

Définition : ASCII, American Standard Code for Information Interchange.

Définition : RTU, Remote Terminal Unit.

Ces deux formats de trames peuvent être utilisés dans le protocole MODBUS, mais sont incompatibles entre eux. Environ 95% des modules communicants sur MODBUS utilisent des trames "RTU".

Définition : Le protocole MODBUS utilise des trames dont le début et la fin sont standards. L'adresse est placée en début de trame.

Définition : Le protocole MODBUS+ utilise des trames avec des délimiteurs de début et de fin spécifiques au réseau. L'adresse destinataire est intégrée au protocole.

Le protocole JBUS utilise une partie du protocole MODBUS.

Nota : Les produits (modules) peuvent ne contenir qu'une partie des fonctions (voir notice produits).

Remarque : les @ Modbus commencent à "1", les @ JBus commencent à "0".

Différence des trames ASCII ou RTU

Certains équipements permettent le choix entre ces deux formats :

- Le format RTU permet pour une même vitesse de transmission un plus fort débit de données.
- Le format ASCII offre une "souplesse" plus importante sur les timing inter-octet (jusqu'à 1 seconde) et constitue une véritable transmission asynchrone.

Différences des protocoles MODBUS ou MODBUS+

- Pour le protocole MODBUS, les récepteurs lisent l'adresse et reconnaissent ainsi quel est le module concerné par le message. Ils connaissent aussi la longueur du message ce qui permet de détecter les messages "tronqués".
- En MODBUS+ l'adresse MODBUS est convertie par l'émetteur en une adresse de nœud et de chemin d'accès sur le réseau.

Modbus / Jbus



Structure de la trame	Jbus	Modbus
N° d'esclave	1 à 255	1 à 247
Code fonction	1 à 16 (sauf 9 & 10)	1 à 24
Longueur trame	255 Octets max.	261 Octets max.
CRC	CRC16	CRC16
Détection des trames *	silence > 3 caractères	silence > 1,5 ou > 3,5 caractères
* Cette différence ne pose pas de problème à des débits supérieurs à 1200 bits/s car ces temps sont inférieurs au temps de traitement de l'équipement (temps de retournement).		
Fonctions standard		
F1	Lecture de n bits à @ 0 to FFFF (1 < n < 2000)	Lecture de n bits à @ 1 to 9999
F2	Lecture de n bits à @ 0 to FFFF (1 < n < 2000)	Lecture de n bits à @ 10001 to 19999
F3	Lecture de n mots à @ 0 to FFFF (1 < n < 125)	Lecture de n mots à @ 40001 to 49999
F4	Lecture de n mots à @ 0 to FFFF (1 < n < 125)	Lecture de n mots à @ 30001 to 39999
F5	Ecriture de 1 bit à @ 0 to FFFF	Ecriture de 1 bit à @ 1 to 9999
F6	Ecriture de 1 mot à @ 0 to FFFF	Ecriture de 1 mot à @ 40001 to 49999
F7	Lecture rapide de 8 bits utilisateur	Lecture du status d'exception (8 bits) Signale des défauts sur l'équipement
F15	F15 Ecriture de n bits à @ 0 to FFFF	Ecriture de n bits à @ 1 to 9999
F16	Ecriture de n mots à @ 0 to FFFF	Ecriture de n mots à @ 40001 to 49999

Le protocole MODBUS permet de lire ou d'écrire un ou plusieurs bits, un ou plusieurs mots, le contenu du compteur d'évènements ou celui des compteurs de diagnostic.



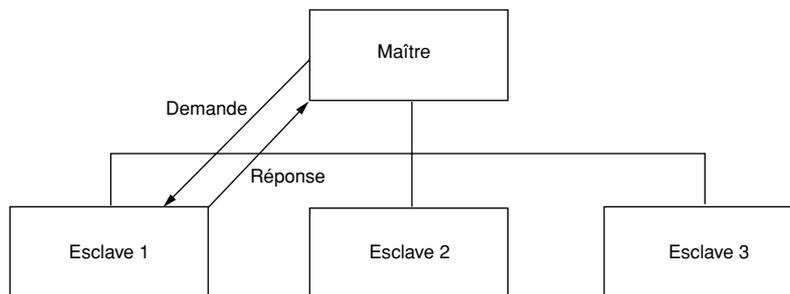
Structure de la trame	Jbus	Modbus
Fonctions de diagnostic (sous-fonctions)		
F8	Lecture des compteurs de diagnostics	Lecture des compteurs de diagnostics
(01)	Donnée = 0000=>pas de réponse émise donnée = FF00 reset des compteurs	Réponse pas de RAZ compteurs
(02-03-04-0A)	Identiques	Identiques
(0B)	Comptabilise les trames sans erreur de CRC	Comptabilise toutes les trames
(0C-0D)	Identiques	Identiques
(0E)	Non incrémenté sur une diffusion	Incrémenté sur une diffusion
(0F)	Comptabilise le nombre de diffusions reçues	Comptabilise le nombre de non réponses de l'esclave
(10-11)	Identiques	Identiques
(12)	Comptabilise les erreurs de caractères (format, parité etc...)	Comptabilise les overrun
F11	Compteur d'évènement. Incrémenté sur une diffusion. Dans la réponse, le 1er mot est toujours à 0	Compteur d'évènement. Non incrémenté sur une diffusion. Dans la réponse, le 1er mot est à 0 ou FFFF (status)
F12	Historique des 64 derniers échanges. Dans la réponse, le 1er mot est toujours à 0.	Historique de 64 derniers échanges. Dans la réponse, le 1er mot est à 0 ou FFFF (status).
Codes d'exception		
(01-02-03-05-07-08)	Identiques	Identiques
(04)	Equipement non prêt	Erreur pendant le traitement de la requête
(09)	Chevauchement de zone mémoire	Non implémenté
Fonctions étendues (sous-fonctions)		
F13	Commandes programme	Commandes programme
(01 - 02)	Identiques	Identiques
(03 - 04)	Adresse sur 24 bits	Adresse sur 16 bits + 8 bits pour le numéro de page
Extension d'adresse		
(25)	identique	identique
(26)	Octet de donnée = 00 or 80h	Octet de donnée = 06h
F14	identique	Identique

Remarque : la fonction 13 possède 43 sous-fonctions, Jbus en utilise seulement 6.

Les échanges sont réalisés à l'initiative du maître et comportent une demande du maître et une réponse de l'esclave.

ES2346

Caractérisation des échanges



Les commandes de diffusion sont obligatoirement des commandes d'écriture. Il n'y a pas de réponse émise par les esclaves.

Toutes les trames échangées ont la même structure.

ES2249

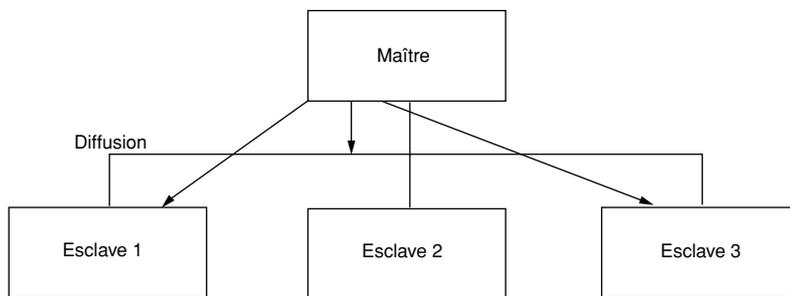


ES2350

CRC 16

Les demandes du maître sont adressées soit :

- A un esclave donné (identifié par son numéro dans le premier octet de la trame de demande).
- A tous les esclaves (diffusion).



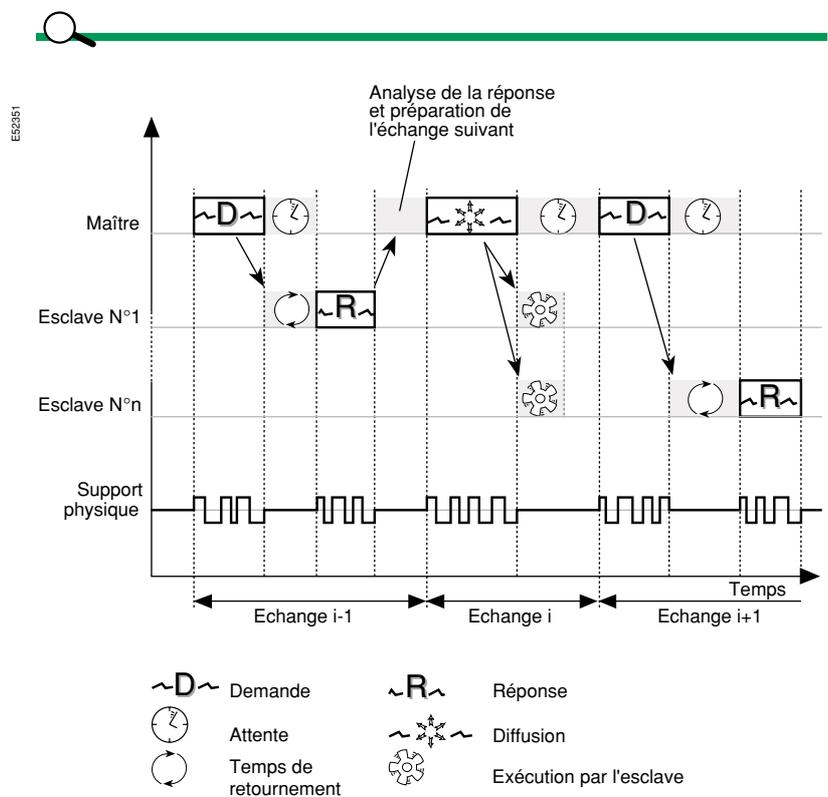
Tout échange comporte deux trames, une demande du maître et une réponse de l'esclave.

Sauf pour la diffusion (écriture seulement) ou l'échange est constitué d'une trame du maître.

Chaque trame contient quatre types d'informations :

- Le numéro de l'esclave (1 octet) :
 - le numéro de l'esclave spécifie l'esclave destinataire (1 à 255). Si ce numéro est zéro, la demande concerne tous les esclaves, il n'y a pas de message de réponse.
- Le code fonction (1 octet) :
 - il permet de sélectionner une commande (lecture, écriture, bit, mot) et de vérifier si la réponse est correcte.
- Le champ information (n octets) :
 - il contient les paramètres liés à la fonction : adresse bit, adresse mot, valeur de bit, valeur de mot, nombre de bits, nombre de mots.
- Le mot de contrôle (2 octets) :
 - il est utilisé pour détecter les erreurs de transmission.

Diagramme d'occupation du support de transmission

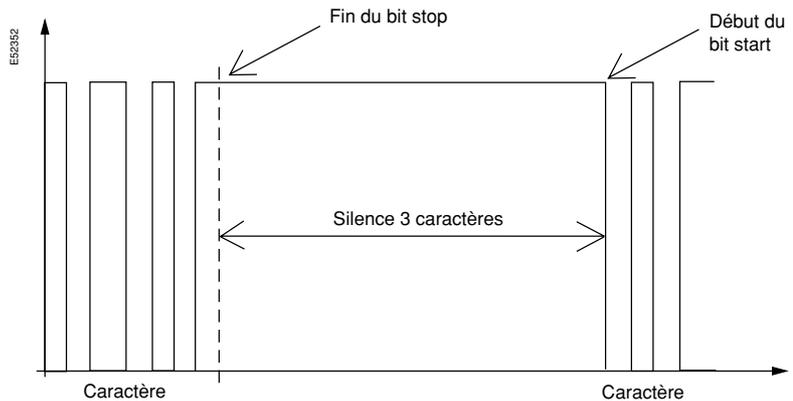


Remarque : les durées de DEMANDE, REPONSE, DIFFUSION, ATTENTE, TRAITEMENT sont liées à la fonction réalisée.

Les principes utilisés

Synchronisation des échanges

Tout caractère reçu après un silence supérieur à 3 caractères est considéré comme un début de trame.



Nota : Respectez un silence sur la ligne entre deux trames d'au moins trois caractères.

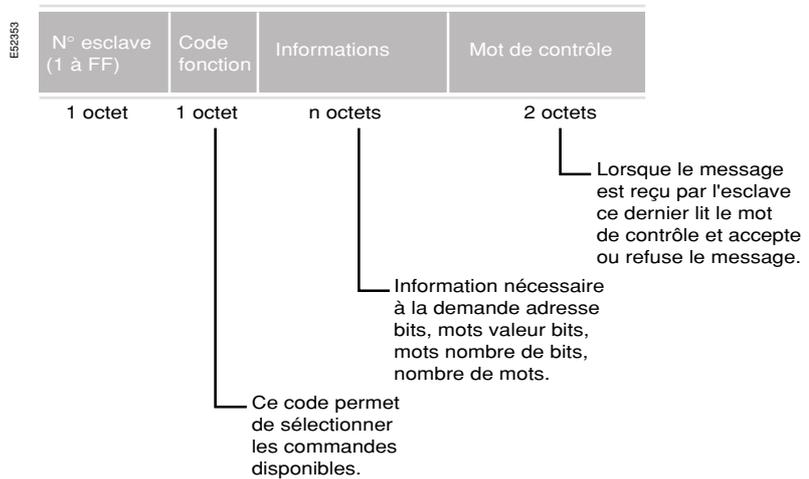


Le contenu des trames qui suivent est donné en hexadécimal.

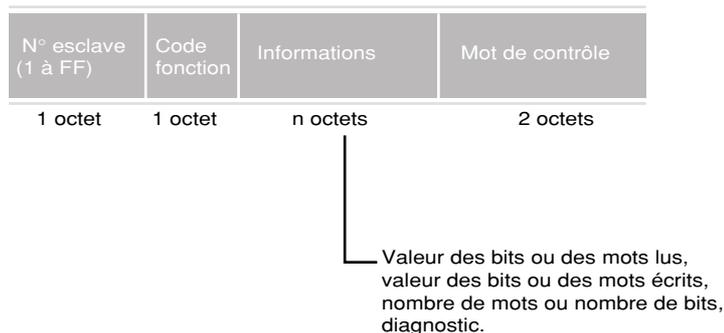
Présentation des trames

Présentation des trames de demande et de réponse

■ Demande



■ Réponse



Chaque module possède une adresse unique sur le réseau, comprise entre 1 et 255 (1 et FF en hexadécimal).

La valeur de cette adresse est codée sur un octet, la valeur 0 est interdite car réservée à la diffusion.

Le protocole JBUS possède 14 fonctions :
Les trames de demande et de réponse ont une taille maximale de 255 octets.

L'adressage

Le mode d'adressage diffère suivant les modules :

- Par roue codeuse :
 - la roue n°1 donne le poids fort des adresses,
 - la roue n°2 donne les poids faibles.
- Par clavier ; le principe reste le même, mais la méthode peut différer :
 - paramétrage en une seule fois,
 - ou paramétrage en deux opérations (poids fort/poids faible).

Dans tous les cas, se reporter à la notice de mise en œuvre des modules.

Les fonctions

Fonctions JBUS :

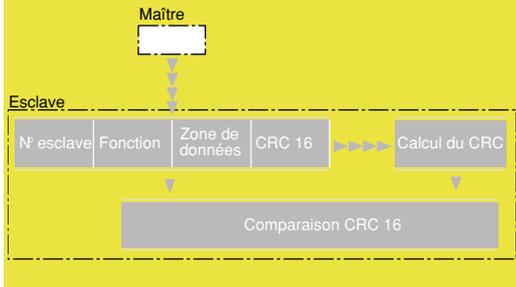
- Fonction 1 ; Lecture de n bits de sorties ou internes.
- Fonction 2 ; Lecture de n bits d'entrées.
- Fonction 3 ; Lecture de n mots de sorties ou internes.
- Fonction 4 ; Lecture de n mots d'entrées.
- Fonction 5 ; Ecriture de 1 bit.
- Fonction 6 ; Ecriture de 1 mot.
- Fonction 7 ; Lecture rapide de 8 bits.
- Fonction 8 ; Diagnostic des échanges.
- Fonction 11 ; Lecture du compteur d'événement.
- Fonction 12 ; Lecture du buffer trace.
- Fonction 13 ; Lecture/écriture adresse > FFFFh ou commande programme (téléchargement, ...).
- Fonction 14 ; Diagnostic associé aux commandes programmes.
- Fonction 15 ; Ecriture de n bits.
- Fonction 16 ; Ecriture de n mots.

Le maître émet une demande en indiquant :

- Le numéro d'esclave.
- Le code fonction.
- Les paramètres de la fonction.

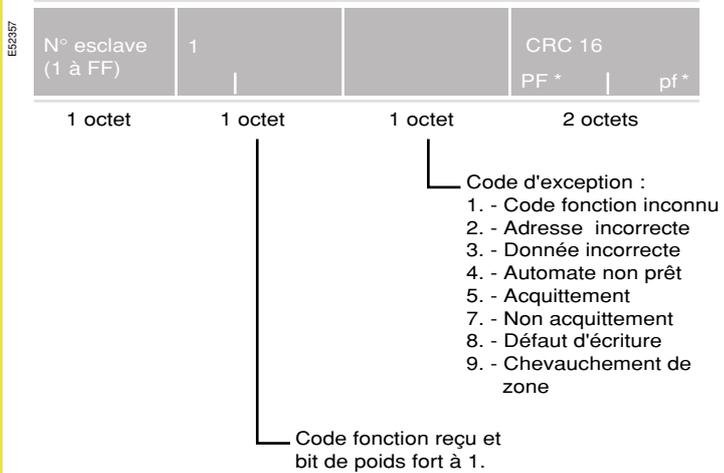
Il calcule et émet le contenu du mot de contrôle (CRC 16).
Lorsque l'esclave reçoit le message de demande, il le range en mémoire, calcule le CRC et le compare au CRC 16 reçu :

- Si le message reçu est incorrect (inégalité des CRC 16), l'esclave ne répond pas.
- Si le message reçu est correct mais que l'esclave ne peut le traiter (adresse erronée, donnée incorrecte...), il renvoie une réponse d'exception.



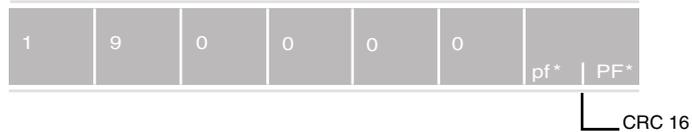
Contrôle des messages reçus par l'esclave

Contenu d'une réponse exception.



Exemple :

■ **Demande.**



■ **Réponse.**



Important : dans le CRC 16, l'octet de poids faible (pf) est transmis en premier.

Remarque : Les réponses d'exception 5 et 7 sont relatives aux fonctions JBUS 13 et 14.

Définition : Un bit est une unité élémentaire d'information ne pouvant prendre que deux valeurs distinctes : 1 ou 0 . Les "bits" représentent le langage qu'utilisent les ordinateurs pour fonctionner. Elles correspondent aux niveaux électriques suivant dans l'ordinateur :

- "bit 0" = 0 volt.
- "bit 1" = 5 volts.

Important :

Lorsque les "bits" sont transmis sur un port série , ils correspondent aux niveaux électriques suivants :

- "bit 0"= +3 à +15 V.
- "bit 1"= -3 à -15 V.

Définition : Un octet ou un byte est un groupe comprenant huit (8) éléments binaires. Un "octet" ou "byte" est donc un ensemble de huit (8) "bits" représentant un tout appelé " mot binaire".

Remarque : PF = Poids Forts et pf = poids faibles.

Lecture de n bits : fonction 1 ou 2

- Demande.

E52360	N° esclave	1 ou 2	Adresse du 1er bit à lire : PF * pf *	Nombre de bits à lire : $1 \leq n \leq 2000$	CRC 16 pf* PF*
	1 octet	1 octet	2 octets	2 octets	2 octets

- Réponse.

E52361	N° esclave	1 ou 2	Nombre d'octets lus	1 ^{er} octet lu	Dernier octet lu	CRC 16 pf* PF*
	1 octet	1 octet	1 octet	n octets		2 octets

Détail d'un octet :

E52365	Dernier bit transmis						1 ^{er} bit transmis

Nota : Les bits non utilisés dans l'octet sont mis à zéro.



Exemple :

Lecture des bits 204 à 211 de l'esclave n° 1.

- Demande.

E52362	01	01	02 04	010E	
					CRC 16

- En hexadécimal, le nombre de bits à lire de 204 à 211 se détaille comme suit :
 - 0204, 0205, 0206, 0207, 0208, 0209, 020A, 020B, 020C, 020D, 020E, 020F, 0210, 0211,
 - soit 14 valeurs ou 0E en hexadécimal.

- Réponse.

E52363	01	01	02	10101001	00101110	
				20B ← 204	211 ← 20C	CRC 16

- Fonction 3 : lecture de mots de sortie ou bits internes.
- Fonction 4 : lecture de mots d'entrée.
- Le nombre de mots à lire doit être ≤ 125 .

Remarque : le "mot" représente ici 2 octets soit 16 bits.

Lecture de n mots : fonction 3 ou 4

- Demande.

E52364

N° esclave	3 ou 4	Adresse du 1er mot à lire :		Nombre de mots à lire $n \leq 125$:		CRC 16
		PF *	pf *	PF *	pf *	
1 octet	1 octet	2 octets		2 octets		2 octets

- Réponse.

E52365

N° esclave	3 ou 4	Nombre d'octets lus	Valeur 1 ^{er} mot		Valeur du dernier mot		CRC 16
			PF *	pf *	PF *	pf *	
1 octet	1 octet	1 octet	2 octets		2 octets		2 octets



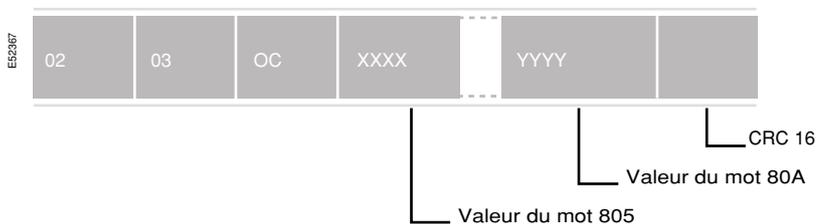
Exemple :

Lecture des mots 805 à 80A de l'esclave n° 2.

- Demande.



- Réponse.



La trame de réponse est identique à la trame de demande.

Ecriture d'un bit : fonction 5

■ Demande.

E52368	N° esclave	5	Adresse du bit	Valeur du bit	0	CRC 16
			PF * pf *			pf * PF *
	1 octet	1 octet	2 octets	1 octet	1 octet	2 octets
				bit forcé à 0_	écrire 0	
				bit forcé à 1_	écrire FF	

■ Réponse.

E52368	N° esclave	5	Adresse du bit	Valeur du bit	0	CRC 16
			PF * pf *			pf * PF *

Nota : Si le numéro d'esclave est 00, tous les esclaves exécutent le forçage sans émettre de réponse.



Exemple :
Forçage à 1 du bit 210 de l'esclave n° 2.

E52369	02	05	02 10	FF	00	
						CRC 16

La trame réponse est identique à la trame demande.

Ecriture d'un mot : fonction 6

■ Demande.

E52370	N° esclave	6	Adresse du mot	Valeur du mot	CRC 16
			PF * pf *	PF * pf *	pf * PF *
	1 octet	1 octet	2 octets	2 octets	2 octets

■ Réponse.

E52370	N° esclave	6	Adresse du mot	Valeur du mot	CRC 16
			PF * pf *	PF * pf *	pf * PF *

Nota : Si le numéro d'esclave est 00, tous les esclaves exécutent le forçage sans émettre de réponse.



Exemple :
Ecriture de la valeur 1000 dans le mot d'adresse 810 de l'esclave n°1.

E52371	01	06	810	1000	
					CRC 16

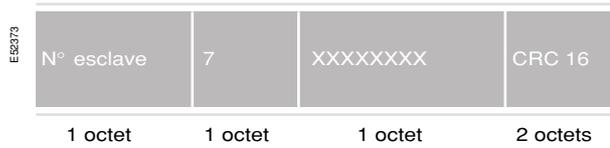
Les adresses des 8 bits concernés sont fixées par l'esclave.

Lecture rapide de 8 bits : fonction 7

■ Demande.



■ Réponse.



A chaque esclave sont affectés des compteurs d'évènements (ou compteurs de diagnostic) :

- Il y a au total 9 compteurs par esclave.
- Ces compteurs sont des mots de 16 bits.

ES2489

Lecture des compteurs de diagnostic : fonction 8

- Demande/réponse.



Fonction	Code sous fonction	Données	Remarques :
L'esclave doit envoyer l'écho de la demande (contrôle de la transmission)	00	XYZT	X, Y, Z, T, fixés par l'utilisateur
Remise à zéro des compteurs de diagnostic, annulation du mode déconnecté et reconfiguration du coupleur. Pas de réponse émise.	01	0000	
Remise à zéro des compteurs de diagnostic et du buffer trace.	01	FF00	
Lecture du registre de diagnostic de l'esclave.	02	XXXX	Lors de la demande XXXX vaut 0000. Lors de la réponse XXXX est le contenu du registre de diagnostic (fixé par l'utilisateur).
Modifie le caractère délimiteur de fin de trame (en mode ASCII). Par défaut, ce caractère est LF (0A).	03	XY00	XY fixé par l'utilisateur : code ASCII du caractère de fin de trame
Mode déconnecté l'esclave est forcé à ne plus répondre (utiliser la sous-fonction 1 pour activer l'esclave)	04	0000	
Remise à zéro des compteurs de diagnostic	0A	0000	
Lecture du nombre total des :			
<input type="checkbox"/> trames reçues sans erreur CRC (CPT 1)	0B	XXXX ₍₁₎	
<input type="checkbox"/> trames reçues avec erreur CRC (CPT 2)	0C	XXXX ₍₁₎	
<input type="checkbox"/> nombre de réponses d'exception (CPT 3)	0D	XXXX ₍₁₎	
<input type="checkbox"/> trames adressées à la station (CPT 4) - (hors diffusion)	0E	XXXX ₍₁₎	
<input type="checkbox"/> demandes de diffusion reçues (CPT 5)	0F	XXXX ₍₁₎	
<input type="checkbox"/> réponses NAQ (CPT 6)	10	XXXX ₍₁₎	
<input type="checkbox"/> réponses de l'esclave non prêt (CPT 7)	11	XXXX ₍₁₎	
<input type="checkbox"/> caractères non traités (CPT 8)	12	XXXX ₍₁₎	

(1) Lors de la demande XXXX vaut 00 00.

Lors de la réponse, xxxx est le contenu du compteur concerné.

Ce compteur permet, depuis le maître, de savoir :

- Si l'esclave a correctement interprété la commande (compteur d'évènements incrémenté).
- Si l'esclave n'a pas interprété la commande (compteur non incrémenté).

Lecture des compteurs d'évènement : fonction 11

Chaque esclave possède un compteur d'évènements. Le maître lui aussi possède un compteur d'évènements. Ce compteur est incrémenté à chaque trame correctement reçue et interprétée par l'esclave (sauf la commande spécifique de lecture de ce compteur : fonction 11). Une commande de diffusion correcte incrémente le compteur. Si l'esclave émet une réponse d'exception, le compteur n'est pas incrémenté.

La lecture de ces différents éléments va permettre d'effectuer un diagnostic des échanges ayant été réalisés entre le maître et l'esclave.

Si le compteur du maître est égal au compteur de l'esclave, la commande envoyée par le maître a bien été exécutée. Si le compteur du maître est égal au compteur de l'esclave + 1, la commande envoyée par le maître n'a pas été exécutée.

■ Demande.



■ Réponse.



L'utilisateur a, à sa disposition, une mémoire de 64 octets contenant l'historique des 64 dernières transactions.

Lecture du "buffer trace" : fonction 12

Remarque : les fonctions 12 / 13 / 14 ne sont pas implémentées dans tous les contrôleurs Modicon et ne sont là qu'à titre d'informations parce que présentes dans la liste des fonctions JBUS.

Le maître peut demander une lecture de cette mémoire. L'esclave répond en renvoyant également le contenu du compteur d'évènements et le contenu du compteur de messages.

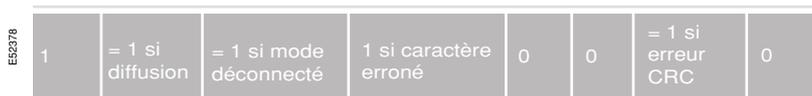
■ Demande.



■ Réponse.



■ En réception.



■ En émission, numéro d'erreur éventuel.



■ En mode déconnecté (1).



■ Remise à zéro des compteurs de diagnostic (commande 8, ss commande 01).



(1) le mode déconnecté est utilisé pour l'analyse de certaines anomalies. Dans ce mode, le coupleur surveille la ligne en incrémentant les compteurs et en mettant à jour la table trace. Par contre, aucun transfert vers la mémoire de l'esclave n'est effectué et aucune réponse n'est envoyée sur la ligne. Ce mode est piloté par la commande 8 (sous fonction 01 et 04).

Commandes programme : Fonction 13

Les commandes programme permettent de réaliser les fonctions suivantes :
Connexion à la mémoire de l'esclave.

- Déconnexion de la mémoire de l'esclave.
- Arrêt de l'esclave (STOP).
- Marche de l'esclave (RUN).
- Déchargement du programme de l'esclave (lecture du contenu de la mémoire).
- Chargement de programme dans l'esclave (écriture de la mémoire).



Les fonctions de chargement et de déchargement de la mémoire permettent également de lire et d'écrire la mémoire de données au-delà de la limite d'adressage sur 16 bits.

Les commandes de chargement et déchargement de la mémoire de données sont accessibles à tout instant. Les commandes programme doivent être organisées à l'intérieur d'une session organisée comme suit :

- Connexion.
- Commandes.
- Déconnexion.

Attention : *Le panachage des commandes de lecture et d'écriture à l'intérieur d'une même session est interdit.*

Dans le cas où la réponse serait un non acquittement (réponse d'exception 7), le diagnostic associé à ces fonctions est obtenu en utilisant la fonction 14 (cf. § suivant).

A un instant donné, un seul coupleur peut accéder à la mémoire de l'esclave et/ou donner des ordres à l'unité centrale de l'esclave.

Cette exclusion mutuelle est respectée en organisant les commandes programme en sessions :

- Commandes programme proprement dites (arrêt, marche, déchargement, chargement,...).
- Déconnexion de la mémoire.

Remarques :

- *La mémoire de données est accessible quel que soit l'état du coupleur (connecté ou non). Cela permet de respecter le principe d'exclusion mutuelle.*
- *Une procédure de déconnexion automatique (time out, ...) sur l'esclave doit être prévue dans le cas où la commande de déconnexion n'arrive pas (coupure ligne, erreur caractère, ...).*

Diagnostic des commandes programme : fonction 14

Cette commande permet de préciser le diagnostic associé aux réponses d'exception 7 (non acquittement) reçues lors de l'exécution d'une commande programme (fonction 13). Elle fournit le diagnostic de la dernière commande programme exécutée.

Commande interdite en diffusion.



Syntaxe :

■ Demande.

ES23082	N° esclave	OE	CRC 16
	1 octet	1 octet	2 octets

■ Réponse.

ES23083	N° esclave	Code fonction OE	Longueur trame 02	Code s/s fnct.	Type de l'erreur	CRC 16
	1 octet	1 octet	1 octet	1 octet	1 octet	2 octets

Le code sous fonction renvoyée est le code sous fonction de la dernière commande programme exécutée, avec le bit de poids fort forcé à 1 si une erreur a été détectée lors de l'exécution.

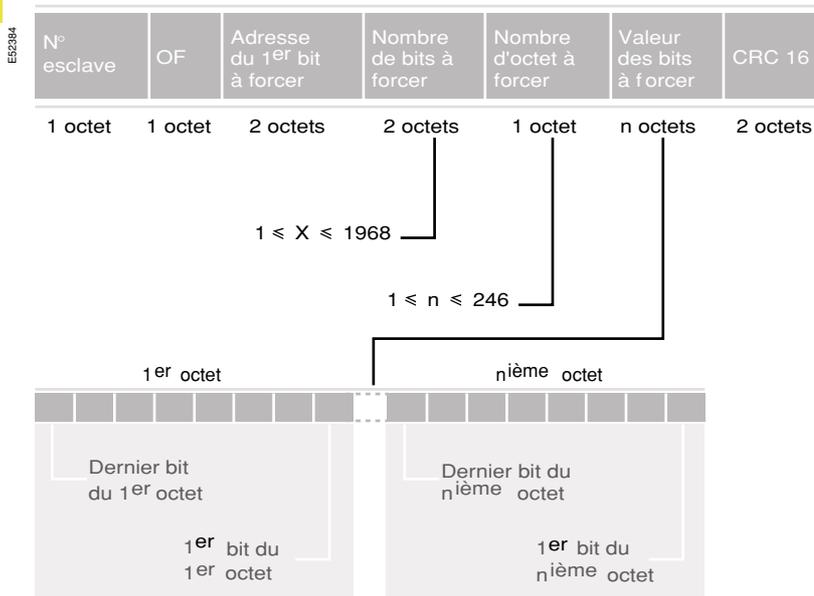
Exemple : 82 pour une demande de marche (sous fonction 2). Le type de l'erreur est codé comme suit :

N°	Libellé	Type de la commande pouvant entraîner cette erreur
00	Pas d'erreur	
01	Commande inconnue, non autorisée ou mal exécutée (erreur de dialogue U.C. par exemple).	Toute commande.
02	Adresse virtuelle invalide (hors du champ d'adressage maximum autorisé).	Lecture ou écriture mémoire.
03	Mémoire protégée. L'utilisateur essaie de lire ou d'écrire une mémoire qui est déjà occupée par un autre coupleur (principe de l'exclusion mutuelle).	Lecture ou écriture mémoire.
04	Lecture ou écriture à des adresses physiques inexistantes (hors du champ d'adressage de l'esclave considéré).	Lecture ou écriture mémoire.
08	Nombre de mots invalides.	Lecture ou écriture mémoire.
09	Commande non autorisée, l'esclave est en marche.	Ecriture mémoire.
10	Commande non autorisée, l'esclave n'étant pas connecté.	Marche, arrêt, lecture ou écriture.

Si le numéro d'esclave est 0, tous les esclaves exécutent l'écriture sans émettre de réponse en retour.

Ecriture de n bits consécutifs : fonction 15

■ Demande.

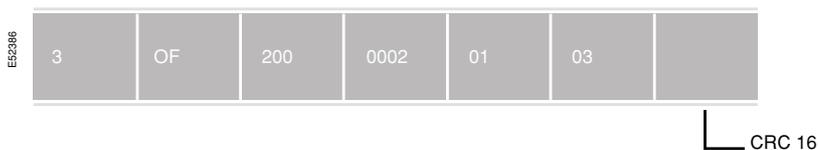


■ Réponse.

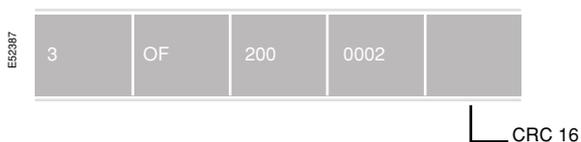


Exemple :
Forcer à 1 les bits 200 et 201 de l'esclave 3.

■ Demande.



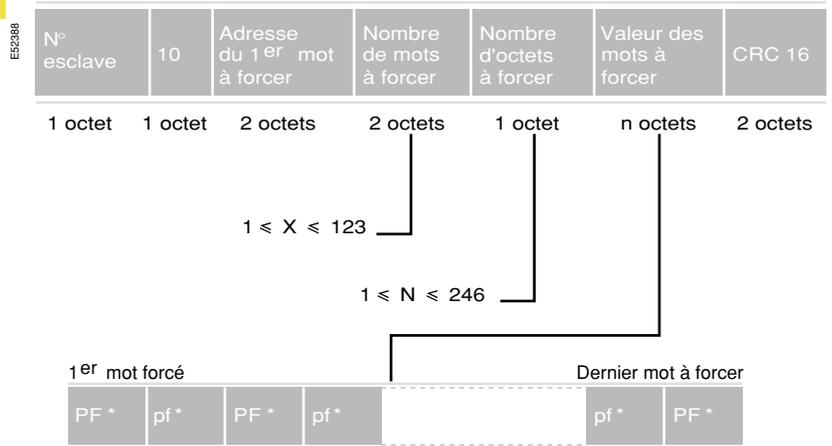
■ Réponse.



Si le numéro d'esclave est égal à 0, tous les esclaves exécutent l'écriture sans émettre de réponse en retour.

Ecriture de n mots consécutifs : fonction 16

■ Demande.



■ Réponse.

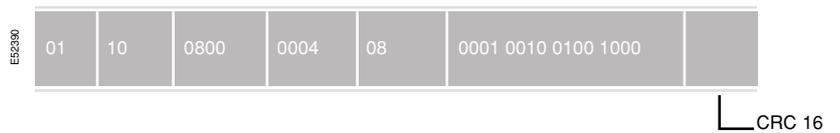


Exemple :

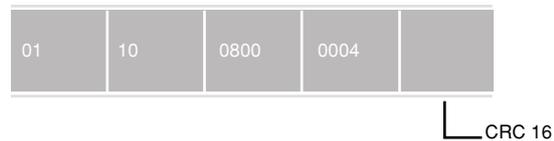
Forçage des mots 0800 à 0803 de l'esclave n° 1.

- (0800) = 0001
- (0801) = 0010
- (0802) = 0100
- (0803) = 1000

■ Demande.



■ Réponse.



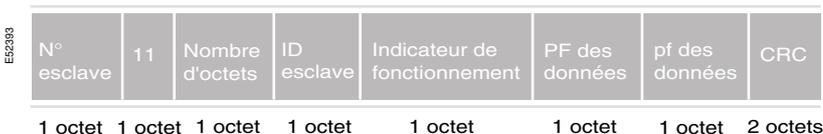
Retourne la description du type de contrôleur à cette adresse, l'état courant du "run indicator", et certaines informations spécifiques à chaque types d'esclaves. La diffusion n'est pas supportée.

Identification d'un esclave : fonction 17 (spécifique PM 6xx/CM2xxx)

■ Demande.



■ Réponse.



Nota : Le nombre d'octets, l'ID esclave, les données disponibles, dépendent du type d'esclave. Indicateur de fonctionnement : FF = ON & 00 = OFF.

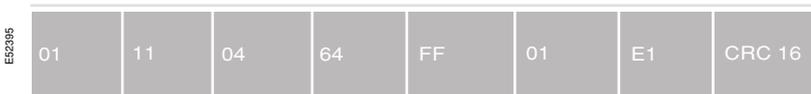


Exemple : Lecture des données d'un PM600 N°17:

■ Demande.

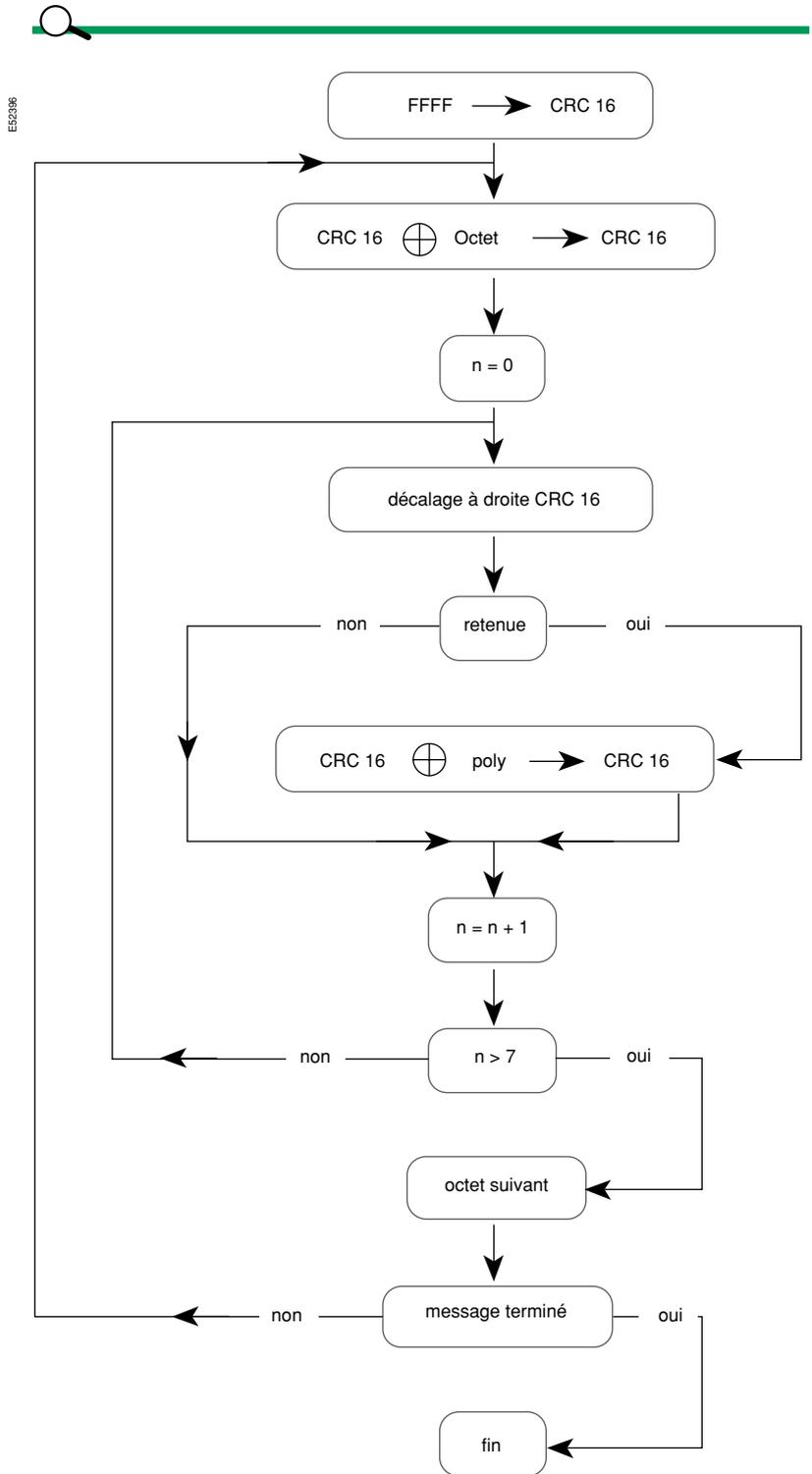


■ Réponse.



64 = spécifique aux modules Powerlogic.
01 E1 = adresses Powerlogic.

Algorithme de calcul du CRC16



+ ou exclusif
 n = nombre de bits d'information
 POLY = polynôme de calcul du CRC 16 = 1010 0000 0000 0001
 (polynôme générateur = 1 + x₂ + x₁₅ + x₁₆)
 Dans le CRC 16, le 1er octet émis est celui des poids faibles.



Exemple de calcul du CRC : trame 020B = lecture du compteur d'évènements (Fonction 11) de l'esclave à l'adresse 02h

Initialisation du CRC		CRC =	1111	1111	1111	1111
+1 ^{er} octet (02)		CRC =	0000	0000	0000	0010
n = 0		CRC =	1111	1111	1111	1101
	+ polynôme	Décalage N°1	0111	1111	1111	1110_1
			1010	0000	0000	0001
n = 1		CRC =	1101	1111	1111	111
	+ polynôme	Décalage N°2	0110	1111	1111	1111_1
			1010	0000	0000	0001
n = 2		CRC =	1100	1111	1111	1110
		Décalage N°3	0110	0111	1111	1110_0
n = 3		Décalage N°4	0011	0011	1111	1111_1
	+ polynôme		1010	0000	0000	0001
n = 4		CRC =	1001	0011	1111	1110
		Décalage N°5	0100	1001	1111	1111_0
n = 5		Décalage N°6	0010	0100	1111	1111_1
	+ polynôme		1010	0000	0000	0001
n = 6		CRC =	1000	0100	1111	1110
		Décalage N°7	0100	0010	0111	1111_0
n = 7		Décalage N°8	0010	0001	0011	1111_1
	+ polynôme		1010	0000	0000	0001
n > 7		CRC =	1000	0001	0011	1110
⇒ CRC = + 2 ^{ème} octet (0B)			0000	0000	0000	1011
n = 0		CRC =	1000	0001	0011	0101
	+ polynôme	Décalage N°1	0100	0000	1001	1010_1
			1010	0000	0000	0001
n = 1		CRC =	1110	0000	1001	1011
	+ polynôme	Décalage N°2	0111	0000	0100	1101_1
			1010	0000	0000	0001
n = 2		CRC =	1101	0000	0100	1100
		Décalage N°3	0110	1000	0010	0110_0
n = 3		Décalage N°4	0011	0100	0001	0011_0
n = 4		Décalage N°5	0001	1010	0000	1001_1
	+ polynôme		1010	0000	0000	0001
n = 5		CRC =	1011	1010	0000	1000
		Décalage N°6	0101	1101	0000	0100_0
n = 6		Décalage N°7	0010	1110	1000	0010_0
n = 7		Décalage N°8	0001	0111	0100	0001_0
		CRC Final	1	7	4	1
			MSB		LSB	

Donc le CRC pour cette trame sera : 4117 hex.

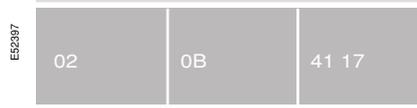
MSB = Most Significant Bytes (PF).

LSB = Least Significant Bytes (pf).

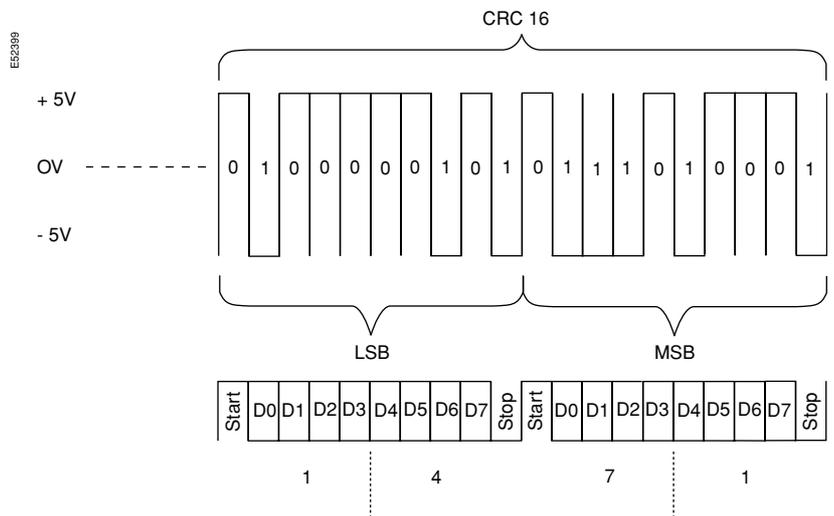


Interprétation électrique du CRC sur le réseau RS485:

□ Dans notre exemple, la demande du maître est :



□ Dans ce cas, la réponse sera :



Donc l'interprétation du signal est : \$ 41 17
(conforme à ce que l'on attendait).

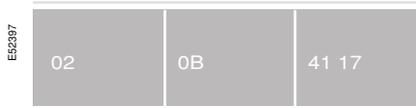


Exemple "physique" d'une trame :

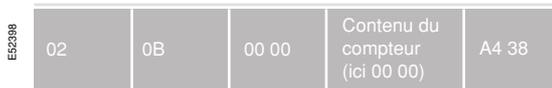
- Les trames "Maître" sont émises par un logiciel spécifique.
- Les trames "Esclave" sont émises par un module de la gamme Digipact.
- Le câblage de la ligne RS485 est fait en "2 fils" avec charge et polarisation.
- Les mesures sont effectuées à l'oscilloscope entre les bornes 8/9 (point chaud de la sonde) et 4/5 (point froid) du subD 9pts du module.

La fonction Modbus utilisée est la fonction 11 "lecture du compteur d'évènements".
Tous les modules possèdent cette fonction (voir description des fonctions).

■ Demande.



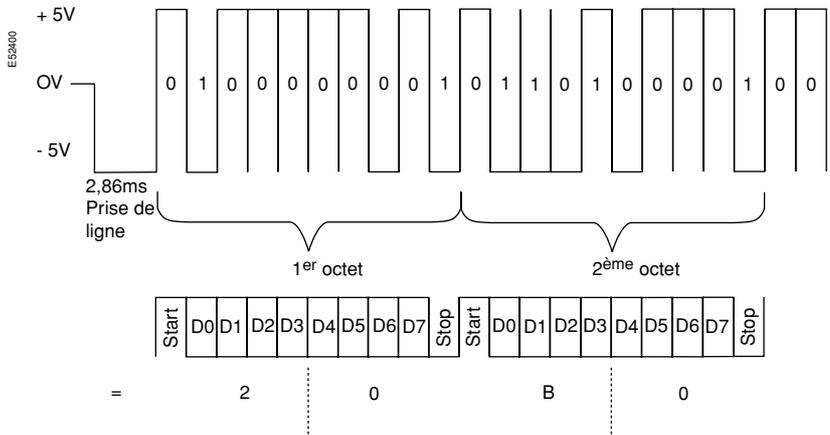
■ Réponse.



■ Remarque : la vitesse de transmission étant de 19200 bauds :

- 1 bit = 52 µs,
- 1 octet (1start + 8bits + 1stop) = 520 µs,
- donc durée théorique de la réponse = 4,16 ms (4,14 ms mesurée).

■ Forme du signal mesuré (début de la trame):



On a ainsi l'adresse de l'esclave : 02 hex , de même que le code fonction : 0B hex.