

Grands **AUTEURS**
et **INFLUENCEURS**
de la **QUALITÉ**

Théorie et pratique

Arnaud Eve (coord.)
Mourad Attarça
Michel Baupin
Marc Bonnet
Luis Bueno
Danièle Bénézech
Younès El Manzani
Gilles Lambert
Anne Maurand-Valet
Anne Mione



CHAPITRE

1

Walter A. Shewhart :

Aux racines d'un management moderne à visage humain de la qualité

par Gilles Lambert

INTRODUCTION

J'ai abondamment écrit sur un auteur surprenant, très prolifique sur toute sa carrière, désopilant aux yeux de certains, qui a labouré des concepts jusque dans leurs contradictions les plus profondes, renouvelant au final les sciences de gestion (Lambert, 2022). Écrire sur un auteur beaucoup plus modeste quant aux traces laissées au niveau académique constituait un challenge pas facile à relever. Disposant de matériaux plus limités, restreints à deux ouvrages, quelques articles, il me fallait effectuer ce voyage différemment dans le travail de toute une vie. Pourtant l'actualité des idées laissées par celui-ci ne faisait aucun doute étant donné les très nombreuses références directes à presque un siècle de distance concernant par exemple l'utilisation de graphiques de contrôle non paramétriques dans la conduite de processus industriels (voir Nguyen & ali., 2019 ; Zombade – Ghute, 2019 ; Chong – Mukherjee – Khoo, 2020 ; Nasrollahzadeh – Moghadam – Farnoosh, 2022). Il me fallait effectuer une plongée en profondeur au cœur de ses deux ouvrages pour en chercher la substance qui scintille encore aujourd'hui. Avec une approche beaucoup plus à visée professionnelle, le travail de Shewhart revisité à l'aube du XXI^e siècle distille des notions encore modernes, innovantes où derrière la rigueur de la mesure économique de l'efficacité

de la production interfère la part de l'humain avec ses travers souvent féconds. Malgré sa rigueur scientifique et sa formation de mathématicien puis de physicien, lorsque le modèle peine à rendre compte d'un phénomène pourtant répétitif, Shewhart fait confiance à l'humain avec son lot d'imprécisions, d'interprétations, de subjectivité parfois. Au cours de cette descente au cœur des deux ouvrages très structurés de l'auteur, les dérèglements des systèmes de production en série constatés dans ces premières industries qui côtoient pour la toute première fois le million de produits par an, j'y ai trouvé derrière des causes mathématisées, des notions bien humaines comme l'intuition, le jugement ou le recours à l'expérience comme source essentielle de connaissance.

Signe des temps, deux années avant la sortie du second ouvrage de Shewhart, Barnard (1938) publie ses fameuses fonctions de l'Executive. Ce livre constituera un événement incontournable dans le monde du management organisationnel en pleine construction académique. Cette légitimité provient notamment d'une très longue expérience réussie de l'auteur à la tête de la *New Jersey Bell Telephone Company*. Il est intéressant de noter que, comme Shewhart, il est statisticien de formation, et comme lui aussi Barnard va s'attaquer à certaines des insuffisances présentes dans le Management Scientifique proposé par Taylor (1911). Ces imperfections éclatent au grand jour dans les premières grandes expériences industrielles s'inspirant de l'Organisation Scientifique du Travail (Taylor, 1911). S'intéressant à la coopération au sein de l'entreprise, Barnard va affirmer l'importance des facteurs psychologiques et sociaux totalement absents des développements rationalistes sur l'organisation portés par exemple par Fayol (1949). À l'image de Shewhart, la pertinence encore aujourd'hui de ses travaux tient beaucoup des influences interdisciplinaires de la biochimie et de la sociologie naissante. Celle-ci est déjà très active à l'époque avec l'expérience qu'Elton Mayo mène à la *Western Electric* dont il a connaissance et qui permettra de faire entrer des éléments de motivation non-économiques dans la théorie du management (Mayo, 1933). Comme Shewhart, les travaux de l'équipe des relations humaines contribuent à hisser au même niveau d'importance pour la compréhension de problématiques managériales le recours à l'intuition et à l'expérimentation au même titre que les développements scientifiques appartenant à un déterminisme social. Le langage émotif ou sensible y acquiert une légitimité au côté du langage scientifique, et les graphiques de contrôle de Shewhart deviennent plus des construits sociaux dans l'entreprise que des indicateurs purement statistiques (Wilcox, 2004).

On trouve chez Shewhart et Barnard une volonté commune de dépasser les théories du management en vigueur (basé sur les travaux de Taylor et Fayol) mais aussi de faire entrer dans le champ de l'économie, et particulièrement de la théorie des incitations, des éléments non économiques comme l'intuition et le rôle de l'expérimentation dans l'apprentissage et la décision. Pour Barnard comme pour Shewhart l'environnement social dans lequel est prise une décision va l'influencer fortement. On retrouve le message des philosophes pragmatistes qui postulent l'existence d'un individu social relié, voire conditionné par son environnement, environnement totalement absent à la fois dans les théories simplificatrices du management de l'époque comme dans les développements économiques de la décision rationnelle. Dans ses principes de la coopération en entreprise, Barnard écrira :

« Les actes des organisations sont ceux de personnes dominées par des fins organisationnelles, et non personnelles »

(Barnard, 1938, p. 185)

On est loin de la représentation d'un homo-économus universel optimisant son utilité à chacune de ses actions. La vision de l'organisation qu'ont ces deux auteurs s'éloigne fortement de celle définie par les canons de l'économie. Pour décrire leur entreprise, ils empruntent la vision d'un système en changement constant et fait d'interrelations biologiques, psychologiques et sociales. Le pragmatisme auquel ils sont conviés dans le cadre du fonctionnement opérationnel de leur entreprise y est sans doute pour beaucoup. Car outre leur appartenance à cette même entreprise, l'étude de leurs œuvres respectives fait apparaître une volonté féroce de rompre avec les développements rationalistes traditionnels éloignés de la réalité de ce qu'ils vivent au quotidien pour se rapprocher des situations réelles vécues sur le terrain.

On pourrait réduire l'apport de Shewhart à du contrôle scientifique de la production dont l'échelle était alors de parfaire les ambitions de la production de masse. Dans cette perspective il serait alors juste un statisticien de plus dans la masse des chercheurs et ingénieurs qui se sont penchés sur la rationalisation des processus de production de notre monde industriel en devenir, particulièrement aux racines de sa naissance dans les années 30. Il ferait figure de pionnier au début de l'ère du capitalisme industriel et son apport s'arrêterait à peu près là. Nous dirions alors qu'il nous a rappelé que chaque affirmation doit être vérifiée à l'aide d'une approche scientifique prenant la forme d'un dessin (graphique de contrôle) affiché dans les ateliers et mentionnant les écarts à la moyenne et les seuils de tolérance. L'établissement d'un tel graphique requiert l'usage de degrés de confiance probabilisables pour toute variable aléatoire faisant dévier la qualité de la production. Mais ce serait gommer une perspective essentielle que Shewhart place dès le départ dans son approche des statistiques toute entière dédiée à l'amélioration de la qualité de nos modes de production industrielle. Car dans tous ses développements au sein de son entreprise, comme dans ses cours ou encore dans ses ouvrages, il ne perd jamais de vue la question du sens dans l'usage des outils qu'il préconise. Trop peu de chercheurs et ingénieurs se posent cette question de la finalité et des effets de l'usage de nos outils scientifiques. Avec une obsession sans cesse renouvelée qu'il va puiser au cœur d'un mouvement philosophique prenant forme à l'époque avec quelques chercheurs que l'on regroupera plus tard sous la bannière du pragmatisme, Shewhart se demande jusqu'où on peut aller dans le contrôle des environnements physiques, et comment ces développements peuvent être affectés par les facteurs humains du raisonnement intelligent et de l'intuition.

Shewhart nous indique au tout début de son second ouvrage publié en 1939 que les méthodes de contrôle statistique doivent ; (a) nous indiquer les limites de ce qu'on peut espérer en matière d'amélioration de l'uniformisation de la qualité ; (b) représenter une technique pour aller vers cette uniformité ; (c) mais aussi un jugement. Il observe que, si la production de masse qui naît en Angleterre dans les années 1800, se considère comme une science exacte, le concept du contrôle qualité relève d'une science du probable. Il apparaît pour la première fois en 1924 sous la forme d'un graphique de contrôle (note interne des Bell Laboratories et conservée dans les archives de la société), Le décalage est important

car il fait passer le pilotage des process d'une conception idéalisée faisant peu de place à l'erreur à un contrôle basé sur l'échantillonnage. En tout cas la notion de contrôle devient l'expression mathématique de l'état physique d'un process et non son état lui-même. Et cette expression passe aussi par l'intuition, plus généralement par le raisonnement humain avec son lot d'ambiguïtés, et on pourrait rajouter par le filtre social. Elle n'est en aucun cas un pur dialogue entre une intelligence individuelle et un objet. Pour les rationalistes, ce médium social entre l'intelligence qui mène au concept et l'objet n'existe pas. Pour eux, l'intelligence humaine capte la vérité de l'objet en dehors de tout contexte. Il n'y a pas chez l'individu de vie intérieure à l'image de ces romans américains des années 40 où les personnages observent des comportements pathologiques comme on pourrait les observer derrière la vitre d'un train. Jamais n'est convoquée la vie intérieure des individus qui pourtant seule offre une représentation réelle de l'image qui défile derrière la vitre déformée en fonction des affects, du contexte social ou encore des souvenirs qu'elle convoque. On aurait alors une conception du roman plus proche de la littérature française moderne et l'on comprend mieux l'ampleur du schisme que nous propose Shewhart dans le contexte américain des années 40. Ce serait Proust contre Faulkner comme l'argumente Albert Camus dans son fameux essai philosophique *L'homme révolté*. Ne l'oublions pas, Shewhart enseigne puis écrit dans un contexte de représentation sociale très fermée où les théories dominantes sont exclusivement empreintes de rationalité forte (voir Scott, 1991). Au niveau de la psycho-sociologie des individus règnent l'OST de Taylor (1911) et une science de la décision qui sera formalisée dans les premiers travaux de Simon (1947) faisant la part belle à l'homo-économus et ses obsessions optimisatrices. Sur le plan des structures, la vision dominante des systèmes sociaux est conforme aux bureaucraties rationnelles de Weber (1922) et à la théorie de l'administration de Fayol (1970). Une vision désincarnée sans vraiment de présence d'un être humain réunit ces paradigmes organisationnels de l'époque. Tout au plus avons-nous affaire à des robots qui recherchent machinalement des objectifs optimaux. Les comportements déviants sont remis dans le droit chemin par l'organisation pour Simon (1947), et pour Taylor, l'individu se comporte conformément à cet idéal d'homo-économus. Dans ce cadre, il faut alors une force d'exception pour tenter de sortir de cette vision rationnelle et mettre de l'humain dans les processus sociaux à l'œuvre dans la société. Surtout quand on appartient au cercle fermé des salariés influents d'une très grande entreprise capitaliste américaine. Dans ce contexte qu'on pourrait qualifier de capitalisme éclairé, une représentation plus naturelle va émerger tout d'abord avec les systèmes coopératifs de Barnard (1938), puis avec la naissance de l'école des relations humaines qui fait suite à l'expérience de la *Western Electric* (Mayo, 1933). Les interrogations du physicien Shewhart participent à ce même bouillonnement de réflexions cherchant à renouveler nos représentations pour se rapprocher de la réalité. Ainsi, même si les buts poursuivis sont ceux postulés par l'organisation, ils ne sont pas les seuls à guider les comportements qui sont complexes. Il y a par exemple des buts sous-jacents de « maintenance » ou « de service », qui permettent de renouveler les énergies dont une organisation a besoin. Des structures informelles basées sur les caractéristiques personnelles des acteurs de l'organisation sont à l'œuvre faisant émerger des buts cachés comme la survie et la recherche de sens dans les actions. Apparaissent des représentations plus naturelles que rationnelles (Scott, 1991) mettant en avant l'importance des valeurs individuelles et collectives comme la culture. Dans cette science du management en construction, Shewhart va prendre une part insoupçonnée.

Dans un premier temps, nous présenterons une biographie sommaire de l'auteur. Nous synthétiserons ensuite ce qui pour nous constitue le cœur de ses apports dans le champ du management de la qualité. Ils sont de deux natures. Le premier va faire muter la conception du contrôle industriel d'une mesure ex-post à un modèle de prédictions ex-ante basé sur des probabilités. Le second met en avant les dynamiques d'apprentissage basées sur l'expérimentation et préfigure une vision de l'économie basée sur la connaissance qui finira par s'imposer dans les années 2000 (Teece, 2000). Le troisième selon nous est plus général et contribue au changement de paradigme observé progressivement dans les théories du management d'inspiration d'abord nettement déterministe vers une conception interactionniste. Nous tenterons ensuite d'analyser les prolongements actuels de ses recherches dans des approches contemporaines du management, particulièrement les démarches de qualité totale et le lean management.

1 Biographie: Shewhart, l'enseignant formateur.

Walter A. Shewhart (1891-1967). Après un PhD de physique à *Berkeley* Californie en 1917, il fait une courte carrière de 2 ans à l'Université d'Illinois comme assistant puis à *la Wisconsin Normal School*. Il rentre ensuite en 1918 à la *Western Electric Company* avant de rejoindre la maison mère les *Laboratoires Bell* qu'il ne quittera plus jusqu'à sa retraite en 1956. L'entreprise qu'il a intégrée constitue un fabuleux terrain d'expérimentation pour la recherche d'une qualité suffisante malgré les quantités vertigineuses qui y sont produites pour l'époque. Nous sommes à l'aube d'une production de masse aux ambitions mondiales et, lancée dans cette course qui se jouera d'abord au niveau américain (comme Ford et General Motors dans le domaine automobile), la *Bell* va atteindre un niveau de production en série de 10 millions de postes téléphoniques par an. C'est encore du jamais vu dans l'industrie naissante des années 1930 et une cohorte de soucis de fiabilité de la production et de qualité des produits s'invite dans ces plans de développement. De ce point de vue, la *Bell* est exemplaire et va lancer des expérimentations à l'usine d'Hawthorne donnant lieu à une avancée majeure dans le champ de la psychologie au travail de la part du psychologue et sociologue Elton Mayo et son équipe. Parallèlement, la production en série et ses variations diverses seront décortiquées par Shewhart qui produit une étude conséquente interne à l'entreprise fournissant l'essentiel des matériaux composant son premier ouvrage paru dix ans plus tard. Entre-temps, il publie 4 articles à vocation très opérationnelle dans le *Bell System Technical Journal* concernant le contrôle qualité en production.

Mais malgré la qualité de cette première vague de publications sa notoriété reste confinée aux périmètres de l'entreprise. C'est lors d'un voyage en Angleterre en 1932 qu'il est repéré par un mathématicien au fondement de la statistique moderne (Karl Pearson). Celui-ci l'invite à réaliser un cycle de conférences au *London University College*. Shewhart en tire une puissante publicité qui l'amènera à participer à la création de l'*Institute of Mathematical Statistics* en 1935, première institution mettant les statistiques sur le devant de la scène aux États-Unis, institution qu'il présidera à partir de 1937. L'année d'après un expert scientifique reconnu par les autorités publiques américaines, le docteur Deming, fera appel à lui pour une série de séminaires au ministère de l'Agriculture. Au-delà de lier durablement les deux hommes, ce séminaire appliqué exige pour Shewhart d'extrapoler

ses outils statistiques proposés pour des produits ayant des horizons et des rythmes de productions beaucoup plus longs comme c'est le cas dans l'agriculture. Cette extrapolation va procurer à son second ouvrage une portée scientifique plus universelle dans la mesure où la recherche de l'amélioration de la qualité des produits qui fait l'objet du premier livre sera généralisée à une logique d'amélioration de la connaissance produite dans le second. Ensuite, en complément de ce premier cycle de formation, l'Université de Stanford pendant la guerre le sollicitera pour des séminaires d'une semaine destinés aux ingénieurs impliqués dans les productions en série sur tout le territoire américain. L'absence des grandes sociétés d'armement pourtant confrontées à une production très tendue durant ces années de guerre, ainsi que la suffisance de ses grands patrons seront à l'origine d'une revanche que prendra Deming pour son ami. Celui-ci se chargera de transférer les connaissances en matière de management de la qualité à qui veut bien les recevoir. Il aura à cœur de réparer cette injustice faite à son mentor et ami Shewhart en aidant les entreprises japonaises après la grande guerre avec le résultat que l'on connaît. C'est alors plus de cent mille ingénieurs et cadres japonais peu sensibles au principe de rationalité forte qui seront éduqués à l'approche de Shewhart dans un Japon en pleine reconstruction.

Les traces écrites de ce que nous lègue Shewhart sont relativement ramassées. Auteur de deux ouvrages, le premier écrit en 1931 (*Economic Control of Quality of Manufactured Product*) pose les bases du contrôle statistique. Il sera suivi par un second ouvrage en 1939 (*Statistical Method : From the Viewpoint of Quality Control*) qui contient essentiellement les cycles de cours que Shewhart donnera au département de l'agriculture américain. Il écrira quelques articles techniques jusqu'en 1958 dans le *Bell System Technical Journal* et un en 1946 dans le *Journal of American Statistical Association* dans l'après-guerre. Dans cet article à visée épistémologique, il tentera de positionner les statistiques (sciences appliquées) par rapport aux sciences pures et abstraites comme les mathématiques ou la physique (Shewhart, 1946). Nous sommes en sortie de guerre et Shewhart, dans un registre s'éloignant de la modestie qui le caractérise, dresse un constat sur la nécessité de développer les statistiques au service du public. Elles devraient selon lui améliorer du point de vue macroéconomique la gestion des épidémies, la sécurité du territoire et la production de richesse nationale. Même si elle a gagné la guerre, il pense avec d'autres que beaucoup d'erreurs auraient pu être évitées par l'armée américaine. D'après les témoignages dont nous disposons de ses collaborateurs proches, il était avant tout un passionné et un homme d'action. Il avait par exemple mis au point une expérience à l'aide d'un bol rempli des jetons de poker qui représentait une loi Normale. Il mettait ainsi en pratique ses théories à travers les ateliers de l'usine ce qui fera dire à l'une de ses collaboratrices que ses approches étaient indignes d'un diplômé universitaire de ce niveau (Gogue, 1989, p. 23). Il semble que seule la performance interne de ses actions le mobilisait laissant à d'autres plus ambitieux le soin de tirer profit de ses grandes idées (Gogue, 1989, p. 17).

La biographie de Shewhart est intimement imbriquée à celle du Dr Deming qu'il rencontre l'année 1927 lors du cycle décisif de formation au ministère de l'Agriculture. Ce dernier jouera le rôle de porte-voix indispensable tout au long de la vie de celui qu'il considérera comme son mentor. Il sera l'éditeur de son second livre et les nombreux échanges de courriers entre les deux auteurs attestent d'une forte implication de Deming dans les cours

et dans l'écriture de l'ouvrage. Greisler (1999, p. 444) dans son article sur Deming reprend de nombreux passages d'échanges de courrier entre les deux hommes en vue de la sortie de l'ouvrage de Shewhart :

« ...Je n'ai pas eu le temps de parcourir cet exemplaire annoté avec beaucoup d'attention mais j'ai lu une grande partie de vos suggestions. Je pense qu'elles sont excellentes et j'apprécie profondément votre gentillesse de prendre le temps d'attirer mon attention sur de telles choses. J'ai le sentiment que vous êtes un excellent critique constructif, non seulement du point de vue de la technique statistique, mais aussi du point de vue de l'expression. »

(extrait de la lettre de Shewhart adressée à Deming le 9 mars 1938 sur papier à en-tête Bell Telephone Laboratory - Traduit par l'auteur)

Le travail des deux hommes est tellement imbriqué qu'il suggère à certains auteurs spécialistes des travaux de Shewhart (Blankenship & Petersen, 1999 ; Wilcox, 2004) de mettre Deming dans leur bibliographie comme co-auteur de l'ouvrage. Erreur ou place méritée ? En tout cas, il est évident que sans cette rencontre déterminante, la notoriété de Shewhart sur la scène internationale n'aurait sans doute pas passé les frontières nord-américaines. Statisticien de formation, la diffusion de ses idées va passer avant tout par son activité d'enseignement et ses séminaires auprès de milliers d'ingénieurs. D'ailleurs son second ouvrage est basé sur les matériaux de ses séminaires au ministère de l'Agriculture. Son œuvre est le résultat direct de ses enseignements et non l'inverse comme c'est plus souvent le cas dans le monde académique. L'expérimentation sur des données réelles marquera de façon définitive l'élaboration de sa pensée.

2 Ses principales contributions : du déterminisme industriel à l'interactionnisme organisationnel

Lorsqu'il entre à la *Bell Western Company*, Shewhart a conscience que le concept de production de masse, né plus de cent ans plus tôt en Grande-Bretagne à la fin de XVIII^e siècle, est lié à un paradigme de production relevant des sciences exactes. La standardisation des organisations recherche la minimisation du nombre de rebus avec un coût d'inspection le plus bas possible. Face à des échelles de production croissante il a compris qu'il faut passer d'un contrôle systématique en fin de processus à un modèle permettant de prédire le taux de rejet. Pour lui, il convient de passer d'un paradigme de science exacte partagé par la plupart des ingénieurs de son époque à celui d'une science appliquée.

« On peut imaginer qu'un jour l'homme aura une connaissance de toutes les lois de la nature de sorte qu'il pourra prédire la qualité future d'un produit. Cela pourrait être considéré comme un objectif pour la science appliquée, mais il semble aujourd'hui qu'il ne s'agisse pas d'un objectif faisable. »

(Shewhart, 1931, p. 353. Traduit par l'auteur)

Il poursuit un peu plus loin en affirmant que cet objectif est impossible. Shewhart évoque le fait que pour beaucoup de phénomènes situés dans le champ de la physique, on ne dispose que d'une connaissance qui nous permet de prédire un état. Mais la raison nous échappe encore. Il en est de la gravité universelle, de l'énergie, de la masse des corps, du fonctionnement des électrons, ou encore de la lumière selon lui. Ainsi, selon Shewhart, nous n'avons qu'un ressenti de ce que signifie la cause de nombreux phénomènes. De même qu'une théorie universelle en physique est faite de l'ignorance des causes profondes, une théorie du contrôle dans un paradigme positiviste n'est pas envisageable (Shewhart, 1931, p. 131). Les contributions essentielles de Shewhart sont liées à ce glissement de paradigme qui conditionne l'avènement d'un contrôle qualité moderne en phase avec les modes de production des entreprises du XX^e siècle (Sliwa – Wilcox, 2008). Deux contributions nous paraissent essentielles pour atteindre ce but. La première concerne la mise en place de méthodes prédictives au lieu d'un contrôle systématique réalisé en bout de chaîne. La seconde sera de considérer la qualité des produits comme des connaissances produites à travers l'expérience faite par des acteurs et leurs interprétations situées dans leur contexte social. D'une façon plus générale, nous verrons que l'apport de Shewhart est aussi d'avoir contribué à ce glissement de paradigme caractérisant le XX^e siècle qui d'une conception rationaliste va s'orienter vers un interactionnisme social où les organisations sont perçues comme toujours en mouvement et en apprentissage continu.

2.1 Du contrôle qualité systématique des produits finis à l'usage d'une théorie de la prédiction :

« On dira qu'un phénomène est sous contrôle lorsque, grâce à l'expérience passée, on peut prédire, au moins dans certaines limites, la façon dont on peut s'attendre à ce que le phénomène varie à l'avenir. Il est entendu ici que la prédiction dans les limites signifie que nous pouvons indiquer, au moins approximativement, la probabilité que le phénomène observé se situera dans des limites données... »

(Shewhart, 1931, p. 6 ; traduit par l'auteur)

Tournant le dos à la conception spécialisée du contrôle chez Taylor, Shewhart va proposer de passer d'un contrôle ex-post d'une action décrite comme un état physique à un contrôle ex-ante d'une fin spécifiée à l'avance qui prendra la forme d'un état mathématique probabilisé. Plutôt que de refléter l'état présent d'un système, l'idée est d'anticiper ce qui peut se passer dans le futur au travers de prédictions statistiques. Afin de construire cette théorie de la prévision, il va avoir recours à la théorie des probabilités pour caractériser la variabilité d'un phénomène. Il se rend compte que certaines variations sont probabilisables lorsqu'une relation de cause à effet est connue. Ce sont des variations assignables à un phénomène. Mais il observe aussi que certaines variations sont aléatoires et ne relèvent pas d'une relation de cause à effet connue. Elles sont non probabilisables ou en incertitude totale selon l'expression de Knight (1921). Shewhart montre qu'il est vain et économiquement inefficace, car source de gaspillage, d'essayer d'anticiper des variations aléatoires ou de traiter de manière aléatoire des variations qui peuvent s'expliquer. La première illustration de ce principe lui est fournie par la production à la *Bell Western* des micros à granules de