



*Liberté • Égalité • Fraternité*

**RÉPUBLIQUE FRANÇAISE**

---

ministère  
Éducation  
nationale



# ***GUIDE D'ÉQUIPEMENT***

POUR LES SECTIONS

DE TECHNICIENS SUPÉRIEURS

CONTRÔLE INDUSTRIEL ET

RÉGULATION AUTOMATIQUE

*JUIN 2001*

***DIRECTION DE L'ENSEIGNEMENT SCOLAIRE  
SERVICE DES FORMATIONS***

***SOUS-DIRECTION DES FORMATIONS PROFESSIONNELLES***

*Bureau du partenariat avec le monde professionnel  
et des commissions professionnelles consultatives*

---

**DESCO A5**

**142 rue du Bac**

**75357 PARIS S.P. 07**

**☎ 01 55 55 15 37**

**📠 01 45 48 44 01**

# ***GUIDE D'ÉQUIPEMENT***

**POUR LES SECTIONS**

**DE TECHNICIENS SUPÉRIEURS**

**CONTRÔLE INDUSTRIEL ET**

**RÉGULATION AUTOMATIQUE**

Les guides d'équipement sont consultables, et téléchargeables au format pdf, à partir du site internet  
de la direction de l'enseignement scolaire : [www.eduscol.education.fr](http://www.eduscol.education.fr)

## *PRÉFACE*

Déconcentration et décentralisation rendent nécessaire le renforcement de l'aide apportée aux responsables locaux en matière de conseil et d'expertise. C'est pourquoi sont élaborés des guides d'équipements conseillés, qui constituent des documents de référence et des outils d'aide à la décision à l'intention des responsables rectoraux, mais aussi des représentants des collectivités territoriales qui en ont exprimé la demande.

La réalisation de ces documents en étroite concertation avec l'inspection générale de l'éducation nationale, au sein de commissions composées de spécialistes du domaine concerné, permet la mise en relation des dimensions pédagogiques, technologiques et économiques qui régissent l'installation des équipements et des locaux.

L'élaboration et la publication du présent guide, relatif **aux sections de techniciens supérieurs en CONTRÔLE INDUSTRIEL et RÉGULATION AUTOMATIQUE**, s'inscrivent dans ce contexte.

Les indications apportées par le présent document décrivent un équipement de référence en cas d'implantation de nouvelles formations. Toutefois, leur portée doit être bien précisée. Il ne s'agit pas en effet d'une référence normative encourageant une logique de "tout ou rien". **Il est indispensable en effet de prendre en compte l'existant, en réalisant un inventaire préalable, puis de définir un processus permettant de se rapprocher de ces propositions de référence.**

De même, quant aux recommandations relatives aux locaux, ce guide ne prétend pas proposer des solutions universelles, qui apparaîtraient comme seules envisageables : telle ou telle approche peut parfaitement être retenue, en fonction des considérations architecturales prévalant pour la construction ou l'aménagement d'un établissement donné. Il conviendra néanmoins, de **ménager, autour des postes de travail, des zones de circulation et d'intervention** garantissant des conditions de travail et de sécurité optimales, conformément à la législation en vigueur.

Les utilisateurs de ce guide sont enfin vivement encouragés à faire part à la direction de l'enseignement scolaire de toutes remarques qui peuvent être de nature à améliorer la qualité du document et à faire progresser la réflexion sur les questions d'équipement pédagogique.

Signé Jean-Paul de GAUDEMAR

Le directeur de l'enseignement scolaire

**Ce guide a été élaboré**

avec la participation de :

Pierre	<b>MALLÉUS</b>	Président de la commission Inspection générale, groupe physique-chimie
Robert	<b>MAIROT</b>	Inspecteur d'académie - Inspecteur pédagogique régional
Gilles	<b>AMAND</b>	Professeur agrégé
Daniel	<b>MOREILLON</b>	Professeur agrégé
Jean-Claude	<b>PUTET</b>	Professeur agrégé
Jean-Yves	<b>RENOU</b>	Professeur agrégé
André	<b>TOUSSAINT</b>	Professeur agrégé

et le concours de :

Guy	<b>THIBAUD</b>	DESCO A5
-----	----------------	----------

## SOMMAIRE

<b>1. DONNÉES GÉNÉRALES</b> .....	<b>1 - 3</b>
<b>1.1. OBJET du GUIDE</b> .....	<b>2</b>
<b>1.2. PRINCIPAUX OBJECTIFS de l'ENSEIGNEMENT SCIENTIFIQUE</b> .....	<b>3</b>
<b>2. ENSEIGNEMENTS SCIENTIFIQUES EN STS CIRA</b> .....	<b>4 - 9</b>
<b>2.1. PLACE de la FORMATION</b> .....	<b>5</b>
<b>2.2. OBJECTIFS de la FORMATION SCIENTIFIQUE et TECHNOLOGIQUE</b> .....	<b>5</b>
<b>2.3. ORGANISATION de la FORMATION</b> .....	<b>6</b>
<b>2.4. CONTINUITÉ des ENSEIGNEMENTS</b> .....	<b>6</b>
<b>2.5. DÉBOUCHÉS</b> .....	<b>6</b>
<b>2.6. HORAIRES des ENSEIGNEMENTS SCIENTIFIQUES</b> .....	<b>7</b>
<b>2.7. SCHÉMA d'ORGANISATION des ÉTUDES en STS CIRA</b> .....	<b>8</b>
<b>2.8. RÉSEAU NATIONAL de RESSOURCES des STS CIRA</b> .....	<b>9</b>
<b>3. LE PÔLE SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE EN STS CIRA</b> .....	<b>10 - 18</b>
<b>3.1. RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES</b> .....	<b>11 - 13</b>
<b>3.2. Les LOCAUX SCIENTIFIQUES</b> .....	<b>14 - 18</b>
<b>3.2.1. Les locaux de sciences</b> .....	<b>14</b>
<b>3.2.2. Les laboratoires spécifiques "CIRA"</b> .....	<b>15</b>
<b>3.2.3. Schéma fonctionnel des locaux</b> .....	<b>16</b>
<b>3.2.4. Exemples de dispositions des locaux</b> .....	<b>17 - 18</b>
<b>4. LES LOCAUX DE SCIENCES - LOCAUX et ÉQUIPEMENTS</b> .....	<b>19 - 53</b>
<b>4.1. SALLE de COURS des ENSEIGNEMENTS SCIENTIFIQUES</b> .....	<b>20 - 27</b>
<b>4.1.1. Descriptif</b> .....	<b>20</b>
<b>4.1.2. Exemple d'aménagement</b> .....	<b>20</b>
<b>4.1.3. Liste des équipements conseillés</b> .....	<b>21 - 23</b>
<b>4.1.4. Espace informatique et vidéo</b> .....	<b>24 - 25</b>
<b>4.1.5. Fiche signalétique du local</b> .....	<b>26 - 27</b>

## SOMMAIRE

<b>4.2. SALLE de DOCUMENTATION et de RÉUNIONS PÉDAGOGIQUES</b> .....	<b>28 - 29</b>
4.2.1. <i>Caractéristiques des équipements de la salle</i> .....	28
4.2.2. <i>Exemple d'aménagement</i> .....	28
4.2.3. <i>Liste des équipements conseillés</i> .....	29
4.2.4. <i>Fiche signalétique du local</i> .....	29
<b>4.3. SALLE de TRAVAUX PRATIQUES de CHIMIE INDUSTRIELLE</b> .....	<b>30 - 33</b>
4.3.1. <i>Équipement de la paillasse du professeur</i> .....	30
4.3.2. <i>Équipement de sécurité - Environnement</i> .....	30
4.3.3. <i>Matériel commun à toute la salle</i> .....	31
4.3.4. <i>Matériel par paillasse</i> .....	32 - 33
4.3.5. <i>Matériel de laboratoire</i> .....	33
<b>4.4. SALLE de TRAVAUX PRATIQUES de PHYSIQUE INDUSTRIELLE</b> .....	<b>34 - 41</b>
4.4.1. <i>Particularités de la salle de travaux pratiques de physique industrielle</i> .....	34
4.4.2. <i>Exemple d'aménagement</i> .....	35
4.4.3. <i>Liste des équipements conseillés</i> .....	36 - 37
4.4.4. <i>Fiche signalétique du local</i> .....	38 - 39
4.4.5. <i>Liste des matériels conseillés</i> .....	40 - 41
<b>4.5. SALLE de TRAVAUX PRATIQUES de PHYSIQUE APPLIQUÉE</b> .....	<b>42 - 49</b>
4.5.1. <i>Exemple d'aménagement</i> .....	42
4.5.2. <i>Liste des équipements conseillés</i> .....	43 - 44
4.5.3. <i>Fiche signalétique du local</i> .....	45 - 46
4.5.4. <i>Liste des matériels conseillés</i> .....	47 - 49
<b>4.6. SALLE de PRÉPARATION et de RANGEMENT</b> .....	<b>50 - 53</b>
4.6.1. <i>Caractéristiques de la salle</i> .....	50
4.6.2. <i>Exemple d'aménagement</i> .....	50
4.6.3. <i>Liste des équipements et matériels conseillés</i> .....	51 - 52
4.6.4. <i>Fiche signalétique du local</i> .....	53

## SOMMAIRE

<b>5. LOCAUX ET ÉQUIPEMENTS SPÉCIFIQUES AU PÔLE CIRA</b> .....	<b>54 - 96</b>
<i>Régulation - Instrumentation - Automatismes</i>	
<b>5.1. GÉNÉRALITÉS sur les LOCAUX CIRA</b> .....	<b>55 - 57</b>
5.1.1. <i>Locaux de Contrôle Industriel et de Régulation Automatique (CIRA)</i> .....	55
5.1.2. <i>Premier exemple de disposition des locaux</i> .....	56
5.1.3. <i>Second exemple de disposition des locaux</i> .....	57
<b>5.2. SALLE de TRAVAUX PRATIQUES d'INSTRUMENTATION</b> .....	<b>57 - 74</b>
5.2.1. <i>Caractéristiques de la salle</i> .....	57
5.2.2. <i>Exemple d'aménagement</i> .....	58
5.2.3. <i>Liste des équipements conseillés</i> .....	59 - 60
5.2.4. <i>Fiche signalétique du local</i> .....	61 - 62
5.2.5. <i>Liste des matériels conseillés</i> .....	63 - 65
5.2.6. <i>Maquettes de régulation - Descriptif et recommandations</i> .....	66 - 67
5.2.7. <i>Maquettes de régulation - Exemples de maquettes</i> .....	68 - 74
<b>5.3. SALLE de PRÉPARATION et de RANGEMENT en INSTRUMENTATION et PHYSIQUE INDUSTRIELLE</b>	<b>75 - 76</b>
5.3.1. <i>Caractéristiques de la salle</i> .....	75
5.3.2. <i>Exemple d'aménagement</i> .....	75
5.3.3. <i>Liste des équipements et matériels conseillés</i> .....	75
5.3.4. <i>Fiche signalétique du local</i> .....	76
<b>5.4. SALLE des MAQUETTES</b> .....	<b>77 - 86</b>
5.4.1. <i>Caractéristiques des équipements de la salle</i> .....	77
5.4.2. <i>Exemple d'aménagement</i> .....	77
5.4.3. <i>Liste des équipements conseillés</i> .....	78 - 79
5.4.4. <i>Fiche signalétique du local</i> .....	79 - 80
5.4.5. <i>Liste des matériels conseillés</i> .....	81
5.4.6. <i>Maquettes de régulation - Descriptif et recommandations</i> .....	82
5.4.7. <i>Exemples de configuration maquettes</i> .....	83 - 86

## SOMMAIRE

<b>5.5. SALLE des SYSTÈMES</b> .....	<b>87 - 92</b>
<b>5.5.1. Caractéristiques des équipements de la salle</b> .....	<b>87</b>
<b>5.5.2. Exemple d'aménagement</b> .....	<b>87</b>
<b>5.5.3. Vue détaillée du poste de travail pour 2 étudiants</b> .....	<b>88</b>
<b>5.5.4. Liste des équipements conseillés</b> .....	<b>88 - 89</b>
<b>5.5.5. Fiche signalétique du local</b> .....	<b>89 - 90</b>
<b>5.5.6. Liste des matériels conseillés</b> .....	<b>91 - 92</b>
<b>5.6. LOCAL SERVEUR</b> .....	<b>93 - 96</b>
<b>5.6.1. Caractéristiques des équipements du local</b> .....	<b>93</b>
<b>5.6.2. Exemple d'aménagement</b> .....	<b>93</b>
<b>5.6.3. Liste des équipements conseillés</b> .....	<b>94 - 96</b>
<b>5.6.4. Fiche signalétique du local</b> .....	<b>96</b>



## ***1. DONNÉES GÉNÉRALES***

## 1.1. OBJET du GUIDE

En comparaison avec de nombreux pays étrangers, la France semble apparaître comme un pays tout à fait en pointe en ce qui concerne les enseignements scientifiques, tant en ce qui concerne la référence à l'expérience dans l'enseignement, explicitée par les programmes et les horaires dédiés aux manipulations d'élèves, que par l'équipement disponible.

A cet égard, on peut constater que :

- Les efforts consentis par l'État et les collectivités territoriales depuis la mise en application de la loi de décentralisation, aussi bien en matière d'investissement que de fonctionnement, ont permis une nette amélioration des conditions matérielles d'enseignement.
- Les constructeurs de matériel didactique proposent aux établissements des composants, montages, systèmes, maquettes et autres logiciels, sûrs, modernes et performants.

Ainsi, les matériels scientifiques actuels et les locaux rénovés offrent aux élèves des conditions de travail meilleures et plus agréables. Il ne fait pas de doute que cette amélioration des conditions d'enseignement a eu un effet très positif sur la qualité des formations dispensées.

L'enseignement expérimental nécessite du matériel et du temps. Sa mise en œuvre suppose que les moyens financiers dégagés soient utilisés de manière optimale. Ces moyens financiers doivent être consacrés à la construction, à l'aménagement, à l'entretien des locaux scientifiques, à l'achat du matériel et à sa maintenance, à la rémunération du personnel technique et des enseignants.

Aussi est-il apparu souhaitable de fournir aux instances de l'État et des collectivités territoriales concernées par les enseignements scientifiques, des éléments d'information sur cet enseignement, et de leur proposer des aménagements de locaux et des choix de matériels qui, compte tenu des constats effectués, sont apparus les mieux adaptés et les plus rationnels au moment de la publication du guide (juin 2001). L'évolution des matériels et technologies et les nouveaux textes réglementaires devront être pris en compte pour les équipements et aménagements futurs.

## **1.2. PRINCIPAUX OBJECTIFS de L'ENSEIGNEMENT SCIENTIFIQUE**

L'enseignement scientifique doit avoir pour objet, d'apprendre aux élèves à observer, à se poser des questions et à confronter les conséquences de leurs représentations personnelles à la réalité. L'acquisition des connaissances, des savoir-faire et surtout d'une méthode d'analyse et de raisonnement leur permettra de formuler avec pertinence des jugements critiques.

**Au regard des objectifs des Référentiels des Activités Professionnelles et de Certification, cet enseignement scientifique et technologique se donne pour mission de développer les savoir-faire du Technicien Supérieur dans son futur cadre professionnel.**

Dans ses contenus, dans ses démarches didactiques, dans les outils qu'il utilise, dans son organisation pédagogique, cet enseignement prépare l'étudiant aux évolutions de la technologie dans le domaine professionnel du **Contrôle Industriel** et de la **Régulation Automatique**.

La nécessité de développer les capacités de synthèse, de prendre en compte la globalité des systèmes et des procédés, dans leurs dimensions techniques et sociales, implique continuité et complémentarité de tous les enseignements, de telle sorte que leur cohérence et leur convergence préfigurent les activités et les démarches du futur technicien supérieur. D'une manière générale, il faut privilégier des méthodes actives. Un enseignement scientifique formel et abstrait conduirait à l'échec un bon nombre d'élèves. Il convient donc d'accorder aux activités expérimentales une place importante. Un proverbe chinois n'affirme-t-il pas "ce que j'entends, je l'oublie ; ce que je vois, je le retiens ; ce que je fais, je le comprends mieux".

L'enseignement disciplinaire ne sera pas exclusivement centré sur les seuls objectifs de connaissance et de savoir-faire mais devra aussi privilégier d'autres objectifs.

Parmi ces autres objectifs, on peut citer :

- éduquer à la prévention des risques et faire prendre conscience des problèmes liés à la sécurité des personnes et au respect de l'environnement ;
- développer l'autonomie, l'organisation, l'esprit logique ;
- développer le sens du travail en équipe et le respect d'autrui ;
- développer l'initiative, la créativité, l'esprit critique et l'honnêteté intellectuelle ;
- aider à la maîtrise du langage, vecteur privilégié de la communication ;
- développer l'aptitude à lire des schémas et à en proposer (le schéma est un moyen d'expression scientifique moins "socialement sélectif" que le langage) ;
- développer le souci de la précision et du travail bien fait.

## ***2. ENSEIGNEMENTS SCIENTIFIQUES EN STS CIRA***

## 2.1. PLACE de la FORMATION

Le brevet de technicien supérieur CIRA est un diplôme professionnel de niveau III.

Les Sections de Techniciens Supérieurs en Contrôle Industriel et Régulation Automatique (STS CIRA) forment les futurs spécialistes de la commande des processus mis en œuvre dans les industries de procédés telles que la Chimie, la Pharmacie, la Métallurgie, le Nucléaire, l'Agro-alimentaire, ...

L'enseignement dispensé au cours des deux années de STS-CIRA, assure au futur titulaire du Brevet de Technicien Supérieur :

- ◆ Une formation scientifique et technologique solide et de haut niveau l'autorisant pleinement à intervenir dans la conception, l'instrumentation, la conduite, la maintenance des systèmes industriels complexes.
- ◆ Une bonne maîtrise des outils de communication lui permettant de dialoguer utilement avec les partenaires et les services techniques ou commerciaux avec lesquels il est en interaction professionnelle.
- ◆ Des connaissances actualisées de la réglementation, notamment dans le domaine de la sécurité, lui donnant toute compétence pour conseiller et intervenir sur diverses installations.

## 2.2. OBJECTIFS de la FORMATION SCIENTIFIQUE et TECHNOLOGIQUE

Dans les disciplines scientifiques et technologiques, la dimension expérimentale est première car, en bonne articulation avec l'enseignement théorique, elle contribue à former les esprits à la rigueur, à la méthode scientifique et favorise la nécessaire ouverture sur les techniques et les applications.

Les nouvelles technologies occupent une place prioritaire dans toutes les situations d'apprentissage pour illustrer ou concrétiser les concepts, pour mesurer, simuler, modéliser, contrôler, piloter mais aussi pour aider l'élève dans son travail personnel.

Les démarches pédagogiques privilégient le développement de l'autonomie, de la créativité, de l'esprit d'équipe. A cet égard, le travail en équipe des enseignants est une composante essentielle du dispositif pédagogique en vigueur en STS CIRA. **Le décroisement disciplinaire doit prévaloir pour assurer une réelle transversalité du savoir.** Dans cet esprit, les relations avec le monde industriel, qu'elles se situent dans le cadre du stage en entreprise ou dans d'autres circonstances, doivent être systématiquement recherchées : elles concernent tous les acteurs de la formation.

### 2.3. ORGANISATION de la FORMATION

Le pôle scientifique et technologique s'appuie sur l'enseignement général et permet d'offrir aux élèves une formation adaptée aux exigences industrielles.

Un stage de formation en entreprise, d'une durée de 12 semaines, situé entre la 1<sup>ère</sup> et la 2<sup>ème</sup> année, concrétise utilement les concepts et méthodes enseignés.

### 2.4. CONTINUITÉ des ENSEIGNEMENTS

Les élèves sont issus des classes de Terminales des séries STL, des séries STI ou de la série scientifique S.

La formation délivrée en première année permet de tirer profit des origines diverses des élèves en harmonisant leurs connaissances. La mise en évidence des liens étroits entre les sciences physiques et les technologies qui sont au cœur de l'enseignement en STS CIRA permet les adaptations nécessaires.

### 2.5. DÉBOUCHÉS

Les titulaires du BTS CIRA peuvent :

- **entrer dans la vie active :**

dans de nombreux secteurs d'activités, notamment :

- Chimie – Pétrole – Pharmacie – Papeterie – Nucléaire – Agro-alimentaire – Métallurgie...  
où leurs compétences sont appréciées dans les services :
- Conception – Etudes – Maintenance – Amélioration – Qualité – Technico-commerciaux...

- **poursuivre des études :**

- en Écoles d'Ingénieurs,
- en Licence,
- en 2<sup>ème</sup> Année DEUG,
- en Mathématiques Spéciales,
- en Classes Préparatoires
- en Formation Complémentaire.

## 2.6. HORAIRES des ENSEIGNEMENTS SCIENTIFIQUES

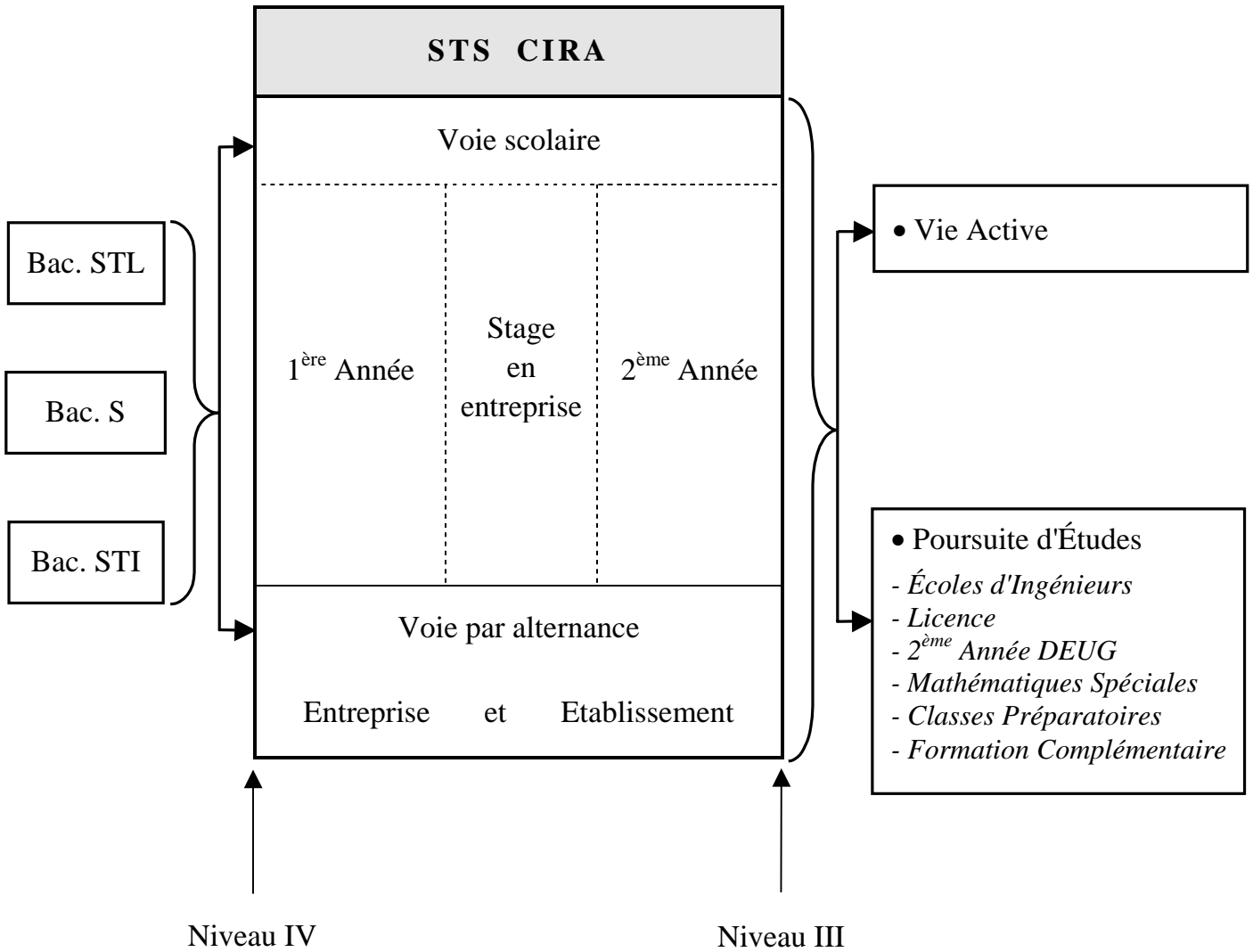
### HORAIRE HEBDOMADAIRE

(Formation initiale sous statut scolaire)

DISCIPLINES	1 <sup>ère</sup> année Total (cours + TD + TP)	2 <sup>ème</sup> année Total (cours + TD + TP)
Sciences physiques : - chimie et physique industrielles - physique appliquée	8 (4 + 1 + 3) 5 (2 + 0 + 3)	6 (4 + 0 + 2) 6 (2 + 0 + 4)
C.I.R.A. : - Instrumentation - Régulation - Automatismes et logique	5 (3 + 0 + 2) 4 (2 + 0 + 2) 3,5 (2 + 0 + 1,5)	4 (2 + 0 + 2) 6 (3 + 0 + 3) 5 (2 + 0 + 3)
<b><u>Total des Enseignements Scientifiques</u></b>	<b>25,5 (13 + 1 + 11,5)</b>	<b>27 (13 + 0 + 14)</b>

- ⇒ L'effectif des groupes de travaux pratiques (TP) est déterminé en tenant compte des impératifs de sécurité des étudiants, du personnel et du matériel complexe et coûteux mis en œuvre.
- ⇒ Selon l'origine des élèves, qui peuvent être issus des filières scientifiques générales, technologiques industrielles, on prévoira un enseignement d'adaptation de 1 heure hebdomadaire en première année.

## 2.7. SCHÉMA d'ORGANISATION des ÉTUDES en STS CIRA





## **2.8. RÉSEAU NATIONAL de RESSOURCES des STS CIRA**

Pour les filières STL – PLPI et STS CIRA, le Ministère de l'Éducation Nationale a mis en place un réseau national de ressources.

Piloté et géré par le Ministère de l'Éducation Nationale, le Réseau National est placé sous l'autorité du Directeur de l'Enseignement Scolaire (bureau DESCO A10), en collaboration avec l'Inspection Générale.

Les réseaux nationaux de ressources ont mission de :

- contribuer au développement de l'information et de la documentation pédagogique technico-scientifique,
- participer à/ou promouvoir l'innovation dans le domaine de la formation des enseignants,
- servir d'appui ou participer à la formation de formateurs,
- contribuer à l'établissement de liens avec le secteur professionnel.

Leur principale mission est d'offrir des ressources permettant aux enseignants de bénéficier d'une formation flexible, à leur rythme, selon leurs besoins et sur leur lieu de travail.

Le lycée "ressources" sur lequel s'appuie le réseau est le :

**Lycée JULES HAAG de BESANÇON**

**1, rue Labbé**

**25 041 BESANÇON CEDEX**

**E-mail : rstl@besancon.net**

**Tél : 03 81 81 01 45**

**Fax : 03 81 81 00 38**

**L'adresse internet du RÉSEAU NATIONAL DE RESSOURCES est :**

**[http://artic.ac-besancon.fr/reseau\\_STL/](http://artic.ac-besancon.fr/reseau_STL/)**

**3. LE PÔLE SCIENTIFIQUE ET  
TECHNOLOGIQUE  
EN STS CIRA**

### 3.1. RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES

➤ Les informations données dans ce guide d'équipement pourront aisément être intégrées dans un projet concernant une nouvelle construction. Dans le cas de travaux de réhabilitation, ces indications devront être adaptées aux contraintes propres à l'existant de chaque établissement : les indications données précisent vers quoi doit tendre l'aménagement des locaux destinés à l'enseignement scientifique en Section de Techniciens Supérieurs en Contrôle Industriel et Régulation Automatique.

➤ Qu'il s'agisse d'une construction nouvelle ou de réhabilitation, pour déterminer la nature et l'aménagement des locaux, pour exploiter de façon rationnelle les informations données dans ce guide, il y aurait avantage à faire appel aux compétences des Inspecteurs d'Académie - Inspecteurs Pédagogiques Régionaux qui seront en mesure de formuler des conseils et des avis pédagogiques. Dans le cas de travaux de réhabilitation, il y aura aussi avantage à faire appel aux professeurs qui ont en charge le domaine scientifique dans l'établissement. Pour ce qui a trait à la sécurité des personnes et des biens, les projets devront être soumis aux instances compétentes en matière de sécurité.

➤ Le matériel nécessaire aux cours et aux travaux pratiques ne peut évidemment pas être mis en place pendant les quelques minutes des inter-cours. Il s'ensuit que le planning d'utilisation d'une salle doit être prévu pour permettre l'installation et l'enlèvement des montages et des appareils : c'est ainsi qu'une séance de travaux pratiques de trois heures d'une même classe mobilise généralement une salle pendant quatre heures.

➤ Il est essentiel de prévoir dans les salles des zones d'information par affichage. En particulier l'affichage général respectera la réglementation en vigueur pour l'indication de consignes de sécurité. Il sera aussi nécessaire de prévoir des emplacements de documents divers, par exemple destinés à sensibiliser les élèves aux problèmes généraux de sécurité (affichage INRS par exemple). Les emplacements des équipements de premiers secours et de prévention des risques seront clairement indiqués (par exemple : couverture anti-feu, extincteur, règlement propre aux locaux techniques ; lave-œil et bacs de récupération des produits chimiques en chimie, ...).

➤ L'implantation du pôle scientifique prendra en compte la nécessité :

- d'un accès aisé aux différents réseaux de fluides, aux réseaux électriques et téléphoniques ;
- d'une mise en réseau informatique ;
- d'une bonne ventilation des locaux, tout particulièrement des salles de chimie, de la réserve de produits chimiques, du raccordement de hotte à l'extérieur du bâtiment lorsque la salle en est pourvue ;
- d'assurer la sécurité du matériel contre le vol.

### 3.1. RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES

➤ Le matériel scientifique nécessaire aux cours et aux travaux pratiques devra pouvoir circuler aisément à l'intérieur du pôle scientifique des locaux techniques où il est rangé, aux salles d'enseignement où il est utilisé.

En conséquence :

- Toute différence de niveau (marche), à l'intérieur du pôle, est à proscrire.
- Les salles et locaux techniques de même nature devront se trouver au même niveau.
- Il est souhaitable d'éviter des bâtiments étroits comportant un long couloir central desservant des salles d'enseignement en enfilade, toutes d'un même côté. Un couloir central avec des salles placées de part et d'autre est bien préférable (des solutions existent pour que ce couloir soit suffisamment clair) : les trajets à parcourir avec les chariots de matériel dans les couloirs, souvent encombrés par les élèves, sont ainsi réduits. Enfin, il se révèle très rationnel de séparer les salles de travaux pratiques, voire les salles de cours, par des locaux techniques. Globalement on peut donc dire que les salles de préparation et de collection doivent être imbriquées entre les salles de cours ou de travaux pratiques.
- Il est bon que l'accès aux salles de classe à partir des salles de préparation ou de rangement puisse se faire autrement que par le couloir général. Dans ces conditions, les salles d'un côté du couloir général doivent communiquer. Une salle de classe aura donc 3 ou 4 portes : deux serviront pour l'accès des élèves, l'autre ou les deux autres pour la communication avec la salle voisine ou avec les salles adjacentes. Bien entendu, les portes doivent être suffisamment larges pour permettre le passage des chariots.
- Dans le cas de travaux de réhabilitation ou d'extension, en cas d'impossibilité majeure, il faudra prévoir un monte-charge, mais cette solution ne sera envisagée qu'en tout dernier lieu.

➤ Les salles de manipulation doivent permettre au professeur et à chaque élève de réaliser les activités expérimentales prévues au programme ; l'implantation de huit postes de travail pour les élèves travaillant en binômes pendant les travaux pratiques est la situation habituellement rencontrée dans les établissements. Des aménagements pourront être apportés afin de prendre en compte les contraintes particulières à chaque établissement, notamment en matière de sécurité et d'effectifs.

### 3.1. RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES

➤ Les salles qui accueillent les Sections de Techniciens Supérieurs CIRA sont en général dédiées : Physique Appliquée, Physique et Chimie Industrielles, Instrumentation - Régulation - Automatismes. Pour des raisons évidentes de sécurité mais aussi de conservation en bon état du matériel, ces salles seront réservées aux enseignements spécifiques.

#### **En ce qui concerne l'évolution des pratiques :**

- ◆ L'ordinateur est familier dans la vie courante, il est devenu un outil pédagogique très présent dans l'enseignement. Les salles de travaux pratiques seront donc informatisées (un ordinateur par paillasse élèves et un ordinateur tête de réseau pour le professeur).
  - ◆ De plus, pour dispenser un enseignement moderne et de qualité, les technologies modernes sont devenues indispensables ; aussi, dans chaque salle de cours ou de travaux pratiques, on prévoira un équipement informatique multimédia.
- Des réservations dans la maçonnerie de l'établissement et de la salle doivent aboutir dans la zone informatique afin de faciliter les évolutions : des réserves d'extension de 50 % sont nécessaires (goulottes de câbles et armoires de brassage).
- L'esprit actuel de l'enseignement scientifique est de permettre aux élèves de prendre des initiatives sous le contrôle de leur professeur : cette démarche ne sera pas remise en cause ces prochaines années. En conséquence la conception des salles de travaux pratiques devra permettre la circulation aisée des élèves.
- Programmes, horaires, nombre de divisions et nombre d'élèves par division (ou par groupe) étant susceptibles de changements, on évitera d'implanter un pôle scientifique aux structures figées, sans possibilité d'extension.

## 3.2. Les LOCAUX SCIENTIFIQUES

Afin que les activités pédagogiques se déroulent dans les meilleures conditions, il est recommandé de prévoir les locaux ci-après. Ils sont listés et regroupés selon leur usage et leur destination, à savoir :

- Les locaux de sciences
- Les locaux spécifiques "CIRA"

Ce sont des salles expérimentales ; elles doivent donc comporter les éléments permettant la réalisation, par le professeur et par les élèves, d'expériences concernant les différentes parties des programmes.

Ces salles sont de trois types :

- Les salles de cours
- Les salles de travaux pratiques
- Les salles de préparation - documentation – collections

Elles sont équipées en fonction des besoins particuliers des divers enseignements.

### 3.2.1. Les locaux de sciences

#### ◆ Salle de Cours des Enseignements Scientifiques

Salle pour les séances de cours de physique industrielle, physique appliquée, régulation, instrumentation, automatismes logiques. La capacité d'accueil à prévoir est de 40 élèves.

#### ◆ Salle de Documentation et de Réunions Pédagogiques

Salle pour la coordination des enseignements, la documentation technique spécialisée, les entretiens avec les étudiants ou les industriels.

#### ◆ Salle de Travaux Pratiques de Chimie Industrielle

Pour l'enseignement de la Chimie industrielle on utilisera les locaux de chimie de l'établissement et les équipements et matériels existants sont à compléter par une liste spécifique STS CIRA figurant dans le présent document.

#### ◆ Salle de Travaux Pratiques de Physique Industrielle

Il s'agit d'une salle de physique classique à laquelle est attaché un local contenant les matériels spécifiques STS CIRA.

A cette salle de travaux pratiques de Physique industrielle est associée une salle de préparation et de rangement commune avec la salle d'instrumentation définie en page suivante. Cette salle de préparation et de rangement est aussi décrite en page suivante sous la dénomination " **Salle de préparation et de rangement pour l'instrumentation et la physique industrielle**".

#### ◆ Salle de Travaux Pratiques de Physique Appliquée

Salle spécialisée pour l'enseignement expérimental d'électricité. Les élèves expérimentent en binômes sur des postes de travail avec informatique dédiée à la mesure.

Pour cet enseignement, il est vivement recommandé d'utiliser la salle de TP d'électricité de la filière STL-PLPI si cette filière est présente dans l'établissement et si le taux d'occupation de cette salle permet l'accueil des étudiants de STS CIRA. Dans ce cas, il y a simplement lieu de remettre à niveau certains équipements et de prévoir un complément de matériels spécifiques STS CIRA.

#### ◆ Salle de Préparation et de Rangement

Cette salle est utilisée pour :

- la préparation, la maintenance et le rangement du matériel de TP de physique appliquée,
- la mise en place des expériences de cours pour tous les enseignements scientifiques.

#### ◆ Local d'Entretien et de Mise au point

Ce local, non spécifique à la filière, n'est pas décrit dans la suite du guide ; partagé avec d'autres sections, il a une superficie de l'ordre de 12 m<sup>2</sup> et fait partie du "pôle scientifique".

Le matériel prévu dans ce local doit permettre le travail et les opérations simples en électricité, mécanique, ... pour exemple : perceuse, cisaille, touret à meuler, scie à ruban, ...

## 3.2. Les LOCAUX SCIENTIFIQUES

### 3.2.2. Les laboratoires spécifiques "CIRA"

#### ◆ Salle de Travaux Pratiques d'Instrumentation

Cette salle doit permettre de répondre aux besoins très divers de l'instrumentation et de la régulation :

- la mise en œuvre du matériel de mesure et de commande,
- la mise en œuvre du matériel d'analyse,
- le montage et démontage d'éléments mécaniques (vannes...),
- la régulation sur maquettes simples.

Une grande souplesse est donc nécessaire pour certains postes de travail.

Cette salle communique obligatoirement avec une salle de rangement et de préparation accueillant des matériels amovibles sur chariot, d'une part, et avec la salle des maquettes d'autre part.

La mise en place de ces matériels doit être aisée.

#### ◆ Salle de Préparation et de Rangement pour l'instrumentation et la physique industrielle

Cette salle est essentiellement équipée d'armoires de rangement solides et elle comporte un espace assez vaste pour les chariots supportant les matériels "semi-amovibles".

Il est souhaitable que cette salle communique avec la salle de préparation et de rangement prévue pour les TP de physique industrielle.

#### ◆ Salle des Maquettes

Cette salle très spécialisée est située au centre du pôle CIRA. Ses matériels, très spécifiques, sont utilisés à propos de divers enseignements :

- Régulation,
- Instrumentation,
- Automatismes logiques.

Cette salle communique physiquement (portes, parois vitrées) et logiquement (réseaux, communication de mesures...) avec la salle d'instrumentation et avec la salle des systèmes décrite ci-après.

#### ◆ Salle des Systèmes

Cette salle très spécialisée doit permettre la programmation des Automates Industriels (API), la configuration des Systèmes Numériques de Contrôle Commande (SNCC), la simulation et l'étude de procédés complexes, l'utilisation de logiciels "d'automatique", la simulation des entrées-sorties, la supervision des systèmes automatisés, la communication avec les maquettes.

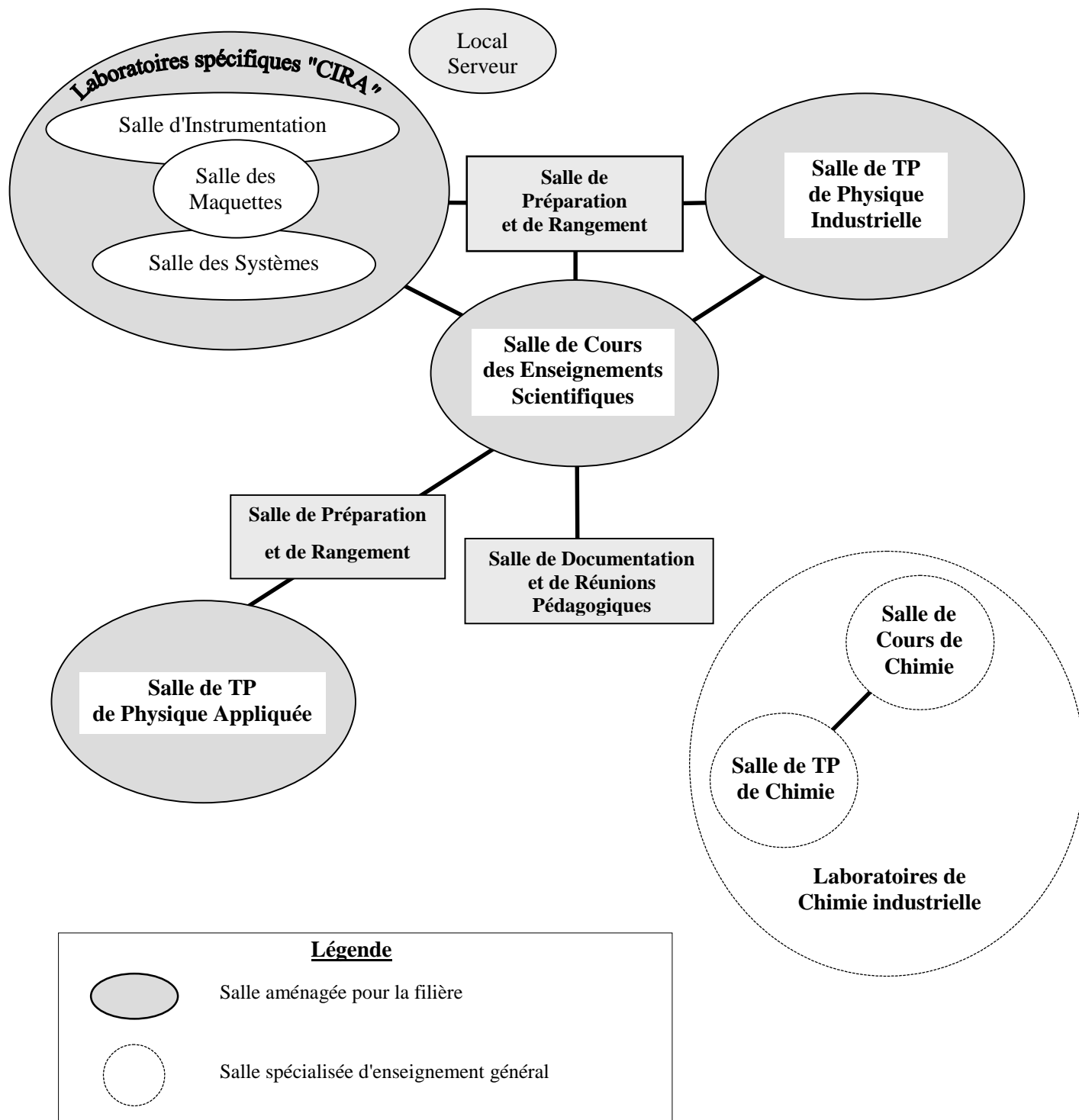
#### ◆ Local Serveur

Ce local héberge le serveur particulier de la section CIRA. Son accès est réservé aux "administrateurs réseaux".

**Note : Tous ces locaux sont propres à la filière. Ils peuvent être partagés avec d'autres sections pour des enseignements similaires.**

### 3.2. Les LOCAUX SCIENTIFIQUES

#### 3.2.3. Schéma fonctionnel des locaux





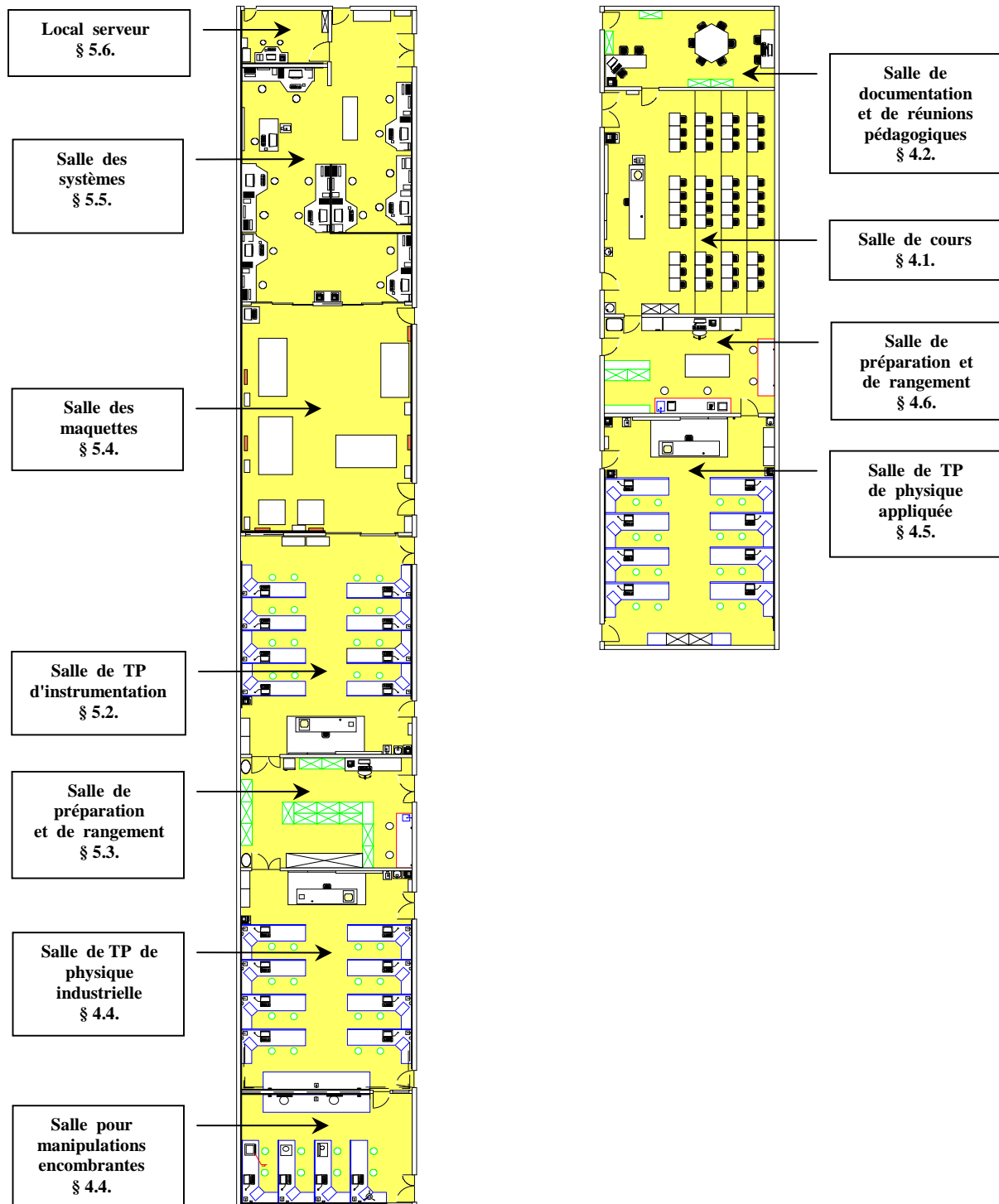
## 3.2. Les LOCAUX SCIENTIFIQUES

### 3.2.4. Exemples de dispositions des locaux

Il importe que les locaux soient aussi proches que possible les uns des autres.

On veillera à la prise en compte de l'ensemble des nécessités de communication entre les différentes salles ainsi que celles résultant de la mise en commun des divers matériels.

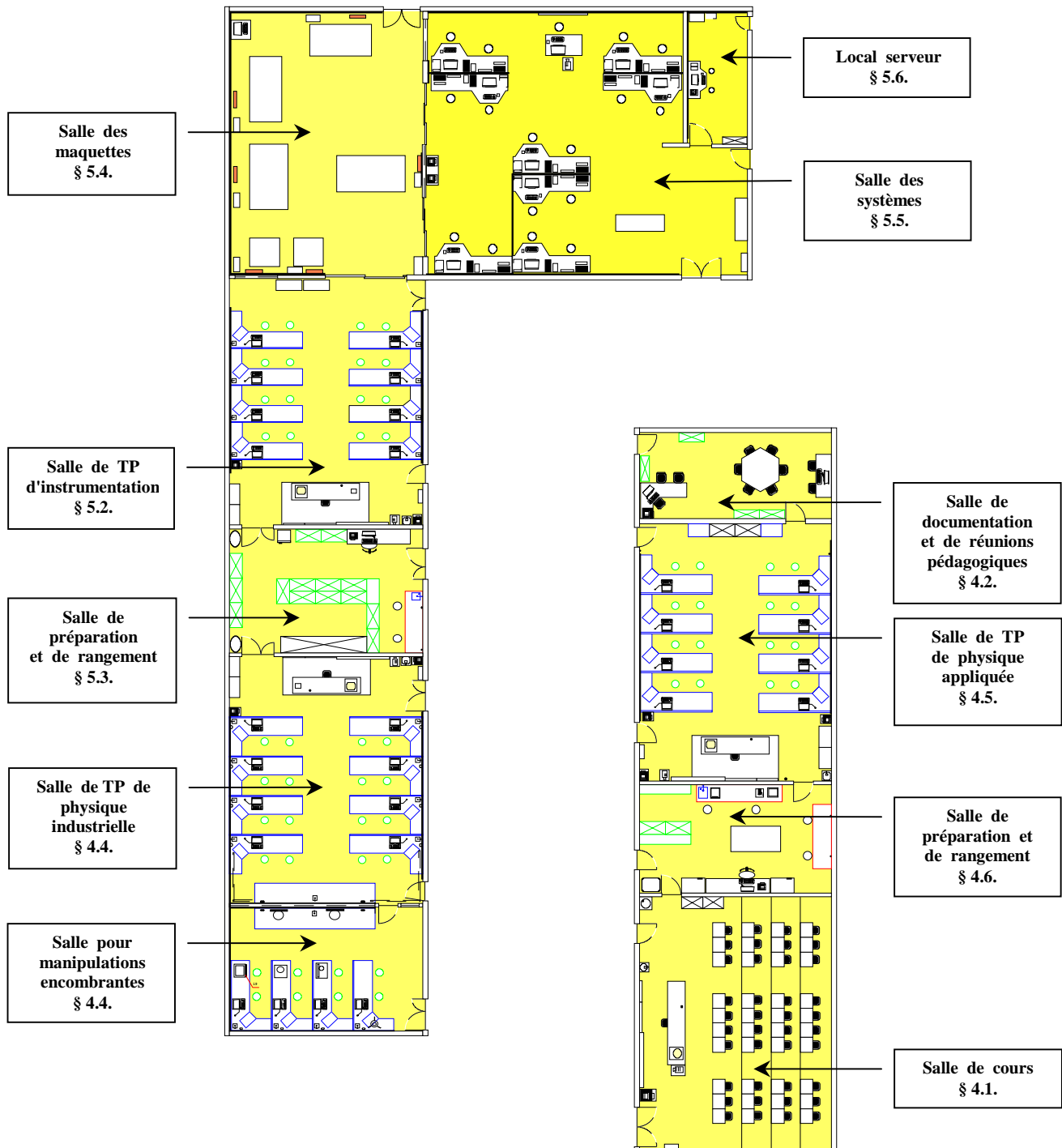
#### PREMIER EXEMPLE DE DISPOSITION DES LOCAUX



### 3.2. Les LOCAUX SCIENTIFIQUES

#### Exemples de disposition des locaux (suite)

#### **SECOND EXEMPLE DE DISPOSITION DES LOCAUX**



## ***4. LES LOCAUX DE SCIENCES***

### ***LOCAUX ET ÉQUIPEMENTS***

## 4.1. SALLE de COURS des ENSEIGNEMENTS SCIENTIFIQUES

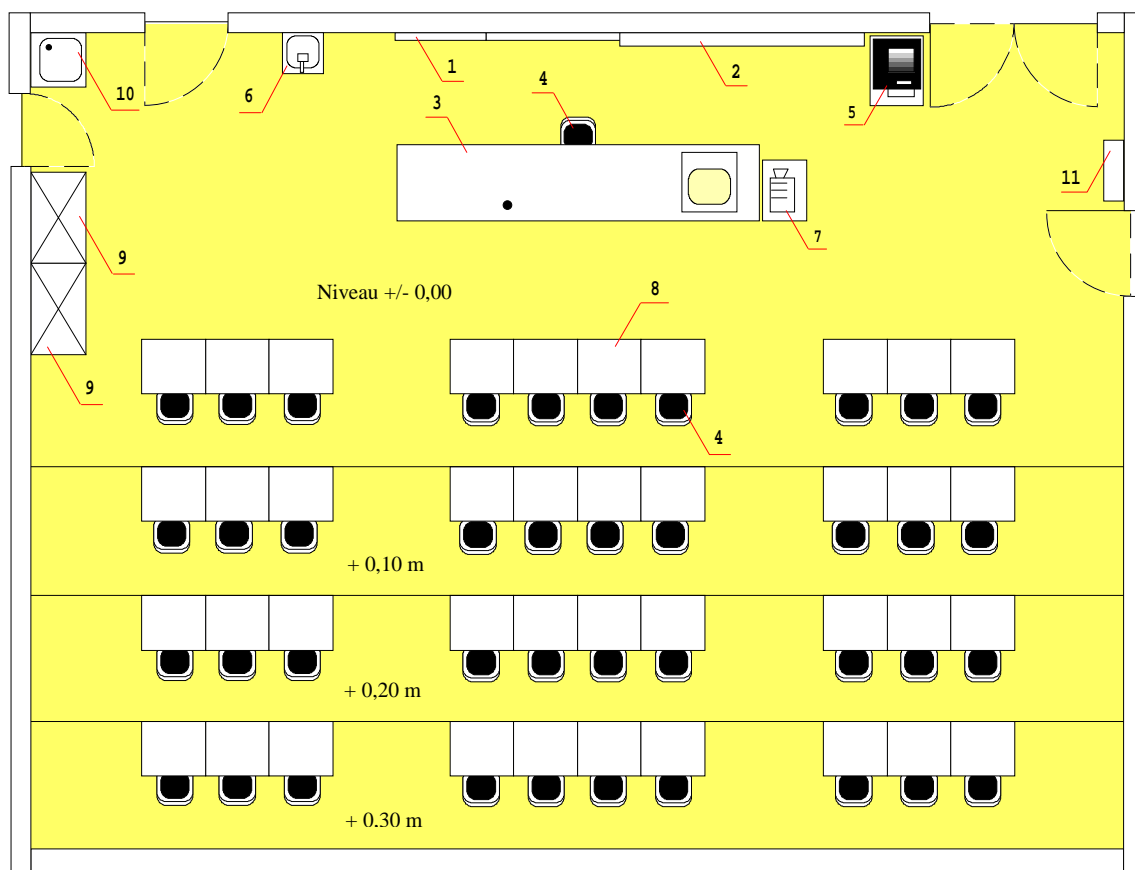
### 4.1.1. Descriptif

Cette salle est destinée prioritairement aux cours d'Instrumentation, Régulation, Automatismes, Physique Industrielle, Physique Appliquée, de la filière TS CIRA. Elle permet l'accueil d'une quarantaine d'élèves et la présentation d'expériences collectives. L'amphithéâtre est certainement la meilleure solution. Les gradins doivent être prévus en béton à l'origine car les marches en bois sont fragiles et sonores. L'amphithéâtre doit avoir une superficie de 110 m<sup>2</sup> environ. Les salles larges (12 m pour la dimension parallèle au tableau) sont recommandées de telle sorte que tous les élèves soient placés dans de bonnes conditions d'observation.

Dans cette salle, le professeur doit pouvoir réaliser des expériences de démonstration visibles des élèves et utiliser les moyens modernes de communication et d'information (projections, vidéo, informatique...).

### 4.1.2. Exemple d'aménagement

Superficie : de l'ordre de 108 m<sup>2</sup> (12 m × 9 m)



1	Tableau triptyque	7	Vidéoprojecteur
2	Écran mural	8	Table élève 0,70 m × 0,60 m
3	Paillasse du professeur avec poste informatique dédié expérimentation	9	Armoire basse
4	Chaise	10	Timbre alimenté en eau froide
5	Imprimante sur table support (emplacement prévu : sous le téléviseur)	11	Armoire électrique (pour mémoire)
6	Rétroprojecteur sur table support	12	

## 4.1. SALLE de COURS des ENSEIGNEMENTS SCIENTIFIQUES

### 4.1.3. Liste des équipements conseillés

**Note :** L'espace informatique et vidéo schématisé en page précédente et en pages 24 et 25 est préconisé pour toutes les salles de cours et de travaux pratiques de STS CIRA. Cet espace fait l'objet d'une description particulière en début de cette liste, dans la suite du guide le lecteur sera invité à s'y référer.

Repère	Désignation et caractéristiques minimales	Quantité
<b>ESPACE INFORMATIQUE ET VIDÉO composé des mobiliers et matériels suivants :</b>		
1	<b>Tableau triptyque</b> , face centrale d'environ 2 m × 1,20 m avec deux volets rabattables. Revêtement magnétique et vitrifié. <b>Note :</b> Ce tableau est surmonté par un système d'éclairage.	1
2	<b>Écran de projection</b> à fixation murale. Enroulement par ressort. Toile de 1,80 m par 1,80 m environ. <b>Note :</b> Cet écran est fixé au-dessus de la moitié droite du tableau afin de pouvoir écrire sur l'autre moitié.	1
3	<b>Paillasse humide pour le professeur avec poste informatique multimédia intégré</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan de travail monté sur cadre-support rigide traité anticorrosion. Dimensions (L × l × h) : 4 m × 0,90 m × 0,90 m environ.</li> <li>- Plateau recouvert de grès de préférence ou à défaut d'un revêtement insensible à l'humidité et résistant au feu et à l'abrasion.</li> <li>- Dispositif de réglage de l'horizontalité et de fixation au sol.</li> <li>- Arrivée d'air comprimé, sec, déshuilé, 6 bars avec manodétendeur.</li> <li>- Arrivée d'un point d'eau, clapet-clapet, et siphon (type machine à laver). Conforme aux Documents Techniques Unifiés (DTU) de plomberie.</li> <li>- Équipement électrique (en bandeau ou non) : <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 1 circuit triphasé réglable 0/400 V - 3 P + N + PE par alimentation triphasée incorporée à la paillasse. Sorties en bandeau sur douilles double puits.</li> <li>■ 1 circuit 230 V - 1 P + N + PE en bandeau : 8 prises de courant à obturateur 230 V - 1 P + N + PE - 10/16 A judicieusement réparties pour alimenter les divers matériels.</li> <li>■ 1 circuit 230 V - 1 P + N + PE : 4 prises de courant à obturateur 230 V - 1 P + N + PE - 10/16 A pour alimenter les divers matériels informatiques.</li> <li>■ Sur la paillasse : bouton d'arrêt d'urgence intervenant sur les 3 circuits électriques.</li> </ul> </li> </ul> <p>Conforme à la norme NF C 15-100.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Connectique en bandeau : <ul style="list-style-type: none"> <li>■ connexions vidéo pour relier le camescope au magnétoscope et/ou vidéoprojecteur.</li> <li>■ connexions pour relier les entrées/sorties de l'ordinateur logé sous la paillasse aux dispositifs expérimentaux (carte d'acquisition, liaisons série ou parallèle).</li> <li>■ connexions informatiques et télématiques pour relier le poste informatique multimédia aux divers périphériques (imprimante, vidéoprojecteur, camescope, réseaux...).</li> </ul> </li> <li>- Connectique : <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Câblage reliant le poste multimédia aux périphériques situés en divers endroits dans la salle (se reporter au schéma de la salle).</li> </ul> </li> </ul> <p>Conforme à la norme NF C 15-100.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Paillasse conforme à la norme NF X 15-201.</li> </ul>	1

## 4.1. SALLE de COURS des ENSEIGNEMENTS SCIENTIFIQUES

Repère	Désignation et caractéristiques minimales	Quantité
	<p><b><u>Paillasse humide pour le professeur (suite)</u></b>  <b>Agencements (voir schémas pages 24 et 25)</b></p> <p>Le plateau comporte :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- une fenêtre avec vitre en verre de sécurité pour voir l'écran du moniteur logé en position inclinée sous le plateau,</li> <li>- une embase pour potence ou pied de camescope.</li> </ul> <p>Le dessous du plateau est aménagé pour recevoir les matériels informatiques et vidéo :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- placard ventilé pour loger le moniteur (écran) de l'ordinateur en position inclinée. Ce placard comporte un dispositif permettant de régler l'inclinaison de l'écran.</li> <li>- tiroir pour loger le clavier rétractable et la souris,</li> <li>- placard pour loger l'unité centrale avec carte d'acquisition de mesures,</li> <li>- tiroir pour loger le magnétoscope.</li> </ul> <p><b>Note : La mise en place des différents matériels ainsi que leurs branchements électriques et leurs accès doivent être facilités par des portes de visite situées côté professeur et côté élève. Afin d'assurer la protection antivols des matériels ces portes doivent être munies de serrures de sûreté.</b></p>	
	<p><b><u>Ordinateur multimédia incorporé à la paillasse professeur</u></b></p> <p>La configuration recommandée est la configuration dite "standard du marché" à la date d'acquisition du matériel.</p> <p>On veillera aux fonctionnalités suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mémoire suffisante pour exécuter, sans accès disques répétés, les logiciels utilisés,</li> <li>• existence de slots d'extension libres,</li> <li>• capacité du disque choisie de manière à garantir un taux d'occupation maxi de 30 % lorsque les logiciels prévus sont installés,</li> <li>• lecteur de disquette,</li> <li>• lecteur multimédia (cédérom ou DVD),</li> <li>• possibilité de sauvegardes du disque dur soit par le réseau soit par équipement local,</li> <li>• carte son (entrée et sorties) avec amplificateur de puissance sonore suffisante,</li> <li>• possibilité de connexion rapide au camescope de la salle pour capture et enregistrement d'images au format numérique (carte d'acquisition vidéo ou autre dispositif),</li> <li>• sortie vidéo conforme au vidéoprojecteur,</li> <li>• liaison haut débit aux réseaux locaux et distants (l'accès aux réseaux distants pouvant se faire par l'intermédiaire du réseau local de l'établissement),</li> <li>• interface d'acquisition de données avec capteurs.</li> </ul>	<b>1</b>

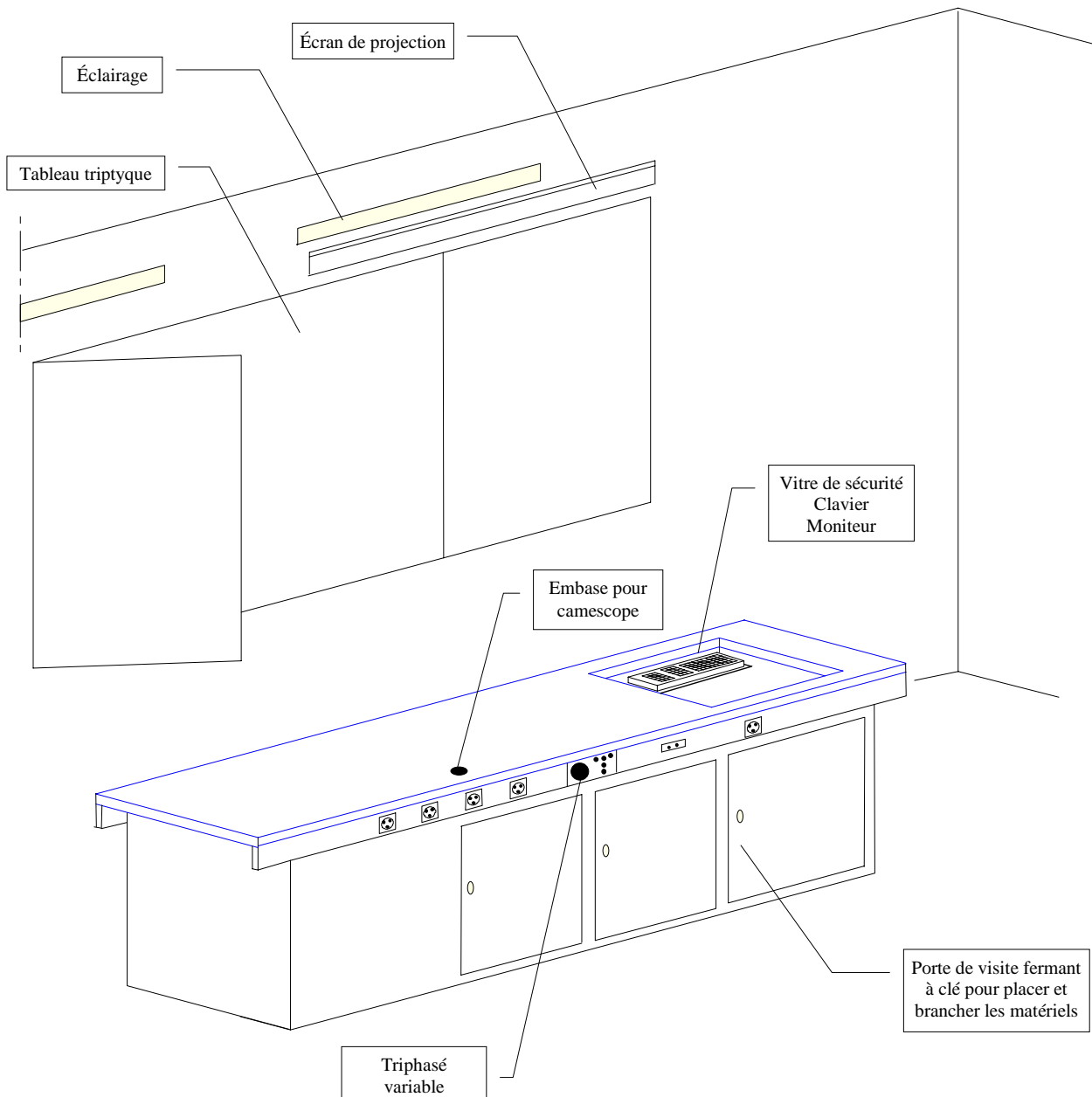
#### 4.1. SALLE de COURS des ENSEIGNEMENTS SCIENTIFIQUES

Repère	Désignation et caractéristiques minimales	Quantité
4	<b>Chaise</b> pour le professeur (pour mémoire).	<b>1</b>
5	<b>Imprimante</b> à jet d'encre couleur sur table support.	<b>1</b>
6	<b>Rétroprojecteur</b> , format 30 × 30 cm environ. Sur table support.	<b>1</b>
7	<b>Vidéoprojecteur</b>	<b>1</b>
	<b>Magnétoscope</b>	<b>1</b>
	<b>Camescope</b>	<b>1</b>

<b>AUTRES MOBILIERS ET MATÉRIELS</b>		
	Couverture anti-feu (pour mémoire).	<b>1</b>
4	Chaise d'élève.	<b>40</b>
8	Table pour un élève de 0,70 m x 0,60 m environ.	<b>40</b>
9	Armoire basse de 1 m x 0,70 m environ.	<b>2</b>
10	Timbre alimenté en eau froide.	<b>1</b>
11	Armoire électrique (pour mémoire).	<b>1</b>

## 4.1. SALLE de COURS des ENSEIGNEMENTS SCIENTIFIQUES

### 4.1.4. Espace informatique et vidéo



Le dessous du plateau de la paillasse du professeur est aménagé pour recevoir les matériels informatiques et vidéo : placard pour loger le moniteur (écran) de l'ordinateur en position inclinée et réglable, tiroir pour loger le clavier rétractable et la souris, placard pour loger l'unité centrale avec carte d'acquisition de mesures et tiroir pour loger le magnétoscope (voir en page suivante schéma de la paillasse vue côté professeur).

En bandeau : prises de courant judicieusement réparties et connectique adaptée aux matériels informatiques et vidéo.

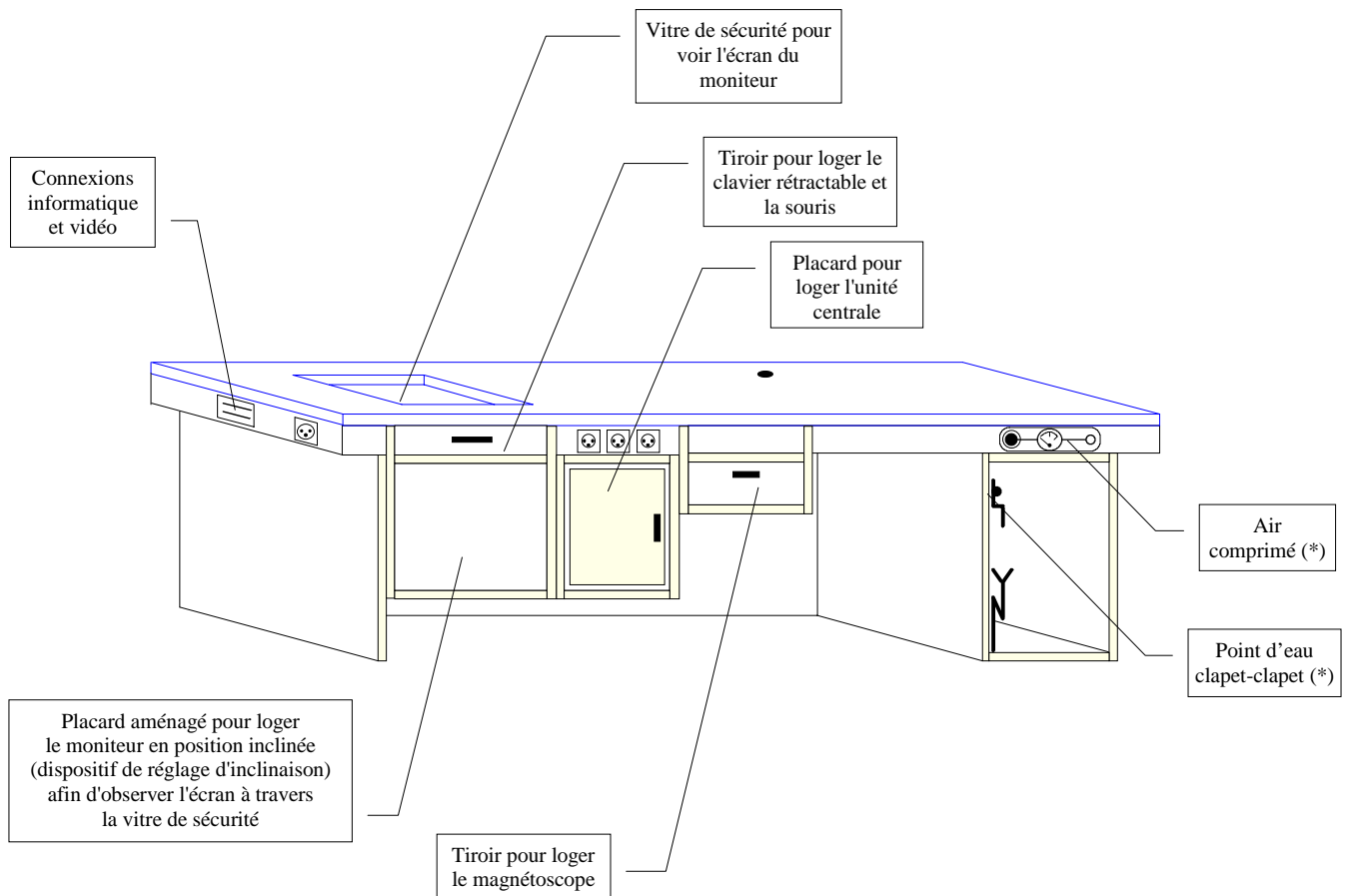


## 4.1. SALLE de COURS des ENSEIGNEMENTS SCIENTIFIQUES

### Espace informatique et vidéo

#### Exemple d'aménagement de l'espace informatique et vidéo

- Paillasse vue côté professeur -



(\*) L'air comprimé et le point d'eau clapet-clapet ne sont pas prévus en salle de travaux pratiques de physique appliquée.

## 4.1. SALLE de COURS des ENSEIGNEMENTS SCIENTIFIQUES

### 4.1.5. Fiche signalétique du local

<b>Capacité d'accueil</b> : 40 élèves.	<b>Charge d'exploitation</b> : 350 daN/m <sup>2</sup> .
<b>Surface</b>	108 m <sup>2</sup> .
<b>Hauteur sous plafond</b>	3 m environ.
<b>Accès</b>	2 portes (0,93 m × 2,04 m).
<b>Relation de communication</b>	Salle de préparation et de rangement en physique appliquée.
<b>Relation de proximité</b>	Cette salle fait partie du pôle scientifique CIRA.
<b>Revêtement de sol</b>	Antidérapant. Anti-poussière. Antistatique. Classement U4 P3 E3 C0.
<b>Éclairage artificiel - Occultation</b>	450 lux. Nécessité d'occultation des fenêtres.
<b>Fluides</b>	<p>Une arrivée point d'eau clapet-clapet sur la paillasse professeur avec siphon type machine à laver.</p> <p>Eau froide sur le timbre et sur la paillasse (clapet-clapet).</p> <p>Circuit d'évacuation des eaux usées sur le timbre et sur la paillasse.</p> <p>Installations conformes aux DTU plomberie.</p> <p>Circuit air comprimé sec, déshuilé, 6 bars avec manodétendeur sur la paillasse professeur, avec évacuation par évent.</p>
<b>Alimentation électrique</b>	<p><b>Alimentation en 230/400 V</b> - 3 P + N + PE. Conformité aux normes en vigueur et protections adaptées à chacun des circuits. Bouton d'arrêt d'urgence général.</p> <p>L'armoire électrique est conçue de manière à permettre une identification des <b>trois circuits suivants</b> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Circuit 400 V triphasé (3 P + N + PE)</b> pour alimenter le triphasé variable 0/400 V - 3 P + N + PE situé en bandeau sur la paillasse du professeur. Commande séparée par bouton poussoir à clé. Double signalisation permettant de connaître l'état (sous tension/hors tension) de la ligne.</li> <li>- <b>Circuit 230 V (1 P + N + PE)</b> à usage général pour alimenter les prises de courant à obturateur situées en bandeau sur la paillasse du professeur et dans la salle pour alimenter les divers matériels (téléviseur...).</li> <li>- <b>Circuit 230 V (1 P + N + PE)</b> à usage informatique pour alimenter les prises de courant à obturateur réparties en bandeau sur la paillasse du professeur. Commande séparée par bouton poussoir. Double signalisation permettant de connaître l'état (sous tension/hors tension) de la ligne.</li> </ul>

## 4.1. SALLE de COURS des ENSEIGNEMENTS SCIENTIFIQUES

<p><b>Alimentation électrique (suite)</b></p>	<p><b><u>Protections électriques</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Signalisation générale de "présence de tension" visible à distance.</li> <li>• Double signalisation : présence ou absence de tension <b>sur chacun des trois circuits</b> désignés en page précédente.</li> <li>• Boutons d'essais des lampes signalant la présence ou l'absence de tension.</li> <li>• Les dispositifs à coupure d'urgence à sécurité positive devront provoquer la mise en sécurité de l'ensemble des points de livraison de l'énergie.</li> <li>• Ces dispositifs au nombre de deux seront placés judicieusement : un sur la paillasse professeur et l'autre sur l'armoire électrique (bouton d'arrêt d'urgence général).</li> <li>• La remise sous tension, après action d'un dispositif de coupure d'urgence, ne devra pouvoir s'effectuer que par action volontaire du professeur.</li> <li>• Un disjoncteur différentiel <b>sur chacun des trois circuits</b>.</li> <li>• Un disjoncteur magnéto-thermique <b>sur chacun des trois circuits</b>.</li> <li>• L'alimentation délivrant le triphasé variable 0/400 V est conforme à l'ensemble des normes et des dispositions relatives à la protection des personnes contre les chocs électriques. La mise ou la remise sous tension de cette alimentation ne peut être effectuée que si la commande en tension est remise à zéro.</li> </ul> <p><b><u>Connectique en bandeau et connectique</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Connexions : voir rubrique pour la paillasse professeur (page 21).</li> <li>■ Connectique, câblage : voir rubrique pour la paillasse professeur (pages 21).</li> </ul> <p>Installation conforme à la norme NF C 15-100.</p> <p><b><u>Autre circuit 230 V (1 P + N + PE)</u></b> à usage général domestique : prises de courant à obturateur judicieusement réparties sur les murs de la salle.</p>
<p><b>Réseaux</b></p>	<p>Prises pour relier le poste informatique du professeur aux réseaux téléphonique, télématique, informatique et vidéo, internes et externes à l'établissement, en particulier à l'Internet.</p>
<p><b>Ventilation/extraction</b></p>	<p>La ventilation naturelle doit être suffisante.</p>
<p><b>Protections</b></p>	<p>Anti-effraction + alarme.</p>
<p><b>OBSERVATION : Le réseau triphasé variable 0/400 V situé en bandeau sur la paillasse du professeur ne pourra être mis sous tension qu'à l'occasion de l'enseignement de physique appliquée.</b></p>	

## 4.2. SALLE de DOCUMENTATION et de RÉUNIONS PÉDAGOGIQUES

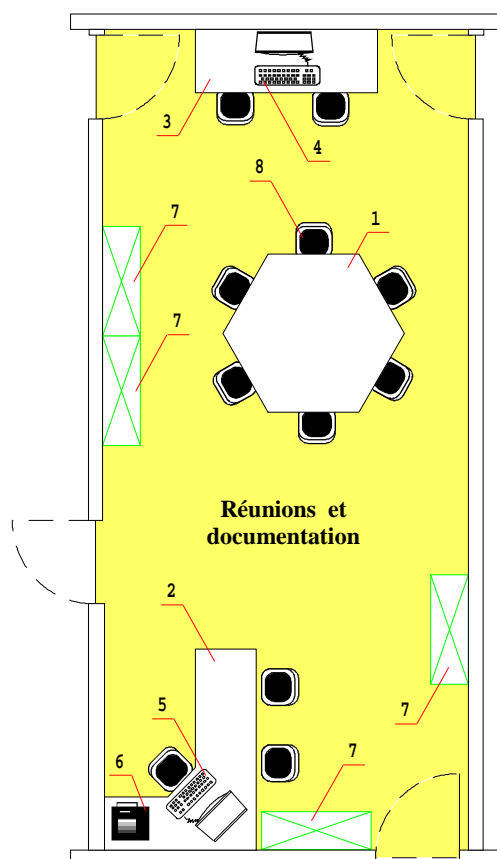
### 4.2.1. Caractéristiques des équipements de la salle

La salle de réunion est l'endroit où les professeurs peuvent :

- coordonner leurs enseignements (régulation, instrumentation, automatismes logiques, physique appliquée, physique et chimie industrielles),
- préparer des TP et des cours (documentation technique et liaison informatique avec les salles de TP),
- recevoir des étudiants pendant la préparation et le suivi des stages,
- recevoir des industriels pour la mise au point, le suivi des stages ou la concertation relative à l'épreuve professionnelle de synthèse.

### 4.2.2. Exemple d'aménagement

Superficie de l'ordre de 36 m<sup>2</sup> (9 m × 4 m)



1	Table de réunion	5	Ordinateur relié au réseau avec fonction télécopie
2	Bureau de travail et de réception	6	Imprimante
3	Table informatique de travail	7	Armoire de documentation
4	Ordinateur relié au réseau	8	Chaise

## 4.2. SALLE de DOCUMENTATION et de RÉUNIONS PÉDAGOGIQUES

### 4.2.3. Liste des équipements conseillés

Repère	Désignation et caractéristiques minimales	Quantité
1	Table hexagonale de réunion (pour 6 personnes).	1
2	Bureau de réception et de travail en forme de L (1,60 m × 2 m environ) avec emplacement pour loger l'ordinateur. Tiroirs pour dossiers suspendus.	1
3	Table informatique (1 m × 2 m environ) avec emplacement pour loger l'ordinateur.	1
4	Ordinateur au standard du marché, avec graveur, écran 17", liaison avec le réseau local du CIRA (droits étendus), liaison avec le réseau général de l'établissement donc avec Internet, liaison avec le réseau de terrain. Logiciels de simulation et de bureau.	1
5	Ordinateur au standard du marché, avec graveur, écran 17", liaison avec le réseau local du CIRA (droits étendus), liaison avec le réseau général de l'établissement, en particulier avec l'Internet, possibilité d'émulation minitel et fax. Logiciels de bureau.	1
6	Imprimante couleur rapide avec serveur d'impression lié au réseau local, (postes de salle).	1
7	Armoires de documentation.	4
8	Chaises.	11
	Scanner.	1

### 4.2.4. Fiche signalétique du local

<b>Effectif usuel</b> : 6 à 10 personnes	<b>Charge d'exploitation</b> : 350 daN/m <sup>2</sup> .
<b>Surface</b>	36 m <sup>2</sup> environ.
<b>Hauteur sous plafond</b>	2,5 m à 3 m.
<b>Accès</b>	1 porte (0,93 m × 2,04 m) donnant sur le couloir.
<b>Relation de communication</b>	Selon la structure de l'établissement, cette salle peut donner sur le local serveur et sur d'autres locaux CIRA (salle de travaux pratiques de physique appliquée, salle des systèmes, ...).
<b>Relation de proximité</b>	Cette salle fait partie du pôle CIRA.
<b>Revêtement de sol</b>	Antidérapant. Anti-poussière. Antistatique. Classement U4 P3 E3 C0.
<b>Eclairage artificiel - Occultation</b>	Réglable de 250 lux minimum évitant les reflets sur les écrans.
<b>Alimentation électrique</b>	<p><b>Alimentation en 230 V - 1 P + N + PE.</b> Conformité aux normes en vigueur et protections adaptées aux circuits.</p> <p><b>Un circuit 230 V (1 P + N + PE)</b> à usage informatique pour alimenter les matériels informatiques : (5 prises murales en bandeau derrière la table informatique et derrière le bureau).</p> <p><b>Protections électriques :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- un disjoncteur général, de calibre approprié à la puissance installée,</li> <li>- un disjoncteur différentiel 30 mA,</li> <li>- un disjoncteur magnéto-thermique,</li> <li>- un dispositif de protection anti-foudre.</li> </ul> <p><b>Autre circuit 230 V (1 P + N + PE)</b> à usage général domestique : prises de courant à obturateur judicieusement réparties sur les murs de la salle.</p> <p><b>Installation électrique</b> conforme à la norme NF C 15-100.</p>
<b>Réseaux/Connexions</b>	<p>La table informatique et le bureau sont équipés chacun des connexions suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deux prises de connexion au réseau local</li> <li>• Deux prises de connexion au réseau général de l'établissement.</li> </ul> <p>Le bureau est équipé d'une prise téléphone.</p>
<b>Ventilation / extraction</b>	La ventilation naturelle doit être suffisante.
<b>Protections</b>	Anti-effraction + alarme.

### 4.3. SALLE de TRAVAUX PRATIQUES de CHIMIE INDUSTRIELLE

Les enseignements de TP de chimie industrielle sont dispensés en salle de travaux pratiques de chimie de l'établissement. Les équipements et matériels déjà existants sont à compléter par les autres matériels spécifiques à la chimie industrielle pour le BTS CIRA (matériels repérés par un astérisque).

L'équipement classique en chimie d'un lycée comporte déjà une partie importante du matériel listé ci-après.

#### 4.3.1. Équipement de la paillasse du professeur

<i>Désignation</i>	<i>Description - Commentaires</i>	<i>Quantité</i>
<b>Paillasse professeur</b>	Paillasse avec hotte aspirante, évier et arrivée de gaz. Alimentation électrique et raccordement au réseau.	<b>1</b>
<b>Ordinateur</b>	Ordinateur dédié à l'acquisition et au traitement de données. Logiciels de simulation, logiciel de base de données. Tableur grapheur.	<b>1</b>

#### 4.3.2. Équipement de sécurité - Environnement

<i>Désignation</i>	<i>Description - Commentaires</i>	<i>Quantité</i>
<b>Extincteur</b>	Dans la salle de travaux pratiques.	<b>1</b>
<b>Couverture de sécurité</b>	Couverture anti-feu. Dans la salle de travaux pratiques.	<b>1</b>
<b>Lot de panneaux de sécurité</b>	Panneaux ou tableaux mentionnant les risques et les conseils de sécurité en matière de produits chimiques. Dans la salle de travaux pratiques.	<b>1</b>
<b>Baril</b>	Bidons de récupération des déchets.	<b>En nombre suffisant</b>
<b>Lunettes de protection</b>	Dans la salle de travaux pratiques.	<b>En quantité suffisante</b>
<b>Gants en latex</b>	Dans la salle de travaux pratiques.	<b>En quantité suffisante</b>
<b>Flacon rince-œil</b>	De préférence, dans la salle de travaux pratiques.	<b>1</b>
<b>Absorbants pour liquide</b>	Dans la salle de préparation.	<b>1 kg</b>

### 4.3. SALLE de TRAVAUX PRATIQUES de CHIMIE INDUSTRIELLE

#### 4.3.3. Matériel commun à toute la salle

<i>Désignation</i>	<i>Description - Commentaires</i>	<i>Quantité</i>
<b>Armoire</b>	Pour le stockage temporaire des produits dangereux. Capacité de l'ordre de 45 litres (pour mémoire).	<b>1</b>
<b>Appareil à eau distillée ou désionisée</b>	Production : 10 litres par jour.	<b>1</b>
<b>Baril</b>	Pour recueillir et stocker l'eau distillée. Modèle à robinet. En polyéthylène. Capacité : 10 litres.	<b>2</b>
<b>Tableau périodique des éléments chimiques</b>	Tableau mural.	<b>1</b>
<b>Modèle cristallin</b>	Modèle de cristaux montés représentant par exemple le chlorure de sodium.	<b>1</b>
<b>Balance électronique</b>	Précision : 0,1 dg – Portée : 300 g environ.	<b>2</b>
<b>Thermomètre</b>	Thermomètre de précision avec sonde résistant aux milieux corrosifs.	<b>1</b>
<b>Piles diverses</b>	Lot de piles comprenant par exemple pile Volta, Daniell ou Leclanché.	<b>1</b>
<b>(*) Titrimétrie</b>	Avec burette automatique.	<b>2</b>
<b>(*) pH-mètre / conductimètre</b>	De type industriel. Avec dispositif de compensation en température.	<b>1 ou 2</b>
<b>(*) Chromatographe en phase gazeuse</b>	Etude de l'influence de la température et du débit du gaz vecteur.	<b>1</b>
<b>(*) Spectrophotomètre</b>	Bande spectrale : 300 - 900 nm. Accessoires nécessaires pour la mesure de transmission, de densité optique, de concentration, et le suivi cinétique. Sortie adaptée au système d'acquisition ; logiciels adaptés.	<b>1 au moins</b>
<b>Bain-marie thermostaté</b>	Capacité : 6 litres.	<b>1 au moins</b>
<b>Appareil pour l'étude de la radioactivité</b>		<b>1 au moins</b>

(\*) complément de matériel spécifique STS CIRA.

### 4.3. SALLE de TRAVAUX PRATIQUES de CHIMIE INDUSTRIELLE

#### 4.3.4. Matériel par paillasse

Désignation	Description - Commentaires	Quantité par paillasse
<b>Ordinateur</b>	Ordinateur dédié à l'acquisition et au traitement de données (description voir page 22) avec logiciels de simulation, de base de données, de stéréochimie, tableur grapheur.	<b>1 par poste de TP</b>
<b>Burette</b>	25 mL et son support.	<b>1</b>
<b>Agitateur magnétique</b>	Avec barreau aimanté.	<b>1</b>
<b>Support élévateur</b>		<b>2</b>
<b>Chauffe-ballon électrique</b>	Avec régulateur.	<b>1</b>
<b>pH-mètre/millivoltmètre</b>	Sortie RS 232 et sortie analogique. Avec support pour électrodes.	<b>1</b>
<b>Conductimètre</b>	Avec cellule de conductimétrie et solution étalon. Logiciel de saisie et de traitement des mesures. Sortie mesure compatible avec le système d'acquisition.	<b>1</b>
<b>Lot d'électrodes pour pH-métrie et oxydoréduction</b>	Lot comprenant : - 1 électrode de référence, - 1 électrode de verre, - 1 électrode d'argent, - 1 électrode de platine, - Electrodes métalliques à borne.	<b>1</b>
<b>Lot de solutions</b>	Solution électrolyte pour électrode de référence et solutions tampons pH 4, pH 7 et pH 10, par exemple, pour étalonner les pH-mètres.	<b>1</b>
<b>Bec Bunsen</b>	Modèle de sécurité avec trépied et plaque écran.	<b>1</b>
<b>Allume gaz</b>		<b>1</b>
<b>Calorimètre</b>	Revêtement intérieur supportant les réactions acide/base.	<b>1</b>
<b>Thermomètre à affichage numérique</b>	Plage de mesure : - 50 °C à + 150 °C. Précision : 0,2 °C. Avec sonde de température montée sur câble de 1 m environ.	<b>1</b>
<b>Thermomètre</b>	Plage de mesure : - 10 °C à + 110 °C. Modèle sans mercure.	<b>1</b>
<b>Chronomètre</b>		<b>1</b>
<b>Boîte de modèles moléculaires</b>	Pour chimie organique et inorganique.	<b>1</b>
<b>Papier pH</b>	Rouleau pour mesure du pH 1 à pH 14.	<b>1</b>
<b>Pissette</b>	250 mL en polyéthylène.	<b>1</b>
<b>Ballons (lot)</b>	Ballon à fond plat, large col, 100 mL et 250 mL.	<b>1</b>
<b>Bécher</b>	500 mL en verre borosilicaté (pour conductimétrie).	<b>1</b>
<b>Béchers (lot)</b>	Bécher de 150 mL et de 250 mL en verre borosilicaté forme haute.	<b>2</b>
<b>Béchers (lot)</b>	Bécher de 100 mL et 250 mL en verre borosilicaté, forme basse.	<b>2</b>
<b>Entonnoir</b>	20 mL en verre.	<b>1</b>
<b>Éprouvette</b>	500 mL en matière plastique.	<b>1</b>
<b>Éprouvette</b>	100 mL en verre - classe B.	<b>1</b>
<b>Erlenmeyer</b>	250 mL.	<b>1</b>
<b>Fiole conique</b>	200 mL en verre borosilicaté.	<b>1</b>



### 4.3. SALLE de TRAVAUX PRATIQUES de CHIMIE INDUSTRIELLE

#### 4.3.4. Matériel par paillasse (suite)

<i>Désignation</i>	<i>Description - Commentaires</i>	<i>Quantité par paillasse</i>
<b>Fiole jaugée</b>	Fiole à un trait, bouchon en matière plastique, 50 mL - classe A.	<b>4</b>
<b>Fiole jaugée</b>	Fiole à un trait, bouchon en matière plastique, 100 mL - classe A.	<b>1</b>
<b>Fiole jaugée</b>	Fiole à un trait, bouchon en matière plastique, 250 mL - classe A.	<b>1</b>
<b>Flacon</b>	100 mL.	<b>8</b>
<b>Pipette graduée</b>	10 mL.	<b>2</b>
<b>Pipettes jaugées (lot)</b>	Pipette jaugée de 5 mL, 10 mL et 20 mL - classe A.	<b>2</b>
<b>Support pour pipettes</b>	Modèle en matière plastique.	<b>1</b>
<b>Poire d'aspiration ou pipeteur</b>	Pour pipette, modèle universel.	<b>1</b>
<b>Lot de 8 tubes à essais</b>	Verre borosilicaté. Avec support en matière plastique.	<b>3</b>
<b>Spatule</b>	En acier inoxydable.	<b>1</b>

#### 4.3.5. Matériel de laboratoire

<i>Désignation</i>	<i>Description - Commentaires</i>	<i>Quantité</i>
<b>Bouteille</b>	1 litre, verre blanc et verre brun, pour réserve de solutions.	<b>4</b>
<b>Burette graduée</b>	25 mL, graduée au 1/20 <sup>ème</sup> de mL - classe A.	<b>2</b>
<b>Burette graduée</b>	50 mL, graduée au 1/20 <sup>ème</sup> de mL - classe A.	<b>2</b>
<b>Coupelle de pesée</b>	En polyéthylène.	<b>2</b>
<b>Erlenmeyer</b>	1 litre, à large ouverture, en verre borosilicaté pour préparer les solutions.	<b>2</b>
<b>Fiole jaugée</b>	1 litre, pour préparer les solutions.	<b>1</b>
<b>Flacon compte-gouttes</b>	30 mL, en polyéthylène, pour indicateur de fin de réaction.	<b>50</b>
<b>Flacon</b>	90 mL, en verre brun.	<b>50</b>
<b>Flacon</b>	125 mL, en verre blanc.	<b>50</b>
<b>Pipettes à un ou deux traits (lot)</b>	10 mL, 20 mL et 25 mL - classe A.	<b>2</b>
<b>Pipettes graduées (lot)</b>	Pipette de précision de 1 mL, 5 mL et 10 mL.	<b>2</b>
<b>Support pour pipettes</b>		<b>1</b>
<b>Poire d'aspiration ou pipeteur</b>	Pour pipette, modèle universel.	<b>1</b>

#### **4.4. SALLE de TRAVAUX PRATIQUES de PHYSIQUE INDUSTRIELLE**

##### **4.4.1. Particularités de la salle de travaux pratiques de physique industrielle**

**Dans cette salle sont dispensés les enseignements de travaux pratiques de Physique industrielle.**

- Le matériel peut être très encombrant et/ou lourd : il est indispensable de prévoir une salle attenante spéciale pour les manipulations encombrantes et pour celles qui nécessitent du matériel coûteux. Cette salle peut éventuellement être utilisée comme espace de préparation par les professeurs.  
Le matériel doit pouvoir y rester installé pendant plusieurs semaines.  
Ces postes doivent posséder un équipement informatique.
- Chaque poste doit être équipé d'une alimentation en eau avec évacuation.
- Certaines manipulations sont encombrantes et/ou coûteuses : il est vivement recommandé de prévoir des "cycles de travaux pratiques tournants" et du matériel en quantité limitée.

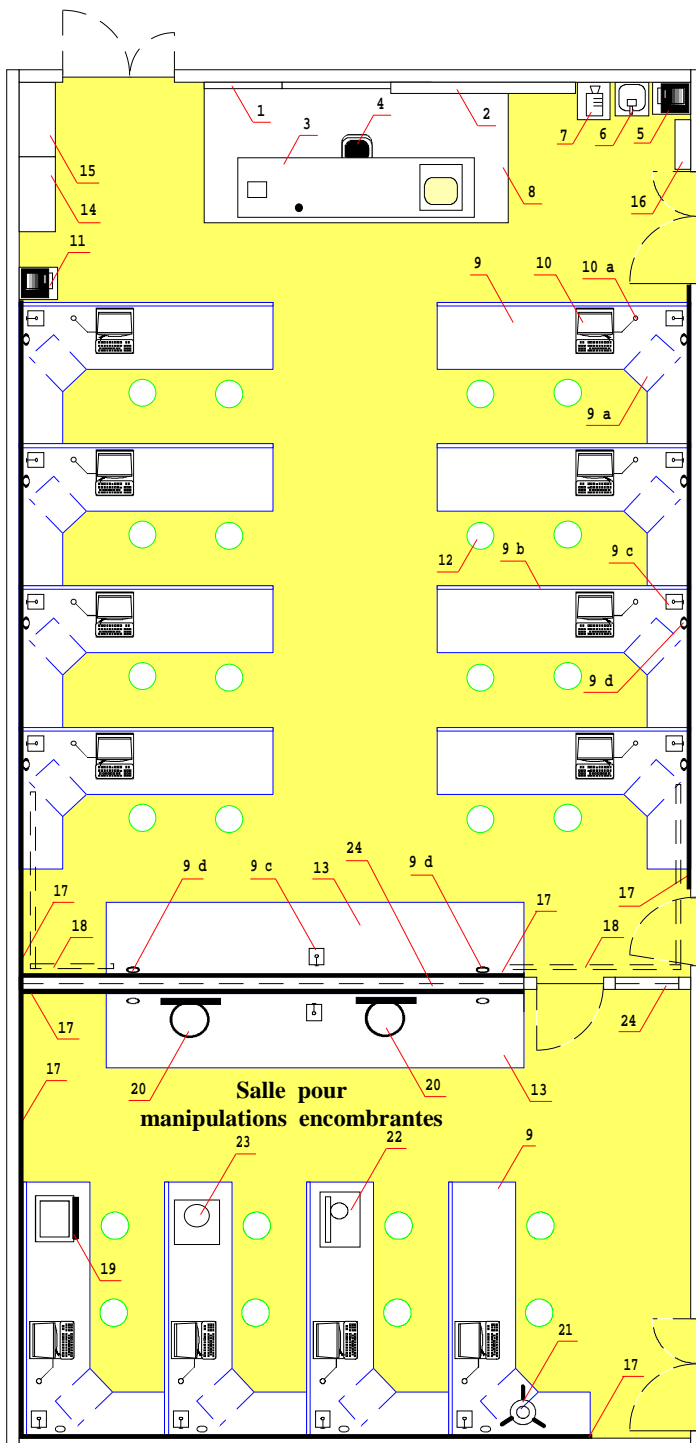
**NOTE : A cette salle de TP de physique industrielle est associée une salle de préparation et de rangement partagée avec la salle d'instrumentation en raison de la mise en commun de matériels. Celle-ci doit communiquer directement avec les deux salles (physique industrielle et instrumentation). Cette salle de préparation et de rangement dénommée "*SALLE de PRÉPARATION et de RANGEMENT pour l'INSTRUMENTATION et la PHYSIQUE INDUSTRIELLE*" est développée au point 5.3. (voir pages 75 et 76).**

## 4.4. SALLE de TRAVAUX PRATIQUES de PHYSIQUE INDUSTRIELLE

### 4.4.2. Exemple d'aménagement

**Superficies : Salle de TP :** de l'ordre de 108 m<sup>2</sup> (9 m × 12 m)

**Salle pour manipulations encombrantes :** de l'ordre de 50 m<sup>2</sup> (9 m × 5,50 m)



1	Tableau triptyque
2	Écran mural
3	Paillasse du professeur avec poste informatique dédié expérimentation
4	Chaise
5	Imprimante sur table support
6	Rétroprojecteur sur table support
7	Vidéoprojecteur sur table support
8	Estrade
9	Table technique pour 2 élèves (paillasse humide)
10	Poste informatique relié en réseau et dédié mesures, pour 2 élèves
11	Imprimante sur table support
12	Tabouret
13	Poste de travail mécanique des fluides
14	Placard bas à tiroir
15	Armoire de rangement
16	Armoire électrique (pour mémoire)
17	Arrivées des énergies (pour mémoire)
18	Communication informatique entre le poste de travail 13 et les deux unités centrales situées au fond de la salle
19	Chromatographe
20	2 postes équipés pour les mesures de débit, pertes de charges, vidange de réservoir
21	Appareil pour l'étude des réseaux d'isothermes
22	Pompe à chaleur
23	Appareil à pression réduite
24	Parois vitrées

#### 4.4. SALLE de TRAVAUX PRATIQUES de PHYSIQUE INDUSTRIELLE

##### 4.4.3. Liste des équipements conseillés

Repère	Désignation et caractéristiques minimales	Quantité
	<p><b>ESPACE INFORMATIQUE ET VIDÉO</b> composé des mobiliers et matériels définis et schématisés auparavant.</p> <p>A noter que :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. le plan de travail de la paillasse professeur est équipé d'une cuve alimentée en eau froide,</li> <li>. la paillasse ne comporte pas le circuit triphasé réglable de 0/400 volts.</li> </ul>	1
8	Estrade (pour mémoire).	1

##### AUTRES MOBILIERS ET MATÉRIELS

9	<p><b>Paillasse humide avec ordinateur, pour 2 élèves</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan de travail en forme de "L" de l'ordre de 3,50 m × 1,90 m environ. Face au professeur, le plan de travail a une largeur de 0,90 m environ et le coté accolé au mur a une largeur de 0,60 m environ (voir schéma).</li> <li>- Plateau recouvert d'un revêtement résistant au feu et muni d'un petit dossier de 5 cm environ surmonté d'un bandeau portant les arrivées d'énergie.</li> <li>- Dispositif de réglage de l'horizontalité et de fixation au sol.</li> <li>- Paillasse conforme à la norme NF X 15-201 (paillasse humide).</li> </ul>	<p><b>8 + 4 en salle attendant</b></p>
(9 c)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Alimentation en eau froide</u> sur timbre d'environ 20 cm × 20 cm de coté et de 10 cm de profondeur (repère 9 c). Un robinet d'arrêt doit être prévu pour l'isolement éventuel des différentes canalisations.</li> </ul>	
(9 d)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Alimentation en air comprimé</u> (6 bars maximum) déshuilé et desséché avec détendeur 0-5 bars (repère 9 d) et évacuation par évent.</li> </ul>	
(10 a)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Agencements</u></li> <li>. Le dessus du plateau est muni d'un bras amovible (repère 10 a) supportant le moniteur et le clavier de l'ordinateur.</li> </ul>	
(9 a)	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Le dessous du plateau comporte un placard (repère 9 a) pour loger l'unité centrale avec carte d'acquisition de mesures.</li> </ul>	
(9 b)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Alimentation électrique</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sur bandeau : <ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ <b>1 circuit 230 V - 1 P + N + PE</b> ; circuit à usage général : 8 prises 10/16 A à obturateur, régulièrement réparties sur le bandeau.</li> <li>⇒ <b>1 circuit 230 V - 1 P + N + PE</b> ; circuit à usage informatique : 2 prises 10/16 A à obturateur, différenciées de celles du circuit à usage général et situées au niveau de l'ordinateur.</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	

#### 4.4. SALLE de TRAVAUX PRATIQUES de PHYSIQUE INDUSTRIELLE

##### 4.4.3. Liste des équipements conseillés (suite)

Repère	Désignation et caractéristiques minimales	Quantité
	<p><b>Paillasse humide avec ordinateur, pour 2 élèves (suite)</b></p> <p>- <u>Alimentation électrique (suite)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sur bandeau : ⇒ <b>1 circuit 24 V continu</b> sur bornes double puits, puissance 100 VA environ (circuit destiné à l'alimentation des divers transmetteurs). Cette tension est délivrée par une alimentation TBTS incorporée à la table technique ou par une alimentation générale TBTS pour toute la salle.</li> <li>• Sur le mur latéral : ⇒ <b>1 circuit 230 V - 1 P + N + PE</b> ; circuit à usage général : 2 prises 10/16 A à obturateur. Alimentation électrique conforme à la norme NF C 15-100.</li> </ul> <p><u>Commande / protection</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Commande générale du poste par bouton poussoir marche et bouton poussoir arrêt.</li> <li>• Signalisation générale de présence et d'absence de tension sur la paillasse.</li> <li>• Coupure d'urgence, à sécurité positive, à clef condamnant l'ensemble de la paillasse.</li> <li>• 1 disjoncteur différentiel sur le circuit 230 V à usage général.</li> <li>• 1 disjoncteur magnéto-thermique sur les circuits.</li> </ul> <p><u>Connectique en bandeau</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ connexions pour relier les entrées/sorties de l'ordinateur aux dispositifs expérimentaux (carte d'acquisition, liaisons série, parallèle...).</li> <li>■ connexions informatiques pour relier les ordinateurs en réseau sur le serveur.</li> </ul> <p><u>Connectique</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ câblage reliant chacun des ordinateurs au serveur et aux imprimantes (réseau).</li> <li>■ conforme à la norme NF C 15-100.</li> </ul>	
10	<p><b>Ordinateur multimédia pour 2 élèves monté en réseau</b> Les caractéristiques techniques de ces ordinateurs sont identiques à celles décrites en page 44.</p>	<b>8 + 4 en salle attenante</b>
11	Imprimante laser monochrome montée en réseau pour les travaux des élèves.	<b>1</b>
12	Chaise ou tabouret.	<b>24</b>
13	<p><b>Poste de travail pour manipulations encombrantes</b> Dimensions (L. × l. × h.) : de l'ordre de 5,60 m × 1 m × 0,80 m. Équipement électrique : 2 blocs de 6 prises de courant à obturateur 230 V - 1 P + N + PE.</p> <p>(9 c) Timbre central (repère 9 c) alimenté en eau froide. (9 d) Air comprimé (6 bars maximum) déshuilé et desséché avec détendeur 0-5 bars (repère 9 d) et évacuation par évent.</p>	<b>1 + 1 en salle attenante</b>
14	Placard bas à tiroirs.	<b>1</b>
15	Armoire de rangement.	<b>1</b>
16	Armoire électrique (pour mémoire).	<b>1</b>
17	Arrivées des énergies par distribution murale (pour mémoire).	<b>3</b>
18	Communication informatique pour relier les divers dispositifs de mesure des manipulations encombrantes vers les unités centrales des deux ordinateurs situés à proximité.	<b>2</b>
	Dispositifs de coupure d'urgence judicieusement répartis (pour mémoire).	<b>2 minimum</b>

## 4.4. SALLE de TRAVAUX PRATIQUES de PHYSIQUE INDUSTRIELLE

### 4.4.4. Fiche signalétique du local

<b>Effectif usuel</b> : 16 élèves en séance de travaux pratiques.	<b>Charge d'exploitation</b> : 500 daN/m <sup>2</sup> compte tenu de la nature des équipements.
<b>Surfaces</b>	108 m <sup>2</sup> pour la salle de TP. 50 m <sup>2</sup> pour la salle attenante.
<b>Hauteur sous plafond</b>	2,5 m à 3 m.
<b>Accès</b>	3 portes (0,93 m x 2,04 m).
<b>Relation de communication</b>	1 porte (0,93 m x 2,04 m) donnant sur la salle attenante. 1 porte (0,93 m x 2,04 m) donnant sur la salle de préparation et de rangement.
<b>Relation de proximité</b>	Cette salle fait partie du pôle scientifique CIRA.
<b>Revêtement de sol</b>	Antidérapant. Anti-poussière. Antistatique. Classement U4 P3 E3 C1.
<b>Eclairage artificiel - Occultation</b>	Réglable de 250 à 450 lux sur les tables techniques. Prévoir des rideaux pour occultation partielle.
<b>Fluides</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Une arrivée point d'eau clapet-clapet sur la paillasse professeur avec siphon type machine à laver.</li> <li>• Eau froide sur la cuve de la paillasse humide du professeur.</li> <li>• Eau froide et écoulement sur les postes de travail élèves (paillasses humides élèves) et sur le poste de travail pour manipulations encombrantes.</li> <li>• Circuit d'évacuation des eaux usées.</li> <li>• Installations conformes aux Documents Techniques Unifiés (D.T.U.) plomberie.</li> <li>• Air comprimé (6 bars maximum) déshuilé et desséché sur tous les postes de travail et circuit d'évacuation de l'air par un évent.</li> </ul>
<b>Alimentation électrique</b>	<p><b>Alimentation en 230V</b> - 1 P + N + PE. Conformité aux normes en vigueur et protections adaptées à chacun des circuits. Bouton d'arrêt d'urgence général.</p> <p>L'armoire électrique est conçue de manière à permettre une identification des <b>quatre circuits suivants</b> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Circuit 230 V (1 P + N + PE)</b> à usage général : prises de courant à obturateur réparties en bandeau sur la paillasse du professeur et sur les paillasses humides des élèves. Commandes séparées par bouton poussoir. Double signalisation permettant de connaître les états (sous tension/hors tension) des lignes.</li> <li>- <b>Circuit 230 V (1 P + N + PE)</b> à usage général : prises de courant à obturateur situées sur le mur latéral à côté des paillasses humides des élèves. Commande séparée par bouton poussoir. Double signalisation permettant de connaître l'état (sous tension/hors tension) des lignes.</li> <li>- <b>Circuit 230 V (1 P + N + PE)</b> à usage informatique : prises de courant à obturateur réparties en bandeau sur la paillasse du professeur et en bandeau sur les paillasses humides des élèves. Commande séparée par bouton poussoir. Double signalisation permettant de connaître l'état (sous tension/hors tension) des lignes.</li> <li>- <b>Circuit 24 V continu</b> pour alimenter les tables techniques des élèves en courant continu très basse tension de sécurité. Commande séparée. Signalisation permettant de connaître l'état (sous tension/hors tension) des lignes. L'alimentation délivrant cette tension est conforme à l'ensemble des normes et des dispositions relatives à la protection des personnes contre les chocs électriques.</li> </ul>

#### 4.4. SALLE de TRAVAUX PRATIQUES de PHYSIQUE INDUSTRIELLE

##### 4.4.4. Fiche signalétique du local (suite)

<p><b>Alimentation électrique (suite)</b></p>	<p><b><u>Protections électriques</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Le disjoncteur général, de calibre approprié à la puissance installée.</li> <li>• Des dispositifs à coupure d'urgence à sécurité positive devront provoquer la mise en sécurité de l'ensemble des points de livraison de l'énergie. Ces dispositifs au nombre de deux au minimum seront placés judicieusement : un sur la paillasse professeur et l'autre sur l'armoire électrique (bouton d'arrêt d'urgence général).</li> <li>• La remise sous tension, après action d'un dispositif de coupure d'urgence, ne devra pouvoir s'effectuer que par action volontaire du professeur.</li> <li>• Une double signalisation permettra de connaître l'état (sous-tension / hors tension) de chaque ligne.</li> <li>• Un disjoncteur différentiel <b>sur chacun des quatre circuits</b>.</li> <li>• Un disjoncteur magnéto-thermique <b>chacun des quatre circuits</b>.</li> </ul> <p><b><u>Connectique en bandeau et connectique</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Connexions : Voir rubrique pour la paillasse professeur (page 21).</li> <li>■ Connectique, câblage : Voir rubrique pour la paillasse professeur (page 21). Les postes informatiques élèves sont montés en réseau.</li> </ul> <p>Installation conforme à la norme NF C 15-100.</p> <p><b><u>Autre circuit 230 V</u></b> (1 P + N + PE) à usage général domestique : prises de courant à obturateur judicieusement réparties sur les murs de la salle.</p> <p><b><u>Installation électrique</u></b> conforme à la norme NF C 15-100.</p>
<p><b>Réseaux</b></p>	<p>Prises pour relier le poste informatique du professeur aux réseaux téléphonique, télématique, informatique et vidéo, internes et externes à l'établissement, en particulier à l'Internet.</p> <p>Un interphone permet la liaison directe avec les autres locaux du bloc scientifique.</p>
<p><b>Ventilation / extraction</b></p>	<p>La ventilation naturelle doit être suffisante.</p>
<p><b>Protections</b></p>	<p>Anti-effraction + alarme.</p>
<p><b>OBSERVATION : Aucune discipline autre que les sciences physiques ne doit être enseignée dans ce local.</b></p>	

#### 4.4. SALLE de TRAVAUX PRATIQUES de PHYSIQUE INDUSTRIELLE

##### 4.4.5. Liste des matériels conseillés

<i>Désignation</i>	<i>Descriptions - Commentaires</i>	<i>Quantité</i>
<b>Acquisition de données et logiciels associés</b>	Entrées/sorties analogiques et logiques. Logiciels spécifiques et tableur grapheur.	<b>8</b>
<b>Multimètre 20 000 points</b>	Modèle simple. Précision : 0,1 %.	<b>8</b>
<b>Chronomètre</b>	Simple.	<b>2</b>
<b>Boîte de masses</b>		<b>2</b>
<b>Boîte de masses à crochets</b>		<b>2</b>
<b>Lot de 2 supports</b>	Avec 4 noix et 4 pinces.	<b>8</b>
<b>Support à crémaillère</b>		<b>8</b>
<b>Pompe à vide</b>	Avec platine, cloche à vide et accessoires (crève-vessie, tuyau à vide, ...).	<b>1</b>
<b>Hémisphères de Magdebourg</b>	Ensemble de deux hémisphères pour expérience sur la pression atmosphérique.	<b>1</b>
<b>Lot de petits matériels divers</b>	Lot comprenant seringues graduées, tubes, connecteurs, éprouvettes en matière plastique de 250 et de 500 mL, béchers de 250 mL, 500 mL et 1 L, tubes en U, cordons de sécurité de $\varnothing$ 4 mm.	<b>8</b>
<b>Ensemble pour l'étude de l'hydrostatique</b>	Forces pressantes, surfaces libres mesures de pression dans un liquide.	<b>1</b>
<b>Capsule manométrique</b>	Prévoir une grande cuve.	<b>1</b>
<b>Appareil de Pascal - Masson</b>	La force pressante sur le fond d'un récipient ne dépend pas de la forme du récipient.	<b>1</b>
<b>Vases communicants</b>		<b>1</b>
<b>Jeu de dynamomètres</b>		<b>8</b>
<b>Appareil pour l'étude de la poussée d'Archimède</b>	Appareil de cours pour démonstration.	<b>1</b>
<b>Cylindres gradués</b>	Pour l'étude de la poussée d'Archimède.	<b>8</b>
<b>Vases communicants à capillaires</b>		<b>4</b>
<b>Série de tubes capillaires</b>		<b>1</b>
<b>Manomètre à eau</b>	En U, hauteur 1,80 m.	<b>4 au moins</b>
<b>Manomètre à branche inclinée</b>		<b>4 au moins</b>
<b>Capteur de pression</b>	Type piézo.	<b>8</b>
<b>Manomètre absolu (baromètre)</b>	Affichage numérique. Précision : 0,1 %.	<b>2</b>



#### 4.4. SALLE de TRAVAUX PRATIQUES de PHYSIQUE INDUSTRIELLE

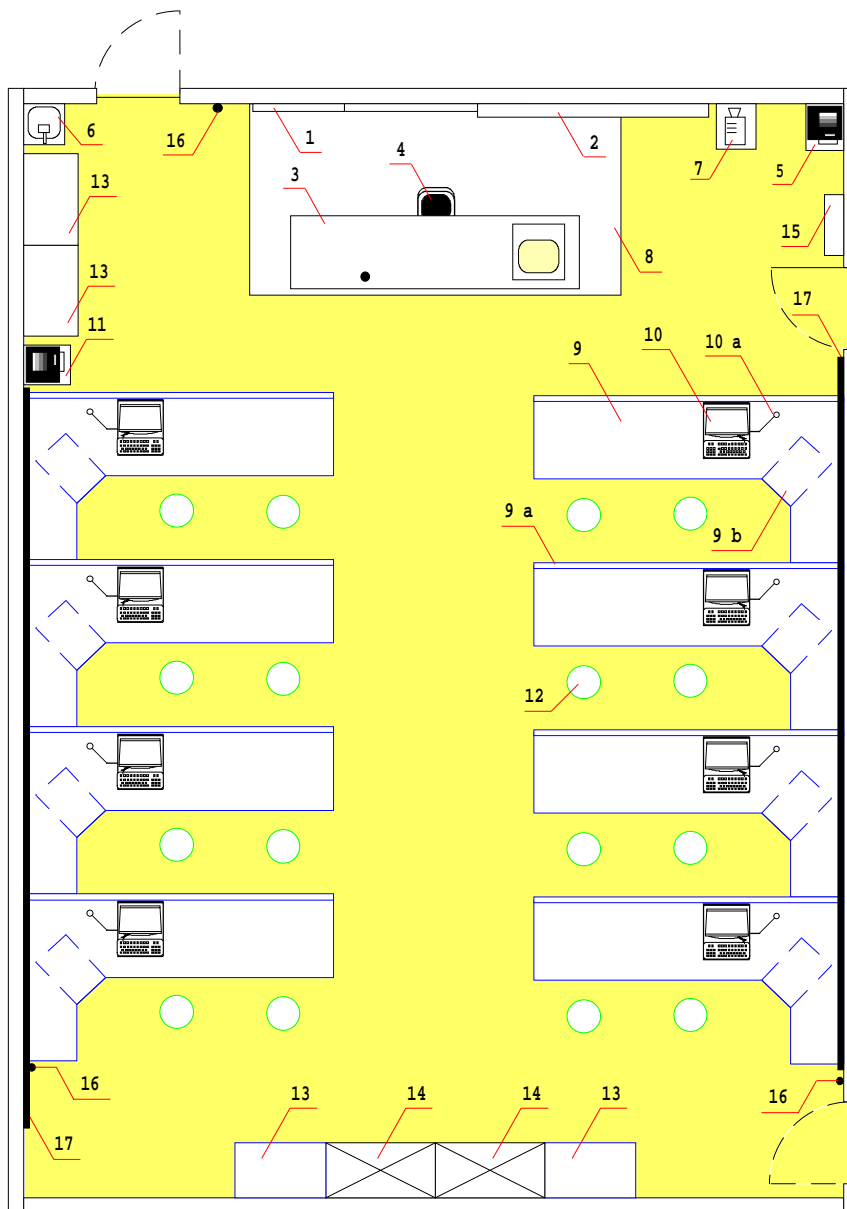
##### 4.4.5. Liste des matériels conseillés (suite)

Désignation	Description - Commentaires	Quantité
<b>Banc d'étude de la mécanique des fluides</b>	Mesure de débit et de perte de charge. Visualisation des différents écoulements. Capteur organe déprimogène. Venturi - Tuyère - Vortex. Tube de Pitot et variantes. Matériel de débitmétrie. Débitmètre électromagnétique. Débitmètres différents en série : $\Delta P = f(Q)$ . (Appareils démontables, si possible communs avec la salle de travaux pratiques d'instrumentation). Soufflerie.	<b>Ensemble de matériels à adapter.</b>
<b>Banc d'études de pompes</b>	Appareil à 2 pompes en parallèle. Etude du NPSH (charge nette à l'aspiration).	<b>1</b>
<b>Viscosimètre</b>	Modèle à capillaire.	<b>2</b>
<b>Bain thermostaté</b>	Capacité : 2 L. Température variable de l'ambiante à 50 °C. Régulation à +/- 0,5 °C. Appareil destiné aux mesures de viscosité et pour l'appareil de réseaux d'isothermes.	<b>1</b>
<b>Mesure de tension superficielle</b>	Modèle simple.	<b>2</b>
<b>Calorimètre</b>	Avec agitateur. Capacité de l'ordre de 0,5 litre.	<b>8</b>
<b>Balance de précision</b>	Précision $\pm 0,1$ g. Portée : suffisante pour mesurer la masse du calorimètre ci-dessus (de l'ordre de 1200 g).	<b>2</b>
<b>Lot d'objets métalliques</b>	Mesure de capacité calorifique.	<b>8</b>
<b>Conducteur thermique</b>	Mise en évidence de la conduction thermique des métaux.	<b>2</b>
<b>Appareil d'étude de la conduction thermique</b>	Loi de Fourier.	<b>2</b>
<b>Appareil à convection thermique</b>	Mise en évidence du phénomène : appareil à thermosiphon par exemple.	<b>2</b>
<b>Appareil à rayonnement thermique</b>	Radiomètre.	<b>1</b>
<b>Appareil de démonstration du point critique</b>	Appareil de cours mettant en évidence le phénomène d'opalescence critique.	<b>1</b>
<b>Appareil pour réseaux d'isothermes. Point critique</b>		<b>1</b>
<b>Appareil de Boyle-Mariotte</b>		<b>1</b>
<b>Appareil de mesure de tension de vapeur</b>	Tracé de la courbe de pression saturante en fonction de la température $p_s = f(\theta)$ pour des pressions inférieures à la pression atmosphérique.	<b>1</b>
<b>Appareil à vapeur sous pression</b>	Tracé de la courbe de pression saturante en fonction de la température $p_s = f(\theta)$ pour des pressions supérieures à la pression atmosphérique.	<b>1</b>
<b>Pompe à chaleur</b>	Etude du cycle de fonctionnement. Etude de l'efficacité.	<b>1</b>

## 4.5. SALLE de TRAVAUX PRATIQUES de PHYSIQUE APPLIQUÉE

### 4.5.1. Exemple d'aménagement

Superficie : de l'ordre de 108 m<sup>2</sup> (12 m × 9 m)



1	Tableau triptyque	10	Poste informatique relié en réseau et dédié mesures, pour 2 élèves
2	Écran mural	11	Imprimante laser réseau sur table support
3	Paillasse du professeur avec poste informatique dédié expérimentation	12	Tabouret
4	Chaise	13	Armoire basse
5	Imprimante couleur sur table support	14	Armoire haute
6	Rétroprojecteur sur table support	15	Armoire électrique (pour mémoire)
7	Vidéoprojecteur (au plafond dans la salle ou autre dispositif)	16	Dispositif de coupure d'urgence (pour mémoire)
8	Estrade	17	Arrivée des énergies (pour mémoire)
9	Table technique pour 2 élèves (paillasse sèche)	18	

## 4.5. SALLE de TRAVAUX PRATIQUES de PHYSIQUE APPLIQUÉE

Cette salle d'enseignement des travaux pratiques de la physique appliquée pour les TS CIRA peut être celle de la filière STL-PLPI, "option mesures physiques et/ou contrôle et régulation" ou d'une filière STI. Les caractéristiques des équipements sont celles figurant dans le guide d'équipement de la filière STL-PLPI avec quelques compléments ou modifications mineures repérées par un astérisque (pour permettre une éventuelle mise à niveau de l'équipement pour l'enseignement en section de techniciens supérieurs ou une actualisation du matériel).

### 4.5.2. Liste des équipements conseillés

**Note :** Cette salle comporte 8 postes de travail pour 2 élèves et un poste professeur (paillasse sèche agencée, poste informatique).

Repère	Désignation et caractéristiques minimales	Quantité
	<i>Espace informatique et vidéo composé des mobiliers et matériels définis et schématisé en pages 21 à 25.</i> A noter que pour cette salle, la paillasse professeur n'est pas équipée des circuits air comprimé et point d'eau clapet-clapet schématisés en page 25.	1
8	Estrade (pour mémoire).	1

#### AUTRES MOBILIERS ET MATÉRIELS

9	<p><b>Table technique avec ordinateur, pour 2 élèves</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan de travail en forme de "L" de l'ordre de 3,50 m × 1,90 m environ. Face au professeur, le plan de travail a une largeur de 0,90 m environ et le côté accolé au mur a une largeur de 0,60 m environ (voir schéma).</li> <li>- Plateau recouvert d'un revêtement résistant au feu et muni d'un petit dossier de 5 cm environ surmonté d'un bandeau portant les arrivées d'énergie (repère 9 a).</li> <li>- Dispositif de réglage de l'horizontalité et de fixation au sol.</li> <li>- Table technique conforme à la norme NF X 15-201 (paillasse sèche).</li> </ul> <p>- <u>Agencements</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(10 a) . Le dessus du plateau est muni d'un bras amovible (repère 10 a) supportant le moniteur et le clavier de l'ordinateur.</li> <li>(9 b) . Le dessous du plateau comporte un placard (repère 9 b) pour loger l'unité centrale avec carte d'acquisition de mesures.</li> </ul> <p>- <u>Alimentation électrique</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sur bandeau : <ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ <b>1 circuit 230 V - 1 P + N + PE</b> ; circuit à usage général : 8 prises 10/16 A à obturateur, régulièrement réparties sur le bandeau.</li> <li>⇒ <b>1 circuit 230 V - 1 P + N + PE</b> ; circuit à usage informatique : 2 prises 10/16 A à obturateur, différenciées de celles du circuit à usage général et situées au niveau de l'ordinateur.</li> </ul> </li> <li>• Sur bandeau (ou murale suivant disposition) : <ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ (*) <b>1 circuit triphasé 28 V/48 V - 3 P + N</b>, TBTS et bornes double puits, puissance de l'ordre de 500 VA. Conforme à la norme NF C 15-100.</li> </ul> </li> </ul>	8
---	---	---

(\*) complément de caractéristiques spécifiques STS CIRA.

## 4.5. SALLE de TRAVAUX PRATIQUES de PHYSIQUE APPLIQUÉE

### 4.5.2. Liste des équipements conseillés (suite)

Repère	Désignation et caractéristiques minimales	Quantité
	<p><b>Table technique avec ordinateur, pour 2 élèves (suite)</b></p> <p><u>Commande / protection</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Commande générale du poste par bouton poussoir marche et bouton poussoir arrêt.</li> <li>• Signalisation générale de présence et d'absence de tension <b>sur la table</b>.</li> <li>• Coupure d'urgence, à sécurité positive, à clef condamnant l'ensemble du poste.</li> <li>• 1 disjoncteur différentiel sur le circuit 230 V à usage général.</li> <li>• 1 disjoncteur magnéto-thermique sur les circuits.</li> </ul> <p><u>Connectique en bandeau</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ connexions pour relier les entrées/sorties de l'ordinateur aux dispositifs expérimentaux (carte d'acquisition, liaisons série ou parallèle).</li> <li>■ connexions informatiques pour relier les ordinateurs sur les réseaux locaux et au réseau distant.</li> </ul> <p><u>Connectique</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ câblage reliant chacun des ordinateurs au serveur et aux imprimantes (réseau).</li> <li>■ conforme à la norme NF C 15-100.</li> </ul>	
10	<p><b>Ordinateur multimédia pour 2 élèves monté en réseau</b></p> <p>La configuration recommandée est la configuration dite "standard du marché" à la date de parution du guide.</p> <p>On veillera aux fonctionnalités suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mémoire suffisante pour exécuter, sans accès disques répétés, les logiciels utilisés,</li> <li>• existence de slots d'extension libres,</li> <li>• capacité du disque choisie de manière à garantir un taux d'occupation maxi de 50 % lorsque les logiciels prévus sont installés,</li> <li>• lecteur de disquette,</li> <li>• lecteur multimédia DVD,</li> <li>• possibilité de sauvegardes du disque dur par le réseau,</li> <li>• carte son (entrée et sorties) avec casques,</li> <li>• liaison aux réseaux locaux (l'accès aux réseaux distants pouvant se faire par l'intermédiaire du réseau local),</li> <li>• 1 liaison parallèle et une liaison RS 232 libres au moins.</li> </ul>	<b>8</b>
11	Imprimante laser montée en réseau local.	<b>1</b>
5	Imprimante couleur pour le poste professeur.	<b>1</b>
12	Chaise ou tabouret.	<b>16</b>
13	Armoire basse.	<b>4</b>
14	Armoire haute.	<b>2</b>
15	Armoire électrique (pour mémoire).	<b>1</b>
16	Dispositif de coupure d'urgence (pour mémoire).	<b>3 minimum</b>
17	Arrivées des énergies par distribution murale (pour mémoire).	<b>2</b>
	Couverture anti-feu (pour mémoire).	<b>1</b>
	Extincteur (pour mémoire).	<b>1</b>

## 4.5. SALLE de TRAVAUX PRATIQUES de PHYSIQUE APPLIQUÉE

### 4.5.3. Fiche signalétique du local

<b>Effectif usuel</b> : 16 élèves en séance de travaux pratiques.	<b>Charge d'exploitation</b> : 350 daN/m <sup>2</sup> .
<b>Surface</b>	108 m <sup>2</sup> .
<b>Hauteur sous plafond</b>	2,50 m à 3 m.
<b>Accès</b>	2 portes (0,93 m x 2,04 m).
<b>Relation de communication</b>	1 porte (0,93 m x 2,04 m) donnant sur la salle de préparation et de rangement de physique appliquée.
<b>Relation de proximité</b>	Cette salle fait partie du pôle scientifique de sciences physiques.
<b>Revêtement de sol</b>	Antidérapant. Anti-poussière. Antistatique. Classement U4 P3 E3 C0.
<b>Eclairage artificiel - Occultation</b>	250 à 450 lux sur les tables techniques. Prévoir des rideaux d'occultation contre l'ensoleillement.
<b>Alimentation électrique</b>	<p><b>Alimentation en 230/400V</b> - (3 P + N + PE). Conformité aux normes en vigueur et protections adaptées à chacun des circuits. Bouton d'arrêt d'urgence général.</p> <p>L'armoire électrique est conçue de manière à permettre une identification <b>des quatre circuits suivants</b> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Circuit 400 V triphasé</b> (3 P + N + PE) pour alimenter le triphasé variable situé en bandeau sur la paillasse professeur. Commande séparée par bouton poussoir à clé. Double signalisation permettant de connaître l'état (sous tension / hors tension) de la ligne.</li> <li>- <b>Circuit 230 V</b> (1 P + N + PE) à usage général pour alimenter les prises de courant à obturateur réparties en bandeau sur la paillasse du professeur et sur les tables de travail des élèves. Commandes séparées par bouton poussoir. Double signalisation permettant de connaître les états (sous tension / hors tension) des lignes.</li> <li>- <b>Circuit 230 V</b> (1 P + N + PE) à usage informatique pour alimenter les prises de courant à obturateur réparties en bandeau sur la paillasse du professeur et sur les tables de travail des élèves. Commande séparée par bouton poussoir. Double signalisation permettant de connaître l'état (sous tension / hors tension) de la ligne.</li> <li>- (*) <b>Circuit 28 V /48 V triphasé</b> - (3 P + N) - <b>TBTS 4 kVA</b> pour alimenter les tables de travail des élèves en triphasé très basse tension de sécurité. Commande séparée par bouton poussoir à clé. Double signalisation permettant de connaître l'état (sous tension / hors tension) de la ligne. L'alimentation délivrant cette tension est conforme à l'ensemble des normes et des dispositions relatives à la protection des personnes et des biens contre les chocs électriques.</li> </ul> <p><b>Protections électriques</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Le disjoncteur général, de calibre approprié à la puissance installée.</li> <li>• Des dispositifs à coupure d'urgence à sécurité positive devront provoquer la mise en sécurité de l'ensemble des postes et des points de livraison de l'énergie.</li> <li>• Ces dispositifs (repère 16 sur le schéma) au nombre de trois au minimum seront judicieusement répartis dans la zone de travail.</li> </ul>

(\*) complément de caractéristiques spécifiques STS CIRA.

## 4.5. SALLE de TRAVAUX PRATIQUES de PHYSIQUE APPLIQUÉE

### 4.5.3. Fiche signalétique du local (suite)

<b>Alimentation électrique (suite)</b>	<b><u>Protections électriques (suite)</u></b> <ul style="list-style-type: none"><li>• La remise sous tension, après action d'un dispositif de coupure d'urgence, ne devra pouvoir s'effectuer que par action volontaire du professeur.</li><li>• Une double signalisation permettra de connaître l'état (sous-tension / hors tension) de chaque ligne.</li><li>• Un disjoncteur différentiel sur chacun des quatre circuits.</li><li>• Un disjoncteur magnéto-thermique sur chacun des quatre circuits.</li></ul> <b><u>Autre circuit 230 V</u></b> (1 P + N + PE) à usage général domestique : prises de courant à obturateur judicieusement réparties sur les murs de la salle. <b><u>Installation</u></b> conforme à la norme NF C 15-100.
<b>Réseaux</b>	La salle est reliée au réseau informatique du pôle CIRA, et on accède, de cette salle, aux réseaux téléphonique, télématique, informatique et vidéo, internes et externes à l'établissement, en particulier à l'Internet.
<b>Protections</b>	Anti-effraction + alarme.
<b>OBSERVATIONS :</b> <ul style="list-style-type: none"><li>. Aucune discipline autre que l'électricité (et l'enseignement des applications informatiques en sciences physiques pour d'autres filières) ne doit être enseignée dans ce laboratoire.</li><li>. Le réseau triphasé variable 0/400 V situé en bandeau sur la paillasse du professeur ne pourra être mis sous tension qu'à l'occasion de l'enseignement de physique appliquée.</li></ul>	

## 4.5. SALLE de TRAVAUX PRATIQUES de PHYSIQUE APPLIQUÉE

### 4.5.4. Liste des matériels conseillés

Le matériel de mesure de cette liste est stocké dans la salle même de travaux pratiques. Les matériels plus encombrants, comme petits bancs de machines et certaines cartes électroniques, peuvent être stockés dans la salle de préparation de la physique appliquée située dans le voisinage de cette salle de TP.

Nous rappelons que la paillasse du professeur est équipée d'un poste informatique dont la description est donnée en page 22.

Cette salle d'enseignement des travaux pratiques de la physique appliquée pour les STS CIRA peut être celle de la filière STL-PLPI, "option mesures physiques et/ou contrôle et régulation" si elle est déjà présente dans l'établissement et si son taux d'occupation le permet. Le présent guide propose l'ensemble du matériel nécessaire au déroulement des séances de travaux pratiques pour les techniciens supérieurs. Cependant un astérisque repère le matériel spécifique au programme des techniciens supérieurs. Ainsi le lecteur saura le matériel qu'il convient d'acquérir selon qu'il s'agit d'une mise à niveau supérieur ou d'une actualisation du matériel ou qu'il s'agisse d'une création de section CIRA sans présence d'une section STL-PLPI ou de la nécessité de création d'une salle spécifique.

<i>Désignation</i>	<i>Description - Commentaires</i>	<i>Quantité postes élèves + poste professeur</i>
Note : Pour le choix des appareils de mesure et autres, on privilégiera les appareils équipés d'entrées / sorties permettant de les connecter à un ordinateur.		
<b>Générateur de fonctions programmable</b>	0,01 Hz à 20 MHz (*) au moins, fonctions sinus, triangle et créneaux, réglage de valeur moyenne, affichage numérique de la fréquence, réglage de rapport cyclique, sortie T.T.L., entrée de wobulation, entrée de conversion tension-fréquence, si possible avec fonction de programmation.	<b>8 + 1</b>
<b>Alimentation stabilisée</b>	Alimentation stabilisée délivrant les tensions continues suivantes : <ul style="list-style-type: none"> <li>. Tension réglable 0 à 30 V - 0 à 5 A</li> <li>. Tension symétrique avec point milieu +/- 15 V - 0 à 2,5 A</li> <li>. Tension fixe 5 V - 1A.</li> </ul>	<b>8 + 1</b>
<b>Oscilloscope bicourbe numérique avec interface de communication PC</b>	Bande passante supérieure à 20 MHz, à entrées différentielles, interface permettant la communication avec un ordinateur.	<b>8 + 1</b>
<b>Sonde de courant</b>	Pour les oscilloscopes définis ci-dessus.	<b>8 + 1</b>
<b>Carte d'acquisition de données</b>	Carte comportant : <ul style="list-style-type: none"> <li>- plusieurs entrées analogiques différentielles de préférence,</li> <li>- plusieurs entrées logiques,</li> <li>- 1 sortie analogique au moins,</li> <li>- 4 sorties logiques au moins.</li> </ul> Avec logiciel de traitement des données connecté au poste informatique / mesure.	<b>8 + 1</b>
<b>(*) Système minimal à microprocesseur</b>	D.S.P. (Digital Signal Processeur), microprocesseur spécialisé dans le traitement.	<b>8 + 1</b>

(\*) complément de caractéristiques spécifiques STS CIRA.

## 4.5. SALLE de TRAVAUX PRATIQUES de PHYSIQUE APPLIQUÉE

### 4.5.4. Liste des matériels conseillés (suite)

<i>Désignation</i>	<i>Description - Commentaires</i>	<i>Quantité poste élève + poste professeur</i>
<b>Logiciels pour poste élève et poste professeur</b>	Logiciel tableur-grapheur. Logiciel d'analyse et de synthèse de signaux périodiques. Logiciel de traitement des données issues de l'oscilloscope à mémoire équipé de son interface de communication. Logiciel de simulation du fonctionnement des circuits électroniques. Logiciel permettant le filtrage numérique en temps réel en liaison avec les D.S.P. mentionnés en page précédente. (* ) Logiciels de pilotage pour appareils numériques.	<b>8 + 1</b>
<b>Multimètre numérique de table.</b>	20 000 points, RMS, bande passante 10 Hz à 50 kHz. Liaison RS232 et programmable si possible *.	<b>8 + 1</b>
<b>Multimètre numérique de poche</b>	2 000 points, AC et DC, ohmmètre, capacimètre, fréquencemètre.	<b>8 + 1</b>
<b>Pince multifonctions</b>	Mesures de puissances, de courant, de tension. RMS.	<b>4</b>
<b>Platine d'essai pour l'étude des circuits intégrés</b>	Avec microcordons d'accès aux bornes reliés à des fiches femelles banane de 4 mm de Ø de sécurité.	<b>8 + 1</b>
<b>Lot de 3 rhéostats</b>	33 Ω / 4,4 A - 120 Ω / 2 A et 1000 Ω / 0,3 A.	<b>8</b>
<b>Support pour ampoules</b>	Pour ampoules TBT - 100 W maxi avec bornes double puits de sécurité.	<b>24</b>
<b>Wattmètre</b>	Calibres tensions adaptés au réseau de distribution TBT.	<b>4</b>
<b>Boite de résistances à décades</b>	Série allant de 10 Ω à 10 MΩ. Raccordement par douilles de sécurité.	<b>8</b>
<b>Boite de condensateurs à décades</b>	Boîte(s) de 5 décades allant de la décade des dixièmes de nanofarad à la décade des microfarads. Raccordement par douilles de sécurité. Tensions maximales : 400 V en continu et 250 V en alternatif.	<b>8</b>
<b>Bobine de lissage à inductance variable</b>	Bobine avec noyau de fer. Inductance variable de 0,1 H à 1 H.	<b>8</b>

### Maquettes d'expérimentation permettant l'étude des fonctions de base réalisées à l'aide de circuits spécifiques et/ou de maquettes d'électronique de puissance et de commande

<p>Maquettes permettant l'étude des circuits fondamentaux de l'électronique analogique spécifiés au programme :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• amplificateurs de tension,</li> <li>• (*) amplificateur classe B,</li> <li>• intégrateur et dérivateur,</li> <li>• filtre(s) et réseau(x) correcteur(s) simple(s),</li> <li>• (*) convertisseurs de mesure (transmetteur 4-20 mA, détecteur de crête, convertisseur U/I ou I/U...);</li> </ul> <p>Pour information : les réalisations simples pouvant être conçues sur platine d'essai.</p>	<b>8 de chaque fonction</b>
(*) Maquette d'étude de conversion A.N. à circuit intégré avec échantillonneur bloqueur.	<b>8</b>
Maquette d'étude conversion N.A. à circuit intégré.	<b>8</b>

(\* ) complément de caractéristiques spécifiques STS CIRA.



## 4.5. SALLE de TRAVAUX PRATIQUES de PHYSIQUE APPLIQUÉE

### 4.5.4. Liste des matériels conseillés (suite)

<b>Maquettes d'expérimentation permettant l'étude des fonctions de base réalisées à l'aide de circuits spécifiques et/ou de maquettes d'électronique de puissance et de commande (suite)</b>	
(*) Maquette alimentation fly-back.	<b>8</b>
Maquette hacheurs série et parallèle.	<b>8</b>
Maquette asservissement numérique ou analogique de position / vitesse.	<b>2</b>
(*) Maquette d'étude de transmission par fibre optique.	<b>2</b>
Groupe de deux machines à courant continu puissance 100W environ, alimentée en TBT (avec dispositif de mesure de la fréquence de rotation et du couple).	<b>2</b>
Variateur de vitesse à thyristor (avec isolation de la commande et contrôle du courant dans la charge).	<b>2</b>
Pont de diodes sur support.	<b>8</b>
Ensemble moteur pas à pas avec maquette d'électronique de commande.	<b>8</b>
(*) Maquette onduleur monophasé.	<b>8</b>
(*) Maquette amplificateur d'instrumentation. Possibilité de réglage de gain différentiel, de correction d'offset, et de mode commun.	<b>8</b>
(*) Maquette à filtres programmables à capacités commutées.	<b>8</b>
(*) Banc moteur asynchrone alimenté en TBT, faible puissance avec charge adaptée.	<b>2</b>

<b>Appareil à un exemplaire</b>		
(*) Phasemètre.		<b>1</b>
<b>Pont de mesure R, L, C</b>	Appareil portable.	<b>1</b>
(*) <b>Moteur asynchrone et variateur industriel</b>	Moteur asynchrone industriel associé à son électronique de commande (onduleur).	<b>1</b>
(*) <b>Machine synchrone</b>	Avec son dispositif de commande et son alimentation TBT.	<b>1</b>
(*) <b>Armoire électrique industrielle</b>	Alimentation en TBT. Pour permettre l'identification des dispositifs de sécurité et d'alimentation (relais, contacteur, disjoncteur...).	<b>1</b>

<b>Connectique</b>		<i>Quantité postes élèves + poste professeur</i>
<b>Cordon de sécurité</b>	Avec fiche de sécurité mâle-mâle de 4 mm de Ø à reprise arrière, fourreau non rétractable (double puits) - longueur 25 cm.	<b>128 + 16</b>
<b>Cordon de sécurité</b>	Avec fiche de sécurité mâle-mâle de 4 mm de Ø à reprise arrière, fourreau non rétractable (double puits) - longueur 50 cm.	<b>64 + 8</b>
<b>Cordon de sécurité</b>	Avec fiche de sécurité mâle-mâle de 4 mm de Ø à reprise arrière, fourreau non rétractable (double puits) - longueur 1 m.	<b>32 + 4</b>
<b>Cordon coaxial isolé</b>	BNC-bananes. Longueur 50 cm.	<b>16 + 2</b>
<b>Cordon coaxial isolé</b>	BNC-BNC. Longueur cm 50 cm.	<b>16 + 2</b>
<b>Adaptateur de sécurité</b>	BNC-banane.	<b>16 + 2</b>
<b>Té isolé BNC</b>		<b>16 + 2</b>
<b>Sonde atténuatrice</b>	Pour oscilloscope.	<b>16 + 2</b>
<b>Râtelier pour cordons</b>	Pour cordons de liaison et cordons de mesures.	<b>8 + 1</b>

(\*) complément matériel spécifique STS CIRA.

## 4.6. SALLE de PRÉPARATION et de RANGEMENT

### 4.6.1. Caractéristiques de la salle

Cette salle est réservée aux professeurs de physique appliquée pour préparer des manipulations et développer des réalisations pédagogiques mais aussi pour la maintenance des systèmes électroniques. Le matériel de manipulations de cours est également stocké dans ce local.

On y distingue différents espaces fonctionnels.

#### Pour la physique appliquée :

- espace réservé aux réalisations pédagogiques,
- espace de mise au point de manipulations,
- espace de réalisation (circuits imprimés...) s'il n'existe pas par ailleurs,
- espace de maintenance-entretien de premier niveau,
- espace de stockage des matériels de travaux pratiques.

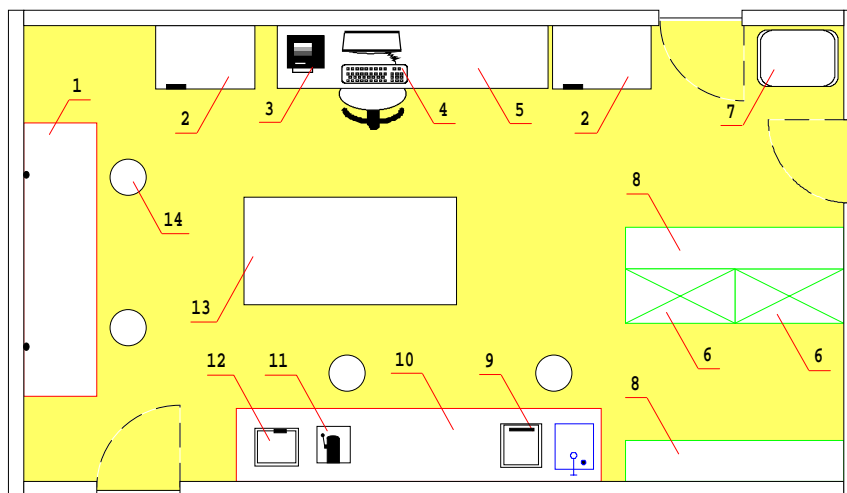
#### Pour l'ensemble des disciplines :

- espace de stockage de matériels utilisés en manipulations de cours.

Un local similaire est également décrit dans le guide d'équipement STL-PLPI. Pour les établissements de petite structure accueillant déjà une filière STL, la salle de préparation et de rangement en électricité et mécanique décrite dans le guide d'équipement des sections STL-PLPI peut convenir pour l'accueil d'un professeur supplémentaire enseignant la physique appliquée aux sections de TS CIRA.

### 4.6.2. Exemple d'aménagement

Superficie : de l'ordre de 45 m<sup>2</sup> (9 m × 5 m)



#### NOMENCLATURE

1	Poste de préparation	8	Bloc étagères 2,40 m x 0,60 m
2	Armoire basse de rangement des composants	9	Machine à graver les circuits imprimés
3	Imprimante	10	Établi pour préparation des circuits imprimés avec bac alimenté en eau chaude et eau froide
4	Poste informatique multimédia, relié aux réseaux	11	Perceuse pour circuits imprimés
5	Plan de travail informatique	12	Machine à insoler les circuits imprimés
6	Armoires de rangement 1,20 m × 0,60 m	13	Table de travail
7	Chariot de transport du matériel	14	Chaise ou tabouret

## 4.6. SALLE de PRÉPARATION et de RANGEMENT

### 4.6.3. Liste des équipements et matériels conseillés

La liste suivante regroupe l'équipement pédagogique nécessaire aux manipulations de cours, et le matériel permettant la mise au point d'essais ou de réalisations pédagogiques. On y trouve aussi, les outillages nécessaires à la maintenance de premier niveau. La description du poste informatique est semblable à celle préconisée page 44.

Comme pour les listes précédentes en physique appliquée du présent guide, le matériel repéré par un astérisque indique celui nécessaire à la mise à niveau "technicien supérieur" par rapport à la liste de la section STL-PLPI.

<i>Désignation</i>	<i>Description - Commentaires</i>	<i>Quantité</i>
Note : Pour le choix des appareils de mesure et autres, on privilégiera les appareils équipés d'entrées / sorties permettant de les connecter à un ordinateur.		
<b>(*) Générateur de fonction programmable obligatoirement</b>	0,01 Hz à 20 MHz au moins, fonctions sinus, triangle et créneaux, réglage de valeur moyenne, affichage numérique de la fréquence, réglage de rapport cyclique, sortie T.T.L., entrée de wobulation, entrée de conversion tension-fréquence.	<b>1</b>
<b>Alimentation stabilisée</b>	Alimentation stabilisée délivrant les tensions continues suivantes : . Tension réglable 0 à 30 V - 0 à 5 A . Tension symétrique avec point milieu +/- 15 V - 0 à 2,5 A . Tension fixe 5 V - 1A.	<b>1</b>
<b>Oscilloscope bicourbe numérique avec interface de communication PC</b>	Bande passante supérieure à 20 MHz, à entrées différentielles, interface permettant la communication avec un PC.	<b>1</b>
<b>Carte d'acquisition de données installées dans le poste informatique</b>	Carte comportant : - plusieurs entrées analogiques différentielles de préférence, - plusieurs entrées logiques, - 1 sortie analogique au moins, - 4 sorties logiques au moins. Avec logiciel de traitement des données connecté au poste informatique / mesure.	<b>1</b>
<b>(*) Système minimal à microprocesseur</b>	D.S.P. (Digital Signal Processeur), microprocesseur spécialisé dans le traitement numérique des signaux. Logiciel permettant le filtrage numérique.	<b>1</b>
<b>Logiciels pour le poste informatique</b>	Logiciel de traitement de texte, tableur-grapheur. Logiciel d'analyse et de synthèse de signaux périodiques. Logiciel de traitement des données issues de l'oscilloscope à mémoire équipé de son interface de communication. Logiciel permettant le filtrage numérique en temps réel en liaison avec le D.S.P. mentionné ci-dessus. Logiciel de simulation du fonctionnement des circuits électroniques.	<b>1</b>
<b>Multimètre numérique de table</b>	20 000 points, RMS, bande passante 10 Hz à 50 kHz. Liaison RS232 et programmable si possible (*).	<b>1</b>
<b>Multimètre numérique de poche</b>	2 000 points, AC et DC, ohmmètre, capacimètre, fréquencemètre.	<b>2</b>

(\*) complément de caractéristiques spécifiques STS CIRA.

## 4.6. SALLE de PRÉPARATION et de RANGEMENT

### 4.6.3. Liste des équipements et matériels conseillés (suite)

<i>Désignation</i>	<i>Description - Commentaires</i>	<i>Quantité</i>
<b>Sonde de courant</b>	Sortie 1V/A jusqu'à 10 A pour oscilloscope.	<b>1</b>
<b>Platine pour l'étude des circuits intégrés</b>	Avec microcordons d'accès aux bornes reliés à des fiches femelles banane de 4 mm de Ø de sécurité.	<b>2</b>
<b>Transformateur à secondaire variable isolé</b>	Sortie variable de 0 à 50 V - 200 VA.	<b>1</b>
<b>Lot de 3 rhéostats</b>	33 Ω / 4,4 A - 120 Ω / 2 A et 1000 Ω / 0,3 A.	<b>1</b>
<b>Rhéostat triphasé</b>	Adapté à la distribution triphasée des paillasses élèves.	<b>4</b>
<b>Wattmètre</b>	Calibres tensions adaptés au réseau de distribution TBT.	<b>1</b>
<b>Série de boîtes de résistances à décades</b>	Série allant de 10 Ω à 10 MΩ. Raccordement par douilles de sécurité.	<b>1</b>
<b>Boîte(s) de condensateurs à décades</b>	Boîte(s) de 5 décades allant de la décade des dixièmes de nanofarad à la décade des microfarads. Raccordement par douilles de sécurité. Tensions maximales : 400 V en continu et 250 V en alternatif.	<b>1</b>
<b>Bobine de lissage à inductance variable</b>	Inductance variable de 100 mH à 1 H.	<b>1</b>

### **Connectique / Outillage**

Remarque : une partie de ces cordons est prévue pour les manipulations de cours.

<b>Cordon de sécurité</b>	Avec fiche de sécurité mâle-mâle de 4 mm de Ø à reprise arrière, fourreau non rétractable (double puits) - longueur 25 cm.	<b>32</b>
<b>Cordon de sécurité</b>	Avec fiche de sécurité mâle-mâle de 4 mm de Ø à reprise arrière, fourreau non rétractable (double puits) - longueur 50 cm.	<b>16</b>
<b>Cordon de sécurité</b>	Avec fiche de sécurité mâle-mâle de 4 mm de Ø à reprise arrière, fourreau non rétractable (double puits) - longueur 1 m.	<b>8</b>
<b>Cordon coaxial isolé</b>	BNC-bananes. Longueur 50 cm.	<b>4</b>
<b>Cordon coaxial isolé</b>	BNC-BNC. Longueur 50 cm.	<b>4</b>
<b>Adaptateur de sécurité</b>	BNC-banane.	<b>4</b>
<b>Té isolé BNC</b>		<b>4</b>
<b>Sonde atténuatrice</b>	Pour oscilloscope.	<b>2</b>
<b>Lot d'outillage</b>	Outillage nécessaire à l'entretien courant et aux réalisations courantes (perceuse portative ...).	<b>1</b>
<b>Râtelier pour cordons</b>	Pour cordons de liaison et cordons de mesures.	<b>2</b>

## 4.6. SALLE de PRÉPARATION et de RANGEMENT

### 4.6.4. Fiche signalétique du local

<b>Effectif usuel</b> : 2 personnes	<b>Charge d'exploitation</b> : 350 daN/m <sup>2</sup> .
<b>Surface</b>	45 m <sup>2</sup> environ.
<b>Hauteur sous plafond</b>	2,50 m à 3 m.
<b>Accès</b>	1 porte (0,93 m x 2,04 m).
<b>Relation de communication</b>	1 porte (0,93 m x 2,04 m) donnant sur la salle de TP de physique appliquée. 1 porte (0,93 m x 2,04 m) donnant sur la salle de cours des enseignements scientifiques et technologiques.
<b>Relation de proximité</b>	Cette salle fait partie du pôle scientifique de sciences physiques.
<b>Revêtement de sol</b>	Antidérapant. Anti-poussière. Antistatique. Classement U4 P3 E3 C2.
<b>Eclairage artificiel</b>	450 lux sur la table de préparation.
<b>Fluides</b>	Eaux chaude et froide au niveau du poste de préparation des circuits imprimés (dans le cas où la réalisation de circuits imprimés n'existerait pas par ailleurs).
<b>Alimentation électrique</b>	<p><b>Alimentation en 230/400V</b> - (3 P + N + PE). Conformité aux normes en vigueur et protections adaptées à chacun des circuits. Bouton d'arrêt d'urgence général.</p> <p>L'armoire électrique est conçue de manière à permettre une identification <b>des quatre circuits suivants</b> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Circuit 400 V triphasé</b> (3 P + N + PE) pour alimenter le triphasé variable situé en bandeau sur le poste de préparation. Commande séparée par bouton poussoir à clé. Double signalisation permettant de connaître l'état (sous tension / hors tension) de la ligne.</li> <li>- <b>Circuits 230 V</b> (1 P + N + PE) pour alimenter les divers équipements et matériels (poste de préparation, établi...).</li> <li>- <b>Circuit 230 V</b> (1 P + N + PE) à usage informatique pour alimenter le poste informatique.</li> <li>- (*) <b>Circuit 28 V /48 V triphasé</b> - (3 P + N) – 500 VA similaire à l'alimentation des tables de travail des élèves. Commande séparée par bouton poussoir à clé. L'alimentation délivrant cette tension est conforme à l'ensemble des normes et des dispositions relatives à la protection des personnes contre les chocs électriques.</li> </ul> <p>Sur chaque mur prévoir une ou deux prises de courants supplémentaires. Protections adaptées aux différents circuits. L'installation doit permettre la mise en fonctionnement ou non de chacun des différents circuits électriques. Installation conforme à la norme NF C 15-100. <b>Autre circuit 230 V</b> (1 P + N + PE) à usage général domestique : prises de courant à obturateur judicieusement réparties sur les murs de la salle.</p>
<b>Réseaux</b>	Prises pour relier le poste informatique aux réseaux téléphonique, télématique, informatique et vidéo, internes et externes à l'établissement, en particulier à l'Internet. Une ligne téléphonique, avec poste téléphonique, est obligatoire (appels d'urgence : SAMU, sapeurs-pompiers, ...).
<b>Protections</b>	Anti-effraction + alarme.
<b>OBSERVATION : L'accès de ce local doit être interdit aux élèves.</b>	

(\*) complément de caractéristiques spécifiques STS CIRA.

**5. LOCAUX ET ÉQUIPEMENTS  
SPÉCIFIQUES AU PÔLE CIRA**  
*Régulation – Instrumentation - Automatismes*

## 5.1. GÉNÉRALITÉS sur les LOCAUX CIRA

### 5.1.1. Locaux de Contrôle Industriel et de Régulation Automatique (CIRA)

L'enseignement de CIRA est dispensé dans un grand local subdivisé en diverses salles séparées par des parois vitrées, avec portes coulissantes, à savoir :

- la salle d'instrumentation
- la salle des maquettes de régulation, d'instrumentation et d'automatisme
- la salle des systèmes.

A ces salles sont associés :

- un local de préparation - rangement
- un local serveur.

Il est indispensable que la salle des maquettes communique physiquement (portes, ...) et logiquement (câbles, réseaux, ...) avec :

- la salle de TP d'instrumentation
- la salle des systèmes ...

De plus ces salles sont à proximité du local serveur.

Toutes ces salles sont intimement liées par des réseaux divers :

- réseau haut débit
- réseau de terrain
- communication en 4-20 mA.

Il est important de prévoir d'importantes réserves d'extension lors du choix des équipements ainsi que des facilités d'accès permettant les modifications rendues nécessaires par l'évolution très rapide des techniques.

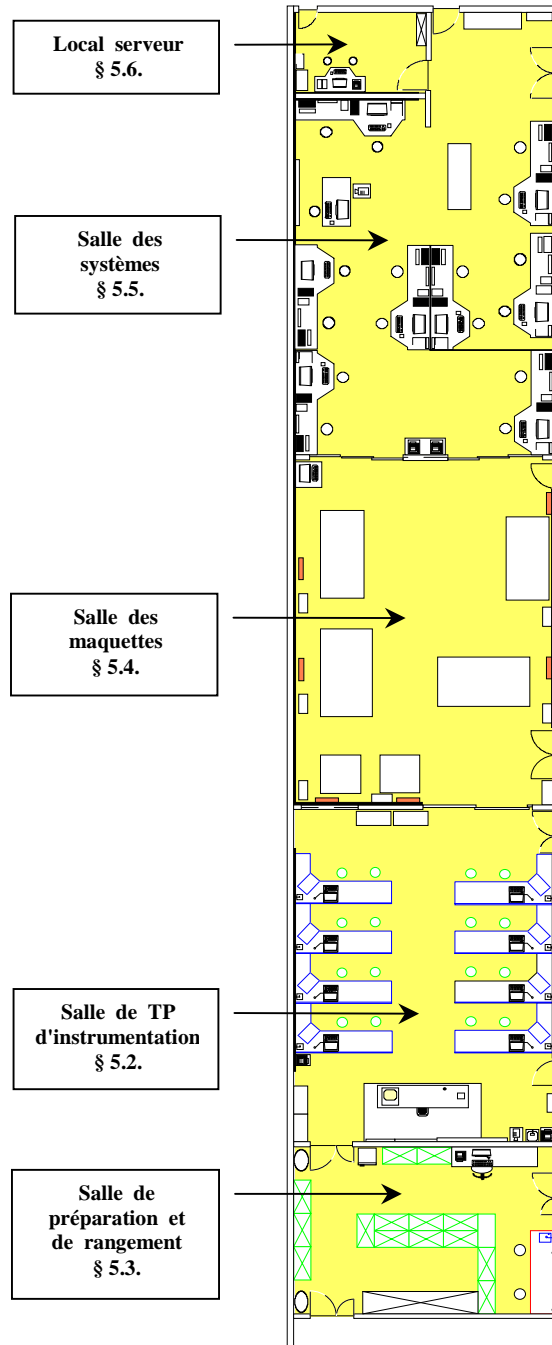
L'ensemble des locaux CIRA définis dans ce présent guide permet l'accueil simultané de deux groupes d'élèves.

La salle de TP d'instrumentation peut être utilisée par les classes de STL-PLPI pour l'enseignement de contrôle et régulation.

En pages suivantes deux exemples de disposition des locaux sont proposés. D'autres exemples peuvent être retenus en respectant les recommandations formulées dans le présent document.

## 5.1. GÉNÉRALITÉS sur les LOCAUX CIRA

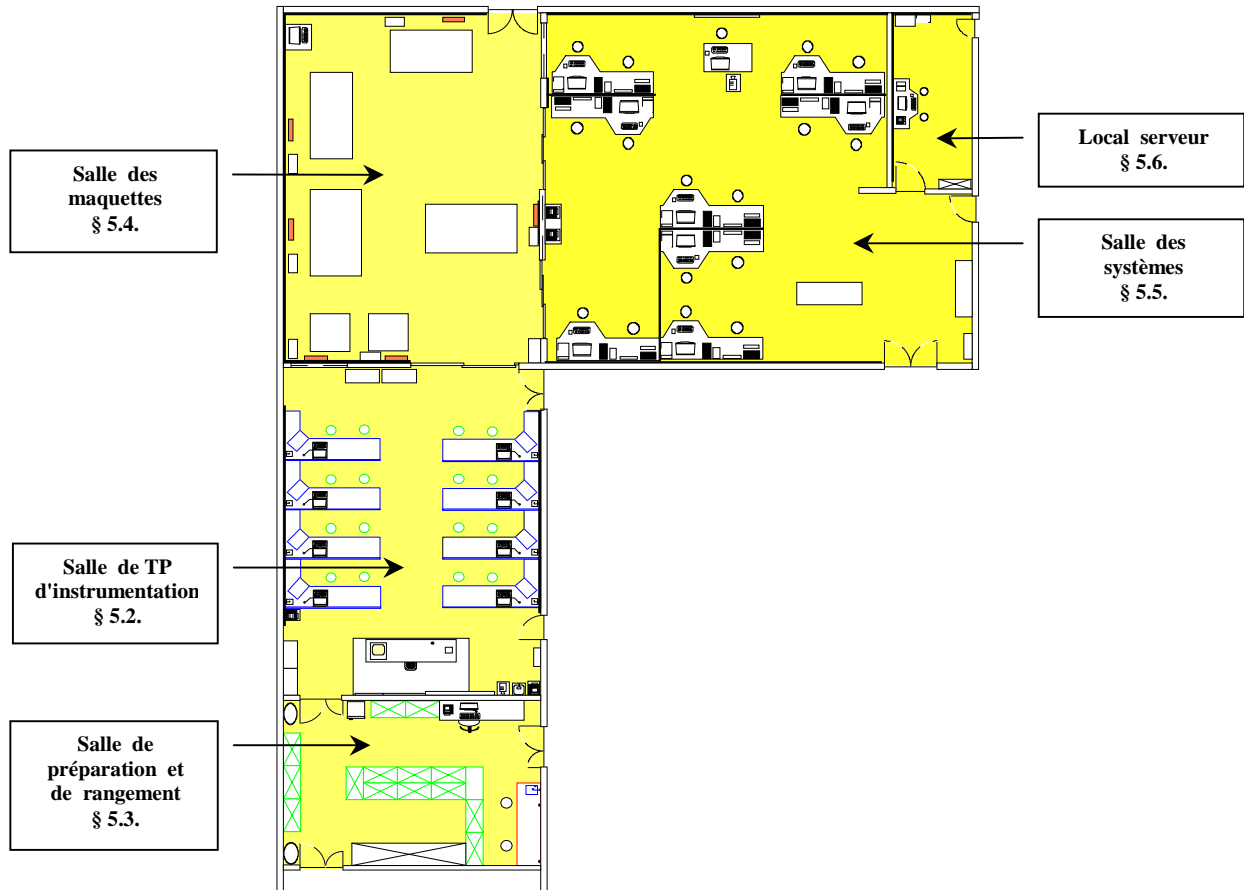
### 5.1.2. Premier exemple de disposition des locaux





## 5.1. GÉNÉRALITÉS sur les LOCAUX CIRA

### 5.1.3. Second exemple de disposition des locaux



## 5.2. SALLE de TRAVAUX PRATIQUES d'INSTRUMENTATION

### 5.2.1. Caractéristiques de la salle

La salle de travaux pratiques d'instrumentation est l'endroit où les étudiants apprennent à mettre en œuvre le matériel de régulation dans des conditions aussi proches que possible du milieu industriel.

Le démontage, le montage, le réglage, l'étalonnage, la vérification des capteurs (très divers, y compris des analyseurs) et actionneurs industriels sont les activités principales exercées dans cette salle.

Les maquettes doivent pouvoir servir aussi à la régulation sur boucle simple. Il faudra donc particulièrement veiller à ce qu'elles soient maintenues en permanence en état de réaliser des régulations, cela implique de nombreuses contraintes au niveau de l'instrumentation.

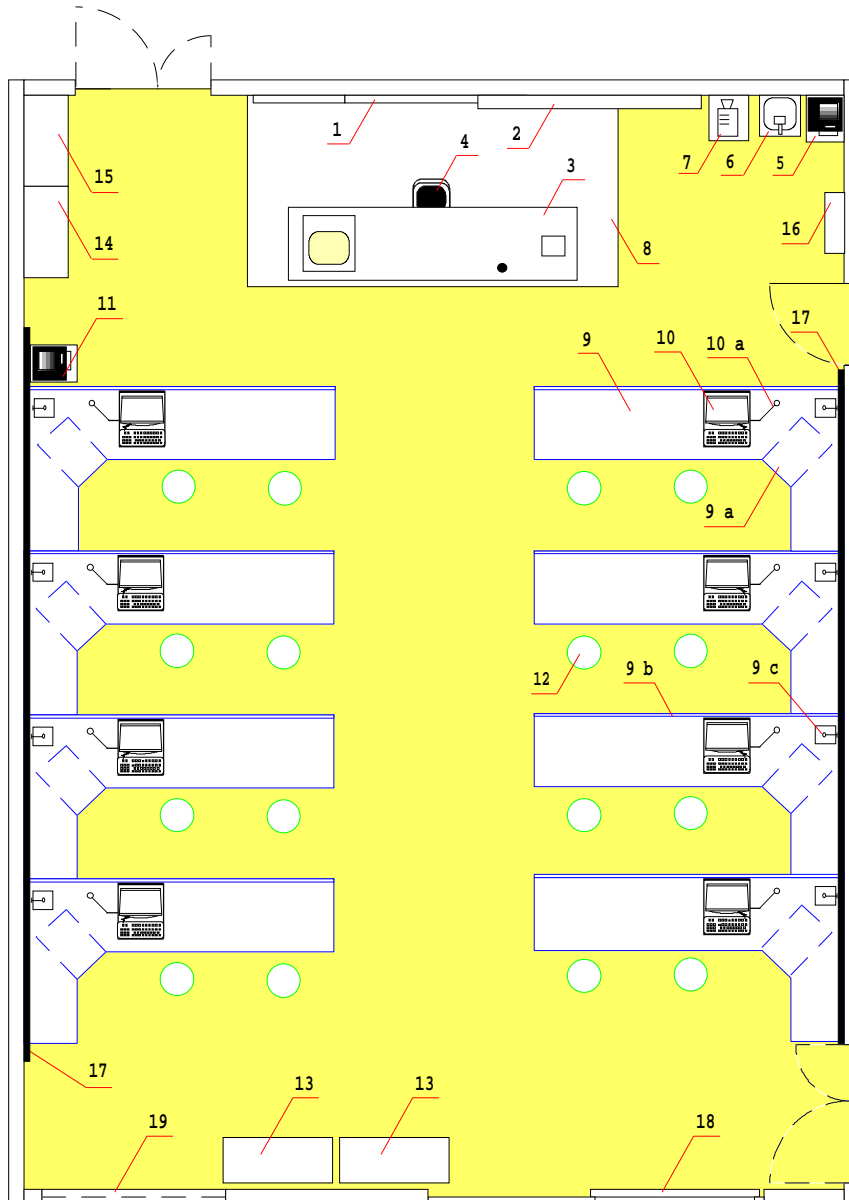
Par ailleurs les maquettes devront pouvoir être utilisées commodément en tout ou rien ou en analogique pour les automatismes.

On détaillera plus loin des exemples permettant d'illustrer comment prendre en compte ces diverses contraintes.

## 5.2. SALLE de TRAVAUX PRATIQUES d'INSTRUMENTATION

### 5.2.2. Exemple d'aménagement

Superficie : de l'ordre de 108 m<sup>2</sup> (12 m × 9 m)



1	Tableau triptyque	11	Imprimante avec serveur d'impression
2	Écran mural	12	Tabouret
3	Paillasse du professeur avec poste informatique dédié expérimentation	13	Maquettes encombrantes (sur chariot éventuellement)
4	Chaise	14	Placard bas à tiroirs
5	Imprimante sur table support avec serveur d'impression	15	Armoire de rangement
6	Rétroprojecteur sur table support	16	Armoire électrique (pour mémoire)
7	Vidéoprojecteur ou autre dispositif	17	Arrivée des énergies et des réseaux (pour mémoire)
8	Estrade	18	Porte coulissante vers la salle des maquettes (pour mémoire)
9	Paillasse humide pour 2 élèves	19	Cloison vitrée à 1 mètre du sol (pour mémoire)
10	Poste informatique dédié mesures, pour 2 élèves	20	

## 5.2. SALLE de TRAVAUX PRATIQUES d'INSTRUMENTATION

### 5.2.3. Liste des équipements conseillés

Repère	Désignation et caractéristiques minimales	Quantité
	<b>ESPACE INFORMATIQUE ET VIDÉO</b> composé des mobiliers et matériels définis et schématisé en pages 24 et 25.	<b>1</b>
8	Estrade (pour mémoire).	<b>1</b>

#### AUTRES MOBILIERS ET MATÉRIELS

9	<p><b>Table technique avec ordinateur, pour 2 élèves</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan de travail en forme de "L" de l'ordre de 3,50 m × 1,90 m environ. Face au professeur, le plan de travail a une largeur de 0,90 m environ et le côté accolé au mur a une largeur de 0,60 m environ (voir schéma).</li> <li>- Plateau recouvert d'un revêtement résistant au feu, aux chocs, à l'abrasion, aux rayures. Il est muni d'un petit dossier de 5 cm environ surmonté d'un bandeau portant les arrivées d'énergies.</li> <li>- Dispositif de réglage de l'horizontalité et de fixation au sol.</li> <li>- Table technique conforme à la norme NF X 15-201 (paillasse humide).</li> </ul> <p><u>Alimentation en eau froide</u> sur le timbre d'environ 20 cm × 20 cm de coté et de 10 cm de profondeur (repère 9 c). Un robinet d'arrêt doit être prévu pour l'isolement éventuel des différentes canalisations.</p> <p><u>Agencement</u></p> <p>(9 a) . Le dessous du plateau comporte un placard (repère 9 a) pour loger l'unité centrale avec carte d'acquisition de mesures.</p> <p><u>Équipement pneumatique pour les maquettes</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. Une arrivée air comprimé sec et déshuilé avec manodétendeur 0 à 6 bars avec robinet d'arrêt pour l'instrumentation.</li> <li>. Une seconde arrivée d'air comprimé avec manodétendeur 0 à 6 bars fort débit pour les procédés.</li> <li>. Un circuit d'évacuation d'air comprimé usé communiquant à l'extérieur de la salle par l'intermédiaire d'un évent de 20 mm de diamètre.</li> </ul> <p>Ces circuits, air comprimé et évacuation, sont à prévoir pour chaque table technique dans le but de faciliter la mise en place des maquettes.</p> <p><u>Équipement hydraulique pour les maquettes</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Arrivée d'eau froide et d'eau chaude, circuit d'évacuation des eaux usées situés de manière à ne pas gêner la mise en place des maquettes.</li> </ul> <p>Ces circuits, eaux et évacuation, sont à prévoir pour chaque poste dans le but de faciliter la mise en place des maquettes.</p> <p><u>Alimentation électrique</u></p> <p>⇒ <b>1 circuit 230 V - 1 P + N + PE</b> ; circuit à usage général : 8 prises 10/16 A à obturateur, régulièrement réparties sur le bandeau.</p> <p>⇒ <b>1 circuit 230 V - 1 P + N + PE</b> ; circuit à usage informatique : 2 prises 10/16 A à obturateur, différenciées de celles du circuit à usage général et situées au niveau de l'ordinateur.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sur bandeau :</li> </ul> <p>⇒ <b>1 circuit 24 V continu</b> sur bornes double puits, puissance 100 VA environ (circuit destiné à l'alimentation des divers transmetteurs). Cette tension est délivrée par une alimentation TBTS incorporée à la table technique ou par une alimentation générale TBTS pour toute la salle.</p> <p>Conforme à la norme NF C 15-100</p>	<b>8</b>
---	--	----------

## 5.2. SALLE de TRAVAUX PRATIQUES d'INSTRUMENTATION

### 5.2.3. Liste des équipements conseillés (suite)

Repère	Désignation et caractéristiques minimales	Quantité
	<p><b>Table technique avec ordinateur, pour 2 élèves (suite)</b></p> <p><u>Commande / protection</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Commande générale du poste par bouton poussoir marche et bouton poussoir arrêt.</li> <li>• Signalisation générale de présence et d'absence de tension pour l'ensemble de la table.</li> <li>• 1 disjoncteur différentiel <b>sur le circuit 230 V à usage général.</b></li> <li>• Disjoncteur magnéto-thermique sur chacun des 3 circuits.</li> </ul> <p><u>Connectique en bandeau</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ connexions pour relier les entrées/sorties de l'ordinateur logé sous la table aux dispositifs expérimentaux (carte d'acquisition, liaisons série ou parallèle).</li> <li>■ connexions informatiques pour relier les ordinateurs en réseau sur le serveur.</li> </ul> <p><u>Connectique</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ câblage reliant les ordinateurs au serveur et à l'imprimante (réseau).</li> <li>■ conforme à la norme NF C 15-100.</li> </ul>	
10 (10 a)	<p><b>Ordinateur multimédia pour 2 élèves monté en réseau sur le poste professeur serveur</b> Les caractéristiques techniques de ces ordinateurs sont identiques à celles décrites en page 44.</p> <p><u>Agencement</u> Le dessus du plateau de chaque table technique est muni d'un bras amovible (repère 10 a) supportant le moniteur et le clavier de l'ordinateur.</p>	<b>8</b>
11	Imprimante laser montée en réseau pour les travaux élèves.	<b>1</b>
5	Imprimante couleur montée en réseau pour les travaux élèves.	<b>1</b>
12	Chaise ou tabouret.	<b>16</b>
13	Maquettes encombrantes (sur chariot éventuellement).	<b>4</b>
14	Placard bas à tiroirs.	<b>1</b>
15	Armoire de rangement.	<b>1</b>
16	Armoire électrique (pour mémoire).	<b>1</b>
	Dispositif de coupure d'urgence (pour mémoire).	<b>6</b> <b>minimum</b>
17	Arrivées des énergies et fluides par distribution murale (pour mémoire).	<b>2</b>
18	Porte coulissante donnant sur la salle des maquettes (pour mémoire).	<b>1</b>
19	Paroi vitrée, à 1 mètre du sol, donnant sur la salle des maquettes (pour mémoire).	<b>1</b>

## 5.2. SALLE de TRAVAUX PRATIQUES d'INSTRUMENTATION

### 5.2.4. Fiche signalétique du local

<b>Effectif usuel</b> : 16 élèves en séance de travaux pratiques.	<b>Charge d'exploitation</b> : 500 daN/m <sup>2</sup> .
<b>Surface</b>	108 m <sup>2</sup> environ.
<b>Hauteur sous plafond</b>	3 m environ.
<b>Accès</b>	1 porte (0,93 m x 2,04 m) et 1 porte à double battant (1,40 m x 2,04 m) pour le passage des matériels encombrants (maquettes).
<b>Relation de communication</b>	1 porte à double battant (1,40 m x 2,04 m), donnant sur la salle de préparation et de rangement, pour le passage des matériels encombrants (maquettes). 1 porte coulissante donnant sur la salle des maquettes.
<b>Relation de proximité</b>	Cette salle fait partie du pôle "CIRA".
<b>Revêtement de sol</b>	Antidérapant. Anti-poussière. Antistatique. Classement U4 P3 E3 C1.
<b>Eclairage artificiel Occultation</b>	250 à 450 lux sur les tables techniques. Prévoir des rideaux pour occultation partielle de la salle.
<b>Fluides</b>	Les timbres de chaque table technique sont alimentés en eau froide. <u>Les équipements pneumatique et fluidique</u> nécessaires au fonctionnement des maquettes sont définis en page 59 (air comprimé, eaux chaude et froide, évacuation de l'air usé et évacuation des eaux usées).
<b>Alimentation électrique</b>	<b><u>Alimentation en 230/400V</u></b> - 3 P + N + PE. Conformité aux normes en vigueur et protections adaptées à chacun des circuits. Bouton d'arrêt d'urgence général. <b><u>Armoire électrique générale</u></b> Elle est conçue de manière à permettre une identification des circuits suivants : <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b><u>Circuit 400 V triphasé (3 P + N + PE)</u></b> pour alimenter la prise de courant triphasé située en bandeau sur la paillasse professeur. Commande séparée par bouton poussoir à clé. Double signalisation permettant de connaître l'état (sous tension/hors tension) de la ligne.</li> <li>- <b><u>Circuit 230 V (1 P + N + PE)</u></b> à usage général pour alimenter : <ul style="list-style-type: none"> <li>. les prises prévues en bandeau sur la paillasse du professeur et sur les tables techniques des élèves</li> <li>. sur chaque mur deux ou trois prises supplémentaires judicieusement réparties.</li> </ul> Commandes séparées par bouton poussoir. Double signalisation permettant de connaître les états (sous tension/hors tension) des lignes. </li> <li>- <b><u>Circuit 230 V (1 P + N + PE)</u></b> à usage informatique pour alimenter les prises à obturateur réparties en bandeau sur la paillasse du professeur et sur les tables techniques des élèves. Double signalisation permettant de connaître l'état des lignes.</li> <li>- <b><u>Circuit 24 V continu</u></b> pour alimenter les tables techniques des élèves en courant continu très basse tension de sécurité. Commande séparée. Signalisation permettant de connaître l'état (sous tension/hors tension) des lignes. L'alimentation délivrant cette tension est conforme à l'ensemble des normes et des dispositions relatives à la protection des personnes contre les chocs électriques.</li> </ul>

## 5.2. SALLE de TRAVAUX PRATIQUES d'INSTRUMENTATION

### 5.2.4. Fiche signalétique du local (suite)

<p><b>Alimentation électrique (suite)</b></p>	<p><b><u>Protections électriques</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Le disjoncteur général, de calibre approprié à la puissance installée.</li> <li>• Des dispositifs à coupure d'urgence à sécurité positive devront provoquer la mise en sécurité de l'ensemble des points de livraison de l'énergie. Ces dispositifs au nombre de six au minimum seront placés judicieusement : un sur l'armoire électrique (bouton d'arrêt d'urgence général), un sur la paillasse professeur et quatre ou plus répartis dans la salle.</li> <li>• La remise sous tension, après action d'un de ces dispositifs de coupure d'urgence, ne devra pouvoir s'effectuer que par action volontaire du professeur.</li> <li>• Une double signalisation permettra de connaître l'état (sous-tension/hors tension) de chaque ligne.</li> <li>• Un disjoncteur différentiel sur chacun des circuits 400 V et 230 V.</li> <li>• Un disjoncteur magnéto-thermique adapté à chaque circuit.</li> </ul> <p><b><u>Connectique en bandeau et connectique</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Connexions : Voir rubrique (page 21) pour la paillasse professeur.</li> <li>■ Connectique, câblage : Voir rubrique (page 21) pour la paillasse professeur Les postes informatiques élèves sont montés en réseau.</li> <li>■ Installation conforme à la norme NF C 15-100.</li> </ul> <p><b><u>Autre circuit 230 V</u></b> (1 P + N + PE) à usage général domestique : prises de courant à obturateur judicieusement réparties sur les murs de la salle.</p> <p><b><u>Installation électrique</u></b> conforme à la norme NF C 15-100.</p>
<p><b>Alimentation électrique des maquettes</b></p>	<p><b><u>Pour chaque maquette :</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. Armoire électrique étanche à l'eau, fermant à clé, avec possibilité de sectionner et de consigner la maquette.</li> <li>. Les tensions d'alimentation, monophasé et/ou triphasé, nécessaires au fonctionnement de la maquette arrivent directement dans l'armoire électrique (l'alimentation de la maquette se fait à l'aide de dispositifs fixes appropriés, sans aucune prise à portée des élèves).</li> <li>. Voyant de présence de tension.</li> <li>. Voyant de visualisation de mise sous tension.</li> <li>. Bouton d'arrêt d'urgence.</li> <li>. Installation électrique conforme à la norme NF C 15-100.</li> </ul>
<p><b>Réseaux/Connexions</b></p>	<p>La paillasse professeur est équipée des connexions suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Une prise de téléphone.</li> <li>• Deux prises de connexion aux réseaux locaux et à distance.</li> <li>• Une prise de type série en bandeau.</li> </ul> <p>Liaison entre le réseau et les imprimantes par serveur d'impression réseau.</p> <p>Pour chaque poste élèves :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Une prise de connexion au réseau local.</li> <li>• Deux prises de type série et une prise USB en bandeau.</li> </ul>
<p><b>Ventilation / extraction</b></p>	<p>La ventilation naturelle doit être suffisante.</p>
<p><b>Protections</b></p>	<p>Anti-effraction + alarme.</p>
<p><b>OBSERVATION : Aucune discipline autre que le CIRA ne doit être enseignée dans ce local.</b></p>	

## 5.2. SALLE de TRAVAUX PRATIQUES d'INSTRUMENTATION

### 5.2.5. Liste des matériels conseillés

Désignation	Description - Commentaires	Quantité
Acquisition de données et logiciels associés	Entrées/sorties analogiques et logiques. Logiciels spécifiques et tableur grapheur.	8

NOTE : De façon générale, tous les transmetteurs, capteurs définis par la suite doivent fonctionner avec le système d'acquisition de données défini ci-dessus.

Transmetteur de pression (absolue ou relative)	0 à 2 000 hPa (mesures, p(V) et p(T) pour les gaz). Sortie 4-20 mA.	8
Transmetteur de pression différentielle	0 à 50 hPa (mesures, hydrostatique, mécanique des fluides). Sortie 4-20 mA.	8
Console de configuration des transmetteurs numériques	Exemple : protocole HART.	2
Sonde de température	Sonde à résistance Pt 100 - 3 fils. Avec câble de 2 m.	8
Sonde de température	Sonde de température Pt 1000 ou autre.	1
Lot de thermocouples	De type J, K, ...	8
Ensemble vanne positionneur électropneumatique	Avec repérage de la position du clapet. Divers types, sur supports appropriés. Diamètre nominal (DN) faible.	4
Ensemble vanne positionneur électropneumatique type numérique	Avec repérage de la position du clapet. Sur supports appropriés. Diamètre nominal (DN) faible.	2
Ensemble vanne positionneur avec servomoteur électrique	Avec repérage de la position du clapet. Divers types, sur supports appropriés. Diamètre nominal (DN) faible.	2
Convertisseur I/P	Convertisseur Intensité/Pression.	4
Analyseur infrarouge (I.R.)		1
Chromatographe industriel	Avec programmeur et traitement des données.	1 conseillé
Analyseur d'oxygène	Paramagnétique ou électrolyte solide.	1
Pompe doseuse	De préférence, configurable et pilotable à distance.	2
Bouteille d'azote	Gaz utilitaire de contrôle. Montage conforme à la réglementation.	1
Bouteille de CO <sub>2</sub>	Gaz utilitaire de contrôle. Montage conforme à la réglementation.	1
Transmetteur/conditionneur de signaux universels	Entrées pour sonde Pt 100 à 3 fils, thermocouples, 0-10 V, 4-20 mA. Sorties : 4-20 mA et (RS 232 ou RS 485....). Configuration par console ou ordinateur.	8
Régulateur numérique	Configurable, de type universel, avec : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrée mesure configurable (signal normalisé, thermocouple, Pt 100).</li> <li>• Entrée consigne externe.</li> <li>• Sortie régulation en signal normalisé, continue et modulée.</li> <li>• Algorithmes P, PI, PID, tout ou rien.</li> <li>• Sortie logique.</li> <li>• Sortie recopie de consigne.</li> <li>• Liaison informatique et logiciel d'enregistrement.</li> </ul> <p><b>Note :</b> Ce régulateur sera utilisé sur la maquette liée au poste de travail ; il sera muni de bornes de 4 mm de diamètre à double puits pour permettre facilement toutes les mesures utiles.</p>	8

## 5.2. SALLE de TRAVAUX PRATIQUES d'INSTRUMENTATION

### 5.2.5. Liste des matériels conseillés (suite)

Désignation	Description - Commentaires	Quantité
<b>Automate programmable et interface de programmation</b>	Modèle simple : 8 entrées et 8 sorties, avec simulateurs d'entrée (interrupteurs). Programmation du GRAFCET avec interface utilisateur évoluée proche de la représentation du GRAFCET.	<b>8</b>
<b>Thermomètre numérique</b>	Précision $\pm 0,2^\circ \text{C}$ .	<b>8</b>
<b>Thermomètre numérique</b>	Thermomètre ou multimètre comportant la fonction température et capteur de mesure. Précision $\pm 0,1^\circ \text{C}$ .	<b>2</b>
<b>Ensemble de résistances "étalons"</b>	Boîtes à décades ou résistances sur barrettes permettant d'obtenir une valeur de résistance comprise entre 80 à 150 $\Omega$ avec sélection du dixième d'Ohm. Précision 0,1 %.	<b>8</b>
<b>Enceinte d'étalonnage pour sondes de température</b>	"Four" réglé à $\pm 0,1^\circ \text{C}$ . Température réglable de $-10^\circ \text{C}$ à $+110^\circ \text{C}$ .	<b>2</b>
<b>Simulateur de sondes de température</b>	Pour sondes Pt 100, thermocouples.	<b>4</b>
<b>Multimètre 20 000 points</b>	Mesure de tension et de courant en continu et alternatif. Précision : 0,1 % en continu.	<b>8</b>
<b>Source de courant 4-20 mA</b>	Permettant de simuler un transmetteur 4-20 mA, éventuellement commandable.	<b>8</b>
<b>Manomètre</b>	Manomètre anéroïde (cadran + aiguille) 0-2 bars.	<b>8</b>
<b>Calibrateur de pression</b>	Manomètre différentiel 0-2 bars à 0,05 %.	<b>1</b>
<b>Calibrateur de pression</b>	Manomètre différentiel 0-2 bars à 0,1 %.	<b>3</b>
<b>Détendeur</b>	0 - 2 bars, pour air comprimé.	<b>16</b>
<b>Manomètre numérique</b>	Pour transmetteur de pression 0-2 bars.	<b>8</b>
<b>Multimètre 2 000 points</b>	Modèle simple. Mesure de tension et de courant en continu et alternatif. Précision : 1 % en continu.	<b>8</b>
<b>Colonne à eau</b>	Colonne de 2 m de hauteur. Sur support, avec dispositif de sécurité anti-débordement.	<b>4</b>
<b>Générateur de rampe analogique</b>	Générateur permettant de générer une rampe 4-20 mA.	<b>4</b>
<b>Résistance pour étalonnage</b>	250 $\Omega$ . Précision 0,1 %.	<b>20</b>
<b>Lot de cordons électriques</b>	Cordons double puits à reprise arrière de 1 m de longueur - fourreau non rétractable - (4 rouges, 4 noirs, 2 bleus, 2 jaunes).	<b>8</b>
<b>Lot de cordons électriques</b>	Cordons double puits à reprise arrière de 0,50 m de longueur - fourreau non rétractable - (4 rouges, 4 noirs, 2 bleus, 2 jaunes).	<b>8</b>
<b>Râtelier</b>	Pour le rangement des cordons électriques.	<b>8</b>
<b>Meuble à tiroirs</b>	Pour le rangement du petit matériel pneumatique.	<b>8</b>
<b>Lot d'accessoires pour air comprimé</b>	Lot comprenant un robinet de réglage et un jeu de tubes et de raccords pour l'air sous pression.	<b>8</b>
<b>Jeu de câbles</b>	Câbles informatiques adaptés au matériel utilisé.	<b>8</b>
<b>Lot d'outillage</b>	Lot de clés plates, tournevis ..., adapté au matériel utilisé.	<b>8</b>



## 5.2. SALLE de TRAVAUX PRATIQUES d'INSTRUMENTATION

### 5.2.5. Liste des matériels conseillés (suite)

Désignation	Description - Commentaires	Quantité
Armoire	Petite armoire renfermant l'outillage collectif (clés diverses, tournevis...).	1
Maquette de régulation simple	Les maquettes doivent être aussi diverses que possible. Des exemples de maquettes sont décrits pages suivantes. Elles doivent être conformes à la réglementation, aux normes de sécurité et aux normes particulières qui les concernent.	8

En dehors des matériels "mobiles" définis en pages précédentes, on pourra utilement disposer d'appareils montés sur les maquettes afin de réaliser : montage, étalonnage, mise en service, essais.

La liste suivante est préconisée :

Désignation	Description - Commentaires	Quantité
Indicateur de niveau	Indicateur à flotteur, à miroir ou autre.	2
Transmetteur de niveau	Transmetteur par mesure hydrostatique.	1
Transmetteur de niveau	Transmetteur à plongeur (avec plateau et masses marquées de réglage).	1
Transmetteur de niveau	Transmetteur à ultrasons, radar.	1
Détecteur de niveau	De technologies différentes (vibrant, résistif).	1
Manifold	Industriel.	1
Lot d'organes déprimogènes	Diaphragmes, tuyères ...	4
Débitmètre à section variable	Un des débitmètres comporte une extension magnétique.	3
Débitmètre électromagnétique		1
Débitmètre à turbine		1
Débitmètre massique		1
Compteur volumétrique		1

## 5.2. SALLE de TRAVAUX PRATIQUES d'INSTRUMENTATION

### 5.2.6. Maquettes de régulation - Descriptif et recommandations

Huit maquettes "simples" différentes sont jugées nécessaires pour assurer la formation des étudiants.

Parmi ces huit maquettes, certaines peuvent être montées sur chariot afin d'être utilisées aussi bien dans cette salle d'instrumentation que dans la salle des maquettes (maquettes communes aux deux salles).

Ces maquettes peuvent être utilisées pour l'enseignement "Contrôle et Régulation" des classes de STL-PLPI.

*Le descriptif général et les recommandations qui suivent concernent l'ensemble des maquettes de régulation.*

Les maquettes sont différentes parce qu'elles :

- régulent des grandeurs différentes,
- ont des comportements différents,
- sont munies de capteurs et d'actionneurs de technologies différentes.

On trouvera par exemple :

- une régulation de niveau,
- une régulation de niveau intégrateur et de débit d'eau,
- une régulation de niveau et de débit sur cuve fermée,
- une régulation de pression d'air avec cuves en cascade,
- une régulation de température et de débit d'air,
- une régulation de température sur four.

Le système de commande (régulateur, SNCC ou API) ne fait pas partie de la maquette.

Les maquettes seront munies de capteurs et d'actionneurs permettant la mesure et la commande en analogique et de capteurs et d'actionneurs permettant la mesure et la commande en tout ou rien par API.

Toutes les maquettes devront pouvoir être câblées par les étudiants (bornes double puits pour l'analogique, connecteurs spécialisés pour le réseau de terrain).

Toutes les maquettes "simples" devront pouvoir être utilisées pour effectuer une régulation classique avec boucle en 4-20 mA.

En outre les maquettes devront permettre :

- la mise en œuvre de l'instrumentation :
  - ◆ le montage et le câblage des instruments,
  - ◆ l'étalonnage des appareils ...
- d'améliorer la régulation par des essais reproductibles portant à la fois sur :
  - ◆ l'aspect asservissement (modification de la consigne),
  - ◆ l'aspect régulation (modification des caractéristiques du procédé, influence des perturbations).
- de travailler avec un esprit scientifique : mesure des perturbations et reproductibilité des conditions expérimentales,
- d'enregistrer les réponses temporelles obtenues,
- de faire varier les conditions expérimentales,
- de réaliser des échelons aussi stricts que possibles, sur la consigne (attention au choix du régulateur) et sur les perturbations (par exemple en utilisant des perturbations commandées par des électrovannes).

## 5.2. SALLE de TRAVAUX PRATIQUES d'INSTRUMENTATION

### 5.2.6. Maquettes de régulation - Descriptif et recommandations (suite)

Les maquettes permettent de réaliser des mesures pour l'instrumentation. Il est nécessaire de pouvoir réaliser au moins une séance de TP sur les différents types de mesure et sur les différents montages décrits ci-après.

Type de mesure	Commentaire
Débit d'air corrigé	<ul style="list-style-type: none"> <li>Débitmètre massique en série avec un débitmètre volumique, capteur de pression, capteur de température...</li> </ul>
Caractéristique d'une vanne installée	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vanne en série avec débitmètre.</li> </ul>
Vérification de débitmètre	<ul style="list-style-type: none"> <li>Exemple avec cuve étalon.</li> </ul>
Comparaison de débitmètres	<ul style="list-style-type: none"> <li>Exemple : électromagnétique et sonde annubar.</li> </ul>
Comparaison de mesures de niveau	<ul style="list-style-type: none"> <li>Exemple : ultrason et pression différentielle sur cuve fermée.</li> </ul>

Certaines maquettes permettent de réaliser des montages et démontages sur des parties d'installation sans interdire la régulation.

Par exemple :

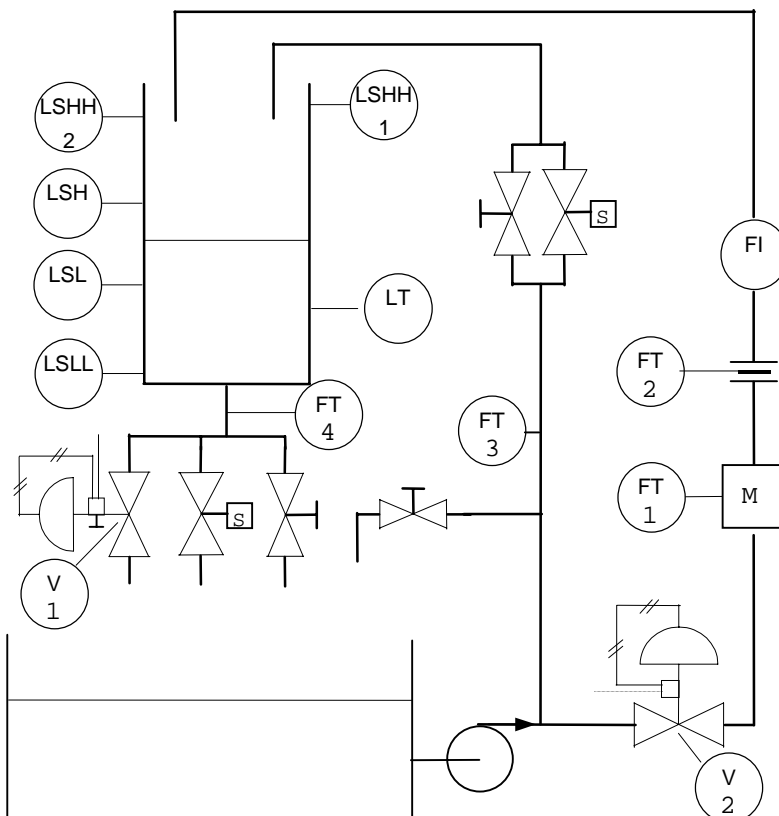
Type de montage	Commentaire
Changement d'une vanne sur maquette en fonctionnement.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Deux vannes en parallèle, l'une d'elle n'est jamais modifiée. Robinets d'arrêt.</li> </ul>
Montage et mise en service d'une mesure de niveau par pression différentielle sur cuve fermée avec produit supposé condensable.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Une autre mesure de niveau et des robinets d'arrêt étant prévus, la régulation reste possible même si le remontage n'est pas terminé.</li> </ul>

**On trouvera dans les pages suivantes des exemples de maquettes "simples" dont on pourra s'inspirer. Ce ne sont que des exemples possibles qui ne doivent en aucun cas être pris à la lettre.**

## 5.2. SALLE de TRAVAUX PRATIQUES d'INSTRUMENTATION

### 5.2.7. Maquettes de régulation – Exemples de maquettes

#### NIVEAU D'EAU NON INTÉGRATEUR ET DÉBIT



La présence d'électrovannes permet la génération aisée de perturbations rapides et reproductibles. Les vannes seront prévues de façon à ce que leur sens d'action soit facilement inversable par le personnel technique entre deux séries de TP.

On pourra par exemple réaliser :

- une étude de la réponse statique (niveau ou débit)
- une étude d'organe déprimogène et montrer la nécessité d'un extracteur de racine carrée
- des identifications (Broïda ou autres) sur niveau ou sur débit
- des régulations simples de niveau (avec V1 ou avec V2)
- des régulations simples de débit
- réaliser une régulation par partage d'étendue
- une régulation de proportion en fin d'année scolaire
- des régulations tout ou rien avec un API
- la comparaison d'un débitmètre électromagnétique avec un organe déprimogène.

LSHH 1 est câblée avec un relais de sécurité sur la commande de la pompe sans aucune intervention possible des étudiants sur le circuit.

La maquette est telle que les perturbations sont facilement reproductibles ce qui permet une étude fine de l'influence des paramètres de réglage.

Un repérage clair et précis de tous les appareils et des borniers est très important.

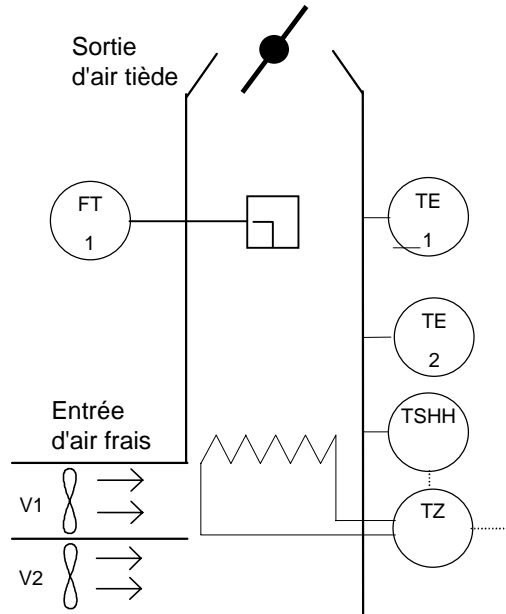
Les caractéristiques essentielles des appareils doivent être mises à la disposition des étudiants sauf, évidemment, si le but du TP est de les faire découvrir.



## 5.2. SALLE de TRAVAUX PRATIQUES d'INSTRUMENTATION

### 5.2.7. Maquettes de régulation – Exemples de maquettes (suite)

#### TEMPÉRATURE D'AIR : le principe de l'aérotherme convient bien



La colonne carrée métallique est d'environ 15 cm de côté et 60 cm de hauteur.

TSHH est une sécurité de température très haute réglée aux environs de 50°C de façon à éviter tout risque de brûlure. TSHH est reliée directement au gradateur qui commande la puissance de chauffe (environ 1000 W) sans que l'élève puisse intervenir sur ce câblage ni sur le réglage du seuil.

Les ventilateurs V1 et V2 sont du type de ceux que l'on trouve dans les alimentations d'ordinateurs, ils peuvent être remplacés par des arrivées d'air comprimé commandées par des vannes.

V2 est en tout ou peu ou rien.

V1 est en commande analogique 0-12 V (un convertisseur 4-20 mA en 0-12 V peut être utile).

TE1 et TE2 sont soit des sondes Pt 100 soit des thermocouples.

On peut réaliser :

- des identifications
- des régulations de températures en analogique ou en commande tout ou rien
- une régulation split-range
- des couplages de capteurs
- des études de l'influence des capteurs facilement démontables, en particulier l'influence des doigts de gant et de la position de la sonde dans la colonne d'air.

L'adjonction de relais à seuil (entrée Pt 100 ou thermocouple) et sortie relais (ou tout ou rien) permet de piloter la maquette en tout ou rien par API.

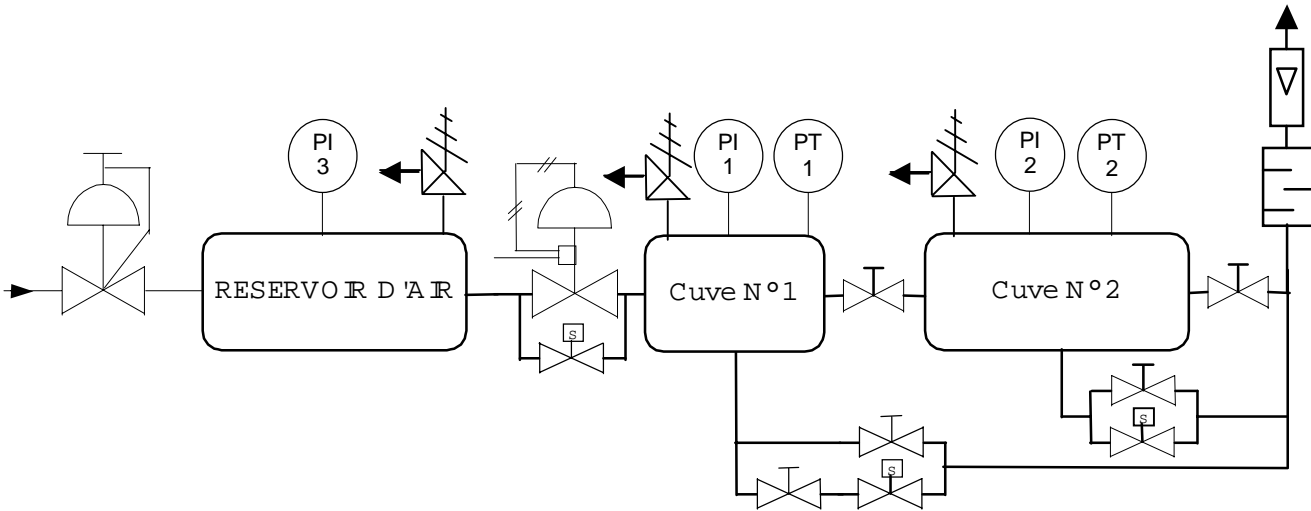
On peut éventuellement prévoir à peu de frais un nombre plus important de sondes de température de façon à permettre des traitements numériques.

Il existe de nombreux dispositifs voisins qui conviennent parfaitement.

## 5.2. SALLE de TRAVAUX PRATIQUES d'INSTRUMENTATION

### 5.2.7. Maquettes de régulation – Exemples de maquettes (suite)

#### PRESSIION D'AIR



Les cuves sont en acier du type de celles utilisées pour les réserves d'air des camions. Attention à rester dans les normes. (Il convient de respecter dès maintenant la directive européenne 97/23 CE concernant les équipements sous pression qui est en période transitoire depuis le 29 novembre 1999 et qui deviendra obligatoire le 29 mai 2002).

Le détendeur prévu assurera un gros débit. Les expériences ne sont pas trop difficiles si on réussit à maintenir une pression dans la réserve nettement supérieure à la pression demandée.

Il faut veiller à ce que la cuve n° 1 soit plus petite que la cuve n° 2 ce qui justifie une régulation cascade.

Les sorties doivent être munies de silencieux et raccordées au réseau d'échappement d'air.

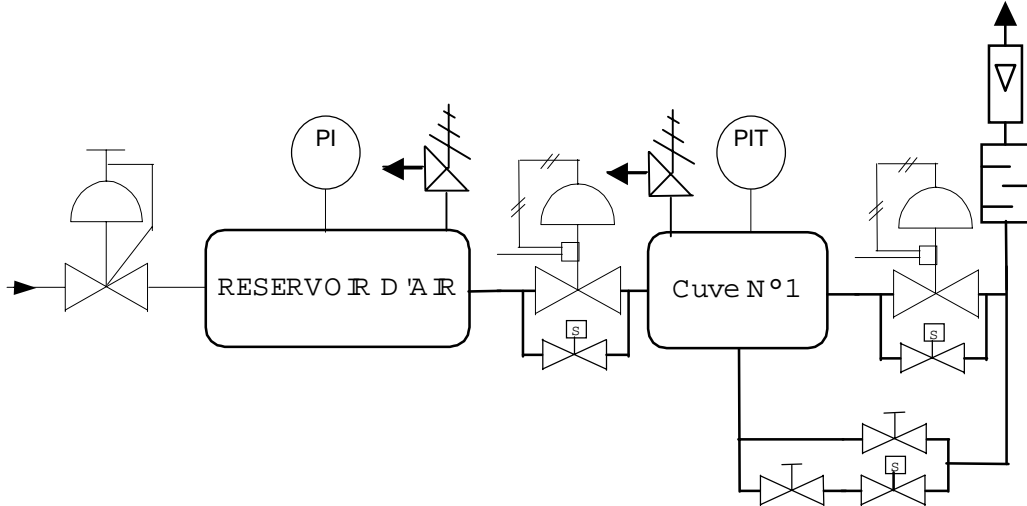
On peut :

- réaliser une identification par Broïda ou par pompage
- étalonner les transmetteurs de pression sur site, en considérant les manomètres comme étalons
- faire deux régulations simples avec des constantes de temps différentes
- réaliser une régulation avec un système du second ordre
- réaliser une régulation cascade sur grandeur intermédiaire
- avoir des perturbations reproductibles, grâce aux électrovannes
- régler des points de fonctionnement différents avec les vannes manuelles
- réguler en tout ou rien.

## 5.2. SALLE de TRAVAUX PRATIQUES d'INSTRUMENTATION

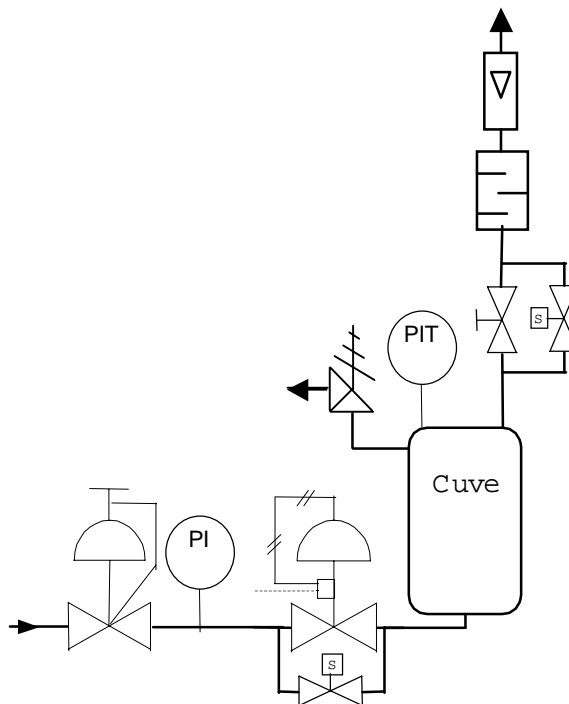
### 5.2.7. Maquettes de régulation – Exemples de maquettes (suite)

Il existe de nombreuses variantes possibles pour la maquette précédente, par exemple :



On peut alors réaliser une régulation par partage d'étendue.

Si le réseau d'air comprimé est d'une stabilité suffisante et que l'on ne veut réaliser que des régulations simples avec la maquette, on obtient alors une structure aisément transportable et à faible encombrement :

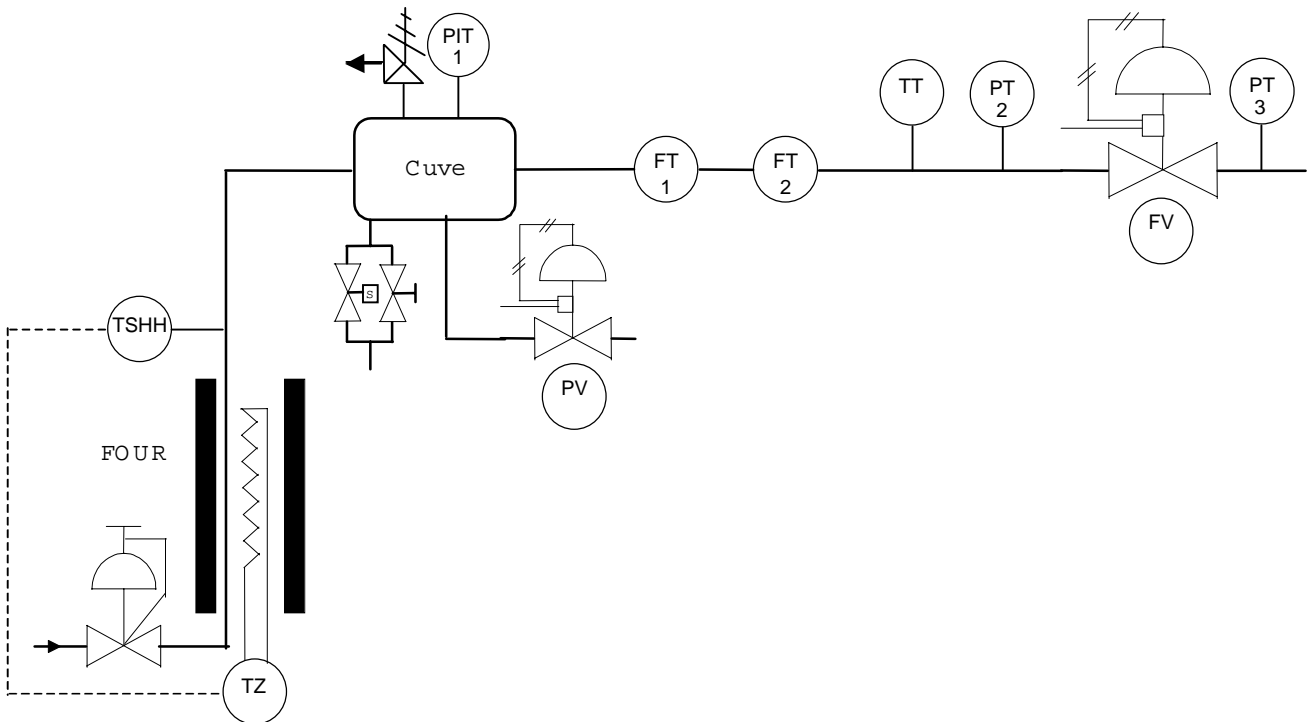




## 5.2. SALLE de TRAVAUX PRATIQUES d'INSTRUMENTATION

### 5.2.7. Maquettes de régulation – Exemples de maquettes (suite)

#### COMPARAISON DE DÉBITMÈTRES ET RÉGULATION DE DÉBIT OU DE TEMPÉRATURE D'AIR



L'ensemble est calorifugé pour éviter tout risque de brûlure et pour obtenir une température sensiblement constante dans la tuyauterie.

FT1 est un débitmètre massique et FT2 un débitmètre volumique.

PV peut être une vanne électrique à commande proportionnelle.

TZ est un gradateur ou un relais statique commandé en PID modulé (il est intéressant de disposer des deux dispositifs pour comparer leurs résultats).

TSHH assure la sécurité par arrêt du chauffage (aucune intervention des étudiants sur cette sécurité).

A partir de cette maquette d'encombrement réduit, on peut réaliser une grande quantité de mesures du programme, des régulations simples mais aussi une régulation de débit corrigé en température et en pression.

La cuve est de faible volume (5 à 10 litres).

Les perturbations sur la pression et sur la température sont commandables et mesurables.

On n'oubliera pas de prévoir un détendeur à haut débit en entrée et des silencieux en sortie.

Il suffit d'ajouter des électrovannes pour multiplier encore les possibilités.

## 5.2. SALLE de TRAVAUX PRATIQUES d'INSTRUMENTATION

### 5.2.7. Maquettes de régulation – Exemples de maquettes (suite)

#### TEMPÉRATURE DANS UN FOUR

Il faut veiller à ce que la constante de temps du four ne soit pas trop grande : adéquation entre la taille du four, la puissance de chauffe, l'isolation thermique. Un thermocouple est bien approprié comme élément primaire de mesure de température. Une sécurité de température très haute câblée doit être prévue. L'isolation thermique doit permettre d'éviter tout risque de brûlure.

On pourra comparer les performances obtenues en utilisant des préactionneurs variés :

- gradateur
- relais mécanique
- relais statique.

C'est une maquette intéressante pour les régulations commandées en "tout ou rien" et en "tout ou rien ou peu" grâce à une résistance supplémentaire ou à un dispositif électronique fournissant deux puissances différentes.

Une arrivée d'air commandée permet de réaliser des perturbations sans risque de brûlure mais aussi de réaliser une régulation à partage d'étendue. L'arrivée d'air peut également être commandée de manière pseudo-aléatoire ce qui peut amener la nécessité d'une régulation adaptative.

#### AUTRES MAQUETTES

D'autres exemples sont donnés dans le guide d'équipement STL-PLPI.

On peut envisager de nombreuses maquettes différentes et plus particulièrement :

- chauffe-eau électrique à peine modifié.
- un chauffage électrique d'eau en circulation à partir de réchauffeur industriel à faible coût.
- circuits parallèles de débit d'air pour régulation de proportion.
- des mini-échangeurs de température à partir du circuit d'eau chaude.
- ...

### 5.3. SALLE de PRÉPARATION et de RANGEMENT en INSTRUMENTATION et PHYSIQUE INDUSTRIELLE

#### 5.3.1. Caractéristiques de la salle

Cette salle de préparation et de rangement est commune à la Salle de Travaux Pratiques d'Instrumentation et à la Salle de Travaux Pratiques de Physique Industrielle.

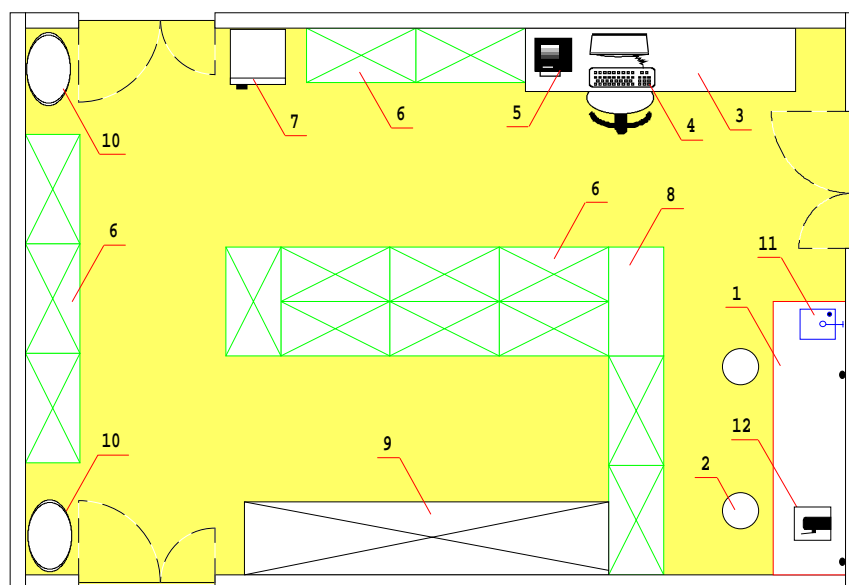
On y distingue les espaces fonctionnels suivants :

- espace réservé aux préparations pédagogiques et mise au point de manipulations,
- espace de maintenance-entretien de premier niveau,
- espaces de stockage.

#### 5.3.2. Exemple d'aménagement

Superficie : de l'ordre de 54 m<sup>2</sup> (9 m × 6 m)

Salle de Travaux Pratiques de Physique Industrielle



Salle de Travaux Pratiques d'Instrumentation

#### NOMENCLATURE

1	Poste de préparation	7	Réfrigérateur
2	Chaise ou tabouret	8	Ensemble bas à tiroirs et meuble haut bibliothèque
3	Plan de travail informatique	9	Bloc étagères (hauteur 2,50 m environ)
4	Poste informatique multimédia dédié bureautique et mesures, relié aux réseaux	10	Chariot de transport du matériel
5	Imprimante	11	Évier alimenté en eau froide et eau chaude
6	Quatorze armoires de rangement	12	Perceuse

#### 5.3.3 Liste des équipements et matériels conseillés

Pour cette salle sont à prévoir les équipements figurant en nomenclature et les matériels ci-après.

1 armoire d'outillage : clés, pinces spéciales connectique, multimètre, testeur d'isolement, ...

1 étau, 1 centrale de soudage et de dessoudage, 1 étau pour tubes, documentation technique.

### 5.3. SALLE de PRÉPARATION et de RANGEMENT en INSTRUMENTATION et PHYSIQUE INDUSTRIELLE

#### 5.3.4. Fiche signalétique du local

<b>Effectif usuel</b> : 2 personnes	<b>Charge d'exploitation</b> : 350 daN/m <sup>2</sup> .
<b>Surface</b>	54 m <sup>2</sup> environ.
<b>Hauteur sous plafond</b>	2,50 m à 3 m.
<b>Accès</b>	1 porte à double battant (1,40 m x 2,04 m) pour l'accès et pour le passage des matériels encombrants (maquettes).
<b>Relation de communication</b>	1 porte à double battant (1,40 m x 2,04 m) pour le passage des matériels encombrants (maquettes) donnant sur la salle de TP de Physique industrielle. 1 porte à double battant (1,40 m x 2,04 m) pour le passage des matériels encombrants (maquettes) donnant sur la salle de TP d'instrumentation.
<b>Relation de proximité</b>	Cette salle fait partie intégrante du pôle "CIRA".
<b>Revêtement de sol</b>	Antidérapant. Anti-poussière. Antistatique. Classement U4 P3 E3 C1.
<b>Eclairage artificiel</b>	450 lux sur le poste de préparation.
<b>Fluides</b>	. Eau froide et eau chaude sur le poste de préparation. . Circuit d'évacuation des eaux usées. Installations eaux froide et chaude et circuit d'évacuation conformes aux documents techniques unifiés (D.T.U.) plomberie. . Air comprimé au niveau poste de préparation.
<b>Alimentation électrique</b>	<u>Alimentation en 230 V</u> - 1 P + N + PE. - <u>Circuits 230 V</u> (1 P + N + PE) pour alimenter les divers équipements et matériels (poste de préparation, établi...) - <u>Circuit 230 V</u> (1 P + N + PE) à usage informatique pour alimenter le poste informatique. Sur chaque mur prévoir une ou deux prises de courants supplémentaires. Protections adaptées aux différents circuits. L'installation doit permettre la mise en fonctionnement ou non de chacun des différents circuits électriques. Installation conforme à la norme NF C 15-100. <u>Autre circuit 230 V</u> (1 P + N + PE) à usage général domestique : prises de courant à obturateur judicieusement réparties sur les murs de la salle.
<b>Réseaux</b>	Prises pour relier le poste informatique aux réseaux téléphonique, télématique, informatique et vidéo, internes et externes à l'établissement, en particulier l'Internet.  Une ligne téléphonique, avec poste téléphonique, est obligatoire (appels d'urgence : SAMU, sapeurs-pompiers, ...).
<b>Protections</b>	Anti-effraction + alarme.
<b>OBSERVATION</b> : L'accès de ce local doit être interdit aux élèves.	

## 5.4. SALLE des MAQUETTES

### 5.4.1. Caractéristiques des équipements de la salle

Située au centre de la partie CIRA, la salle des maquettes est l'endroit où se situent les maquettes complexes de procédés industriels et où sont dispensés les enseignements de travaux pratiques de régulation et d'automatismes de fin de première année et de seconde année de technicien supérieur.

Certaines parties pourront être utilisées pour des montages d'instrumentation ainsi que pour le contrôle de capteurs de mesure. Il faudra particulièrement veiller à ce que les maquettes soient maintenues en permanence en état de réaliser des régulations, cela impose de nombreuses contraintes au niveau de l'instrumentation.

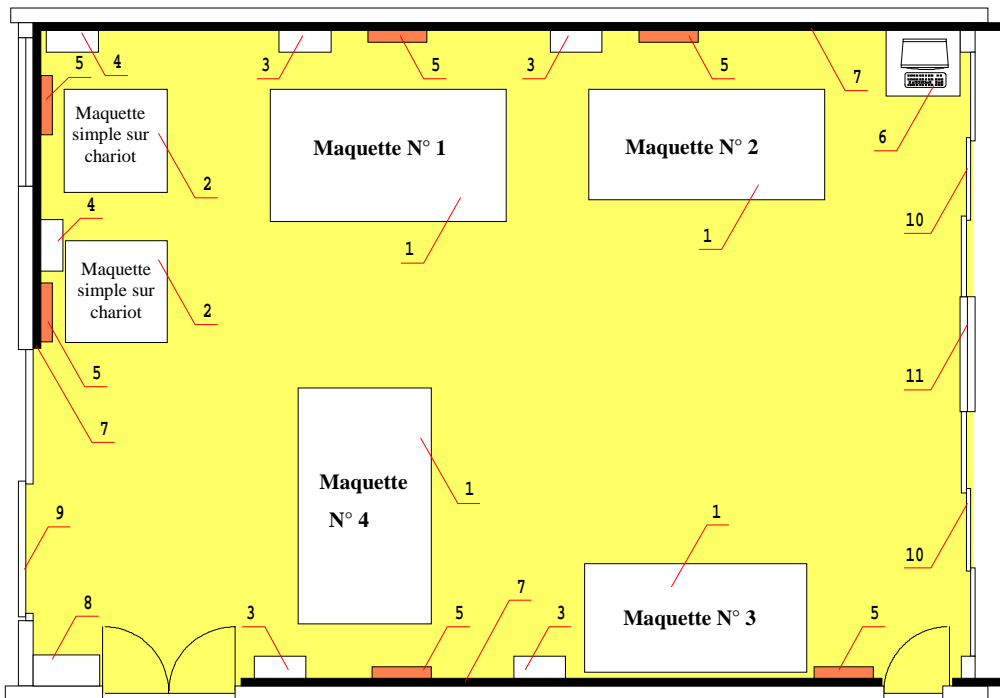
Par ailleurs les maquettes devront pouvoir être utilisées commodément en tout ou rien ou en analogique pour les automatismes.

Sont détaillés, dans la suite du document, des exemples permettant d'illustrer comment prendre en compte ces diverses contraintes.

Les surfaces dégagées sont importantes car les étudiants doivent pouvoir circuler librement autour des maquettes et aussi entre cette salle des maquettes et la salle des systèmes (contrôle commande des maquettes). Ces zones de circulation et d'intervention doivent garantir les conditions de travail et de sécurité optimales, conformément à la législation en vigueur.

### 5.4.2. Exemple d'aménagement

Superficie : de l'ordre de 112 m<sup>2</sup> (12,5 m × 9 m)



1	Maquettes complexes	7	Arrivée des énergies et circuits de transmission des signaux
2	Deux maquettes simples sur chariot (maquettes de la salle d'instrumentation utilisées dans cette salle des maquettes)	8	Armoire électrique générale (pour mémoire)
3	Armoire électrique propre à chaque maquette complexe	9	Porte vitrée coulissante (accès à la salle d'instrumentation)
4	Armoire électrique pour maquette simple	10	Portes vitrées coulissantes larges (accès à la salle des systèmes)
5	Bornier de connexions	11	Paroi vitrée à 1 mètre environ du sol
6	Ordinateur pour l'étude des simulations (cas du choix d'un poste dédié)		

## 5.4. SALLE des MAQUETTES

### 5.4.3. Liste des équipements conseillés

Repère	Désignation et caractéristiques minimales	Quantité
1	<p><b>Maquette complexe</b>  <b>Note</b> : Pour ces maquettes complexes, une première description avec commentaires figure en page 81. Ensuite, elles sont explicitées par un descriptif, par des recommandations et aussi par des exemples (voir page 82 et suivantes).</p>	4
2	<p><b>Maquettes simples sur chariot</b>  <b>Note</b> : deux maquettes simples sont représentées sur le schéma. Il s'agit de certaines maquettes de la salle d'instrumentation pouvant être déplacées sur chariot afin d'être utilisées dans cette salle des maquettes (maquettes communes aux deux salles).</p>	-
3	<p><b>Alimentation électrique pour maquette complexe</b>            Sur le mur latéral :            ⇒ <b>1 circuit 230 V - 1 P + N + PE</b>; circuit à usage général            ⇒ <b>1 circuit triphasé 230 V - 400 V - 3 P + N + PE, si la maquette le nécessite</b>            ⇒ <b>arrivée dans une armoire électrique IP55 fermant à clef</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sectionneur verrouillable</li> <li>• disjoncteur différentiel 20 mA</li> <li>• disjoncteur en rapport avec la puissance nécessaire</li> <li>• bouton mise sous tension de la maquette</li> <li>• bouton arrêt de la maquette</li> <li>• bouton arrêt d'urgence, à sécurité positive, à clef</li> <li>• voyant de présence tension secteur</li> <li>• voyant de présence tension dans l'armoire (sectionneur fermé)</li> <li>• voyant de présence tension sur la maquette.</li> </ul> <p>⇒ <b>liaison fixe entre l'armoire murale et la maquette, les étudiants n'ont pas à intervenir sur les circuits de puissance.</b>            Alimentation électrique conforme à la norme NF C 15-100</p>	4
4	<p><b>Alimentation électrique pour maquette simple</b>  <b>Note</b> : Les caractéristiques techniques sont identiques à celles décrites ci-dessus pour les maquettes complexes à l'exception de la liaison entre l'armoire murale et la maquette qui doit être effectuée par socle et câble avec prise assurant la protection des élèves.</p>	2
5	<p><b>Plaque de connexion</b> entre la maquette, les SNCC et les API, en bornes double puits 4 mm pour les signaux 4-20 mA ou 0-24 V et avec borniers spécialisés pour les réseaux utilisés.</p>	6
-	<p><b>Arrivées et sorties de fluides</b> nécessaires au fonctionnement des maquettes (pour mémoire) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Alimentation en eau froide</u>. Un robinet d'arrêt doit être prévu pour l'isolement éventuel des différentes canalisations.</li> <li>- Evacuation d'eau froide.</li> <li>- Arrivée d'air comprimé déshuilé, sec, 6 bars, haut débit à détendeur approprié.</li> <li>- Sortie d'évacuation d'air.</li> </ul> <p>A moduler en fonction de la maquette utilisée.</p>	-
6	<p>Ordinateur de simulation (uniquement dans le cas où le choix de la technique de simulation s'est porté sur un logiciel spécialisé).</p>	1 ou 2
7	<p>Arrivées des énergies et des communications par distribution murale (pour mémoire).</p>	-
8	<p>Armoire électrique générale de la salle (pour mémoire).</p>	1
	<p>Dispositif de coupure d'urgence général (pour mémoire).</p>	3 minimum.

## 5.4. SALLE des MAQUETTES

### 5.4.3. Liste des équipements conseillés (suite)

Repère	Désignation et caractéristiques minimales	Quantité
9	Porte vitrée coulissant d'accès vers la salle d'instrumentation (pour mémoire).	1
10	Portes vitrées coulissantes larges pour accès à la salle des systèmes (pour mémoire).	2
11	Paroi vitrée à 1 mètre du sol (pour mémoire).	1

### 5.4.4. Fiche signalétique du local

<b>Effectif usuel</b> : 15 élèves en séance de travaux pratiques.	<b>Charge d'exploitation</b> : 500 daN/m <sup>2</sup> compte tenu de la nature des équipements.
<b>Surface</b>	112 m <sup>2</sup> environ.
<b>Hauteur sous plafond</b>	2,5 m à 3 m.
<b>Accès</b>	2 portes (0,93 m x 2,04 m) et (1,80 m x 2,04 m) donnant sur le couloir.
<b>Relation de communication</b>	1 porte coulissante vitrée (1,80 m x 2,04 m) donnant sur la salle de TP d'instrumentation. 2 ensembles de 2 portes coulissantes vitrées (1,20 m x 2,04 m) donnant sur la salle des systèmes.
<b>Relation de proximité</b>	Cette salle fait partie du pôle CIRA.
<b>Revêtement de sol</b>	Antidérapant. Anti-poussière. Antistatique. Classement U4 P3 E3 C1.
<b>Eclairage artificiel - Occultation</b>	Réglable de 250 à 450 lux.
<b>Fluides</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eau froide et écoulement sur les maquettes le nécessitant.</li> <li>• Circuit d'évacuation des eaux usées.</li> <li>• Air comprimé déshuilé, sec, 6 bars, haut débit à détendeur approprié sur les 6 maquettes.</li> <li>• Circuit d'évacuation de l'air (silencieux).</li> <li>• Evacuation d'eau au sol (pente très faible vers des siphons de sol).</li> <li>• Un robinet d'arrêt doit être prévu pour l'isolement éventuel de chaque canalisation.</li> </ul> Installations conformes aux Documents Techniques Unifiés (D.T.U.) plomberie.
<b>Alimentation électrique</b>	<p><b>Alimentation en 230 V</b> - 1 P + N + PE. Conformité aux normes en vigueur et protections adaptées à chacun des circuits. Bouton d'arrêt d'urgence général.</p> <p>L'armoire électrique est conçue de manière à permettre une identification des deux <b>circuits suivants</b> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Circuit 230 V (1 P + N + PE)</b> à usage général pour alimenter les maquettes. Circuit avec armoires individuelles de distribution situées sur le mur latéral à coté de chaque maquette. Commande séparée par bouton poussoir. Double signalisation permettant de connaître l'état (sous tension/hors tension) des lignes.</li> <li>- <b>Circuit 230-400 V (3 P + N + PE)</b> à usage général pour alimenter les maquettes. Circuit avec armoires individuelles de distribution situées sur le mur latéral à coté de chaque maquette. Commande séparée par bouton poussoir. Double signalisation permettant de connaître l'état (sous tension/hors tension) des lignes.</li> </ul>

## 5.4. SALLE des MAQUETTES

### 5.4.4. Fiche signalétique du local (suite)

<p><b>Alimentation électrique (suite)</b></p>	<p><b><u>Protections électriques</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Le disjoncteur général, de calibre approprié à la puissance installée.</li> <li>• Des dispositifs à coupure d'urgence à sécurité positive devront provoquer la mise en sécurité de l'ensemble des points de livraison de l'énergie. Ces dispositifs au nombre de trois au minimum seront placés judicieusement.</li> <li>• La remise sous tension, après action d'un dispositif de coupure d'urgence, ne devra pouvoir s'effectuer que par action volontaire du professeur.</li> <li>• Une double signalisation permettra de connaître l'état (sous-tension / hors tension) de chaque ligne.</li> <li>• Un disjoncteur différentiel <b>sur chacun des circuits</b>.</li> <li>• Un disjoncteur magnéto-thermique <b>sur chacun des circuits</b>.</li> </ul> <p><b><u>Autre circuit 230 V</u></b> (1 P + N + PE) à usage général domestique : prises de courant à obturateur judicieusement réparties sur les murs de la salle.</p> <p><b><u>Installation électrique</u></b> conforme à la norme NF C 15-100.</p>
<p><b>Alimentation électrique des maquettes</b></p>	<p><b><u>Pour chaque maquette :</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. Armoire électrique étanche à l'eau IP55, fermant à clé, avec possibilité de sectionner et de consigner la maquette.</li> <li>. Les tensions d'alimentation (monophasé et/ou triphasé) nécessaires au fonctionnement de la maquette arrivent directement dans l'armoire électrique. L'alimentation de la maquette se fait à l'aide de dispositifs fixes appropriés, les étudiants ne sont pas habilités pour travailler sur les circuits de puissance.</li> <li>. Voyant de présence de tension.</li> <li>. Voyant de présence secteur.</li> <li>. Voyant de visualisation de mise sous tension.</li> <li>. Bouton d'arrêt d'urgence.</li> <li>. Installation électrique conforme à la norme NF C 15-100.</li> </ul>
<p><b>Réseaux/Connexions</b></p>	<p>Chaque maquette est reliée à la salle des systèmes par les réseaux nécessaires à son fonctionnement :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• liaisons pour signal 4-20 mA en nombre suffisant,</li> <li>• liaisons pour signal 0-24 V en nombre suffisant,</li> <li>• liaisons pour réseau de terrain.</li> </ul> <p>Toute autre liaison qui pourrait s'avérer nécessaire en fonction de l'évolution des technologies ou en fonction des nécessités pédagogiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• fibre optique,</li> <li>• interphone entre maquette et poste de travail,</li> <li>• liaison vidéo permettant de voir la maquette à partir du poste de commande.</li> </ul> <p>De plus la salle est équipée des connexions suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• une prise de téléphone,</li> <li>• une prise de connexion au réseau local.</li> </ul> <p>Une ligne téléphonique, avec poste téléphonique, est obligatoire (appels d'urgence : SAMU, sapeurs-pompiers, ...).</p>
<p><b>Ventilation / extraction</b></p>	<p>La ventilation naturelle doit être suffisante.</p>
<p><b>Protections</b></p>	<p>Anti-effraction + alarme.</p>
<p><b>OBSERVATION : Aucune discipline autre que le CIRA ne doit être enseignée dans ce local.</b></p>	



## 5.4. SALLE des MAQUETTES

### 5.4.5. Liste des matériels conseillés

Désignation	Description - Commentaires	Quantité
<b>Multimètre simple 2 000 points</b>	Mesure de tension et de courant en continu et alternatif. Précision : 1 % en continu.	<b>7</b>
<b>Maquette de régulation complexe</b>	Elles doivent permettre de réaliser toutes les boucles multiples prévues au programme et de déclencher des alarmes. Il semble judicieux d'avoir pour 2 maquettes des liaisons de type "classique" 4-20 mA et pour les autres maquettes des liaisons de type réseau de terrain. Il faudra en particulier prévoir qu'un Système Numérique Contrôle Commande (SNCC) pourra piloter plusieurs maquettes simultanément. Toutes doivent pouvoir être pilotées par API. <b>Note :</b> En pages suivantes, ces maquettes complexes sont explicitées par un descriptif, par des recommandations et aussi par des exemples.	<b>4</b>
<b>Maquette de régulation simple</b>	<b>Note :</b> Comme indiqué en page 78, il s'agit de certaines maquettes de la salle d'instrumentation pouvant être déplacées sur chariot afin d'être utilisées dans cette salle des maquettes. L'agencement de cette salle des maquettes est prévu pour l'étude de deux maquettes simples.	-
<b>Module de liaison au Système Numérique Contrôle Commande (SNCC)</b>	A définir en fonction du SNCC et du réseau de terrain choisi.	<b>2 minimum</b>
<b>Lot de cordons électriques</b>	Cordons de 1 m de longueur, double puits à reprise arrière - fourreau non rétractable - (4 rouges, 4 noirs, 2 bleus, 2 jaunes).	<b>7</b>
<b>Lot de cordons électriques</b>	Cordons de 0,50 m de longueur, double puits à reprise arrière - fourreau non rétractable - (4 rouges, 4 noirs, 2 bleus, 2 jaunes).	<b>7</b>
<b>Lot de cordons de liaisons informatiques</b>	En fonction du matériel choisi.	<b>7</b>
<b>Râtelier</b>	Pour le rangement des cordons électriques.	<b>7</b>
<b>Meuble à tiroirs</b>	Pour le rangement du petit matériel pneumatique.	<b>7</b>
<b>Lot d'accessoires pour air comprimé</b>	Lot comprenant jeu de tubes et de raccords pour l'air sous pression.	<b>7</b>
<b>Lot d'outillage</b>	Lot de clés plates, tournevis..., adapté au matériel utilisé.	<b>7</b>
<b>Armoire d'outillage</b>	Petite armoire renfermant l'outillage collectif.	<b>1</b>
<b>Enregistreur numérique rapide.</b>	L'essentiel des enregistrements étant réalisé avec les ordinateurs de la salle des systèmes cet enregistreur sert essentiellement à familiariser les étudiants avec ce type d'appareil.	<b>1</b>

## 5.4. SALLE des MAQUETTES

### 5.4.6. Maquettes de régulation - Descriptif et recommandations

**Quatre maquettes complexes différentes sont jugées nécessaires pour assurer la formation des étudiants.**

Le système de commande (régulateur, SNCC ou API) ne fait pas partie de la maquette.

Les quatre maquettes seront munies de capteurs et d'actionneurs pilotables en tout ou rien par API, lequel pourra également traiter les informations analogiques.

Deux maquettes au moins seront munies de capteurs et d'actionneurs liés aux systèmes de contrôle commandes par réseau de terrain.

Toutes les maquettes devront pouvoir être câblées par les étudiants (bornes double puits pour l'analogique, connecteurs spécialisés pour le réseau de terrain).

Cependant, s'il est indispensable que l'étudiant sache câbler, il est impensable de transformer les séances de TP, où de nombreux appareils sont utilisés, en séances de câblage. Il faut donc prévoir la possibilité de câblage rapide par connecteurs multipoints pour les régulations complexes.

En outre les maquettes devront permettre :

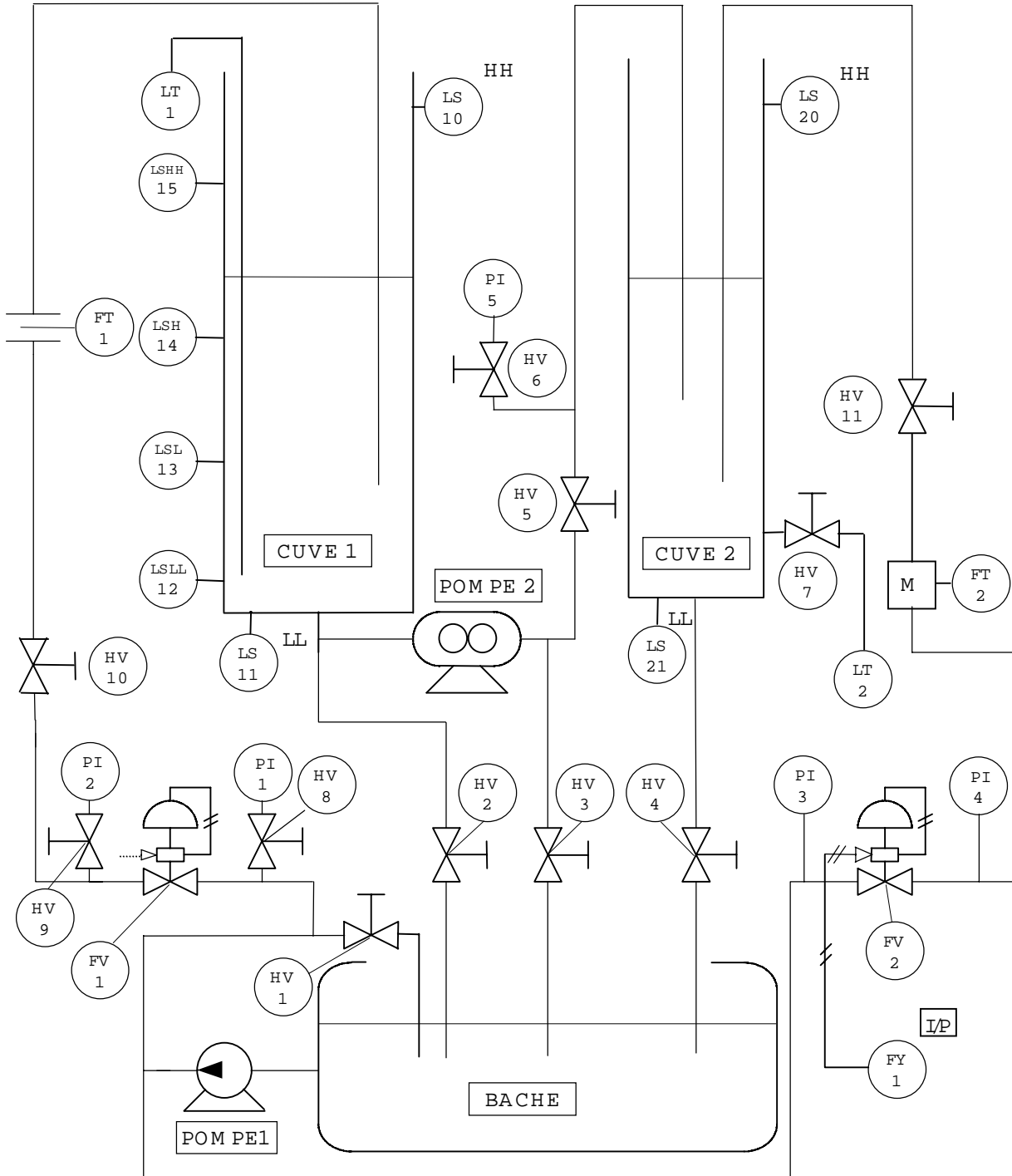
- d'améliorer la régulation par des expériences reproductibles portant à la fois sur :
  - ◆ l'aspect asservissement (modification de la consigne)
  - ◆ l'aspect régulation (modification des caractéristiques du procédé, influence des perturbations)
- de travailler avec un esprit scientifique : mesure des perturbations et reproductibilité des conditions expérimentales
- d'enregistrer les réponses temporelles obtenues
- de faire varier les conditions expérimentales
- de réaliser des échelons aussi stricts que possibles, sur la consigne (attention au choix du régulateur) et sur les perturbations (par exemple en utilisant des perturbations commandées par des électrovannes).

**On trouvera dans les pages suivantes des exemples de maquettes, plus ou moins complexes, dont on pourra s'inspirer. Ce ne sont que des exemples possibles qui ne doivent en aucun cas être pris à la lettre.**

## 5.4. SALLE des MAQUETTES

### 5.4.7. Exemples de configurations de maquettes

#### NIVEAU D'EAU INTÉGRATEUR, PROPORTION



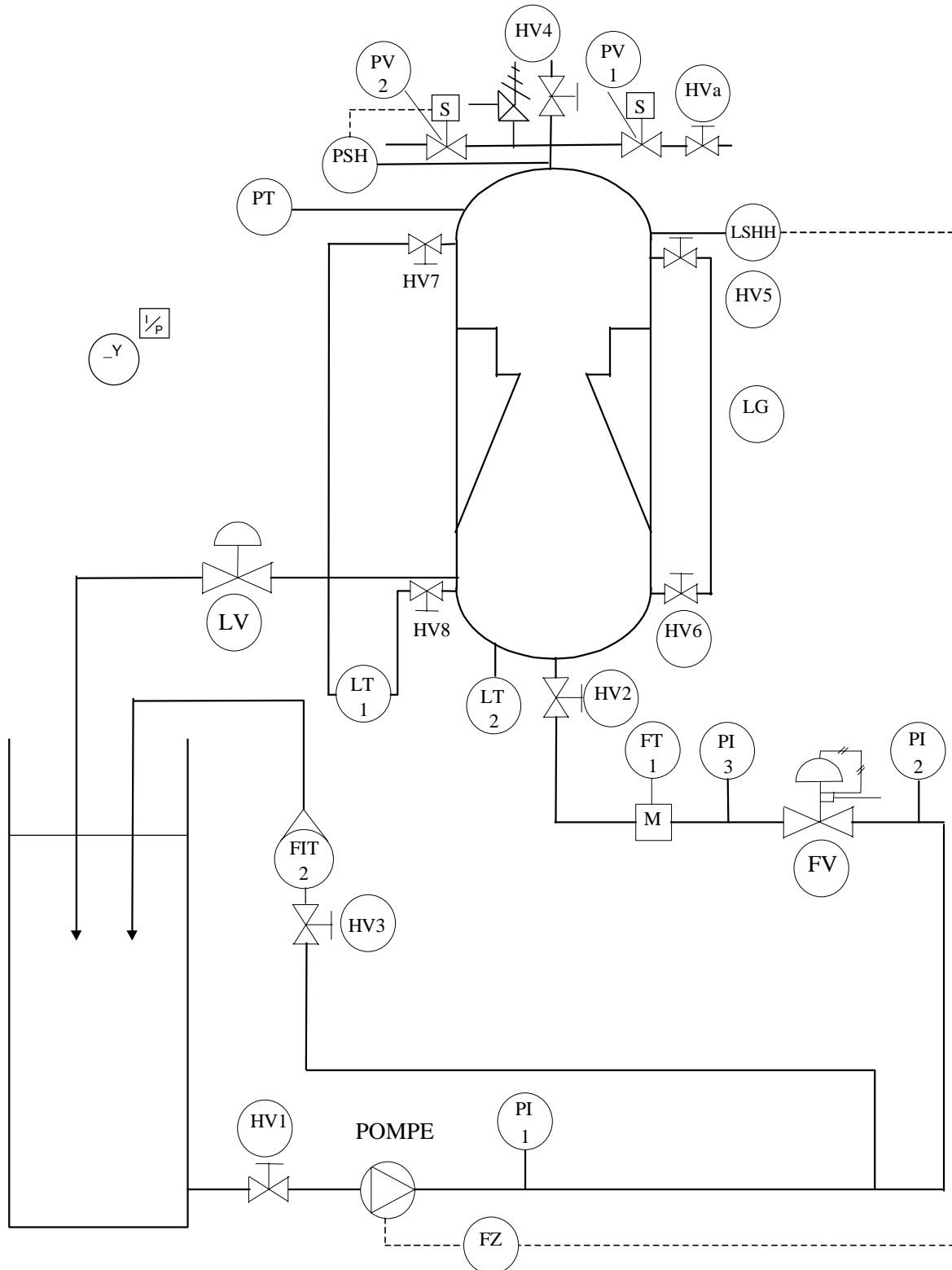
Par exemple avec capteur de niveau par bullage.

La détection de niveau bas LSL11 est indispensable pour la sécurité de la pompe volumétrique ; elle est donc câblée en permanence. C'est le cas aussi pour les niveaux très hauts dans les cuves.

## 5.4. SALLE des MAQUETTES

### 5.4.7. Exemples de configurations de maquettes

#### RÉGULATION DE NIVEAU ET DE DÉBIT SUR CUVE FERMÉE



## 5.4. SALLE des MAQUETTES

### 5.4.7. Exemples de configurations de maquettes (suite)

#### RÉGULATION DE NIVEAU ET DE DÉBIT SUR CUVE FERMÉE (suite)

La forme interne de la cuve opaque en inox complique la régulation et change les paramètres du procédé en fonction de la consigne de niveau.

La sécurité est assurée par :

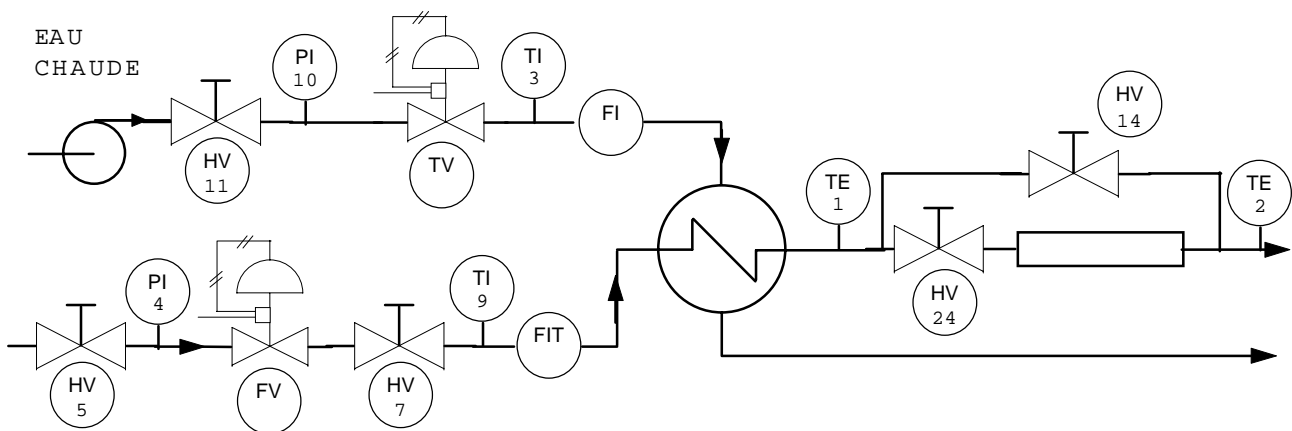
- une soupape de sécurité
- une sécurité câblée PSH – PV2
- une sécurité de niveau très haut câblée LSHH – FZ
- un câblage inaccessible entre FZ et la pompe.

Les normes en vigueur concernant les récipients sous pression doivent évidemment être respectées.

On peut donc réaliser :

- des identifications
- une régulation de niveau simple par LV ou par FV ou par FZ
- une régulation cascade
- une régulation adaptative de niveau
- la comparaison entre deux capteurs de niveau avec LT2 en technologie ultrasonore par exemple
- des perturbations en commandant PV1 en fonction de la pression dans la cuve
- des perturbations en jouant sur des organes non utilisés au cours d'une régulation
- une séquence de démarrage pilotée par A.P.I.

#### ÉCHANGEUR DE CHALEUR (EAU-EAU)



EAU FROIDE  
à RECHAUFFER

L'intérêt pédagogique de cette maquette est de pouvoir réaliser une régulation a priori qui se justifie vraiment.

Le calcul de la puissance et du volume du chauffe-eau (source d'eau chaude) et des capacités de l'échangeur en fonction du débit d'eau froide utilisé doit être fait avec soin si on veut obtenir une maquette qui fonctionne correctement.

Un jeu de vannes manuelles non représentées peut permettre d'inverser le sens de circulation des fluides dans une branche de l'échangeur.

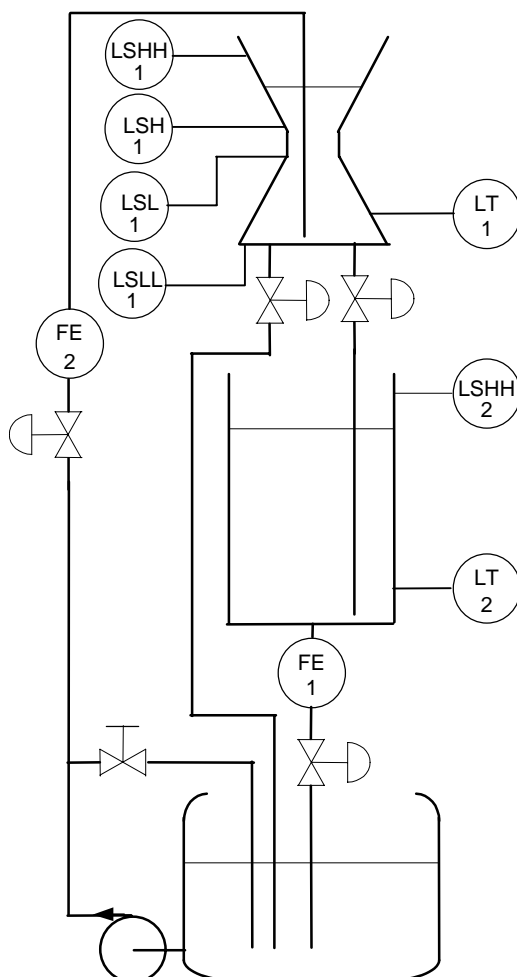
Une régulation simple de température se fera en utilisant la vanne de régulation du débit d'eau froide pour fixer le point de fonctionnement. Les perturbations se feront naturellement en agissant sur FV et FIT permet d'enregistrer ces perturbations.

Ce procédé a l'inconvénient d'être lent et il est très difficile d'obtenir un point de fonctionnement en manuel, cela complique les procédures de réglage mais cela montre bien l'absolue nécessité de la régulation.

## 5.4. SALLE des MAQUETTES

### 5.4.7. Exemples de configurations de maquettes (suite)

#### NIVEAUX SUR CUVES EN CASCADES



La forme de la cuve 1 permet d'obtenir un procédé avec des caractéristiques variables en fonction du niveau dans cette cuve.

Les technologies des vannes sont à choisir.

On peut ajouter de nombreux instruments sur ce type de maquette et réaliser :

- des identifications
- des régulations simples sur système d'ordre 1 ou 2
- une régulation cascade
- une régulation adaptative
- une régulation split range
- des étalonnages divers
- des caractéristiques de vannes, de pompes, ...

*D'autres maquettes sont possibles, en particulier : des maquettes de régulation de pression d'air, de régulation de débit d'air corrigé, ...*

## 5.5. SALLE des SYSTÈMES

### 5.5.1. Caractéristiques des équipements de la salle

La salle des systèmes est le lieu de :

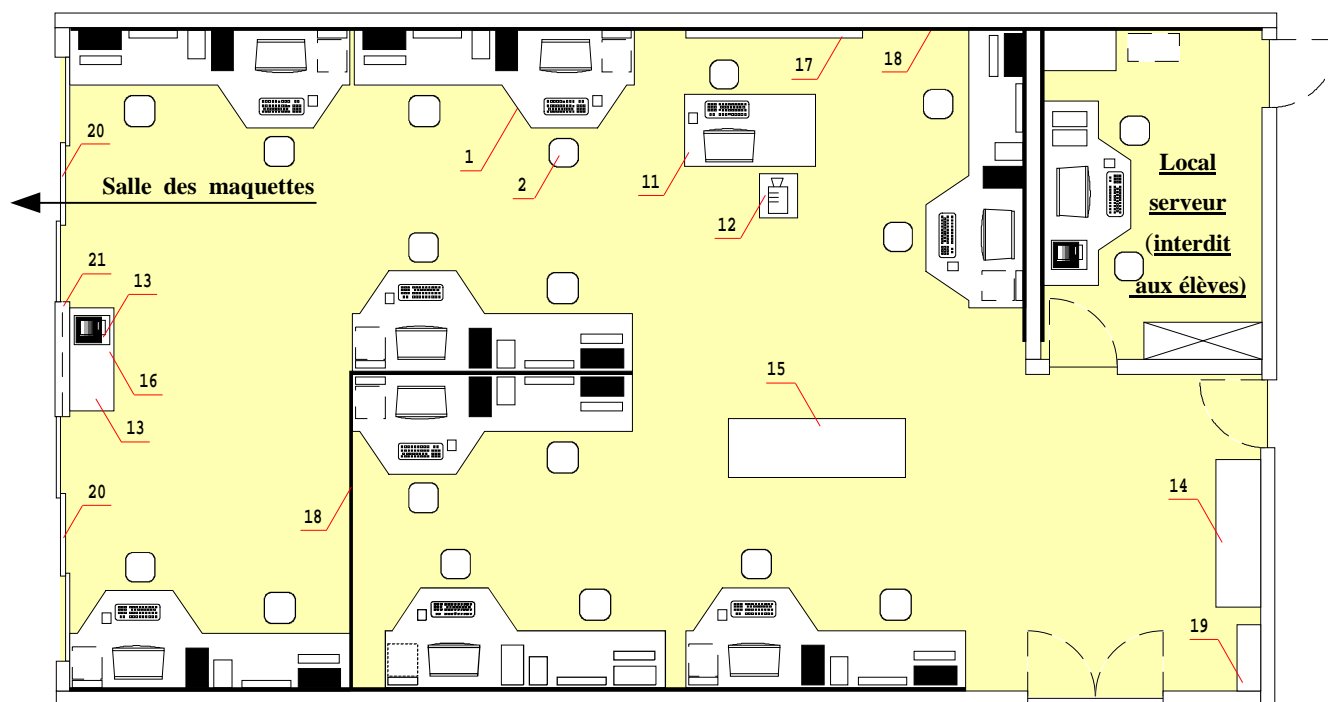
- configuration des Systèmes Numériques de Contrôle Commande (S.N.C.C.)
- configuration des régulateurs évolués,
- programmation des Automates Programmables Industriels (A.P.I.),
- simulation et calcul.

Cette salle est obligatoirement en relation avec la salle des maquettes par :

- des relations de proximité immédiate (larges portes coulissantes, parois vitrées)
- des liaisons de communications variées : signaux logiques tout ou rien, analogiques 4-20 mA, logiques 0-24 V, numériques. Les postes de travail communiquent par des réseaux informatiques généraux et par des réseaux industriels avec les maquettes et avec les autres réseaux de l'établissement.

### 5.5.2. Exemple d'aménagement

**Superficie totale :** de l'ordre de 135 m<sup>2</sup> (16 m × 9 m) dont 14 m<sup>2</sup> pour le local serveur

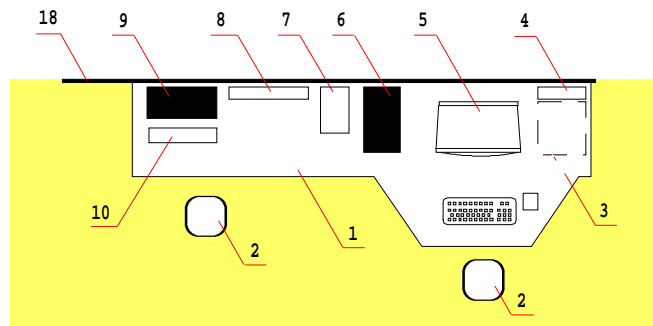


1	Poste de travail pour 2 étudiants	16	Meuble bas pour les fournitures des imprimantes
2	Chaise	17	Tableau blanc servant également d'écran de projection
11	Poste du professeur relié au réseau et au vidéoprojecteur	18	Connexions des réseaux
12	Vidéoprojecteur	19	Armoire électrique (pour mémoire)
13	Imprimante couleur rapide sur réseau	20	Portes coulissantes donnant sur la salle des maquettes (pour mémoire)
14	Bibliothèque - Documentation technique pour les étudiants	21	Cloison vitrée (pour mémoire)
15	Meuble bas de rangement du petit matériel		

**Note :** Le poste de travail pour 2 étudiants fait l'objet d'une vue détaillée avec nomenclature en page suivante.

## 5.5. SALLE des SYSTÈMES

### 5.5.3. Vue détaillée du poste de travail pour 2 étudiants



1	Poste de travail pour 2 étudiants	7	Bornier rapporté du SNCC ou du Régulateur
2	Chaise	8	Bornier de connexion à la salle des maquettes
3	Ordinateur en caisson sous le poste de travail	9	Automate programmable industriel (API)
4	Bornier rapporté des connexions arrière de l'ordinateur (série, USB)	10	Bornier et simulateur de l'automate
5	Écran 17"	18	Connexions des réseaux
6	SNCC ou Régulateur évolué (selon le poste)		

### 5.5.4. Liste des équipements conseillés

Repère	Désignation et caractéristiques minimales	Quantité
1	<p><b>Poste de travail pour 2 étudiants, avec ordinateur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan de travail de l'ordre de 4 m × 1,20 m environ.</li> <li>- Plateau recouvert d'un revêtement résistant au feu et muni d'un bornier portant les arrivées d'énergie, les prises réseaux et les connexions aux maquettes.</li> <li>- Dispositif de réglage de l'horizontalité et de fixation au sol.</li> <li>- <u>Agencement</u> Le dessous du plateau comporte un placard pour loger l'unité centrale avec communications informatiques.</li> <li>- <u>Alimentation électrique</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sur bandeau : ⇒ <b>1 circuit 230 V - 1 P + N + PE</b> ; circuit à usage général : 6 prises 10/16 A à obturateur, régulièrement réparties sur le bandeau.</li> <li>⇒ <b>1 circuit 230 V - 1 P + N + PE</b> ; circuit à usage informatique : 2 prises 10/16 A à obturateur, différenciées de celles du circuit à usage général et situées au niveau de l'ordinateur.</li> </ul> </li> <li>Alimentation électrique conforme à la norme NF C 15-100.</li> <li>- <u>Connexions diverses</u> : <ul style="list-style-type: none"> <li>• connexions pour relier le boîtier de connexion du poste de travail à une maquette de la salle voisine (salle des maquettes).</li> <li>• connexions informatiques pour relier les ordinateurs en réseau haut débit sur les serveurs.</li> <li>• connectique appropriée au réseau de terrain choisi.</li> </ul> </li> </ul>	8
2	Chaises	17



## 5.5. SALLE des SYSTÈMES

### 5.5.4. Liste des équipements conseillés (suite)

Repère	Désignation et caractéristiques minimales	Quantité
3	Ordinateur multimédia en caisson sous le poste de travail, monté en réseau et muni de toutes les cartes nécessaires aux communications avec les SNCC (ou les régulateurs évolués) et les automates programmables industriels (API). Capacité du disque dur suffisante pour supporter plusieurs systèmes d'exploitation si nécessaire (en fonction des matériels choisis).	8
4	Bornier de reprise des connecteurs arrière de l'ordinateur encastré.	8
5	Ecran d'ordinateur 17", semi-encastré dans le plan de travail (écran à 30° environ). Disposition conforme aux règlements en vigueur et en particulier la directive du CE 90/270/CEE, décret d'application du 14 mai 1991 réf 91-451.	8
6	Système Numérique de Contrôle Commande (SNCC) ou Régulateur évolué (selon le poste) - voir caractéristiques et quantités page 91.	-
7	Bornier rapporté du SNCC ou du Régulateur - voir caractéristiques et quantité page 91.	-
8	Bornier de connexion à la salle des maquettes.	8
9	Automate programmable industriel (API) - voir caractéristiques et quantité 91.	-
10	Bornier et simulateur de l'automate - voir caractéristiques et quantité page 91.	-
11	Bureau pour le professeur, ordinateur avec DVD.	1
12	Vidéoprojecteur, 1024 x 768 pixels minimum, relié à l'ordinateur du professeur.	1
13	Imprimante couleur avec serveur d'impression pour réseaux.	2
14	Bibliothèque de documentation technique.	1
15	Meuble bas avec tiroirs pour le rangement des petits matériels.	1
16	Meuble bas pour le rangement des consommables (imprimantes).	1
17	Tableau blanc, de 3,50 m x 1,80 m environ, permettant d'effectuer des projections.	1
18	Goulottes de distribution des réseaux et de l'énergie à trois compartiments au moins : <ul style="list-style-type: none"> <li>• énergie électrique</li> <li>• communications analogiques et tout ou rien avec les maquettes</li> <li>• communications informatiques.</li> </ul> Informatique générale : <ul style="list-style-type: none"> <li>• réseau général haut débit</li> <li>• réseau de terrain : selon les normes du réseau choisi.</li> </ul> Réserves d'extension : 50 % minimum.	2
19	Armoire électrique (pour mémoire).	1
	Dispositifs d'arrêt d'urgence judicieusement répartis.	3

### 5.5.5. Fiche signalétique du local

<b>Effectif usuel</b> : 15 élèves en séance de travaux pratiques.	<b>Charge d'exploitation</b> : 500 daN/m <sup>2</sup> .
<b>Surface</b>	135 m <sup>2</sup> environ dont 14 m <sup>2</sup> pour le local serveur.
<b>Hauteur sous plafond</b>	2,5 m à 3 m.
<b>Accès</b>	1 porte (1,80 m x 2,04 m) donnant sur le couloir.
<b>Relation de communication</b>	2 ensembles de 2 portes coulissantes vitrées (1,20 m x 2,04 m) donnant sur la salle des maquettes. 1 porte (0,93 m x 2,04 m) donnant sur la salle de réunion par exemple.
<b>Relation de proximité</b>	Cette salle fait partie du bloc CIRA.
<b>Revêtement de sol</b>	Antidérapant. Anti-poussière. Antistatique. Classement U4 P3 E3 C1.

## 5.5. SALLE des SYSTÈMES

### 5.5.5 Fiche signalétique du local (suite)

<b>Eclairage artificiel - Occultation</b>	Réglable de 250 à 450 lux sur les tables techniques. Prévoir des rideaux d'occultation contre l'ensoleillement.
<b>Alimentation électrique</b>	<p><b>Alimentation en 230 V</b> - 1 P + N + PE. Conformité aux normes en vigueur et protections adaptées à chacun des circuits. Bouton d'arrêt d'urgence général.</p> <p>L'armoire électrique est conçue de manière à permettre une identification des deux <b>circuits suivants</b> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Circuit 230 V (1 P + N + PE)</b> à usage général pour alimenter les prises de courant à obturateur réparties en bandeau sur la paillasse du professeur et sur les paillasses humides des élèves. Commandes séparées par bouton poussoir. Double signalisation permettant de connaître les états (sous tension/hors tension) des lignes.</li> <li>- <b>Circuit 230 V (1 P + N + PE)</b> à usage informatique pour alimenter les matériels informatiques situés sur la paillasse du professeur et sur les paillasses humides des élèves. Commande séparée par bouton poussoir. Double signalisation permettant de connaître l'état (sous tension/hors tension) des lignes.</li> </ul> <p><b>Protections électriques</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Le disjoncteur général, de calibre approprié à la puissance installée.</li> <li>• Des dispositifs à coupure d'urgence à sécurité positive devront provoquer la mise en sécurité de l'ensemble des points de livraison de l'énergie. Ces dispositifs au nombre de trois au minimum seront placés judicieusement : un sur la paillasse professeur et l'autre sur l'armoire électrique (bouton d'arrêt d'urgence général).</li> <li>• La remise sous tension, après action d'un dispositif de coupure d'urgence, ne devra pouvoir s'effectuer que par action volontaire du professeur.</li> <li>• Une double signalisation permettra de connaître l'état (sous-tension / hors tension) de chaque ligne.</li> <li>• Un disjoncteur différentiel <b>sur chacun des deux circuits</b>.</li> <li>• Un disjoncteur magnéto-thermique <b>chacun des deux circuits</b>.</li> </ul> <p><b>Autre circuit 230 V</b> (1 P + N + PE) à usage général domestique : prises de courant à obturateur judicieusement réparties sur les murs de la salle.</p> <p><b>Installation électrique</b> conforme à la norme NF C 15-100.</p>
<b>Réseaux / Connexions</b>	<p>La paillasse professeur est équipée des connexions suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Une prise de téléphone.</li> <li>• Deux prises de connexion aux réseaux locaux de l'établissement avec accès aux réseaux à distance.</li> <li>• Prises, en bandeau, type série et/ou USB.</li> <li>• Une connexion au réseau de terrain.</li> <li>• Une connexion au vidéoprojecteur.</li> </ul> <p>Liaison entre le réseau et les imprimantes par serveur d'impression.</p> <p>Pour chaque poste pour 2 étudiants :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Une prise de connexion aux réseaux locaux de l'établissement avec accès aux réseaux à distance.</li> <li>• Un dispositif approprié de connexion au réseau de terrain.</li> <li>• Un boîtier de connexions aux maquettes.</li> </ul> <p><b>Connectique</b> : voir poste de travail pour 2 étudiants (vue détaillée du poste avec nomenclature et rubrique "connexions diverses" page 88).</p>
<b>Ventilation / extraction</b>	La ventilation naturelle doit être suffisante.
<b>Protections</b>	Anti-effraction + alarme.
<b>OBSERVATION : Aucune discipline autre que le CIRA ne doit être enseignée dans ce local.</b>	

## 5.5. SALLE des SYSTÈMES

### 5.5.6. Liste des matériels conseillés

Désignation	Description – Commentaires	Quantité
<b>SNCC</b>	<p>Système numérique de contrôle commande (SNCC) permettant de reproduire les conditions industrielles de mise en œuvre avec :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- logiciel(s) associé(s) permettant de configurer les schémas de boucle (définition des stratégies),</li> <li>- modules d'entrées-sorties compatibles avec les maquettes dont 2 au moins du type réseau de terrain.</li> </ul> <p>Eventuellement on peut prévoir qu'un SNCC pourra piloter plusieurs maquettes simultanément. Les SNCC seront de deux marques différentes.</p>	<b>4</b>
<b>Régulateur évolué</b>	<p>Bi-boucle au moins. Structure configurable par logiciel. Liaisons en rapport avec la maquette utilisée et le superviseur choisi.</p>	<b>4</b>
<b>Bornier de connexion du SNCC ou du régulateur évolué</b>	<p>Il sera généralement muni de deux possibilités de raccordement :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- bornes 4 mm de diamètre à double puits pour permettre facilement toutes les mesures utiles en même temps que le raccordement à la maquette,</li> <li>- raccordement rapide par connecteurs multipoints avec détrompeurs pour la mise en œuvre de régulations complexes.</li> </ul>	<b>8</b>
<b>Automate Programmable Industriel (API)</b>	<p>On choisira au moins deux marques différentes d'API dans la salle de façon à habituer les élèves à la diversité des matériels existants dans l'industrie.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 8 entrées logiques</li> <li>- 8 sorties logiques</li> <li>- 1 entrée analogique au moins</li> <li>- 1 sortie analogique au moins</li> <li>- 1 entrée sortie en mode déporté (sur 1 ou 2 API)</li> </ul> <p>Entrées et sorties sur bornes 4 mm de diamètre à double puits. Deux API au moins possèdent des modules d'entrées/sorties bus type réseau de terrain. L'ensemble des API de la salle doit permettre de programmer dans les langages :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- diagramme fonctionnel en séquence (FCB)</li> <li>- à contacts (LD)</li> <li>- en blocs fonctionnels (FBD)</li> <li>- listes d'instructions (IL).</li> </ul> <p>Un des automates au moins est programmable en langage littéral structuré (ST).</p>	<b>8</b>
<b>Logiciel de programmation</b>	<p>Adapté aux deux types d'API, il permet de programmer selon les langages définis précédemment.</p>	<b>8</b>
<b>Simulateur et bornier de communication pour les API</b>	<p>8 entrées logiques avec visualisation. Toutes les entrées logiques sont munies de commutateurs 3 voies :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0 logique</li> <li>• 1 logique</li> <li>• connexion à une borne double puits 4 mm</li> </ul> <p>8 sorties logiques avec visualisation et connexion avec bornes double puits Ø 4 mm. 1 entrée tension ou intensité selon la carte analogique utilisée en entrée sur borne double puits Ø 4 mm. 1 sortie tension ou intensité selon la carte analogique utilisée en entrée sur borne double puits Ø 4 mm. 1 alimentation continue TBTS 24 V.</p>	<b>8</b>

## 5.5. SALLE des SYSTÈMES

### 5.5.6. Liste des matériels conseillés (suite)

Désignation	Désignation et caractéristiques minimales	Quantité
<b>Logiciel de supervision pour API, SNCC et régulateurs évolués.</b>	<p>Ce logiciel doit être compatible avec l'ensemble du matériel présent dans les locaux CIRA et posséder les protocoles de communication nécessaires (réseau industriel avec les automates ; liaisons série RS232, RS422, RS485 ; ethernet ; réseaux de terrain...).</p> <p>Quelques fonctionnalités essentielles :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- configuration de vues logiques et analogiques, rapide de type objet,</li> <li>- interfaçage simple avec les matériels (protocoles fournis),</li> <li>- historique avec sortie sur imprimante de graphiques de bonne résolution (à travers le réseau),</li> <li>- transfert de données vers d'autres logiciels (tableur par exemple) ou à partir d'autres logiciels,</li> <li>- fonctionnement en réseau,</li> <li>- gestion des alarmes,</li> <li>- gestion de recettes,</li> <li>- configuration de droits d'accès (opérateur, ... ingénieur),</li> <li>- gestion de la redondance.</li> </ul>	<b>8</b>
<b>Multimètre 4 000 points</b>	<p>Mesure de tension et de courant en continu et alternatif. Précision : 0,5 % en continu.</p>	<b>8</b>
<b>Lot de cordons</b>	<p>Lot comprenant 24 cordons de 0,5 m de longueur et 12 cordons de 1 m de longueur, couleurs diverses, double puits à reprise arrière - fourreau non rétractable.</p>	<b>8</b>
<b>Lot de cordons informatiques</b>	<p>En fonction du matériel choisi.</p>	<b>8</b>
<b>Râtelier</b>	<p>Pour le rangement des cordons électriques.</p>	<b>8</b>
<b>Résistance pour étalonnage</b>	<p>250 <math>\Omega</math>. Précision 0,1 %. Sur support adapté.</p>	<b>24</b>
<b>Module de conversion de signaux</b>	<p>0-10 V en 4-20 mA (ou autre en fonction du matériel choisi).</p>	<b>-</b>
<b>Logiciel de simulation</b>	<p>Permettant de réaliser et de configurer des simulations de procédés complexes, de visualiser et d'imprimer au moins les réponses temporelles et fréquentielles.</p>	<b>8</b>
<b>Simulateur de procédé complexe.</b>	<p>Deux exemples importants sont prévus dans les programmes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• colonne à distiller industrielle</li> <li>• chaudière industrielle productrice de vapeur.</li> </ul> <p>On peut envisager deux solutions :</p> <p><u>1°) Externe à la table de travail :</u></p> <p>Un ordinateur est chargé de simuler le procédé, il est muni de cartes d'entrées-sorties avec des signaux normalisés (4-20 mA ou réseau de terrain), éventuellement il comporte une visualisation sur écran des grandeurs qui seraient visibles sur le procédé. La régulation est entièrement effectuée par le matériel présent sur chaque table. Le contrôle commande est indépendant du simulateur.</p> <p><u>2°) Interne à l'ordinateur de la table de travail :</u></p> <p>Un programme chargé dans la machine permet de simuler le procédé. Aucune liaison physique n'est nécessaire. Éventuellement c'est le même logiciel qui gère le procédé simulé et la régulation.</p>	<b>2</b>

## 5.6. LOCAL SERVEUR

### 5.6.1. Caractéristiques des équipements du local

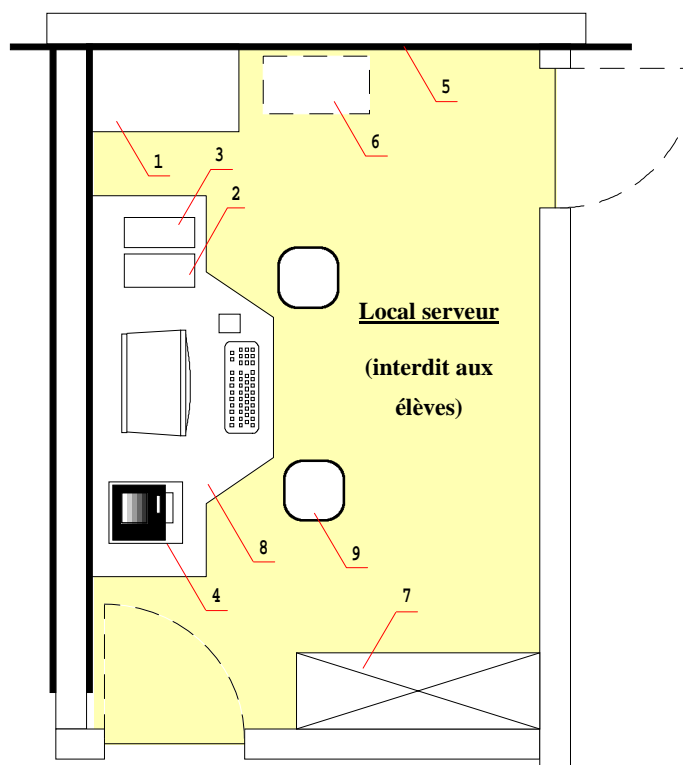
Le local serveur est une salle réservée aux professeurs administrateurs de réseaux et aux techniciens réseaux.

C'est l'endroit où se situe le serveur central du pôle CIRA qui est chargé en particulier :

- de servir des fichiers aux étudiants selon des modalités déterminées par les professeurs
- de fournir des répertoires de secours sécurisés pour les travaux des étudiants
- de fournir des ressources sécurisées permettant de recharger rapidement la configuration des ordinateurs, y compris les profils utilisateurs et les droits
- de fournir des moyens de sauvegarde
- d'assurer la liaison au réseau général de l'établissement et à l'Internet, en fournissant tous les services nécessaires (en particulier le Web, le courrier électronique, le FTP, ...).

### 5.6.2. Exemple d'aménagement

Superficie : de l'ordre de 14 m<sup>2</sup> (4,50 m × 3 m)



1	Armoire de brassage	6	Armoire de brassage pour bus de terrain (éventuellement)
2	Serveur	7	Armoire de documentation
3	Onduleur	8	Table informatique
4	Imprimante	9	Chaises
5	Goulotte de circulation des réseaux	10	

## 5.6. LOCAL SERVEUR

### 5.6.3. Liste des équipements conseillés

Repère	Désignation et caractéristiques minimales	Quantité
1	<p><b>Armoire de brassage pour réseau informatique</b></p> <p>Baie métallique 19", 42U minimum avec porte vitrée supportant des modules de raccordements et comportant principalement :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- des profilés assurant la fixation des modules</li> <li>- des goulottes de grande capacité permettant la desserte des points d'accès</li> <li>- des anneaux de guidage pour jarretières et cordons</li> <li>- des accessoires d'écartement et de fixation des fermes et châssis</li> <li>- des tresses ou barreaux de cuivre pour mise à la terre de section 10 mm<sup>2</sup> minimum</li> <li>- des brides de fixation des câbles.</li> </ul> <p>Câbles identifiés aux deux extrémités par une étiquette adhésive imprimée portant la référence du poste relié.</p> <p>Ecartement de 10 cm minimum entre les modules réservés à des fonctions différentes (distribution, rocares, points d'accès, etc ...), une hauteur minimale de 50 cm entre les modules placés en position la plus basse et le sol.</p> <p>La baie sera dimensionnée pour les besoins suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• liaison en fibre optique 6 brins vers le réseau général de l'établissement ou liaison cuivre adaptée</li> <li>• liaison cuivre 40 paires vers la salle d'instrumentation</li> <li>• liaison cuivre 24 paires vers la salle des maquettes</li> <li>• liaison cuivre 32 paires vers la salle des systèmes</li> <li>• liaison cuivre 12 paires vers la salle de réunion</li> <li>• liaison cuivre 4 paires vers la salle de cours</li> <li>• liaison cuivre 36 paires vers la salle de TP d'électricité appliquée.</li> </ul> <p>Equipement :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Platine d'alimentation 230 V avec 8 prises de courant 1 P + N + PE, 10/16 A,</li> <li>• commutateur 8 ports minimum, full duplex, avec module d'administration,</li> <li>• 1 convertisseur de média fibre optique - cuivre si le commutateur n'est pas pourvu de ports optiques,</li> <li>• 4 répartiteurs (hub) 12 voies adaptées,</li> <li>• 1 répartiteur (hub) 8 voies adaptées,</li> <li>• panneau de brassage adapté. Réserve d'extension 50 %.</li> </ul> <p>La baie sera alimentée en 230 V (1 P + N + PE) depuis le tableau d'étage le plus proche, par ligne séparée de l'installation générale, disjoncteur de protection et de protection différentielle 30 mA et parafoudre.</p> <p>Modules de raccordement et brassage permettant en particulier :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- l'exploitation aisée par jarretières et cordons de brassage,</li> <li>- le raccordement du fil de continuité d'écran des câbles et son prolongement vers les cordons de brassage,</li> <li>- la mise en Y des liaisons.</li> </ul> <p>Modules associés lors du montage à un porte-étiquettes permettant l'identification des points d'accès, des câbles et des équipements.</p> <p>Cordons de liaison entre panneaux, commutateur, répartiteur, convertisseurs de média adaptés.</p> <p>Protections électromagnétiques.</p> <p>Réserve d'extension sur 45 cm de hauteur au moins.</p>	1

## 5.6. LOCAL SERVEUR

### 5.6.3. Liste des équipements conseillés (suite)

Repère	Désignation et caractéristiques minimales	Quantité
2	<p><b>Serveur local (1 ou 2 ordinateurs)</b></p> <p>Prévu pour un fonctionnement ininterrompu avec mises en veille automatiques, en particulier des disques durs et de l'écran.</p> <p>Capable de fournir les ressources nécessaires à un réseau de 40 ordinateurs en tenant compte :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• du fait que de nombreux logiciels résident en local,</li> <li>• d'un accès à l'Internet avec un proxy logiciel nécessitant un espace disque non négligeable,</li> <li>• de capacités suffisantes pour les disques durs de façon à pouvoir réserver 100 Mo au moins à chaque étudiant.</li> </ul> <p>Muni d'unités de sauvegarde de capacités suffisantes.</p> <p>Le système d'exploitation réseau et ses logiciels associés doivent permettre :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• la communication des 40 ordinateurs du réseau local,</li> <li>• d'assurer un service client serveur,</li> <li>• une administration souple et performante,</li> <li>• l'utilisation du protocole TCP/IP,</li> <li>• d'assurer un service DNS/DHCP ou équivalent,</li> <li>• la mise en communication des postes du réseau local avec le réseau général de l'établissement selon des droits strictement définis,</li> <li>• d'assurer un service de courrier électronique avec documents attachés,</li> <li>• d'assurer la sécurité du réseau contre les attaques extérieures ou intérieures ("firewall"),</li> <li>• l'accès à l'Internet par le réseau général de l'établissement ou par routeur local avec filtrage évolutif des adresses indésirables,</li> <li>• d'assurer une protection contre les virus informatiques,</li> <li>• de définir simplement les droits et mots de passe associés,</li> <li>• d'assurer une bonne stabilité et une grande sécurité intrinsèque.</li> </ul> <p>Documentation du serveur, des cartes utilisées, des éventuels routeurs matériels et autres appareils ainsi que la documentation complète du système d'exploitation réseau et des logiciels associés en français.</p> <p>Ecran 17".</p>	1
3	<p><b>Onduleur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• puissance suffisante pour assurer 20 minutes d'autonomie</li> <li>• capacité d'extension de 100 %</li> <li>• déclenchant une sauvegarde automatique en cas de rupture de plus de 2 minutes.</li> </ul>	1
4	<b>Imprimante</b> noir et blanc (vitesse d'impression : 8 pages par minute minimum).	1
5	<p>Goulottes de distribution des réseaux et de l'énergie à trois compartiments au moins :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• énergie électrique</li> <li>• communications analogiques et tout ou rien avec les maquettes</li> <li>• communications informatiques.</li> </ul> <p>Informatique générale :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• réseau général haut débit</li> <li>• réseau de terrain : selon les normes du réseau choisi.</li> </ul> <p>Réserves d'extension : 50 % minimum.</p>	-

## 5.6. LOCAL SERVEUR

### 5.6.3. Liste des équipements conseillés (suite)

Repère	Désignation et caractéristiques minimales	Quantité
6	<b>Armoire de brassage pour le bus de terrain</b> - en fonction du bus de terrain choisi - avec passerelle vers le réseau informatique général.	1
7	<b>Armoire de rangement</b> de la documentation.	1
8	<b>Table informatique</b> (2,50 m x 1,20 m) environ.	1
9	<b>Chaise</b>	2

### 5.6.4. Fiche signalétique du local

<b>Effectif usuel : 2 personnes.</b>	<b>Charge d'exploitation : 500 daN/m<sup>2</sup>.</b>
<b>Surface</b>	14 m <sup>2</sup> environ.
<b>Hauteur sous plafond</b>	2,5 m à 3 m.
<b>Accès</b>	1 porte (0,93 m x 2,04m) donnant sur la salle des systèmes. 1 autre porte (0,93 m x 2,04 m) peu donner, par exemple, sur la salle de réunion.
<b>Relation de proximité</b>	Cette salle fait partie du pôle CIRA.
<b>Revêtement de sol</b>	Antidérapant. Anti-poussière. Antistatique. Classement U4 P3 E3 C0.
<b>Eclairage artificiel - Occultation</b>	L'éclairage, réglable de 250 à 350 lux, ne doit pas provoquer de reflets sur les écrans des ordinateurs.
<b>Alimentation électrique</b>	<b><u>Alimentation en 230 V</u></b> - 1 P + N + PE. Conformité aux normes en vigueur et protections adaptées au circuit. <b><u>Un circuit 230 V (1 P + N + PE)</u></b> à usage informatique pour alimenter les matériels informatiques : armoire de brassage et serveur (5 prises en bandeau sur le mur derrière la table informatique). <b><u>Protections électriques</u></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Un disjoncteur général, de calibre approprié à la puissance installée.</li> <li>• Un disjoncteur différentiel 30 mA.</li> <li>• Un disjoncteur magnéto-thermique.</li> <li>• Un dispositif de protection anti-foudre.</li> </ul> <b><u>Autre circuit 230 V</u></b> (1 P + N + PE) à usage général domestique : prises de courant à obturateur judicieusement réparties sur les murs de la salle. <b><u>Installation électrique</u></b> conforme à la norme NF C 15-100.
<b>Réseaux/Connexions</b>	La table informatique est équipée des connexions suivantes : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Une prise de téléphone</li> <li>• Quatre connexions aux réseaux.</li> </ul>
<b>Ventilation / extraction</b>	La ventilation naturelle doit être suffisante.
<b>Protections</b>	Anti-effraction + alarme.
<b>OBSERVATION : Aucune personne autre que les administrateurs réseaux (professeurs désignés et personnels compétents) ne doit être autorisée à pénétrer dans ce local.</b>	