

Chapitre 1. Un « téléphone à molécules »

Une scène de science-fiction où l'on téléporte l' « âme des molécules »

Le 9 juillet 1992 a lieu à Clamart une démonstration publique qui, si elle est concluante, apportera un argument de poids à la nouvelle direction que J. Benveniste a donné aux recherches de son laboratoire depuis quelques mois. Ces nouvelles expériences suscitent encore plus d'incrédulité – si cela est possible – que les expériences avec les hautes dilutions. J. Benveniste prétend en effet être maintenant capable de transférer à l'aide d'un dispositif original l' « activité » de molécules biologiques – ce que l'on pourrait nommer « l'âme de la molécule » – à de l'eau qui acquiert ainsi les « propriétés biologiques » de la molécule d'origine.

Quatre visiteurs étrangers au laboratoire participent à cette expérience.¹ Dans un premier temps, l'expérience dite de transmission est réalisée avec un appareil électronique qui, à dire vrai, ne paye guère de mine. Il évoque ces montages que construisent les bricoleurs passionnés d'électronique à partir de composants achetés dans des magasins spécialisés. Néanmoins, sans paraître rebutés par la rusticité de l'appareillage, les visiteurs placent à la « sortie » de l'appareil une ampoule d'eau qualifiée de « naïve ». C'est en quelque sorte l'équivalent d'une bande magnétique vierge. A l'« entrée » de l'appareil, un tube contenant une solution ayant un effet biologique est placé de même. Puis l'appareil est mis en marche en actionnant un interrupteur. Après un quart d'heure d'attente, le tube à la sortie de l'appareil est considéré comme « imprégné » ; il est censé avoir acquis les propriétés biologiques de la solution contenue dans le tube placé à l'entrée.

Irrésistiblement, on ne peut s'empêcher de penser aux nombreux savants – fous, comme il se doit – qui ont peuplé l'imaginaire des écrivains, des cinéastes ou des dessinateurs de bandes dessinées et qui par de complexes appareillages mus par la fée électricité transfèrent l'âme d'un être humain à un robot. Que l'on songe en particulier au robot de *Metropolis*. A Clamart il est vrai, on se contente de l' « âme » de molécules en solution... Et puis l'expérience se déroule en pleine lumière, par une belle journée de juillet et les différents protagonistes n'ont rien d'inquiétant. On est donc loin des nuits zébrées d'éclairs qui illuminent habituellement les folles tentatives de ces savants de fiction.

Pour l'heure, les visiteurs codent les tubes dont le contenu – de l'eau – a donc reçu différentes « empreintes » au cours des transmissions successives. Le codage permet de s'assurer que le résultat de l'expérience et son interprétation

ne seront pas influencés – d’une façon ou d’une autre – par l’expérimentateur. Toutefois, dans ces nouvelles expériences, la subjectivité n’a guère de place. C’est une des raisons principales pour lesquelles le test de dégranulation des basophiles a été abandonné au profit de cette nouvelle méthode. Mais, d’une façon générale les résultats obtenus à l’aveugle sont toujours plus convaincants, à moins bien sûr de supposer une complicité entre ceux qui codent et l’expérimentateur.

Lorsque l’opération de codage est terminée, les tubes sont remis à Jamal Aïssa et Hédi Litime, deux collaborateurs de J. Benveniste qui sont chargés d’évaluer l’activité biologique de ces solutions. Cette activité biologique est mise en évidence grâce au système biologique maintenant utilisé au laboratoire pour mener ce programme de recherche. Décrivons donc successivement ce nouveau dispositif de « transmission électromagnétique » puis le système biologique qui lui est couplé.

Comment fonctionne le « téléphone à molécules » ?

L’appareil qui permet ces expériences inattendues est un montage radio-électronique construit à partir d’un kit vendu dans le commerce. Ce dernier permet de construire un amplificateur téléphonique à peu de frais à partir de quelques composants électroniques, d’un circuit imprimé et de quelques points de soudures. En 1992, ce type de dispositif est utilisé dans les appareils téléphoniques pour suivre la conversion sur un haut-parleur. Le haut-parleur, normalement connecté à la sortie de l’amplificateur, a été remplacé ici par une bobine électrique (appelée aussi solénoïde). L’entrée de l’appareil est connectée à une autre bobine (Figure 1.1). Le tout est enfermé dans une boîte en matière plastique qui laisse dépasser un interrupteur et les bobines d’« entrée » et de « sortie ». Voici à grands traits une description de cet appareil qui prétend révolutionner la biologie. On est loin de la haute technologie et d’un appareillage sophistiqué. Mais après tout des découvertes importantes ont parfois été réalisées avec un matériel limité.

Un tube contenant la solution dont on veut transmettre l’« activité biologique » est placé sur la bobine d’entrée et un tube ou une ampoule contenant l’eau que l’on désire « imprégner » est placé sur la bobine de sortie qui fait suite à l’étage d’amplification de l’appareil. L’idée qui sous-tend ce montage est que les variations du champ électromagnétique issu de la solution contenant de « vraies molécules » induisent un courant électrique dans la bobine d’entrée. Ce courant est amplifié par l’amplificateur basse-fréquence et injecté dans la bobine de sortie créant ainsi au voisinage de cette dernière un champ électromagnétique, image du champ électromagnétique de la bobine d’entrée. C’est ce champ électromagnétique généré par la bobine de sortie qui est censé

structurer l'eau, cette dernière se comportant comme une bande magnétique. L'aspect technique de ce dispositif ne doit pas effrayer le lecteur. Il lui suffit de considérer ce dispositif électronique comme une simple « boîte noire » avec une « entrée » et une « sortie ».

Solution d'un produit d'intérêt
biologique que l'on souhaite
« transmettre »

Eau naïve s'« imprégnant » de
l'activité biologique de la solution
placée sur la bobine d'entrée

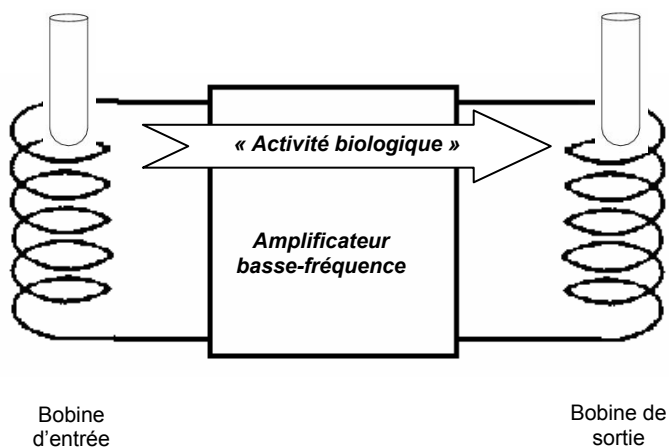


Figure 1.1. Première version de l'appareil de « transmission électromagnétique ». La première version de l'appareil de transmission comprend un amplificateur qui est placé entre deux bobines de fil conducteur (solénoïdes). Sur la bobine correspondant à l'entrée de l'amplificateur, on dépose le tube contenant le produit dont on souhaite transmettre l'« activité » et sur la bobine de sortie on place un tube ou une ampoule contenant de l'eau naïve que l'on souhaite « imprégner » grâce au champ électromagnétique issu de la bobine en sortie de l'amplificateur.

Comment écouter les informations transmises par le « téléphone à molécules » ?

Dit d'une autre façon, comment savoir que l'« âme de la molécule » a bien été transmise et a correctement « structuré » l'eau ? Il « suffit » pour cela d'utiliser un dispositif qui réagit à la molécule d'origine. Le dispositif de physiologie utilisé par J. Benveniste pour ces expériences est appelé « appareil de Langendorff ». Il permet de maintenir en survie un cœur de rat ou de cobaye pendant plusieurs heures. On peut ainsi étudier les effets d'agents pharmacologiques sur le fonctionnement cardiaque.

Ici également, nous allégerons les descriptions techniques afin de ne pas diluer le propos essentiel. L'appareil de Langendorff est un montage expérimental très classique en physiologie cardiaque. Il permet de mesurer différents paramètres du fonctionnement cardiaque : fréquence, tension du muscle cardiaque, débit coronaire. Pour simplifier, nous ne parlerons que de ce dernier paramètre – le débit coronaire – car l'équipe de Clamart s'est rapidement focalisée sur lui.² C'est en effet ce paramètre qui réagissait le mieux aux hautes dilutions et aux transmissions électromagnétiques.

La compréhension de ces expériences nécessite simplement de retenir que l'on étudie le débit d'un liquide qui – du fait du dispositif – passe obligatoirement par les artères coronaires, ces dernières jouant le rôle de régulateur du débit selon leur état de contraction. Pour se représenter le débit coronaire et ses variations, le lecteur peut imaginer un tuyau d'arrosage en caoutchouc souple enserré dans un poing. Selon que le poing serre plus ou moins le tuyau, l'écoulement de l'eau varie en conséquence. Lorsque les muscles de la paroi des artères coronaires se contractent, le débit qui traverse l'artère est diminué. Au contraire si les fibres musculaires se relâchent, le débit est augmenté. C'est ce qui est représenté sur la Figure 1.2.

Comment le débit coronaire est-il mesuré ? Tout simplement en faisant défiler automatiquement des tubes qui recueillent chacun pendant une minute les quelques millilitres de liquide qui s'écoulent chaque minute sous le dispositif (Figure 1.3).

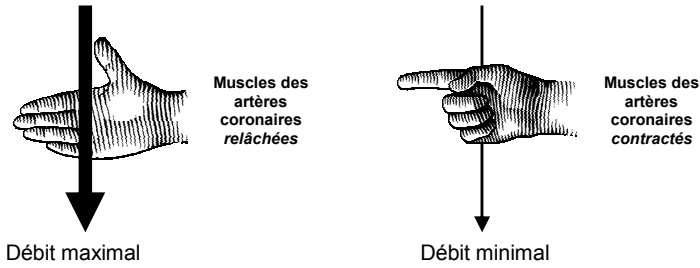


Figure 1.2. Schématisation des variations de débit des artères coronaires. On peut assimiler l'écoulement de liquide à travers les artères coronaires à un tuyau souple dont le débit dépend de l'état de contraction des fibres musculaires de la paroi des artères coronaires. Ces fibres musculaires sont schématisées ici par un poing. Lorsque les fibres musculaires de la paroi des artères coronaires se relâchent, le débit coronaire augmente ; au contraire, lorsqu'elles se contractent le débit coronaire diminue. Diverses substances biologiques ou pharmacologiques (médiateurs de l'inflammation, acétylcholine, endotoxines bactériennes) peuvent modifier l'état de contraction de ces muscles. La résultante en sera une variation du débit coronaire.

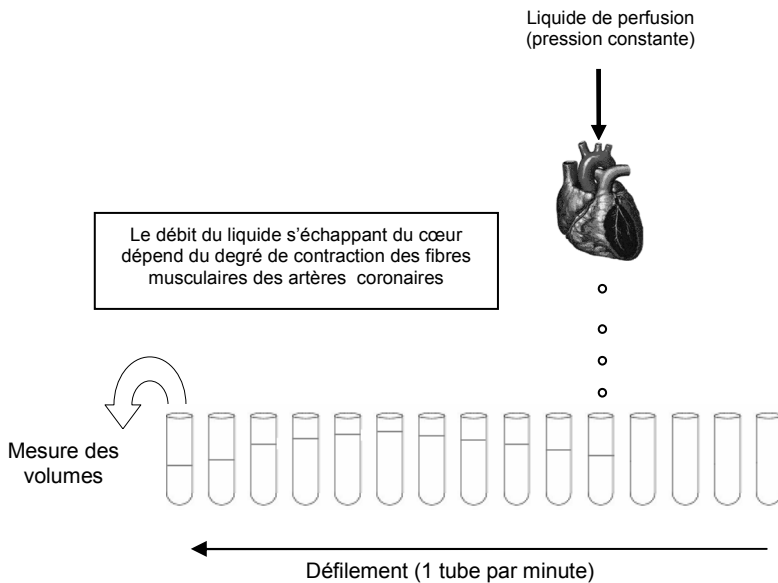
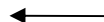


Figure 1.3. Mesure du débit coronaire du cœur isolé de cobaye ou de rat. Le cœur est perfusé en continu par un liquide physiologique. La quantité de liquide qui s'écoule par gravité hors du cœur est plus ou moins grande selon l'état de contraction des muscles qui enserrant les artères coronaires. Le liquide est recueilli dans des tubes qui circulent à la cadence d'un par minute. Le volume du liquide ainsi recueilli dans chaque tube est mesuré à l'aide d'une petite éprouvette graduée avec une précision de 0,1 mL.

Pour comprendre comment sont interprétées les variations des volumes recueillis, voici comment se présentent les résultats obtenus avec les échantillons codés n°3 et n°4 de l'expérience du 9 juillet sur la feuille de recueil des données de l'expérimentateur (Figure 1.4). A chaque minute, le volume recueilli pendant cette durée est reporté. L'injection du produit est réalisée après s'être assuré que le débit est stable (pendant au moins 3 minutes).

Figure 1.4. Mesure du débit coronaire du cœur isolé de cobaye ou de rat. Voici comment se présente une feuille de recueil des données d'une expérience destinée à évaluer les variations du débit coronaire à l'aide de l'appareil de Langendorff. Après vérification de la stabilité du débit pendant 3 minutes, l'échantillon à tester est injecté (flèche). Chaque minute, le liquide physiologique recueilli est mesuré avec une précision de 0,1 mL et le résultat est porté dans la colonne et la ligne correspondante. Sur cet exemple on constate que l'échantillon n°3 provoque une variation du débit coronaire (échantillon « actif ») tandis que l'échantillon n°4 ne fait pas varier significativement le débit coronaire (échantillon « inactif »).

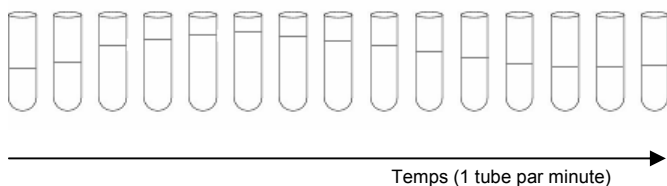
Temps en min	Volumes en mL	
	n°3	n°4
-3	4.0	4.1
-2	4.0	4.1
-1	4.0	4.1
1	4.0	4.1
2	4.5	4.0
3	5.8	4.1
4	6.5	4.1
5	6.8	4.0
6	7.0	4.1
7	6.9	4.1
8	6.2	4.0
9	6.0	4.0
10	5.5	4.1
11	5.0	4.1
12	4.5	4.1
13	4.2	4.1
14	4.2	4.1
15	4.2	4.1



Avec l'échantillon n°3, on constate que le débit qui au départ était de 4,0 mL/min augmente dès la deuxième minute et qu'il atteint un maximum de 7,0 mL/min à la 6^{ème} minute pour ensuite redescendre progressivement. L'échantillon n°4 ne montre que peu de variations : les valeurs oscillent entre 4,0 et 4,1 mL/min. Même sans connaissances pointues en biologie ou en statistiques, il est facile de constater que ces deux échantillons conduisent à des profils très différents des variations du débit coronaire au cours du temps (Figure 1.5). Rappelons que ces deux échantillons sont au départ identiques. La seule différence ne peut résider – *a priori* – que dans une propriété acquise au cours du processus de transmission. Nous verrons quels contrôles seront réalisés et comment le système sera perfectionné au fil des années pour (se) convaincre que la seule différence réside précisément à ce niveau.

Expérience du 9 juillet 1992

Effet de l'échantillon n°3 sur le débit coronaire (échantillon actif)



Effet de l'échantillon n°4 sur le débit coronaire (échantillon inactif)

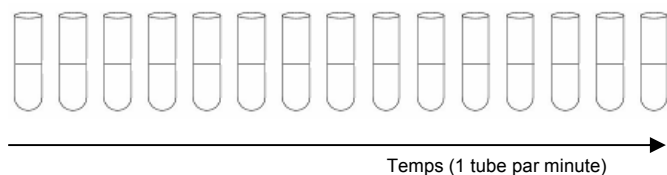


Figure 1.5. Effets des échantillons n°3 et n°4. Cette figure illustre la visualisation « directe » des effets des hautes dilutions ou des transmissions électromagnétiques grâce à l'appareil de Langendorff. Les échantillons n°3 et n°4 sont des échantillons qui ont été testés à l'aveugle le 9 juillet 1992 (cf. Figure 1.4). On constate sur ces dessins où les volumes des liquides recueillis de la 1^{ère} à la 15^{ème} minute ont été représentés à l'échelle que les variations de débit pour l'échantillon n°3 sont immédiatement visibles ; en revanche, concernant l'échantillon n°4, on constate qu'il n'y a pas de variation du débit.

Sur le système de cœur isolé, un agent pharmacologique est d'autant plus « actif » que la variation du débit coronaire qu'il provoque est plus importante. Etant donné que selon les cœurs le débit coronaire de base varie, on rapporte en général la variation maximale du débit coronaire à la valeur du débit de base mesuré pendant les minutes qui ont précédé l'injection :

$$\% \text{ maximal de variation du débit coronaire} = 100 \times (\text{débit maximum} - \text{débit minimum}) / \text{débit de base}$$

Ainsi pour l'échantillon n°3, on calcule une variation maximale du débit coronaire de $(7 - 4) / 4 = 75\%$. Pour l'échantillon n°4, on trouve $(4,1 - 4) / 4,1 = 2\%$.

Ce mode de calcul donne toujours des valeurs positives. On pourrait distinguer les diminutions et les augmentations globales du débit coronaire mais nous ne le ferons pas, à la fois dans un but de simplification, et surtout parce

que cela n'a pas d'impact pour la compréhension et l'interprétation des expériences que nous décrivons ici. Sauf si nous l'indiquons expressément ce seront donc toujours des pourcentages de variations absolues du débit coronaire. Pour dire les choses plus simplement, nous cherchons à savoir si quelque chose « bouge » sans aller au-delà quant au sens de cette variation. Sur les graphiques en revanche, nous pourrions distinguer les augmentations et les diminutions du débit coronaire au cours du temps puisque dans ce cas la formule appliquée pour chaque point expérimental est :

$\% \text{ de variation du débit coronaire au temps } t = 100 \times (\text{débit au temps } t - \text{débit minimum}) / \text{débit de base}$

En pratique, on considère qu'en dessous de 10% la variation du débit n'est pas significative. Nous pouvons donc conclure que l'échantillon n°3 est « actif » et que l'échantillon n°4 est « inactif ».

Deux cœurs qui battent à l'unisson

La description ci-dessus du dispositif expérimental permet de comprendre l'intérêt de J. Benveniste pour ce dernier dans sa quête de l'expérience « cruciale » qui permettrait de convaincre les sceptiques. D'une part l'effet (ou l'absence d'effet) peut être constaté *de visu* dans les minutes qui suivent l'administration du contenu de l'ampoule « imprégnée ». D'autre part la « transmission » se fait à une ampoule scellée alors que la préparation des hautes dilutions nécessitait le passage décroissant des molécules de tube en tube avec par conséquent un risque non nul de contamination. Même si nous avons apporté des arguments dans la première partie de cet ouvrage concernant la contamination (chapitre 15), le fait que cette question est maintenant écartée est bien évidemment plus satisfaisant.

De plus, pendant plusieurs années, de 1992 à 1996, Benveniste fait fonctionner deux appareils de Langendorff en parallèle. Le but n'est pas d'augmenter la cadence des mesures mais plutôt de conforter les résultats en ayant ainsi deux mesures sur le même échantillon et sur deux cœurs différents. De surcroît, une série d'échantillons est parfois testée dans le sens croissant sur l'appareil A et dans le sens décroissant sur l'appareil B. Ceci permet de s'assurer qu'il n'existe pas une quelconque « rémanence » ou une contamination due, par exemple, à un échantillon très actif qui a été testé auparavant. Inutile de dire que ce type de précaution – c'est-à-dire utiliser un double appareillage – est rarement réalisé pour la recherche « classique ».

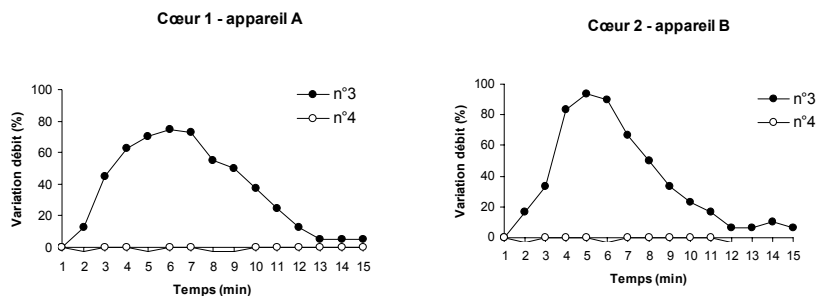


Figure 1.6. Pour chaque temps (en minutes), la variation du débit coronaire est calculée en pourcentage en rapportant chaque volume en mL à la valeur de base du débit. Ce sont ces valeurs qui sont représentées sur les figures ci-dessus. Elles correspondent aux variations de débit constatées avec les échantillons n°3 et 4 à titre d'exemple provenant de l'expérience du 9 juillet 1992. On notera que chacun des échantillons est testé sur deux appareils de Langendorff qui fonctionnent côte à côte afin de conforter les résultats.

Si nous revenons aux échantillons de l'expérience du 9 juillet, nous constatons que, testés en parallèle *sur le deuxième appareil*, les échantillons n°3 et n°4 confirment les résultats précédents (Figure 1.6) avec 93 % de variation maximale pour le n°3 et seulement 3 % pour le n°4. Nous nous sentons par conséquent plus assurés quant à ces résultats. Il faut reconnaître que nous avons choisi ces échantillons pour des raisons didactiques étant données les larges variations tout à fait démonstratives. En moyenne, comme nous le verrons, les variations du débit coronaire étaient plutôt de l'ordre de 20 %.

Avec certaines substances ou dans certaines situations expérimentales, les profils des débits coronaires au cours du temps peuvent être beaucoup plus complexes que dans ces exemples où une simple augmentation transitoire du débit coronaire est observée. Ainsi une diminution du débit coronaire puis une augmentation et enfin un retour au niveau de base sont parfois constatés. Ceci est dû au grand nombre de médiateurs libérés par le cœur au cours de ce type de réaction. Certaines substances dilatent les artères coronaires et par conséquent augmentent leur débit. C'est le cas par exemple des dérivés nitrés qui sont utilisés chez les patients souffrant d'insuffisance coronaire. D'autres substances pharmacologiques comme la caféine contractent les artères coronaires et diminuent donc le débit coronaire. On peut également rendre des rats allergiques à des protéines comme l'albumine du blanc d'œuf (ovalbumine) en leur injectant cette protéine. Quelques semaines après, le cœur de l'animal est placé dans l'appareil de Langendorff et une réaction de type allergique est provoquée par l'injection d'une petite quantité de cette protéine dans le liquide de perfusion du cœur. Ce choc allergique (ou anaphylactique) se traduit par un

bouleversement du fonctionnement du cœur. En effet, divers médiateurs de l'inflammation sont alors libérés par les tissus cardiaques et différents profils de débits coronaires – combinant augmentation et/ou diminution du débit coronaire au cours du temps – peuvent être observés selon les séquences de libération des médiateurs et leurs concentrations.

En général, après le dernier produit testé au cours d'une séance de travail sur un cœur isolé, le produit qui a été « transmis » est testé mais à concentration « classique » (par exemple de l'ovalbumine à 0,1 $\mu\text{mol/L}$) afin d'avoir une évaluation de la réactivité du cœur (calibration) et démontrer ainsi que le système a un comportement normal dans des conditions « classiques ».

Un autre produit a été souvent utilisé dans les expériences de transmission, il s'agit du lipopolysaccharide (LPS). C'est une endotoxine, c'est-à-dire une substance provenant de la paroi des bactéries. Cette substance provoque elle aussi une variation du débit coronaire. Pour la désigner, nous utiliserons indifféremment l'appellation endotoxine ou LPS.

Quels « messages » sont transmis le 9 juillet par le « téléphone à molécules » ?

Comme indiqué sur la fiche technique qui suit, plusieurs molécules subissent le processus de « transmission » au cours de cette expérience du 9 juillet 1992. Tout d'abord de l'ovalbumine (échantillon C) puis du LPS (échantillon D) sont transmis à partir d'échantillons contenant des solutions de ces substances. Puis, à titre de contrôle, une ampoule d'eau subit le même processus de transmission (échantillon B). Enfin, une ampoule d'eau qui n'a pas subi de transmission est également incluse dans l'expérience (échantillon A).

En tout, 12 tubes sont préparés parmi lesquels on s'attend à trouver 5 échantillons actifs (4 échantillons « ovalbumine transmise » et 1 échantillon « LPS transmis ») et 7 échantillons inactifs. Il faut noter que dans cette expérience on ne cherche pas à distinguer le LPS et l'ovalbumine l'un de l'autre. On souhaite « simplement » distinguer les échantillons « actifs » et les échantillons « inactifs ». Pour bien comprendre l'enjeu de cette expérience, il faut se souvenir que dans l'état actuel des connaissances, il n'existe pas de moyen physique, chimique, biologique ou autre permettant de distinguer ces différents échantillons.

Fiche technique de l'expérience du 9 juillet 1992

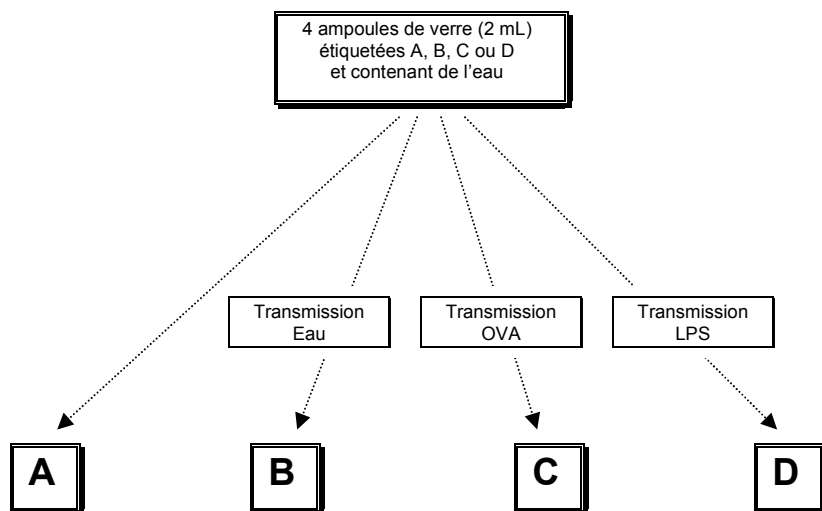
Type d'expérience : transmission électromagnétique le 9 juillet

Lieu de l'expérience : Clamart (pour la transmission et le test des échantillons)

Codage : le 9 juillet par 4 témoins-participants extérieurs à l'U200 ; ouverture du code le 13 juillet.

Nombre d'échantillons codés à tester : 12 tubes testés le 10 juillet sur 4 cœurs (mesures sur les deux appareils de Langendorff fonctionnant en parallèle).

Recodage interne : non.



Codage de 12 tubes* numérotés de 1 à 12 (tests à l'aveugle) :

4 tubes « A » ; 3 tubes « B » ; 3 tubes « C » ; 2 tubes « D »

+

3 tubes non codés (tests en ouvert) :

1 tube « A » ; 1 tube « B » ; 1 tube « C »

*Le contenu de chaque tube est obtenu en diluant au 1/1000 l'eau « informée » dans le milieu physiologique pour perfusion du cœur

Des résultats cohérents

Le lendemain du 9 juillet, une partie du contenu de chacun des 12 tubes est injectée dans le circuit de perfusion des deux appareils de Langendorff afin d'irriguer chacun des deux cœurs. Nous avons déjà anticipé les résultats obtenus avec les échantillons n° 3 et 4. Quatre cœurs de cobaye permettent de tester l'ensemble des échantillons (2 cœurs successifs par appareil). Les résultats obtenus sont décrits dans le tableau 1.1.

Echantillons testés	Variations maximales du débit coronaire	
	Appareil A	Appareil B
<i>A l'aveugle</i>		
n°1	55%	15%
n°2	58%	24%
n°3	75%	93%
n°4	2%	3%
n°5	93%	53%
n°6	3%	2%
n°7	5%	5%
n°8	8%	8%
n°9	3%	5%
n°10	3%	5%
n°11	13%	14%
n°12	42%	37%
<i>En ouvert</i>		
Eau	2%	3%
Eau tr	2%	3%
Ova tr	35%	37%
Ova 0,1 µmol/L	55%	45%

Tableau 1.1. Résultats de l'expérience du 9 juillet 1992 avant décodage. On s'attend à trouver 5 tubes actifs (ovalbumine transmise; Ova tr) et 7 tubes inactifs (Eau ou Eau tr). On constate en effet que 5 échantillons ont provoqué des variations importantes du débit coronaire : échantillons 1, 2, 3, 5 et 12 (il existe toutefois un doute sur l'échantillon 11 qui a des valeurs supérieures à 10%). Les échantillons testés en ouvert ont quant à eux donné les résultats attendus.

tr : transmis.

L'expérience apparaît donc cohérente. On constate en effet que 5 échantillons (n°1, 2, 3, 5 et 12) sont très actifs au cours de deux mesures indépendantes.³ De plus, les contrôles « en ouvert » sont corrects. « Ce serait bien le diable » que l'expérience ne soit pas une réussite. Mais il faut attendre le décodage qui a lieu le lundi suivant.

Notes de fin de chapitre

¹ Les participants à cette expérience étaient Raphaël Douady (Chargé de Recherche CNRS, Ecole Normale Supérieure, Paris), Alexandre Fiebig (Maître ès Sciences en Biochimie, Ecole Normale Supérieure Cachan), Anne Jullien (Etudiante en Médecine) et Michel Schiff (Chargé de Recherche au CNRS, Paris).

² Pour les lecteurs intéressés, rappelons que les artères coronaires irriguent la paroi du cœur. Leur orifice d'entrée est situé sur l'aorte, là où cette dernière quitte le cœur. Dans la préparation de Langendorff, la circulation du liquide se fait à contre-courant. En effet le liquide physiologique sous pression constante est administré par une canule introduite dans l'aorte, en prenant soin de ne pas descendre trop bas et de boucher l'orifice d'entrée des artères coronaires. Les valvules de l'aorte, dont la fonction est de ne permettre que la circulation vers l'extérieur empêchent donc le liquide de pénétrer dans le ventricule gauche. Le liquide est alors forcé d'emprunter les artères coronaires. Après avoir irrigué le cœur, le liquide est recueilli par le sinus coronaire qui se jette dans l'oreillette droite. Le liquide sort donc du cœur par les vaisseaux droits.

³ On pourrait considérer que l'échantillon 11 étant au dessus de 10% est significatif. Il avait d'ailleurs été jugé sans effet mais douteux (« négatif ? » a été inscrit sur le compte-rendu des résultats avant le décodage). On peut faire remarquer également qu'étant donné la réactivité importante qu'avait le cœur ce jour-là pour cette série d'échantillons, le bruit de fond pouvait être plus élevé.