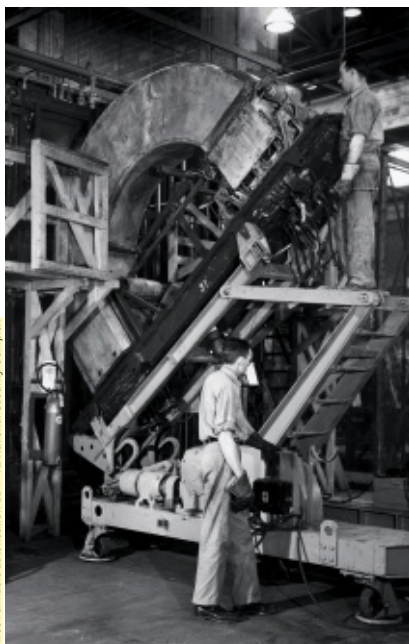


Plus de 74 000 bobines sont produites. La plupart sont expédiées dans le Wisconsin pour la fabrication des aimants, mais quelque 120 tonnes sont envoyées directement à Oak Ridge pour être façonnées sur le site en près de 9 000 « barres omnibus » – des barres conductrices qui alimentent les solénoïdes en courant. Durant leur manufacture, des gardes armés, munis de morceaux de papier, rattrapent la poussière d'argent produite lors de l'usinage des pièces pour qu'il soit refondu et réutilisé.

Les bandes de bobine sont acheminées par rail du New Jersey au Wisconsin, par chargements de six wagons scellés et gardés 24 heures sur 24. À la *Allis-Chalmers Manufacturing Company* de Milwaukee, les bobines sont déroulées et assemblées avec des soudures à l'argent pour former des bobines plus longues, puis enfin enroulées autour des corps de bobine en acier des boîtiers d'aimants. Entre février 1943 et août 1944, 940 aimants sont enroulés. Chacun contient en moyenne environ 13 tonnes d'argent. Ces aimants sont alors acheminés jusqu'à Oak Ridge dans des wagons plats.



6. UN OUVRIER retire une enceinte d'un calutron du site Y-12 afin d'en extraire l'uranium. Les ouvriers devaient racler les parois des enceintes pour récupérer l'uranium qui n'avait pas atteint les collecteurs d'ions.

Avec l'aimable autorisation du Y-12 National Security Complex

La première piste de course *Alpha* entre en service le 13 novembre 1943, mais son exploitation initiale est de courte durée : les bobinages entrent en court-circuit parce qu'ils sont trop serrés et que de la matière organique a contaminé une huile isolante. L'exploitation est suspendue, et 80 aimants *Alpha-I* sont renvoyés à Milwaukee pour qu'ils soient réusinés. La deuxième piste *Alpha* entre en service le 22 janvier 1944, et la première est reconstruite le 3 mars. Fin janvier 1945, neuf pistes de course *Alpha* contenant 864 calutrons et six pistes *Bêta* contenant 216 calutrons fonctionnent dans huit gros bâtiments du complexe Y-12.

De la bombe *Little Boy* à... la médecine

L'isotope 235 s'accumule peu à peu à Oak Ridge. En avril 1945, les installations Y-12 n'ont produit que 25 kilogrammes d'uranium de qualité militaire et, toutes méthodes d'enrichissement confondues (d'autres méthodes ont été développées sur d'autres sites), les quantités augmentent d'environ 200 grammes par jour. À la mi-juillet, les installations ont produit un peu plus de 50 kilogrammes. À ce stade, Y-12 a consommé environ 1,6 milliard de kilowattheures d'électricité, soit à peu près 100 fois l'énergie libérée par *Little Boy*, la bombe larguée sur Hiroshima le 6 août 1945. Presque chaque atome d'uranium 235 entrant dans la confection de *Little Boy* provient des calutrons de Lawrence. Fin 1946, la production cumulée de Y-12 s'élève à un peu plus de 1 000 kilogrammes d'uranium 235, l'équivalent d'environ 15 bombes d'Hiroshima.

Fin 1946, la méthode de séparation de l'uranium par diffusion gazeuse obtient un bien meilleur rendement que le processus électromagnétique, si bien que l'enrichissement de l'uranium est arrêté en décembre dans tous les bâtiments de Y-12, sauf un. Mais c'est seulement le 1^{er} juin 1970 que le dernier lingot d'argent du projet Manhattan est restitué à West Point, quelques semaines avant la mort de Groves : certains calutrons de Y-12 sont restés en service, utilisés pour d'autres éléments du tableau périodique.



© Ed Westcott / Avec l'aimable autorisation de l'AMSE, Oak Ridge

5. LE GOUVERNEMENT AMÉRICAIN avait embauché de jeunes bachelnières pour faire fonctionner les calutrons sur le site Y-12. Les jeunes femmes étaient formées à surveiller les compteurs et à régler les cadrans, mais on ne leur avait pas dit ce que produisaient les calutrons.



Avec l'aimable autorisation du Y-12 National Security Complex

7. LE SITE SECRET CLINTON ENGINEER WORKS, dans l'Est du Tennessee, où fut construit le complexe électromagnétique Y-12. Fin 1945, plus de 1 100 calutrons étaient en service sur le site.



Avec l'aimable autorisation de la Milwaukee County Historical Society

8. À LA ALLIS-CHALMERS MANUFACTURING COMPANY, dans le Wisconsin, les bobines d'argent étaient déroulées, soudées, puis enroulées autour des corps de bobine en acier des boîtiers d'aimants.

Après la guerre, de nombreux calutrons sont rééquipés avec des bobinages en cuivre, mais pas les calutrons de l'usine pilote. Ceux-là fonctionnent jusqu'en 1974 (avec 60 tonnes d'argent dans les bobinages de leurs aimants autres que ceux de l'uranium, dont certains sont utilisés dans le réacteur à graphite du tout proche Laboratoire national d'Oak Ridge. L'installation crée des marqueurs radioactifs pour certains examens médicaux. D'autres calutrons développés pour le projet Manhattan séparent des isotopes stables jusqu'en 1998 ; ensuite, l'arrivée de sources meilleur marché d'isotopes impose la fin de l'exploitation. La fermeture de ces installations est une des raisons de l'actuelle pénurie d'isotopes médicaux aux États-Unis.

Les deux visages du projet Manhattan

Aujourd'hui, les installations Y-12 d'Oak Ridge sont toujours en service en tant que Complexe de la sécurité nationale du ministère de l'Énergie, sous contrat avec la *Babcock & Wilcox Company*. Elles ont été récemment reconverties en site de récupération et de stockage de matériaux nucléaires. Un rapport datant de 2010 de la *Nuclear Posture Review*, qui définit la stratégie nucléaire américaine pour les prochaines années,

prône également la construction d'une nouvelle installation de traitement de l'uranium sur le site Y-12, qui pourrait être opérationnelle en 2021.

Souhaitons qu'Oak Ridge, de même que les deux autres sites du projet Manhattan – Los Alamos, au Nouveau-Mexique, et Hanford, dans l'État de Washington – restent accessibles pour aider les générations futures à explorer et comprendre le projet. Los Alamos centralisait les recherches scientifiques du projet, et Hanford mettait en œuvre une autre stratégie pour obtenir un matériau fissile : la synthèse, dans des réacteurs géants, de plutonium à partir d'uranium.

Les historiens débattront sans fin pour savoir si le projet Manhattan a vraiment contribué à abréger la Seconde Guerre mondiale ou permis d'éviter une invasion sanglante du Japon. Le fait d'accélérer la fin de la guerre valait-il le coût en victimes civiles et les dégâts en termes d'image et d'autorité morale de l'Amérique ? Quoi qu'il en soit, le projet Manhattan a été la plus grande entreprise mondiale de « Big Science ». Il a influencé des événements à court et à long terme comme aucune autre initiative scientifique de l'histoire. Le projet et son programme *Silver* sont des modèles de ce que la science et l'ingénierie, conduites par des professionnels compétents, peuvent accomplir quand le besoin se fait pressant. ■

L'AUTEUR



Cameron REED est professeur de physique au *Alma College* à Alma dans le Michigan, aux États-Unis.

Article publié avec l'aimable autorisation de *American Scientist*.

✓ BIBLIOGRAPHIE

C. Reed, *The Physics of the Manhattan Project*, Springer, 2010.

C. Reed, *Bullion to B-Fields: the Silver Program of the Manhattan Project*, *Michigan Academician*, vol. 39, n° 3, pp. 205-212, 2009.

Le site Web du Complexe de sécurité nationale Y-12 propose de nombreuses archives : www.y12.doe.gov

LOGIQUE & CALCUL

La culturomique

L'étonnant corpus de textes créé récemment par une équipe internationale de chercheurs dévoile des phénomènes linguistiques insoupçonnés.

Jean-Paul DELAHAYE



De nombreuses informations, concernant le monde physique, culturel ou social sont trop coûteuses à collecter : il n'est pas envisageable par exemple de savoir combien de personnes connaissent le nom de Kurt Gödel et le sujet de ses recherches. Alors que pour évaluer le nombre de personnes qui connaissent une personnalité très en vue, nous pouvons opérer par sondage, pour une personnalité scientifique à la notoriété moindre, il faudrait, pour un résultat fiable, un échantillon de plusieurs dizaines de milliers de personnes... ce qui revient trop cher. On a pallié aujourd'hui ce problème en utilisant un énorme corpus de données comportant cinq millions de livres !

Sonder ou tout prendre en compte ?

Les sondages donnent accès à des informations globales sur de grands ensembles impossibles à explorer de manière exhaustive : groupes humains, populations animales, objets sortant d'une chaîne de production, etc. Malheureusement, les sondages ne voient pas les faibles fréquences.

Pour des statistiques fines, il nous faut procéder autrement et nous savons que les élections sont le seul moyen pour mesurer l'importance des petits partis. Sans les approches exhaustives ou presque exhaustives, de nombreux faits restent invisibles ou impossibles à mesurer. L'infor-

matique élargit le champ des variables évaluables : elle offre des capacités de stockage massif d'informations, elle réalise des collectes de faits, de chiffres et d'images à grande échelle et les automatise. Elle donne aussi des moyens de traitement numériques ultrarapides pour l'exploration des gigantesques bases de données. Plusieurs domaines de recherche sont nés ou ont été renouvelés. Ainsi, la fouille de données (*data mining*) conçoit des méthodes pour extraire l'information pertinente des masses inouïes de données enregistrées sur les supports numériques et la technologie des moteurs de recherche sur Internet se fonde sur des bases d'informations stockées sur les disques durs de centaines de milliers d'ordinateurs des *datacenters*, information mise à jour en permanence, puis manipulée instantanément pour répondre aux milliards de requêtes des utilisateurs que nous sommes tous.

De nombreuses disciplines scientifiques (toutes ?) sont concernées. Citons la météorologie où les réseaux de collectes d'information et les outils de calcul sont perfectionnés sans relâche ; la géographie et la démographie, qui disposent de tableaux chiffrés de plus en plus variés et nombreux ; l'économie, elle aussi soumise à une multiplication des informations mises à sa disposition ; la biologie et la génétique, avec ces centres de données de séquences qui sont devenus un outil quotidien des chercheurs ; les mathématiques avec, par exemple, la base de suites numériques de Neil Sloane.

La linguistique utilise depuis longtemps les outils informatiques. La constitution de corpus de textes donne une vision objective des langues parlées ou écrites. La réunion de tous les textes d'un auteur permet l'étude statistique du vocabulaire d'un écrivain et de ses habitudes stylistiques.

Les conclusions sont parfois étonnantes : Dominique Labbé, après analyse des œuvres de Molière et de Corneille, prétend que les 16 œuvres principales de Molière ont été écrites par Corneille, thèse qui, sans faire l'unanimité, s'appuie sur des arguments sérieux.

Cinq millions de livres

Un pas vient d'être franchi dans la taille des corpus linguistiques auquel la science informatique donne accès : une base de 5 195 769 livres a été constituée.

Ces livres, qui proviennent des bibliothèques de 40 universités, ont été numérisés par la Société Google ; ils représentent quatre pour cent de la totalité des livres jamais publiés. Les ouvrages ont été sélectionnés parmi 12 millions de livres numérisés en prenant en compte la qualité de la numérisation et des informations générales, les « métadonnées », dont on dispose sur eux. Le corpus ainsi constitué comporte 500 milliards de mots. C'est énorme : en lisant un livre chaque jour pendant 50 ans, vous n'en aurez parcouru que 18 000, soit 0,36 pour cent du corpus constitué. Les textes mis bout à bout, à raison de dix symboles par centimètre,