

## RESEAU AUTOROUTE INTERACTIVE

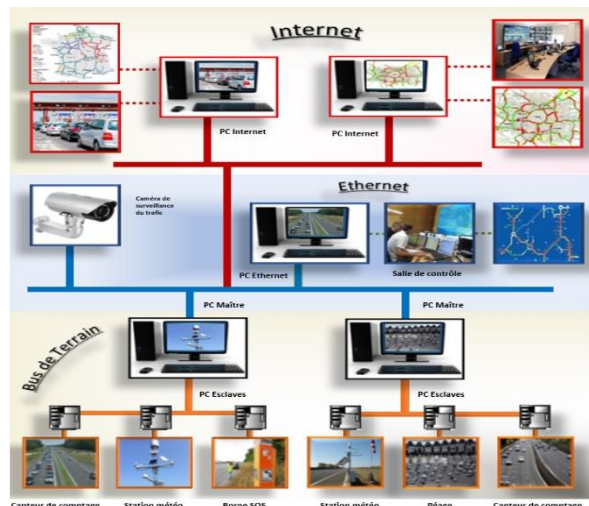
Domaine : **Objet connecté intelligent**

Fonctions : Sécuriser, informer les usagers, gérer trafic et événements,

### Du produit réel...



Système interactif pour informer et sécuriser les usagers des autoroutes, gérer le trafic, et les événements, communiquer avec les partenaires



**CONFORME AUX NOUVEAUX  
PROGRAMMES SCIENCES DE  
L'INGÉNIEUR BAC 2021**

### LES TRAMES MODBUS ET L'ARCHITECTURE RÉSEAU N'AURONT PLUS AUCUN SECRET POUR VOUS

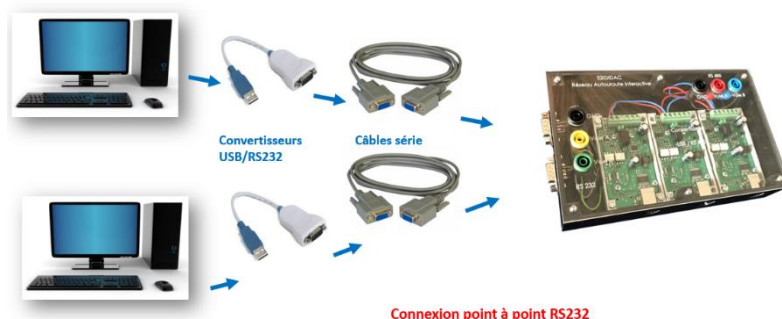
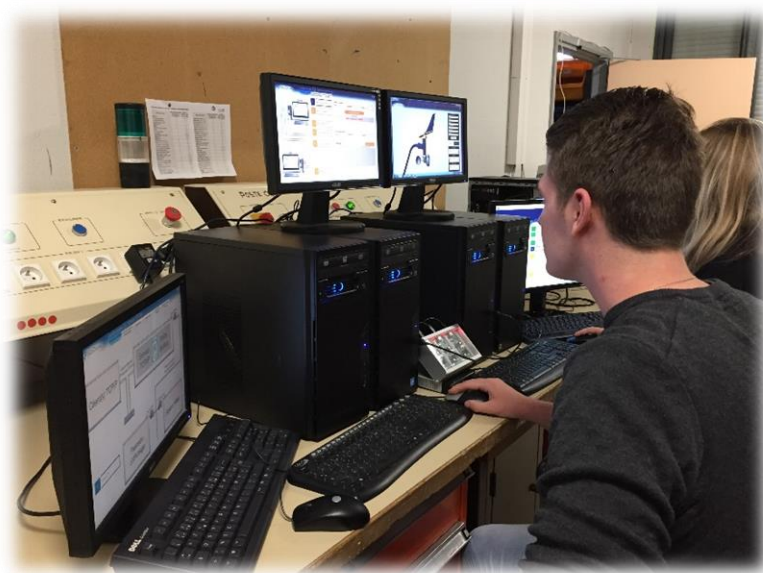
La fourniture comprend :

- Un ensemble de modules logiciels
- Deux Parties opératives virtuelles
- Boîtiers de connexion avec convertisseurs USB/RS232 et USB/RS485
- Câbles de raccordement
- Un dossier technique (Système Réel et Système didactique)
- Un dossier pédagogique avec TP, Corrigés et fiches de formalisation

Référence : SD//1100

### ... Au système didactique communiquant :

Système d'information interactif pour l'acquisition de compétences relative à l'architecture réseau, la communication entre ordinateurs et périphériques pour aborder les notions de protocole



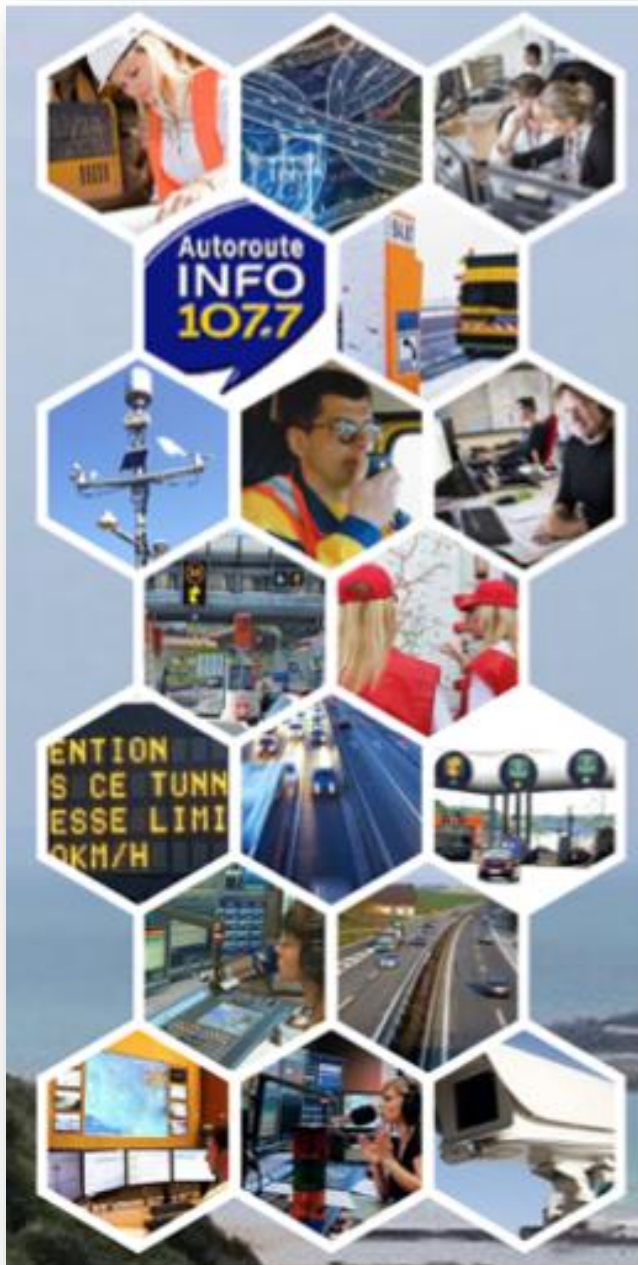
Système didactisé communiquant  
architecturé autour d'un réseau  
hiérarchisé en 3 couches

- ❑ Réseau de terrain (MODBUS)
- ❑ Réseau ETHERNET
- ❑ Réseau INTERNET



## RESEAU AUTOROUTE INTERACTIVE

## De quoi s'agit-il ?



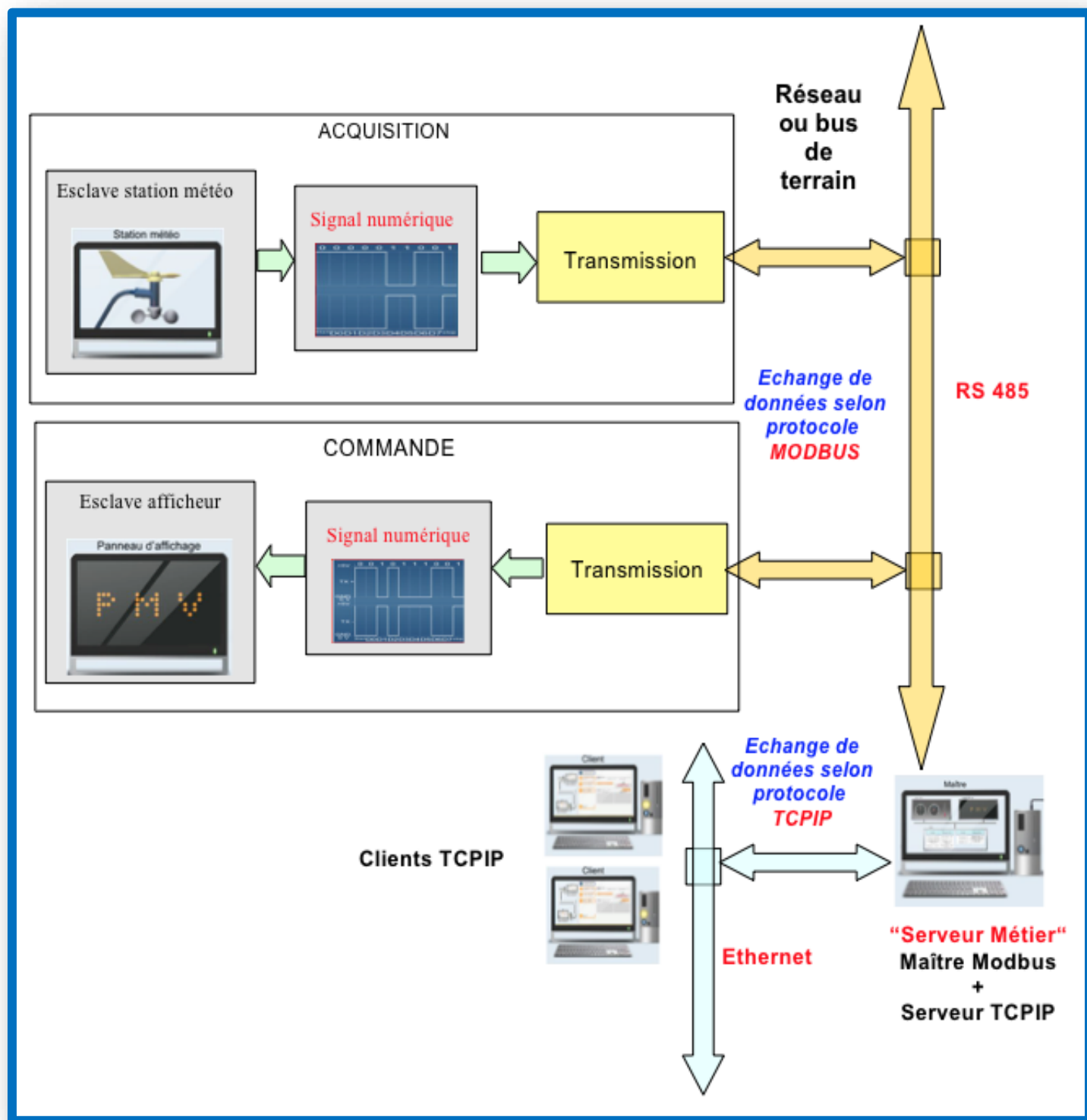
Le concessionnaire d'autoroute **AGORA** a mis en place une infrastructure matérielle et de communication pour :

- Assurer aux automobilistes des conditions de voyages en parfaite sécurité,
- Permettre aux exploitants de chaque concession la possibilité de gérer en permanence la densité du trafic afin d'éviter l'apparition des perturbations, ou d'en atténuer les effets,
- Permettre au personnel de surveillance la possibilité de gérer les événements, interventions prévisibles, service hivernal et interventions d'urgence.

L'environnement matériel comprend les dispositifs nécessaires à la sécurité, les capteurs permettant d'acquérir les données et des conditions de circulation, ainsi que les éléments effectuant le traitement et la transmission des informations.

# RESEAU AUTOROUTE INTERACTIVE

Structure du réseau  
TCP/IP-MODBUS du système  
didactique





**RESEAU AUTOROUTE INTERACTIVE**
**Fourniture matérielle**
*( les ordinateurs peuvent être fournis en option )*
**Connexions point à point RS232**


Il est requis pour un fonctionnement minimal 2 ordinateurs (2\*2 élèves).

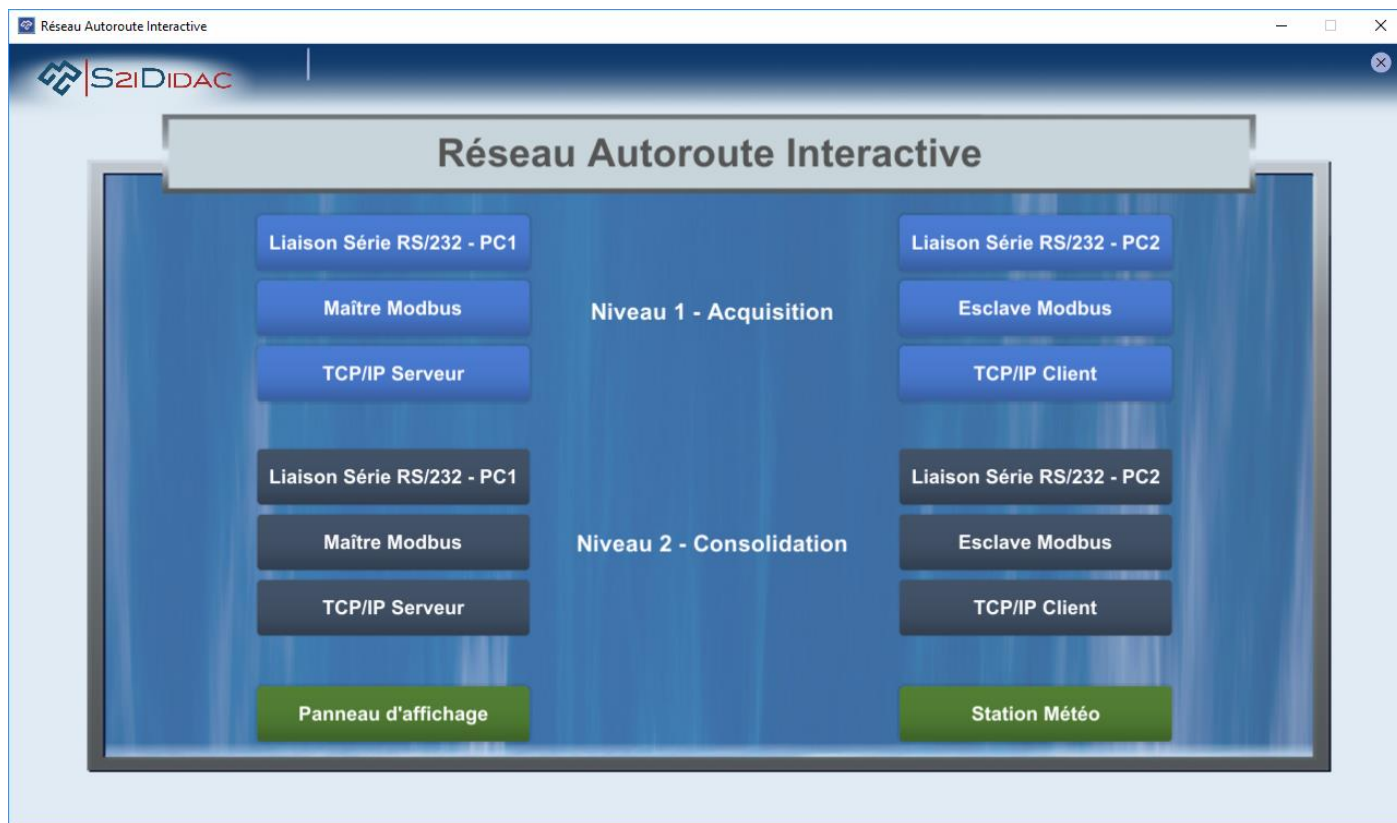
Dans l'idéal 3 ordinateurs permettent une plus grande exploitation pédagogique (3\*2 élèves).

**Connexions Modbus RS485**

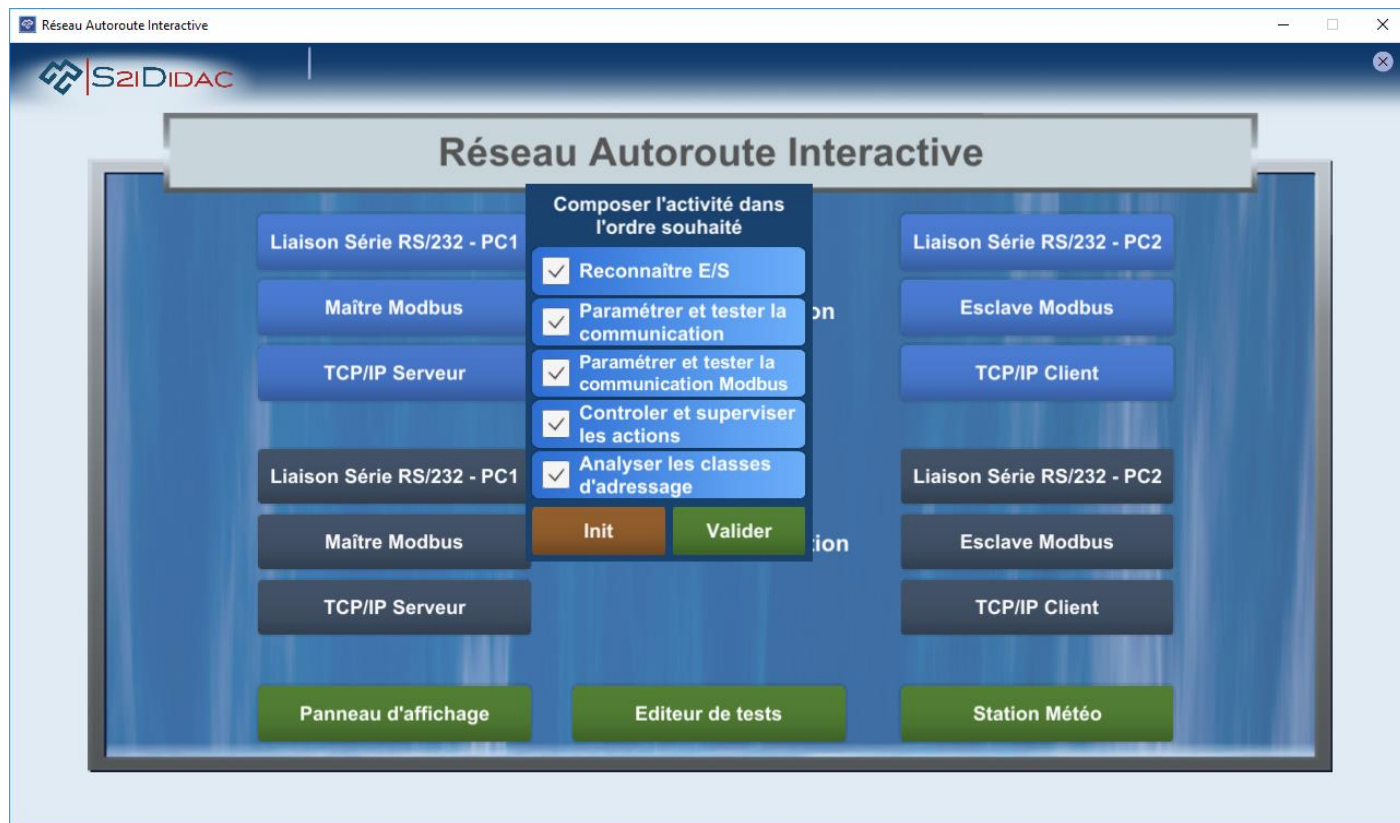

3\* Convertisseurs USB/RS485 montés dans un boîtier et points de mesure


**Connexions TCP/IP RJ 45**


Le logiciel fourni est structuré en modules configurables



Chaque module est configurable. Il est possible de ne sélectionner que les onglets souhaités.



## RESEAU AUTOROUTE INTERACTIVE

Exemple de mise en situation  
 Maître Modbus et Esclaves virtuels  
 Station Météo et Panneau d'affichage



Esclave Station Météo virtuelle



Maître Modbus



Esclave Panneau d'affichage virtuel



**RESEAU AUTOROUTE INTERACTIVE**
**Exploitation pédagogique**
**Activités proposées avec corrigés pour valider les capacités et compétences référencées dans le programme officiel**

Capacités	Niveau acquisition (classe de première)		Niveau Consolidation (classe de Terminale)	
	Compétences développées	Connaissances associées	Compétences développées	Connaissances associées
Analyser	<b>Analyser</b> le besoin, l'organisation matérielle et fonctionnelle d'un produit par une démarche d'ingénierie système  <b>TP-SI-1-1</b>	<b>Langage SysML:</b> Diagrammes fonctionnels, définition des exigences et des critères associés, cas d'utilisations, analyse structurelle.  <i>Dossier technique et ressources</i>	<b>Analyser et caractériser</b> les échanges d'information d'un système avec un réseau de communication  <b>TP SI-2-1</b>	<b>Architecture des réseaux de communication</b>  <i>Analyser trames Modbus</i> <i>Analyser protocole Modbus</i> <i>Elaborer trames de commande Modbus</i> <i>Modèle en couches OSI et Modbus</i>  <i>Modules logiciels à sélectionner :</i> <i>Maître Modbus Niveau 2 consolidation:</i> <i>Modules Câbler, Paramétrer et tester la transmission Modbus, Comprendre protocole Modbus, Analyser les trames de commande, Elaborer trame de commande Modbus</i>
	<b>Analyser</b> les principaux protocoles pour un réseau de communication et les supports matériels  <b>TP-SI-1-2</b>	<b>Protocoles: trames, encapsulation, Support filaire:</b>  <i>Liaison série point à point RS232.</i> <i>Modules logiciels à sélectionner</i> <i>Liaison série RS/232 Niveau 1 Acquisition</i> <i>Modules logiciels à sélectionner :</i> <i>Reconnaître E/S, Paramétrer et tester la connexion série RS232</i> <i>Bus de terrain RS485 protocole Modbus</i> <i>Modules logiciels à sélectionner</i> <i>Câbler le réseau, Paramétrer la transmission Modbus, Tester le réseau, Comprendre le protocole</i> <i>Réseau Ethernet, Client/serveur TCPIP.</i> <i>Encapsulation des données: Trames série, Modbus.</i> <i>Modules logiciels à sélectionner</i> <i>Reconnaître E/S, Paramétrer et tester la communication, Paramétrer et tester RS485/Modbus, Contrôler et Superviser les actions</i> <i>Analyser accès protocole supervision passive par jeton (1 ou 2 clients)</i>	<b>Analyser et caractériser</b> les échanges d'informations d'un système avec un réseau de communication  <b>TP-SI-2-2</b>	<b>Architecture Client/serveur Débit/vitesse de transmission</b>  <i>Supervision réseau RS 485 Modbus par Réseau Ethernet TCPIP.</i> <i>Paramétrer des machines Maître et esclaves</i> <i>Serveur et Clients</i> <i>Test de communication</i> <i>Analyse captures trames Ethernet avec Wireshark</i> <i>Flux d'information: quantité de données et vitesse de transmission lors des cycles</i> <i>Client/serveur et Maître/esclaves</i> <i>Modèle en couche OSI et TCPIP</i>  <i>Modules logiciels à sélectionner :</i> <i>TCIP Serveur Niveau 2 Consolidation:</i> <i>Paramétrer et tester la communication TCPIP</i> <i>Paramétrer et tester la communication Modbus</i> <i>Contrôler et superviser les actions</i>
	<b>Caractériser</b> les échanges d'informations  <b>TP-SI-1-3</b>	<b>Natures et caractéristiques</b> des signaux, des données, des supports de communication Protocole, trame, débit utile:  <i>Liaison Point à Point RS232</i> <i>Bus de terrain RS 485</i> <i>Encodage ASCII, Tables ISO 8859-1 et 8859-15 Unicode</i> <i>Trames Modbus, Simulation et calculs débit</i> <i>Modules logiciels à sélectionner :</i> <i>Liaison série RS/232, Etudier les paramètres</i> <i>Paramétrer et tester la connexion série RS232</i>	<div style="background-color: yellow; padding: 10px; transform: rotate(-5deg); border: 1px solid black;"> <b>Texte en noir: connaissance associée (issue du programme officiel)</b>  <b>Texte en bordeaux: précision sur la connaissance associée</b>  <b>Texte en bleu: Module logiciel à lancer</b> </div>	
Modéliser et résoudre				
Expérimenter et Simuler	<b>Relever les grandeurs caractéristiques d'un protocole de communication</b>  <b>TP-SI-1-4</b>	<b>Caractéristiques</b> des signaux Protocole, trame débit maximal, débit utile  <i>Relever à l'oscilloscope, analyser et interpréter les signaux et données sur les bus de terrain RS232 et RS485</i> <i>Modules logiciels à sélectionner :</i> <i>Paramétrer et tester la connexion série RS232</i> <i>Paramétrer et tester la communication Modbus</i>	<b>Mettre en œuvre</b> une communication entre objets dits intelligents  <b>TP-SI-2-3</b>	<b>Paramètres de configuration d'un réseau</b>  <i>Paramétrer réseau RS485 Modbus</i> <i>Paramétrer réseau supervision TCPIP</i> <i>Outils de paramétrage et test TCPIP</i> <i>Adressage, Masques de sous réseau</i> <i>Simulation routage</i>  <i>Modules logiciels à sélectionner :</i> <i>Module client-serveur Niveau 2-Consolidation:</i> <i>Paramétrer et tester la communication TCPIP</i> <i>Paramétrer et tester la communication Modbus</i> <i>Contrôler et superviser les actions</i> <i>Comprendre les masques réseaux</i> <i>Analyser les masques réseaux</i>

**RESEAU AUTOROUTE INTERACTIVE**
**Exploitation pédagogique**
**Descriptif des activités proposées en Première**

PREMIÈRE		
Première TP-SI-1-1	INNOVER- ANALYSER – MODÉLISER ET RÉSOUDRE- EXPÉRIMENTER ET SIMULER –COMMUNIQUER	Équipe d'élèves en ilot
Problématique	Informers les usagers de l'autoroute des évènements et de leurs conditions de circulation par affichage automatique de messages sur des PMV autoroutiers supervisés depuis poste de commande.	
<ul style="list-style-type: none"><li>A partir de la modélisation SysML du système noté dans le dossier technique:<ul style="list-style-type: none"><li>Analyser le besoin, l'organisation matérielle et fonctionnelle du système.</li><li>Compléter un diagramme de cas d'utilisation "Informers l'utilisateur par diffusion de messages météorologiques sur PMV".</li><li>Compléter un diagramme de cas d'utilisation "informer accident"</li><li>Compléter un diagramme de séquences relatif à un scénario accident</li></ul></li></ul>		
Première TP-SI-1-2	INNOVER- ANALYSER – MODÉLISER ET RÉSOUDRE- EXPÉRIMENTER ET SIMULER –COMMUNIQUER	Équipe d'élèves en ilot
Problématique	Acquérir, traiter les données d'une station météorologique et afficher les messages adaptés sur un PMV. La station et le PMV communiquent par un réseau de terrain et protocole Modbus. La supervision du PMV se fait depuis un poste d'un réseau Ethernet.	
<ul style="list-style-type: none"><li>A partir du logiciel et matériel fourni, effectuer le déroulement étape par étape pour:<ul style="list-style-type: none"><li>Identifier matériel à mettre en œuvre pour RS 232 et RS 485</li><li>Câbler la liaison point à point RS232,, le réseau Ethernet (1 câble)</li><li>Paramétrer, tester la communication entre Emetteur/Récepteur en point à point RS232 par échange de messages</li><li>Analyser le protocole et encapsulation des données.</li><li>Câbler le réseau de terrain RS485 en mode multipoint avec les convertisseurs de jonction USB/485</li><li>Paramétrer, tester la communication entre le maître et les esclaves en RS485 Modbus</li><li>Analyser et tester le fonctionnement du cycle: "Acquérir, traiter, Communiquer" du réseau de terrain maitre/Esclave,</li><li>Analyser le protocole Modbus</li><li>Analyser l'encapsulation des trames Modbus.</li><li>Identifier matériel à mettre en œuvre pour réseau Ethernet</li><li>Câbler le réseau Ethernet</li><li>Paramétrer, tester la communication entre le client et le serveur TCPIP</li><li>Analyser la supervision passive du système par Ethernet</li></ul></li></ul>		
Première TP-SI-1-3	INNOVER- ANALYSER – MODÉLISER ET RÉSOUDRE- EXPÉRIMENTER ET SIMULER –COMMUNIQUER	Équipe d'élèves en ilot
Problématique	Modéliser les signaux et trames échangées, justifier le choix de l'encodage des données pour afficher toutes les données	
<ul style="list-style-type: none"><li>A partir du logiciel et matériel fourni, effectuer le déroulement étape par étape pour:<ul style="list-style-type: none"><li>Etablir la connexion des 2 machines en mode point à point avec un câble Null Modem</li><li>Echanger des messages en mode 7 bits, noter et expliquer les incohérences des résultats pour caractères &gt;127</li><li>Analyser et justifier le choix des tables d'encodage Tables ISO 8859-1 et 8859-15</li><li>Mettre en place le réseau de terrain en mode multipoints avec les convertisseurs de jonction USB/485 et les interfaces associées.</li><li>Paramétrer et tester la communication du réseau (protocole Modbus) entre le maître et les esclaves station météorologique et PMV</li><li>Relever les trames caractéristiques d'un cycle Q/R d'un affichage sur le PMV et calculer les débits mini et maxi</li><li>Evaluer le débit utile pour le système et conclure sur la validité du comportement temporel du système.</li></ul></li></ul>		
Première TP-SI-1-4	INNOVER- ANALYSER – MODÉLISER ET RÉSOUDRE- EXPÉRIMENTER ET SIMULER –COMMUNIQUER	Équipe d'élèves en ilot
Problématique	Calculer et optimiser les temps de transmission des informations d'affichage sur PMV	
<ul style="list-style-type: none"><li>A partir du logiciel et matériel fourni, effectuer le déroulement étape par étape pour:<ul style="list-style-type: none"><li>Simuler différents paramétrages de la transmission et expliquer incohérence transmission caractère ASCII (7 ou 8 bits)</li><li>Calculer et optimiser le temps de transmission de données en fonction de l'exigence de l'affichage</li><li>Etablir la communication entre 2 PC en mode point à point par câble série RS232</li><li>Mettre en œuvre le poste de mesure des signaux électriques de la transmission</li><li>Relever les grandeurs caractéristiques d'une trame, identifier, interpréter, valider et imprimer le résultat</li><li>Calculer et vérifier le temps d'un cycle complet pour Acquérir, Traiter, Communiquer</li><li>Etablir une fiche de formalisation en complétant le chronogramme imprimé par les légendes et les interprétations nécessaires à la validation des trames transmises.</li></ul></li></ul>		

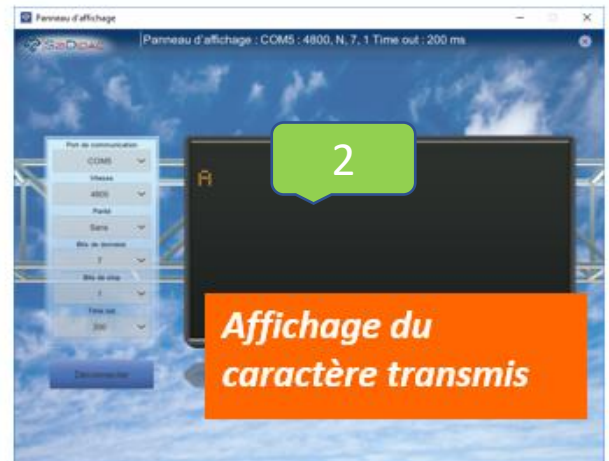
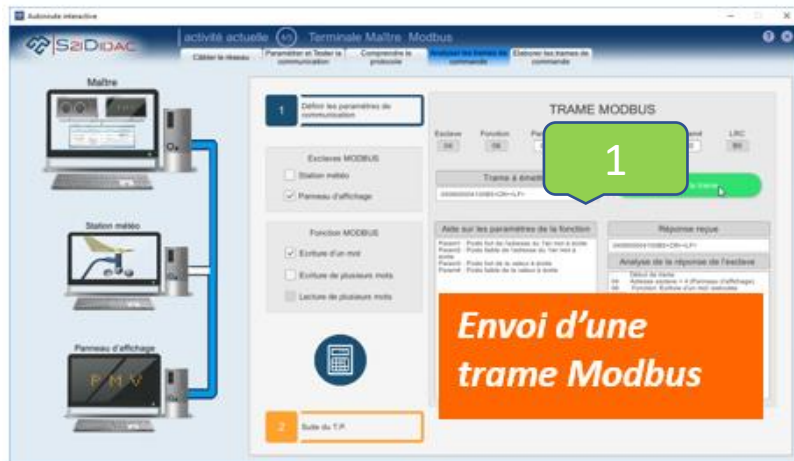


**RESEAU AUTOROUTE INTERACTIVE**
**Exploitation pédagogique**
**Descriptif des activités proposées en Terminale**

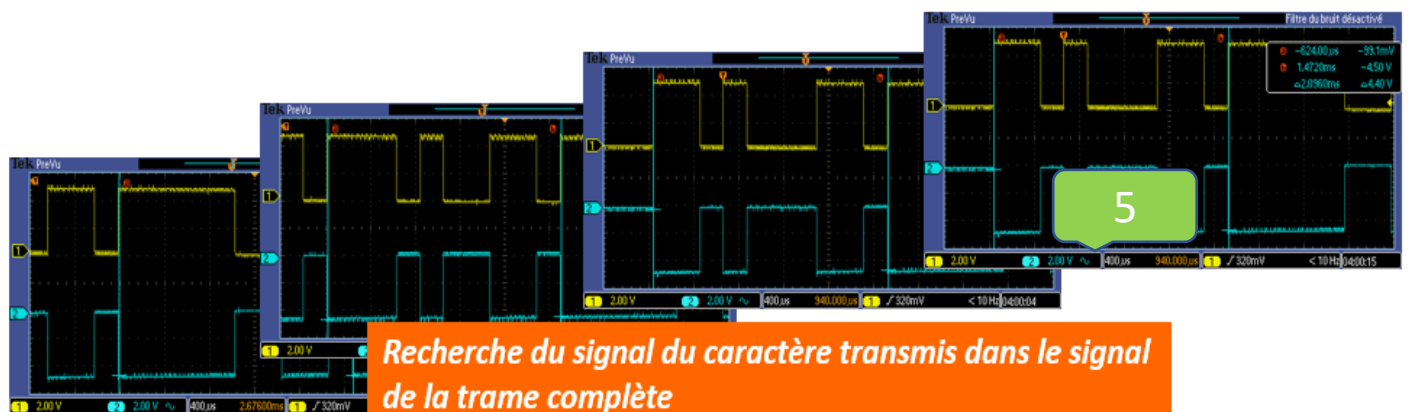
TERMINALE		
Terminale TP-SI-2-1	Innover- Analyser – Modéliser Et Résoudre- Expérimenter Et Simuler -Communiquer	Equipe d'élèves en ilot
Problématique	Analyser et valider les trames de commandes Modbus pour afficher automatiquement un message sur PMV autoroutier	
<p>• A partir du logiciel et matériel fourni, effectuer le déroulement étape par étape pour:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Câbler le réseau de terrain RS 485 avec les câbles et le boîtier de convertisseurs USB/485 fournis</li><li>• Paramétrer et tester la transmission sur le réseau</li><li>• Analyser les échanges d'information entre le maître et les esclaves selon le protocole Modbus</li><li>• Caractériser les trames de commandes Modbus enregistrées lors d'un cycle Q/R</li><li>• Elaborer les trames de commande de lecture des données météo</li><li>• Elaborer une trame pour diffuser un message urgent sur le panneau</li><li>• Compléter le modèle OSI du protocole Modbus</li></ul>		
Terminale TP-SI-2-2	Innover- Analyser – Modéliser Et Résoudre- Expérimenter Et Simuler -Communiquer	Équipe d'élèves en ilot
Problématique	Analyser, expérimenter, valider le protocole de supervision à partir d'un réseau TCPIP d'un PMV piloté selon protocole Modbus	
<p>• A partir du logiciel et matériel fourni, effectuer le déroulement étape par étape pour:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Câbler la plate forme réseau RS485 et Ethernet</li><li>• A l'aide des outils TCPIP proposés, analyser, tester et valider les paramètres IP et la communication Client/Serveur</li><li>• Paramétrer le serveur et 1 client Ethernet, tester la communication</li><li>• Paramétrer et tester la communication sur le réseau de terrain RS485</li><li>• A partir d'un diagramme de séquences, analyser le protocole de supervision passive et active</li><li>• Justifier le rôle de la passerelle</li><li>• Justifier le rôle du jeton (exclusion mutuelle)</li><li>• Capturer et caractériser les trames Ethernet échangées entre le client et le serveur</li><li>• Situer le protocole Client serveur dans le modèle OSI</li></ul>		
Terminale TP-SI-2-3	Innover- Analyser – Modéliser Et Résoudre- Expérimenter Et Simuler -Communiquer	Équipe d'élèves en ilot
Problématique	Paramétrer et mettre en œuvre une communication entre 2 réseaux aux protocoles différents (Modbus et TCPIP)	
<p>• A partir des réseaux de terrain et Ethernet connectés et du logiciel didactique fourni:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Paramétrer le réseau de terrain RS485</li><li>• Paramétrer le serveur et 2 les clients TCPIP du réseau Ethernet</li><li>• Expérimenter supervisions passives et actives avec 2 clients.</li><li>• A l'aide des outils TCPIP, relever et analyser les paramètres IP du serveur et des clients</li><li>• Analyser l'adressage IP, notation CIDR</li><li>• Analyser les masques réseaux, création de sous réseaux, simulation routage.</li></ul>		

**RESEAU AUTOROUTE INTERACTIVE**

**Exemple d'activités d'acquisition et de reconnaissance d'un caractère**



**Acquisition du signal**



## RESEAU AUTOROUTE INTERACTIVE

## PR1 &gt; PROJET 1

Programmer la carte Arduino de la station météo réelle pour remplacer la station météo virtuelle tout en gardant le protocole de communication Modbus Ascii



Logiciel Maître Modbus



Boîtier de connexion avec les convertisseurs RS/485



Logiciel Esclave Modbus "Station météo"

## Station météo: structure et données techniques

Entrée RS485

Carte Arduino

Capteurs

Exigences de programmation du Modbus pour le microcontrôleur pour analyser le message reçu, exécuter les commandes et renvoyer la réponse au maître Modbus





**RESEAU AUTOROUTE INTERACTIVE**
**PR2 > PROJET 2**

Programmer la carte Arduino du panneau d'affichage réel pour remplacer le panneau d'affichage virtuel tout en gardant le protocole de communication Modbus Ascii



Logiciel Maître Modbus



Boîtier de connexion avec les convertisseurs RS/485



Logiciel Esclave Modbus "Panneau d'affichage"

**Station météo: structure et données techniques**

**Entrée RS485**

**Carte Arduino**

**Ecran LCD**

**Exigences de programmation du Modbus pour le microcontrôleur pour analyser le message reçu, exécuter les commandes et renvoyer la réponse au maître Modbus**

