



CERNA WORKING PAPER SERIES

Des histoires de la Silicon Valley

Thierry Weil

Working Paper 2009-2

**Cerna, Centre d'économie industrielle
MINES ParisTech
60, boulevard Saint Michel
75272 Paris Cedex 06 – France
Tél. : 33 (1) 40 51 90 00**

Juin 2009

Cet article est soumis à la revue "Entreprises et Histoire"

Des histoires de la Silicon Valley

*Thierry Weil,
Mines-Paristech, CERNA
60 Boulevard Saint Michel, 75272 Paris Cedex 06
Thierry.Weil@mines-paristech.fr
juin 2009*

Alors que beaucoup de pays tentent de favoriser l'émergence de clusters technologiques et d'écosystèmes de croissance s'appuyant sur les synergies entre entreprises de toutes tailles et recherche académique, la Silicon Valley est souvent considérée comme le modèle mythique à imiter. Il est donc utile de comprendre les raisons du développement exceptionnel de cette région. La littérature sur le sujet est abondante, mais suggère des explications très diverses. Nous proposons d'examiner ces récits, pour éviter de ramener un siècle de co-évolution des technologies, des institutions, des communautés professionnelles et des marchés à quelques recettes simplistes conduisant à des prescriptions inefficaces pour les politiques publiques.

Cet examen critique de l'histoire de la Silicon Valley permet aussi d'en souligner quelques aspects moins connus comme la capacité de Stanford à apprendre de son environnement industriel ou la manière dont certaines compétences acquises ont facilité de nouvelles trajectoires technologiques.

Remerciements

Cet article a été rédigé dans le cadre du projet EPICTETE, grâce au financement de l'ANR. Le projet initial a bénéficié des suggestions et critiques de Patrick Fridenson, Thomas Fröhlicher, Jackie Kraft, Gilles Leblanc, Christophe Lécuyer, Jean-Claude Thoenig et des participants au projet EPICTETE et du réseau scientifique de l'observatoire des pôles de compétitivité.

Une référence incontournable, des interprétations multiples	4
Frederick Emmons Terman, le visionnaire : un récit héroïque	5
Un entrepreneur institutionnel soucieux du rayonnement de l'Université	6
Une université à l'écoute de son environnement industriel	6
Les start-up issues de l'Université	6
Les beaux enfants de l'odieux William Shockley : la technologie miraculeuse	7
Il y avait une vie avant Terman : la longue histoire de l'électronique	9
Le perfectionnement du radiotélégraphe et de ses composants	9
La solidarité des entrepreneurs locaux et la culture de coopération des radioamateurs	9
Une multitude de spin-off technologiques	10
Les multiples ingrédients du succès	11
Un sentier sinueux	11
Le rôle discuté des financements militaires : une politique industrielle ?	12
Le développement d'institutions complémentaires : l'écosystème institutionnel	13
Le poids des communautés professionnelles et de la coopération	15
Une capitalisation des connaissances par les communautés professionnelles : l'organisation du travail	15
Coopétition et réseaux personnels	16
Une fidélisation difficile des employés nomades	16
Diversité et tolérance	17
Variété des formes d'organisation	17
Une coévolution des technologies, des institutions, des communautés professionnelles et des marchés	18
Conclusion : peut-on dupliquer la Silicon Valley ?	20
Expliquer le succès de la Silicon Valley	20
L'importance de se connecter au cluster dominant	21
Les autres ingrédients du succès	21
Les politiques de cluster	21
Références	23

Une référence incontournable, des interprétations multiples

La Silicon Valley est le parangon des clusters et son histoire une référence incontournable pour qui prétend imiter ce modèle ou l'adapter à un contexte local différent. Mais au fait, quelle histoire ? Il existe de nombreux récits de l'épiphanie de cet Eldorado, qui tous contiennent une part de vérité. Comme dans la parabole de l'éléphant découvert par quatre aveugles, il peut être utile de connaître ces différentes approches partielles et complémentaires du phénomène.

La plupart des récits mettent en avant un mécanisme explicatif qui les rendra particulièrement convaincants pour les tenants des théories correspondantes. Nous présenterons ainsi des explications privilégiant respectivement :

- l'influence de l'homme providentiel dont le génie change le cours de l'histoire (Terman) ;
- le rôle d'une université ouverte sur son écosystème (Stanford) ;
- le potentiel d'une technologie spécifique : les circuits intégrés ;
- la dépendance de chemin (path dependency), montrant que l'histoire industrielle locale dans le domaine de la radiotélégraphie conduisait à la présence simultanée de compétences qui allaient s'avérer importantes pour les développements ultérieurs ;
- l'effet des « spill-over », ce surcroît de technologie produit par la recherche des grandes entreprises, et que celles-ci n'exploitent pas efficacement ;
- le rôle de la stratégie d'approvisionnement du ministère de la défense (politique publique, dépendance des ressources) ;
- le rôle de la géographie et des spécificités culturelles conduisant quelques pionniers chauvins à se serrer les coudes face à la domination arrogante des grandes entreprises de la cote Est ;
- l'importance des réseaux interpersonnels et d'une culture de collaboration ;
- le développement de communautés de pratiques permettant une capitalisation des connaissances dépassant les frontières des entreprises particulières ;
- une tolérance à la diversité garantissant la présence locale d'un réservoir de talents très divers dont certains s'avéreront utiles pour tirer parti d'opportunités peu prévisibles ;
- une vision systémique et institutionnaliste montrant comment s'est construit un écosystème d'institutions complémentaires (universités ouvertes sur leur environnement, conseillers juridiques « intégrateurs », venture capitalistes « hands-on », conseillers d'entreprises et consultants divers).

Cet inventaire de schémas explicatifs concurrents n'est pas sans lien avec les quatre niveaux d'inertie - ou de cohérence - énumérés par [Claude Riveline, 2006] : la matière (l'électronique), les hommes (Frederick Terman et ses disciples), les institutions (l'Université, le ministère de la défense, les organisations de services aux entreprises à forte croissance, l'organisation du travail, l'incitation des collaborateurs par le partage des profits, les réseaux sociaux de professionnels), le sacré (l'enthousiasme pour l'innovation, l'esprit d'entreprise, la tolérance, le patriotisme nord-californien, les normes de réciprocité). On peut également y retrouver les quatre compétences ou rigidités clés, presque équivalentes, de [Dorothy Leonard

1992] (le système technique, les savoirs et savoir-faire des employés, le système de management, les normes et valeurs). Selon Claude Riveline, on ne peut modifier substantiellement le cours d'une organisation qu'en veillant à la cohérence des quatre niveaux, et une action qui privilégierait certains niveaux se heurterait à l'inertie des autres. Ne considérer qu'une de ces histoires partielles peut alors conduire à des prescriptions inefficaces pour susciter l'émergence de clusters similaires à la Silicon Valley.

Nous allons présenter différentes descriptions de l'histoire de la Silicon Valley, dont la combinaison montre plutôt une *coévolution* assez complexe des technologies, des institutions et des marchés. Nous évoquerons en conclusion les leçons qu'on peut chercher à en tirer pour éclairer les politiques publiques destinées à favoriser l'émergence d'écosystèmes économiques performants.

Frederick Emmons Terman, le visionnaire : un récit héroïque

Après des études « undergraduate » de chimie à Stanford où son père était professeur, Frederick Terman soutint sa thèse d'électronique au MIT en 1924 sous la direction de Vannevar Bush¹. Nommé en 1925 professeur à Stanford, alors une université de niveau moyen², Terman encouragea certains de ses étudiants, comme les frères Varian, Bill Hewlett et David Packard à y créer leur entreprise. Alors que la plupart des emplois qualifiés en électronique étaient à l'Est du pays, Terman, grâce à son réseau personnel, aidait ses étudiants à trouver des financements (parfois une bourse de recherche dans son département, dans le cas de David Packard), des premiers contrats ou des partenariats avec des entreprises établies. Même ainsi, il était difficile pour des entreprises de survivre loin des centres de recherche et de décision de la côte Est³.

¹ Vannevar Bush, « the good Bush », conseiller scientifique du président Roosevelt, organisa le système de recherche américain et ses interfaces avec les besoins militaires. Président du comité national pour l'aéronautique, il fonda en 1940 du comité national pour la recherche de défense, devenu office de la recherche scientifique et du développement (et tutelle du projet Manhattan de développement de la bombe atomique). Après la guerre, il fut un ardent défenseur d'un investissement massif dans la recherche fondamentale. Son célèbre rapport au président « Science, the endless frontier » en juillet 1945, conduisit à la création de la National Science Foundation (NSF) en 1950, après une bataille législative de plusieurs années entre partisans de la recherche appliquée dont les résultats appartiendraient à l'Etat et ceux d'une recherche fondamentale gouvernée par des scientifiques et autorisant des brevets privés. Il décrivit des concepts considérés comme la préfiguration du world-wide-web.

² L'université fut créée à la fin du XIXème siècle par le sénateur Stanford à la mémoire de son fils disparu Leland junior. Leland Stanford père était un entrepreneur local ayant accumulé une grande fortune grâce à la ruée vers l'or en faisant construire la ligne de train de la côte au massif aurifère de l'Eldorado par des immigrants russes et chinois, dans des conditions assez épouvantables, même pour l'époque. Avant la seconde guerre mondiale, le principal titre de gloire de la jeune université était que le président Herbert Hoover y avait fait ses études undergraduate dans la première promotion, dès l'ouverture de l'université en 1891. Mais le jeune orphelin désargenté n'aurait pu être candidat à des institutions plus prestigieuses. Il y finance ses études d'ingénieur des mines par différents petits boulots. Ce républicain élu triomphalement en 1928 n'arrivera pas à surmonter la crise de 1929 et la Grande dépression, malgré son pragmatisme et sa sensibilité sociale (il fera passer en 1932 le taux marginal d'impôt de 25 à 63%).

³ Ainsi si les frères Varian obtinrent un contrat pour valoriser l'invention du klystron en 1937, l'entreprise à laquelle la licence d'exploitation avait été accordée, Sperry Gyroscope, ferma son laboratoire de la côte ouest en 1940 et les fit venir, avec leurs professeurs William Hansen et Edward Ginzton au laboratoire de Long Island (peut-être pour que leur recherches soient menées dans un site sécurisé travaillant pour la Défense).

Un entrepreneur institutionnel soucieux du rayonnement de l'Université

Après avoir passé la guerre à diriger le laboratoire de Harvard de contremesures radar, Terman revint à Stanford comme doyen de l'école d'ingénierie puis prévôt de l'université⁴. Il utilisa son réseau personnel pour promouvoir les relations de Stanford avec les entreprises et les agences finançant la recherche de défense. Il encouragea la création d'une filiale de conseil (devenue autonome à la fin des années 60), le Stanford Research Institute. Il créa des « clubs d'affiliés industriels » de certains départements dont les membres cotisaient pour avoir un accès privilégié aux travaux en cours. Il ouvrit l'enseignement diplômant aux salariés des entreprises (Honors cooperative program)⁵.

Toutes ces initiatives attirèrent des centres de recherche d'entreprises technologiques dans la région et créèrent un tissu favorable au développement de nouvelles entreprises.

Une université à l'écoute de son environnement industriel

Si les nombreuses initiatives permettant à Stanford d'irriguer son écosystème sont bien connues, on oublie souvent que Terman et ses successeurs surent aussi, avec beaucoup d'opportunisme, faire profiter la recherche et l'enseignement de Stanford des avancées des entreprises locales. Ils encouragèrent les pionniers de l'industrie des tubes à vide comme Charles Litton à enseigner cette nouvelle technologie aux étudiants. Des laboratoires d'électronique furent développés pour perfectionner ces technologies (klystron, magnétron, tube à onde progressive). De même, dès l'apparition d'une industrie locale de semiconducteurs solides puis de circuits intégrés, les laboratoires de Stanford s'intéressèrent à ces technologies et à leurs applications. Ainsi John Linvill, successeur de Terman et père d'une fille aveugle, réalisa un des premiers dispositifs à circuit intégré : l'Optacon permettait de transcrire des caractères imprimés en vibrations correspondant à leur transcription en Braille, permettant aux aveugles équipés de ce dispositif de lire en suivant de leur index les lignes d'un livre courant.

Les start-up issues de l'Université

La mythologie de la Silicon Valley insiste sur l'éclosion des start-up aux liens privilégiés avec Stanford⁶ (le garage dans lequel David Packard créa son entreprise a été classé « monument historique »), mais [Stephen B. Adams 2005] montre que ce sont surtout les grandes entreprises qui constituaient la masse des relations industrielles de Stanford, tandis que d'autres soulignent le rôle des crédits de défense, direct (subvention de travaux de recherche à Stanford ou au SRI) ou indirect (commandes aux entreprises d'électronique locales). Nous verrons plus loin que la plupart des entreprises créées dans la Silicon Valley furent des spin-off d'entreprises existantes.

⁴ Le prévôt est l'administrateur de l'université, sous l'autorité de son président. Le successeur de Terman était, à l'époque où j'étais à Stanford, Condoleeza Rice, professeur de « relations internationales ».

⁵ Beaucoup plus tard, lorsque les moyens techniques le permirent, ces enseignements eurent lieu en vidéo-transmission avec retour de son dans l'amphi, de sorte que les employés des entreprises affiliées pouvaient assister aux cours depuis une salle de classe équipée dans leur entreprise.

⁶ L'université voisine de Berkeley permit également l'épanouissement de nombreuses spin-off dans le domaine des biotechnologies ou des logiciels, où les entreprises se nourrissent plus unilatéralement de la recherche académique. L'originalité de Stanford, comme on vient de le voir, semble d'avoir pu absorber rapidement la technologie qui se développait dans son environnement.

Mais même s'il emploie relativement peu de monde, ce tissu significatif de start-up a beaucoup fait pour la culture entrepreneuriale de la Vallée, tandis que le « réseautage » facilité par les relations multiples avec Stanford facilitait la communication entre entreprises.

Les beaux enfants⁷ de l'odieux William Shockley⁸ : la technologie miraculeuse

Frustré qu'on ne reconnaisse pas suffisamment ses mérites aux Bell Labs, William Shockley, co-inventeur du transistor avec Bardeen et Brattain⁹, partit en sabbatique à CalTech en 1953, où il rencontra Arnold Beckman, fondateur de Beckman Instruments, qui finança « Shockley Semiconductors Laboratories ». Shockley installa l'entreprise à Mountain View. Comme aucun de ses anciens collègues de Bell Labs n'accepta de venir travailler avec lui, il embaucha de brillants ingénieurs, qui supportèrent mal son style de management paranoïaque. En 1957, huit de ses chercheurs tentèrent en vain de convaincre Beckman d'embaucher un PDG et de nommer Shockley directeur scientifique. Les huit conjurés (*the traitorous eight*), partirent ensemble former une nouvelle entreprise, qui fut financée par Fairchild Camera & Instruments et en devint filiale¹⁰. Fairchild inventa et améliora de manière déterminante les techniques de fabrication des composants électroniques (passivation par oxyde de silicium, connexion par silicium polycristallin, technologie planar, propriété extrême de l'environnement) et surtout inventa le circuit intégré (association de très nombreux composants électroniques construits simultanément sur une même puce). L'entreprise consacra des moyens importants à l'éducation des clients déroutés par la nouveauté de la technologie et au support technique. Contrairement à d'autres entreprises de la Silicon Valley, Fairchild associait peu ses employés au succès de l'entreprise¹¹. Par ailleurs l'entreprise tarda à reconnaître le potentiel des circuits intégrés. Plusieurs fondateurs ou cadres, frustrés qu'on ne laisse pas développer les produits auxquels ils croyaient, quittèrent l'entreprise. Finalement, Robert Noyce et Gordon Moore, les directeurs et directeurs de la R&D, quittèrent eux-mêmes Fairchild en 1968 pour fonder Intel¹².

Selon Gordon Moore, la concentration de quelques très bons scientifiques et technologues et les essaimges successifs ont joué un rôle beaucoup plus déterminant dans la prospérité de la Silicon Valley que Stanford ou l'abondance des crédits militaires. Beaucoup d'autres universités dans tout le pays suivaient le modèle du MIT consistant à promouvoir les relations

⁷ Shockley était un eugéniste convaincu, alarmé par le taux de reproduction supérieur des populations les moins qualifiées ; il fit don de son sperme au « Repository for germinal choice » dans le but d'améliorer le patrimoine génétique de l'humanité.

⁸ Ce paragraphe repose notamment sur l'article de Gordon Moore et Kevin Davis « Learning the Silicon Valley way », in [Brenahan & Gambardella 2004]

⁹ Les brevets originaux du transistor de 1947 sont ceux de Bardeen et Brattain, mais utilisent les travaux théoriques de Shockley sur l'effet de champ. Shockley perfectionna l'invention et proposa le transistor à jonction en 1951.

¹⁰ Les huit conspirateurs se mirent en quête d'un directeur et embauchèrent Ed Baldwin, le directeur de l'ingénierie de Hugues Semiconductors, pour diriger Fairchild Semiconductors. Ed partit finalement créer une entreprise concurrente (Rheem semiconductors, condamnée pour appropriation abusive de secrets industriels), mais entre temps les scientifiques créateurs de Fairchild semiconductors avaient appris à gérer une entreprise de développement d'innovations scientifiques.

¹¹ Fairchild avait exercé son option de rachat des parts des huit fondateurs, rendant ceux-ci riches, mais sans les intéresser au succès ultérieur de l'entreprise.

¹² [Lécuyer 2006] a documenté en détail cette période et l'histoire de Fairchild.

avec les entreprises et à encourager les créateurs d'entreprise. Selon lui, Stanford a surtout eu le mérite, réel, de réagir rapidement aux demandes et de s'adapter aux besoins de compétences des entreprises locales : le département de matériaux et procédés pour les semiconducteurs ne s'est développé qu'après les grands travaux de Fairchild. Par ailleurs, Fairchild s'est développée en visant des applications civiles nombreuses, permettant de gros volumes de production, tandis que les programmes militaires et spatiaux, très prudents, reposaient sur des technologies obsolètes (à l'exception du programme de défense Minuteman qui favorisera effectivement la mise au point de la technologie de fabrication planar) ; le marché militaire aurait été lucratif, mais secondaire¹³. Le pari audacieux de Robert Noyce consistant à proposer des circuits intégrés moins chers que les composants discrets à assembler séparément, pour convaincre des acheteurs réticents, a conduit l'entreprise Fairchild à vendre à perte pendant un an, lorsque les rendements de fabrication étaient encore faibles, mais a ouvert le marché de masse. Le venture capital, qui a joué ensuite un rôle essentiel, n'est apparu qu'après les premières spin-off. Si Arthur Rock a bien trouvé un financement pour les 8 traîtres de Shockley, c'est comme banquier d'affaires, qui, après de nombreux contacts infructueux, a convaincu Sherman Fairchild de créer une filiale de semiconducteurs. Il ne deviendra lui-même un des grands venture capitalistes de la vallée que plus tard (il créa un des premiers fonds en 1961).

La ressource rare était à l'époque les leaders capables, comme William Hewlett, de diriger efficacement une entreprise destinée à exploiter des développements scientifiques¹⁴. À la fin des années 60, presque tous les ingénieurs de l'industrie des semiconducteurs de la vallée étaient passés par Fairchild (95% selon un sondage fait en 1969 [Moore 2004]), mais la plupart venaient d'autres régions, notamment les « huit conspirateurs » et Ed Baldwin, le premier directeur.

Selon Moore, l'élément déterminant du succès initial a été l'immense potentiel de la technologie naissante des semiconducteurs. [Annalee Saxenian 1994] montre que la production de composants est une activité certes assez capitalistique (d'où le besoin d'investisseurs industriels ou financiers), mais où les barrières à l'entrée sont bien moindres que dans la construction de systèmes intégrés comme les gros ordinateurs « mainframes » que la région de Boston produisait à l'époque. Le secteur est donc plus favorable au bourgeonnement de nombreuses entreprises.

La réactivité de Stanford a amplifié un succès qu'elle n'a pas provoqué. Il s'agit de « commercial science », à laquelle les départements d'électronique et de chimie s'intéressaient peu, développée par des ingénieurs « qui ne cherchaient pas à créer plus de connaissances que ce dont ils avaient besoin » (Intel s'est d'ailleurs interdit d'avoir un laboratoire central, en constatant que les choses étaient devenues plus difficiles chez Fairchild lorsque le laboratoire central avait atteint 600 personnes et s'était éloigné des divisions).

¹³ Comme le montre [Lécuyer 2006], le très haut niveau de fiabilité exigé par les programmes militaires a été un facteur de progrès essentiel, Autonetics, le donneur d'ordre de Fairchild dans le programme Minuteman, envoyant ses ingénieurs pour aider Fairchild Semiconductors à rendre encore plus fiable son processus de production.

¹⁴ C'est au retour d'un premier séjour postdoctoral à Stanford que je me rendis compte que le retard des entreprises françaises était beaucoup plus grave sur les savoir faire de management de la technique et de l'innovation que sur la science et la technique et que je réorientai ma carrière et mes travaux en conséquence [Weil 2009]

Il y avait une vie avant Terman : la longue histoire de l'électronique

Alors que Moore relativise le rôle de Terman et de l'université en montrant que ceux-ci ont créé des conditions favorables qui seraient restées des potentialités latentes sans l'opportunité miraculeuse du transistor solide puis des circuits intégrant de nombreux transistors sur une même « puce », certains historiens rappellent que la Silicon Valley était loin d'être un désert avant Terman et le développement du Stanford Industrial Park.

Le perfectionnement du radiotélégraphe et de ses composants

[Timothy J. Sturgeon 2000] montre ainsi qu'avant de bénéficier des applications du transistor solide, la région de Palo Alto avait su tirer parti du transistor à tube et de ses multiples perfectionnements, et même auparavant du générateur à arc électrique, et devenir un centre de compétence dans l'industrie de la radiotélégraphie puis de la radiodiffusion.

L'invention du radiotélégraphe par Guglielmo Marconi en 1895 profita d'abord à la navigation civile et militaire. Les différents fournisseurs d'équipements étaient des firmes intégrées de la côte est, qui toutes avaient des performances globales médiocres, mais gardaient jalousement pour elles les composants critiques qu'elles avaient développés. Cyril Elwell, un ingénieur fraîchement diplômé de Stanford, acheta une licence du transmetteur à arc électrique au danois Vladimir Poulsen, qui avait montré son invention à l'exposition de Paris de 1900. Elwell créa Federal Telegraph (FTC) en 1909, avec l'aide financière du président de Stanford David Starr Jordan (cas intéressant de business angélisme précoce). FTC perfectionna les radiotélégraphes et prospéra rapidement à cause des besoins de la marine nationale, équipant notamment les liberty ships de la première guerre mondiale. En 1910, Lee de Forest, venu installer des radiotélégraphes sur deux navires de guerre dans le port de San Francisco, passa deux ans chez FTC, pendant que sa propre entreprise de la côte Est et son associé étaient poursuivis pour diverses fraudes financières¹⁵. Il y mit au point le transistor à tube pour amplifier le signal radioélectrique. Ce transistor s'avéra par la suite également capable de fonctionner en oscillateur et de générer des ondes radio. Le perfectionnement des tubes à vide permit de passer de la transmission radio d'impulsions télégraphiques (les messages en code Morse) à celle de la voix (la radiophonie) et valurent le prix Nobel à Lee de Forest.

La solidarité des entrepreneurs locaux et la culture de coopération des radioamateurs

Le potentiel de la radio devint si évident que le gouvernement américain passa un décret interdisant les participations étrangères supérieures à 20% dans les stations de radio américaines et encouragea General Electric à acheter la filiale américaine de l'entreprise britannique Marconi pour constituer RCA (Radio Corporation of America). Devenue propriétaire des brevets de Forest, RCA défendit agressivement sa propriété industrielle. FTC put cependant invoquer un droit d'usage lié au fait que le transistor à tube avait été développé dans son laboratoire. Sturgeon suggère d'ailleurs que la solidarité des entreprises d'électronique de la baie de San Francisco (il est encore trop tôt pour parler de Silicon Valley) sera en partie une réaction au comportement agressif de RCA, qui cherche à constituer un

¹⁵ Elwell convainquit le propriétaire de FTC, Beach Thompson, non seulement d'embaucher Lee de Forest et de lui accorder deux assistants, mais aussi de payer une caution pour qu'il ne soit pas incarcéré.

monopole¹⁶. [Stephen Adams 2003] montre aussi qu'un certain « patriotisme local » unit les entrepreneurs souffrant d'un déficit de légitimité face aux géants de la côte Est (General Electric, AT&T,...).

Une communauté de radio-amateurs en compétition pour réaliser des exploits (établir des liaisons radio lointaines), mais fiers de partager leurs secrets, bidouilleurs transgressifs à la pointe des possibilités technologiques, préfigure celle des *geeks* qui peupleront la Silicon Valley cinquante ans plus tard¹⁷.

Une multitude de spin-off technologiques

Sturgeon note aussi que de nombreuses inventions sont issues de l'expertise développée chez FTC. La plupart de ces inventions ont été commercialisées par de nouvelles entreprises souvent créées pour l'occasion, des spinoffs. Magnavox est ainsi créée dès 1910 pour commercialiser les premiers hauts-parleurs. L'invention du tuner synchronisé (commercialisé par le fabricant de phonographes Victor) permet à un non spécialiste d'utiliser un récepteur radio en ne tournant qu'un seul bouton pour s'accorder sur la fréquence de l'émetteur. Le détecteur de métaux est inventé par Fisher, ancien collaborateur de Lee de Forest. Charles Litton, embauché par FTC à sa sortie de Stanford en 1928 pour diriger le département de tubes à vide, reste à Palo Alto lorsqu'en 1932, en pleine dépression économique, FTC est obligé par son actionnaire de partir dans le New Jersey¹⁸ et met au point le magnétron, tube à vide de haute puissance indispensable au fonctionnement des radars. Philo Farnworth développe la télévision, mais son invention sera copiée par David Sarnoff et Vladimir Zworykin chez RCA. Ralph Heintz met au point les liaisons radio aériennes, puis développe le gammatron, plus performant que les tubes construits selon la technologie de Lee de Forest. A.M. Poniatoff invente le magnétophone, utilisé dès ses origines pour stocker la voix mais aussi les données, et crée AMPex pour le commercialiser.

Nous avons déjà évoqué l'abondante généalogie des spin-off issues de Shockley et de Fairchild, Shockley semiconductor pouvant elle-même être considérée comme une spin-off d'AT&T qui avait inventé le transistor dans ses laboratoires Bell. D'autres vagues technologiques ont été initiées grâce à la présence de grandes entreprises, comme celle du stockage magnétique. Celle-ci remonte à l'implantation d'un laboratoire d'IBM en 1952, dont le but était de profiter des talents locaux qui rechignaient à venir travailler sur la côte Est¹⁹. IBM développa des technologies de disques durs et de disquettes magnétiques. De nombreuses spinoffs en sont issues, dont la plupart des acteurs majeurs du secteur du stockage magnétique de données (Shugart, Seagate, Quantum, Maxtor). Les ingénieurs d'IBM développèrent également les technologies de bases de données relationnelles, dont l'entreprise

¹⁶ De fait RCA, GE, Western Electric (entreprise de la côte est liée à AT&T malgré son nom) et Westinghouse refuseront de vendre des tubes à grille à FTC et à Heintz et Kaufman. RCA les menacera même d'un procès en contrefaçon s'ils achètent leurs tubes en Europe pour fournir des équipements à leurs clients radio-amateurs. Ces entreprises seront condamnées en 1930 par le ministère du commerce pour violation de la loi anti-trust [Lécuyer 2006].

¹⁷ [Lécuyer] explique que le développement local de la radiotélégraphie et de la radiophonie, lié à la proximité du port de San Francisco (la radio est essentiellement utilisée par les navires pour communiquer) avait favorisé la constitution d'une communauté de radio-amateurs très sociables et véhiculant une idéologie progressiste).

¹⁸ Il serait intéressant d'approfondir le lien entre la « délocalisation » de la principale entreprise du secteur et la profusion des spin-off.

¹⁹ Cette anecdote confirme que la Silicon Valley n'était donc pas une région totalement sous-développée. IBM n'a d'ailleurs pas implanté son laboratoire à proximité de Stanford (comme Lockheed ou Xerox) mais à San Jose.

tira peu parti elle-même, mais qui permirent le développement d'Oracle, Sybase, Informix et consorts²⁰. De la même manière, le centre de Xerox créé en 1970 développa des technologies essentielles d'interfaces graphiques, de réseaux locaux, de micro-ordinateurs qui firent surtout le succès d'Apple ou 3COM, ou les Western laboratories de Digital Equipment inventèrent les moteurs de recherche et firent la fortune de... Google.

Selon Gordon Moore ([Moore & Davis 2004], les start-up créent peu d'idées nouvelles, mais savent se saisir efficacement d'idées sous-exploitées par les grandes entreprises ou les laboratoires publics. Une politique publique trop centrée sur l'aide aux start-up serait donc dangereusement incomplète.

Les multiples ingrédients du succès

On trouve donc dans le récit des périodes qui précèdent le développement de l'industrie des semiconducteurs beaucoup d'ingrédients de la future Silicon Valley : des entrepreneurs, souvent issus d'une communauté de pionniers technophiles aux idées progressistes, assez enclins à s'entraider, des explorations technologiques conduisant à de nombreux essaimage, des liens forts et avec la faculté d'ingénierie de Stanford. Charles Litton, un pionnier des tubes à vide et surtout des équipements permettant de les fabriquer, échangea par exemple l'accès aux laboratoires et à l'expertise de l'université contre des dons en équipements. S'il n'y a pas encore de capital risque, on se souvient qu'une des premières entreprises technologique, FTC, a été fondé par un des premiers ingénieurs issus de Stanford grâce à un prêt du premier président de l'université.

Pourtant, même si cet épisode a permis de jeter les bases d'une culture locale, l'industrie électronique ne représente pas beaucoup de monde en 1950, où le comté de Santa Clara²¹ est surtout connu comme « la capitale de la prune » et où seulement 800 personnes (0,25% de la population du comté) travaillent dans l'industrie, dont la moitié dans l'agro-alimentaire [Rogers et Larsen, 1984].

Un sentier sinueux

Certains pensent que le transistor solide ayant détrôné le tube à vide, il est naturel que la région spécialisée dans la fabrication des tubes se soit rapidement convertie aux semiconducteurs. L'histoire nous offre pourtant de nombreux exemples où l'apparition d'une nouvelle technologie provoque le dépérissement des entreprises établies et l'apparition de nouveaux acteurs dominants, souvent sur un territoire différent. De fait aucun des grands acteurs des tubes (FTC, Eitel-McCullough, Litton Industries, Varian) ne deviendra un acteur majeur de la microélectronique.

S'il y a une dépendance de chemin (*path dependency*), c'est selon un chemin sinueux. Les fabricants des tubes les plus perfectionnés avaient besoin de faire dans le tube un vide très poussé, ce qui amena notamment Varian à mettre au point de nouveaux procédés de pompage, notamment la pompe ionique, qui, n'ayant aucune partie mobile, n'avait pas besoin d'être graissée (la graisse était un contaminant majeur dans les systèmes antérieurs). Or les

²⁰ [Kenney et von Burg 2000] notent que les autres laboratoires d'IBM de Yorktown Heights (NY), Zurich ou Tokyo n'ont pas provoqué la création de spinoffs nombreuses et qu'il y a donc bien « quelque chose de lié à l'écosystème local ».

²¹ L'actuelle Silicon Valley est essentiellement constituée des comtés de Santa Clara, s'étendant entre Palo Alto et l'université de Stanford au Nord et San Jose au Sud, et du comté de San Mateo, situé juste au nord du précédent. Elle déborde un peu, les années fastes, sur d'autres comtés mitoyens de celui de Santa Clara.

rendements de production des semi-conducteurs, et tout particulièrement des circuits intégrés, dépendent cruciallement des conditions de propreté : une poussière de quelques microns (ou aujourd'hui de quelques nanomètres) déposée sur le circuit ou sur masque d'un appareil de photolithographie provoque un défaut qui rend un composant et donc tout le circuit défectueux. La maîtrise de la technologie du vide et de conditions de fabrication extrêmement propres par les fournisseurs d'équipement locaux permet les rendements de fabrication nécessaire pour la production de circuits intégrés complexes.

Le rôle discuté des financements militaires : une politique industrielle ?

Beaucoup de technologies électroniques développées dans la région de Palo Alto sont civiles ou duales. La radiotélégraphie a d'abord été utilisée par des flottes commerciales. La radiophonie a passionné de nombreux radio-amateurs et plus tard la radiodiffusion a surtout concerné les médias et le grand public (équipements de diffusion et de réception). Les circuits intégrés ont permis de perfectionner l'instrumentation scientifique, d'augmenter les performances des ordinateurs et de permettre l'invention des ordinateurs personnels accessibles au grand public, construits autour d'un microprocesseur qui intègre toutes les fonctionnalités de l'unité centrale de calcul. Le premier gros client de Hewlett-Packard fut Walt Disney, pour les effets d'animation de Fantasia.

Pourtant, Stuart W. Leslie rappelle que la Silicon Valley a bénéficié de l'effet d'entraînement déterminant de financements militaires abondants [Leslie 2000, Leslie 1993]. Les entreprises technologiques dont nous venons de rappeler l'histoire formaient un écosystème riche, en symbiose avec une université remarquablement ouverte sur son environnement économique, mais toutes étaient de taille modeste jusqu'à la seconde guerre mondiale. Les besoins de l'industrie de guerre ont plutôt conduit les meilleurs ingénieurs, dont Frederic Terman, à partir travailler dans les laboratoires militaires ou de l'industrie d'armement de la côte Est. Après la guerre, beaucoup de résultats de la recherche militaire sont libres de droits²², réduisant la rente dont bénéficiaient les géants de la côte Est. Les entreprises des environs de Palo Alto ont continué à être en pointe sur les technologies liées aux ondes micrométriques (microondes), le laboratoire d'électronique de Stanford perfectionne le tube à ondes progressives (composant essentiel pour les contremesures radar²³). La guerre de Corée puis la conquête spatiale sont une aubaine pour ces petites entreprises dont certaines grandissent très vite. Le comté de Santa Clara s'est suffisamment spécialisé dans ces technologies très spécifiques pour que les entreprises de tout le pays y ouvrent des laboratoires : Sylvania (1952), General Electric (1954) et surtout Lockheed Missile and Space (1956), lorsque l'entreprise aéronautique se rend compte de l'importance croissante des technologies électroniques. Ayant remporté l'appel d'offres pour le missile sous-marin Polaris puis un contrat pour des satellites de surveillance, Lockheed augmentera ses effectifs locaux de 200 employés en 1956 à 25 000 en 1964, devenant de très loin le plus gros employeur de la région.

La réduction drastique des budgets militaires dans les années 60 provoque un déclin de cette industrie des micro-ondes. La plupart des entreprises n'arrivent pas à se repositionner sur des

²² Les résultats de recherches financées par le ministère de la Défense ne pouvaient être brevetés.

²³ Les contremesures électromagnétiques sont les technologies qui permettent d'éblouir, de brouiller ou de leurrer (selon leur degré de sophistication) des radars de l'adversaire, permettant notamment aux avions de combat d'échapper aux missiles qui les poursuivent et d'être difficiles à localiser pour les systèmes de surveillance ennemis.

applications civiles, à l'exception notable de Hewlett-Packard (qui avait dès sa création une part d'activités civiles importante) et dans une moindre mesure de Varian (qui se redéploie vers l'instrumentation scientifique et médicale et ultérieurement vers les équipements pour les fabricants de circuits intégrés). En 1969, la pression des étudiants antimilitaristes poussera Stanford à se désengager du SRI, dont les trois quarts du budget sont alors liés aux crédits militaires. Mais malgré son déclin assez rapide²⁴, le complexe militaro-scientifico-industriel des micro-ondes aura permis de développer un écosystème qui sera un atout pour l'industrie naissante des semi-conducteurs.

Le développement d'institutions complémentaires : l'écosystème institutionnel

Martin Kenney [Kenney 2000, Kenney et von Burg 2000] propose pour réconcilier ces approches une vision co-évolutionniste, où le développement rapide d'entreprises de haute technologie nourrit un système d'institutions qui à son tour favorise l'émergence d'entreprises nouvelles, éventuellement dans un domaine technologique différent. Cet ensemble d'institutions complémentaires qu'il qualifie « d'économie II » rassemble des services spécialisés aux entreprises, notamment des cabinets d'avocats aux prestations très spécifiques et des venture-capitalistes, qui favorisent la création et le développement d'entreprises nouvelles. Ces institutions incluent également des universités très ouvertes sur leur environnement économique, mais aussi des « community colleges »²⁵ capable d'intégrer rapidement les immigrants et de former une main d'œuvre d'exécution qualifiée.

Dans un tel écosystème, les créateurs trouveront une aide professionnelle pour réaliser des tâches auxiliaires indispensables, telles que la création juridique de l'entreprise, le recrutement des personnes détenant les compétences indispensables, la location de bâtiments et d'équipements, la mise en place d'un contrôle de gestion adaptée aux entreprises de croissance et bien sûr le financement, voire... la liquidation de l'entreprise en cas d'échec. Bon nombre de ces intervenants accepteront des tarifs modiques en échange d'un intéressement au succès de l'entreprise par des options d'achat d'actions ou parfois seulement par la perspective de continuer à être le fournisseur d'une entreprise devenue prospère.

Mark Suchman [Suchman 2000] décrit le profil très spécifique des avocats de la Silicon Valley, qui apportent des prestations allant bien au-delà des seuls services juridiques. Au contraire de leurs homologues de San Francisco, juristes traditionnels plus spécialisés, les avocats de la Silicon Valley sont très intégrés dans la communauté locale, ont l'expérience des start-up et servent de vecteurs de capitalisation et de diffusion des bonnes pratiques. Ils conseillent leurs clients non seulement sur les aspects légaux, mais aussi sur leur modèle économique, les font bénéficier de leur réseau, trouvent des partenaires compatibles, servent souvent de caution morale vis-à-vis des venture capitalistes. Ils évitent d'imposer trop de frais à une jeune entreprise, se font parfois en partie payer en actions. Ils ont une attitude pragmatique, à la limite de la déontologie de la profession, sur la gestion des conflits d'intérêts potentiels et représentent parfois les deux parties d'une transaction si celles-ci en

²⁴ La fragilité d'une innovation et d'un développement économique fondés sur des start-up était dénoncée par James Fisk, président des Bell Labs, qui appelait en 1965 l'Etat à rééquilibrer sa politique en faveur du soutien à la revitalisation des entreprises établies [Leslie 2000], avec des arguments analogues à ceux développés en France par le rapport Beffa pour promouvoir l'Agence de l'Innovation Industrielle après des années de politique privilégiant le soutien aux PME.

²⁵ instituts d'enseignement supérieurs un peu comparables à nos IUT et n'offrant que des études de premier cycle (préparation d'une licence).

sont d'accord. Dans la mesure où leur réputation dépend de la qualité des personnes qu'ils recommandent, ils poussent leurs clients à respecter les normes de comportement de la communauté. Quelques cabinets d'avocat ont connu des croissances très rapides, en phase avec celle de la Silicon Valley. Un des plus connus, Wilson, Mosher et Sonsini est passé de 12 employés en 1975 à 120 vingt ans plus tard, alors que les cabinets de San Francisco ont tenté sans grand succès d'ouvrir des bureaux dans la Silicon Valley ou d'y intervenir plus.

De même que les avocats de la Silicon Valley ne ressemblent pas à leurs homologues de San Francisco, les venture capitalistes groupés autour de Stanford, souvent sur Sand Hill Road, sont en majorité d'anciens ingénieurs et entrepreneurs connaissant le milieu local et la technologie, volontiers interventionnistes dans les entreprises de leur portefeuille dont ils comprennent bien les problèmes. C'est par exemple le cas de Vinod Koshla, cofondateur de Sun Microsystems dans les années 1980, aujourd'hui associé d'un des principal cabinet de Venture Capital, KPBC (Kleiner, Perkins, Byers, Caufield & associés) . Ces anciens entrepreneurs récidivistes ne travaillent pas comme leurs confrères, plutôt issus de la banque d'investissement, de Market Street, la « City » de San Francisco. Alors que le gouvernement fédéral a encouragé la naissance du venture capital dans le Small Business Act de 1958 en offrant d'abonder les investissements des Small Business Investment Corporations (SBIC) de 2 dollars de fonds fédéraux pour un dollar privé, la plupart des officines de la Silicon Valley ont préféré prendre la forme de Limited Partnerships, plus rémunérateurs en cas de succès²⁶.

Certains principes de management ont pu être intégrés par la culture d'entreprise locale. Christophe Lécuyer [Lécuyer 2006] montre ainsi que l'histoire des entreprises qui ont marqué la culture locale a conduit à diffuser un style de management assez participatif, nécessaire pour motiver une main d'œuvre très courtisée dans les périodes fastes. Il mentionne aussi une attention obsessionnelle à la qualité, liée aux exigences de fiabilité des militaires puis à la vulnérabilité des rendements de processus de fabrication très complexes aux moindres variations de modes opératoires. Enfin, l'évangélisation des clients déroutés par les nouvelles technologies (avec une assistance très poussée à leurs équipes techniques) est une tradition qui a traversé les vagues technologiques successives.

On a déjà mentionné à plusieurs reprises la culture d'entraide et de parrainage. Dès l'époque de la radio et des tubes, beaucoup de jeunes entrepreneurs bénéficiaient des conseils de cadres ou de dirigeants d'entreprises établies, comme Litton ou Ginzton. Dans les années 1970, les deux jeunes créateurs d'Apple (Steve Jobs et Steve Wozniak) purent s'appuyer sur un « troisième homme », Mike Markulla, cadre chevronné de Intel, dont la caution attira les investisseurs.

Dans ce contexte, chercher l'élément critique responsable du décollage de la Silicon Valley s'apparente au débat sur l'antériorité de l'œuf ou de la poule. Les vagues de prospérité industrielle, fondées successivement sur la radiotélégraphie et la radiophonie, puis sur les technologies d'ondes micrométriques, puis sur les circuits intégrés ou le stockage magnétique, puis sur la microinformatique, puis sur le multimédia, puis sur les applications d'internet et des bases de données ou sur les biotechnologies, et aujourd'hui sur les technologies pour l'environnement (*cleantechs*), contribuent à construire ou à consolider les institutions de cette « seconde économie » qui permettront de surfer plus facilement sur une prochaine vague technologique.

²⁶ Les limited partnerships peuvent accepter du capital d'investisseurs institutionnels et ont moins d'obligations de publicité de leurs opérations. Les gérants touchent en général des commissions de gestion proportionnelles au capital du fonds mais surtout se partagent typiquement 20% des plus-values réalisées avant distribution aux general partners (investisseurs non gérants).

Ces institutions se sont développées progressivement. Ainsi l'ouverture de Stanford à son environnement économique était établie dès la vague des micro-ondes, mais il était encore difficile de trouver des investisseurs. Shockley tenta en vain de persuader Raytheon ou le fonds de venture capital de Rockefeller de financer son entreprise, avant de réussir à convaincre l'entrepreneur de Californie du Sud Arnold Beckman. Ne trouvant pas d'investisseur local, les renégats de Shockley Semiconductors furent finalement présentés à Sherman Fairchild, un entrepreneur de la côte Est (Fairchild Camera and Instrument Corp.). Le fait que Sherman Fairchild n'ait pas su les intéresser à la poursuite du développement de leur entreprise tout en rendant ceux-ci riches (il exerça au bout de trois ans son option d'acheter les parts des fondateurs pour 3M\$), facilita un mouvement rapide d'essaimage en cascade (124 entreprises furent créées à partir d'équipes de Fairchild). Cet essaimage produisit nombre de gens riches et connaissant bien les nouvelles technologies, facilitant l'émergence de business angels et du venture capital local.

Le poids des communautés professionnelles et de la coopération

Une capitalisation des connaissances par les communautés professionnelles : l'organisation du travail

Les projets menés au sein des entreprises de la Silicon Valley requièrent parfois des compétences très spécialisées, dont l'entreprise n'aura pas besoin à d'autres moments. Les spécialistes pointus concernés tendent à travailler comme des consultants indépendants de très haut niveau, passant d'une entreprise à l'autre comme les tailleurs de pierre du Moyen-âge se déplaçaient entre les chantiers de cathédrale. [Barley & Kunda 2004] montrent d'ailleurs que ces communautés d'experts spécialisés ne concernent pas que des gourous de très haut niveau mais aussi des ingénieurs et techniciens plus ordinaires et qu'un nouveau tissu d'intermédiaires permet d'organiser et de fluidifier ce marché.

Un modèle économique alternatif apparaît alors. Alors que dans les grandes entreprises, les directions par métiers entretiennent les compétences de leurs ingénieurs appelés à participer à plusieurs projets successifs, et garantissent à ceux-ci une stabilité entre les projets temporaires spécifiques qui se succèdent, dans la Silicon Valley des communautés professionnelles d'ingénieurs indépendants (ou employés d'organisations de portage) servent de réservoirs de compétences à la disposition des entreprises les associant temporairement à leurs projets. La capitalisation des savoirs se produit au niveau des communautés de pratiques et non des directions « métiers » d'entreprises traditionnelles.

Cette capitalisation par les communautés professionnelles n'est pas limitée aux consultants spécialisés, nomades par vocation, car même les employés ordinaires ont une mobilité importante²⁷. Cette mobilité est favorisée par différents facteurs. D'une part, elle coûte peu : la concentration des entreprises est telle que changer d'entreprise n'implique pas de

²⁷ Cette mobilité ne concerne pas que les managers et experts techniques. Dans les périodes de surchauffe, le turnover des ouvriers qualifiés atteignait 70% dans beaucoup d'entreprises (Electronic News, 1968). [Angel 2000] trouve paradoxalement que le turn-over dans la Silicon Valley à la fin des années 1980 n'est pas supérieur au reste de l'industrie des semiconducteurs. Son étude se fonde sur la frange moyennement qualifiée du personnel (opérateurs de fabrication, technicien de maintenance d'atelier et ingénieur de production). Il constate cependant que les petites entreprises de la Silicon Valley embauchent en général des ingénieurs expérimentés, qui ont souvent accumulé des connaissances dans les grandes entreprises et participent ainsi à la diffusion de ces connaissances dans l'écosystème.

déménager, de faire changer le conjoint de travail ou les enfants d'école, ni de s'inscrire dans un nouveau club de golf. D'autre part, il est valorisant pour les ingénieurs de travailler toujours sur des sujets en pointe, ce qui augmente leur qualification et leur valeur marchande. Une conséquence de cette très grande mobilité est que chacun connaît de nombreux collègues dans d'autres entreprises, souvent mieux que ses collaborateurs du moment. L'information diffuse très vite, même celle qui est en principe confidentielle : on sait qui fait quoi, qui réussit et qui échoue. La loyauté par rapport à une caste de collègues respectables est plus forte que vis-à-vis de son employeur.

Coopétition et réseaux personnels

Le fait qu'on soit citoyen de la Vallée avant d'être l'employé de telle entreprise favorise des usages inhabituels de "coopétition" [Saxenian 94]. On raconte ainsi que dès les temps héroïques de la Silicon Valley, si un fabricant de semi-conducteurs manquait d'un ingrédient et ne pouvait être livré immédiatement par son fournisseur, le chef de fabrication "s'arrangeait" avec son homologue de l'entreprise concurrente pour se faire prêter les quantités nécessaires, sans juger utile d'en informer leurs hiérarchies. Car s'il était admis que leurs entreprises se livrent une concurrence féroce auprès des clients, arrêter une ligne de fabrication était un scandale dont le risque déclenchait une solidarité immédiate.

De même, lorsque différentes firmes concurrentes rivalisaient pour mettre au point une technologie fiable de production de circuits intégrés CMOS, on dit que beaucoup d'ingénieurs discutaient autour d'un verre avec des collègues (souvent d'anciens camarades de Fairchild Semiconductors, puisque beaucoup étaient issus de cette entreprise) et s'échangeaient quelques trucs [Rogers & Larsen 1984, Lécuyer 2006, Saxenian 91]. Ceci a conféré un immense avantage aux entreprises locales dans la maîtrise de procédés de fabrication sophistiqués.

J'ai décrit ailleurs, comment l'information circulait au sein de différents réseaux sociaux enchevêtrés. Le membre d'un réseau recueillera les confidences des uns, les rumeurs entendues par les autres. De conférences techniques en séminaires, il discutera des idées nouvelles et des projets du moment, comme dans les salons du dix-huitième siècle, on s'enthousiasmait ou tournait en ridicule les dernières idées des philosophes. Certains réseaux sont assez ouverts et les nouvelles y sont à peine en avance sur celles de la presse professionnelle, mais ils constituent souvent une étape dans l'intégration locale. On ne passait pas jadis, sans titre de noblesse ou de gloire suffisant, directement de la province au Faubourg Saint-Germain.

L'admission dans les bons réseaux repose sur la réputation personnelle de compétence et sur le respect des usages locaux. Il faut être un professionnel reconnu et savoir donner autant d'information qu'on en reçoit, construire sa crédibilité dans un domaine bien défini. "Ici, on accueille volontiers les émigrants, mais on se méfie des touristes". "Ici, on vaut ce que vaut son dernier projet", on n'a pas des "relations" mais des références [Weil 1996].

Une fidélisation difficile des employés nomades

Cette mobilité importante de la main d'œuvre est contraignante pour les employeurs. [Lécuyer 2006] montre d'ailleurs qu'une des spécificités de la région est d'avoir très tôt reconnu l'importance d'attirer et de fidéliser les meilleurs collaborateurs (et de les décourager de constituer des syndicats). L'idéologie progressiste des radio-amateurs font que des entreprises comme Eitel-McCullough ou Litton avaient une politique sociale généreuse et un intérêt aux bénéfices substantiels. Varian, dont les fondateurs venaient d'une communauté religieuse théosophiste, était initialement une coopérative. Plus tard des plans de

stock-option se sont substitués à l'intéressement, et les entreprises phares de la Vallée ont continué à offrir de nombreux avantages à leurs employés et à veiller à l'agrément de leur campus (Google considère l'embauche d'un nouveau chef pour une de ses multiples restaurants d'entreprise gratuit comme une décision importante).

Malgré la diversité des pratiques, il peut être difficile pour une entreprise de résister aux usages locaux. Ainsi Intel avait une culture d'entreprise laborieuse d'ingénieurs alliant une grande créativité technique et une attention exceptionnelle portée à la fabrication. En accord avec les principaux dirigeants, Andrew Grove, le directeur général avait déclaré au début des années 80 "qu'il n'y aurait jamais de douches à Intel" et raillait les entreprises de logiciels ou de systèmes informatiques comme Xerox PARC, Apple, SUN ou Tandem qui rivalisaient de piscines, salles d'exercices physiques et autres saunas. Affrontant à la fin des années 80 une baisse alarmante du moral de l'entreprise, dans une période de reconversion stratégique difficile, il changea radicalement sa politique et fit construire un complexe sportif sur le site principal de l'entreprise. Pendant la cérémonie d'inauguration, il prit une douche devant tout le personnel du site de Santa Clara sous une grande banderole portant l'inscription "il n'y aura jamais de douche chez Intel - signé Andy Grove" [Weil 1996].

Diversité et tolérance

La Silicon Valley est un territoire bigarré où plus de la moitié des étudiants de troisième cycle en ingénierie de Stanford sont étrangers. Plus d'un tiers des ingénieurs et des dirigeants d'entreprises de haute technologie sont d'origine asiatique. Les Européens sont nombreux aussi.

Des auteurs ont d'ailleurs mis en relation la créativité de la Silicon Valley avec la tradition de grande tolérance de la région de San Francisco vis-à-vis des cultures diverses des différentes vagues de migrants, des orientations sexuelles, des codes vestimentaires. Florida [Florida 2002] insiste sur l'importance d'un milieu créatif favorisé par la densité de gens éduqués autour de l'université de Stanford et la proximité de San Francisco.

Patrick Cohendet et Laurent Simon développent l'intuition de Florida et montrent comment s'articulent les milieux créatifs informels (underground) de villes comme Montréal avec les entreprises de création (jeux vidéo, spectacles, animation : l'upperground), grâce à la médiation (middleground) d'employés immergés dans les deux milieux : « le centre de recherche d'Ubisoft, c'est la ville de Montréal » [Simon 2009].

Variété des formes d'organisation

Une des raisons qui expliquent que des observateurs honnêtes peuvent attribuer des caractéristiques très différentes, voire contradictoires, aux entreprises de la Silicon Valley, est l'extrême diversité résiduelle de celles-ci. Malgré l'enthousiasme et la pression de la communauté locale (illustrée ci-dessus par la douche d'Andy Grove), il reste toujours quelques villages gaulois qui résistent à la culture dominante. Ceci constitue un important facteur de résilience de l'écosystème.

Par exemple, Annalee Saxenian, l'une des meilleures observatrices de la Silicon Valley, donne dans ses articles de nombreuses illustrations du travail en réseau ouvert. Cependant la plupart des entreprises qu'elle citait en exemple il y a quinze ans [Saxenian 1994] ont, depuis,

connu de sérieuses difficultés ou disparu, tandis que des entreprises plus fermées et intégrées comme Apple prospèrent²⁸.

Il faut donc se méfier la référence à *une* culture de la Vallée en gommant les différences entre les start-up qui bénéficient de l'enthousiasme des projets fous et de l'informalité des petites structures, les réseaux de sous-traitants spécialisés assez stables, les grandes entreprises comme Intel, Hewlett-Packard, Google ou Apple qui ont des traits culturels forts et spécifiques. La culture d'une entreprise spécifique est le résultat complexe de son histoire singulière, de l'atmosphère générale de la Silicon Valley, de la trajectoire personnelle de ses fondateurs, des particularités de la technologie sous-jacente et d'un certain hasard.

Une coévolution des technologies, des institutions, des communautés professionnelles et des marchés

Ces récits multiples montrent que les ingrédients favorables à l'émergence de clusters ont été rapidement présents dans ce qui allait devenir la Silicon Valley. Le débat porte plutôt sur ce qui était le déclencheur de l'émergence d'un écosystème prospère et adaptable et ce qui permettait l'amplification rapide de cette émergence. Certaines interprétations mettent particulièrement en avant un de ces facteurs : l'existence d'une université ouverte sur son environnement et réactive, une tradition entrepreneuriale, les liens de solidarité entre les acteurs d'une région périphérique souffrant d'un déficit de légitimité, le hasard d'une technologie très prometteuse, des commandes publiques abondantes, la présence de venture capitalistes avisés, une météo attrayante, un environnement culturel stimulant, de nouvelles techniques de management, etc.

Tous ces facteurs se sont déployés au cours du temps, selon une chronologie dans laquelle je distingue un peu arbitrairement trois époques, la naissance de l'industrie électronique (« radio days », 1909-1940), le développement d'une université symbiotique et de la micro-électronique (1940-1960), la diversification d'un écosystème résilient (depuis 1960)

[insérer ici la frise chronologique, si possible sous forme d'encart :]

Une chronologie de la Silicon Valley

1849 : **la ruée vers l'or** attire de nombreux aventuriers en Californie, qui devient l'année suivante le 31^{ème} état des Etats-Unis d'Amérique

1864 : fin de la construction du chemin de fer de la péninsule

1874 : Graham Bell invente le téléphone (sur la côte Est)

1891 : ouverture de l'université **Stanford** (grâce à la fortune accumulée notamment par la construction du chemin de fer)

1895 : invention du **télégraphe** Marconi (première transmission transatlantique par radiotélégraphe en 1901)

1909 : Cyril Elwell crée **Federal Telegraph** avec l'aide du premier président de Stanford David Starr Jordan et achète la licence du transmetteur électrique au danois Vladimir Poulsen

²⁸ Il semble qu'il y ait eu des hauts et débats dans la culture de coopération. Si dans les périodes de croissance, la présence de concurrents créent une émulation, les crises comme celles des années soixante provoquent un repli de chacun et une compétition plus âpre. De même, l'importance que les entreprises et les tribunaux attachaient au respect de la propriété industrielle a pu varier. Elle était importante avant la guerre, faible ensuite (les technologies issues de recherches financées par l'État étaient d'ailleurs dans le domaine public) et s'est renforcée à partir des années 1980 [Lécuyer et Fridenson, discussions privées].

1910 : Magnavox, première **spin-off** de FTC

1911 : Lee **de Forest** perfectionne le tube à vide dans le laboratoire de Federal Telegraph

1919 : constitution de RCA (Radio corporation of America) après le rachat par General Electric, encouragé par le pentagone, d'American Marconi, filiale d'une entreprise britannique

1925 : Frederick Emmons **Terman** nommé professeur à Stanford

1932 : FTC est transféré dans le New-Jersey, Charles **Litton** reste à Palo Alto et met au point le magnetron

1937 : les frères **Varian** obtiennent un contrat pour valoriser le klystron

1939 : Fondation de Hewlett-Packard

1945 : Frederick Emmons **Terman nommé doyen** du département d'ingénierie de Stanford puis prévôt de l'université

1946 : création du **Stanford Research Institute** (SRI), filiale de conseil de Stanford

1952 : **IBM** ouvre une filiale à San Jose pour tirer parti des compétences locales et travailler sur le stockage magnétique des données. Cascade de spin-off issues du développement de cette technologie (Shugart, Seagate, Quantum, Maxtor). IBM travaille aussi sur les bases de données ce qui provoquera une autre cascade de spin-off (Oracle, Sybase, Informix)

1953 : William Shockley persuade Arnold Beckman de financer **Shockley Semiconductors** qui s'installe à Mountain View

1953 : la **guerre de Corée** provoque une forte augmentation des crédits d'approvisionnement et de recherche du pentagone

1956 : **Lockheed** Missile and Space, entreprise aéronautique de Los Angeles, ouvre dans ce qui allait devenir la Silicon Valley une filiale de fabrication de circuits électroniques

1957 : création de **Fairchild Semiconductors** par les « huit conjurés » de Shockley Semiconductors, mis en contact avec Sherman Fairchild (le plus gros actionnaire individuel d'IBM) par le banquier d'affaires Arthur Rock. Mise en orbite de Spoutnik par l'URSS

1961 : Création du fonds de **capital-risque** Davis & Rock à San Francisco, par Thomas Davis et Arthur Rock.

1962 : fondation, par Alejandro Zaffaroni, de Alza, une des premières entreprises de '**biotechnologie**' créée dans la région.

1968 : création d'**Intel** par Gordon Moore et Robert Noyce de Fairchild, qui emmènent avec eux Andrew Grove.

1969 : privatisation du SRI

1970 : **Xerox**, entreprise du New Jersey, crée le Palo Alto Research Center (PARC) qui développera des technologies d'interface graphique (l'ancêtre du système d'exploitation du MacIntosh) des réseaux locaux (ethernet), de stations de travail et d'imprimantes.

1972 : création de **KPCB** (Kleiner, Perkins, Caufield & Byers) fonds de capital risque ayant notamment investi dans Amazon.com, Compaq, Electronic Arts, Flextronics, Genentech, Google, Intuit, Lotus Development, LSI Logic, Macromedia, Netscape, Quantum, Segway, Sun Microsystems et Tandem

1976 : création d'**Apple Computers** par Steve Jobs et Steve Wozniak avec l'aide de Mike Markkula d'Intel qui présente le sujet au venture capitalist Arthur Rock. Création de Genentech par le biologiste Herbert Boyer et le venture capitalist Robert Swanson (production d'insuline par **ADN recombinant**)

1984 : Rogers et Larsen publient « Silicon Valley Fever », histoire du développement de la microélectronique et de la Silicon Valley. Len Bosack et Sandy Lerner fondent Cisco Systems. Kary Mullis développe l'**amplification d'ADN** (PCR).

1991 : Annalee Saxenian publie une analyse comparative de la culture de la Silicon Valley et de la région de Boston

1995 : **Netscape** « industrialise » le navigateur Mosaïc de l'université d'Illinois (avec son inventeur) et s'introduit en bourse avec une valorisation impressionnante alors qu'elle fait peu de chiffres d'affaires et des pertes : c'est la première start-up de l'internet. **Pixar**, nouvelle entreprise de Steve Jobs, est introduite en bourse. Louis Monier crée **Altavista**, moteur de recherche exploitant une indexation automatique du web, dans les laboratoires de Palo Alto de Digital Equipment.

1999 : création de **Google**, entreprise fournissant des services gratuits (moteur de recherche, cartographie,...) financés par les recettes publicitaires et travaillant comme régie publicitaire pour des contenus produits par des amateurs.

Conclusion : peut-on dupliquer la Silicon Valley ?

Beaucoup ont cherché à favoriser ailleurs l'éclosion d'un écosystème florissant comme la Silicon Valley. Frederick Emmons Terman lui-même a été souvent sollicité, à la fin de sa vie, pour conseiller des autorités régionales ou des universités désireuses de répliquer l'écosystème de Stanford.

Expliquer le succès de la Silicon Valley

On peut chercher les ingrédients du succès soit dans l'analyse de l'histoire de la Silicon Valley, soit dans celle des tentatives de fonder d'autres clusters [Brenahan & Giambardella 2004, Rosenberg 2002, Rouach et Sapperstein 2002,...]. Nous venons de voir que la première démarche est délicate, car les facteurs explicatifs sont nombreux, et chacun peut n'être ni suffisant, ni nécessaire. Or chacune des interprétations que nous avons évoquées conduira à des prescriptions différentes. Un modèle partiel provoquera un apprentissage superstitieux, privilégiant l'action sur un seul facteur qui n'aurait peut-être rien produit sans l'apport des autres, voire qui n'est en partie qu'une conséquence d'autres caractéristiques négligées.

Au terme de notre parcours de différentes histoires de la Silicon Valley, nous constatons que de nombreux facteurs étaient présents. Tous n'étaient peut-être pas nécessaires. Certains ont pu émerger grâce à la présence des autres. C'est le cas des institutions de « l'économie II », comme le capital-risque. Mais ces facteurs « endogènes » de l'histoire de la Silicon Valley peuvent s'avérer déterminants pour la croissance rapide d'un nouveau cluster. Le principal apport de notre approche « co-évolutionniste » est d'encourager une attitude prudente vis-à-vis de prescriptions étayées sur une liste trop limitée de conditions supposées suffisantes. C'est un point important pour les promoteurs de politiques publiques de développement d'écosystèmes compétitifs.

L'importance de se connecter au cluster dominant

Les analyses d'autres clusters divergent sur les facteurs de succès fondamentaux, mais leur lecture conduit à en évoquer un qui ne concerne pas la Silicon Valley, « mère de tous les clusters », au moins maintenant que cette région n'est plus une périphérie lointaine dépendant de grands centres de décision situés sur la côte Est.

Dans un domaine de haute technologie particulier, l'existence d'un cluster de référence fait de celui-ci un partenaire important pour le succès de nouveaux entrants. Un facteur de la réussite des entreprises d'un nouveau cluster sera la densité et la qualité des liens qu'elles entretiennent avec les acteurs du cluster dominant. Les constructeurs informatiques du parc de Hsinchu à Taiwan ont des connexions très étroites avec des clients dont beaucoup sont basés ou se rencontrent dans la Silicon Valley. Les entreprises de logiciel de Bangalore travaillent en relation étroite avec leurs donneurs d'ordre occidentaux. Les start-up israéliennes du Silicon Wadi ont leur direction commerciale, voire générale, aux États-Unis. Même à l'intérieur des États-Unis, [Walter Powell 1996] a montré que les florissants clusters de San Diego et de Boston dépendent de certaines ressources du cluster de San Francisco, sans que la réciproque soit vraie. A contrario, le cluster de Cambridge bénéficie d'une des meilleures universités européennes, de la proximité des venture-capitalistes londoniens et de l'esprit d'entreprise britannique, mais souffrirait de connexions trop lâches avec le marché américain [Rosenberg 2002].

Pour reproduire ailleurs le succès de la Silicon Valley, on ne peut donc pas se contenter de reproduire l'histoire, car la Silicon Valley fait désormais partie du paysage concurrentiel de tout nouvel entrant.

Les autres ingrédients du succès

Déterminer la bonne martingale permettant de construire un cluster florissant est d'autant plus difficile qu'il n'y a pas nécessairement un seul chemin qui peut conduire une région modeste à devenir prospère.

L'examen attentif de l'histoire de la Silicon Valley, selon quelques points de vue complémentaires, montre plutôt une coévolution des technologies, des acteurs, des institutions et des marchés reposant sur des interactions multiples difficiles à modéliser.

À défaut de comprendre en détail les mécanismes de cette dynamique subtile, les promoteurs d'écosystèmes régionaux pourront utilement considérer les multiples composantes évoquées et tenter de diagnostiquer et de pallier les faiblesses de leur environnement.

Les politiques de cluster

À supposer qu'un consensus puisse émerger sur une explication du succès de la Silicon Valley, il peut sembler paradoxal de tirer de l'analyse d'un cluster ayant émergé spontanément des leçons pour des politiques volontaristes de développement de cluster.

Un des enseignements porte sur les échelles de temps importantes sur lesquelles se développent les phénomènes que nous avons décrits. Ceci pousserait à privilégier les politiques s'appuyant sur le terreau existant et l'accélération des phénomènes d'émergence plutôt que sur un volontarisme conduisant à faire émerger des filières entièrement nouvelles sur des territoires ne possédant pas d'atouts historiques dans les domaines correspondants. Pourtant le succès remarquable du parc industriel de Hsinchu montre qu'une politique volontariste cohérente et réfléchie peut porter ses fruits.

Il serait souhaitable de construire un cadre intégré pour analyser les clusters, diagnostiquer leurs faiblesses, prescrire des remèdes. Nos efforts pour rassembler et discuter des perspectives complémentaires sur la Silicon Valley s'inscrivent dans ce programme ambitieux et en constituent quelques prolégomènes. L'objectif à terme serait de pouvoir éclairer les politiques publiques visant à régénérer le tissu industriel par le développement d'écosystèmes de croissance florissants [Blanc 2004]. On mesure tout le chemin qui reste à faire pour appréhender ces phénomènes complexes et orienter des dynamiques de co-évolution où de nombreuses parties prenantes aux agendas indépendants interagissent entre elles et avec le développement des sciences, des techniques, des usages et des valeurs de la société.

Références

- Adams Stephen B., Regionalism in Stanfords contribution to the rise of Silicon Valley, *Enterprise & Society*, 4, 3, 2003
- Adams, Stephen B., Stanford and Silicon Valley, Lessons on becoming a high-tech region, *California Management Review*, 48, 1 (fall 2005), 29-51
- Angel David P., High technology agglomeration and the labor market : the case of Silicon Valley, in [Kenney 2000]
- Barley Stephen & Kunda Gideon, Gurus, hired guns and warm bodies, itinerant experts in a knowledge economy, 2004
- Blanc, Christian, Pour des écosystèmes de croissance, Rapport au premier ministre, la documentation française, b2004
- Bresnahan Timothy & Gambardella Alfonso (ed.), Building High Tech Clusters, Silicon Valley and Beyond, ouvrage collectif, Cambridge University Press, 2004
- Florida Richard, The Rise of the Creative Class. And How It's Transforming Work, Leisure and Everyday Life, 2002. Basic Books.
- Kenney Martin (ed.), Understanding Silicon Valley, the anatomy of an entrepreneurial region, ouvrage collectif, Stanford University Press, 2000
- Lécuyer Christophe, Making Silicon Valley, Innovation and the growth of high tech, 1930-1970, MIT Press, 2006.
- Leonard-Barton, Dorothy, Core capabilities and core rigidities: a paradox in managing new product, Dorothy Leonard-Barton, *Strategic Management Journal* Summer 1992; 13, special issue; p. 111, 1992
- Leslie Stuart W., How the West was won : the military and the conquest of Silicon Valley, in Aspray William (ed.) *Technological competitiveness*, IEEE, 1993
- Leslie Stuart W., The biggest 'angel' of them all : the military and the making of Silicon Valley, in [Kenney 2000]
- Lowen, Rebeca S., Creating the cold war university, the transformation of Stanford, University of California Press, 1997
- Moore, Gordon et Davis, Kevin « Learning the Silicon Valley way », in [Brenahan & Gambardella 2004]
- Powell, Walter W., Inter-Organizational Collaboration in the Biotechnology Industry. *Journal of Institutional and Theoretical Economics* 120(1):197-215(March 1996)
- Riveline Claude, Evaluation des coûts, Presses de l'Ecole des mines, 2006
- Rogers Everett & Larsen Judith, *Silicon Valley Fever*, 1984
- Rosenberg, David, Cloning Silicon Valley: The Next Generation High Tech Hotspots, Reuters, 2002
- Saperstein, Jeff & Rouach, Daniel, Creating regional wealth in the innovation economy, Prentice Hall, FT Press, 2002
- Saxenian Annalee, The origins and dynamics of production networks in Silicon Valley, *Research Policy*, 20 (1991), réédité dans [Kenney 2000]

Saxenian Annalee, *Regional Advantages, Culture and competition in Silicon Valley and route 128*, Harvard University Press, 1994

Simon Laurent, *Ubisoft Montréal : établir et gérer un pôle mondial de création*, *Annales de l'Ecole de Paris du Management*, volume 15 (2009)

Sturgeon Timothy J., *How Silicon Valley came to be*, in [Kenney 2000]

Weil Thierry, *Why and how European companies reach out to Silicon Valley*, in *The new American challenge*, F. Sachwald (éd.), notes de l'Institut Français des Relations Internationales, la Documentation française, octobre 2000

Wilson Ward, *The making of Silicon Valley : a one hundred year renaissance*, The Santa Clara Valley Historical Association, 1995.