

## L'AUTOMATISATION DE CENTRALES HYDROELECTRIQUES

**INSTALLATION :**                    **Aménagement Cleuson-Dixence  
Usine de Bieudron**



***Maître d'oeuvre***                    :            **eos**  
***Conception, études et réalisation***            :            **Cleuson-Dixence**  
***Mise en service***                    :            **Année 1998**

## **HISTORIQUE**

Pour compléter les aménagements de Cleuson et de Grande-Dixence, EOS et la Grande-Dixence ont décidé de construire une quatrième usine de grande dimension développant à elle seule une puissance de 1200 MW.

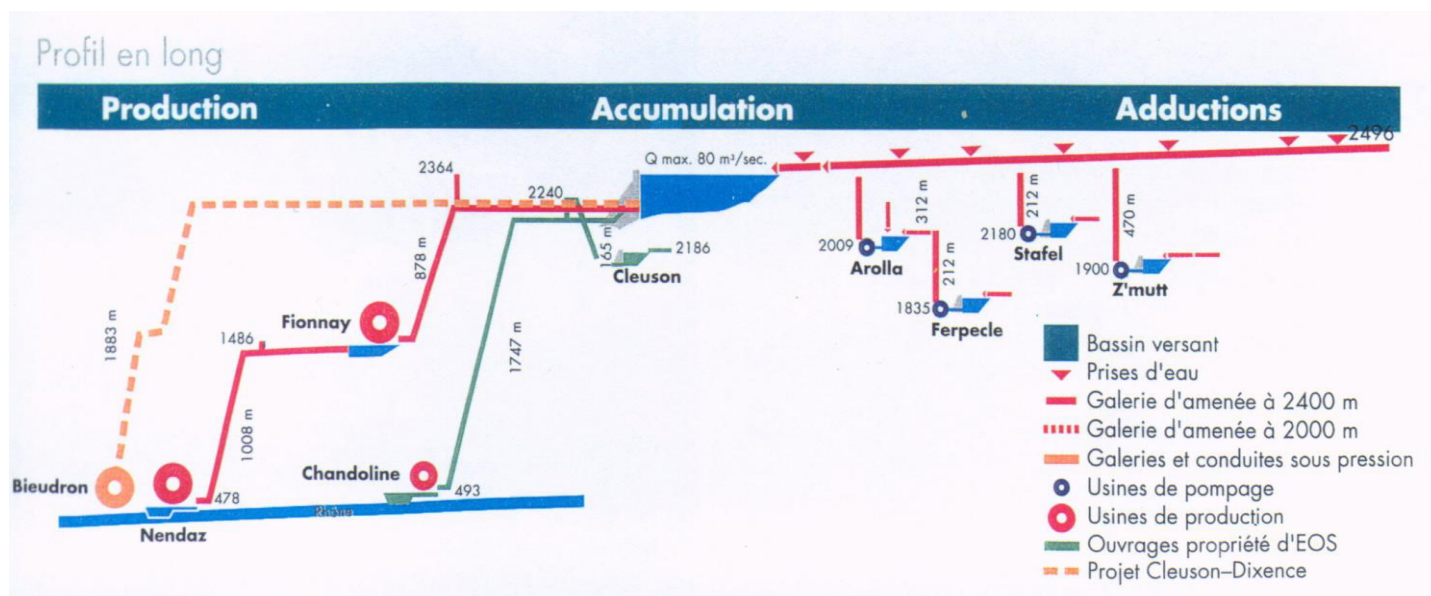
Dans le but de garder la maîtrise de ce projet gigantesque, un bureau d'études (Cleuson-Dixence), composé d'employés EOS et de personnel qualifié venant d'autres sociétés, a été mis sur pied.

Dans le cadre du contrôle-commande, **Costronic SA** a été associée au développement de solutions viables et efficaces dès le début du projet. Nous avons participé à l'élaboration et à la réalisation des armoires de commande, à la mise en place du logiciel de CAO (Rotring – Elcad), à la réalisation des schémas, à l'établissement des documents de fabrication, à la programmation des automates programmables, ainsi qu'aux tests en usine et enfin à la mise en service de l'usine de Bieudron.

**Costronic SA** a également été sollicitée pour l'organisation et la réalisation du chantier pour toute la partie contrôle-commande qui nécessitait le choix de tracés, la pose d'échelles à câbles, la pose et le raccordement des câbles, les mises à terre des armoires, etc...

## PORTRAIT DE L'INSTALLATION

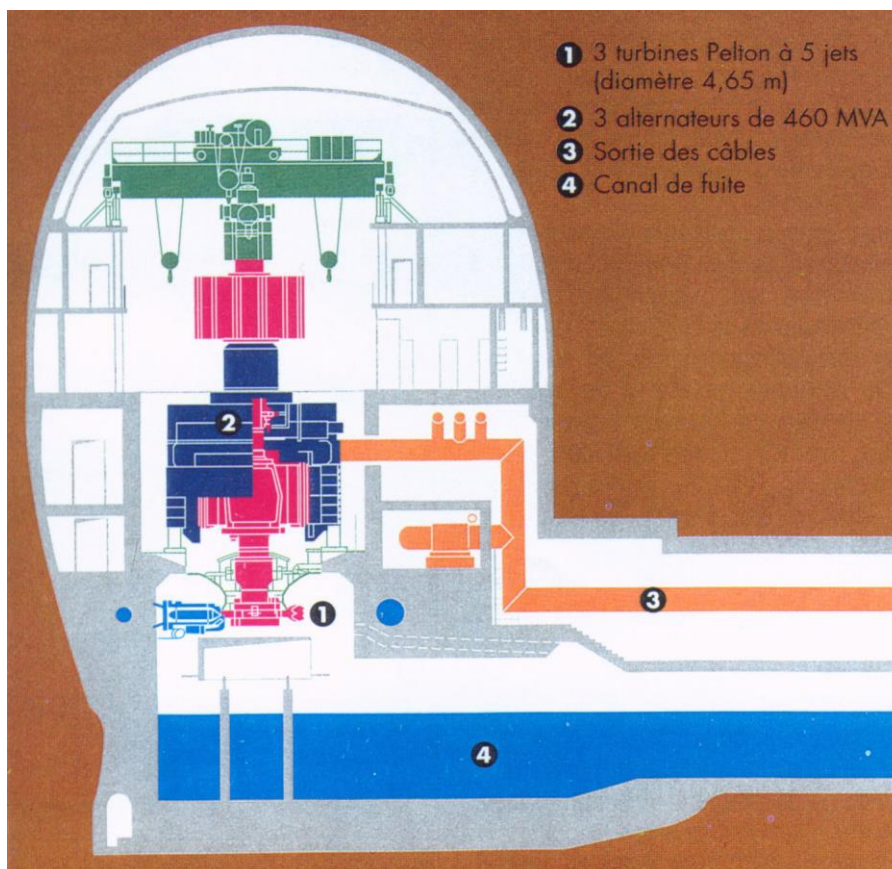
### Caractéristiques principales de la galerie d'amenée et du puits blindé :



- **Galerie d'amenée :**
  - Longueur **15,8 km**
  - Diamètre tunnelier **5,60 m**
  - Diamètre conduite
  - Pression statique max. **21 bar**
  
- **Puits blindé :**
  - Longueur **4,3 km**
  - Diamètre tunnelier **4,77 m**
  - Diamètre conduite forcée **3,00 – 3,40 m**
  - Pression dynamique max. **207 bar**
  - Epaisseur max. du blindage **55 mm**
  
- **Vanne de tête de galerie et vanne de tête de puits :**
  - Type **vannes papillon**
  - Diamètre intérieur **3300 mm**
  - Temps d'ouverture **240 s**
  - Temps de fermeture vanne de tête de galerie **20 min**
  - Temps de fermeture vanne de tête de puits **6 min 30 s**
  - Pression d'huile max. à l'ouverture **50 bar**

**L'usine de Bieudron est composée de 3 groupes identiques dont les caractéristiques principales sont les suivantes :**

- **Vannes sphériques :**
  - **Diamètre intérieur** 140 mm
  - **Temps d'ouverture** 50 s
  - **Pression d'huile max. à l'ouverture** 200 bar



- **Turbines :**
  - **Type** Pelton à axe vertical
  - **Puissance nominal** 423 MW
  - **Vitesse nominale** 428,6 t/min
  - **Chute nominale** 1869 m
  - **Chute maximale** 1883 m
  - **Débit nominal** 25 m<sup>3</sup>/s
  - **Diamètre de la roue** 4630 mm
  - **Nombre d'injecteurs** 5

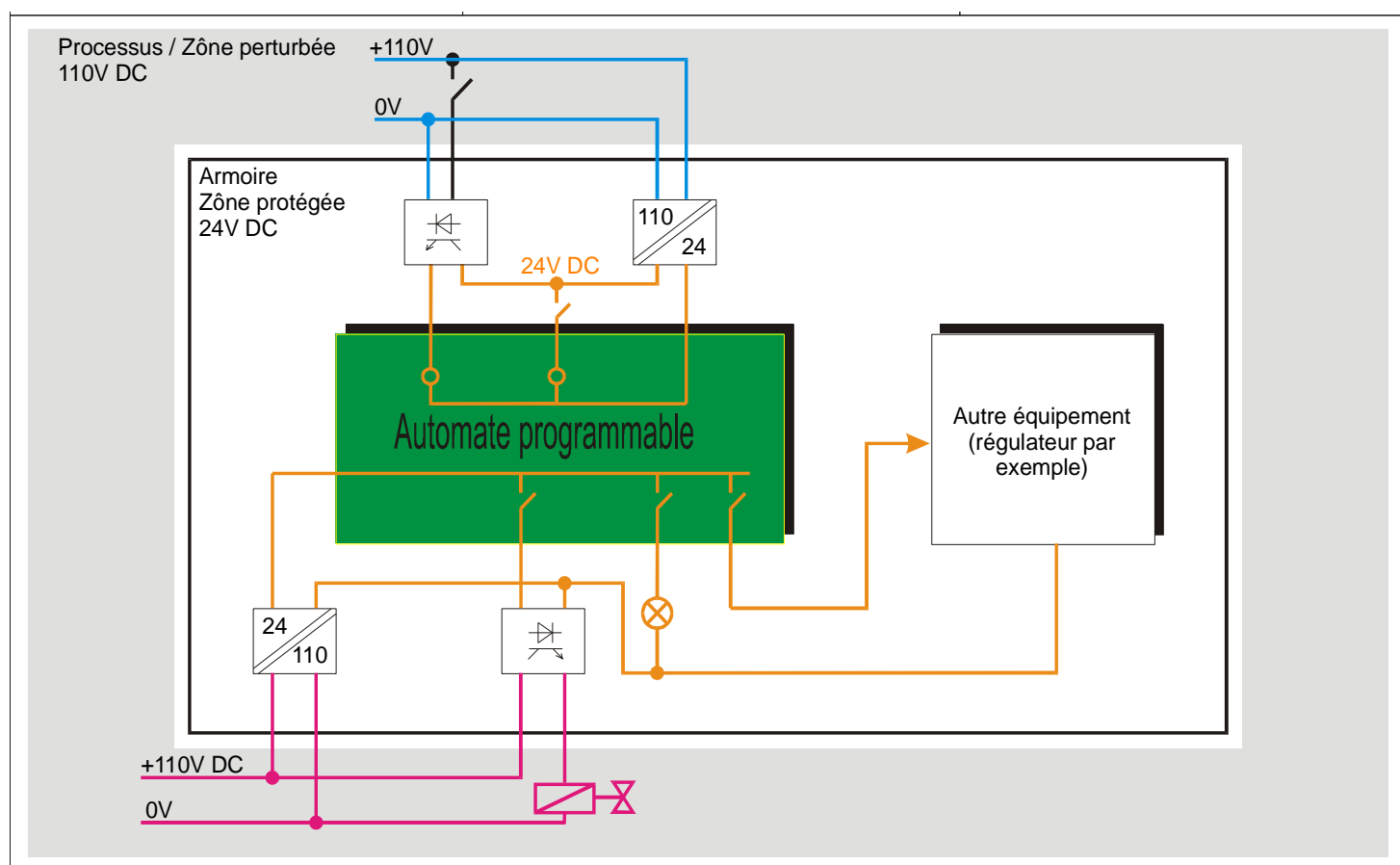
- **Alternateurs :**
  - **Puissance nominale** 465 MVA
  - **Puissance nominale par pôles** 33,2 MVA
  - **Tension nominale** 21 kV +/- 10%
  - **Courant nominal** 12784 A
  - **Facteur de puissance** 0,9 / 0,84
  - **Poids du stator** 281 t
  - **Poids du Rotor** 454 t
  - **Refroidissement des enroulements statoriques** Eau déminéralisée
  - **Refroidissement du fer statorique** Eau brute
  - **Refroidissement des enroulements rotoriques** Eau déminéralisée
  
- **Excitation :**
  - **Type** Statique
  
- **Transformateurs :**
  - **Rapport de transformation** 410 / 21 kV sans réglage
  - **Refroidissement** eau/huile à circulation d'huile forcée / dirigée
  - **Puissance nominale** 5 colonnes
  - **Poids** 465 (500) MVA
  - **Poids** 344 t
  
- **Poste de couplage :**
  - **Type** SF6 400 kV

## PRINCIPES GENERAUX DU CONCEPT

- **Un groupe = une usine**
  - **Découpage en fonctions élémentaires :**  
(en principe une fonction = une séquence de la chaîne automatique)
    - Vanne sphérique MVS
    - Turbine MTU
    - Eau de réfrigération MER
    - Réfrigération transformateur ETR
    - Lubrification paliers MGP
    - Réfrigération alternateur EAL
    - Réglage tension / Freinage électrique ERT/EFR
    - Disjoncteur / Sectionneur / Synchronisation EDS/ESY
    - Protections électriques et mécaniques \* EPE/MPM
    - Auxiliaires alternatifs et continus \* EAC/EDC
    - Mesures \* EDC/EMC
    - Automate de groupe EAG
- \* Acquisition seule, pas de commande
- **Réalisation décentralisée :**
    - Chaque fonction élémentaire est réalisée de manière complète, séparée et autonome
    - Chaque installation est disposée à proximité immédiate du processus
    - Pas de répartiteur principal pour le groupe
    - Chaque armoire ou groupe d'armoires pour la fonction contient une distribution 400 VAC, une distribution 100 VDC, les disjoncteurs et contacteurs pour les moteurs, les automates programmables, les appareils spécifiques (régulateur...) et le tableau de commande pour la fonction

- **Choix des tensions d'alimentation :**

- A l'intérieur des armoires en milieu « protégé » le matériel industriel standard est utilisé avec une tension de 24 VDC
- A l'extérieur des armoires dans un milieu électromagnétiquement « pollué », où les grandes distances engendrent des chutes de tension, les tensions de 110 VDC et 230/400 VAC sont utilisées



- **Lieux de commande :**

- **LOCAL pour la fonction**

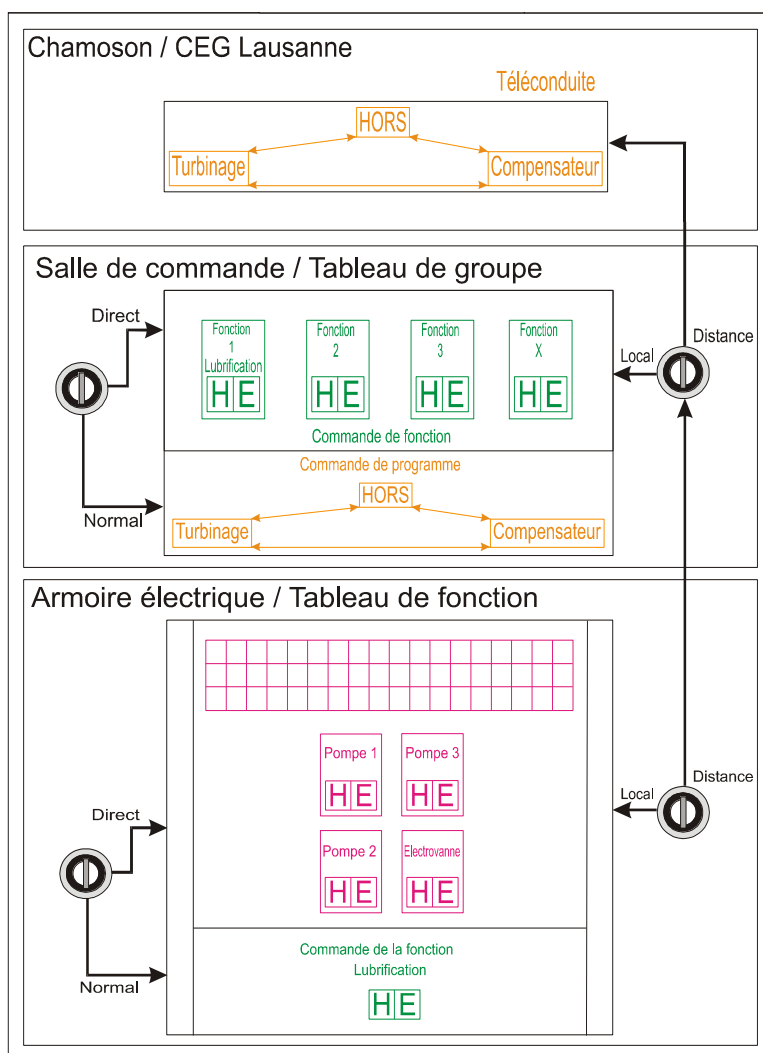
- Tableau de commande sur la face avant de l'armoire
- A proximité immédiate du processus
- Commande uniquement pour la fonction concernée

- **LOCAL pour le groupe**

- Tableau de groupe dans la salle de commande du groupe permettant le démarrage / arrêt du groupe par l'automate séquentiel ou l'enclenchement / déclenchement indépendant de chaque fonction en cas de panne de l'automate séquentiel

- **DISTANCE**

- Dispatching d'EOS à Lausanne ou du poste régional de Chamoson permettant uniquement l'action des programmes de démarrage / arrêt de l'automate séquentiel





- **Modes de commandes :**

- REVISION**

- *Commande directe sur des objets indépendants en dehors de toute séquence et sans aucun verrouillage*
    - *Potentiellement dangereux, les manœuvres sont réalisées sous la responsabilité de l'opérateur*
    - *Utilisé dans les cas de maintenances périodiques ou de mise en service*

- DIRECT (Manuel)**

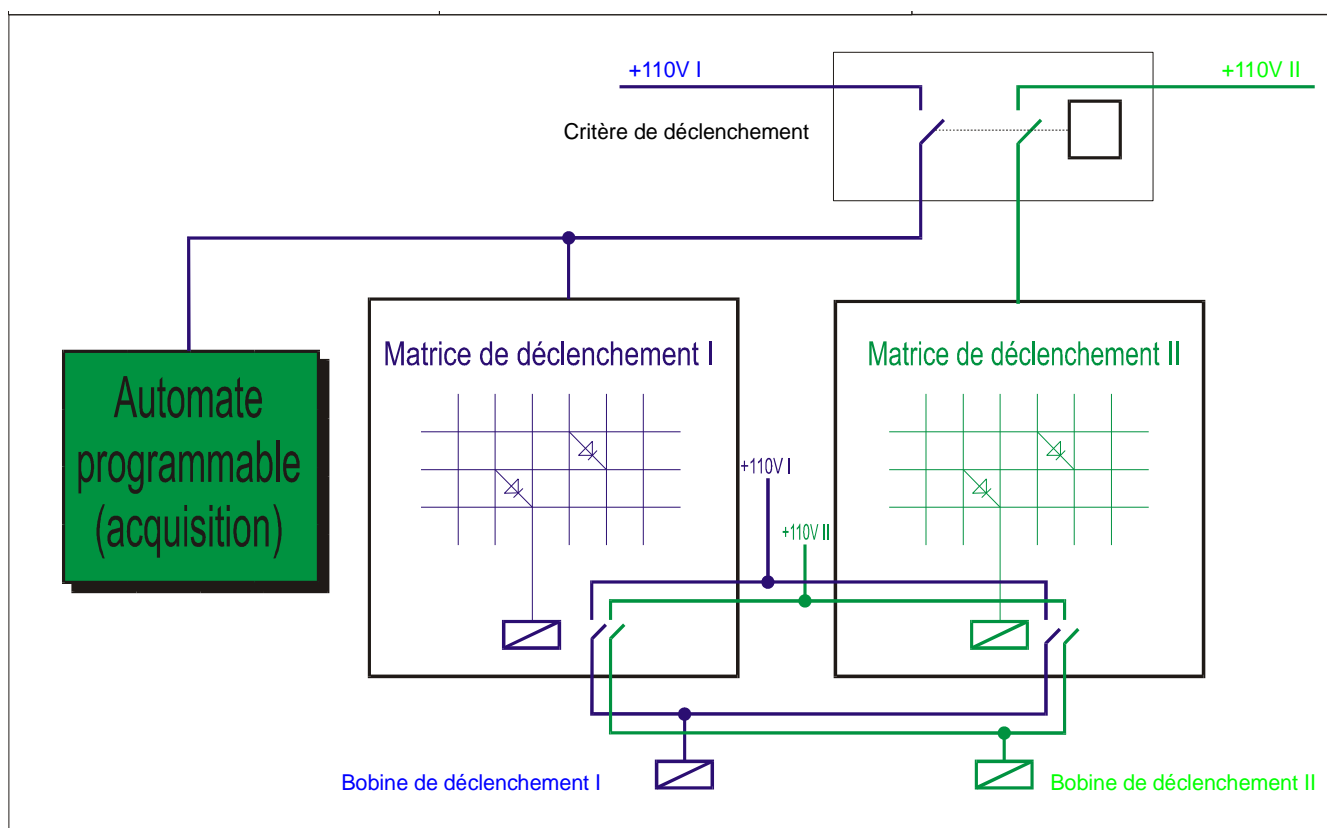
- *Commande directe sur des objets indépendants en dehors de toute séquence avec les verrouillages de sécurité toujours actifs empêchant des dégâts matériels*
    - *Les manœuvres sont réalisées sous la responsabilité de l'opérateur*
    - *Utilisé en période de mise en service, de test ou lors de fonctionnements particuliers de la machine ou en cas de panne du mode NORMAL*

- NORMAL (Automatique)**

- *Commande de programmes de démarrage / arrêt de la fonction concernée sans action directe sur les objets*
    - *Utilisé en période de production, commande automatique à distance*

- **Sécurité des installations :**

- Verrouillages primaires de sécurité réalisés de manière câblée externe aux automates
- Les ordres de déclenchements provenant des protections agissent directement sur les bobines des objets, externe aux automates
- Les ordres de sécurité sont systématiquement doublés, 2 sources d'alimentation (2 batteries 110VDC), 2 critères (2 capteurs ou 2 contacts séparés), 2 voies (2 câbles et 2 chemins différents) et 2 actions (2 bobines de déclenchement)



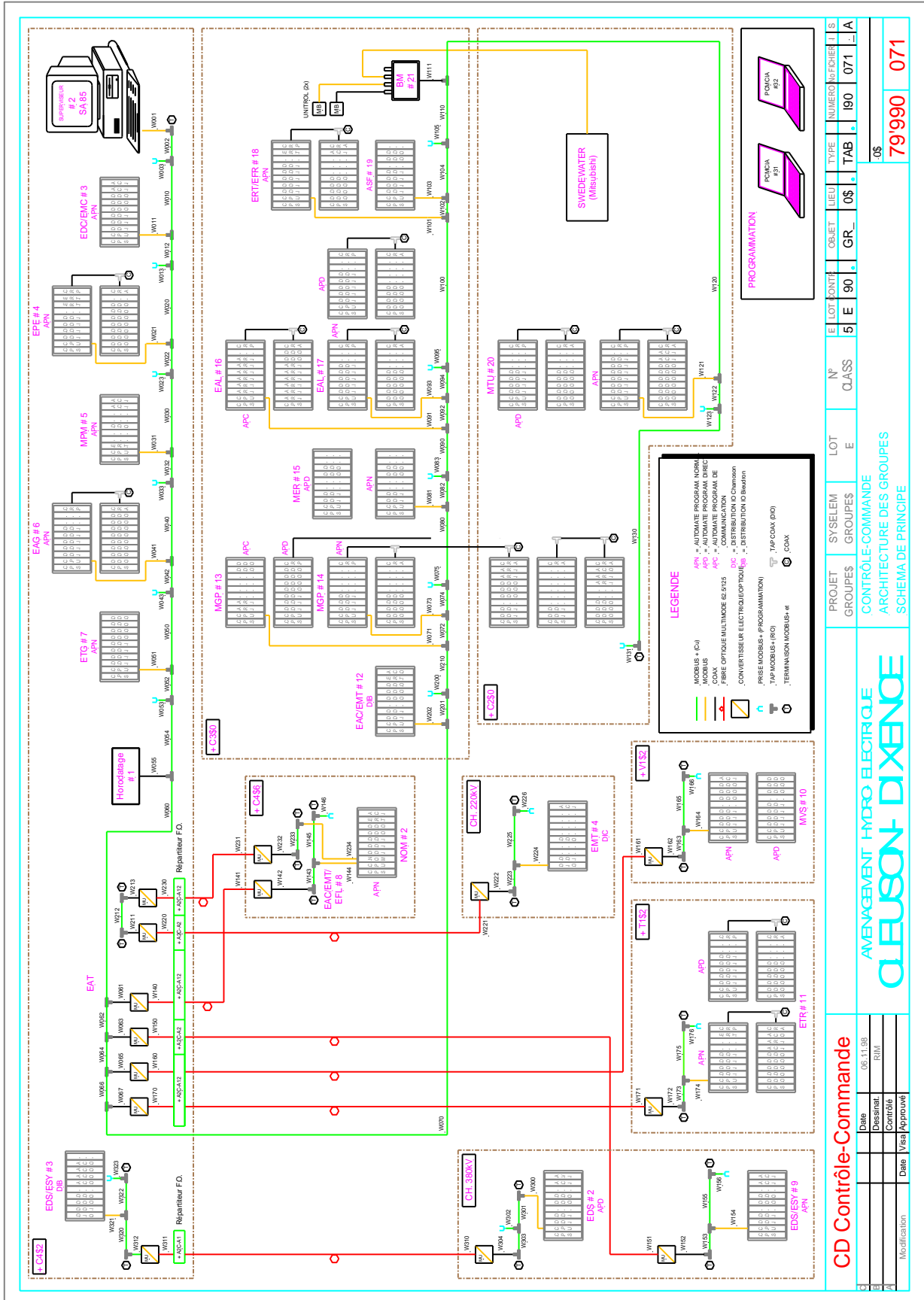
- **Disponibilité des groupes :**

- Exigences élevées au niveau de la disponibilité en cas de défaut sur le contrôle-commande, chaque panne peut être contournée par un opérateur en changeant de mode ou de lieu de commande
- Pas de redondance de matériel (1 seul régulateur de vitesse, 1 seul automate séquentiel, ...) mais une redondance fonctionnelle avec pour chaque fonction 2 automates, l'un pour le mode NORMAL et l'autre pour les modes DIRECT et REVISION

- **Choix du matériel :**

- *Automate de dernière génération MODICON – Quantum présentant une bonne immunité aux perturbations, utilisant un réseau de communication ouvert (MODBUS +), possédant un langage de programmation graphique par blocs de fonction (DFB), tampon horaire à la source et un logiciel de simulation permettant des tests hors-ligne sans automate. Les principaux modules utilisés sont les suivants :*
  - *CPU avec 1 port sériel RS232 (MODBUS) et 1 port sériel RS485 (MODBUS +)*
  - *Entrées et sorties digitales 24 VDC (4 x 8)*
  - *Entrées analogiques 1 – 5 VDC / 4 – 20 mA (8)*
  - *Entrées analogiques pour capteurs de temp. (8)*
  - *Sorties analogiques 4 – 20 mA (4)*
  - *Entrées rapides horodatage 1 ms (32)*
- *Convertisseurs électrique / optique HIRSCHMANN OZD 485 pour la transmission MODBUS + par fibre optique permettant une vitesse de transmission de 1 Mbit/s sur une longueur de 20 km suivant le type de fibre adoptée*

## ARCHITECTURE DU RESEAU AUTOMATES DES GROUPES



## ARCHITECTURE DU RESEAU AUTOMATES DES GENERALITES

