

ISSN 0567-6576

# **Bulletin des Académie & Société Lorraines des Sciences**

**ANCIENNE  
SOCIÉTÉ DES SCIENCES DE NANCY**

fondée en 1828

Etablissement d'utilité publique  
(Décret ministériel du 26 avril 1968)

**BULLETIN TRIMESTRIEL**

TOME 32 NUMERO 1

1993

## AVIS AUX MEMBRES

### COTISATIONS.

Les Membres des Académie & Société Lorraines des Sciences acquittent une cotisation annuelle. Celle-ci est fixée à 150 francs en 1993.

Le paiement de la cotisation donne droit au service du bulletin, et permet de bénéficier de ventes à tarif réduit. La remise accordée aux Membres des Académie & Société Lorraines des Sciences ne peut atteindre ou dépasser 50 % du prix de vente de la publication. Son taux, proposé par le Conseil, est ratifié en simple Assemblée générale annuelle (Statuts, Titre I, Art. III).

Tout règlement est à adresser, de préférence par chèque, à l'ordre du Trésorier des Académie & Société Lorraines des Sciences, Biologie végétale 1<sup>er</sup> Cycle, BP 239, 54506 Vandœuvre Cédex.

Chèque bancaire ou chèque postal au compte 45 24 V Nancy.

### BULLETIN.

Pour la vente exceptionnelle de numéros isolés ou anciens s'adresser au Trésorier ou au Secrétaire Général, 8, rue des Magnolias, Parc Jolimont-Trinité, 54220 Malzéville.

Afin d'assurer une parution régulière du Bulletin, les Membres ayant présenté une communication sont invités à remettre leur manuscrit en fin de séance au Secrétaire Général. A défaut, ces manuscrits seront envoyés à son adresse ci-dessus, dans les quinze jours suivant la séance. Passé ce délai, la publication sera ajournée à une date indéterminée.

Les corrections d'auteurs sur épreuves devront obligatoirement être faites dans les huit jours suivant la réception des épreuves, faute de quoi ces corrections seront faites d'office par la Rédaction, sans qu'il soit admis de réclamations. Les demandes de tirés à part non formulées en tête des manuscrits ne pourront être satisfaites ultérieurement.

Les clichés sont à la charge des auteurs.

Dans la mesure des possibilités financières, 20 tirés à part gratuits sont offerts aux auteurs. Des exemplaires payants supplémentaires peuvent être obtenus. S'adresser au Trésorier ou au Secrétaire Général.

Il n'y a pas de limitation de longueur ni du nombre des publications. Toutefois, les publications des travaux originaux restent subordonnées aux possibilités financières de la Société. En dernier lieu, le Conseil est souverain.

Il est précisé une nouvelle fois, en outre, que les observations, théories, opinions, émises par les auteurs dans les publications de l'Académie & Société Lorraines des Sciences, n'impliquent pas l'approbation de notre Groupement. La responsabilité des écrits incombe à leurs auteurs seuls.

Toute publication en tant que « note » doit être présentée par un membre titulaire de l'Académie. Il n'y a pas de « comité » de lecture pour l'agrément d'impression.

BULLETIN

**des ACADEMIE & SOCIETE  
LORRAINES DES SCIENCES**

(Ancienne Société des Sciences de Nancy)  
(Fondée en 1828)

BIBLIOTHEQUE INTERUNIVERSITAIRE DE NANCY  
SECTION SCIENCES

Rue du Jardin Botanique  
54600 VILLERS-LES-NANCY  
FRANCE

---

S O M M A I R E

--:--:--

|   | Pages |
|---|-------|
| DURAND, I., KELLER, J.M., CHERRORET, G., COLIN, S., DAUCA, M., et LEHR, P.R.  |       |
| Impact d'une intoxication aluminique postnatale précoce sur l'épithélium intestinal du rat: Etudes en microscopie électronique à transmission et en microanalyse de rayons X..... | 3     |
| PUEYO G.  |       |
| Les observations atmosphériques en France au XVIIIe siècle. Naissance d'une science moderne: l'Agrométéorologie.....  | 21    |
| Procès-verbal: séance du 11 février 1993.....   | 31    |
| Code du bon usage en matière de publications scientifiques, recommandé par l'UNESCO.....  | 37    |

**Impact d'une intoxication aluminique postnatale précoce sur l'épithélium duodénal de Rat : Etudes en microscopie électronique à transmission et en microanalyse de rayons X.**

DURAND,I.\*, KELLER,J.M.°, CHERRORET,G.\*, COLIN,S.°, DAUCA,M.°, et LEHR,P.R.\*,

*\*Centre des Sciences de l'Environnement (Neurotoxicologie)  
Université de Metz, 1 rue des Récollets, 57000 Metz*

*°Laboratoire de Biologie Cellulaire du Développement, Faculté des  
Sciences, Université de Nancy 1, 54500 Vandoeuvre les Nancy*

**(A)-Summary**

The effects of postnatal aluminium exposure, on microvillus surface area and elements concentration of duodenal enterocytes in rats, were studied by electronic microscopy and X-Ray microanalysis.

A significant decrease, of the microvillus wide, was detected by Aluminium chloride (100 mg Al/kg/day) and Aluminium lactate(100 and 200 mg Al/kg/day) treatments.

A significant variation of K, Ca, S and Fe concentrations was observed by Aluminium chloride (100 mg Al/kg/day) and Aluminium lactate (200 mg Al /kg/day) intoxication.

No effect on elements concentration was detected by Aluminium lactate (100 mg Al/kg/day) intoxication.

**Résumé**

L'impact de l'aluminium a été étudié sur la morphologie de la surface absorbante ainsi que sur la concentration en éléments des cellules épithéliales duodénales chez le Rat.

-----  
Note présentée à la séance du 11 mars 1993.

Une diminution significative du diamètre des microvillosités a été constatée lors d'une intoxication au chlorure d'aluminium (100 mg Al/kg/j) et au lactate d'aluminium (100 et 200 mg Al/kg/j).

Une variation dans la teneur en K, Ca, S et Fe a été observée lors d'une intoxication au chlorure d'aluminium (100 mg Al/kg/j) et au lactate d'aluminium (200 mg Al/kg/j).

Par contre un traitement au lactate d'aluminium (100 mg Al/kg/j) n'a pas d'influence sur la concentration en éléments.

### **Introduction**

L'aluminium, métal très abondant dans l'environnement, a pendant longtemps été considéré comme non toxique.

En effet, il est souvent rencontré sous forme insoluble, non absorbable; de ce fait sa toxicité n'apparaît que dans certaines circonstances, rendant difficile sa détection.

Depuis les travaux d'Alfrey et coll. en 1976, de nombreux auteurs ont mis en évidence le rôle toxique de l'aluminium dans l'encéphalopathie progressive des dialysés, qui se manifeste chez les patients souffrant d'insuffisance rénale chronique, soumis à des dialyses répétées.

Cette intoxication à l'aluminium, peut induire avant l'apparition de l'encéphalopathie, une anémie microcytaire et une ostéomalacie (Parkinson et coll. 1981- Wills et Savory 1983).

Depuis la découverte de sa toxicité, de nombreuses recherches ont été entreprises afin d'étudier ses modalités de pénétration dans l'organisme: les voies pulmonaire et digestive.

Si le tractus gastrointestinal représente une formidable barrière contre l'absorption de l'aluminium, de nombreux facteurs peuvent influencer celle-ci.

Andréoli et coll. en 1984, ont montré que les jeunes enfants insuffisants rénaux, absorbaient une plus grande quantité d'aluminium, du fait de l'immaturation de leur barrière intestinale.

D'autres facteurs tels la concentration d'aluminium administrée (Skalsky et Carchman 1983), le pH intraluminal (Van der Voet et de Wolff 1986), la présence ou non de nombreuses substances comme le calcium, la vitamine D

(Adler et Berlyne 1985) et l'hormone parathyroïdienne (Mayor et coll. 1977) peuvent également intervenir.

En ce qui concerne un éventuel impact morphologique de l'aluminium sur la barrière intestinale, au cours du développement, très peu de travaux ont été réalisés à ce jour.

C'est pourquoi, nous avons entrepris d'étudier l'impact d'une intoxication aluminique postnatale précoce sur l'épithélium duodénal de Rat, à une période critique du développement postnatal, soit entre le 5<sup>e</sup> et le 14<sup>e</sup> jour après parturition.

## **Matériel et méthodes**

### **ANIMAUX**

Des rats (*Rattus norvegicus*) de la souche Wistar provenant du centre d'élevage Iffa Credo (L'Arbresle, France) sont utilisés pour les expériences.

Les animaux sont élevés dans une animalerie dont la température est maintenue constante (21°-23°C) avec un rythme jour/nuit 12/12h. La nourriture (croquettes Extralabo, Provins, France) et l'eau sont données ad libitum

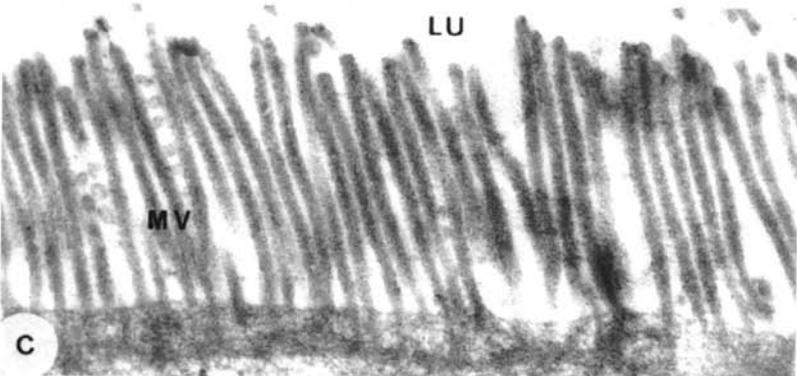
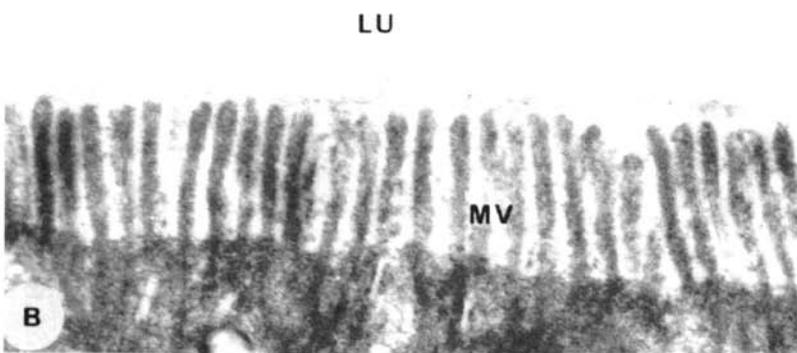
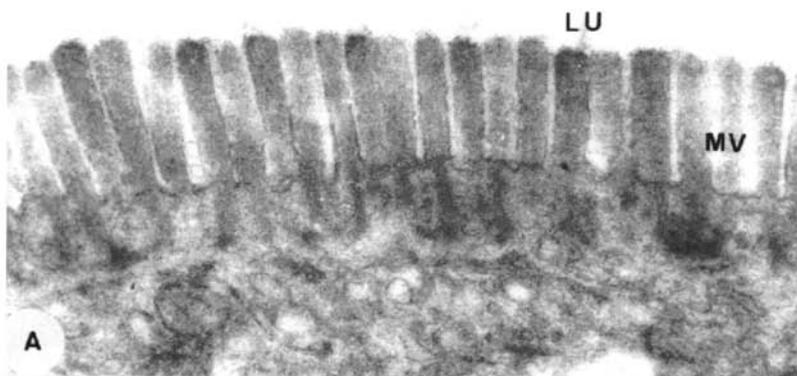
Les femelles nullipares sont placées en présence de mâles, le soir après 18 heures. Le lendemain, un prélèvement vaginal sur chaque rate permet de déterminer lesquelles se sont accouplées. Le jour de la fécondation est noté jour 0 de la gestation.

### **INTOXICATION**

Après parturition, la taille de la portée est réduite à 12 jeunes par souci d'homogénéité. Chaque portée est divisée, au hasard, en 4 groupes de 3 jeunes : un groupe contrôle, un groupe qui reçoit 100 mg d'aluminium (chlorure)/kg/j, deux groupes qui reçoivent respectivement 100 et 200 mg d'aluminium (lactate)/kg/j.

Les sels d'aluminium sont dissous dans de l'eau distillée (0 à 0,5 ml) puis sont administrés par intubation gastrique aux rats nouveaux nés. Le pH des solutions est respectivement 3-3,6-3,4 pour le chlorure d'aluminium 100 mg, le lactate d'aluminium 100 mg et 200 mg Al/kg/j.

Les rats contrôles reçoivent un volume équivalent d'eau distillée.



**Planche 1 : Surface absorbante des cellules épithéliales duodénales en microscopie électronique à transmission.**

**A :** Rat n'ayant subit aucun traitement  
(x 26600)

**B :** Rat contrôle (gavé à l'eau distillée)  
(x 26600)

**C :** Rat intoxiqué au lactate d'aluminium (200mg Al/kg/j)  
(x 26600)

LU : lumière intestinale - MV : microvillosités

Tous les jeunes sont traités du 5e au 14e jour après la naissance. Ils sont sacrifiés le 15e jour, un jour après la fin du traitement. Le duodénum est prélevé et préparé en vue des différentes études.

### MICROSCOPIE ELECTRONIQUE A TRANSMISSION

Les échantillons sont fixés dans une solution de glutaraldéhyde (2,8%) dans du tampon phosphate (0,1 M; pH 7,4) pendant 30 minutes à 4°C puis lavés avec du tampon (5 min), postfixés à froid pendant une heure au tétr oxyde d'osmium à 1% dans ce même tampon.

Les pièces sont ensuite déshydratées par la série des alcools à concentration croissante (30° à 100°, 10 min) et l'oxyde de propylène (3x10 mn). Elles sont imprégnées par un mélange Araldite-Epon/Oxyde de propylène puis incluses dans la résine pure. Les pièces sont enfin polymérisées à 60°C pendant 48 heures.

Les coupes fines (70 à 100 nm) sont obtenues à l'aide d'un ultramicrotome Reichert OMU2. Elles sont récupérées sur des grilles de cuivre puis contrastées par l'acétate d'uranyle et le citrate de plomb (Reynolds 1963).

Elles sont observées grâce à un microscope électronique à transmission Zeiss EM9-S-2.

Les mesures ont été effectuées, pour chaque cas, sur des rats de 2 portées différentes (2 rats par portée). Pour chaque rat, 6 cellules épithéliales ont été retenues et sur chacune d'elle, les mesures ont porté, au minimum, sur 15 microvillosités.

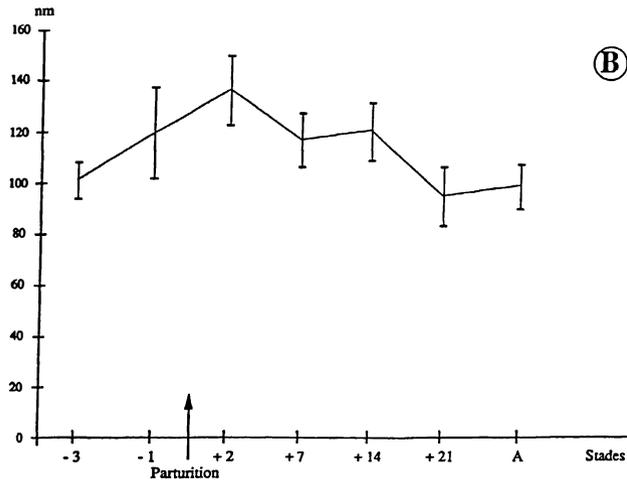
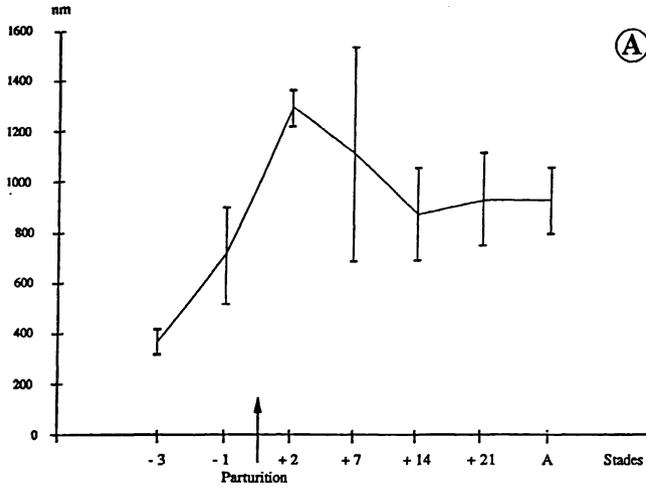
### MICROANALYSE DE RAYONS X

Les échantillons prélevés sont ouverts longitudinalement, nettoyés et étalés sur lame de verre, face muqueuse apparente.

Après dessiccation sous vide, ils sont collés sur des supports de microscope et métallisés au carbone.

L'analyse des différents éléments constitutifs est effectuée à l'aide d'un spectromètre à dispersion d'énergie Kevex Delta Class Analyser couplé à un microscope électronique à balayage Hitachi S 2500.

Les mesures sont effectuées sur des fragments de duodénum prélevés sur des rats intoxiqués entre le 5e et le 14e jour après la naissance. L'analyse porte sur 3 détections par



**FIGURE 1**

**A** : Longueur moyenne des microvillosités au cours du développement embryonnaire et postnatal.

**B** : Diamètre moyen des microvillosités au cours du développement embryonnaire et postnatal.

fragment et sur 6 morceaux provenant chacun d'un rat différent.

### STATISTIQUES

L'analyse statistique des données a été réalisée à l'aide du test t de Student, avec un seuil  $p < 0,05$ .

### **Résultats**

#### MICROSCOPIE ELECTRONIQUE A TRANSMISSION

Au cours de cette étude nous nous sommes intéressés à la surface absorbante et plus particulièrement aux microvillosités qui forment la bordure en brosse des cellules épithéliales du duodénum. Leur longueur et leur diamètre ont été contrôlés, d'une part chez des rats témoins (n'ayant subi aucun traitement particulier) et d'autre part chez des rats contrôles et des rats intoxiqués entre le 5e et le 14e jour après la naissance (planche I).

Dans une étude préalable, nous avons voulu voir, si une variation dans les dimensions des microvillosités, pouvait être mise en évidence au cours de la morphogénèse.

La figure 1.A montre une augmentation de la longueur des microvillosités qui atteint un maximum 2 jours après la naissance. Puis, on constate une diminution de cette valeur, qui se stabilise ensuite, à partir du 14e jour.

(Stade -3: 365 nm; Stade +2: 1287 nm; Stade adulte: 920 nm).

La figure 1.B indique également une augmentation du diamètre des microvillosités entre le stade -3 et +2 jours puis une diminution, bien que les variations ne soient pas significatives, entre le stade foetal -3 jours et le stade adulte.

(Stade -3: 101 nm; Stade +2: 136 nm; Stade adulte: 98 nm).

Après la réalisation de cette gamme témoin, nous avons mesuré ces mêmes variables, chez des rats intoxiqués entre le 5e et le 14e jour après la naissance, au chlorure d'Al 100 mg Al/kg/j et au lactate d'Al 100 et 200 mg Al/kg/j et chez des rats contrôles.

D'après la figure 2.A, il n'apparaît pas de variations significatives, au niveau de la longueur des microvillosités,



entre le groupe témoin de 14 jours, le groupe contrôle et les différents groupes de rats intoxiqués.

Par contre, la figure 2.B, indique une diminution significative ( $p < 0,002$ ) du diamètre des microvillosités entre le groupe témoin et le groupe contrôle, une diminution significative ( $p < 0,001$ ) entre le groupe témoin et les 3 groupes de rats intoxiqués, une diminution significative ( $p < 0,001$  pour le chlorure d'Al 100 mg -  $p < 0,01$  pour le lactate d'Al 100 mg -  $p < 0,05$  pour le lactate d'Al 200 mg) entre le groupe contrôle et les 3 groupes de rats intoxiqués.

### MICROANALYSE DE RAYONS X

Après l'étude des variations morphologiques des microvillosités, nous avons suivi l'évolution des éléments constitutifs des cellules épithéliales lors d'une intoxication aluminique postnatale précoce.

Cette étude fait suite à des travaux déjà réalisés par Keller et coll. en 1991 où ces auteurs ont déterminé la composition en éléments dominants (K, P, S, Cl et Ca) et à faible teneur (Fe, Cu, Zn, et Al), des épithéliocytes intestinaux. Ils ont pu suivre au cours du développement normal du Rat, le taux de minéralisation et les concentrations de ces éléments, ceux-ci étant fortement réduits entre le 20<sup>e</sup> jour de gestation et le 2<sup>e</sup> jour après la naissance.

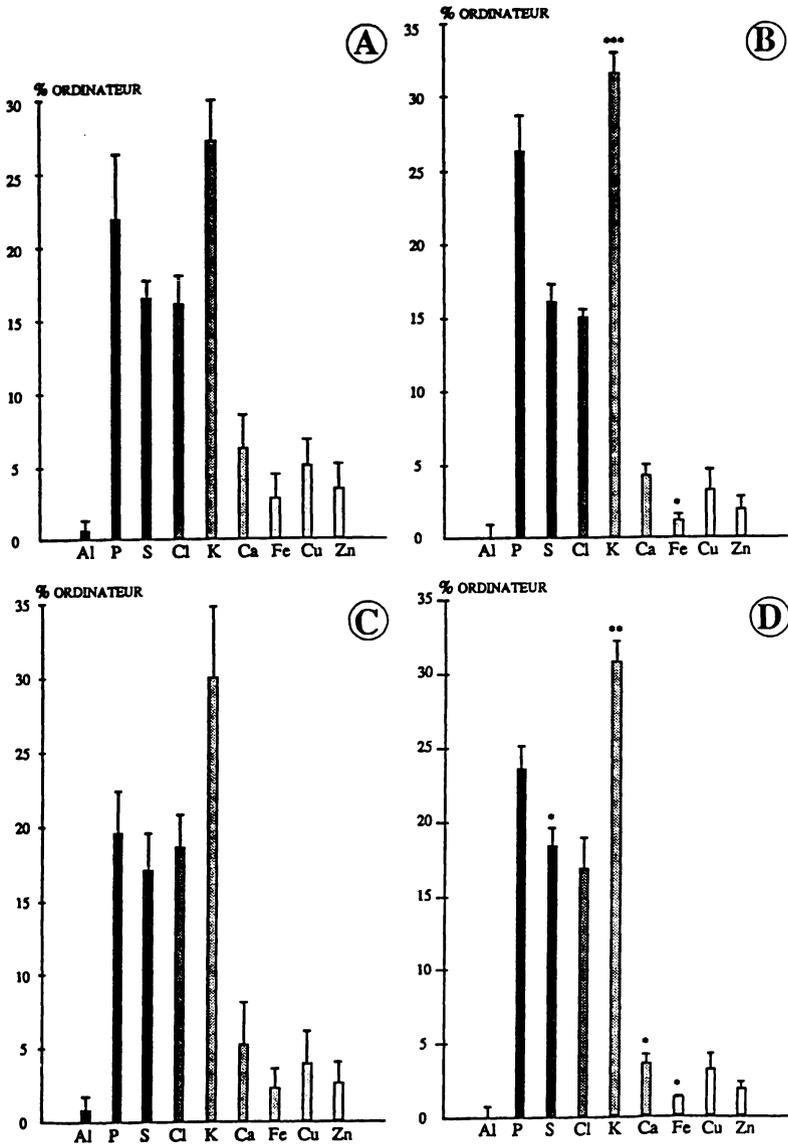
Il était donc intéressant de voir si une intoxication aluminique agissait sur la concentration de ces éléments.

La figure 3 A.B.C.D. nous montre tout d'abord que les pourcentages relatifs de certains éléments (Al, P, Cl, Cu, Zn) ne subissent aucune variation significative quel que soit le traitement.

Par contre, en ce qui concerne le fer, nous pouvons remarquer une diminution significative ( $p < 0,05$ ) de son pourcentage lors d'un traitement au chlorure d'aluminium (100 mg Al/kg/j) ou au lactate d'aluminium (200 mg Al/kg/j).

Il en va de même pour le calcium où nous avons observé une diminution significative ( $p < 0,05$ ) de sa teneur lors d'une intoxication au lactate d'aluminium (200 mg Al/kg/j).

Le soufre affiche une augmentation ( $p < 0,05$ ) lors d'un traitement au lactate d'aluminium (200 mg Al/kg/j).



**FIGURE 3 : Pourcentage moyen des éléments constitutifs des cellules épithéliales.**

■ : Groupe contrôle

■ : Groupe intoxiqué au chlorure d'Al (100mg Al/kg/j)

■ : Groupe intoxiqué au lactate d'Al (100mg Al/kg/j)

■ : Groupe intoxiqué au lactate d'Al (200mg Al/kg/j)

Significativité/contrôle: \* p<0,05  
 \*\* p<0,02  
 \*\*\* p<0,01

Quant au potassium, il subit la plus importante variation. En effet, nous pouvons remarquer une augmentation très significative ( $p < 0,01$ ) de son pourcentage lors d'un traitement au chlorure d'aluminium (100 mg Al/kg/j) et une augmentation significative ( $p < 0,02$ ) avec le lactate d'aluminium (200 mg Al/kg/j).

Par contre une intoxication au lactate d'aluminium (100 mg Al/kg/j) n'affecte pas la concentration des éléments.

## **Discussion**

### **MICROSCOPIE ELECTRONIQUE A TRANSMISSION**

Les résultats que nous avons obtenu lors de la mise en place de notre gamme témoin sont en accord avec certains travaux réalisés par Pénzès et coll en 1988-89, tout du moins en ce qui concerne le stade adulte, puisque pour les autres stades aucune référence n'a pu être trouvée.

Au niveau des résultats concernant l'intoxication aluminique, nous avons tout d'abord constaté une différence significative dans le diamètre des microvillosités, entre les rats témoins (non gavés) et les rats contrôles (gavés à l'eau distillée). Cette modification dans le diamètre laisserait supposer un certain impact du gavage.

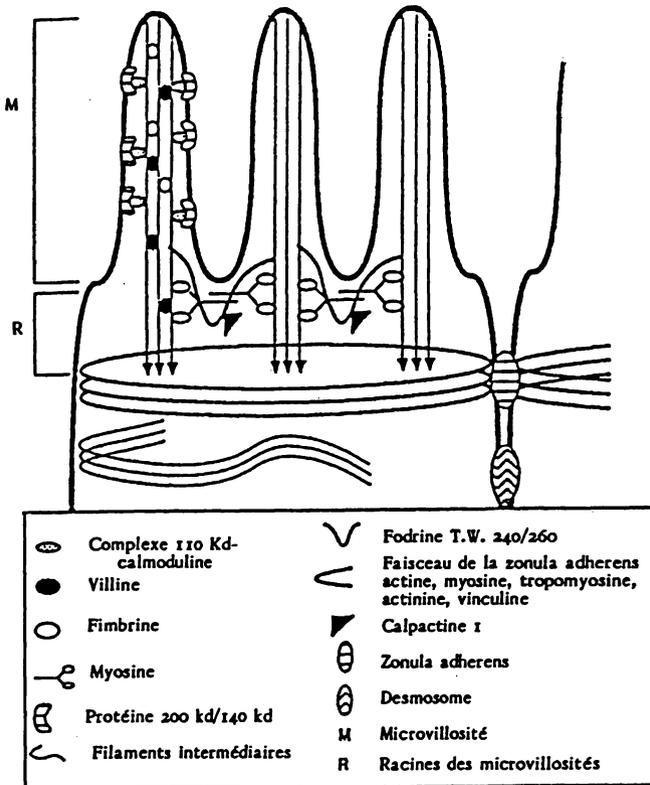
Il semble que l'eau distillée ne soit pas une solution aussi neutre qu'on peut le penser mais qu'elle puisse affecter certaines structures morphologiques.

Il serait fortement intéressant de poursuivre les études afin de mieux cerner l'impact d'une telle solution dite neutre.

En dehors de ce problème de gavage, nous avons remarqué un net impact de l'intoxication aluminique sur le diamètre des microvillosités et ce, quel que soit le traitement.

Cette variation du diamètre semblerait donc bien liée à la présence des ions aluminium, car le type de sel ne peut être mis en cause puisqu'il n'y a pas de différence significative entre les 3 traitements.

Divers constituants de la membrane plasmique et du cytosquelette contribuent à la structure des microvillosités. Des protéines de structure maintiennent leur forme ainsi qu'un



**FIGURE 4**

**ORGANISATION MOLECULAIRE DES MICROVILLOSITES INTESTINALES**

(D'après Coudrier et coll. 1988)

diamètre uniforme. Au centre de chaque microvillosité, réside un réseau de microfilaments spécialisés d'actine (figure 4).

Ces microfilaments sont attachés latéralement à la membrane par des ponts formés d'un complexe associant une protéine de 110kDa et la calmoduline (Matsudaira et Burgess 1982, cités par Mooseker 1985).

De nombreux travaux ont été entrepris sur ce complexe afin de vérifier qu'il était bien le lien entre les constituants et la membrane des microvillosités.

Glenny et Glenny en 1984 ont constaté que la protéine 110kDa était intégrée dans la membrane et ils ont ainsi suggéré un modèle d'organisation dans lequel la protéine interagirait directement avec l'actine d'un côté et la bicouche lipidique de l'autre.

D'autres études ont montré que l'association entre la calmoduline et la protéine 110kDa est apparemment calcium-indépendante (Glenny et Weber 1980, Howe et Mooseker 1983 cités par Conzelman et Mooseker 1987). Néanmoins, le complexe pourrait avoir une affinité pour le calcium et des changements dans la concentration de cet élément pourraient affecter les propriétés de ce complexe (Conzelman et Mooseker 1987).

Or lors d'une intoxication au lactate d'aluminium (200 mg Al/kg/j), nous avons mis en évidence une diminution significative ( $p < 0,05$ ) de la concentration en calcium d'où un possible impact sur le complexe 110kDa-calmoduline.

L'autre hypothèse qui pourrait expliquer l'action de l'aluminium sur les microvillosités part de l'observation faite par Siegel et Haug en 1983 qui ont montré que cet élément s'associait à des régions spécifiques de la calmoduline entraînant ainsi des changements conformationnels de cette protéine l'empêchant, par conséquent, d'agir avec d'autres protéines enzymatiques.

Il se pourrait donc que la calmoduline ainsi affectée par l'aluminium ne puisse plus s'associer correctement avec la protéine de 110kDa entraînant une mauvaise liaison entre l'actine et la membrane plasmique induisant alors un rétrécissement du diamètre des microvillosités.

Il faudrait poursuivre les investigations afin de mieux comprendre le mécanisme d'action de l'aluminium sur ce complexe et confirmer ces hypothèses.

## MICROANALYSE DE RAYONS X

Au cours de ces travaux, nous avons remarqué que les deux sels d'aluminium n'avaient pas le même impact sur la concentration des éléments constitutifs des cellules épithéliales duodénales.

Le chlorure d'aluminium a des effets à des doses plus faibles que le lactate d'aluminium. En effet, un traitement au lactate d'aluminium (100 mg Al/kg/j) semble n'avoir aucune incidence alors que l'on observe des similitudes d'impact entre un traitement au chlorure d'aluminium (100 mg Al/kg/j) et au lactate d'aluminium (200 mg Al/kg/j).

A dose égale, les effets sont plus importants au chlorure qu'au lactate d'aluminium.

En ce qui concerne la variation de la teneur de certains éléments, et notamment la diminution en calcium, Adler et Berlyne en 1985 ont montré que l'aluminium et le calcium franchissaient la barrière intestinale à l'aide du même transporteur protéique et rentraient donc ainsi en compétition. Les composés aluminiques, administrés par voie orale, induisant une augmentation de la teneur en aluminium dans le plasma, réduisent l'absorption du calcium d'où une teneur plus faible, ce qui va de pair avec nos observations.

Le fer subit également une diminution de son pourcentage, or, Cannata et coll. en 1991, ont mis en évidence que lors de l'administration à des rats d'une surcharge en fer, la concentration d'aluminium dans le cerveau ainsi que son excrétion urinaire diminuaient.

Il semble donc que ces deux éléments rentrent également en compétition, et donc l'administration d'aluminium entraînerait une diminution de l'absorption de fer, ce qui coïncide avec nos observations.

Si l'intestin régule le prélèvement des acides aminés, le foie joue un rôle important car il contrôle le métabolisme des protéines. Or, il semble que dans le foie, l'aluminium induise une inhibition de la synthèse protéique (Berlyne et coll. 1972) et si celle-ci est réduite, les acides aminés ne sont plus utilisés et s'accumuleront dans les tissus (Bocok et Zlotkin 1990) d'où une augmentation de la teneur en soufre par stockage d'acides aminés soufrés (méthionine et cystéine), ce qui coïncide avec nos observations.

En ce qui concerne l'augmentation significative de la teneur en potassium que nous avons observée, aucune explication logique n'a pu être retenue et il serait utile de poursuivre les recherches afin de voir les interactions possibles entre l'aluminium et le potassium.

### **Remerciements**

Cette recherche a été soutenue par la Fondation de la Recherche Médicale, Comité Lorraine.  
Sincères remerciements à Monsieur Christian Causse pour la réalisation des graphiques par ordinateur.

### **Bibliographie**

ADLER,A.J., and BERLYNE,G.M.,  
Duodenal aluminium absorption in the rat: effect of vitamin D.  
Am. J. Physiol., 249, 209-213, 1985

ALFREY,A.C., LE GENDRE,G.R., and KAEHNY,W.D.,  
The dialysis encephalopathy syndrome. Possible aluminium intoxication.  
N. Engl. J. Med., 294, 184-188, 1976

ANDREOLI,S.P., BERGSTEIN,J.M., and SHERRARD,D.J.,  
Aluminium intoxication from aluminium-containing phosphate binders in children with azotemia not undergoing dialysis.  
N. Engl. J. Med., 310, 1079-1084, 1984

BERLYNE,G.M., BEN ARI,J., KNOPF,E., YAGIL,R., WEINBERGER,G.,  
and DANOVITCH,G.M.,  
Aluminium toxicity in rats.  
Lancet, 2, 564-568, 1972

BOCOK,M.A., et ZLOTKIN,S.H.,  
Hepatic sulfur amino acid metabolism in rats with chronic renal failure.  
J. Nutr., 120, 691-699,1990

CANNATA,J.B., FERNANDEZ-SOTO,I., FERNANDEZ-MENENDEZ,M.J.,  
FERNANDEZ-MARTIN,J.L., Mc GREGOR,S.J., BROCK,J.L., and  
HALLS,D.,

Role of iron metabolism in absorption and cellular uptake of  
aluminium.

Kidney Int., 39, 799-803, 1991

CONZELMAN,K.A., and MOOSEKER,M.S.,

The 110kDa protein-calmodulin complex of the intestinal  
microvillus is an actin-activated Mg ATPase.

J. Cell Biol., 105, 313-324, 1987

GLENNEY,J.R., and GLENNEY,P.,

The microvillus 110K cytoskeletal protein is an integral  
membrane protein.

Cell, 37, 743-751, 1984

KELLER,J.M., CHERRORET,G., MULLER,G., COLIN,S., DURAND,I.,  
DAUCA,M., and LEHR,P.R.,

Evaluation of the elements in the intestinal epithelial cells of  
rat during the development by X-Ray microanalysis.

Biol. Cell, 73, 19a, 1991

MAYOR,G.H., KEISER,J.A., MAKDONI,D., and KU,P.K.,

Aluminium absorption and distribution : Effect of parathyroid  
hormone.

Science, 197, 1187-1189, 1977

MOOSEKER,M.S.,

Organization, chemistry and assembly of the cytoskeletal  
apparatus of the intestinal brush border.

Ann. Rev. Cell Biol., 1, 209-241, 1985

PARKINSON,I.S., WORD,M.K., and KERR,D.N.S.,

Dialysis encephalopathy, bone disease and anaemia : the  
aluminium intoxication syndrome during regular  
haemodialysis.

J. Clin. Pathol., 34, 1285-1294, 1981

PENZES,L., NOBLE,R.C., and REGIUS,O.,

Morphometric changes in the duodenal microvillous surface  
area of the non-pregnant, pregnant and lactating female rat.

Acta Morphol. Neerl. Scand., 26, 9-17, 1988/89

REYNOLDS,E.S.,

The use of lead citrate at high pH as an electron stain in electron microscopy.

J. Cell Biol., 17, 208-212, 1963

SIEGEL,N., and HAUG,A.,

Aluminium interaction with calmodulin. Evidence for altered structure and function from optical and enzymatic studies.

Biochim. Biophys. Acta, 744, 36-45, 1983

SKALSKY,H.L., and CARCHMAN,R.A.,

Aluminium homeostasis in man.

J. Am. Coll. Toxicol., 2, 405-423, 1983

VAN DER VOET,G.B., and DE WOLFF,F.A.,

Intestinal absorption of aluminium in rats : effect of intraluminal pH and aluminium concentration.

J. Appl. Toxicol., 6, 37-41, 1986

WILLS,M.R., and SAVORY,J.,

Aluminium poisoning : Dialysis encephalopathy, osteomalacia and anaemia.

Lancet, 2, 29-34, 1983

**LES OBSERVATIONS ATMOSPHERIQUES EN FRANCE  
AU XVIII<sup>e</sup> SIECLE  
NAISSANCE D'UNE SCIENCE MODERNE : L'AGROMETEOROLOGIE**

Guy PUEYO(\*)

-:-:-:-

"On me demandera peut-être pourquoi j'ai attendu si longtemps pour publier un projet que je crois utile et qui existe depuis près de quarante ans. Je répondrais que je n'en avais pas l'exécution possible et ceux qui savent quelles étaient alors les dispositions du peuple devant les avis... Quant aux cultures particulières aux climats, elles n'ont pas plus de trois siècles d'existence ; elles ont donc plus besoin que les autres que les cultivateurs soient éclairés par les savants..." ainsi s'exprimait Mr. de Lamoignon de Malesherbes qui présentait en 1790 devant la Société d'Agriculture de Paris un exposé intitulé : Mémoire sur les moyens d'accélérer les progrès de l'économie rurale de la France (11). Il pensait déjà depuis une dizaine d'années à exposer devant la Société un tel projet, comme il en avait déjà parlé à l'Académie des Sciences dont il était également membre. Dans ce très long mémoire, il évoque d'ailleurs les travaux de son illustre confrère Duhamel du Monceau, membre également comme lui des deux sociétés savantes et qui sera un précurseur des observations météorologiques régulières en France depuis 1740.

Remonter à cette époque, c'est revenir un demi-siècle en arrière et considérer alors l'ensemble de ces cinquante années de météorologie en France appliquée à l'agronomie et à l'élevage ; ou, si l'on préfère, avoir un aperçu des rapports qui existent entre le climat, les végétaux, les animaux et l'homme. A chaque extrémité de ce demi-siècle un point commun peut les relier sur le plan météorologique, les années 1740 et 1790 ont connu un hiver très rude ; avec 1709 et 1776, ils sont les plus froids du siècle. Nous allons tenter d'avoir un aperçu de l'évolution de la météorologie à travers ceux qui la pratiquent régulièrement et qui communiquent leurs principaux résultats à l'Académie Royale des Sciences pendant toute cette période (3) et à la Société d'Agriculture de Paris lors d'une parution régulière de son bulletin, mais seulement vers la fin de cette période, avec la publication de ses "trimestres" à partir de 1785 (18).

(\*). Communication présentée à la séance du 11 février 1993.

C'est donc au sortir du long hiver froid de 1740 que nous nous reportons pour voir arriver à Paris les résultats des observations de province et ces derniers aussi bien à Paris même, qu'aux abords immédiats, ou bien encore d'un peu plus loin, mais toujours en Ile-de-France. Voyons ainsi tout d'abord celles exécutées dans la capitale, puis éloignons-nous progressivement dans le temps et en distance.

Chaque année, Maraldi fait part à l'Académie des Sciences des observations météorologiques qu'il effectue à l'Observatoire Royal pouvant donc représenter le temps qu'il fait au coeur de Paris. On y trouve représentées scrupuleusement pour 1740, comme les années précédentes, ou suivantes, les observations donnant les résultats de la lecture du thermomètre, dont il relève en degrés Réaumur les rigueurs de cet hiver froid, ainsi que ceux du baromètre pour ces mêmes conditions extrêmes ; il donne également les quantités de pluies relevées en hauteur d'eau mensuelles ; les variations de la déclinaison de l'aiguille aimantée ne sont pas oubliées non plus. Chaque année, l'ensemble va donner les répercussions du temps sur la végétation, dont il essaiera d'établir les rapports qui ne manquent pas d'apparaître (15). D'autres savants continueront au cours des années suivantes les mêmes relevés à l'Observatoire Royal et nous voyons ainsi, Fouchy, Mairan, Le Monnier, Le Gentil qui ira jusqu'à faire des comparaisons entre l'extérieur et les caves de l'Observatoire, en ce qui concerne : la température, la pression et l'humidité de l'air (1). A l'Observatoire de la Marine, Messier en fera de même en installant ses appareils sur la terrasse de cet établissement et les poursuivant pendant vingt-trois années consécutives ; il effectue régulièrement deux fois par jour, matin et soir, les principaux relevés de températures, de pression, de vent et, le plus possible, la quantité de pluie (16).

En nous éloignant à peine de quelques kilomètres de Paris, nous trouvons à Montmorency les très patientes observations que Cotte y effectua pendant quarante années (6). On ne peut se rendre compte du nombre incalculable de relevés dûs à la minutie et à la persévérance d'un homme qui a poursuivi deux fois et souvent trois fois par jour les relevés de température, de pression, de vent, de pluie, d'évaporation et de quelques particularités dès qu'elles apparaissent. Puis, d'établir des moyennes mensuelles et annuelles pour les présenter en de nombreuses colonnes de tableaux où viendront, plus tard s'établir des moyennes pour chaque élément atmosphérique. Chaque mois était également indiqué le caractère dominant de celui-ci, mais non exempt des caractères bénéfiques, ou nuisibles qu'ont amenés sur les cultures, ou l'élevage, telle ou telle incidence atmosphérique. Chaque mois, un bilan du temps est fait avec ses applications sur les productions principales des éleveurs et des cultivateurs ; il en est de même

avec le bilan annuel déterminant si elle a été une bonne ou une mauvaise année. Des conseils viennent, avec l'âge et l'expérience de l'auteur, pour venir en aide à l'homme des champs face au climat (4).

En nous éloignant encore un peu plus, nous atteignons maintenant les limites de l'Ile-de-France pour trouver un observateur, bénévole toujours comme ses collègues en ces temps-là, qui a fait de nombreux relevés sur le terrain. Mais cet homme n'est pas n'importe quel amateur s'intéressant à la météorologie. Il s'agit d'Henri-Louis Duhamel du Monceau qui va être dès 1740 l'un des plus assidus dans ce domaine (7). Son prestige ultérieur, imposé par la constance et la pertinence de ses publications régulières en fera l'un des précurseurs des observations météorologiques modernes appliquées à la végétation. Il mérite une place tout à fait à part dans cette spécialité qui pourtant n'était pas son objectif principal ; tout au plus une formation polyvalente de haut niveau lui permettait d'aborder cette science, comme elle lui a permis d'en aborder d'autres, mais là n'est pas notre propos. Un court parallèle peut être établi avec Lavoisier, homme du même niveau intellectuel et de réputation semblable (12). Tous deux ont abordé la météorologie par la nécessité que posaient aux propriétaires terriens qu'ils étaient les rigueurs d'un hiver froid menaçant sérieusement le développement de leurs plantations, l'hiver 1740 pour le premier et l'hiver 1776 pour le second ; mais ce dernier a été moins assidu, accaparé en même temps par son laboratoire parisien où il allait, l'année suivante, 1777, établir la composition de l'air ; il les fit poursuivre cependant plus ou moins régulièrement pendant de longues années. Mais Duhamel du Monceau, lui, a bel et bien commencé de longues séries d'observations météorologiques qui ne s'achèveront que l'année précédant sa mort. C'est ainsi qu'il produisit, chaque année, pendant quarante ans, les résultats annuels complets faits dans sa propriété du Gâtinais et qu'il présentait en séance devant ses confrères de l'Académie des Sciences (8). Voyons-en l'essentiel.

Sous le titre "Observations botanico-météorologiques faites au château de Denainvilliers proche de Pluviers, dans la région de Pithiviers en Gâtinois." La première page est consacrée à un avertissement au lecteur où Duhamel présente son travail en annonçant que des tableaux donneront les trois mesures quotidiennes de température et de pression. Les pages suivantes sont remplies de tableaux à sept colonnes avec les jours du mois, l'état du ciel, le vent, la pluie et bien sûr la température et la pression. Chaque tableau mensuel occupe une page entière, tandis que sur l'autre, en regard, on trouve les précisions quotidiennes de l'état de la végétation et de la santé des animaux. Une récapitulation de l'état général du temps par saison et par mois sur les principales productions animales et végétales vient

clôturer ce long rapport, non sans avoir mis en relief la qualité et la quantité de certaines denrées indispensables à la consommation, ainsi que l'état de santé des animaux domestiques, voire même l'apparition de maladies épidémiques avec le temps où elles ont atteint les populations et les dégâts causés. Cela, il le fait avec autant de précision lors du tout premier rapport qu'il fit en 1741 pour l'année précédente, donc 1740, que pour la toute dernière, 1780, qu'il présenta à ses confrères en 1781. Au fil des années, on remarque la même constance et peu de changement, si ce n'est de nouvelles améliorations tant dans les techniques que dans l'appareillage, mais visant toujours les mêmes relevés à seule fin de comparaison.

En faisant cela régulièrement dans le même endroit, avec les mêmes méthodes, aux mêmes lieux, avec les mêmes appareils et relevant les mêmes éléments atmosphériques dont il établit ensuite les mesures après d'attentives lectures des chiffres, on peut dire que cette étude rationnelle de l'atmosphère d'une station a bien servi de milieu ambiant aux végétaux de sa propriété de Denainvilliers que l'on considérerait de nos jours comme une station météorologique. Observer pendant quarante ans le comportement climatique en toutes saisons a donné à Duhamel une longue expérience dans un domaine où il n'était pas préparé dans sa jeunesse, mais où il sera des plus écoutés, sa maturité venue (9). Dans sa vieillesse, de nombreux visiteurs viendront lui demander des conseils et même des directives pour entreprendre des observations météorologiques avec fruit et parmi eux, il verra venir à lui dans les années 1765, un jeune oratorien, le R.P. Cotte se proposant d'en commenter de semblables à Montmorenci ; on a pu voir dans les pages précédentes qu'elles ne se sont arrêtées qu'avec sa vie, donc plus de quarante années plus tard (6).

Il nous faut maintenant nous éloigner encore plus du Bassin parisien et essayer de trouver dans chaque grande région quelques exemples d'observations météorologiques poursuivies assez longuement pour être signalées dans ce propos. Dans le Nord, on peut trouver en Artois le Dr. Delarsé faire presque dix années d'observations météorologiques, tandis qu'en Flandre le Dr. Boucher en fait de même à Lille, le Dr. Lucq, à Maubeuge et le Dr. Mac Namara, à Dunkerque. Dans l'Est, c'est d'Alsace que viennent les plus importantes mesures avec celles de plus de trente années effectuées à Mulhouse par Meyer fils, ou en Lorraine par les observations de Le Gaux fils effectuées à Metz, ou par Maillette à Nancy. Dans l'Ouest, en Normandie par le Dr. le Pecq à Rouen, en Bretagne à Saint-Briec par le Dr. Bagot. En Touraine, on ne peut manquer de signaler que Lavoisier se rendant assez souvent en son domaine de Freshines, à mi-chemin entre Blois et Vendôme, fit, à partir de 1776, quelques relevés météorologiques comme il le faisait également en Beauce et à Paris à seule fin de comparaison, à la fois pour la valeur des

mesures et pour l'évolution du temps, mais en rappelant que c'était pour lui d'un caractère accessoire et complémentaire, vu uniquement dans un but pratique (13).

En Poitou, on peut remarquer les observations nombreuses du Dr. Gallot à Saint Maurice-Le-Girard, ou bien encore celles de relevés bi-quotidiens du Dr. Mazière à Poitiers pendant dix années consécutives. Dans le Sud-Ouest, c'est principalement le Dr. Guyot qui fait toute sa vie des relevés des principaux éléments atmosphériques, température, pression, pluie et vent, consignés deux fois par jour sur un registre, ou bien encore le Dr. Dufau à Dax. Nous continuons avec le Sud, à Toulouse, avec les relevés de Marcorelle soigneusement effectués deux fois par jour au cours de plus de dix années consécutives. Poursuivant en Languedoc, c'est encore deux observateurs qui peuvent être signalés à Montpellier, tous deux membres de la Société Royale de Médecine de cette ville, Mourgue et Poitevin, ce dernier pendant près de vingt années ; on pourrait également penser à Bouillet pour la ville de Béziers. En poussant plus à l'Est, c'est surtout à Marseille que quelques observateurs s'essayent à ces observations nouvelles et parmi eux les directeurs de l'observatoire situé dans la ville haute ne s'en privent pas et peuvent de son promontoire, bien placé, faire de bons relevés plusieurs fois par jour pendant dix ans pour l'un d'entre eux, les autres ne le firent que sporadiquement, il s'agit surtout de Sylvabelle. On peut remonter la Provence en signalant les relevés du Dr. Bouteille à Manosque, le Dauphiné avec le Dr. Révolat à Vienne, la Franche-Comté avec le Dr. Meillardet à Besançon, la Bourgogne avec le Dr. Maret à Dijon, ou bien encore Pafumot à Auxerre. Revenons un peu dans le Centre, en Auvergne avec de Brioude à Aurillac, Alexis de Dublin à Clermont-Ferrand, ou bien encore le Dr. Flaugergue à Rodez et enfin dans le Boulonnais avec les relevés du Dr. Debrest également plusieurs fois par jour, dans la ville de Cusset.

Nous pourrions bien sûr nous étendre avec une liste plus longue, mais avons préféré nous en tenir aux auteurs ayant fait des relevés des mêmes éléments atmosphériques, avec les mêmes méthodes, plusieurs fois par jour et au minimum de huit à dix années successives. Seuls quatre ou cinq dépassent vingt ans et deux seuls dépassent le double, soit quarante années ; Cotte et Duhamel du Monceau.

Ainsi s'achève ce rapide tour de France, quelque peu rudimentaire, où nous avons simplement signalé les principales observations météorologiques régulières selon les normes de l'époque qui ont été communiquées aux académies et sociétés savantes de province, ou parfois directement à Paris. Mais, par quel moyen eut lieu cette forme d'information ?

Bien souvent un savant avait connaissance de certaines observations qui se faisaient dans sa région,

étant en correspondance avec son ou ses auteurs qui lui envoyaient leurs résultats ; il les déposait sur le bureau de sa société ou de son académie en même temps qu'il communiquait les siennes propres. Il servait ainsi de relais entre la campagne et la ville. Plus tard; à partir de cette ville ces résultats parviendront à Paris, parce que eux-mêmes sont en rapport avec un membre d'une société savante de la capitale, qui, à son tour centralise quelque peu ce qui parvient et seront retrouvés plus tard dans leur correspondance personnelle, où déposés aux archives de la société savante. Réaumur (17), Duhamel du Monceau (7), Cotte (5), Lavoisier (12) ne sont que quelques noms parmi les meilleurs exemples à signaler dans ce sens.

Nous avons vu que ces travaux produisaient les observations météorologiques en priorité, accompagnées cependant des rapports possibles entre le temps et la tenue de la végétation, en général. Mais, il y aura d'autres auteurs qui établiront des rapports plus étroits entre le climat et les cultures, ainsi que l'élevage. Ces rapports directs sont même signalés en fonction de l'état de l'atmosphère et la santé des hommes et des animaux pour en arriver à de véritables comptes rendus suivis par un même auteur pour sa région et cela, pendant des années. On pourra ainsi connaître plus tard pour tel ou tel désastre ou catastrophe importante sur le plan météorologique, quelles ont été les répercussions sur les productions des terres, l'état des animaux ou la santé des paysans d'une région plus touchée par rapport à telle autre ; ces résultats étant centralisés en quelque sorte sur un plan plus national parce que connus pour l'ensemble du territoire.

Cela nous permet ainsi, après deux siècles d'évoquer quelques résultats parmi les plus intéressants connus de nous, ce jour. Ainsi à travers la France donnons rapidement quelques exemples. Un véritable état des maladies épidémiques est dressé chaque année à Paris en fonction de la température de l'air pour la région parisienne par Malouin (14), tandis que Guettard étudie la transpiration des plantes, lui aussi chaque année (10) ou bien encore, Cotte à nouveau pour l'Ile-de-France (6).

Reprenons une fois encore notre tour de France avec quelques membres de l'Académie d'Arras s'intéressant à ces problèmes à la suite de Buissart, tandis qu'en Boulonnais, Courset y effectue ses observations géorgico-météorologiques. En Normandie, beaucoup d'auteurs ne font des relevés que pour les années cruciales, à part Le Pecq de la Clôture qui poursuit plus longtemps pour la région rouennaise. Il en est un peu de même en Bretagne à part les huit années de Ragot pour Saint-Brieuc et les cinq à Saint-Malo de Bougourd. En descendant dans le Sud-Ouest, signalons Gallot en Poitou, Fleuriau à La Rochelle, Sarreau, secrétaire perpétuel de l'Académie de Bordeaux

et le Dr. de la Mothe, membre de cette même académie ; dans le plus bas sud-ouest c'est à Dax que Borda effectue ses observations. Juge en Limousin et en Languedoc par Amoureux, en Roussillon par Costa ou en Provence par Bernard Empereur, ou bien encore le Dr. Bouteille à Manosque. En Dauphiné par Villars, en Lyonnais par Dyvoiry, en Bresse par Varenne de Fenille qui ne manque pas de faire pendant de nombreuses années de véritables synthèses à la suite de ses nombreux relevés. Parmi ses constatations sur les étangs de la Bresse au cours de l'hiver 1788-1789, il évalue la mortalité des poissons en recherchant les causes et remonte par là aux dures conséquences des gelées et autres rigueurs de cet hiver-là ; voilà bien un exemple d'application du climat sur les êtres vivants et plus particulièrement sur les peuplements naturels de la région de Bourg en Bresse (20).

La remontée par la Bourgogne avec Housset, en Champagne par Cliquot Blervache ou deux oratoriens, les Pères Le Boutillier et Rondeau. En Alsace, c'est surtout Meyer qui observe pendant trente années et fait part à Cotte de ses relations entre climat et pays, vu ici pour la région de Mulhouse ; citons également Keller à Hagueneau, Poma à Saint-Dié, ou bien encore Spielman à Strasbourg. A Soissons, Dieu ne manque pas de faire quelques observations pertinentes sur le baromètre et la pression atmosphérique de sa région, tandis qu'à Meaux un autre oratorien encore, le Père Macé de Brézé fait également de nombreux relevés de pression accompagnant ceux de température et en distingue quelques étroites relations ; il fait plusieurs années consécutives des observations de l'état atmosphérique pour sa région de la Brie.

Cette courte évocation a montré deux catégories d'observateurs, tous bénévoles. Les premiers par leurs travaux de longue haleine visent à considérer la météorologie comme un apport supplémentaire au rôle du climat sur les animaux et les végétaux de leur région. Le second groupe est de loin le plus important, car beaucoup d'hommes vivant constamment en pleine nature ont les yeux fixés au ciel, dès l'approche d'une intempérie ou d'une manifestation atmosphérique quelconque ; bien souvent, ces derniers n'ont pas communiqué le fruit de leurs observations, ni de la consignation sur un registre ou cahier quelconque. Elles sont la plupart de courte durée à chaque période où ils les firent et des solutions de continuité sont le lot habituel de ces observations pourtant effectuées fort à propos et en des techniques valables, même si le matériel et l'appareillage en font des installations empiriques. Le XVIIIe siècle est quand même l'avènement de la météorologie moderne en France, chez nos voisins et dans certains pays d'Asie et d'Amérique. Les services qu'elle va rendre à l'agriculture ne feront qu'accélérer sa promotion comme science complètement autonome au cours des siècles suivants.

## B I B L I O G R A P H I E

-:-:-

1. Académie Royale des Sciences.  
-Archives.- Paris. 1740-1790.
2. Académie royale des Sciences.  
- Histoire.-Paris. 1740-1790.
3. Académie royale des Sciences.  
- Mémoires.-Paris. 1740-1790.
4. COTTE (L.).  
- Traité de météorologie.-Paris.Impr. Roy., 1774.
5. COTTE (L.).  
- Mémoires sur la météorologie.-Paris.Impr., Roy., 1788
6. COTTE (L.).  
- Résultats moyens des observations météorologiques faites à Montmorenci et à Paris pendant quarante années de 1765 à 1803.-Mém. Soc. Agr. Paris, 6, 319-325, 1804.
7. DUHAMEL DU MONCEAU (H.-L.).  
- Observations botanico-météorologiques faites à Denainvilliers, près de Pithiviers en Gâtinois, Mém. Acad. Roy. Sc., 149-173, 1741.
8. DUHAMEL DU MONCEAU (H.-L.).  
- Observations botanico-météorologiques faites à Denainvilliers, près de Pithiviers en Gâtinois, Mém. Acad. Roy. Sc., 1742-1782.
9. FOUGEROUX de BONDARROY (A.).  
- Eloge de M. Duhamel fait à l'Académie Royale des Sciences. - Hist. Acad. Roy. Sc., 131-156, 1782.
10. GUETTARD (J.-E.).  
- Mémoires sur la transpiration insensible des plantes. Mém. Acad. Roy. Sc., 569-599, 1748 et 265-317, 1749.
11. LAMOIGNON de MALESHERBES (C.).  
- Moyens d'accélérer les progrès de l'économie rurale en France.- Mém. d'Agr. d'Econ. Rur. et Dom. de la Soc. Roy. d'Agr. de Paris, 6, 19-94. trim. de printemps 1790
12. LAVOISIER (A.-L. de).  
- Oeuvres, dont la correspondance, 4 vol. in 4°. Paris, Impr. Impér., 1862-1868.
13. LAVOISIER (A.-L. de).  
- Extrait des Mémoires concernant la météorologie et l'aéronautique. Paris, Etienne Chiron, 1926.
14. MALOUIN (P.).  
- Histoire des maladies épidémiques de 1746 (et suivantes.....) à Paris en même temps que les différentes températures de l'air. Mém. Acad. Roy. Sc., 1746 (et suivantes.....).

15. MARALDI (G.).  
- Observations météorologiques faites à l'Observatoire Royal pendant l'année 1740 (et suivantes..). Mém. Acad. Roy. Sc. 1740 (et suivantes....).
16. MESSIER (C.).  
- Considérations physiques du chaud et du froid de 1776 sur le sol, sur les liquides et sur les gaz. Hist. Acad. Roy. Sc., 1-6, 1776.
17. REAUMUR (R.-A. Ferchault de).  
- Observations du thermomètre faites en 1740 à Paris dans d'autres endroits du Royaume ou des pays étrangers Mém. Acad. Roy. Sc., 539-567, 1740.
18. Société Royale d'Agriculture de Paris.  
- Mémoires d'Agriculture, d'économie rurale et domestique publiés par la... Paris, 25 volumes trimestriels, 1785 (et suivantes....).
19. Société d'Agriculture du Département de la Seine.  
- Mémoires d'Agriculture, d'économie rurale et domestique publiés par la ... Paris, 1799 ( et suivantes....).
20. VARENNE de FENILLE ( . ).  
- Mémoire sur les causes de la mortalité du poisson dans les étangs pendant l'hiver 1788-1789 et sur les moyens de l'en préserver à l'avenir. Mém. d'Agr. d'Econ Rur. et Dom. de la Soc. Roy. d'Agr. de Paris, 5, 77-107, trim. d'hiver 1789.

---

S U M M A R Y:

Atmospheric observations, in France, in the XVIII century, have been at the root of a modern agronomic meteorology. A detailed study of the documents show that at this time the repercussion of the climat on the human and animal health was already study. For example in Paris an estimation of the epidemics according to the temperature has been established. Some of precious observation has been unfortunatly sporadic at the time.

---

Note transmise par M. J.F. PIERRE.

PROCES-VERBAL DE LA SEANCE DU 11 FEVRIER 1993

-:-:-:-

A 17 heures, dans la salle n° 1 de l'Hôtel du District de l'Agglomération nancéienne, le Professeur FLECHON, Président, ouvre la séance, en présence de 65 personnes.

Etaient présents :

Mmes. HEUSSER, KAYL, BERNA.  
Mlle. BESSON.  
Mrs. PIERRE, KELLER, KAYL, ARNOULD, HEYDORFF,  
CHAUVIAC, COMBREMONT, COUDRY, FAUSSEMAGNE, DELIVRE, CHRETIEN,  
BERNA, DOSSMANN, COURBET, BOURGOIN, MICHEL, VILLEMEN, JEHL,  
LESUEUR, GNEMMI, DUPONT, TOMMY-MARTIN, STEPHAN, RAUBER, MAUBEUGE,  
CORNEVAUX.

Etaient excusés :

Mmes. CLEVENOT, WEINHEIMER.  
Mlle GRAND'EURY.  
Mrs. WALCK, COEURDEROY.

Le Secrétaire général, P.L. MAUBEUGE, signale le mémoire reçu de Elvira HÖRDL de la Société autrichienne de Zoologie et de Botanique traitant du genre *Salix*, ainsi que le travail de notre collègue belge J. LECLERC : "Préhistoire de l'entomologie" dans les Mémoires de la Société royale belge d'Entomologie".

Le Président donne la parole à Mr. PUEYO pour une communication sur les observations atmosphériques en France au 18<sup>e</sup> siècle et la naissance d'une science moderne : la Météorologie".

C'est d'abord un démarrage lent auquel participent des hommes célèbres par ailleurs : LEONARD DE VINCI, TYCHOBRAHE, MERCATOR. A la fin du 17<sup>e</sup> siècle, il existe 60 échelles de températures et de nombreuses variétés de thermomètres à air, eau, alcool, mercure. Les relevés de températures, de pressions et de pluies utilisent des symboles. Enfin, au 18<sup>e</sup> siècle, de grands savants travaillant à l'Observatoire de Paris pratiquent 2 à 3 mesures par jour : CASSINI, DUHAMEL DUMONCEAU, COT, si bien qu'en y ajoutant les observations de LAVOISIER nous avons une description précise des deux grands hivers du siècle : 1740 et 1776.

Le président remercie Mr. PUEYO et invite Mme PETRY, chargée du Patrimoine, Conservateur du Musée des Beaux Arts de Nancy, à traiter le sujet suivant : "GEORGES DE LA TOUR: OMBRES ET LUMIERES". Il en est donné, ci-après, le résumé que la conférencière nous a communiqué :

*Georges de La Tour, peintre du XVIIe siècle est presque notre contemporain. Il est né à l'histoire en 1863. Immortel désormais mais ressuscité. Quand l'oubli s'est emparé d'un artiste, seule l'érudition et la plus austère peut retirer de l'ombre quelques débris authentiques (1).*

Cette phrase de Jacques Thuillier souligne à quel point toute étude sur Georges de La Tour, et a fortiori si son titre est *ombres et lumières*, doit obligatoirement commencer par un regard, si rapide soit-il, sur l'état de la recherche sur sa vie et son oeuvre, sur les ombres qui subsistent et les lumières qui aujourd'hui les éclairent d'un jour nouveau.

### **Ombres et lumières sur la vie et l'oeuvre de Georges de La Tour**

Sans revenir sur les détails biographiques que chacun connaît grâce aux travaux récents d'Anne Reinbold (2), Pierre Rosenberg (3) et Jacques Thuillier (4), rappelons seulement que né en 1593, à Vic petite ville fortifiée et prospère proche de Nancy, mais rattachée à l'évêché de Metz, fils d'un boulanger, bien des inconnues demeurent encore sur les années de formation de l'artiste. Si la présence à Vic d'un grand collectionneur, humaniste, Alphonse de Rambervillers, auteur des *Pieux élancements d'un poète dévot* (ouvrage offert au roi en 1600), a pu, a dû tenir sa place dans l'éveil de l'enfant, on ignore toujours qui fut son premier maître : à Vic, Dogoz ou le mystérieux Jean Saint Paul... ou à Nancy, Bellange ? L'ombre semble aujourd'hui se dissiper quelque peu sur la possibilité d'un voyage précoce en Italie grâce à la découverte récente à Serrone (entre Rome et Lorette) d'une oeuvre anonyme, qui pourrait être un exemple de l'art de La Tour, jeune génie *nourri de tout ce qu'il a vu, mais qui quitte à paraître maladroit veut dire autre chose et autrement* (J. Thuillier, op. cité, p. 30). Il semble par ailleurs peu vraisemblable que seul La Tour, parmi les grands artistes de son temps en Lorraine, ait résisté à l'attrait de l'Italie. Il y avait en 1627 environ six mille Lorrains à Rome. Pourtant les archives tant vicoises que romaines sont à ce jour muettes sur ce point. Et cette ombre, devenue pénombre, pèse encore lourdement sur la vie et l'oeuvre du peintre et elle n'est malheureusement pas la seule. On ignore en effet quelle fut l'étendue des pertes provoquées par l'incendie de 1638, qui dévasta Lunéville. Il aurait pu entraîner à jamais La Tour dans l'oubli, il fut à défaut cause de lacunes irréparables dans son oeuvre. Ajouter à cela le peu de commandes qui subsistent et l'on peut mesurer les manques irrémédiables de notre connaissance. Nous ignorons par ailleurs tout de son visage, de celui de sa femme Diane, des traits de son caractère (même si quelques indications d'archives, abusivement exploitées ont permis à certains d'en faire un personnage violent, irascible), de la part prise dans son oeuvre par son fils Etienne, peintre lui aussi, à la fin de sa vie. Nul portrait, pas de témoignages écrits, aucun échange épistolaire ne viennent guider nos pas, éclairer nos incertitudes. Enfin, si les documents d'archives publiés par Michel Antoine en 1979 ne laissent plus planer aucun doute sur la réalité d'un séjour de La Tour à Paris en mai 1639, on ne sait trop pour quelles raisons, honoré du titre de *peintre ordinaire du roy* et désormais désigné comme *peintre fameux*, il choisira pourtant de revenir en Lorraine où il est à nouveau mentionné en septembre 1639, de demeurer à Lunéville, où il finira sa vie (+ 1652) et ne cessera de perfectionner son art.

### **Jeux d'ombres et de lumières : évolution d'un style**

L'étude de cet oeuvre aujourd'hui sorti de l'ombre (Jacques Thuillier accepte 80 compositions, dont la moitié ne sont connues que par des copies ou des mentions anciennes, une douzaine d'oeuvres sont signées, deux sont datées), permet de s'interroger avec quelque cohérence sur la signification de ce langage des ombres et de la lumière à travers l'oeuvre de La Tour.

#### **- Jeux d'ombres en lumière naturelle**

Lorsqu'en 1931, Hermann Voss après la découverte du tableau Landry (*Le Tricheur* du Louvre) ose pour la première fois attribuer à La Tour quelques diurnes, il écrit ceci : "*Il est certain qu'entre un nocturne et un tableau à éclairage diurne la distance qu'il faut*

*franchir au point de vue du style est assez considérable. Les effets de clair-obscur apparaissent chez La Tour comme une partie si foncièrement intégrante de son style personnel, qu'il n'était pas facile de le reconnaître dans des oeuvres n'ayant pas cette caractéristique.* Il est particulièrement important de constater que c'est la découverte de ce tableau qui a permis cette prise de conscience d'un autre volet dans l'oeuvre de La Tour. Les études actuelles avancent que cette peinture loin d'être une production de la jeunesse, comme il a souvent été dit (Pariset, Nicolson...), est postérieure au *Tricheur* de Fortworth et appartient sans doute à la même période que les premiers grands nocturnes conservés. Ce sont les valeurs plus accentuées, la gamme plus froide des couleurs, qui tirent cette composition jusqu'au temps des "nocturnes". Avec son habituelle et fulgurante intuition, peut être est-ce Roberto Longhi qui livre en 1935 le secret de cette transition "*Mais quel tableau que celui du Tricheur (il parle de celui du Louvre)...ici l'archaïsme est providentiellement contourné par une exceptionnelle vérité de lumière.* Il donne ainsi en quelques mots l'origine de l'inégalable puissance des diurnes, où l'univers poussé à un dépouillement total, réduit à une ébauche de création non pas par une pénombre qui cache les choses présentes, comme chez Caravage, mais ici par une lumière naturelle qui les isole et les sublime. Jamais il ne reproduit (même s'il s'en inspire) une scène de son époque. Pas de sujet et pas d'action chez ses *Paysans* de San Francisco : debout, endimanchés, immobiles. Exécutés "au naturel", ils sont tout simplement *d'admirables morceaux de peinture*. La même chose peut être dite de la *Rixe des musiciens* de Malibu. Comme l'écrivait Charles Sterling "*Il penche vers le mystère (ici de la misère humaine) et par sa retenue, par sa calme et classique ordonnance, sa magie n'a rien de théâtral, son pathos reste humain*". A cela s'ajoute un métier si savant que le "faire vrai" parvient parfois dans ses diurnes à "tromper la vue". Ainsi le spectateur est tenté de chasser la mouche qui s'est posée sur l'instrument du *Vielleur* de Nantes, dans la belle lumière du jour à l'endroit le plus apparent du tableau.

Les articles du Docteur Amalric montrent aussi l'acuité du regard posé par La Tour dans ses "diurnes" sur la lumière perdue des yeux de ses modèles. En témoigne la diversité des maladies oculaires qu'il peint avec tant de justesse, que le diagnostic semble sûr : bésicles de presbyte (*Saint Jérôme*), cécité (*Vielleur*), exophtalmie (violoniste à droite, *Rixe* de Malibu), avitaminose (personnage masculin du tableau de Berlin), strabisme chez plusieurs de ses modèles féminins... Mais l'énigme la plus singulière chez La Tour n'est pas, comme le souligne Jean Pierre Cuzin, la coupure en deux ensembles presque autonomes : oeuvres de jeunesse : tableaux diurnes, et oeuvres de maturité : tableaux nocturnes mais plutôt le fait que comme nous allons le voir l'adoption des nocturnes correspond à un changement de sa façon de peindre.

#### **- Variations sur la lumière artificielle**

André Malraux écrivait en 1951 dans *Les Voix du Silence* "*L'éclairage de Caravage venait d'une coulée de jour, souvent le rais de son fameux soupinal; il servait à arracher à un fond sombre ses personnages, dont il accentuait les traits - les flammes pâles de La Tour servent à unir les siens. Sa bougie est la source d'une lumière diffuse malgré la netteté de ses plans et cette lumière n'est nullement réaliste, elle est intemporelle*".

Cette bougie de La Tour, dont parle André Malraux et qui fit sa célébrité, elle a plusieurs visages. Pour illustrer ces inépuisables variations sur la lumière nous prendrons quelques exemples : de lumière présente mais voilée, de lumière révélée simple ou double, de lumière partiellement voilée, partiellement révélée et nous saisisons alors tout le chemin parcouru stylistiquement depuis les "diurnes".

#### **1 - Lumière voilée**

*La Madeleine pénitente* (dite Madeleine Fabius, Washington). Tout ici est en place : le miroir, le livre, le crâne, la chandelle, la sainte qui sera à l'origine d'une des séries les plus fameuses du peintre, l'une aussi des mieux représentées. Le culte de la Madeleine qui

représente le pur amour, connaissait dans les années 30 un nouvel essor. Ici la source de la lumière est dissimulée derrière le crâne, lui-même posé sur le livre. L'ombre est profonde, la lumière très circonscrite ne réveille aucune couleur. Le peintre introduit le motif poétique du miroir, dans lequel la sainte contemple le crâne aux orbites creuses, qui un jour abrita une pensée pareille à la nôtre et qu'elle effleure, de ses doigts effilés, recueillie dans une ombre profonde que seule anime la pointe immatérielle d'une flamme légèrement agitée d'un souffle venu d'on ne sait où. Tout ce noir autour d'une pensée est pour beaucoup dans l'effet voulu de grandeur et de mystère.

Quel chemin parcouru déjà avec cette innovation stylistique, dans cette oeuvre que Jacques Thuillier situe très tôt dans les "nocturnes" et rapproche dans le temps du *Tricheur* du Louvre.

Mais La Tour n'abandonne pas avec le temps ce parti de la lumière voilée que l'on retrouve plus tard dans *L'ange apparaissant à Joseph* du musée de Nantes, dans *L'adoration des bergers* du Louvre et aussi dans le *Nouveau Né* de Rennes. Sommet de l'oeuvre du peintre, dont Louis Gonse écrivait en 1900, alors qu'il était encore attribué aux frères Le Nain "*Connaissez-vous l'étrange et mystérieux chef-d'oeuvre du musée de Rennes, cette Nativité noyée d'ombre, où d'humbles, tendres et douces silhouettes s'éclairent des reflets d'une si mystérieuse lumière*".

Tout semble dit dans ces oeuvres, il ne semble pas possible que le peintre puisse par d'autres voies atteindre plus de poésie.

## 2 - Lumière révélée

Ce sont encore les *Madeleine*, qui montreront le mieux les innombrables ressources de La Tour, qui est le seul à n'avoir peint que des "nuits" pour ce sujet qu'il privilégie, pour illustrer cet "*amour, qui comme ces feux célestes, se conserve en son âme, comme en son élément, sans mouvement, sans pâture*".

Au lieu de l'ombre noire qui occupe tout le bas de la toile de la *Madeleine Fabius* concentrant la clarté sur le visage, le buste et les mains, la flamme apparente, révélée éclaire dans la *Madeleine à la veilleuse* du Louvre, la tête de mort posée sur les genoux de la sainte et ses jambes nues. De cette oeuvre se dégage un accord profond et grave, une intense méditation, une grande force intérieure. Entre la *Madeleine* de Washington et celle du Louvre, il faut placer une autre version importante sur le plan de l'étude de la lumière, la *Madeleine* dite *Wrightsmen* (Metropolitan Museum), où c'est la flamme de la chandelle, qui se reflète dans le miroir à cadre sculpté et doré, dont l'éclat et la présence de perles montrent que la sainte n'est encore qu'au début de sa pénitence, et la double lumière peut alors figurer la tentation du monde, qui demeure, et l'appel de l'amour et de la vérité. Dans la *Femme à la puce*, le silence, la puissance, la gravité austère avec lesquelles le peintre éclaire une femme qui s'épuise, ont troublé tous les commentateurs qui se sont évertués à trouver d'autres explications : l'égrenage du chapelet, le repentir d'une servante, la tristesse d'Agar, mais la puce est là, comme était là la mouche, éclairée ici par la lumière immobile de la chandelle.

Puis cette lumière se transforme en torche froide, qui sert à peine à éclairer dans les dernières oeuvres, auxquelles contribua sans doute Etienne, comme la *Découverte du corps de Saint Alexis* (Nancy, musée historique lorrain) et le *Saint Sébastien* du Louvre.

3 - Dans quelques tableaux enfin La Tour associe les deux procédés voilant et révélant à la fois la source lumineuse comme dans le *Saint Joseph charpentier* du Louvre. Et l'on peut dire avec Jacques Dupont lorsque cette oeuvre est entrée au Louvre, que dans ce "*thème populaire si loin de la brutalité caravagesque, jamais dans une atmosphère plus délibérément contrastée le peintre ne s'est montré à la fois plus nuancé et plus subtilement peintre, avec des recherches de matière plus apparentes qu'à l'ordinaire dans les lumières des visages, les plis des manches, la transparence et la grâce des mains de l'Enfant*".

Ainsi La Tour se fait "*explorateur de l'ombre*", armé d'un mystérieux flambeau dont il révèle plus ou moins la flamme, parfois vacillante, toujours inextinguible, il poursuit et capte les secrets de la nuit et ces secrets sont d'ordre spirituel.

*"Au commencement, Dieu créa le ciel et la terre. Or la terre était vague et vide, les ténèbres couvraient l'abîme.*

*Dieu dit : "que la lumière soit et la lumière fut".*

*Dieu vit que la lumière était bonne et Dieu sépara la lumière et les ténèbres"* (livre de la Genèse, premier récit de la Création).

Véritable démiurge, La Tour créa son univers pictural. C'est dans un même esprit, sinon dans un même style qu'il a dénoncé en plein jour la misère du monde et qu'il a exalté dans le mystère de ses nuits la lumière spirituelle, flamme grêle et qui ne s'éteint pas.

Le Président remercie la conférencière : "Vous nous avez charmés et grâce à vous nous avons découvert cette peinture qu'on ne peut découvrir soi-même".

A propos d'une question sur l'origine inconnue des couleurs employées par G. DE LA TOUR, Mme PETRY souligne le rôle important des Laboratoires des Musées de France. Mr. GNEMMI évoque, en pensant au clair obscur fort à la mode au Cinquecento, une influence possible de Rome et de Florence. A Mr. HEYDORFF qui s'étonne que le peintre n'ait pas fait de tableaux des Grands de l'époque, Mme PETRY affirme qu'il était avant tout un lorrain.

La séance est levée à 18 h 45.

# CODE DU BON USAGE EN MATIÈRE DE PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES

recommandé par l'UNESCO

## I. LE RESUME

1. Tout texte de caractère original destiné à paraître dans un journal ou périodique scientifique et technique doit être accompagné d'un résumé dont la rédaction incombe à l'auteur lui-même.
2. Dans l'attente d'une normalisation internationale, le résumé doit être rédigé conformément aux règles et aux conseils rassemblés dans le Guide pour la rédaction des résumés d'auteurs élaboré, imprimé, distribué et périodiquement révisé par l'Unesco (document NS/ 37. D 10 a) (1).

## II. NATURE DU TEXTE

3. En remettant le manuscrit de son texte à la rédaction du périodique où il désire le voir publier, l'auteur devra préciser dans toute la mesure du possible dans quelle catégorie de la littérature scientifique originale ce doit être classé :
  - (a) Mémoires scientifiques originaux,
  - (b) Publications provisoires ou notes initiales (2),
  - (c) Exposé de mise au point.
4. Un texte appartient à la catégorie des « mémoires scientifiques originaux » lorsqu'il est rédigé d'une façon telle qu'un chercheur qualifié, suffisamment spécialisé dans la même branche de la science, puisse être capable, à partir des indications qu'il donne et de celles-ci seulement :
  - soit de reproduire les expériences et d'obtenir les résultats qu'il décrit avec des erreurs égales ou inférieures à la limite supérieure spécifiée par l'auteur,
  - soit de répéter les observations et de juger les conclusions de l'auteur,
  - soit de contrôler l'exactitude des analyses et inférences qui ont conduit l'auteur à ses conclusions.

---

(1) Ce guide a été officiellement adopté par le Conseil international des unions scientifiques.

(2) Voir l'exposé des motifs qui précèdent.

5. Un texte appartient à la catégorie des « publications provisoires ou notes initiales » lorsque, apportant une ou des informations scientifiques nouvelles, sa rédaction ne permet pas à ses lecteurs de vérifier lesdites informations dans les conditions indiquées au paragraphe 4.
6. « L'exposé de mise au point » n'est pas destiné à la publication d'informations scientifiques nouvelles; il rassemble, analyse et discute des informations déjà publiées et concernant un sujet unique.

### III. REDACTION DU TEXTE

7. L'introduction historique ou critique, souvent utile, doit rester aussi brève que possible; l'auteur évitera de rédiger un mémoire scientifique comme une publication de mise au point.
8. La syntaxe sera aussi simple que possible. Les mots utilisés devraient pouvoir être trouvés dans un dictionnaire courant. Quand cette exigence ne peut être satisfaite, l'auteur vérifiera que les néologismes qu'il compte utiliser appartiennent au vocabulaire scientifique et technique international (3).
9. Dans la rédaction du texte, on évitera l'omission de tout ou partie des méthodes employées ou de résultats significatifs. Si des considérations de propriété industrielle ou de sécurité amènent l'auteur à limiter les informations scientifiques qu'il désire publier sur le sujet dont il traite, le texte devra être présenté comme appartenant à la classe b (publications provisoires ou notes initiales) et non comme appartenant à celle des « mémoires ». C'est là pour l'auteur scientifique une obligation morale absolue (4).
10. Il sera fait référence explicite à tout travail antérieurement publié par le même auteur ou par un autre auteur lorsque la connaissance de ces travaux sera essentielle pour situer, dans le développement scientifique, le texte présenté. On indiquera si des publications antérieures constituent duplication totale ou partielle avec le texte présenté.
11. En aucun cas on n'utilisera des communications privées ou des publications de caractère secret ou de diffusion restreinte pour fournir des arguments ou des preuves (5).

---

(3) Il est recommandé de préciser l'origine des néologismes employés. Au cas où l'auteur serait contraint d'en former lui-même, il devrait en décrire la méthode de formation, en donner l'étymologie et la définition. Enfin, l'auteur devra veiller à ne pas déformer le sens des termes appartenant au vocabulaire spécifique du domaine de connaissance dont il traite.

(4) On admet qu'il est évident pour tous que, dans aucune publication, on ne devra, d'une façon consciente, déformer la description des faits observés ou des méthodes employées.

(5) Il n'est pas question d'interdire de faire allusion à des entretiens oraux ou à des communications privées, mais on souligne qu'il ne paraît pas légitime d'étayer une affirmation ou d'avancer une conclusion en se référant à un simple entretien non contrôlé.

Par publication de diffusion restreinte, on entend une publication non accessible au public scientifique en général, soit à titre gratuit, soit à titre onéreux.

12. L'auteur respectera dans la rédaction les normes internationales relatives à l'abréviation des titres de périodiques, à l'ordre des citations bibliographiques, aux symboles, aux abréviations, à la translittération, à la terminologie, à la présentation des articles. Il utilisera un système cohérent d'unités de mesures qu'il spécifiera clairement.

#### IV. RECOMMANDATIONS AUX REDACTEURS EN CHEF ET EDITEURS DE JOURNAUX SCIENTIFIQUES

13. En acceptant un article scientifique aux fins de publication, le rédacteur en chef du journal devra obtenir que l'auteur indique lui-même si son texte appartient à la classe a (mémoires scientifiques originaux), à la classe b (publications provisoires ou notes initiales) ou à la classe c (exposés de mise au point).
14. En imprimant le texte accepté, le rédacteur en chef mentionnera en tête du résumé dans laquelle des trois classes ci-dessus le texte imprimé doit être rangé.
15. En acceptant le texte scientifique aux fins de publication et dans l'attente d'une normalisation internationale, le rédacteur en chef s'assurera que le résumé de l'auteur accompagnant obligatoirement ce texte a été rédigé conformément aux indications données par le Guide pour la rédaction des résumés d'auteurs (cf. recommandation I, par. 2 et commentaires).
16. Pour assurer partout et en tout temps la libre reproduction des résumés d'auteurs, on doit indiquer clairement dans les pages du journal que la reproduction des résumés d'auteurs est autorisée.

La reproduction des résumés d'auteurs figurant dans tous les numéros de cette revue, quels qu'ils soient, est formellement autorisée, selon le code précédent.