

Simplification de la gestion d'élevage par automatisation du transfert de données entre les équipements et le logiciel de GTTT-GTE

P. LOISEL, S. QUELLEC

*CEMAGREF, Unité de Recherche Technologie des Équipements Agro-alimentaires
17, avenue de Cucillé, CS 64427, 35044 Rennes Cedex*

Simplification de la gestion d'élevage par automatisation du transfert de données entre les équipements et le logiciel de GTTT-GTE.

Actuellement, les différents équipements automatiques présents dans un élevage fonctionnent de manière séparée et autonome. Dans ce projet, une nouvelle notion apparaît : les équipements communicants. En effet toutes les informations nécessaires à une gestion performante de l'élevage sont transmises sur un réseau de terrain (Batibus) depuis les équipements automatiques. Ainsi, les équipements peuvent provenir de sociétés différentes, et malgré leurs conceptions hétérogènes, ils seront adaptés pour être connectés au réseau de terrain ouvert. Le réseau de contrôle du bâtiment Batibus répond aux multiples exigences de l'élevage. Il permet d'abord la simplification de toute l'installation, et réalise également lui-même sa surveillance et signale la défaillance d'un élément, facilitant ainsi sa maintenance.

L'utilisation d'un réseau de terrain permet l'échange d'informations entre équipements de façon automatique, à distance et en temps réel. Comme pour l'entreprise industrielle, l'intégration des équipements dans un bâtiment d'élevage de porcs permet d'améliorer la conduite et les performances de l'élevage.

Simplification of breeding management by the automatic transfer of data between piggery equipment and technical economic management

Currently, the automatic machines used in breeding houses are operated separately and automatically. This project introduces a new concept in which machines communicate. All the data necessary for efficient breeding house management are transmitted over a field network (Batibus) from the piggery equipment. Using this network, recording machines which come from different suppliers, and therefore differ in design, can be adapted to be connected to the network. The network which controls the building (Batibus) is an ideal solution for the varied requirements of farms. Its major advantage is that installation is simplified. It also monitors itself and can indicate if a unit is malfunctioning, which simplifies maintenance requirements.

The use of a field network enables data to be exchanged in real time and automatically between machines by remote control. As has been observed for industrial companies, the use of an integrated system of this type in a piggery improves operations and performance levels.

INTRODUCTION

La multiplication des équipements d'élevage pilotés par des systèmes électroniques ne va pas sans poser quelques problèmes. Contrairement à l'industrie qui a normalisé les composants d'automatisme, aucune règle ne régit le domaine des bâtiments d'élevage (JAHNS et SPECKMANN, 1992). Faire dialoguer deux équipements de provenances différentes nécessite le développement d'interfaces coûteuses et souvent limitées dans leurs performances. Le nombre élevé d'équipements et de fournisseurs, et l'absence de normes conduisent à une grande hétérogénéité.

La production porcine dispose en particulier de nombreux outils automatisés et informatisés (FROST et al, 1997). Il existe d'une part, depuis longtemps dans les bâtiments d'élevage, des équipements automatiques performants qui assurent les fonctions de distribution d'eau et d'aliment et de régulation de chauffage et de ventilation. D'autre part, l'informatique s'est imposée dans la gestion des élevages porcins grâce à la disponibilité de logiciels de GTTT-GTE très complets. Ce sont des outils très élaborés, mais qui nécessitent pour une utilisation optimale, une importante saisie d'informations que l'éleveur n'a pas toujours le temps ni le souci d'accomplir. Ce constat nous a amené à mettre en place un réseau de transmission de données entre les équipements automatiques d'une porcherie et la gestion d'élevage dans le but d'éviter à l'éleveur de saisir des données sur la GTTT-GTE, alors que celles-ci sont déjà présentes sur les équipements.

1. LE RÉSEAU

Les liaisons informatiques, initialement développées pour faire dialoguer des calculateurs puissants, se sont banalisées sur de nombreux systèmes d'automatisme. Aujourd'hui les réseaux voient leurs applications descendre au niveau des capteurs et actionneurs. De nombreux systèmes de contrôle et de sécurité en sont déjà équipés. Les causes de cette évolution sont évidentes. La première est la multiplication considérable de la capacité de communication des systèmes, apportée par l'utilisation d'un véritable réseau. Le même capteur peut transmettre sur un seul câble des informations plus nombreuses et plus précises. La seconde est la réduction sensible des coûts engendrée par les progrès de l'électronique numérique, permettant aux équipements les plus simples d'accéder à ces performances.

Les équipements des bâtiments d'élevage ont des exigences très spécifiques. Il faut d'abord pouvoir relier un grand nombre de capteurs et actionneurs dispersés géographiquement. Il faut ensuite prendre en compte la grande diversité des applications à traiter qui implique de véhiculer des informations de toutes natures : ordre simple de marche ou d'arrêt, consigne, numéro d'identification d'un animal, ... Si le nombre d'informations à traiter est élevé, les exigences de vitesse sont modérées par rapport à un process industriel ou à l'informatique. Des temps de réaction de quelques dixièmes de seconde sont suffisants pour assurer la régulation du chauffage ou signaler une alarme. Avant tout, l'intro-

duction d'un réseau de transmission de données dans un bâtiment d'élevage ne doit pas se faire au détriment de la fiabilité : les équipements doivent rester autonomes de façon à ce qu'une panne du réseau ne perturbe pas le fonctionnement du bâtiment.

1.1. Caractéristiques du réseau choisi

Le réseau Batibus, choisi pour faire communiquer les équipements d'une porcherie, est un réseau de terrain de contrôle du bâtiment, conçu en 1989 par la société MERLIN GERIN pour la gestion technique du bâtiment. Malgré ses performances modestes, il est parfaitement adapté aux bâtiments d'élevage grâce à sa simplicité d'installation et d'utilisation.

1.1.1. Installation

Un seul câble remplace tous les fils reliant chacun des capteurs et actionneurs. Le support physique utilisé pour Batibus est une simple paire torsadée blindée ou non, en fonction du type d'environnement électromagnétique (milieu propre ou parasite). Batibus acceptant toutes les topologies, le câblage peut être effectué en arborescence pour atteindre tous les points (équipements) d'un bâtiment. La longueur totale déployée du réseau ne doit pas dépasser 2500 m, et la distance entre l'alimentation et le dernier point servi doit être inférieure à 500 m.

1.1.2. Téléalimentation

Toujours dans le but de simplifier l'installation, certains points Batibus tirent leur alimentation du réseau lui même. Il est ainsi possible de câbler un équipement avec seulement les deux fils Batibus, sans lui amener le secteur. La mise en oeuvre des capteurs peut se limiter au raccordement de deux fils en très basse tension de sécurité. Le nombre de points téléalimentés est limité à 75, alors que 1000 points peuvent être alimentés localement.

1.1.3. Protocole

Batibus a une capacité d'échange de 20 messages par seconde. Avec une charge typique inférieure à 30%, 99% des messages sont transmis en moins d'une seconde. Chaque point reste à l'écoute du support et détecte les éventuels risques (collisions) à sa propre initiative (protocole CSMA). Les informations, de type "tout ou rien" ou numérique, sont transmises sur 1 à 25 octets, à un débit de 4800 bits/s. La sûreté de transmission est assurée par un contrôle de validité de la trame, un acquittement sur demande et un autodiagnostic des différents points reliés au réseau Batibus.

1.1.4. Adressage

Batibus donne la possibilité de réaliser le précâblage du bâtiment et d'obtenir ainsi sa flexibilité. Une modification du fonctionnement de l'installation ne demande qu'un simple changement d'adressage sans intervention sur le câblage. Il faut par conséquent un adressage souple, et néanmoins facile à mettre en oeuvre : n'oublions pas que l'installateur peut

être un électricien, mais ne doit pas être obligatoirement un spécialiste en réseau. Pour Batibus un point connecté sur le réseau est défini par :

- Son type (régulation, sonde de température, ...).
- Son adresse (numéro compris entre 0 et 239, codé en base 16 et affecté au point par différents moyens : roues codeuses, microswitch, chargement en mémoire, ...).

Pour envoyer un message à un point donné, il faut que ce message comporte comme destinataire, le type et l'adresse propres au point considéré. Il suffit de donner à un point de type "sonde de température" la même adresse qu'à un point de type "régulation", pour que ceux-ci soient mis en communication. Cette méthode d'adressage est donc extrêmement facile à mettre en oeuvre. C'est la base de l'adressage Batibus, appelée adressage direct. D'autres possibilités l'enrichissent qui permettent à un point de parler à un groupe de points avec un seul message:

- l'adressage par famille, qui permet d'atteindre tous les points dont l'adresse commence par le même numéro.
- l'adressage général à un type donné, utilisé pour adresser tous les points d'un même type, quels que soient leurs adresses.
- l'adressage tout type pour une adresse donnée, intéressant si on a pris soin de distribuer les adresses pour constituer des zones.
- l'adressage en diffusion générale, où tous les points reçoivent le message.

Réaliser une nouvelle fonction se limite à ajouter un élément sur le câble existant. Le système réalise lui-même sa surveillance et signale la défaillance d'un équipement, facilitant ainsi sa maintenance. En outre, chacun conservant son autonomie, le fonctionnement de base de l'installation est toujours sauvegardé.

1.2. Le bâtiment

Le réseau a été installé dans un bâtiment de 550 m² (figure 1), situé au Centre d'exposition et d'expérimentation de Guernévez à Saint Goazec (Finistère). Il s'agit d'une porcherie de naissance de 42 truies, composée de :

- une salle verraterie-gestantes sur caillebotis intégral, où les truies sont élevées en groupe et alimentées par des DAC,
- deux salles de maternité de 7 cases chacune,
- trois salles de post sevrage sur caillebotis intégral,
- un local technique abritant une partie des équipements,
- un bureau pour le matériel informatique.

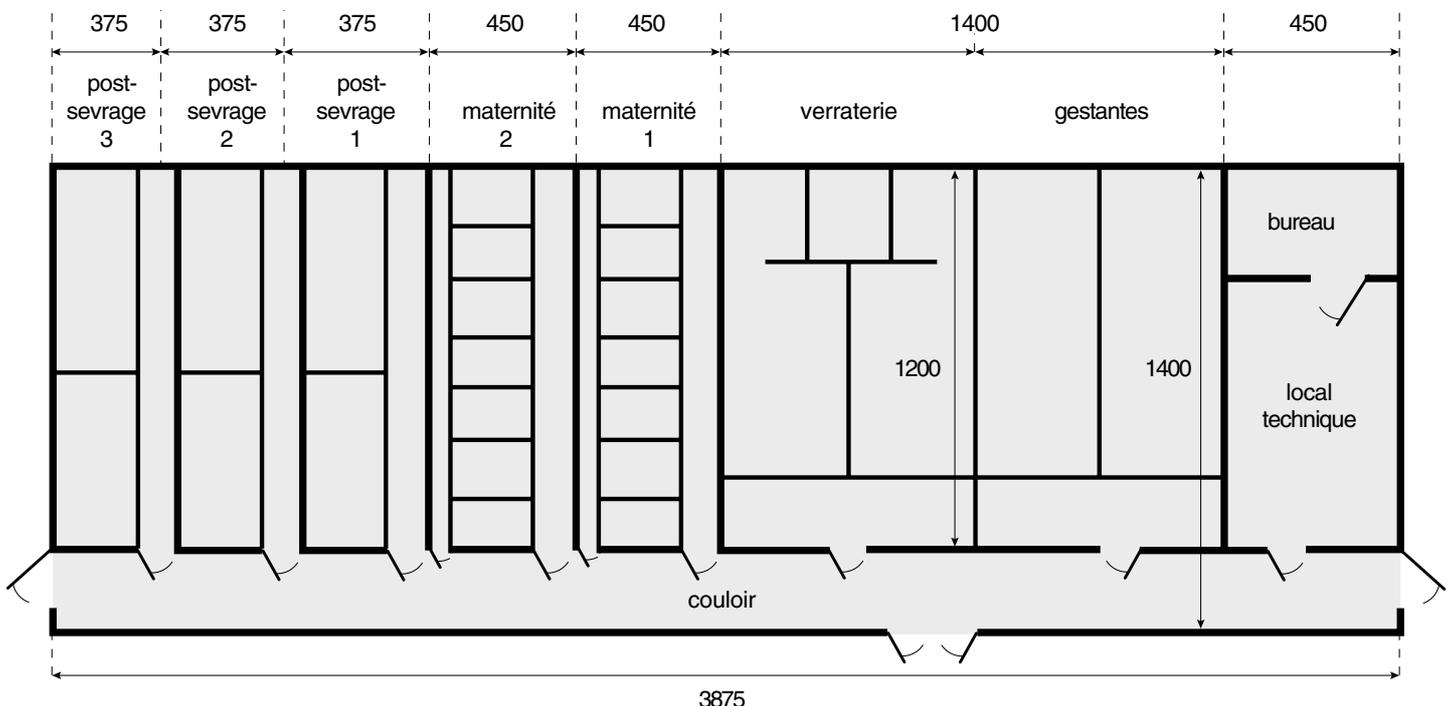
2. LES ÉQUIPEMENTS

Actuellement, les équipements automatiques des bâtiments d'élevage assurent les quatre fonctions principales suivantes :

- la distribution d'eau et d'aliment,
- la régulation du chauffage et de la ventilation,
- la pesée des animaux,
- l'identification des animaux.

L'identification automatique des animaux par boucle d'oreille électronique est l'élément moteur du bâtiment (GOEDSEELS et al, 1992). Elle est bien sûr utilisée pour les DAC de la salle verraterie-gestantes, mais aussi pour identifier les truies à chaque déplacement. A cet effet, une antenne d'identification est placée au-dessus de l'auge de chaque case de maternité : la date et le numéro de la case d'une truie arrivant en maternité est par conséquent automatiquement enregistrée. La bascule est également équipée d'une antenne de manière à éviter d'avoir à noter le numéro et le poids de chaque truie lors des pesées : ceux-ci sont directement enregistrés grâce à la connexion des équipements au

Figure 1 - Plan du bâtiment



réseau. Le bâtiment est également équipé pour l'identification des porcelets dans les maternités, dans les salles de post sevrage, dans la bascule et à la sortie du bâtiment.

Les équipements utilisés aujourd'hui font intervenir un grand nombre de constructeurs et de produits spécialisés. Chacun de ces systèmes a une installation, un dialogue, un fonctionnement qui lui sont propres. Ils sont donc, dans la plupart des cas, incompatibles entre eux pour échanger des informations. Cela se traduit par :

- la multiplication des besoins d'études et de formation.
- les nombreuses difficultés qui interviennent dès que l'on souhaite faire évoluer l'installation.
- l'importance du câblage.
- la prolifération des interfaces nécessaires entre tous ces systèmes lorsque l'on souhaite les faire dialoguer.

Le fait de choisir un réseau de terrain permet de fixer un standard de communication pour les équipements. Ainsi tous les équipements de marques différentes pourront travailler ensemble, et l'interconnexion des appareils en provenance de différents constructeurs sera possible. Les informations émises par un des équipements seront interprétables et compréhensibles par tous les appareils connectés au réseau de terrain.

2.1. Les fabricants d'équipements

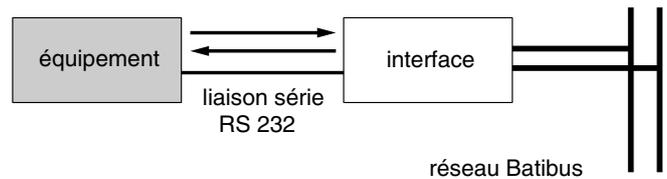
L'intérêt de disposer d'un réseau est d'autant plus grand que l'on trouve un large choix d'équipements à y raccorder. C'est pourquoi plusieurs fabricants d'équipements d'élevage (tableau 1) ont collaboré à ce projet en acceptant d'adapter leurs matériels pour les faire communiquer par le réseau.

2.2. L'interface équipement réseau

Les équipements qui doivent transmettre ou recevoir des données par le réseau sont des équipements automatiques, sophistiqués (ils sont tous à base de microprocesseur). Tous ces équipements disposent d'une liaison série permettant de communiquer avec d'autres équipements, mais uniquement du même constructeur. Afin de limiter les modifications sur

chaque équipement, le Cemagref a développé une interface électronique entre le réseau et la liaison de chaque équipement (GOEDSEELS et al, 1990). Un mode de communication "standard" a été défini conjointement avec les partenaires industriels du projet. Il s'agit d'une transmission série asynchrone RS 232, déjà disponible sur certains équipements, ou facilement transposable à la liaison de l'équipement. La connexion entre chaque équipement et le réseau respecte le schéma de la figure 2.

Figure 2 - Liaison équipement réseau



2.3. Caractéristiques de l'interface

- microcontrôleur : INTEL 80C31, 1 MHz
- mémoire : EPROM 16 ou 32 Ko, RAM 8 Ko avec horloge
- sécurité : circuit superviseur de tension et chien de garde
- communication :
 - 1 liaison Batibus traitant des trames de 25 octets de données
 - 1 liaison série asynchrone RS 232 paramétrable de 50 à 19200 baud
- entrées / sorties TOR : 8, extension à 24
- alimentation : 230V AC
- consommation : 750 mW
- dimensions du circuit imprimé : 100 x 220 mm
- dimensions du boîtier : 90 x 160 x 240 mm

L'interface aux caractéristiques ci-dessus n'a pas été optimisée, notamment en taille et en coût de fabrication. Une étude de faisabilité a montré qu'il est possible de la simplifier considérablement de façon à pouvoir l'intégrer à l'intérieur des équipements et de réduire son coût à quelques dizaines

Tableau 1 - Répartition des fabricants par type d'équipement et par salle

Type d'équipement	Verraterie-gestantes	Maternité 1	Maternité 2	Post-sevrage 1	Post-sevrage 2	Post-sevrage 3
Distribution d'eau et d'aliment	ALFA LAVAL AGRI	ACEMO ASSERVA		ROXELL		
Pesée des animaux	ACEMO				TUFFIGO	
Régulation de chauffage et de ventilation	SODALEC	ECOREL	SODALEC	ECOREL	ANAVELEC	TUFFIGO
Identification automatique	SEDIA					

Tableau 2 - Liste des messages par type d'équipement

Type d'équipement	Messages émis	Messages reçus
Distribution d'eau et d'aliment	- quantité d'aliment distribuée par case ou par salle - mode de fonctionnement	- ordre de démarrage
Pesée des animaux	- poids individuel ou par groupe - mode de fonctionnement	- numéro de travail
Régulation de chauffage et de ventilation	- température ambiante de la salle réglée - température extérieure - mode de fonctionnement	- température extérieure
Identification	- numéro d'identification	

de francs. En outre, Batibus n'étant pas lié à un composant spécifique, les fabricants ont la possibilité d'inclure directement le protocole dans leurs équipements sans modifications matérielles, mais uniquement logicielles.

2.4. Les messages

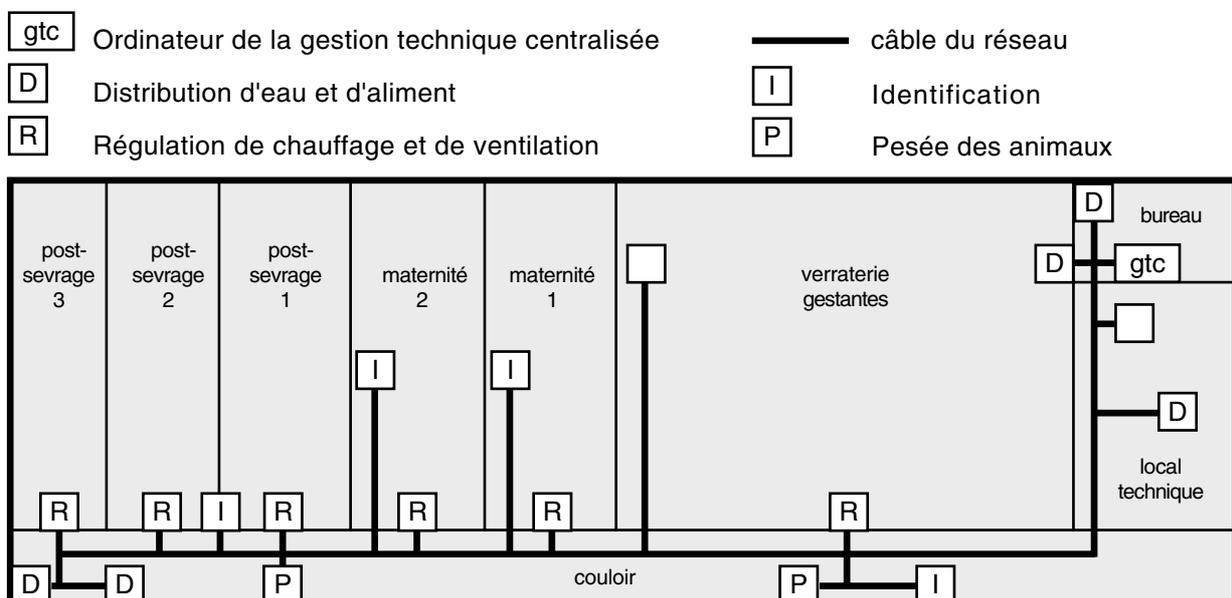
La liste des données disponibles sur chaque équipement a été établie grâce à la collaboration des fabricants. Les informations les plus importantes, c'est-à-dire nécessaires à la gestion centralisée du bâtiment, ont été retenues en vue de définir les messages devant être émis ou reçus par chaque type d'équipement (tableau 2). Un équipement spécifique a été conçu pour récolter les données utiles à la GTTT-GTE, et qu'aucun équipement ne peut fournir automatiquement (par exemple : nombre de porcelets à la mise bas). Il s'agit d'un terminal de saisie portable que l'éleveur peut utiliser à tout moment et en tout lieu, et dont il doit vider les données en le connectant au réseau.

3. LA GESTION TECHNIQUE CENTRALISÉE

3.1. Principe

Un dictionnaire de données a été rédigé par le Cemagref et deux sociétés d'informatique agricole (EDIVIAL et ISAGRI) dans le but de définir les informations devant être transmises au logiciel de GTTT-GTE. Habituellement, ce logiciel traite des informations que l'éleveur doit saisir manuellement au clavier du PC. Ici, le logiciel de GTTT-GTE a été modifié afin d'accepter des données sous forme de fichiers (KILPATRICK et WALKER, 1990). La plupart des informations traitées par la GTTT-GTE sont donc issues directement et automatiquement des équipements du bâtiment, via le réseau et le programme de gestion technique centralisée (GTC) écrit par le Cemagref. La gestion du bâtiment repose donc sur deux logiciels:

- le logiciel de GTC, qui gère les messages transmis sur le réseau (figure 3),

Figure 3 - Plan du réseau

- un logiciel GTTT-GTE, qui gère les résultats de l'élevage en matière de productivité des truies et des aliments, et de performances de croissance des porcelets en post-sevrage.

3.2. Fonctions de la gestion technique centralisée

La connexion de l'ensemble des équipements à un réseau permet l'échange de données communes entre équipements intelligents et la centralisation des informations sur un seul ordinateur. La GTC installée sur cet ordinateur peut stocker et traiter simultanément un grand nombre de données, ce qui constitue une véritable supervision en temps réel du bâtiment, assurant 4 fonctions principales :

3.2.1. La surveillance des équipements

La GTC avertit par un signal sonore et visuel quand un défaut de fonctionnement ou de communication apparaît.

3.2.2. L'enregistrement des messages émis par les équipements

Tous les messages transmis sur le réseau, sont enregistrés de façon à disposer d'un historique complet des événements du bâtiment. Le stockage des températures permet notamment de visualiser l'évolution de la température de chaque salle, facilitant ainsi la détection rapide de problèmes de maîtrise d'ambiance, susceptibles de nuire aux performances de l'élevage.

3.2.3. La génération des fichiers événements

Le logiciel de gestion centralisée transmet chaque jour les données utiles au logiciel de GTTT-GTE, sous forme de fichiers contenant les informations relatives aux événements suivants :

- sevrage
- mise bas
- mutation (changement de salle d'un ou plusieurs porcelets)
- perte (mort d'un ou plusieurs porcelets)
- départ (sortie d'un ou plusieurs porcelets de l'élevage)
- mort (mort d'une truie)
- achat lot (entrée d'un ou plusieurs porcelets dans l'élevage)
- consommation aliment (quantité d'aliment distribuée par case ou par salle)

Chaque événement est décrit par un ensemble de données

dont la liste et le format ont été définis en collaboration avec les deux sociétés d'informatique.

3.2.4. L'affichage d'informations en temps réel

L'écran du micro-ordinateur sur lequel est installé la GTC, représente le plan du bâtiment avec les informations utiles à l'éleveur affichées en temps réel :

- la date et l'heure,
- la température ambiante de chaque salle,
- la température extérieure,
- le stock d'aliment dans chaque silo,
- les numéros de travail des truies présentes en maternité,
- le nombre de porcelets dans chaque salle de post sevrage,
- les numéros des lots présents en gestantes,
- les numéros des vannes de la distribution d'eau et d'aliment en maternité,
- l'état de fonctionnement des équipements.

CONCLUSION

Le transfert automatique de données entre équipements et logiciels de GTTT-GTE a été testé avec succès pendant 3 ans dans une porcherie. La GTC conçue par le Cemagref assure la supervision de l'ensemble du bâtiment à partir d'un seul endroit, quel que soit le nombre et la marque des équipements connectés au réseau. Le système "équipements + réseau + GTC + GTTT-GTE" forme une chaîne de traitement de l'information au service de l'éleveur, lui évitant des saisies de données nombreuses, longues et sources d'erreurs.

Le réseau permet également le transfert d'informations entre équipements. Cette possibilité est utilisée pour synchroniser le démarrage de plusieurs équipements (par exemple la distribution d'eau et la distribution d'aliment dans les maternités) ou pour partager une donnée utile à plusieurs équipements (par exemple la température extérieure, qui est mesurée par un seul régulateur de ventilation, est transmise aux autres régulateurs). Le réseau ne sert donc pas uniquement à centraliser l'information, mais aussi à optimiser le fonctionnement des équipements. La modulation des rations d'aliment en fonction des poids mesurés par une bascule ou en fonction de la température ambiante (LOKHORST, 1993), serait alors facile à mettre en place dans un bâtiment, même avec des équipements de marques différentes.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- FROST A.R., SCHOFIELD C.P., BEAULAH S.A., MOTTRAM, T.T., LINES J.A., WATHES C.M., 1997. Computers and Electronics in Agriculture, 17, 139-159.
- GOEDSEELS V., TRUYEN B., WOUTERS P., PARDUYNS G., GOOSSENS K., GEERS R., 1990. International Conference on Agricultural Engineering AgEng 90, 72-73.
- GOEDSEELS V., GEERS R., TRUYEN B., WOUTERS P., GOOSSENS K., et al., 1992. Journal of Agricultural Engineering Research, 52, 25-33.
- JAHNS G., SPECKMANN H., 1992. International Conference on Agricultural Engineering AgEng 92, 9206 106, 1-12.
- KILPATRICK D.J., WALKER N., 1990. Computers and Electronics in Agriculture, 4, 255-267.
- LOKHORST C., 1993. In Proceedings XXV CIOSTA CIGR V Congress, 55-61.