

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE

DIRECTION DE L'ENSEIGNEMENT SCOLAIRE

Bureau du partenariat avec le monde professionnel et
des commissions professionnelles consultatives
DESCO A5

GUIDE D'ÉQUIPEMENT

baccalauréat technologique

GÉNIE ÉLECTRONIQUE

ÉDITION NOVEMBRE 1994

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE

DIRECTION DE L'ENSEIGNEMENT SCOLAIRE

Bureau du partenariat avec le monde professionnel et
des commissions professionnelles consultatives
DESCO A5

DESCO A5
142, rue du Bac
75357 PARIS SP 07

Téléphone 01 55 55 15 37

Télécopie 01 45 48 44 01

GUIDE D'ÉQUIPEMENT

baccalauréat technologique

GÉNIE ÉLECTRONIQUE

ISBN 2-11-088066-X

PRÉFACE

Le domaine de l'équipement pédagogique des établissements, pour ce qui relève de la compétence de l'État telle qu'elle est définie par le décret du 25 février 1985, apparaît comme un des plus significatifs de l'évolution de l'Administration centrale de l'Éducation nationale et du mouvement de déconcentration de responsabilités sur les services académiques. Alors que, lors de la mise en œuvre des lois de décentralisation, 57 % des crédits étaient encore gérés de façon centralisée, c'est désormais la quasi-totalité de ces crédits qui est déconcentrée.

Le corollaire à la mise en place de ces procédures de déconcentration est le renforcement nécessaire des missions de conseil et d'expertise assumées, dans le domaine des équipements des établissements, par l'Administration centrale de l'Éducation nationale. Ce renforcement est illustré notamment par l'élaboration de guides d'équipements conseillés, lesquels constituent des documents de référence et des outils d'aide à la décision à l'intention des responsables rectoraux, mais aussi, et à leur appréciation, des représentants des régions soucieux de disposer d'éléments de réponse aux attentes qu'ils expriment assez fréquemment à cet égard.

A noter tout particulièrement que ces documents sont réalisés en étroite concertation avec l'Inspection générale de l'Éducation nationale dans le souci d'éviter le foisonnement de listes d'équipement de sources diverses. Ces guides sont, par conséquent, des documents officiels engageant l'Administration de l'Éducation nationale, à l'exclusion de tous autres.

L'élaboration et la publication du présent guide d'équipements conseillés pour l'enseignement industriel du **BACCALAURÉAT DE LA SÉRIE SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES SPÉCIALITÉ GÉNIE ÉLECTRONIQUE** s'inscrivent par conséquent dans ce contexte nouveau, où la fonction de conseil du Ministère de l'Éducation nationale dans le domaine de l'équipement pédagogique des établissements se doit d'être assumée de façon pleinement satisfaisante.

De plus, la portée des indications et des recommandations figurant dans ce guide-conseil doit être bien précisée : si aucun des matériels proposés n'est assurément superflu, il ne s'agit pas, pour autant, de se placer dans une logique de "tout ou rien". Autrement dit, la mise en place des équipements peut être progressive, en s'efforçant d'atteindre petit à petit la conformité avec les listes et les caractéristiques conseillées. Un inventaire préalable s'impose, car il est **indispensable de prendre d'abord en compte l'existant**.

Les indications apportées par le présent document sont exhaustives, parce qu'elles décrivent les équipements souhaitables en cas d'implantation de la formation relative au **BACCALAURÉAT SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES SPÉCIALITÉ GÉNIE ÉLECTRONIQUE** : cette hypothèse n'est évidemment pas la plus courante. Dans la réalité, le montant global des dépenses d'équipement, qui peut paraître élevé dans la mesure où les matériels conseillés sont de plus en plus évolués sur le plan technologique, devra être étalé dans le temps.

Il convient également de bien préciser que, s'agissant des indications relatives aux locaux, ce guide ne prétend pas proposer des solutions universelles qui apparaîtraient comme les seules valablement envisageables ; telle ou telle approche peut parfaitement être retenue à cet égard en fonction des considérations architecturales prévalant pour la construction ou la rénovation d'un établissement donné. Il importe, toutefois, de ménager, autour des postes de travail des zones de circulation et d'intervention garantissant des conditions de travail et de sécurité optimales.

Christian FORESTIER

Directeur des Lycées et Collèges

Ce guide a été élaboré :

avec la participation de :

Dominique	SICILIANO	Inspecteur Général des Sciences et Techniques Industrielles
Michel	COURET	Inspecteur Pédagogique Régional
Jean-Philippe	GUELY	Inspecteur Pédagogique Régional
Didier	BEDOS	Professeur
James	DEBRUYNE	Professeur
Henri	LE BIHAN	Professeur
René	MATHIEU	Professeur
André	SIMONEAU	Professeur
Marc	THIBAUT	Professeur
Michel	VUKONIC	Professeur

et le concours de :

Bernadette	ENGERRAND	Responsable de la Section Technique DLC C3
Christian	WALENTEK	Section Technique - DLC C3

SOMMAIRE

1. OBJECTIFS DU GUIDE	2
2. EXEMPLES DE TAUX D'OCCUPATION SELON LA CONFIGURATION	
■ Cas d'une seule section	2
■ Cas de deux sections	3
3. PROPOSITIONS D'AMENAGEMENTS ET D'EQUIPEMENT IMMOBILIERS	
3.1. Fiche signalétique des locaux	4
3.2. Organisation fonctionnelle des locaux	4
4. PARTIES OPERATIVES	5
LISTES D'ÉQUIPEMENTS CONSEILLÉS	
■ Module de base de 8 postes	6
■ Zone de préparation	15
■ Zone de réalisation	16
5. PLANS ET SCHÉMAS	
■ Poste de travail électronique	18
■ I.A.O. - C.A.O. Configuration matérielle pour un laboratoire	19
■ Module de base 2 × 8 postes	20
■ Module de base 8 postes	21
■ Préparation et réalisation	22
■ Liaisons fonctionnelles : cas d'une seule section	23
■ Liaisons fonctionnelles : cas de deux sections	24

1. OBJECTIFS DU GUIDE

Le présent guide est un document dédié à l'organisation fonctionnelle, à l'aménagement et à l'équipement des locaux spécialisés destinés à l'activité étude des systèmes techniques industriels des sections conduisant au baccalauréat de la série Sciences et Technologies Industrielles, spécialité Génie Électronique.

L'étude des systèmes techniques industriels intègre l'enseignement de l'électronique, de l'automatisme et de l'informatique industrielle. Les objectifs de formation sont décrits dans le programme du baccalauréat de la série Sciences et Techniques Industrielles spécialité génie électronique (B.O. hors série du 24 septembre 1992).

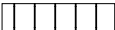
Les horaires indiqués au chapitre 3 (exemples de taux d'occupation selon la configuration) sont ceux en vigueur à la date de publication du présent document (arrêté du 15 septembre 1993, publié au B.O. spécial n° 4 du 23 septembre 1993).

Les locaux pour l'activité étude des constructions sont des salles de construction communes aux diverses sections de la série Sciences et Techniques Industrielles (guide d'équipement du Laboratoire de Construction et Mécanique en F - Avril 1992).

2. EXEMPLES DE TAUX D'OCCUPATION EN ESTI* SELON LA CONFIGURATION

- **Cas d'une seule section** (une division de 1ère génie électronique à 32 élèves et une division de terminale génie électronique à 32 élèves), deux modules de base de 8 postes (Cf. schéma en fin de brochure) :

	LUNDI	MARDI	MERCREDI	JEUDI	VENDREDI	SAMEDI
8 h				Term-1 h-32 élèv		
	1ère génie électronique 4 h 32 élèves (ou 2 × 16)	1ère génie électronique 4 h 32 élèves (ou 2 × 16)	Ter génie électronique 4 h 32 élèves (ou 2 × 16)	Ter génie électronique 3 h 32 élèves (ou 2 × 16)		
12 h				↓		
13 h				suite matin (total 5 h)		
18 h						

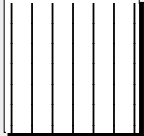
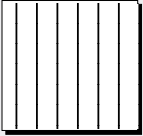
 possibilités d'autonomie

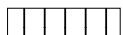
*ESTI : Étude d'un Système Technique Industriel

Commentaires :

- Le total des activités ESTI laisse libres cinq demi-journées.
- De ce fait, l'enseignement des **sciences physiques en demi-division** ($2 \times 3 \text{ h} + 2 \times 4 \text{ h} = 14 \text{ h}$) peut être dispensé **sans local spécifique supplémentaire**.
- Au delà de "ESTI + sciences physiques en demi-division", il reste des plages horaires disponibles pour le travail personnel des élèves.

- **Cas de deux sections** (deux divisions de 1ère génie électronique à 32 élèves chacune et deux divisions de terminale génie électronique à 32 élèves chacune), trois modules de base de 8 postes (cf. schéma en fin de brochure) :

	LUNDI	MARDI	MERCREDI	JEUDI	VENDREDI	SAMEDI
8 h	1ère génie électronique (a) 4 h 32 élèves (ou 2 × 16)	1ère génie électronique (a) 4 h 32 élèves (ou 2 × 16)	Ter génie électronique (a) 4 h 32 élèves (ou 2 × 16)	Term-1 h-32 élèv Ter génie électronique (a) - 3 h 32 élèves (ou 2 × 16)	Term-1 h-32 élèv Ter génie électronique (b) - 3 h 32 élèves (ou 2 × 16)	Ter génie électronique (b) 4 h 32 élèves (ou 2 × 16)
12 h				↓	↓	
13 h						
14 h				suite matin (total 5 h)	suite matin (total 5 h)	
18 h	1ère génie électronique (b) 4 h 32 élèves (ou 2 × 16)	1ère génie électronique (b) 4 h 32 élèves (ou 2 × 16)				

 possibilités d'autonomie

Commentaires :

- Le total des activités ESTI des deux sections, dans la configuration 2×8 postes, laisse libre deux plages de 3 heures pour le travail personnel des élèves.
- Un module supplémentaire type 8 postes pouvant accueillir 16 élèves (science physique notamment) est nécessaire : il sera occupé pendant 28 heures, soit $(2 \times 3 \text{ heures} + 2 \times 4 \text{ heures}) \times 2$, permettant ainsi de disposer de plages supplémentaires pour le travail personnel des élèves.

3. PROPOSITIONS D'AMÉNAGEMENTS ET D'ÉQUIPEMENTS IMMOBILIERS

3.1. Fiche signalétique des locaux

Superficies :	
• atelier-laboratoire de 16 postes (fractionnable en 2 unités de 8 postes)	: 200 m ² environ
• atelier-laboratoire de 8 postes	: 100 m ² environ
• salle de préparation	: 55 m ² environ
• salle de réalisation	: 55 m ² environ
• dépôt/réserve	: 20 à 25 m ²
• vestiaires	: 10 à 15 m ²
Hauteur libre	: 3 m environ
Largeur de passage des portes	: 1,20 m (sauf vestiaire : 0,90 m)
Charge d'exploitation	: 4 kN/m ²
Revêtement de sol	: électro-conducteur dans les ateliers-laboratoires et la salle de préparation
Ventilation	: ventilation mécanique
Éclairage	: naturel : prévoir des rideaux d'occultation artificiel : niveau d'éclairage réduit (200 lux) sur les postes informatiques
Fluides	: 220 V, 2P+T eau (évier et postes R1, R2 et R3)
Sécurité	: protection contre les effractions

3.2. Organisation fonctionnelle des locaux

Pour répondre au besoin d'activités différenciées, le département de génie électronique pourra être organisé de la façon suivante :

- les activités ESTI précisées dans le premier chapitre s'exercent dans des ateliers-laboratoires organisés en modules soit de 16 postes, soit de 8 postes (un poste est occupé par 2 élèves) associés à un ensemble comportant une zone de préparation et une zone de réalisation, chacune de ces zones étant implantée dans une salle spécifique.
- ces ateliers-laboratoires et salles spécialisées seront complétés par un dépôt et un local où les élèves pourront déposer leurs affaires personnelles de façon à ne pas encombrer inutilement les espaces de travail.

- pour une bonne conduite des différentes activités, il est souhaitable que les ateliers-laboratoires et les salles de préparation et de réalisation soient en relation aussi directe que possible et constituent avec les autres locaux un ensemble situé sur le même niveau.
Des schémas placés en fin de brochure présentent les relations fonctionnelles existant entre les différents locaux du département.

4. PARTIES OPÉRATIVES

Pour effectuer un choix de parties opératives, il est conseillé aux utilisateurs de se référer d'une part aux sujets de baccalauréat des années précédentes et, d'autre part, aux possibilités offertes par la (les) carte(s) d'application équipant les micro-ordinateurs.

LISTE D'ÉQUIPEMENTS CONSEILLÉS : MODULE DE BASE DE 8 POSTES

Repère	Désignation et caractéristiques minimales	Quantité
---------------	--	-----------------

D1 **Poste de travail**

8

Plan de travail de surface utile 2×1 m, avec revêtement en stratifié, équipé de :

- 12 prises électriques 16 A (2 P + T) ;
- d'une protection électrique par disjoncteur différentiel à action directe, haute sensibilité de déclenchement : 30 milliampères ;
- alvéoles pour permettre la mise en place de racks standards 19 pouces ;
- un tiroir dans lequel sera placé le clavier du micro-ordinateur ;
- un emplacement entre les pieds du plan de travail devant recevoir l'unité centrale ;
- un socle orientable fixé sur le plan de travail et sur lequel sera fixé l'écran .

NOTA : - la surface utile est la surface restant libre une fois mis en place les matériels de mesure indiqués ci-dessous ;

- revêtement stratifié résistant aux chocs mécaniques et thermiques et possédant des propriétés anti-électrostatiques ;
- en fin de brochure, des suggestions d'aménagement des postes de travail et de leur implantation sont données.

**MATÉRIELS POUR LE POSTE DE DEUX ÉLÈVES
(MESURAGE) REMPLISSANT LES FONCTIONS ET AYANT
LES SPÉCIFICATIONS MINIMALES SUIVANTES :**

NOTA : les fonctions décrites ci-dessous peuvent être assurées :

- soit par autant d'appareils que de fonctions ;
- soit par un ou plusieurs appareils réalisant tout ou partie des fonctions décrites.

D2 **Visualisation de signaux électriques**

1

- 2 voies d'amplification identiques A et B ;
- bande passante de 0 à 50 MHz ;
- sensibilité 2 mV / div à 5 V / div ;
- impédance d'entrée $1 M\Omega$, 20 pF ;
- vitesse de balayage 0,5 s / div à 50 ns / div ;
- affichage A, B, $A \pm B$;
- mode $Y = f(X)$.

LISTE D'ÉQUIPEMENTS CONSEILLÉS : MODULE DE BASE DE 8 POSTES

<i>Repère</i>	<i>Désignation et caractéristiques minimales</i>	<i>Quantité</i>
D3	<p>Génération de signaux électriques</p> <ul style="list-style-type: none"> • formes d'ondes : sinus, carré, triangle ; • fréquence 0,1 Hz à 2 MHz ; • précision $\pm 2\%$; • impédance de sortie 50 Ω ; • niveau 10 V crête à crête sur 50 Ω ; • décalage ± 5 V sur 50 Ω ; • modulation interne linéaire 1000 : 1 ; • rapport cyclique variable de 10 à 90 % ; • atténuation de 0 à 60 dB ; • sortie TTL. 	1
D4	<p>Mesurage</p> <p>affichage numérique - Nombre de points de mesure 20 000.</p> <ul style="list-style-type: none"> • DE DIFFÉRENCES DE POTENTIELS : <ul style="list-style-type: none"> - continues 200 mv à 1000 V, résistance d'entrée > 10 MΩ. - alternatives 200 mV à 1750 V, l'un des appareils remplissant cette fonction permet la mesure de "valeurs efficaces vraies", bande passante 30 Hz à 20 kHz, impédance d'entrée > 1 MΩ. • D'INTENSITÉS DE COURANT : <ul style="list-style-type: none"> - continues et alternatives de 200 μA à 2 A ; - chute de tension < 200 mV. • DE RÉSISTANCES : <ul style="list-style-type: none"> - de 200 Ω à 20 MΩ. 	2
D5	<p>Alimentation continue</p> <ul style="list-style-type: none"> • VARIABLE : <ul style="list-style-type: none"> - caractéristiques rectangulaires ; - différence de potentiel de 0 à 30 V ; - courant réglable de 0 à 2 A ; - affichage différence de potentiel - courant ; - connexion possible en série et en parallèle ; - ondulation résiduelle inférieure à 5 mV crête à crête. • FIXE : <ul style="list-style-type: none"> - 5 V, 3 A. • SYMÉTRIQUE AJUSTABLE : <ul style="list-style-type: none"> - +10 / -10 à +15 / -15 V, 500 mA. 	2 1 1

LISTE D'ÉQUIPEMENTS CONSEILLÉS : MODULE DE BASE DE 8 POSTES

Repère	Désignation et caractéristiques minimales	Quantité
---------------	--	-----------------

AUTRES ÉQUIPEMENTS POUR LE POSTE DE DEUX ÉLÈVES

D6

Micro-ordinateur

1

- processeur 486DX33 ;
 - mémoire cache second niveau 128 ko ;
 - mémoire RAM 16 Mo ;
 - disquette souple 3 pouces ½ - 1,44 Mo ;
 - disque dur 240 Mo ;
 - contrôleur d'écran 1024×768 ;
 - écran couleur 17" - 1024×768 - non entrelacé ;
 - souris 3 boutons ;
 - carte réseau Ethernet-BNC (16 bits ou 32 bits) + T-BNC ;
 - kit de connexion réseau : câble souple Ethernet (7 m mini) + connecteurs ;
 - 5 connecteurs d'extension - Bus d'extension 16-32 bits ;
 - carte(s) d'application connectable(s) sur le bus du micro-ordinateur, permettant de disposer :
 - de 4 ports E/S liaison parallèle, 8 bits ;
 - de 8 entrées pour acquisition de données analogiques ;
 - de 2 sorties analogiques.
 - logiciel d'IAO électronique, licence WORKVIEWPLUS (Viewlogic) associant les licences :
 - saisie de schémas, (VIEWDRAW) ;
 - simulation logique, (VIEWSIM) ;
 - simulation analogique, (VIEWSPICE) ;
 - simulation mixte, (MIXMODE) ;
 - outils de conception/synthèse de PLD, (VIEWPLD) ;
 - processeur graphique d'affichage de données, (VIEWTRACE analogique et digital) ;
 - interface bi-directionnelle avec PCAD, (I/FPCAD) ;
- et les librairies associées.
- logiciel de CFAO électronique PCAD (ALTIUM) :
 - placement et routage (ASSOCIATE DESIGNER).
 - DOS 6.2, Windows 3.11 pour WorkGroups.

D7

Lot de matériel de connexion comportant :

1

- des supports d'expérimentation ;

LISTE D'ÉQUIPEMENTS CONSEILLÉS : MODULE DE BASE DE 8 POSTES

Repère	Désignation et caractéristiques minimales	Quantité
---------------	--	-----------------

- des cordons de mesure simples et coaxiaux ;
- des adaptateurs BNC / cordon ;
- des sondes atténuatrices 10 : 1 pour matériel de visualisation D1.

D8

Siège

2

- tabouret à dossier, siège à hauteur réglable ou chaise dactylo réglable.

MATÉRIELS POUR LE MODULE

MATÉRIELS DE MESURAGE REMPLISSANT LES FONCTIONS SUIVANTES :

NOTA : les fonctions décrites ci-dessous peuvent être assurées :

- soit par autant d'appareils que de fonctions ;
- soit par un ou plusieurs appareils réalisant tout ou partie des fonctions décrites.

M1

**Mesurage temporel pour signaux d'entrée de 10 mV à 10 V mini -
Fréquence maxi 100 MHz**

1

- de la fréquence ;
- de la période ;
- de la phase ;
- du décalage ;
- interface IEEE.

M2

Traçage

1

- ANALOGIQUE :
 - XY et $Y = F(T)$;
 - format A3 ;
 - sensibilité en X et en Y de 0,1 mV / cm à 5 V / cm ;
 - balayage en X de 0,2 à 200 s / cm ;
 - entrées flottantes ;
 - vitesses de poursuite de 100 cm / s en X et en Y ;
 - résistance d'entrée supérieure à 1 M Ω ;
 - commande de levée de plume par niveau TTL

LISTE D'ÉQUIPEMENTS CONSEILLÉS : MODULE DE BASE DE 8 POSTES

Repère	Désignation et caractéristiques minimales	Quantité
	<ul style="list-style-type: none">• NUMÉRIQUE :- format A3 ;- langage graphique compatible HP / GL ;- 4 couleurs ;- résolution 0,025 mm ;- interfaces série RS 232 C et parallèle CENTRONICS, éventuellement compatible IEEE.	1
M3	Génération de signaux électriques <ul style="list-style-type: none">• formes d'ondes : sinus, carré, triangle, rampe ;• fréquence 0,01 Hz à 20 MHz ;• précision $\pm 2\%$;• impédance 50 Ω ;• niveau 15 V crête à crête sur 50 Ω ;• tension de décalage $\pm 7,5$ V sur 50 Ω ;• modulation interne linéaire 1000 : 1 ;• rapport cyclique variable de 10 à 90 % ;• atténuation 0 à 60 dB ;• sortie TTL ;• interface IEEE.	1
M4	Mesurage <p>affichage numérique - nombre de points de mesure 20 000</p> <ul style="list-style-type: none">• DE DIFFÉRENCES DE POTENTIELS<ul style="list-style-type: none">- continues de 200 mV à 1000 V ;- résistance d'entrée > 10 MΩ ;- alternatives efficaces vraies 200 mV à 1750 V ;- fréquence maximale ≥ 50 MHz (avec sonde par exemple) ;- impédance d'entrée > 1 MΩ ;• D'INTENSITÉS DE COURANT<ul style="list-style-type: none">- continues et alternatives 200 μA à 2 A ;- chute de tension < 200 mV.• DE RÉSISTANCES<ul style="list-style-type: none">- de 200 Ω à 20 MΩ.	1

LISTE D'ÉQUIPEMENTS CONSEILLÉS : MODULE DE BASE DE 8 POSTES

Repère	Désignation et caractéristiques minimales	Quantité
	<ul style="list-style-type: none">• DE TEMPÉRATURES- de - 220 °C à + 390 °C. <p><i>NOTA : interface IEEE bidirectionnelle.</i></p>	
M5	Visualisation et mémorisation de signaux électriques <ul style="list-style-type: none">• 2 voies d'amplification identiques A et B ;• bande passante en analogique de 0 à 60 MHz ;• fréquence d'échantillonnage 20 MHz ;• sensibilité 2 mV / div à 5 V / div ;• impédance d'entrée 1 MΩ , 20 pF ;• vitesse de balayage 0,5 s / div à 20 ns / div ;• affichage A, B, A ± B ;• mode $Y = f(X)$;• synchronisation TV ;• interface IEEE ;• possibilité de liaison avec une table traçante numérique.	1
M6	Mesurage des caractéristiques des éléments passifs <ul style="list-style-type: none">• résistance de 0,01 Ω à 10 MΩ ;• inductance de 0,1 μH à 1 H ;• capacité de 0,1 pF à 0,1 F ;• mesure de l'angle de perte et du coefficient de qualité ;• polarisation des condensateurs électrolytiques ;• fréquence de mesures internes 100 Hz, 1 kHz, 10 kHz.	1
M7	Alimentation continue <ul style="list-style-type: none">• caractéristiques rectangulaires ;• différence de potentiel réglable de 0 à 40 V ;• courant réglable de 0 à 2 A ;• affichage différence de potentiel - courant ;• connexion possible en série et en parallèle ;• ondulation résiduelle inférieure à 5 mV crête à crête ;• interface IEEE.	1
M8	Desserte roulante <ul style="list-style-type: none">• pour le transport des matériels M1 à M7.	2

LISTE D'ÉQUIPEMENTS CONSEILLÉS : MODULE DE BASE DE 8 POSTES

Repère	<i>Désignation et caractéristiques minimales</i>	<i>Quantité</i>
---------------	--	-----------------

AUTRES ÉQUIPEMENTS POUR LE MODULE

M9 **Micro-ordinateur** 1

- poste maître utilisé en serveur non dédié des 8 postes élèves, avec carte interface IEEE et logiciel interactif incluant les fonctions FFT ;
- processeur 486DX2-66 ;
- mémoire cache second niveau 256 ko ;
- mémoire RAM 16 Mo ;
- disque dur rapide de grande capacité 500 Mo ;
- disquette 3 pouces 1/2, 1,44 Mo ;
- contrôleur SCSI 2 ;
- 5 connecteurs d'extension - Bus d'extension 32 bits ;
- souris 3 boutons ;
- contrôleur d'écran 1024×768 ;
- écran couleur 17" - 1024×768 - non entrelacé ;
- carte réseau Ethernet-BNC (16 bits ou 32 bits) + T-BNC ;
- kit 2 bouchons 50 Ohms ;
- unité de sauvegarde de 525 Mo Wantek + 1 cartouche
- logiciel de sauvegarde SYTOS+ ;
- DOS 6.2, Windows 3.11 pour WorkGroups ;
- carte modem, vitesse mini 2400 bds ;
- lecteur de CD ROM Multidisques + contrôleur + driver - 6 disques, capacité par disque 540 Mo.

M9' **Micro-ordinateur portable** équipé des différents logiciels, à la disposition de l'équipe pédagogique 1

- processeur 486SLC25 ;
- coprocesseur mathématique ;
- mémoire RAM 16 Mo ;
- disque dur 120 Mo au moins - disquette souple 1,44 Mo ;
- souris ;
- écran couleur à matrice active VGA ;
- DOS 6.2 - Windows 3.11.

LISTE D'ÉQUIPEMENTS CONSEILLÉS : MODULE DE BASE DE 8 POSTES

<i>Repère</i>	<i>Désignation et caractéristiques minimales</i>	<i>Quantité</i>
M10	<i>Imprimante laser</i> <ul style="list-style-type: none">• format A3/A4 ;• résolution 300×300 au moins ;• mémoire 4 Mo ;• alimentation automatique A3 et A4 ;• interface parallèle ;• format des données ASCII, POSTSCRIPT, HPGL, PCL5 ;• câble Centronics, 3 m.	1
M11	<i>Volume de rangement</i> <ul style="list-style-type: none">• PLACARDS le long des murs disponibles. OU <ul style="list-style-type: none">• ARMOIRE MÉTALLIQUE DEUX PORTES, largeur 1,20 m, profondeur 0,40 m, hauteur 2 m - selon place disponible.	5 à 6 m ³ 5 ou 6
M12	<i>Mobilier support de serveur et d'imprimante</i>	1
M13	<i>Ensemble professeur (bureau ou table + siège)</i>	1
M14	<i>Tableau blanc triptyque (2 m + 2 fois 1 m)</i>	1
M15	<i>Rétroprojecteur + écran</i>	1
M16	<i>Évier eau froide (immobilier)</i>	1
M17	<i>Ligne téléphonique</i>	1
ÉQUIPEMENT POUR L'ENSEMBLE DES MODULES		
E1	<i>Caméra vidéo</i>	1
E2	<i>Magnétoscope VHS</i>	1

LISTE D'ÉQUIPEMENTS CONSEILLÉS : MODULE DE BASE DE 8 POSTES

<i>Repère</i>	<i>Désignation et caractéristiques minimales</i>	<i>Quantité</i>
---------------	--	-----------------

E3	Table support à roulettes , pour caméra et magnétoscope	1
-----------	--	---

E4	Moniteur vidéo , grande dimension, sur pied à roulettes	2
-----------	--	---

NOTA : éventuellement deux moniteurs fixés à demeure dans chacun des modules.

LISTE D'ÉQUIPEMENTS CONSEILLÉS : ZONE DE PRÉPARATION

<i>Repère</i>	<i>Désignation et caractéristiques minimales</i>	<i>Quantité</i>
P1	Poste double • identique à D1.	2
P2	Appareils de mesure • identiques à D2, D3, D4 et D5.	2 de chaque
P3	Lot de matériel de connexion • identique à D7.	2
P4	Micro-ordinateur • identique à D6	2
P5	Armoire murale • avec lot complet d'outillage, composition électronique.	1
P6	Poste de soudage / dessoudage	1
P7	Plan de travail libre • dimensions de 2 m × 1m environ, revêtement stratifié identique à celui revêtant les postes doubles.	2 ou éventuellement 3
P8	Placards (immobilier) ou armoires métalliques de rangement • volume disponible 2 m ³ environ.	-
P9	Banque de stockage des composants • banque de stockage des composants actifs. • banque de stockage des composants passifs.	1 1
P10	Tabouret • avec siège à hauteur réglable et dossier	4
P11	Évier avec eau froide (immobilier)	1

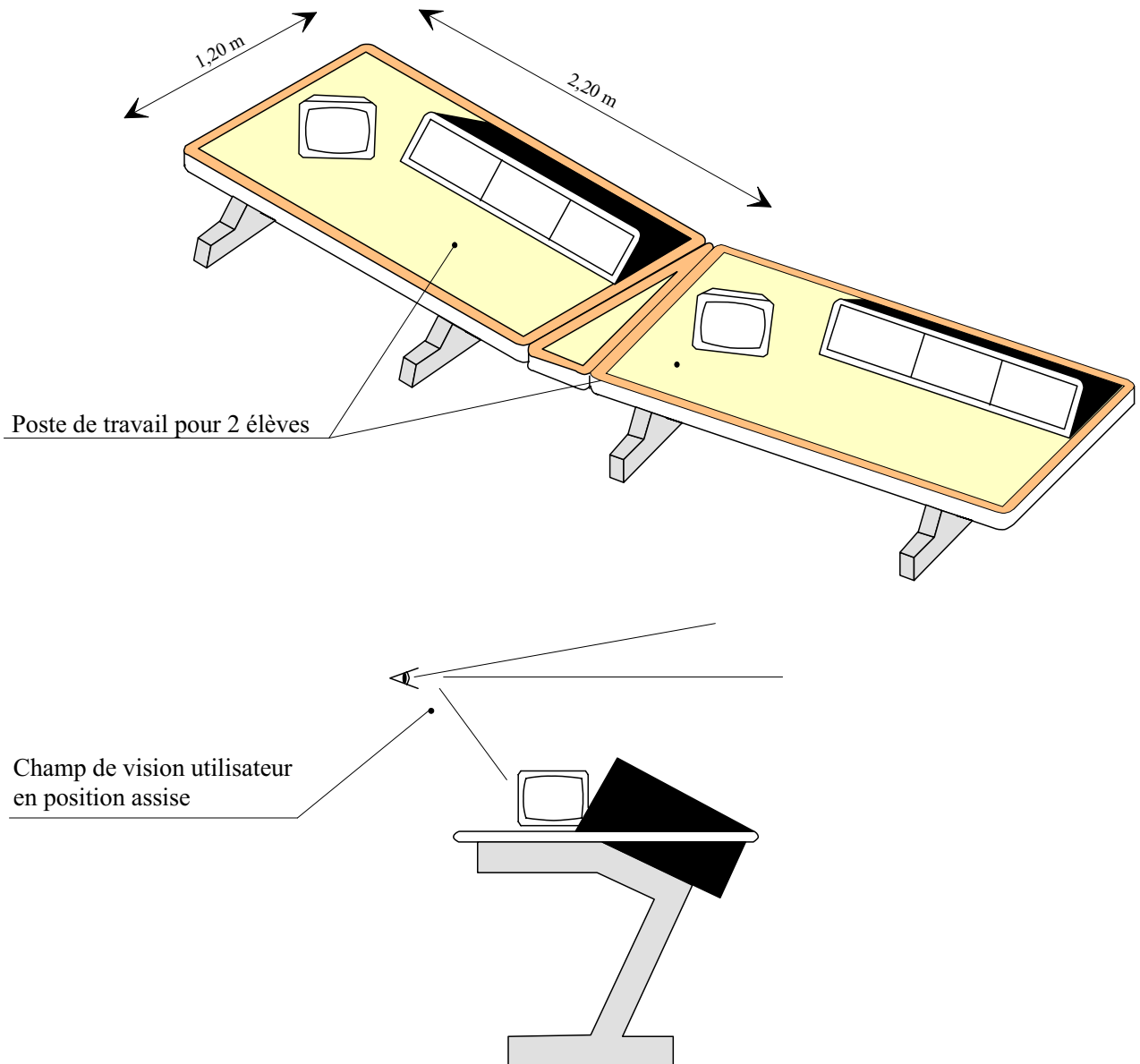
LISTE D'ÉQUIPEMENTS CONSEILLÉS : ZONE DE RÉALISATION

Repère	Désignation et caractéristiques minimales	Quantité
R1	<i>Machine à insoler les circuits</i> <ul style="list-style-type: none">• double face ;• dimensions des circuits au moins égales à 300 mm × 400 mm ;• minuterie permettant le réglage des durées d'insolation ;• alimentation 220 V monophasé, sécurité classe II ;• protection contre les rayons ultraviolets ;• système de vide incorporé.	1
R2	<i>Machine à graver double face</i> <ul style="list-style-type: none">• de préférence à pulsation d'air ;• format utile : 300 mm × 400 mm.	1
R3	<i>Évier de décapage</i> <ul style="list-style-type: none">• robinet d'eau froide et syphon de vidange (immobilier sauf s'il est incorporé à l'ensemble cf. NOTA). <p><i>NOTA</i> : - les trois éléments R1, R2 et R3 peuvent être remplacés par un ensemble compact regroupant les trois fonctions ; - prévoir la neutralisation ou le stockage des déchets.</p>	1
R4	<i>Mini perceuse sur socle pour circuits imprimés</i> <ul style="list-style-type: none">• surface de table environ 150 × 220 mm ;• capacité maxi de perçage environ 3 mm ;• vitesse variable de 12 000 à 30 000 tr/min ;• conforme à la réglementation en vigueur (sécurité) : carter de sécurité et buse de captage des poussières notamment.	3
R5	<i>Lot d'outillage pour perceuse R4</i> <ul style="list-style-type: none">• 10 forets Ø 0,8 mm avec pince correspondante ;• 10 forets Ø 1 mm avec pince correspondante ;• 10 forets Ø 1,5 mm avec pince correspondante.	1
R6	<i>Perceuse fraiseuse d'établi à commande manuelle</i> <ul style="list-style-type: none">• courses : longitudinale ≥ 250 mm, transversale ≥ 120 mm ;• dimensions de la table : 300 × 150 mm environ ;• course du fourreau 40 mm au moins ;	1

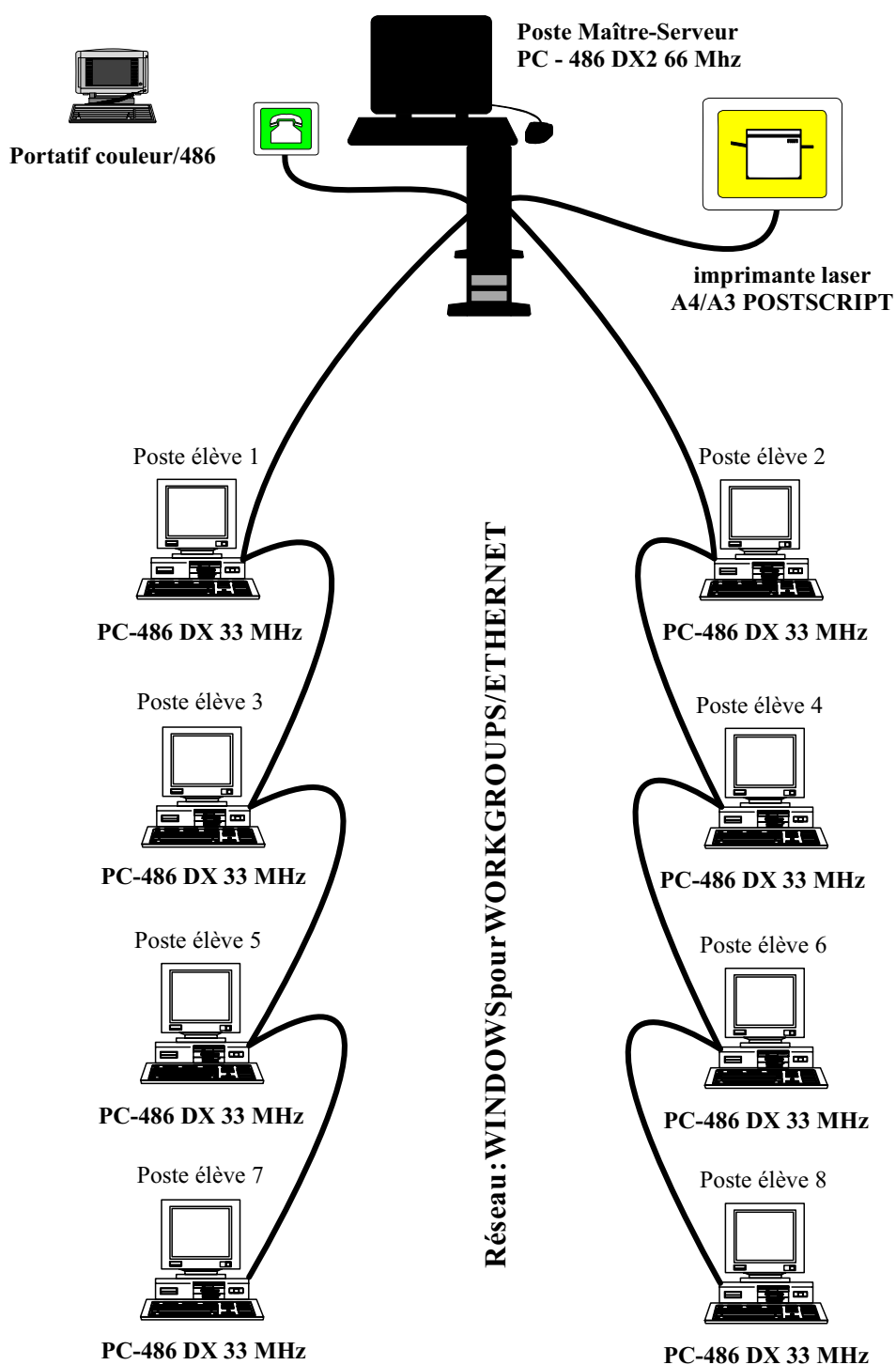
LISTE D'ÉQUIPEMENTS CONSEILLÉS : ZONE DE RÉALISATION

<i>Repère</i>	<i>Désignation et caractéristiques minimales</i>	<i>Quantité</i>
	<ul style="list-style-type: none"> • vitesses de broche environ 250 à 1 500 tr/min ; • alimentation 220 V monophasé ; • conforme à la réglementation en vigueur (sécurité). 	
R7	Cisaille guillotine d'établi à commande manuelle <ul style="list-style-type: none"> • largeur de coupe \approx 600 mm ; • capacité de coupe : dans l'acier doux 1,2 mm ; dans l'époxy 1,6 mm ; • équipée d'un presse tôle et d'une butée de coupe à longueur. 	1
R8	Caisson lumineux <ul style="list-style-type: none"> • format A3 mini. 	1
R9	Pistolet à wrapper	2
R10	Établi <ul style="list-style-type: none"> • établi de 1,90 m \times 0,80 m environ, équipé de 4 prises électriques normalisées 2P + T, 10 / 16 A ; • établi de 1,90 m \times 0,80 m environ, sans équipement électrique, avec étau orientable. 	4 2
R11	Placards (immobilier) ou armoires métalliques de rangement <ul style="list-style-type: none"> • volume de rangement \approx 2 à 3 m³. 	-
R12	Évier eau froide (immobilier) dans le cas où R1, R2 et R3 forment un ensemble compact.	1
R13	Tabouret <ul style="list-style-type: none"> • avec siège et dossier réglables. 	6

POSTE DE TRAVAIL ÉLECTRONIQUE

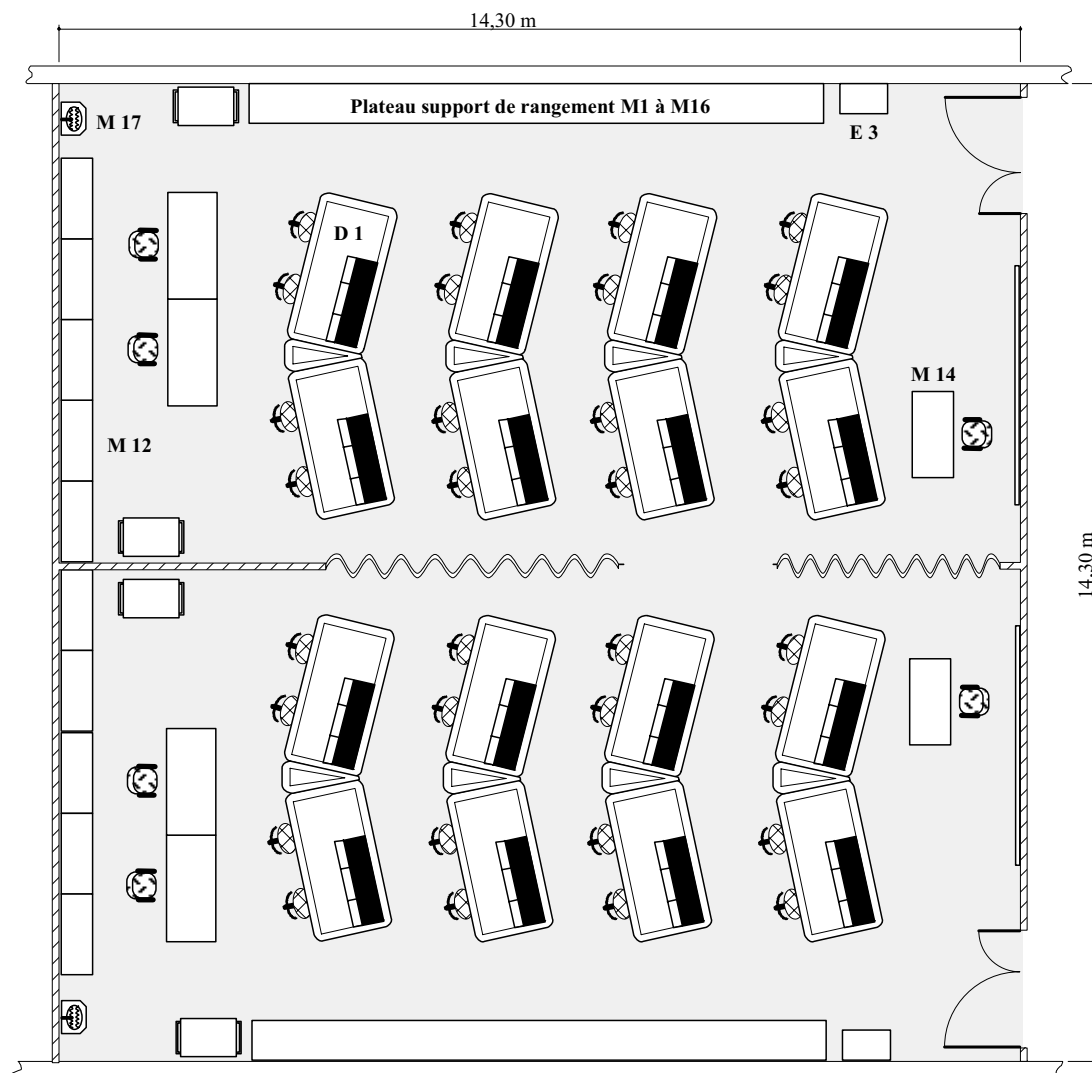


I.A.O. - C.A.O.
CONFIGURATION MATÉRIELLE POUR UN LABORATOIRE



MODULE DE BASE 2 × 8 POSTES

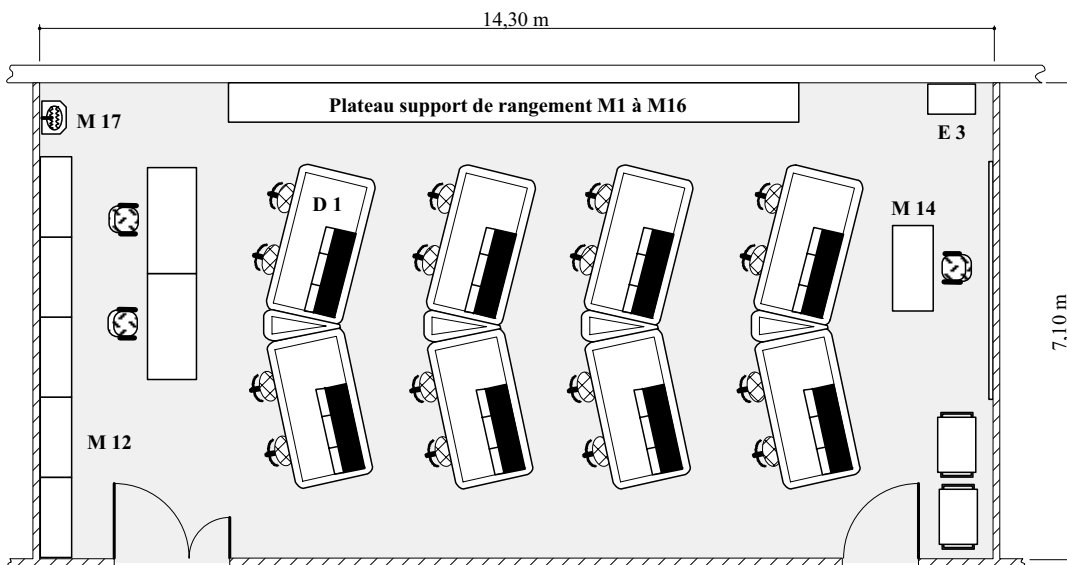
Superficie 200 m² environ



NOMENCLATURE	
D 1	voir schéma indicatif
M 12	armoire 0,40 × 1,20 m
M 13	plateau de travail 0,80 × 1,60 m
M 8	desserte 0,80 × 0,60 m environ
M 17	évier eau froide
M 14	ensemble professeur 1,30 × 0,65 m
E 3	meuble support vidéo 0,80 × 0,50 m

MODULE DE BASE 8 POSTES

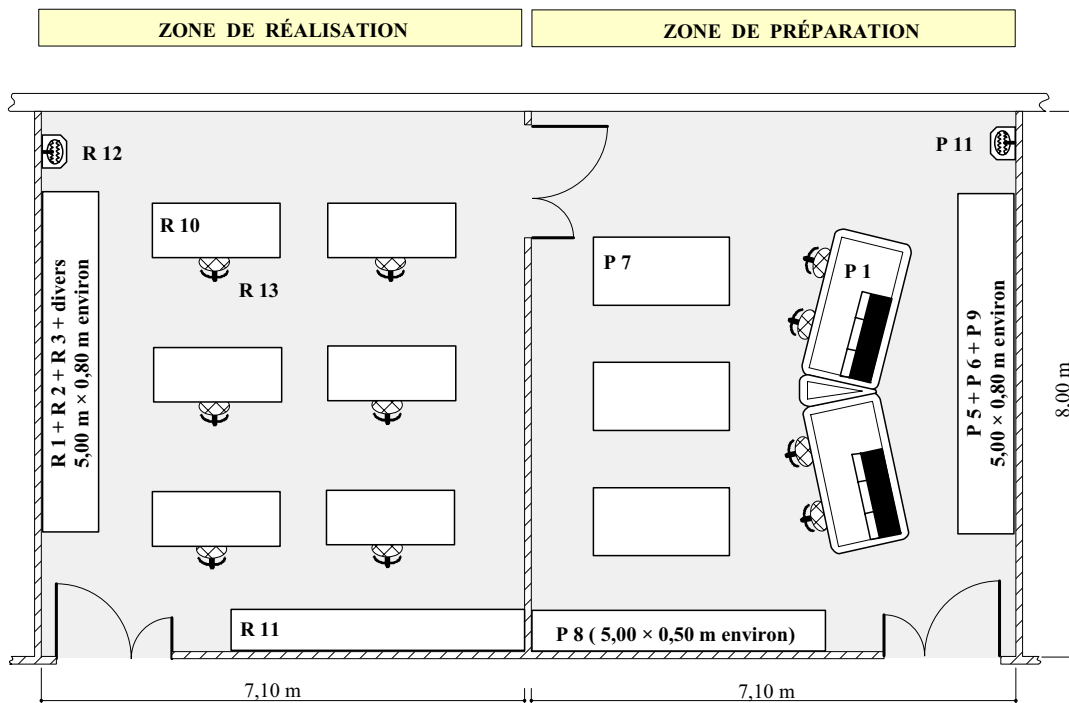
Superficie 100 m² environ



NOMENCLATURE

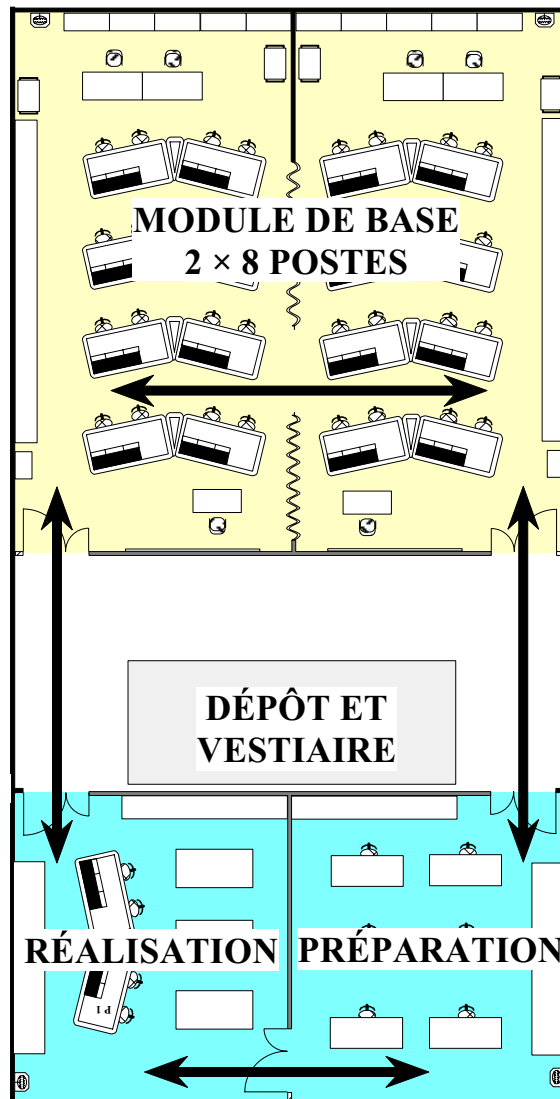
- | | |
|------------|------------------------------------|
| D1 | voir schéma indicatif |
| M12 | armoire 0,40 × 1,20 m |
| M13 | plateau de travail 0,80 × 1,60 m |
| M8 | desserte 0,80 × 0,60 m environ |
| M17 | évier eau froide |
| M14 | ensemble professeur 1,30 × 0,65 m |
| E3 | meuble support vidéo 0,80 × 0,50 m |

PRÉPARATION ET RÉALISATION



LIAISONS FONCTIONNELLES

Cas d'une seule section



LIAISONS FONCTIONNELLES

Cas de deux sections

