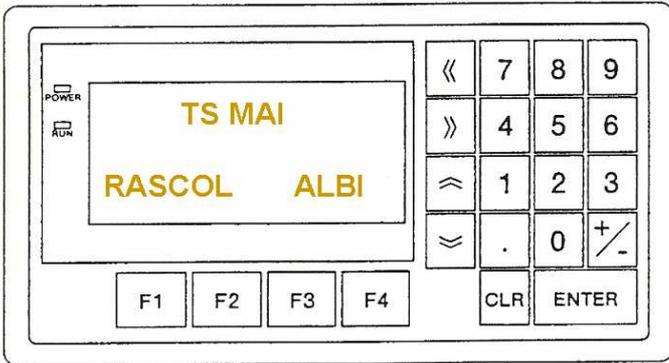
Ce tableau permet de faire la liaison entre théorique du dialogue décrit par le SNI et le matériel mis en œuvre.

Repaire ou N° Ecran	Variable d'appel	TITRE	Variable de sortie

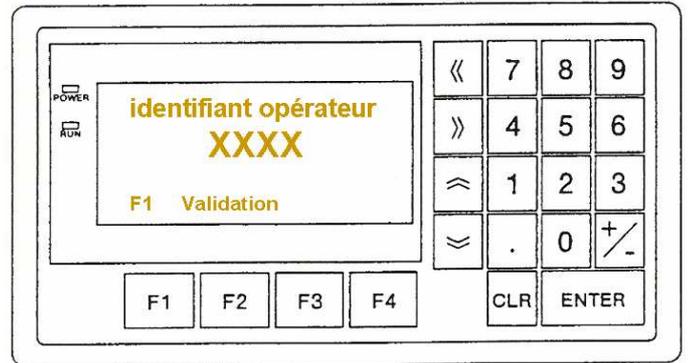
Exemple

Schéma de navigation d'interface

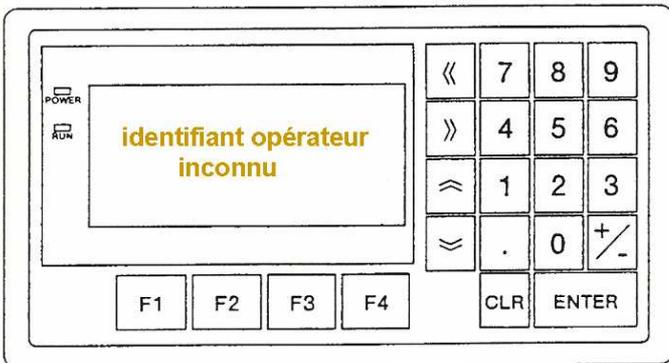




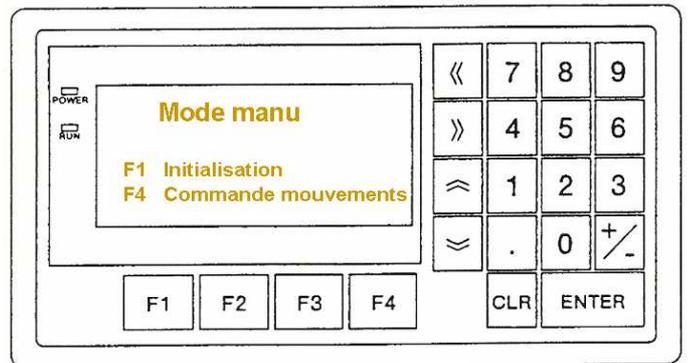
écran N°1



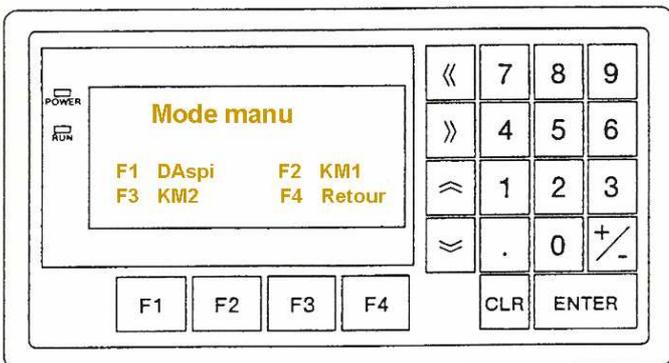
écran N°2



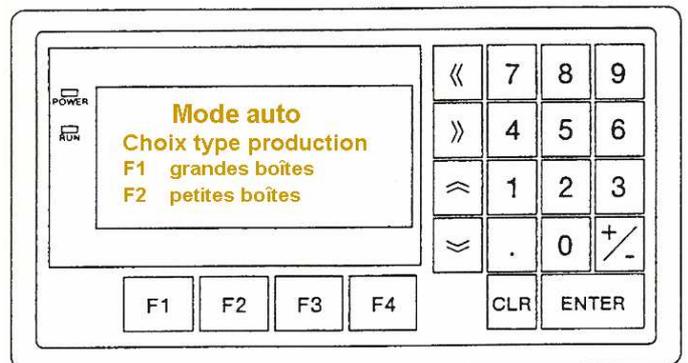
écran N°3



écran N°4



écran N°5



écran N°6

Tableau d'identification

N°	Variable d'appel	TITRE	Variable de sortie
1	Affichage par défaut à la mise sous tension du TDI	écran d'accueil	
2	Etape Mode manuel X....	Identifiant opérateur	Identifiant opérateur correct Ou Identifiant opérateur incorrect
3	Identifiant opérateur incorrect	Erreur identifiant	Temporisation 5s
4	Identifiant opérateur correct OU Touche F4 - écran N°5	Mode manuel niveau 1	Touche F4 (Commande mouvements) OU Touche F1 (Initialisation)
5	Touche F4 – écran N°4	Mode manuel Niveau 2	Touche F4 (Retour)
6	Étape Mode automatique X....	Choix du type de production	Touche F1 (grandes boîtes) OU Touche F2 (petites boîtes)

Extraits du document « manuel des écrans »

Ecran N°1 : « présentation »

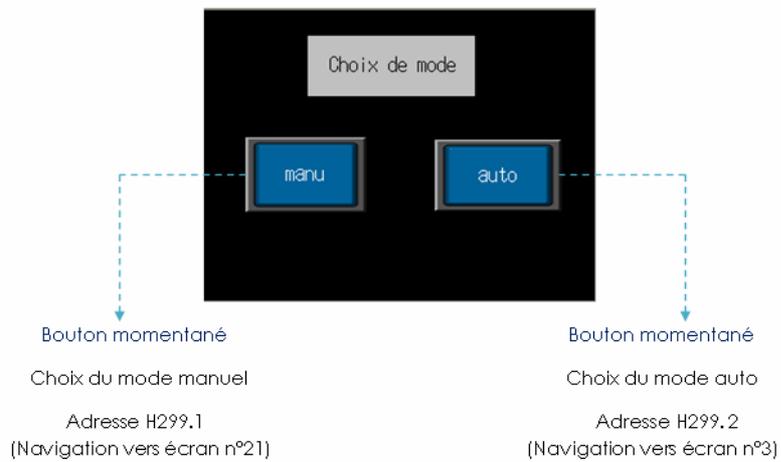
Equation d'affichage : X1



Ecran d'accueil du Terminal de Dialogue à la mise sous tension

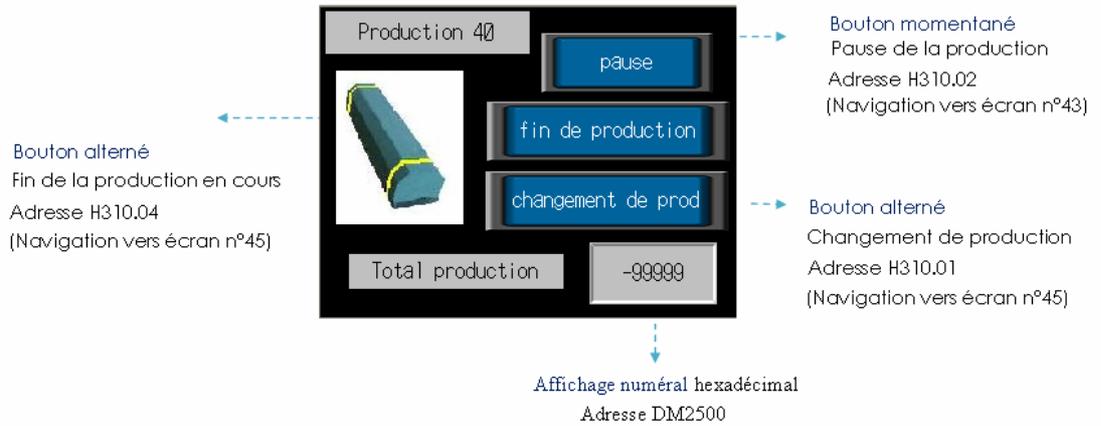
Ecran N°2 : « manu/auto »

Equation d'affichage : X11



Ecran N°12 : « compteur production 40 »

Equation d'affichage : X14 . H70.00



Ecran N°23 : « pince »

