

LES ESSAIS BIOLOGIQUES

Jean-Louis Sasseville et
Marius Lachance.
Québec, décembre 1972.

Au sein de ses multiples préoccupations dans le domaine de l'organisation de la vie aquatique, l'INRS-EAU a établi depuis longtemps la nécessité de mesurer et de comprendre l'effet des stress multiples auxquels sont soumis les organismes aquatiques en milieu naturel. Ces stress, de formes variées et subtiles sont des agents de transformations profondes au sein de l'organisation des écosystèmes aquatiques.

L'effort d'identification d'objectif d'ordre général a permis de discerner des besoins opérationnels dont les caractères se distinguent par les objectifs qu'ils poursuivent:

- 1- Conservation des êtres vivants dans des conditions de vie contrôlables (medium et substrat)
- 2- Intervention pour évaluer la qualité de la vie dans ces conditions spécifiques.
- 3- Rapprocher la condition de vie de ces organismes des conditions de vie que l'on retrouve dans l'environnement aquatique
- 4- Evaluer le comportement des individus en milieu aquatique.

Il faudra donc en général: disposer des moyens (en personnel et en lab.) pour acquérir la connaissance de certains mécanismes (au sens évaluation) physiologiques importants dans la compréhension des mécanismes d'impact de certains stress appliqués à la condition de vie de ces organismes et être capable d'intégrer l'ensemble des connaissances acquises en vue d'une évaluation éclairée de la qualité de la vie en milieu aquatique.

Distinguons de la terminologie, les significations suivantes: Par être vivant, on entend: les microorganismes et les macroorganismes retrouvés en milieu naturel et susceptibles, par leur rôle au sein de la chaîne trophique, de caractériser le milieu étudié.

Par condition de vie contrôlable, on entend: un milieu support de qualité physique, physico-chimique et biologique connue et autant que faire se peut: contrôlable.

Température, lumière, pH, O₂, CO₂, conductivité, dureté, alcalinité, micronutrient métallique et organique, bactérie, etc.

Par qualité de vie on entend: l'équilibre qui existe entre les différentes fonctions physiologiques dans un organisme, entre les différents organismes dans une niche et entre les différentes niches dans un écosystème.

L'évaluation de la qualité de la vie peut être perçue comme étant l'effort d'identification de paramètres physiologiques ou écologiques intégrant un grand nombre d'autres paramètres représentatifs de l'équilibre tel que nous l'avons décrit.

Par intervention pour évaluer la qualité de la vie, on entend: l'ensemble des moyens physiques permettant de mesurer certains paramètres déjà établis, représentatifs de cet équilibre, et d'évaluer le déplacement de cet équilibre par l'entremise de la variation de ces paramètres lorsque l'organisme ou l'écosystème est soumis à certains stress susceptibles de s'exercer en milieu naturel.

Dans ce contexte, nous nous proposons de développer:

- un système de traitement des eaux (Annexe) en provenance de l'usine de filtration de Ste-Foy.
- un système de contrôle de la qualité de ces eaux permettant l'obtention d'une qualité seuil (connue) acceptable pour les différents habitats envisagés.
- différents habitats à environnement contrôlé servant à étudier l'effet, chez certains organismes aquatiques, de stress naturels ou imposés par l'homme sur leur habitat naturel.

L'existence d'un laboratoire d'essais biologiques a toujours paru indispensable à la compréhension des différents mécanismes régissant l'écosystème aquatique. Une équipe de chercheurs de l'INRS EAU s'est impliqué en identifiant certains domaines de recherche importants dans le cadre des programmes déjà existant ou d'objectif (missions) à réaliser:

- essais biologiques sur différents êtres vivants visant à évaluer les effets subléthaux à long terme des stress physiques: lumière, température, turbulence.

Les stress physico-chimiques: O_2 , CO_2 , pH, $[X^-]$ $[Y^+]$ etc.

Les stress biologiques: écologiques en général.

Des études des modifications

- de l'activité reflexe
- de l'activité circadienne
- de l'activité métabolique
- de la morphologie structurelle

Les mécanismes 1) d'intoxication, 2) de ^{désintoxication} détoxication, faciliteront le développement d'une méthodologie permettant l'évaluation de la qualité de la vie en milieu naturel.

Ces connaissances favoriseront à long terme, la mise au point d'écosystème de laboratoire, représentatif du milieu, permettant d'améliorer la compréhension que l'on a des relations inter-spécifiques déterminant l'équilibre au sein d'un écosystème aquatique.

Dans le cadre de la mission "qualité", dix projets utilisant les services du laboratoire d'essais biologiques, ont déjà été identifiés.

Projet No. 1 - Etude de la toxicité générale d'effluents urbains de caractéristiques résidentielles et de caractéristiques industrielles: effets sur la respiration, l'activité réflexe et la croissance de la barbotte (*Ictalurus nebulosus*) et de la truite mouchetée (*salvelinus fontinalis*) de certains toxiques présents dans les effluents urbains et dans des concentrations susceptibles d'être rencontrées en milieu naturel.

L'INRS-EAU, déjà engagé à étudier les effluents urbains dans la région de Montréal, se préoccupe de la toxicité potentielle d'effluents non-traités et traités. Le mode de rejet permet l'établissement en rivière de zones de qualité différente selon leur position par rapport au cône de diffusion des effluents. Nous avons remarqué déjà le pauvre état de santé des poissons cachés à proximité de cône de diffusion d'effluents non-traités. En rivière, ces zones peuvent être très étendues et à proximité du rivage: il est important de connaître les comportements des poissons dans ces zones et les mécanismes de détérioration de la qualité de l'écosystème.

✓ Projet No. 2 - Etude de la toxicité des eaux de fonte des neiges usées (avec et sans activité bactériologique) chez la barbotte et la truite mouchetée, avec concentration susceptible d'être rencontrée en milieu naturel.

Dans plusieurs régions, les modes de disposition des neiges usées peuvent provoquer des bouleversements graves dans l'organisation de l'écosystème des eaux réceptrices; le biota de ces eaux sera soumis à des stress tels que la mise en solution ou en suspension de matières toxiques organiques, de micro-organismes, de métaux

(Fe, Zn, Pb), les pulses de salinité et leurs effets sur les processus d'échange ioniques avec les sédiments, la sédimentation des particules solides, etc... En recoupant les connaissances obtenues des effets toxiques chez les macro-organismes de celles obtenues par le processus d'échantillonnage sur le terrain, nous serons en mesure d'évaluer l'importance d'un meilleur contrôle des opérations de déneigement et particulièrement des modes de disposition des neiges usées.

Projet No. 3- Rôle des ligands sur la toxicité de certains métaux et étude du comportement métabolique de macro-organismes (la barbotte et la truite) et de salmonidé en milieu sain en présence de ces ligands.

Dans la nature, il y a plusieurs substances pouvant inter-agir avec un ion métallique et transformer ses propriétés physico-chimiques. L'interaction du ligand avec le métal est susceptible de modifier son cycle dans le vivant. On reconnaîtra aux différents niveaux du cycle la cinétique d'adsorption, le cheminement du métal ainsi que les propriétés hydro-électrolytiques de la cellule. La connaissance des mécanismes d'action du ligand sur les propriétés toxiques de certains métaux sont importantes dans la compréhension du comportement des macro-organismes en milieu naturel et de la résistance au stress qu'ils subissent. L'un et l'autre de ces facteurs sont des composantes importantes dans l'équilibre qui régit l'écosystème aquatique.

✓ Projet No. 4 - Mise au point d'un protocole d'essais biologiques permettant d'évaluer la réversibilité de certaines intoxications pour des animaux transférés d'un milieu toxique à un milieu sain: étude du mécanisme de réversibilité.

Des expériences menées à la suite d'essais biologiques dans les cadres du projet "Neiges Usées" ont montré qu'il existait une période de réadaptation pour les organismes transférés d'un milieu

toxique à un milieu considéré comme sain; la connaissance des mécanismes d'adaptation des organismes à un milieu toxique et des mécanismes d'intoxication devront être systématiquement complétés par les connaissances de mécanismes de ré-adaptation et des mécanismes d'intoxication. Il est donc normal de travailler maintenant au développement d'une méthodologie permettant l'évaluation des propriétés curatives des milieux sains sur les macro-organismes aquatiques.

✓ Projet No. 5 - Evaluation de la toxicité générale des produits de dégradation d'un sol inondé. (barbotte et truite mouchetée)

La vocation de l'INRS-EAU veut devoir couvrir la problématique des réservoirs artificiels. La création de tels réservoirs a des fins d'aménagements urbains ou hydro-électriques ne se fera plus dans l'avenir sans le souci de développer en même temps des habitats sains pour les animaux aquatiques. Peu de choses sont connues sur la toxicité des produits de dégradation des sols immergés: dans le cas du réservoir d'alimentation au nom de Victoriaville, nous nous préoccuons d'évaluer certains effets de la décomposition de l'horizon A sur les propriétés physico-chimiques et biologiques du réservoir; des essais biologiques plus globaux viendront faciliter la décision quant à la méthodologie de construction dans le cadre d'un aménagement récréatif du dit réservoir.

Projet No. 6 - Etude chez les organismes aquatiques (la barbotte et la truite mouchetée) et les oeufs de salmonidés de l'essai des acides humiques sur la croissance et le métabolisme.

On a déjà observé que les acides humiques jouent un rôle important de stimulation dans la croissance de plantes; à des concentrations basses, chez les mammifères, les acides humiques causent des perturbations physiologiques. On croit généralement que c'est par l'intermédiaire de leur interaction avec les membranes qu'ils faci-

litent les transports ioniques et améliorent le comportement métabolique des organismes. Il semble très intéressant d'évaluer le rôle des acides humiques dans le comportement physiologique des poissons; présents dans le milieu naturel, ils sont généralement absents dans les milieux super en laboratoire. Il s'agit là d'un moyen d'améliorer la connaissance que l'on a des mécanismes importants dans l'équilibre des écosystèmes aquatiques.

✓ Projet No. 7 - Mise au point d'un protocole biophysique permettant d'évaluer chez le saumon le comportement des chemo-récepteurs par rapport à certaines classes de produits organiques.

On sait que les poissons ont un sens de l'odorat très développé et qu'ils l'utilisent entre eux dans un processus de communication élémentaire. Les chemo-récepteurs sont généralement très sensibles à certaines classes de produits organiques et souvent cette sensibilité est affectée ou inhibée par des substances présentes en milieu aquatique à des concentrations traces. Les méthodes utilisées pour déterminer l'effet combiné de ces substances et d'un stimulateur, sont généralement au niveau de l'étude du comportement de l'animal. La mise au point d'un protocole électro-physiologique permettra une évaluation plus rapide et plus adéquate de la réponse des récepteurs aux différents stimulants. On envisagera à long terme l'isolation de certaines classes de produits organiques pour en provoquer en période de migration une activité reflexe caractéristique.

✓ Projet No. 8 - Etude de l'activité circadienne des poissons en relation avec certains traits physiques, physico-chimiques et biologiques.

Dans un milieu en évolution lente, l'activité circadienne des poissons est un des facteurs déterminants de l'équilibre écologique. Le déplacement des activités des animaux occupant un rang élevé dans l'échelle trophique peut bouleverser complètement la dynamique de

l'écosystème en augmentant la compétition pour la nourriture ou en favorisant la proie ou le prédateur. Dans certains cas, les périodes d'activités sont établies en fonction de la qualité du comportement biologique de l'animal: chacune des espèces de poissons a un potentiel d'accommodation différent pour différents stress. Il devient donc nécessaire de connaître comment des stress tels que la concentration en gaz dissous, la température, le pH, l'activité bactériologique, les différents paramètres physico-chimiques affectent les périodes d'activités des organismes et les relations inter-communales.

Projet No. 9 - Test de fertilité en milieu sain ou toxique d'origine naturelle ou artificielle.

Il a été possible de montrer qu'à Rivière-des-Prairies par exemple, l'efficacité métabolique du phyto-plancton était cinquante fois moins élevée que dans d'autres milieux supports semblables mais moins pollués. La fertilité du milieu est un paramètre biologique intégrant sa qualité générale; on anticipe à plus long terme l'importance de ces tests dans l'élaboration d'un index représentant la qualité générale des eaux.

Projet No. 10 - Mise au point d'une chambre de fatigue en vue d'évaluer en laboratoire, le comportement métabolique et physiologique de poissons de passé connu (intoxiqués ou sains) en vue d'établir des critères représentatifs de la qualité de la vie.

L'équilibre harmonieux des fonctions des différents organes chez le poisson peut se caractériser par un système métabolique efficace. La puissance musculaire en réserve et la facilité pour l'animal de l'utiliser sont pour lui un facteur sécuritaire quant à sa survie en milieu naturel. Les stress auxquels il est soumis en milieu naturel affectent souvent qu'un certain niveau des cycles métaboliques; généralement, on peut s'attendre à ce que ces effets se traduisent sur la ré-

sistance de l'animal à la fatigue et que sa résistance sera d'autant affectée que les cycles métaboliques le seront. Cet indice de résistance à la fatigue peut s'avérer important dans la recherche d'un index caractéristique de la qualité générale du milieu aquatique.

ANNEXE I

Construction du laboratoire
d'essais biologiques

Pour atteindre les objectifs définis précédemment, on doit viser dans la construction du laboratoire à:

- 1- Obtenir une qualité d'eau seuil permettant de conserver des êtres vivants dans un milieu sain et contrôlable et de reproduire les conditions de vie se rapprochant des conditions de vie rencontrées en milieu naturel.
- 2- Obtenir différents systèmes permettant d'intervenir sur ces êtres vivants en changeant certains paramètres de l'habitat reproduits en laboratoire et en reproduisant certains stress naturels ou artificiels susceptibles de donner des renseignements sur la qualité de la vie, le comportement et les mécanismes physiologiques des êtres vivants.
- 3- Obtenir une organisation matérielle permettant l'installation de certains dispositifs facilitant l'observation du comportement de l'activité réflexe de ces êtres vivants. Cette organisation matérielle devra donc être très souple; elle doit fournir différents services de base permettant l'installation de ces dispositifs et doit prévoir différents autres services qui seront nécessaires dans un avenir plus ou moins immédiat selon l'intérêt et la direction que vont avoir ~~les effets biologiques.~~ *la biosimulation*

Afin de réaliser ces objectifs déjà identifiés, il faut choisir entre deux systèmes:

- a) système de recirculation du milieu support.
- b) filtration de l'eau en provenance de l'usine de filtration de la Ville de Ste-Foy.

Le premier système comporte des avantages. Il permet, entre autres, d'aller chercher certains organismes aquatiques et de les replacer en laboratoire dans un milieu support identique à celui que l'on retrouve dans leur milieu d'origine. De façon générale, le premier système ne peut être considéré comme compatible avec l'ensemble des objectifs déjà identifiés. En effet, ce système présente les désavantages suivants:

- un système de recirculation nécessite un changement périodique des filtres; l'efficacité variable des filtres en opération provoquera une variation de la qualité du milieu support.
- à la limite, quand les aquarium serviront d'habitat à de gros animaux, il y a des risques d'auto-intoxication incontrôlables; la multiplication des analyses de contrôle devient un facteur limitant.
- le système de recirculation diminue la qualité d'expériences bactériologiques menées sur des macro-organismes aquatiques.
- le nombre d'accessoires nécessaires à l'opération des habitats est dans ce cas, déterminé par le nombre de paramètres que l'on veut contrôler; il en résulte une complexité accrue du contrôle de l'expérience.

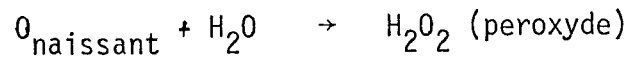
Il n'est cependant pas exclu que dans certaines expériences spécifiques, nous choisissons un système à recirculation; ces expériences se caractériseront par une forte utilisation d'eau, ou encore par une tentative d'évaluation de la qualité potentielle d'un milieu spécifique à supporter la vie.

Par contre, le second système, sans présenter aucun de ces inconvénients, est d'opération beaucoup plus simple et viable; il permettra entre autres choses de travailler à plusieurs expériences simultanément, sans multiplier à outrance les difficultés d'opération.

Ce système fait appel à des débits élevés d'eau de bonne qualité; l'eau distribuée par la Ville de Ste-Foy présente, du moins après un traitement secondaire, ces caractéristiques. Bien que cette eau soit potable, elle ne s'identifie pas à un milieu support favorable à la vie aquatique; en plus de contenir certains gaz dissous toxiques tels que le chlore, elle contient des métaux lourds toxiques avec des concentrations qui sont près du seuil de létalité (Le cuivre, par exemple, proviendrait de la tuyauterie entre l'usine de filtration et le laboratoire.) Cependant, avec un filtre au charbon activé, on peut enlever les principaux gaz dissous tels que le chlore, l'ammoniaque et une partie du CO₂ (dioxyde de carbone) et de l'oxygène dissous. De plus, la majorité des métaux lourds sont ramenés à une concentration acceptable et la concentration des matières organiques * est réduite.

* L'utilisation des filtres au charbon activé risque de soulever des difficultés dans l'interprétation des résultats obtenus des essais biologiques:

- 1) l'adsorption du chlore résiduel sur le charbon activé n'élimine pas complètement son activité; en fait, il favorise la formation de peroxyde: la réaction est la suivante $Cl_2 + H_2O \rightarrow HCl + O_{\text{naissant}}$.



La présence de H_2O_2 doit être considérée comme éventuelle dans l'eau obtenue après filtration.

- 2) La disparition de matières organiques complexantes ou chélatantes pour certains métaux lourds par filtration, peut augmenter considérablement la toxicité de métaux lourds en solution. Il faut donc envisager l'utilisation de complexants artificiels jouant le même rôle que la matière naturelle.

Des études effectuées sur la capacité filtrante (ou d'adsorption) de filtre au charbon activé ont montré que l'eau obtenue de ces filtres était d'une qualité acceptable; les résultats de cette analyse apparaissent au Tableau I.

L'entretien de ces filtres est fort simple: ces filtres accumulent des solides dissous et des matières organiques dans le premier pied de la colonne de charbon activé; il en résulte alors un entassement de granules et une perte de pression; en faisant passer à intervalles réguliers une grande quantité d'eau en sens inverse, le charbon activé reprend sa forme et la majorité des solides dissous sont rejetés. Ce lavage doit être fait à intervalles réguliers et d'une durée d'environ 30 minutes; dans notre cas, la capacité du filtre devrait suffire à ce que cette opération soit répétée que deux fois par mois. La qualité chimique des eaux obtenues du filtre sera peu variable, et dépendra essentiellement de la variation de

la concentration des ions majeurs (surtout monovalents). Dans l'eau du fleuve St-Laurent, à la hauteur de la prise d'eau de l'usine de filtration de Ste-Foy, ces variations sont en générales lentes et faibles.

Toutefois, bien que les écarts de température entre la saison chaude et la saison froide soient considérables (72⁰F durant l'été et 35⁰F durant l'hiver à la sortie de l'usine de filtration Figure I), un contrôle de température très efficace pour l'ensemble des habitats ne présente pas de problème majeur; afin d'obtenir ce contrôle et de travailler simultanément à des températures différentes, deux systèmes de traitements thermiques peuvent être envisagés:

- chaque unité utilise son propre système de contrôle de température;
- chaque unité contrôle la température du milieu à partir d'une source d'eau chaude et d'une source d'eau froide au moyen de valves thermostatiques. Le système de contrôle de température est donc central.

Le second système, moins onéreux, permet à chaque unité de travailler sur un plus grand intervalle de température. Il permet, sans effort de planification, d'installer ou d'ajouter plusieurs autres unités. La seule limite provient de la puissance des réservoirs centraux.

La source d'eau chaude sera un chauffe-eau alimenté au gaz propane d'une puissance de 65,000 BTU par heure et d'une capacité de

50 gallons. Les chauffe-eau seront branchés directement sur la réserve en gaz du Complexe Scientifique. Les arguments qui ont justifié ce choix sont:

- aucune surface métallique n'est en contact avec l'eau;
(les parois internes sont recouvertes de verre, et aucun élément chauffant n'est en contact avec l'eau du réservoir.)
- la puissance de ce type de chauffe-eau est trois fois supérieure à celle des chauffe-eau électriques.

Comme opération à pleine capacité, le laboratoire aura une demande d'eau chaude d'environ trois gallons par minute; à ce débit, le chauffe-eau a une puissance suffisante pour élever l'eau d'environ 35⁰F.

- Il est possible de contrôler la température avec plus de précision qu'un chauffe-eau électrique; on croit qu'il sera possible de modifier le contrôle thermostatique afin d'avoir une température de sortie d'environ 75⁰F.

Durant six mois, comme l'indique la Figure I, il faudra refroidir de grandes quantités d'eau sur un écart de température relativement élevé; à une demande maximum de deux gallons par minute, durant la saison chaude, nous prévoyons l'utilisation d'un échangeur de chaleur, Modèle HX-300 de Neslab, donnant une puissance de 34,000 BTU par heure. Ce générateur refroidira un réservoir d'environ 60 gallons à une température d'environ 4⁰C. (Avec une précision de plus ou moins .3⁰C).

Les éléments refroidissants de cet échangeur de chaleur sont en cuivre recouverts de nickel; c'est donc la basse température des éléments refroidissants qui garantit le peu de contamination par les ions-cuivre ou par les ions nickel de l'eau refroidie; le réservoir d'eau froide d'une capacité d'environ 60 gallons sera en acier galvanisé, recouvert à l'intérieur de verre, et isolé thermiquement à l'extérieur. Il faut prévoir, en période creuse d'utilisation, une vérification du fonctionnement du cryo-générateur.

A partir des deux sources d'eau qui seront à des températures respectives de 4°C et 25°C environ, un mélange sera fait au moyen de valves thermostatiques pour obtenir une eau de température intermédiaire entre ces deux extrêmes. Ces valves s'ajusteront automatiquement aux variations de la température de l'eau chaude ou froide pour donner la température de sortie désirée avec une précision de $\pm 0.5^{\circ}\text{F}$; (dans l'aquarium, on peut s'attendre à un contrôle plus efficace). On aura autant de valves thermostatiques qu'on voudra d'habitats à des températures différentes.

Habitats à environnement contrôlé

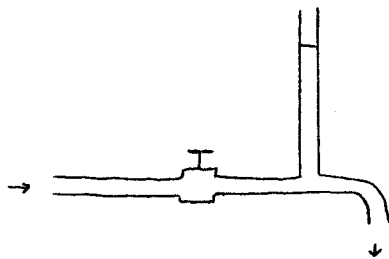
Il sera possible d'aménager différents habitats pour les organismes vivant en milieu aquatique; un modèle d'aquariums sera décrit plus loin. D'autres types d'habitats tels que la chambre de fatigue, la chambre de torture et de respirométrie, font présentement l'objet d'une étude.

Tous ces habitats seront construits en vue de conserver des organismes aquatiques dans un milieu semblable au milieu naturel en minimisant les stress qu'ils auront à subir en laboratoire. Les stress naturels ou artificiels imposés permettant d'évaluer le comportement de ces êtres aquatiques dépendront de la qualité du milieu support et du nombre de paramètres contrôlés sur l'habitat. C'est pourquoi, pour réussir à atteindre le second but défini précédemment il faudra surveiller constamment la qualité de l'eau par des analyses périodiques de la teneur en sels, en métaux lourds et en gaz dissous. Il faudra aussi contrôler de façon très efficace les paramètres les plus importants du milieu support tels que la température, le débit d'eau, la concentration de toxiques, la concentration d'oxygène dissous, etc.

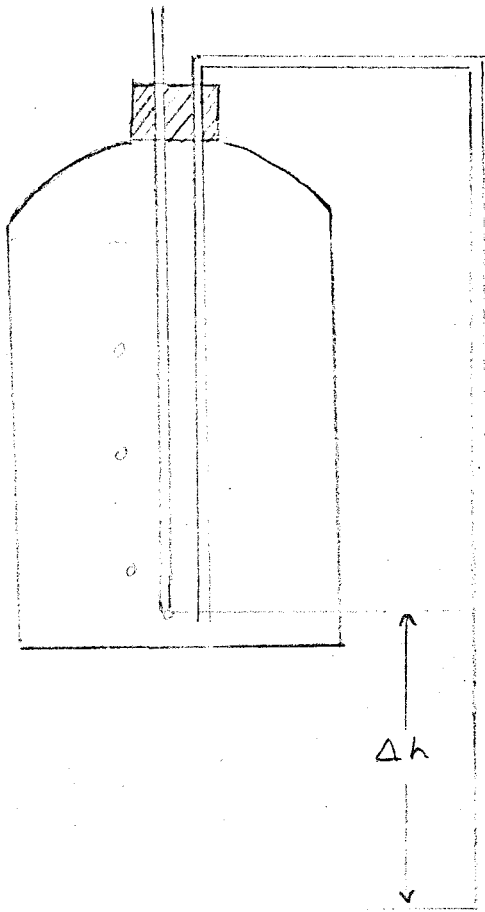
Une analyse constante du pH, de la salinité et de la conductivité, ainsi qu'une analyse périodique de la teneur en sels, en métaux lourds et en gaz dissous permettront de déterminer la fréquence des périodes de lavage à reculons du filtre et de surveiller constamment la qualité de l'eau. La température de l'eau dans chaque habitat qui sera contrôlée par les valves thermostatiques, sera enregistrée à des périodes définies. On prévoit l'installation d'une alarme avertissant d'un bris mécanique ou autre dans le système de contrôle de la température.

Contrôle du débit.

Puisqu'à l'entrée du système de filtration, une valve de réduction de pression stabilisera la pression d'eau dans tout le laboratoire, il ne sera pas nécessaire d'utiliser un "trop-plein" pour avoir un débit d'eau constant. Chaque aquarium servant d'habitat aura un débitmètre; immédiatement après la valve de contrôle du volume du débit, on installera un tube vertical ouvert en plexiglass ou en verre d'une hauteur de 3' environ. Avec une section appropriée du tube d'alimentation, l'eau montera dans le tube et servira d'indicateur de débit.

Contrôle de la quantité de toxiques.

Ce contrôle se fera au moyen de bouteilles de Mariotte ou de pompes péristaltiques à vitesse variable. Le premier système est peu dispendieux, mais exige beaucoup de surveillance. Le principe est le suivant: le débit de toxique sera constant si on garde une pression constante. Cette pression constante est obtenue en gardant une différence constante de niveau (Δh) entre la source et le récipient.



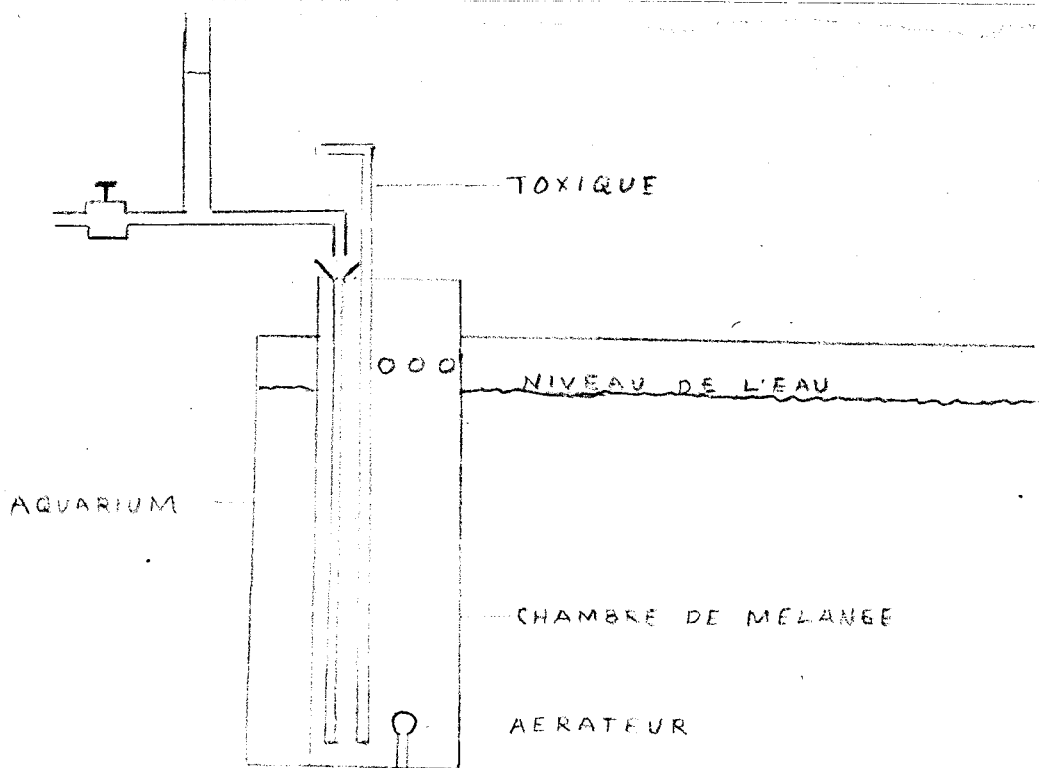
Ces bouteilles de Mariotte peuvent être placées près de chaque entrée d'aquarium. Le débit étant connu, on peut contrôler la quantité de toxiques en variant la concentration.

Le second système est un peu plus dispendieux, mais permet beaucoup plus de souplesse. Entre autres, ce système permettrait de mieux disposer les bouteilles de toxiques dans le laboratoire et de les remplir de nouveau sans arrêter complètement le système de fonctionner.

Il est possible d'avoir une pompe péristaltique contenant jusqu'à 18 canaux, ce qui signifie qu'une seule pompe peut suffire pour plusieurs séries d'aquariums.

Contrôle de l'oxygène dissous

Dans quelques unités, telles que la culture des oeufs de salmonidés, on contrôlera exactement la quantité d'oxygène dissous. Cependant, dans les autres habitats, la teneur en oxygène dissous sera à saturation. Chaque aquarium aura une petite chambre de mélange de forme cylindrique de 3" de diamètre environ dans laquelle on fera barboter de l'air.



Cette chambre servira non seulement à mélanger de façon homogène le toxique, mais oxygénera l'eau et, dans certains cas, elle préviendra la sursaturation d'oxygène et d'azote, qui pourrait causer des problèmes surtout durant l'hiver. En effet, en réduisant la pression de l'eau et en chauffant l'eau dans un réservoir fermé, la solubilité de l'oxygène et de l'azote diminue et l'eau devient sursaturée. L'aérateur, dans ce cas, permettra à l'eau d'atteindre un équilibre très rapidement.

Un modèle d'aquarium

Un modèle d'aquarium est indiqué dans la figure 4B. On y voit le trop plein, la chambre de mélange, le débitmètre. Les dimensions de cet aquarium seront

hauteur = 18"

largeur = 12" ←

longueur = 30"

Cet aquarium sera en plexiglass $\frac{1}{4}$ " d'épaisseur. On a prévu la construction de 8 aquariums de cette forme pour cette année. On prévoit en construire 8 autres dans un avenir immédiat.

D'autres modèles d'habitat font présentement l'objet d'une étude: une chambre d'activités, une chambre de fatigue, une chambre de torture et une chambre de culture des oeufs. Ces habitats seront disposés sur des tables facilement disposables. Enfin, on prévoit l'aménagement et la construction de différents autres habitats destinés à la culture de plantes aquatiques.

Organisation du laboratoire

L'organisation matérielle du laboratoire comprend l'aménagement de services essentiels à tout laboratoire et l'aménagement de services spécifiques au laboratoire d'essais biologiques. Parmi les services essentiels à tout laboratoire, on doit inclure l'énergie électrique, la température de la pièce, l'éclairage, l'alimentation en eau comprenant un lavabo et un drain ainsi qu'une entrée de gaz propane et d'air comprimé.

L'entrée électrique se fera sur le mur FE (Fig.2) près de la porte d'entrée. On a prévu une puissance d'entrée d'environ 50 Kwatts avec possibilité d'avoir 110 volts ou 208 V/3 phase. A partir de cette entrée, on installera des disjoncteurs qui vont distribuer l'électricité partout dans le laboratoire selon l'aménagement et la demande. Les prises de courant ne seront pas installées immédiatement. Au fur et à mesure que les montages seront installés, on engagera un électricien qui installera les prises de courant nécessaires. Cette façon de procéder permettra d'avoir une distribution adéquate de l'énergie électrique. On a prévu aussi une entrée électrique branchée sur le système d'urgence pour éviter en cas de panne que tout le travail d'une année soit perdu. Sur le système d'urgence, on installera les instruments et les pompes qui sont absolument indispensables pour garder un milieu aquatique vivable.

Air climatisé

L'air climatisé de la bâtisse permettra de garder une température constante dans la pièce d'environ 60⁰F. Durant l'hiver, on pourra avoir une température plus basse. Durant l'été, il faudra faire faire une isolation de la porte d'entrée, pour aider à garder la température constante.

Eclairage

On a prévu deux interrupteurs pour éteindre les fluorescents dans deux parties du laboratoire. Selon l'éclairage qu'on voudra avoir, il sera toujours possible d'ajouter un ou plusieurs rideaux séparant le laboratoire en compartiments et d'enlever des fluorescents. Les fenêtres seront recouvertes d'un papier semi-transparent pour garder la lumière du jour plus constante.

Alimentation en eau.

Le laboratoire aura un lavabo double avec entrée d'eau chaude et d'eau froide. Ce lavabo sera situé près du mur AB (Fig. 2 et 3). Le laboratoire devra avoir un drain situé dans le plancher au milieu de la pièce pour prévenir les dangers d'inondation. Un autre drain longera le mur AB, BC, CD et DE (Fig.2). On le construira en PVC avec un diamètre de 4 à 5" et avec une pente de 1/8" le pied.

Entrée d'air comprimé + gaz

Une entrée d'air comprimé sera aménagée dans le laboratoire et la distribution de cet air comprimé se fera dans tout le laboratoire avec des sorties et des valves près de chaque groupe d'aquariums. On aménagera aussi une entrée de gaz propane pour alimenter le chauffe-eau et une entrée d'utilité générale.

L'aménagement des services spécifiques au laboratoire d'essais biologiques comprend la disposition des filtres et des réservoirs, l'aménagement d'un réseau de distribution d'eau filtrée, la construction et installation de tables, tablettes, panneau de contrôle et l'installation d'un distillateur et de quatre réfrigérateurs. D'autres services seront aménagés au fur et à mesure que le laboratoire sera en opération.

Le filtre au charbon activé, l'échangeur de chaleur et le réservoir d'eau froide seront placés dans un petit local situé à demi-étage près du laboratoire. (Fig.2) Le chauffe-eau au gaz propane sera situé près du mur AB à 3 ou 4' du mur AF. (Fig.2)

Le réseau de distribution d'eau est celui-ci: une entrée d'eau de 1" sera aménagée près du filtre. Une valve de réduction de pression réduira la pression à environ 45 psi.

A partir de cette valve, toute la tuyauterie sera en PVC. La sortie de ce filtre se divisera en deux: une entrée d'eau de 3/4" pour le réservoir à eau froide et une entrée d'eau de 3/4" pour le réservoir à eau chaude. A partir de ces deux réservoirs, les tubes en PVC longeront le mur AB à quelques pieds du plafond et se rendront au panneau de contrôle dans lequel seront installées les valves thermostatiques. A partir de ces valves thermostatiques, des tubes en PVC $\frac{1}{2}$ " se rendront alimenter les différents aquariums.

Le panneau de contrôle sera fait en bois. Il peut avoir pour dimension une largeur égale à 6', une hauteur égale à 3' et une épaisseur de 1' environ. Il serait situé sur le mur AB à environ 2' du mur BC et à environ 4' du sol.

Le but de l'installation de ce panneau est de pouvoir y placer facilement les valves thermostatiques qui seront au nombre de 8 ou 10. On pourra facilement y installer quelques petites tablettes pour y placer des thermomètres, des analyseurs de température, conductivité, salinité, pH et des enregistreurs.

Dans le laboratoire, on a identifié la nécessité d'avoir une table près du lavabo. Il faudra aussi quatre tables près des fenêtres. Les dimensions données peuvent être modifiées quelque peu. La hauteur de ces tables sera de 2' environ. Elles seront facilement démontables. D'autres tables seront aménagées pour l'activité, la fatigue et la torture, etc.

On a reconnu la nécessité d'installer des tablettes suspendues sur le mur AF (Fig.5). Ces tablettes serviront à différents usages et auront environ 2' de profondeur. Une tablette sera à environ 4' du sol, l'autre sera de hauteur variable. Sous ces tablettes, on installera 4 petits réfrigérateurs.

Le distillateur qui sera installé est le modèle Barnstead que nous avons présentement. Il sera placé au-dessus du lavabo. Le contenant d'eau distillé sera situé également au-dessus du lavabo permettant un accès facile.

ANNEXE 2

Tableau et Figures

TABLEAU I

Caractéristiques de l'eau avant et après filtration avec du charbon activé.

<u>Nature des ions analysés</u>	<u>eau non filtrée</u>	<u>eau filtrée</u>
Cl ₂ résiduel	0.0 mg/l	0.0 mg/l
oxygène dissous	10.1 mg/l	5.3 "
chlorure en Cl ⁻	14 "	14 "
Polyphosphate en PO ₄ ⁻	0.0 "	0.0 "
Orthophosphate en PO ₄	0.0 "	0.0 "
Sulfate en SO ₄	26 "	21 "
Cu	0.045 "	0.002 "
Fe	0.042 "	0.017 "
Cr	0.008 "	0.000 "
Zn	0.005 "	
Carbone organique total	2 "	1 "
Carbone total	8 "	7 "
NO ₂ ⁻ + NO ₃ ⁻	0.0 mg/l N	0.0 mg/l N
Alcalinité totale	30 mg/l CaCO ₃	42 mg/l CaCO ₃
Alcalinité (HCO ₃ ⁻)	30 " "	42 " "
Alcalinité (CO ₃ ⁻⁻)	0 " "	0 " "
Dureté totale	67 mg/l CaCO ₃	67 mg/l CaCO ₃
Conductivité	160 umhos/cm	160 umhos/cm
pH	6.9	7.3

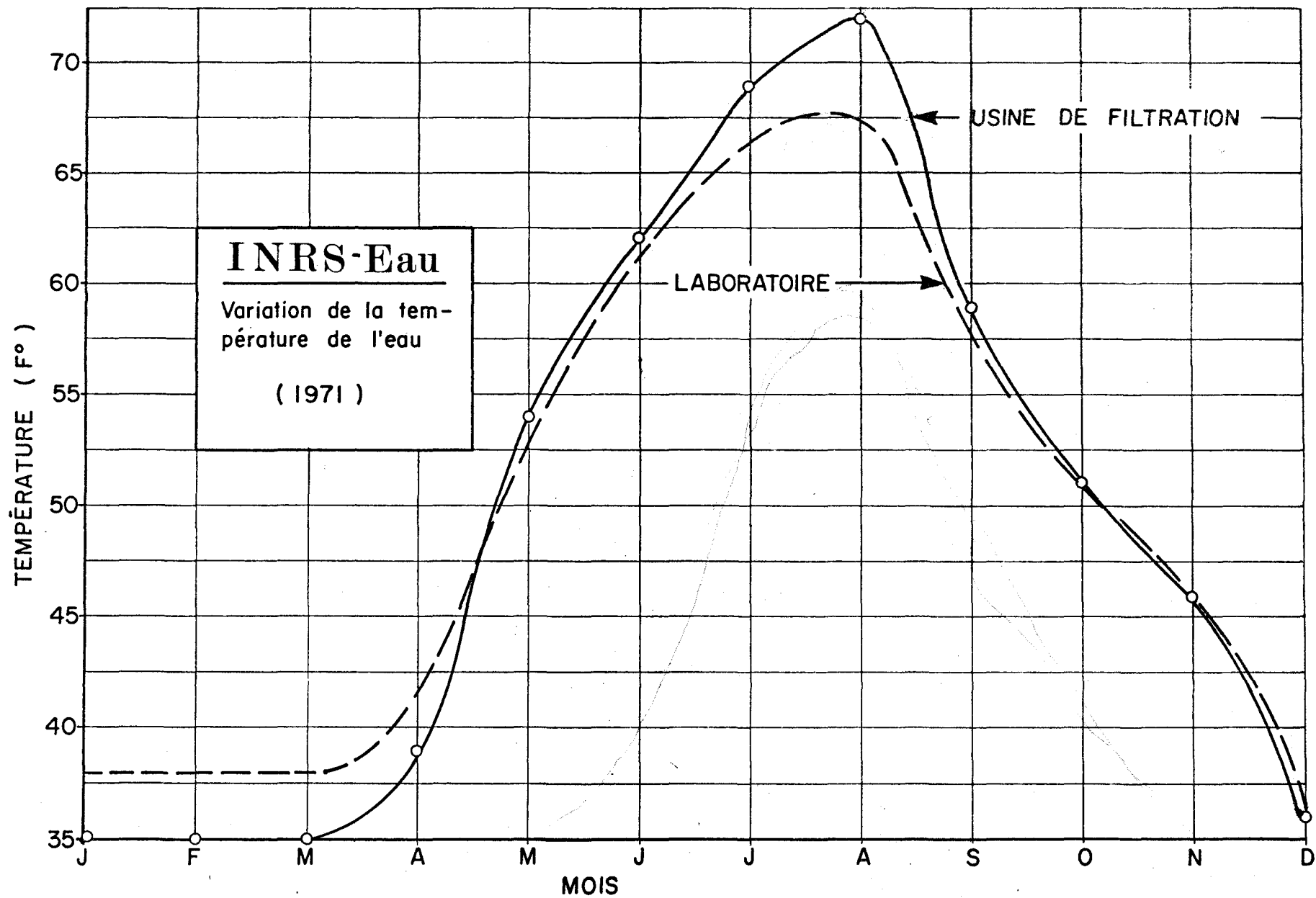


FIGURE : 2 .
Echelle = 1/4" - 1'

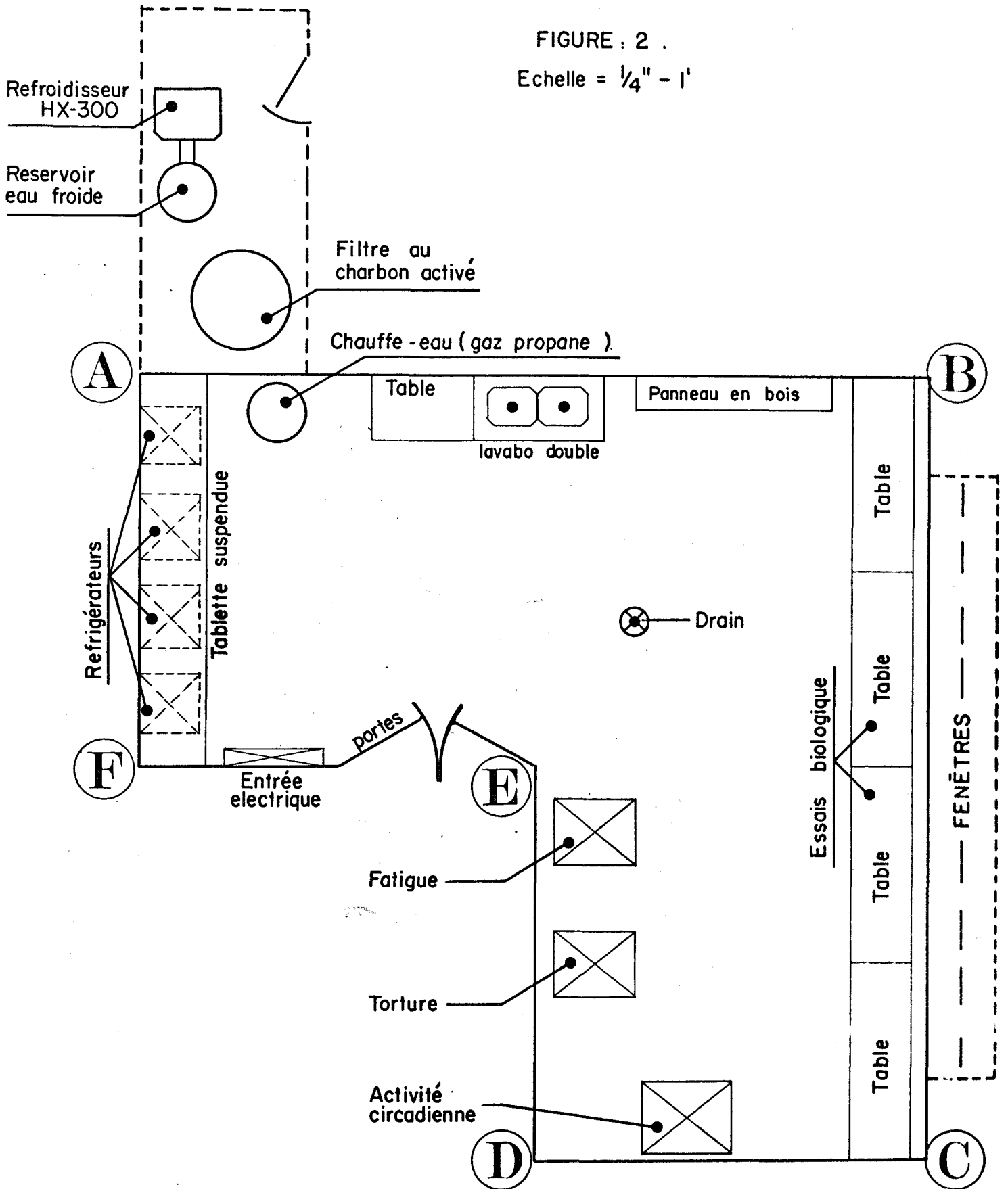
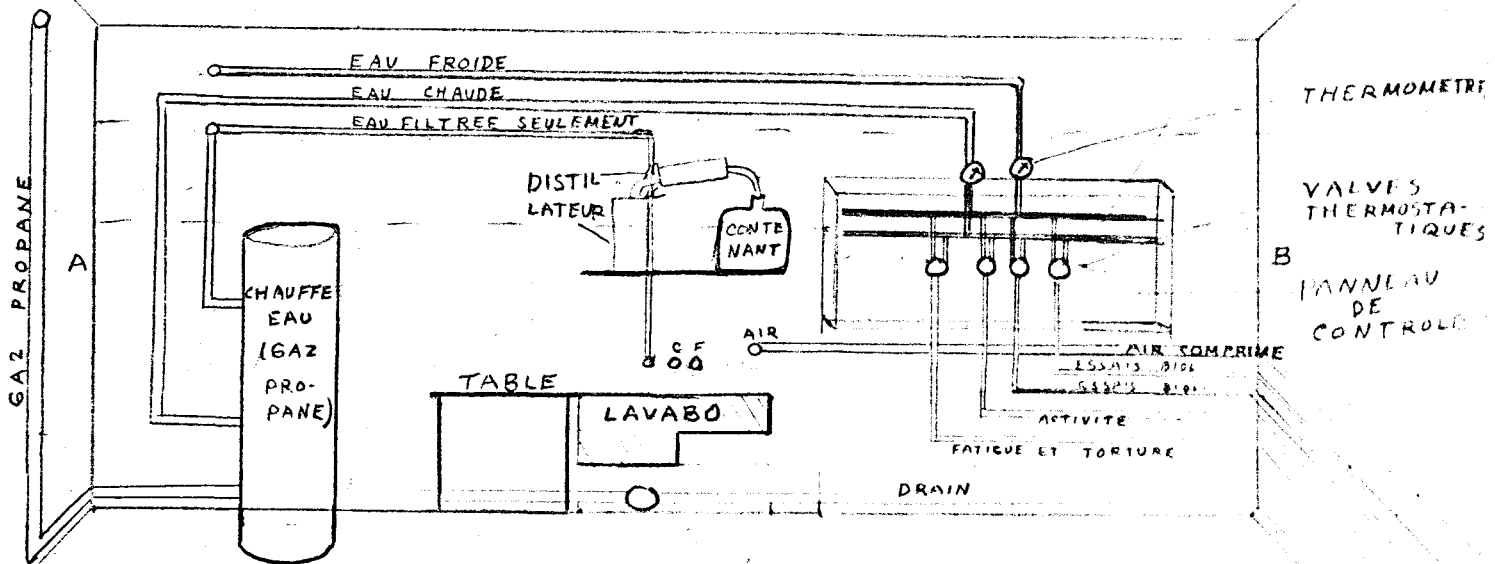


figure 3



echelle approx
12''

figure 4A

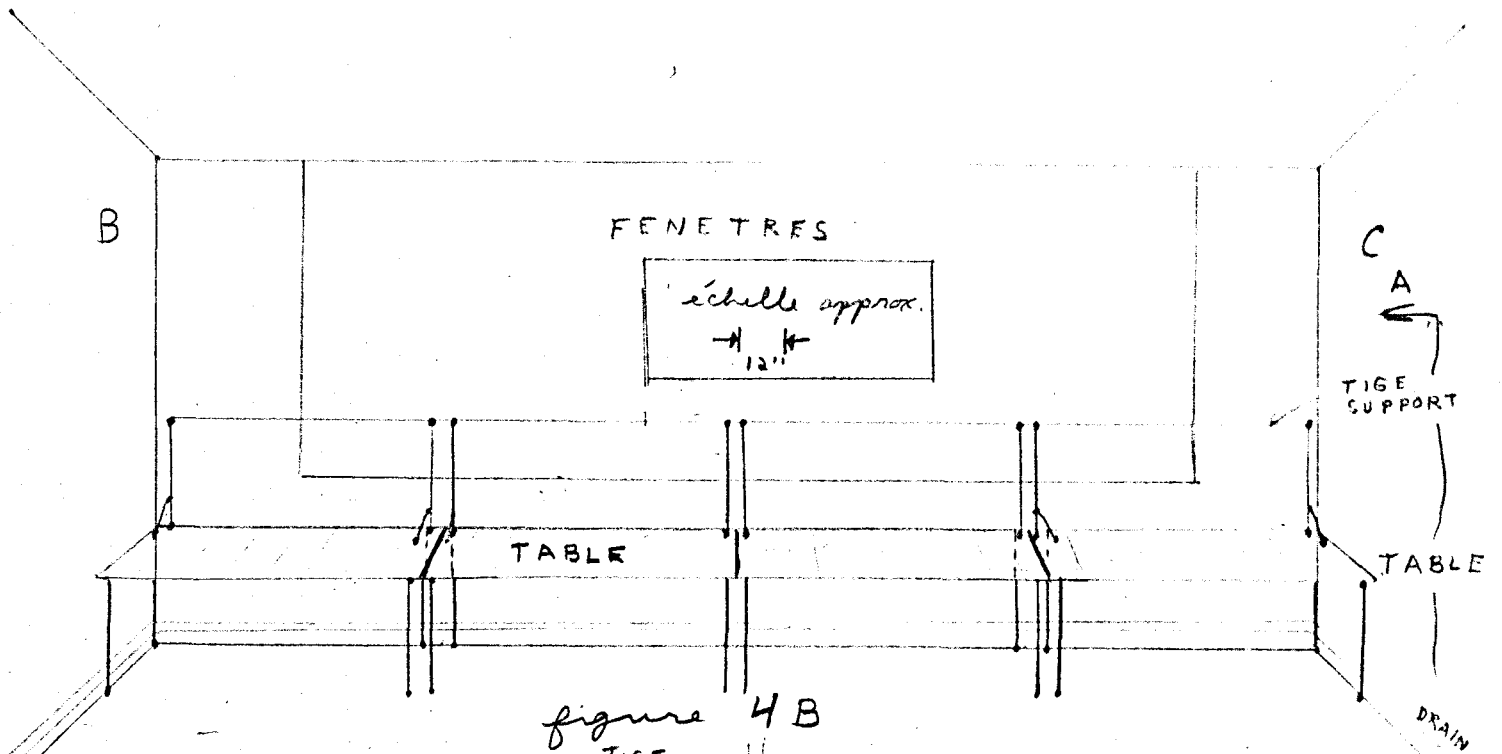


figure 4B

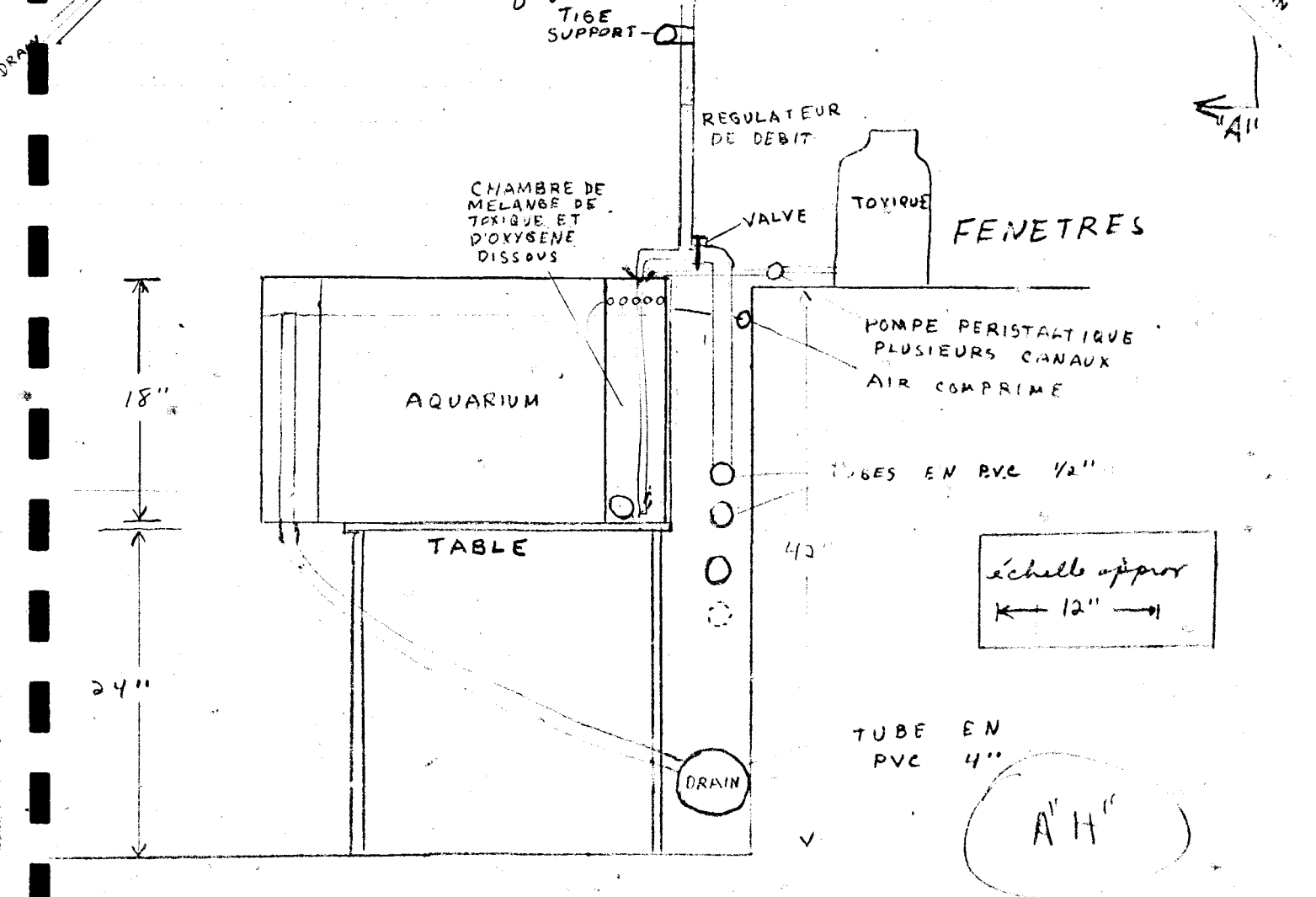
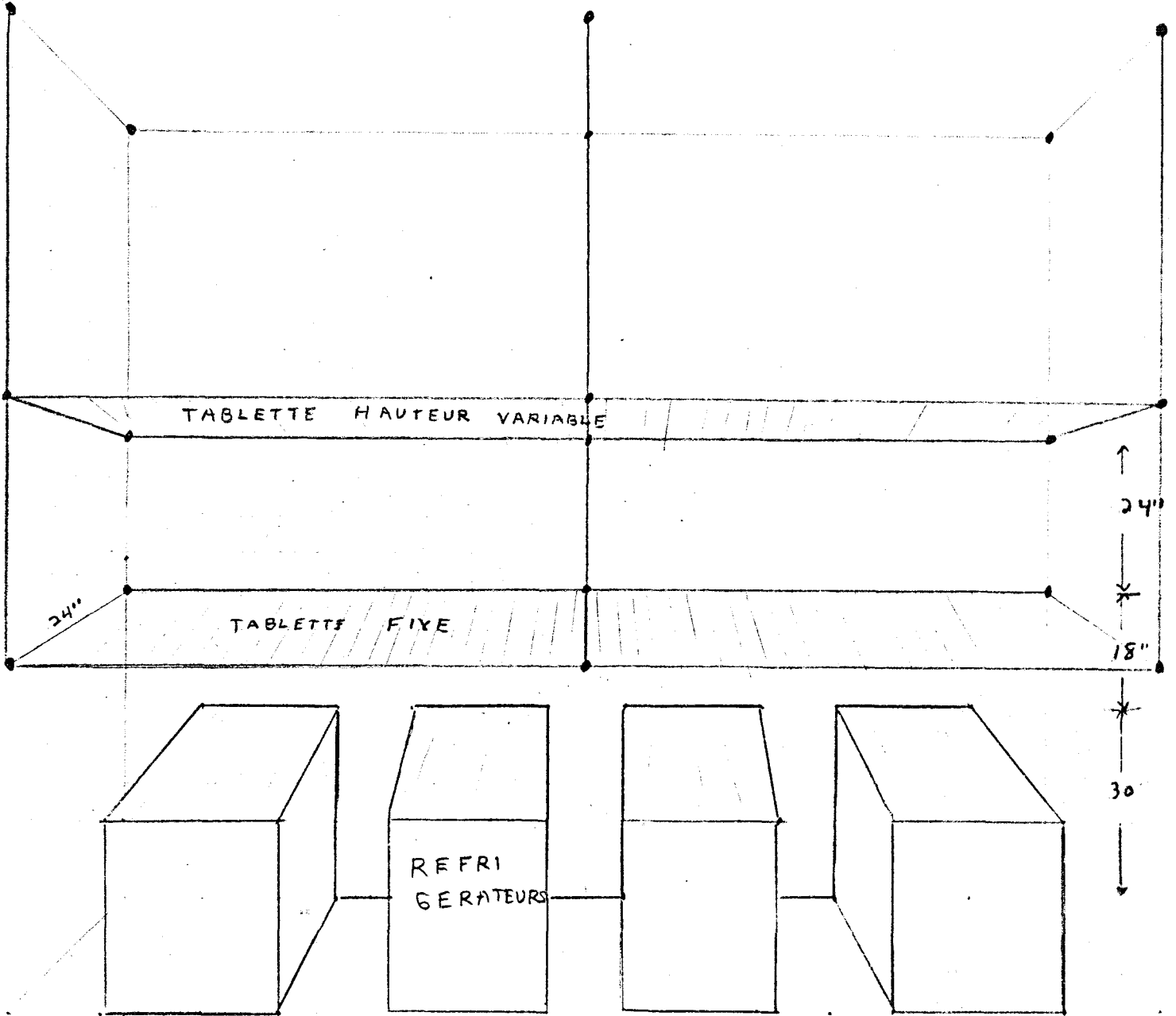


figure 5



échelle
→ ←
12"