

Appel d'offres - Banc d'essai et hottes de ventilation - 3 Lots

Lot n°2 : Double banc d'essai pour des électrolyseurs PEM de puissance de 2 x 15 kW

Cahier des clauses techniques particulières (CCTP)

Consultation n° CCAP n°25.017 du 10/09/2025

Pour plus de précisions, le candidat peut contacter le référent technique, porteur du projet :

Responsables du suivi technique :

M. David BOUQUAIN, Mme. Marie-Cécile PERA, M. Daniel HISSEL. M. Philippe CHAMPOMIER
FEMTO-ST/FC-LAB
13, rue Ernest Thierry-Mieg
90000 BELFORT

Téléphone : 03.84.58.36.59

Courrier électronique (e-mail) : david.bouquain@univ-fcomte.fr ; marie-cecile.pera@univ-fcomte.fr
daniel.hissel@univ-fcomte.fr ; philippe.champomier@univ-fcomte.fr

Table des matières

1	OBJET DE LA CONSULTATION.....	3
2	CARACTERISTIQUES TECHNIQUES	3
2.1	INTRODUCTION.....	3
2.2	REGLES D'EXECUTION ET DOCUMENTS DE REFERENCE.....	4
2.3	PRINCIPE GENERAL DE FONCTIONNEMENT DES BANCS D'ESSAI.....	4
2.4	CONTROLE D'UN BANC : MESURE, SUPERVISION, GESTION DES DONNEES.....	6
2.4.1	<i>Fonctions de base.....</i>	6
2.4.2	<i>Gamme de mesure des Capteurs.....</i>	6
2.4.3	<i>Traitement et enregistrement des signaux issus des capteurs du banc</i>	6
2.4.4	<i>Affichage</i>	6
2.5	ROBUSTESSE.....	6
2.6	NIVEAUX DE SECURITE.....	6
2.7	CONFIGURATIONS D'ESSAI DES BANCS INTERCONNECTES	7
2.7.1	<i>Interconnexions physiques</i>	7
2.7.2	<i>Interconnexions logicielles.....</i>	8
2.8	EXEMPLES D'ESSAIS QUI POURRONT ETRE REALISES	8
2.8.1	<i>Liste des paramètres modifiables lors des cycles automatiques</i>	8
2.9	SPECIFICATION TECHNIQUE DES BANCS D'ESSAIS	8
2.9.1	<i>Caractéristiques des fluides disponibles dans les salles d'essai</i>	8
2.9.2	<i>Caractéristiques des fluides pour les électrolyseurs</i>	8
3	CONDITIONS GENERALES	9
3.1	PILOTAGE DU PROJET	9
3.2	DELAI DU PROJET	9
3.3	LIVRAISON, INSTALLATION ET MISE EN SERVICE	9
3.4	FORMATION DES UTILISATEURS.....	9
4	GARANTIE, MAINTENANCE ET CONSOMMABLES ASSOCIES A L'EQUIPEMENT	9
4.1	GARANTIE.....	9
4.3	LOGICIELS	10
4.1	DOCUMENTATION	10
	ANNEXE 1 – VARIANTES D'INTERCONNEXION.....	11

1 Objet de la consultation

La présente consultation concerne une prestation d'achat d'un système de bancs d'essai permettant le fonctionnement de 2 électrolyseurs de type PEM pouvant se partager tout ou une partie de leurs auxiliaires.

Ce système devra s'adapter aux configurations possibles de partage des auxiliaires, de mise en parallèle ou en série des électrolyseurs tout en assurant un haut niveau de sécurité.

Le système de bancs intégrera un système de supervision et d'acquisition des données issues de l'instrumentation.

2 Caractéristiques techniques

2.1 Introduction

La plateforme Hydrogène énergie opérée par l'UAR FCLAB dispose de plusieurs bancs d'essais destinés aux tests d'électrolyseurs. Les technologies testées sont de type PEM.

Aujourd'hui, ces bancs ne permettent pas d'étudier l'impact des différentes configurations possibles lorsque 2 électrolyseur de puissance identique ou différente fonctionnent en parallèle ou en série.

Le système de banc doit permettre de mettre en place diverses configurations de partage d'auxiliaires et/ou de mise en parallèle pour réaliser des essais de fonctionnement de 2 électrolyseurs, tout en faisant varier les paramètres fluidiques, électriques et thermiques des bancs.

Le changement de configuration se fera hors ligne et hors tension. Une durée d'une ou deux journées est acceptable pour permettre le changement de configuration et la validation de la nouvelle.

Les 2 bancs d'essai pourront fonctionner indépendamment ou ensemble suivant les configurations retenues.

Le marché concerne donc :

- La fourniture de 2 bancs d'essai d'électrolyseur de puissance variant de 3 à 15 kW électrique incluant les alimentations électriques programmables en tension, en courant et en puissance pour chaque banc ;
- La fourniture des éléments nécessaires aux connexions pour réaliser les différentes configurations (Voir Annexe 1 – Variantes d'interconnexion) ;
- Un système d'acquisition (traitement des signaux de mesure issus des capteurs) et de contrôle (envoi des consignes bas niveau aux actionneurs du banc) assurant le bon fonctionnement et la sécurité du personnel et des équipements. Chaque banc aura son propre système et devra donc pouvoir fonctionner de façon autonome lorsque les bancs sont en configuration séparée. Lorsque les bancs sont interconnectés les logiciels devront interagir. L'utilisateur communiquera donc avec un seul banc « maître » lorsque les bancs seront interconnectés ;
- La fourniture du logiciel paramétrable de pilotage manuel et automatique du banc (incluant plusieurs régulateurs paramétrables), permettant l'exécution d'essais sur divers profils dynamiques et la gestion des sécurités du banc ;
- La fourniture d'un ordinateur et des écrans destinés à l'interface homme machine (IHM) pour chaque banc. L'ordinateur et les écrans seront installés dans une cellule de mesure distante de 15 à 20 mètres du banc d'essai et donc du système d'acquisition. La photo en Figure 1 illustre ce principe de commande à distance ;
- La mise en route des bancs et la démonstration du fonctionnement de quelques configurations ;
- La formation de 5 personnes sur site à Belfort à l'utilisation du système et du logiciel de supervision.
- La documentation exhaustive de la prestation ;
- Les éléments documentaires nécessaires aux obligations réglementaires en exploitation et en maintenance.



Figure 1 : pilotage d'un banc d'essai à distance depuis une salle dédiée

2.2 Règles d'exécution et documents de référence

Le fournisseur devra se conformer aux lois, règlements normes en vigueur au moment des travaux. Les équipements fournis devront être marqués CE en conformité aux directives qui leur sont applicables.

Il conviendra notamment de se reporter :

- au code du travail
- au code de l'environnement
- aux Règles de l'Art
- aux spécifications, règles de normalisation et recommandations publiées par l'UTE dans leur édition la plus récente, et notamment à la norme française C 15-100
- aux normes CEI en vigueur
- à la directive Machine, si applicable ;
- à la Directives des équipements sous pression ;
- aux Guides d'Analyse de Risque pour l'identification des risques liés à la sécurité des personnes et des équipements durant leur cycle de vie.
- Toutes autres normes ou guides que le fournisseur pourra identifier durant le projet.

Le candidat qui sera retenu pour le marché devra être en mesure de fournir tous les justificatifs et documents de conformité des bancs qui seront construits afin que FCLAB puisse les présenter aux organismes de contrôle.

2.3 Principe général de fonctionnement des bancs d'essai

Les bancs d'essai électrolyseur doivent être capables d'effectuer des séries d'expérimentations sur des électrolyseurs de technologie PEM d'une puissance électrique allant de 3 kW à 15 kW en fonction des équipements à tester.

Un électrolyseur fonctionne à partir d'une réaction d'oxydoréduction de l'eau sous l'effet d'un courant électrique. La fourniture de cette eau déminéralisée sera assurée par les équipements présents au sein de la plateforme hydrogène énergie. Une ligne de diazote sous pression sera également utilisée pour des fonctions de sécurité, d'arrêt démarrage des électrolyseurs (inertage des lignes de gaz produits).

L'eau déminéralisée en entrée alimente les réservoirs séparateurs des sorties des gaz (hydrogène et oxygène) qui seront régulés en niveau d'eau. Un circuit de pompe permet d'alimenter l'anode et la cathode de l'électrolyseur. L'eau est ensuite régulée en débit et en température. Les régulations sont pilotées avec une consigne de débit et de température. Les technologies les plus adaptées seront définies par le fournisseur. Les lignes d'alimentation d'eau déminéralisée sont ensuite contrôlées en température par exemple par des cordons tracés et des flexibles

chauffants afin de maintenir la température jusqu'à l'entrée de l'électrolyseur. Ces systèmes sont régulés par des régulateurs de température dont les consignes sont envoyées par le système de pilotage.

Les gaz en sortie de l'électrolyseur sont refroidis et condensés afin d'évacuer l'eau en phase liquide. Vient ensuite la régulation en pression sur les lignes de gaz réalisée grâce à des vannes de contrepression. La régulation est réalisée par un régulateur autonome. Les gaz secs sont ensuite rejetés par des événements prévus à cet effet.

Les niveaux dans les réservoirs séparateurs sont ajustés par un régulateur de niveau. L'ajout d'eau se fait à partir de l'eau déminéralisée fournie par l'installation. Il peut être nécessaire d'adjoindre un ballon tampon dans le banc pour éviter des à-coups dans les apports d'eau. Le fournisseur jugera si cela est nécessaire.

Les boucles d'alimentation en eau des électrodes sont constituées d'une pompe, d'un régulateur de débit et d'un dé-ioniseur. Les systèmes doivent permettre de contrôler et de mesurer le débit, la température et la conductivité de l'eau à l'entrée de chaque électrode.

Si nécessaire, des boucles supplémentaires de recirculation par exemple avec des vannes trois voies peuvent être mises en place pour permettre d'atteindre les valeurs de température et/ou de conductivité nécessaire.

L'électricité consommée par l'électrolyseur sera produite par une alimentation électronique pilotée en régulation de courant pour la majorité des essais, en tension ou en puissance pour certains essais. L'alimentation électronique sera de la fourniture du prestataire. Elle doit communiquer avec le banc pour les consignes et retours de mesures ainsi que les ordres de marche et arrêt. On privilégiera un bus de communication numérique entre la charge et le système de contrôle.

Le système d'acquisition doit pouvoir mesurer les tensions de chaque cellule de l'électrolyseur (max 100 voies, tension max 5 V par voie) ainsi que la tension totale de l'électrolyseur. Les mesures peuvent se faire par un système déporté à proximité de la pile et communiquant par un bus numérique (CVM avec bus CAN par exemple).

Le synoptique général d'un banc d'essai est présenté en Figure 2. Les deux bancs qui font l'objet de ce marché seront conçus suivant le même schéma de principe.

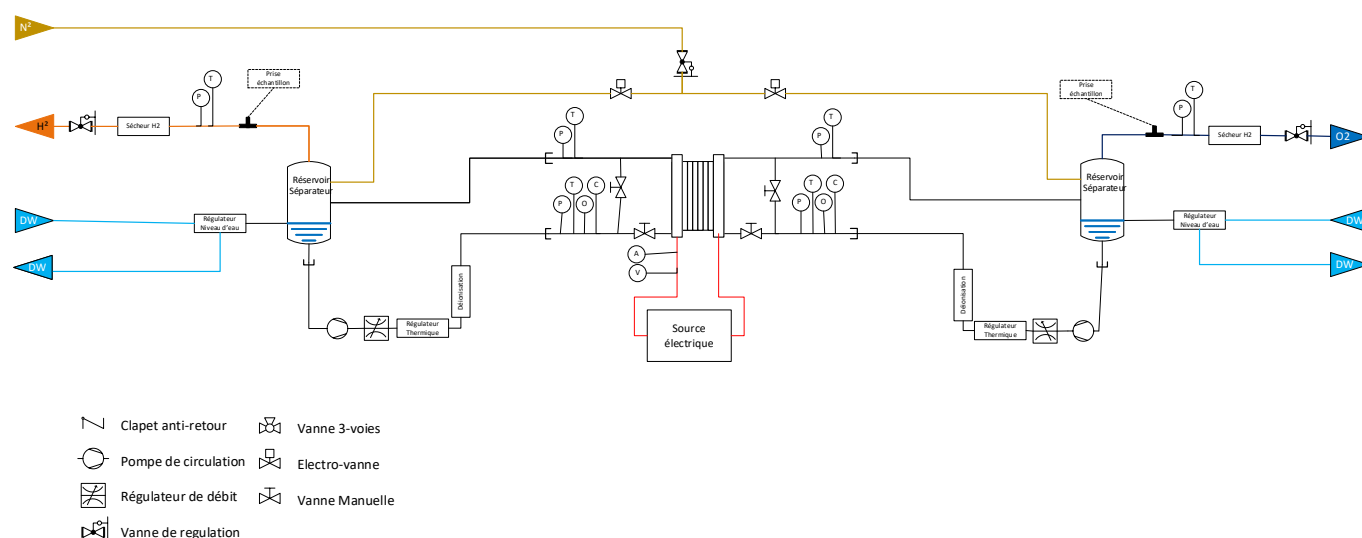


Figure 2 : exemple de synoptique général d'un banc d'essais avec un seul électrolyseur

Il est entendu que ce schéma de principe ne limite pas l'instrumentation, les actionneurs et les boucles logicielles que le fournisseur pourra juger nécessaire d'installer ou de contrôler pour le fonctionnement du et des bancs en toute sécurité pour le personnel et le matériel.

Le fournisseur devra prévoir l'installation d'un capteur quantifiant la quantité d'oxygène présent à la cathode ainsi qu'un capteur quantifiant la quantité d'hydrogène présent à l'anode. Il est en effet possible qu'il y ait une perméation de gaz qui soit présente au sein de l'électrolyseur.

Remarque : tous les électrolyseurs PEM n'ont pas forcément une circulation d'eau coté hydrogène comme présenté en figure 2. Il est possible que seulement une sortie hydrogène soit présente. Il faut donc que le système de bancs d'essai qui sera réalisé prenne en compte cette possibilité.

2.4 Contrôle d'un banc : Mesure, Supervision, Gestion des données

2.4.1 Fonctions de base

Les fonctions de base du système de contrôle commande sont :

- Traitement et enregistrement des signaux issus des capteurs du banc
- Affichage des données, consignes ...
- Paramétrage de la configuration de l'essai
- Pilotage des actionneurs du banc (vannes, régulateurs de débit massique, pompe ...)
- Gestion des sécurités
- Pilotage manuel : définition par l'utilisateur des consignes des actionneurs et de l'alimentation électronique
- Suivi de profils de pilotage tels que des profils temporels de consignes et envoi de ce profil aux actionneurs et à la charge électronique.
- Régulations des sous-systèmes :
 - supervision des régulations déportées (débits d'eau, températures d'eau, pressions ...)
 - régulation de la température de l'eau déminéralisée et du débit de la pompe.

2.4.2 Gamme de mesure des Capteurs

Le fournisseur portera son attention sur le choix des capteurs et leurs gammes de mesure.

Les capteurs devront garder leur précision sur toute la gamme de mesure des grandeurs physiques pour des stacks d'une puissance de 2 à 15kW.

Eventuellement, plusieurs capteurs peuvent être positionnés au même endroit pour permettre de couvrir la gamme de mesure.

2.4.3 Traitement et enregistrement des signaux issus des capteurs du banc

Le superviseur principal permet d'acquérir toutes les grandeurs disponibles et horodatées à une fréquence d'acquisition paramétrable (10 Hz habituellement et plus élevée si possible pour une boucle d'acquisition circulaire stoppée en cas de défaut banc).

Le fichier d'acquisition est paramétrable avec un choix des voies enregistrées et de la fréquence d'acquisition associée par voie. Le fichier d'acquisition doit être exploitable en post traitement par un logiciel de type tableur Excel.

Pour les essais de longue durée, l'enregistrement sera divisé en plusieurs fichiers ; la taille des fichiers d'acquisition ou leur durée d'enregistrement devront être paramétrables.

2.4.4 Affichage

Le superviseur proposera une IHM conviviale permettant l'affichage et le paramétrage sur plusieurs onglets, plusieurs fenêtres des grandeurs mesurées et contrôlées (consignes, seuils...) ainsi que les messages de diagnostic et de sécurité. Un synoptique général (inspiré de la Figure 2 par exemple) devra être visible affichant les grandeurs principales mesurées. On utilisera 2 écrans.

2.5 Robustesse

Le support du logiciel superviseur doit être suffisamment robuste et performant pour assurer l'exécution fiable du logiciel sur de très longues durées sans interruption (plusieurs mois).

Un système d'autocontrôle (watchdog) doit être intégré. Il doit disposer d'une capacité de stockage adaptée aux besoins d'acquisition, les essais pouvant durer plusieurs centaines d'heures.

2.6 Niveaux de sécurité

Plusieurs niveaux de sécurité et d'alerte logicielle seront programmés en fonction des défauts constatés. Cette sécurité restera à définir. Des sécurités matérielles seront également à prendre en considération (à définir).

Le superviseur gère un niveau de « sécurité globale » :

- Paramétrage possible « réglables » des seuils de sécurités et d'alarmes
- Grandeurs physiques principales à « surveiller » :
 - Températures
 - Courant de chaque électrolyseur

- Tension totale électrolyseur
- Pressions gaz et différentiel de pression
- Débits de gaz produits
- Débit, température et conductivité de l'eau déminéralisée
- Tensions individuelles de cellules
- Gestion des différents types d'actions en fonction du niveau de sécurité
- Inhibition possible des sécurités ou modification des seuils de défaut
- Enregistrement d'un fichier journal de défauts
- Gestion d'un fichier d'enregistrement circulaire rapide pré/post défaut de toutes les grandeurs disponibles ...

2.7 Configurations d'essai des bancs interconnectés

Lorsque les bancs sont interconnectés, le dimensionnement des équipements et du contrôle doit permettre un fonctionnement en toute sécurité dans les configurations définies et les composées de celles-ci.

- Alimentation en eau déminéralisée de l'anode :
 - Un banc alimente les pompes de chaque stack à partir d'un réservoir séparateur ;
 - Un banc alimente chaque stack à partir de sa boucle d'alimentation en eau ;
 - Chaque banc alimente son stack
- Alimentation en eau déminéralisée de la cathode :
 - Un banc alimente les pompes de chaque stack à partir d'un réservoir séparateur ;
 - Un banc alimente chaque stack à partir de sa boucle d'alimentation en eau ;
 - Chaque banc alimente son stack
- Alimentation de puissance :
 - Les alimentations de puissance sont en parallèle ;
 - Les alimentations de puissance sont en série ;
 - Les alimentations de puissances sont indépendantes ;
- Sortie en hydrogène :
 - Lorsque les boucles d'eau des cathodes des bancs sont communes, les sorties d'hydrogène sont reliées au même séparateur ;
 - Lorsque les boucles d'eau des cathodes des bancs sont indépendantes, les sorties d'hydrogène sont reliées à chaque séparateur.
 - Comme indiqué précédemment, il est possible qu'il n'existe pas de circulation d'eau coté cathode, il faut donc pouvoir séparer les 2 sorties hydrogènes des bancs avec chacune sa régulation de pression ou pouvoir les connecter ensemble avec une seule régulation de pression.
- Sortie en oxygène :
 - Lorsque les boucles d'eau des anodes des bancs sont communes, les sorties d'oxygène sont reliées au même séparateur ;
 - Lorsque les boucles d'eau des anodes des bancs sont indépendantes, les sorties d'oxygène sont reliées à chaque séparateur.

L'annexe 1 montre le principe que pourrait adopter le système complet.

2.7.1 Interconnexions physiques

Le fournisseur proposera sa solution retenue pour permettre les interconnexions dans les différentes configurations en toute sécurité. Les adaptations devront être simples, réalisables par du personnel ayant des compétences basiques en mécanique, électricité, fluide et contrôle commande.

Des solutions telles que des connexions par flexible avec raccords auto-obturant directement entre les bancs ou à travers un ou des modules dédiés sont acceptables tant que la sécurité et la simplicité des opérations sont assurées.

Le dimensionnement des équipements des auxiliaires ne doit pas limiter les performances des stacks.

Il est tout à fait possible que le type et le nombre des équipements en fonctionnement suivant les configurations soient à adapter. Dans ce cas, ces adaptations ne doivent pas nécessiter des temps d'installation et des temps de recalibration et de réglage impactant le temps de modification demandé (1 ou 2 jours de travail maximum).

2.7.2 Interconnexions logicielles

Lors des fonctionnements interconnectés, le contrôle des bancs devra se faire à partir d'un seul superviseur « maître ». Il pilotera les équipements des 2 bancs pour permettre les essais et les cycles demandés. L'acquisition des données pourra se faire soit par un superviseur, soit par les 2 superviseurs. Cependant, la récupération des données se fera à partir du superviseur « maître ».

Un point d'attention est signalé sur la datation des données entre les 2 bancs. Les données des bancs pourront être mise en relation et comparée. Il est nécessaire que leur datation permette de l'analyse des événements et évolutions des grandeurs physiques.

2.8 Exemples d'essais qui pourront être réalisés

En plus des essais standards sur des stacks, les bancs doivent pouvoir reproduire des conditions d'essais systèmes et donc permettre de faire évoluer plusieurs paramètres sur des essais. Ces essais devront pouvoir être programmés pour exécuter des cycles d'essais automatisés et répétitifs.

2.8.1 Liste des paramètres modifiables lors des cycles automatiques

Les données ou états logiques (choix type de régulation débit d'eau par exemple) seront fournis sous forme d'un fichier tableau structuré en lignes en fonction du pas de temps (qui peut être variable) avec une colonne par paramètre.

Le logiciel doit permettre aussi le changement de pas par un changement d'état d'une variable (par exemple consigne température électrolyseur atteinte) et pas uniquement par la condition temporelle.

Les cycles pourront être joués un certain nombre de fois.

2.9 Spécification technique des bancs d'essais

2.9.1 Caractéristiques des fluides disponibles dans les salles d'essai

- Eau déminéralisée :
 - Pression d'alimentation minimale 2 barg,
 - Débit de 1L/min par banc.
- Eau glacée pour condenseurs bancs (si nécessaire) :
 - Pression d'alimentation entre 2 et 6 barg,
 - Delta de pression entre l'entrée et la sortie entre 1,5 et 2 bar minimum,
 - Débit maximal de 2 L/min à 10°C – 15°C avec une évacuation à environ 40°C.
- Alimentation électrique
 - Tension : 400 V AC 3ph+N ou 230 V AC P+N

2.9.2 Caractéristiques des fluides pour les électrolyseurs

- Eau déminéralisée à la cathode
 - Débit : 0 – 30 L/min ou plus si nécessaire
 - Température : 20 – 95 °C
 - Conductivité : mesure de 0,05 à 100 µS
- Eau déminéralisée à l'anode
 - Débit : 0 – 30 L/min ou plus si nécessaire
 - Température : 20 – 95 °C
 - Conductivité : mesure de 0,05 à 100 µS
- Alimentation électrique (par banc). En cas de fonctionnement en parallèle, les 2 alimentations doivent pouvoir fournir chacune leur courant maximal.
 - Courant : 0 à 800 A
 - Tension : 0 à 200 V
 - Puissance max : 20 kW

- Pressions des gaz :
 - Régulation de 0 à 50 barg
 - Mesures de la concentration de H2 dans le séparateur O2 et de la concentration d'O2 dans le séparateur H2. Plage de mesure 0 – 100 % (environnement ATEX zone 1).
- Mesure de débit des gaz à la sortie des régulateurs de pression
 - débit H2 : 0 – 60 SLPM
 - débit O2 : 0 – 30 SLPM

3 Conditions Générales

3.1 Pilotage du projet

- Dès réception de l'ordre de service, une réunion de lancement aura lieu pour déterminer les dates clés, confirmer les données d'entrée et clarifier les, éventuels, derniers points techniques.
- Une réunion de validation de conception aura lieu avant les lancements en fabrication des équipements. Durant cette revue, les documents de concept et de détail et les spécifications de programmation seront revus et agréés par les intervenants.
- Si nécessaire, à l'initiative de n'importe quel intervenant, et à n'importe quelle étape du projet, des réunions de clarification pourront avoir lieu pour clarifier/ amender prendre position sur des hypothèse de dimensionnement, de fonctionnement.
- Une réception en usine sera organisée pour confirmer les modes de fonctionnement, les interconnexions entre les bancs. La méthodologie de cette réception sera agréée lors de la réunion de validation et pourra être amendée par les intervenants après accord de toutes les parties.

3.2 Délai du projet

La livraison des équipement devra avoir lieu pour le **1^{er} juin 2026**.

Le fournisseur proposera un planning de réalisation qui présentera les différentes périodes d'étude, d'approvisionnement des éléments principaux, de la fabrication et des essais en usine. Il intégrera également les étapes clés et les jalons de validation.

Le fournisseur devra informer au plus tôt l'UMLP de tout retard ou de tout décalage du planning. L'installation et la mise en route se feront dans le mois qui suit la livraison. En cas de période fermeture des bâtiments, la période sera étendue de la même durée.

3.3 Livraison, installation et mise en service

Les prestations de livraison, d'installation, et de mise en service sur le site sont comprises dans le prix global de l'équipement. Elles devront être détaillées dans la proposition et seront assurées en totalité par le fournisseur. Ce dernier est réputé connaître les contraintes liées à la livraison.

3.4 Formation des utilisateurs

Le fournisseur proposera une formation destinée aux utilisateurs sur site à l'utilisation et l'entretien des bancs et des systèmes de supervision. Le fournisseur précisera dans son offre le coût de la formation pour 5 personnes et les frais de déplacements s'il y a lieu.

4 Garantie, maintenance et consommables associés à l'équipement

4.1 Garantie

La garantie initiale sera de 24 mois minimum.

Le fournisseur chiffrera en option des extensions de garantie pour aller jusqu'à 36 ou 48 mois de garantie au total :

PSE - Prestations supplémentaires éventuelles - n° 1 et 2 :

En cas d'absence de chiffrage l'offre ne sera pas analysée. L'Université Marie & Louis Pasteur se réserve le droit de retenir ou non ces PSE. Le candidat en sera informé lors de l'attribution du marché.

PSE n°1 : Le candidat devra chiffrer une année de garantie supplémentaire, portant la durée totale de la garantie à 3 ans. Les conditions de cette garantie seront identiques à la garantie de base du matériel

PSE n°2 : Le candidat devra chiffrer deux années de garantie supplémentaires portant la durée totale de la garantie à 4 ans. Les conditions de cette garantie seront identiques à la garantie de base du matériel.

4.2 Maintenance, consommables

Le fournisseur précisera et chiffrera le coût, la nature et la fréquence de remplacement des consommables. Le manuel devra intégrer un plan de maintenance indiquant la planification, le niveau de maintenance, les compétences et les habilitations requises.

4.3 Logiciels

Dans la mesure où des logiciels sont fournis par le fournisseur, ce dernier s'engage à informer l'UMLP des éventuelles modifications, mises à jour ou extensions du ou des logiciels et à en faire bénéficier gratuitement l'UMLP pendant une durée minimale de 2 ans.

4.4 Intervention

L'offre devra explicitement comprendre les conditions d'intervention en cas de panne avec délais et estimation des coûts afférents.

En cas de panne, le délai d'intervention ne devra pas excéder un mois.

4.1 Documentation

Selon la réglementation, l'équipement sera livré avec une notice d'instructions complète rédigée en langue française ou anglaise comprenant en particulier, conformément à la norme NF EN 292-2, les indications relatives à l'équipement de travail, à sa mise en service, à son environnement et à son utilisation ainsi que les indications nécessaires pour la maintenance (plan de la machine, enceinte, moyen de chauffage, accessoires, schémas d'installation électrique, etc.).

La documentation ci-dessous devra notamment être fournis en cours d'études et à la fin du projet en tant que « Tel que Construit » :

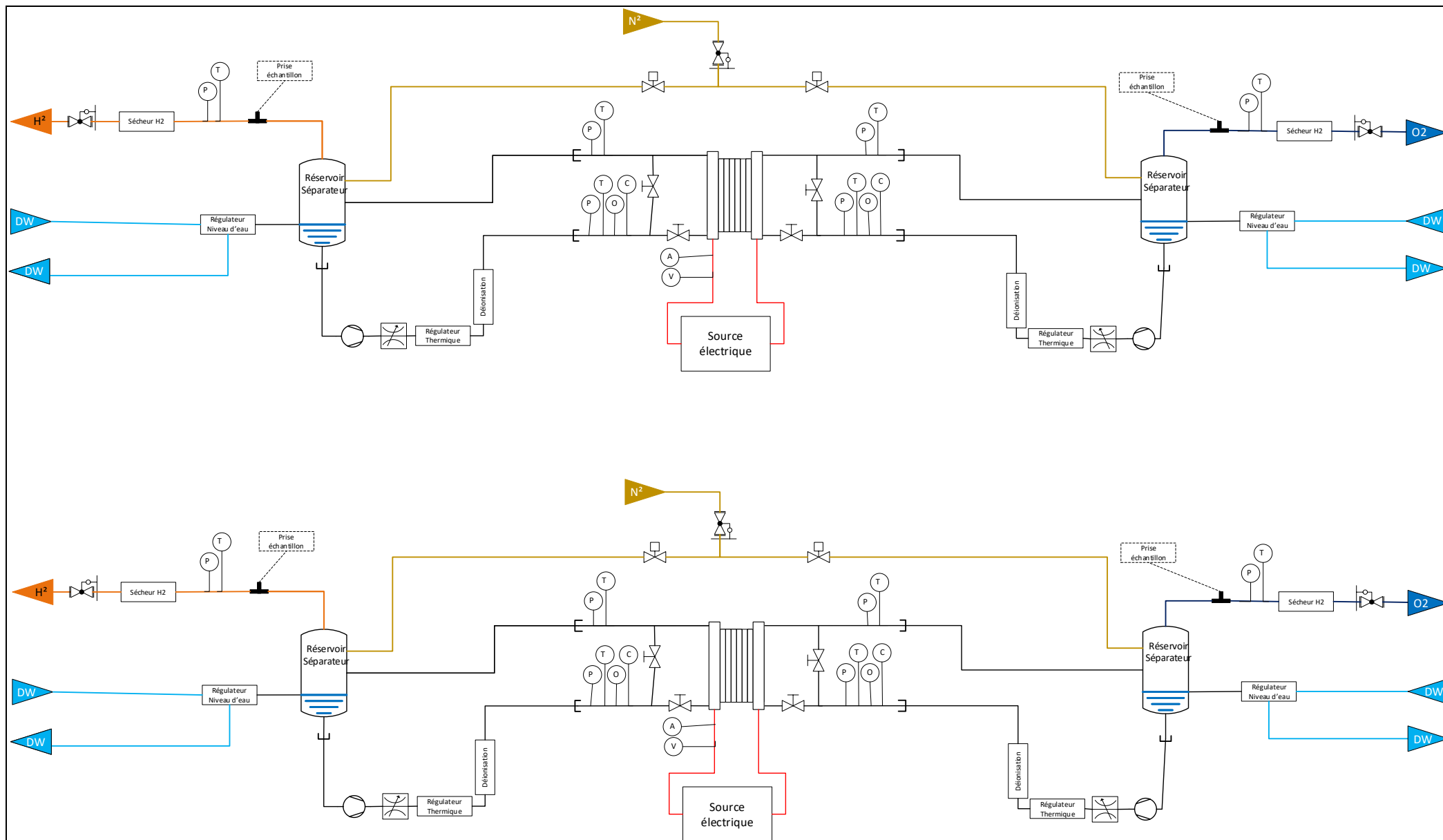
- Plan mécanique ;
- Schémas électriques développés ;
- P&ID des circuits ;
- Note de réglage des protections ;
- Liste d'instrumentation et réglages ;
- Certificat de calibration ou de réglage (pour les équipements de sécurité) ;
- Back-up des logiciels ;
- Liste des risques résiduels ;
- Liste des contraintes d'installation ;
- Manuel d'exploitation et de maintenance ;
- Dossier technique nécessaire aux exigences réglementaires applicables aux équipements (par exemple : Equipement sous pression, Conformité électrique...).

Annexe 1 – Variantes d'interconnexion

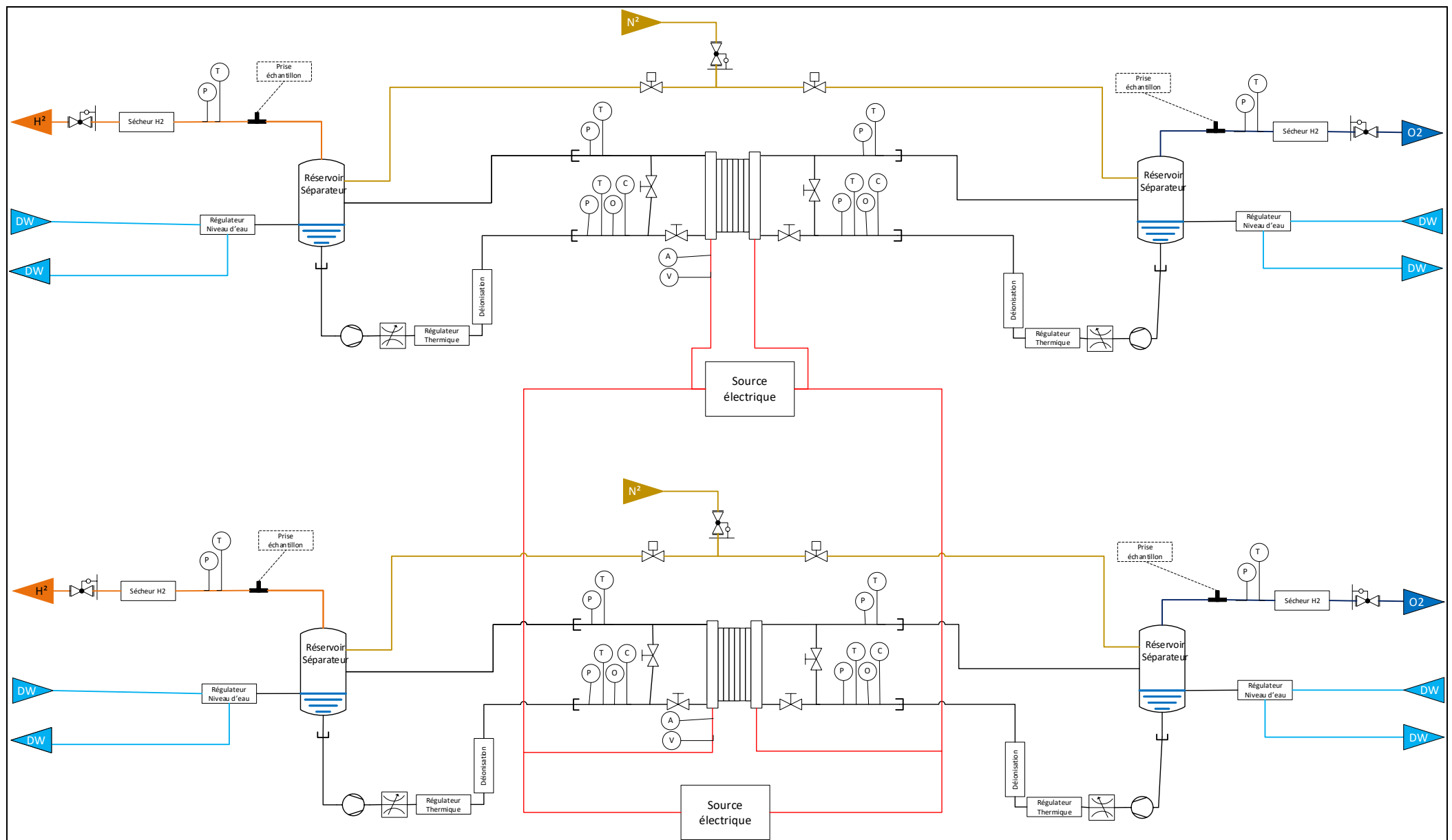
Cette annexe présente quelques exemples de connexions possibles des 2 bancs.

Des composés de ces configurations pourront être utilisées pendant l'utilisation de ces bancs par l'UMLP.

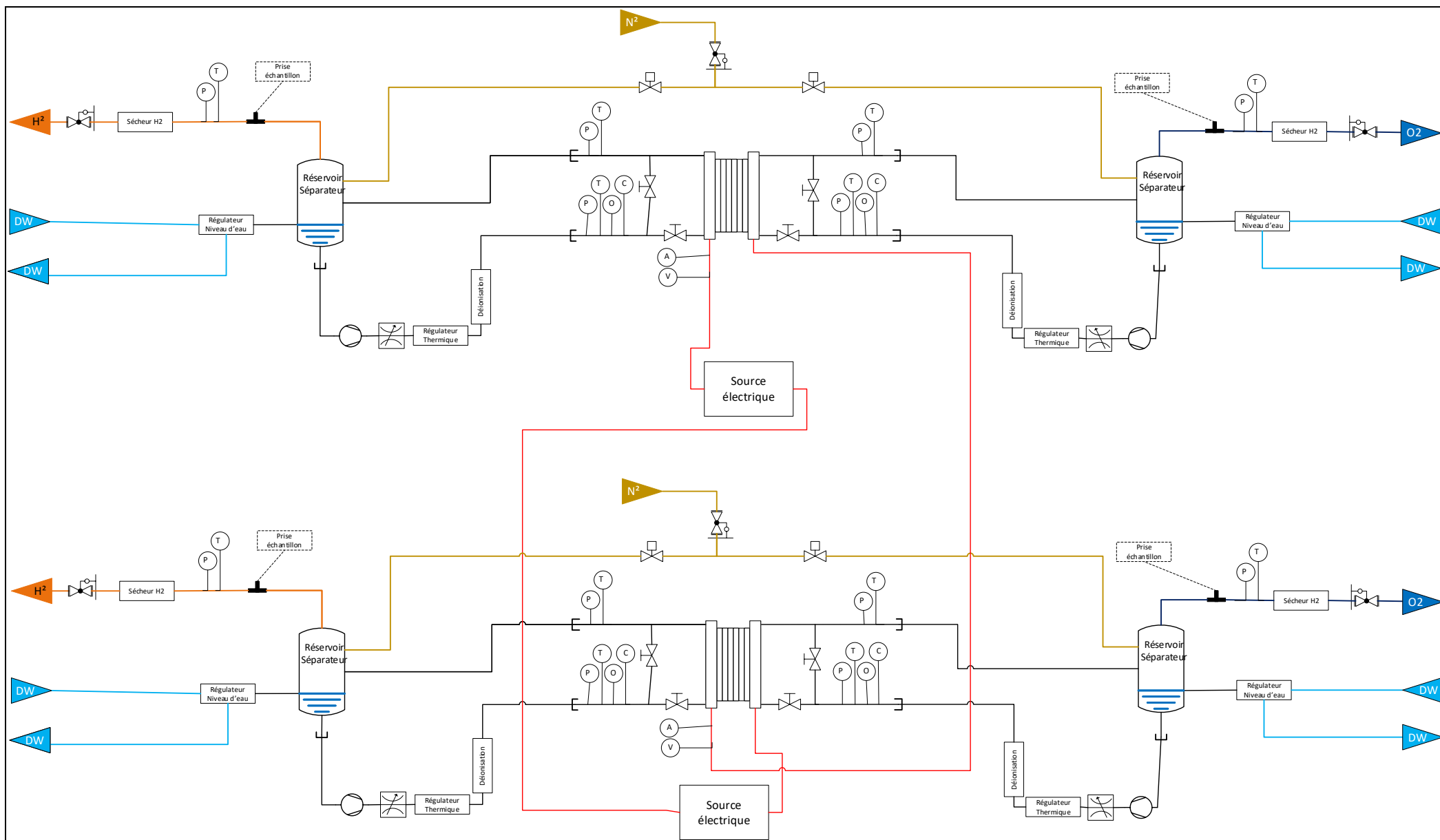
Si des configurations ne sont pas compatibles par les bancs, elles devront être signifiées par le candidat.



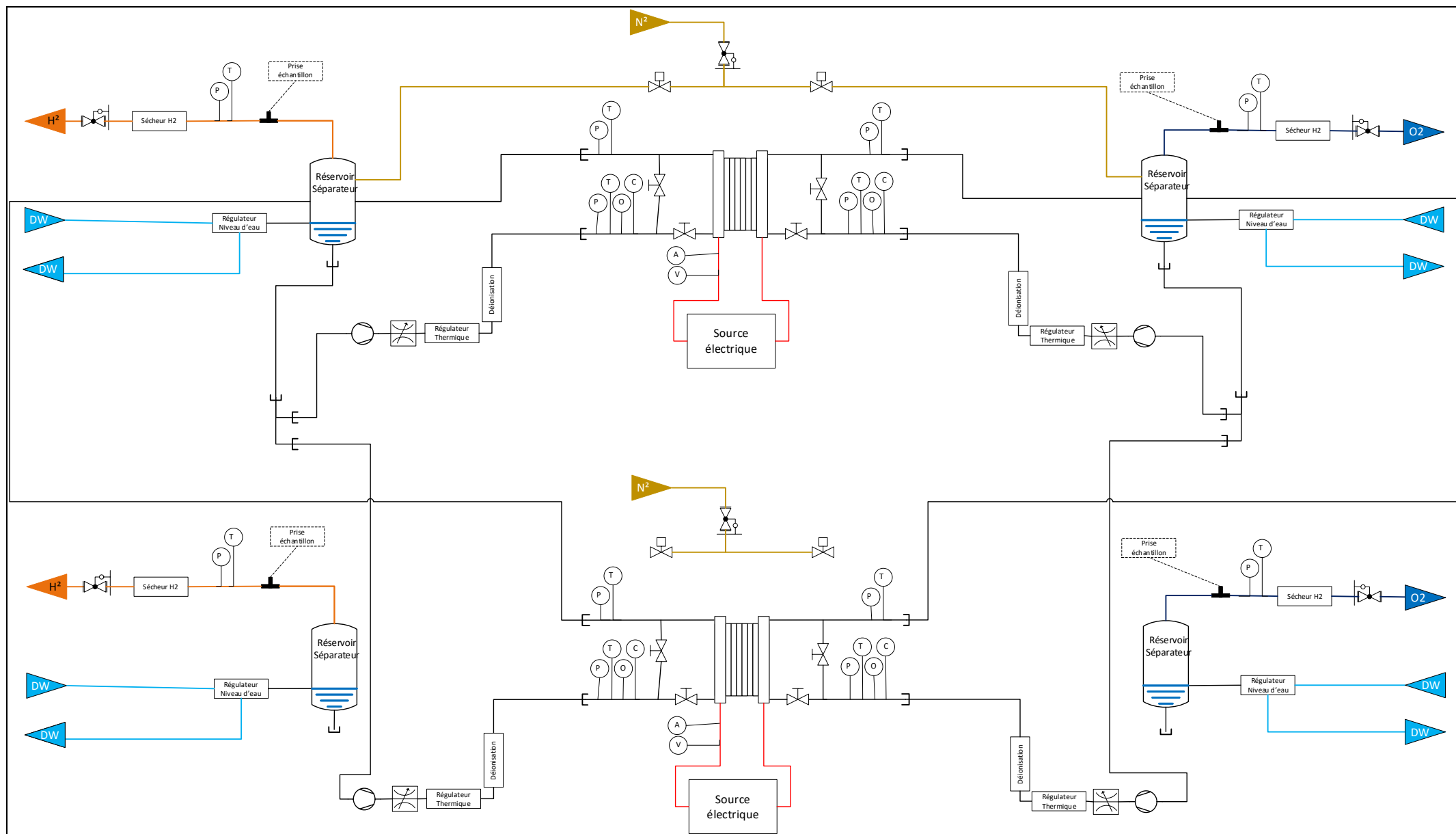
2 bancs : Auxiliaires fluidiques et alimentation électriques indépendants.



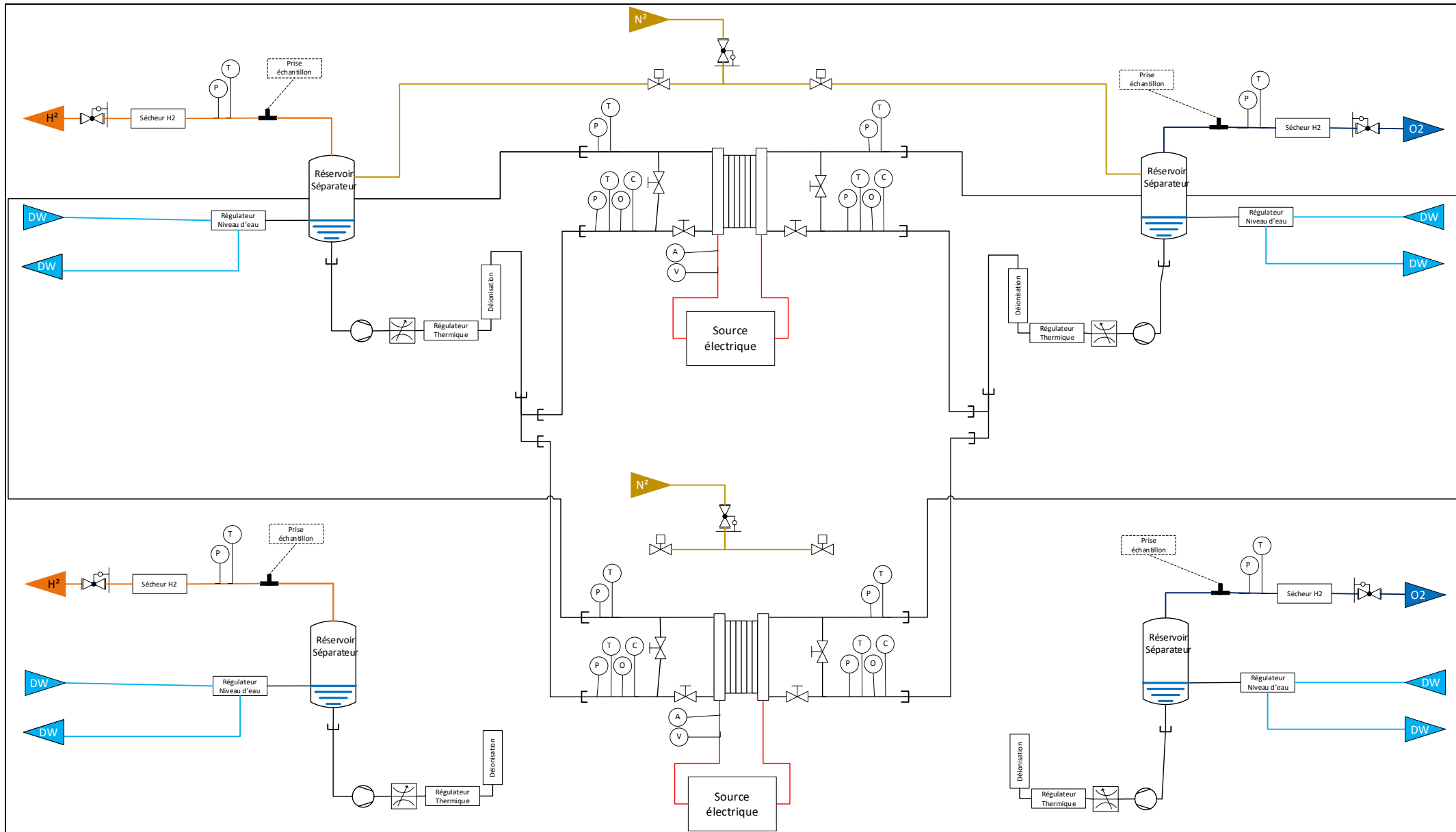
2 bancs : Auxiliaires fluidiques indépendants, Alimentations électriques en parallèle.



2 bancs : Auxiliaires fluidiques indépendants, Alimentations électriques en série.



2 bancs : Auxiliaires fluidiques en commun, Débits différents, Alimentations électriques indépendantes, en série ou en parallèle.



2 bancs : Auxiliaires fluidiques en commun, Débits identiques, Alimentations électriques indépendantes, en série ou en parallèle.