

La Lettre de la S.C.M.



Juin 2025

Numéro 110

ISSN : 2112-4698

La science invite l'homme à apprendre ; la religion l'invite à agir
Max Planck, autobiographie scientifique

Éditorial par Bernard Beauzamy : difficultés

Nous rencontrons, à toutes les étapes des contrats, des difficultés qui se sont accentuées ces dernières années. Bien évidemment, nous ne sommes pas les seuls et nombre d'entreprises ont dû fermer boutique, notamment des entreprises industrielles, qui sont soumises à d'innombrables règlements, doivent acquérir des machines très coûteuses et payent l'énergie à des prix très élevés.

Par comparaison, la SCM est très favorisée :

-Les mathématiques ne sont l'objet d'aucune réglementation : la sottise qui règne à Bruxelles n'a pas encore trouvé le moyen de légiférer à propos des méthodes de calcul des intégrales multiples en coordonnées polaires. De plus, les mathématiques sont non brevetables et, en principe, les échanges ne peuvent faire l'objet d'aucune restriction ;

-Nous n'avons pas de machines coûteuses, tout au plus des ordinateurs très classiques, dont le prix est devenu dérisoire ; nous n'avons donc pas de prêt à rembourser en ce qui concerne les "immobilisations" ;

-Notre consommation d'énergie se réduit à l'éclairage des locaux et le coût associé n'est pas significatif ;

-Comme les mathématiques sont partout, nous pouvons instantanément nous réorienter et nous l'avons fait à de multiples reprises. A ce jour, en plus de trente années d'activité, nous avons traité plus de 400 contrats, sur des thèmes très divers : défense, environnement, transports, énergie, etc. ; nous pouvons sans préparation passer de l'un à l'autre. Aucune entreprise industrielle n'a cette facilité.

Comment se fait-il, dans ces conditions éminemment favorables, que nous éprouvions des difficultés ? Elles sont inhérentes à l'état de délabrement intellectuel du pays, comme nous allons le voir ; à ce titre, elles concernent toutes les entreprises, qui auront leurs difficultés propres en plus des nôtres.

Le monde politique, depuis plus de trente ans, se gargarise avec des slogans creux, en premier lieu le "développement durable". En réalité, le pays ne s'est jamais aussi mal porté que depuis l'introduction du concept. On voudrait "préserver les générations futures" ; en réalité, on ne leur lèguera qu'un pays d'où toute industrie aura disparu, d'où toute curiosité intellectuelle sera bannie et où tout effort sera considéré comme malsain. La pensée dominante, à l'heure actuelle, est : travaillons le moins possible et réfléchissons le moins possible. Assurément, il est difficile de faire des mathématiques dans ces conditions, mais il est aussi difficile de produire de l'acier ou des pizzas.

Quittons les généralités pour voir les difficultés au quotidien. La durée de notification des contrats s'est considérablement allongée en quelques années : presque toujours de plusieurs mois, quelquefois un an. Raison : le donneur d'ordre ne sait pas ce qu'il veut, est incapable de rédiger un cahier des charges et de trouver la bonne "case" juridique pour le notifier. Au fil des années, il a perdu l'essentiel de ses compétences, remplacées par des slogans politiquement corrects, du type "développement durable", "transition énergétique", "décarbonation", etc.

Autre difficulté au quotidien : le paiement des factures, dont le délai s'est considérablement accru. Il arrive que le paiement de la première facture (facture à la notification) n'intervienne qu'une fois le contrat terminé !

En principe, à l'âge de l'informatique, il suffit d'appuyer sur un bouton et le virement sur un compte bancaire est immédiat. Mais, récemment, pour une facture émise sur le Ministère des Finances, il a fallu 8 jours à 6 personnes pour appuyer sur le bouton. Pendant ce temps, bien entendu, le même Ministère des Finances se répandait en invectives et menaces à notre rencontre, parce que nous avons un retard dans le paiement de la TVA. Nous avons gentiment répondu (avec copie au Ministre) : nous paierons le Ministère des Finances lorsque le Ministère des Finances nous aura payés : Ubu roi.

On peut donc dire (et aucune entreprise ne nous contredira) que, en trente ans, malgré l'informatique et les télécommunications, ni les délais de notification ni les délais de paiement ne se sont améliorés, bien au contraire.

La vraie difficulté n'est pas dans les procédures : elle relève du fond. Il est extrêmement difficile de trouver quelqu'un qui ait la moindre ambition, la moindre curiosité. Le rêve de toute institution (entreprise, centre de recherche, EPIC, etc.) est de satisfaire aux normes et, si quelque chose ne marche pas (ce qui arrive souvent) de trouver un responsable extérieur sur lequel faire porter la faute : nous avons fait ce qui nous était demandé, mais les spécifications ont été mal définies ; le client ne sait pas se servir de nos machines, etc. Il a fait plus froid/plus chaud/plus humide que prévu : les machines sont tombées en panne, mais qui aurait pu prévoir qu'il ferait chaud/froid/humide ? C'est le règne absolu de la paresse intellectuelle et de la "morne incuriosité".

Nous illustrons ceci, dans les pages qui suivent, par des exemples tirés de nos travaux récents. Heureusement, subsistent encore des entreprises réellement soucieuses de la qualité de leurs produits : là encore, nous en parlons plus loin.

Bernard Beauzamy

Satellites

Nous avons eu un contrat avec le Ministère des Armées, DGA : identification de trajectoires de satellites. Dès la réunion de lancement, nous avons eu des difficultés, qui illustrent bien ce qui est dit plus haut. La DGA nous a remis un document disant "voici comment il faut aborder ce problème". Après analyse, il nous est apparu que cette approche n'était pas appropriée, mathématiquement parlant. Nous avons en outre mis en évidence le fait que, pour toute investigation de trajectoire, la qualité des données recueillies est une question essentielle (à titre d'information, en orbite basse, un satellite se déplace à 7 km/s) ; celles qui étaient à notre disposition n'étaient pas pertinentes. Réponse de la DGA à nos objections : vous êtes une PME, vous faites ce qu'on vous dit. Nous avons répondu : soit, nous obéissons, mais nous déclinons toute responsabilité quant au résultat final.

En tant que mathématiciens, nous avons une obligation d'alerte vis-à-vis du donneur d'ordre ; si nous estimons que quelque chose ne va pas, nous avons l'obligation juridique de le dire ; c'est ce qui nous différencie d'un informaticien, qui programme ce qu'on lui dit de programmer. C'est là qu'on voit l'effondrement des compétences : par le passé, cette obligation figurait explicitement dans nos contrats ; aujourd'hui, au contraire, on voudrait s'en affranchir. La DGA aurait dû solliciter des informaticiens pour programmer les idées retenues et non des mathématiciens.

Ensuite, nous avons voulu proposer à MBDA et au CNES certaines idées issues de notre étude pour la DGA. L'orbite d'un satellite suit les lois de Kepler ; le centre de la Terre se trouve en l'un des foyers de l'ellipse. La manière la plus efficace pour stocker l'information relative à l'orbite est de conserver la position de l'autre foyer ; avec une seule position du satellite, on déduit l'ensemble de l'orbite (il n'y a qu'une seule ellipse ayant les deux foyers donnés et passant par un point donné). On peut améliorer grandement les systèmes d'information relatifs aux trajectoires en conservant la position du premier foyer : c'est du bon sens. Réponse immédiate du CNES et de MBDA : personne ne fait comme cela, nous n'en voulons pas.

Excellente illustration des difficultés présentées plus haut, résultant de la "morne incuriosité" : sur un sujet qui, a priori, est neuf et en permanente évolution, les principaux acteurs (publics : DGA et CNES, ou privés : MBDA) refusent par principe toute investigation qui remettrait en cause leurs pratiques. On ne peut s'empêcher de faire un parallèle avec Semmelweis, qui a essayé de promouvoir l'asepsie pendant les opérations et qui a été vivement combattu par l'ensemble des médecins de l'époque.

Nous avons appris que MBDA gérait un programme de recherche appelé CWITP, auquel on pouvait soumettre des projets. Avant d'y avoir accès, nous avons dû signer d'innombrables documents, d'où ressortait que nous ne parlerions à personne des lois de Kepler. Après quoi, nous avons soumis un projet : prise en compte des incertitudes dans le positionnement des satellites. Mais un responsable de MBDA nous a dit que le projet n'était pas assez précis pour lui ; il a ajouté que le projet aurait beaucoup plus de chances d'aboutir si nous étions alliés avec une institution académique pour le présenter. Bien entendu, nous n'avons pas poursuivi : c'est à MBDA de préciser ses besoins, charge à nous d'y répondre et l'alliance avec des institutions universitaires signifie que le projet va s'étaler sur des années, avec toute chance de ne déboucher sur rien.

Pourtant, dans les années 2000, nous avons eu, sur ces sujets, des collaborations fructueuses et pertinentes avec la DGA, le CNES et MBDA : les compétences se sont perdues, et même le désir d'en acquérir. Illustration frappante de ce que nous disions plus haut.

Informatique quantique

Nous avons été retenus au terme d'un appel d'offres lancé par le Service du Numérique, Ministère des Finances : il s'agit de réaliser une veille technologique à propos de l'informatique quantique ; la durée du contrat est de trois ans.

L'informatique quantique, en principe, vise à accélérer le traitement de l'information en faisant de nombreuses opérations en parallèle. La notification du contrat a pris 12 mois, plus 2 mois pour réparer par avenant une erreur dans la rédaction du bon de commande initial. Le paiement de la première facture a excédé de beaucoup les délais légaux, d'où l'on peut déduire que le Ministère des Finances n'utilise pas l'informatique quantique pour le traitement de ses contrats et de ses factures. Par le passé, lorsque l'informatique n'existait pas, ces choses se faisaient à la main et étaient réalisées en une semaine ou deux. On voit le progrès.

En l'an 122 de notre ère, lorsque l'empereur Hadrien a fait construire, entre l'Angleterre et l'Ecosse, le mur qui porte son nom, il fallait trois semaines à un cavalier pour porter un ordre depuis Rome ; une fois arrivé, l'ordre était exécuté immédiatement.

De nos jours, il faut une fraction de seconde pour acheminer le message par fibre optique, mais il faudra des mois ou des années avant qu'il soit exécuté. On voit le progrès.

SNCF : ateliers

Nous travaillons actuellement avec la SNCF sur un sujet qui nous est familier : anticipation des risques associés au coût des nouveaux programmes. C'est une préoccupation constante, aussi bien pour les Industriels que pour les assurances : il s'agit de faire la liste des facteurs qui peuvent influencer sur le coût des programmes, allonger l'exécution. Nous avons fait cela, en particulier, pour Espaces Ferroviaires, filiale de la SNCF chargée des opérations immobilières, et nous avons mis en évidence le fait qu'un changement de réglementation environnementale, pendant l'exécution du programme, n'était pas un risque mais une certitude.

Le déroulement du présent travail se fait sous forme d'ateliers, ce qui est nouveau et particulièrement bien approprié au sujet. En effet, généralement, on nous donne à traiter un sujet bien défini, nous le traitons et restituons le résultat. Cela comporte deux inconvénients : tout d'abord, le donneur d'ordre doit être capable de rédiger un cahier des charges précis, ce qui pose souvent problème ; ensuite, il ne saura pas toujours tirer parti de notre travail, la restitution étant ponctuelle.

Dans le cas des ateliers, il n'y a pas de cahier des charges défini par avance, mais une liste de projets, choisis par la SNCF ; cette liste est flexible et peut être complétée à tout instant. Sur chaque projet, nous avons une réunion de lancement, qui nous permet de comprendre le besoin tel qu'il est énoncé par les ingénieurs liés au projet ; après quoi nous travaillons quelques semaines et une réunion de restitution est organisée. Les ingénieurs liés au projet participent à toutes les réunions et sont beaucoup plus motivés qu'ils ne le seraient par la simple lecture d'un rapport.

D'un point de vue juridique, ce mode de fonctionnement s'appelle "assistance scientifique au Maître d'Ouvrage" et ne pose aucun problème ; cela n'exige pas la rédaction d'un cahier des charges, mais mentionne simplement l'organisation d'ateliers.

Nous pensons étendre ce mode de fonctionnement à toutes les situations où l'industriel a un besoin complexe, qui ne se traduit pas par une situation unique ; c'est le cas, évidemment, pour l'analyse de la fiabilité, qui peut concerner un très grand nombre de matériels ou d'équipements, sur de multiples sites.

Gendarmerie

Nous avons fait deux exposés devant le Pôle Judiciaire de la Gendarmerie Nationale, sur le thème "du bon usage des probabilités" ; le texte est disponible ici : https://www.scmsa.eu/archives/BB_presentation_expose_PJGN.pdf

La préoccupation du PJGN est intéressante : faire en sorte que les experts en criminalistique soient bien informés des limites de leur discipline et ne lui fassent pas dire plus qu'elle ne le peut.

On comparera cette modestie à l'arrogance que l'on rencontre chez la plupart des experts, au sein des entreprises et des compagnies d'assurance.

Si nous continuons notre collaboration avec le PJGN, nous proposerons que cela se fasse sous forme d'ateliers, comme défini ci-dessus avec la SNCF. Les sujets potentiels sont en effet très nombreux, avec cette préoccupation générale : si on trouve des éléments de preuve (ADN, empreintes digitales, traces de peinture, etc.), quelle crédibilité peut-on leur accorder ?

H iérarchisation de paramètres

Nous venons de terminer un travail pour une entreprise industrielle. Le thème nous était très familier : étant donné un process industriel, sur lequel quantité de données ont été enregistrées, déterminer les situations de bon fonctionnement et hiérarchiser les paramètres explicatifs.

Il se trouve que, à la différence de ce qui se rencontre habituellement, cette entreprise était particulièrement attachée au bon fonctionnement de son process, situation si rare qu'elle mérite d'être soulignée. Les responsables nous ont donc posé des questions spécifiques, qui nous ont conduit à améliorer notre méthode de hiérarchisation de paramètres.

Notre approche consiste à regarder une variable d'intérêt Y , qui peut être conditionnée (au sens probabiliste) par des paramètres X_1 , X_2 , etc. Nous regardons séparément le comportement de Y selon que chaque paramètre est fort ou faible, ceci étant entendu par référence à la médiane.

Or il se trouve que dans certains cas le paramètre X varie très peu et que beaucoup de valeurs sont égales à la médiane. Nous avons donc été amenés à remplacer le concept probabiliste de "médiane" par une méthode purement informatique : diviser l'ensemble des valeurs en deux sous-ensembles disjoints, sensiblement de même taille. Ceci va à l'encontre de nos pratiques habituelles, qui consistent à remplacer l'informatique par des probabilités, mais il ne faut pas être dogmatique.

Le second axe d'amélioration concerne le fait que l'industriel ne se contente pas de l'influence de chaque paramètre pris individuellement, mais veut savoir ce qui se passe dans le cas de l'action conjointe de deux paramètres (que l'on pense à deux médicaments, qui peuvent être bénéfiques pris individuellement, nocifs pris ensemble).

Ici, les méthodes probabilistes sont bien adaptées : on commence par construire la loi conjointe des deux paramètres et, dans chaque case du tableau, on fait figurer le nombre de situations (ou le pourcentage) où le résultat n'a pas été satisfaisant. L'industriel sait ainsi que si le paramètre X_1 est entre a_1 et b_1 et le paramètre X_2 entre a_2 et b_2 , il a 80 chances sur 100 d'avoir un produit défectueux, en ce sens que, sur 100 situations de ce type rencontrées par le passé, il y en a eu 80 où le produit n'était pas conforme. C'est un complément facile à obtenir et nous veillerons à le faire figurer dans nos conclusions dans l'avenir. Nous allons rédiger une nouvelle présentation de notre méthode de hiérarchisation, incorporant ces améliorations.

R ATP

Nous avons terminé en février un travail pour la RATP ; celle-ci le définit ainsi "Mission de type second regard sur le traitement du risque de rupture de rail en exploitation dans le cadre de l'automatisation de la ligne 13 du métro de Paris".

Sans entrer dans les détails, mentionnons que les questions que se posent nombre d'industriels portent sur la détection des fissures dans les métaux. Cela concerne évidemment la RATP et la SNCF (rails), EDF (tubes divers), Veolia, Suez, etc. (canalisations).

Il n'existe pas de méthodes parfaitement fiables, capables de détecter à coup sûr toutes les fissures. Des responsables, à la RATP comme à la SNCF, nous ont dit que, dans certains cas, on était obligé d'envoyer un observateur à pied, marchant le long de la voie. Un haut responsable de ces questions, à EDF, nous a dit que les ultrasons, méthode la plus communément utilisée, étaient loin de donner parfaitement satisfaction ; de plus on ne sait pas bien (cela dépend de la nature du métal et de la forme de la fissure) dans quel cas le résultat recueilli est fiable ; l'ASNR, Autorité de Sécurité, a récemment émis des réserves à propos de la présentation par EDF.

Bien entendu, comme toujours, les fabricants d'équipement vont assurer que leurs systèmes sont parfaitement au point et donnent entièrement satisfaction. Si l'industriel ne fait pas preuve de vigilance, il achètera "chat en poche" les équipements qui lui sont proposés, et le fabricant trouvera toujours un moyen de se dédouaner en cas de panne ou d'accident.

Notre recommandation aux Industriels est toujours la même : n'accordez aucun crédit à ce que disent les fabricants d'équipement, mais veillez à vous doter de moyens de test. Par exemple, pour les rails, il faudrait se doter d'une ligne (voie abandonnée par la SNCF) sur laquelle on met des rails dont on sait qu'ils sont affectés par des fissures et on teste alors la capacité des différents systèmes à détecter ces fissures ; de même pour les canalisations. Le coût d'installation d'une telle zone-test est très faible et pourra être mutualisé.

C'est du bon sens, mais les Industriels s'y refusent systématiquement. Tous disent "nous faisons cela en interne" ; cela veut dire qu'ils emploient trois stagiaires et deux thésards, dont les conclusions, absolument sans valeur, ne seront disponibles qu'au bout de plusieurs années.

Les Industriels ont du mal à accepter l'idée que la compréhension des lois de la Nature ne peut se faire qu'en mutualisant les ressources. Si on parvient à mettre au point un véhicule d'auscultation des rails, cela profitera à l'ensemble de la profession. Il sera normalisé, certifié, vérifié, ce qui ne sera jamais le cas pour celui que chaque entreprise développera individuellement.

De manière générale, la compréhension des lois de la Nature requiert de la recherche, pour laquelle il faut recueillir des données expérimentales : plus ces données seront nombreuses et plus le résultat sera fiable. A partir de ces données, il faudra élaborer des explications de nature physique : plus les chercheurs seront nombreux et plus le résultat sera fiable. Des travaux menés en interne par une petite équipe sont absolument sans valeur ; bien pis, ils vont donner une impression de certitude, parce que les chercheurs maison sont satisfaits de leur résultats, lesquels n'ont jamais été remis en cause par qui que ce soit.

Les Industriels acceptent bien que leurs équipements informatiques soient issus d'un besoin mutualisé, mais ils ont du mal à accepter que leurs canalisations ou rails soient auscultés par un véhicule issu d'une recherche conjointe.

Hydrogène

Nous avons eu, ces derniers temps, des discussions avec plusieurs Industriels intéressés par la filière et nous avons même soumis un projet à l'un d'eux.

Nous n'avons a priori aucune opinion particulière, aucun présupposé idéologique, à propos d'une filière "hydrogène" destinée à créer des moteurs utilisés dans les véhicules. L'hydrogène est un gaz dangereux, mais le pétrole est un liquide dangereux et on a bien trouvé le moyen de faire des moteurs à explosion qui n'explosent pas ; on peut sans doute trouver le moyen de faire des "piles à combustible" (c'est le nom consacré) qui soient sans danger.

Rappelons simplement que, à la demande de la SNCF, en 2022, nous avons rédigé un rapport, disponible ici : https://www.scmsa.eu/archives/SCM_Pile_Combustible_2022_06_06.pdf d'où ressort clairement qu'aucune démonstration de sûreté n'a jamais été réalisée.

On est ici en présence d'initiatives individuelles, émanant de nombre d'Industriels qui veulent "sauver la planète" (par définition, tout ce qui n'est pas combustible fossile contribue à sauver la planète ; ne pas essayer de comprendre pourquoi). En réalité, ces industriels sont simplement à la recherche de subventions et leur projet industriel n'a aucune pertinence.

Notre recommandation à la filière hydrogène est donc exactement calquée sur le paragraphe précédent : commencez par vous entendre et réaliser, ou faire réaliser, des démonstrations de sûreté pour l'hydrogène ; nous-même participerons volontiers à de telles démonstrations. La filière a vocation à demander à l'Etat la création d'une Autorité de Sûreté pour l'Hydrogène, sur le modèle de celle qui existe pour le nucléaire, et avec les mêmes prérogatives : collecter toutes les informations disponibles, les digérer sur le plan scientifique, définir les bonnes pratiques et les imposer aux Industriels.

On devrait aussi réfléchir à la pertinence sur le plan économique : il faudra des stations de recharge, de stockage, etc., toute une infrastructure très coûteuse. Il est possible que la rentabilité puisse être obtenue dans des circonstances particulières, mais cela demande une analyse spécifique, menée en toute honnêteté. L'argument habituel "sauver la planète" n'est pas crédible ; on le voit avec la faillite progressive de toute la filière "véhicules électriques".

Robustesse du système électrique français

Nous avons proposé de nous charger d'une mission d'investigation relative à la robustesse du système électrique français. En effet, les récentes pannes d'électricité à grande échelle ayant affecté l'Espagne et le Portugal – à l'instar de celle du Texas en 2021 – révèlent une fragilité croissante des réseaux énergétiques interconnectés. Ces événements ont en commun une absence d'anticipation technique, stratégique et méthodologique, face à la complexité croissante des systèmes modernes d'approvisionnement électrique.

Nous avons déjà fait un travail du même genre, en ce qui concerne les approvisionnements en gaz, à la demande de la Direction Générale de l'Energie et des Matières Premières, en 2006. Le résultat est disponible ici : https://www.scmsa.eu/archives/SCM_DGEMP_appro_gaz_2006.pdf

Pour y parvenir, nous avons introduit des lois de probabilité, pour chaque jour de l'année : une pour la consommation, une pour chaque importateur, une loi résultante pour les stocks. Notre réponse a été très claire : accroissement limité des stocks, et rien d'autre.

Dans le même ordre d'idée, nous avons également évalué la probabilité des pénuries d'eau en Vendée, à la demande de Veolia ; réponse apportée : inutile de construire des barrages, mieux utiliser les eaux souterraines. Voir : https://www.scmsa.eu/archives/SCM_penurie_eau_Vendee_2006.pdf

Très récemment, à la demande de la ville de Villiers-le-Bâcle, Essonne, nous avons évalué la durée de retour de phénomènes de type "tempête" ; notre analyse est disponible ici : https://www.scmsa.eu/archives/SCM_VLB.pdf

De manière générale, les méthodes probabilistes sont bien adaptées à ce type de besoin : dimensionner les ressources, parce que ni les ennuis (phénomènes climatiques, par exemple), ni les besoins (consommation), ne sont connus avec certitude. Il faut éviter de raisonner par scénarios : ces scénarios sont artificiels, souvent fabriqués avec intention d'orienter la décision et, lorsqu'il y en a plusieurs, lequel choisir en définitive ? En ce qui nous concerne, nous apportons toujours une réponse complètement déterministe : voici ce qu'il convient de faire. La méthode est probabiliste et repose évidemment sur des données recueillies à partir d'un historique : plus celui-ci est long et plus le résultat est fiable.

Newsletter "mathématiques du réel"

Nous avons poursuivi la publication de notre lettre mensuelle, destinée à traiter des sujets relatifs aux lois de la Nature, où les mathématiques éprouvent des difficultés. Articles récents :

L'ellipse et ses mystères :

https://www.scmsa.eu/archives/BB_ellipse_mysteres.pdf

Kepler a-t-il menacé l'astrologie :

https://www.scmsa.eu/archives/BB_Kepler.pdf

Mouvement dans un champ uniforme, force centrale :

https://www.scmsa.eu/archives/BB_mvt_unif_force_centrale.pdf

Décarbonation

Bien que la plupart des pays au monde aient reconnu l'absurdité de la décarbonation (le climat varie naturellement, nous n'y pouvons rien et nous n'y sommes pour rien), la France continue avec des objectifs de décarbonation qu'elle veut imposer aux entreprises. Mais une certaine forme de résistance commence à s'organiser ; bien des entreprises comprennent que c'est la ruine qui les attend. La décarbonation : quelques entreprises en vivent ; beaucoup en meurent.

En ce qui nous concerne, nous incitons les entreprises à réaliser leur bilan carbone "a minima" : observer les contraintes réglementaires, mais sans aller au-delà. Le bilan carbone est suffisamment mal défini pour qu'on puisse le traiter avec économie.

Il faut se méfier des entreprises qui se disent vertueuses parce qu'elles prétendent contribuer à la pureté de l'atmosphère ; celles qui, en d'autres temps, prétendaient contribuer à la pureté de la race ont été lourdement condamnées : un jour ou l'autre, Nuremberg succèdera à Grenelle.