

WORKING PAPERS

Ferrocarrils i innovació al segle 19è a França

Georgios Tsiachtsiras

WP 2022-1

CÀTEDRA
INNOVACIÓ
EMPRESA

Resum

Aquest document explora un episodi de la història francesa per estudiar la relació entre el desplegament de ferrocarrils i el creixement de l'economia del coneixement. L'article aprofita la variació exògena de l'accés al ferrocarril, per a documentar que l'accés a la xarxa ferroviària augmenta l'activitat d'innovació a nivell regional. A més, s'explora dos mecanismes subjacents darrere dels principals resultats. En primer lloc, s'introdueix un mecanisme d'accés al coneixement per a estudiar com l'activitat de les patents es veu afectada per la reducció dels costos de transport, a causa de l'expansió de les xarxes ferroviàries i de canals, a les regions habitades per inventors. En segon lloc, utilitzant tècniques d'anàlisi de text, es determina la tecnologia de cada aplicació de patents en la base de dades històrica de l'Institut Nacional de la Propietat Industrial de França i s'explora com la connectivitat amb la ciutat global de París està associada amb la difusió de les noves tecnologies. Finalment, s'introdueix un exercici de retrospectiva basat en canals per a demostrar que, en absència de ferrocarrils, la taxa d'invenció de les regions franceses hauria estat, de mitjana, un 21,3% inferior.

Paraules clau: innovació, dades de patents, ferrocarrils, accés al coneixement

Classificació JEL: L92, N73, O31, O33, P25, R12

¹ Tsiachtsiras: doctorant candidat, Universitat de Barcelona, Facultat d'Economia; Departament d'Estadística, Econometria i Economia Aplicada, Barcelona 08034, Espanya. email: gtsiachtsiras@ub.edu

"No hi ha cap país en el món on una proporció tan petita del capital invertit en els últims quaranta anys en canals i ferrocarrils, s'ha malgastat o on viatjar és més segur, o en què viatjar i comerciar s'acomoden a taxes més raonables que a França" (Moncure Robinson, American Philosophical Society, 1880).

1 Introducció

El creixement de la productivitat depèn de dos elements: noves idees que porten noves tecnologies, i la difusió d'aquestes idees entre les persones i els llocs. La connexió de llocs a través de les xarxes de transport és essencial per a promoure la difusió del coneixement a través de l'espai i, per tant, el creixement econòmic a llarg termini. Durant les últimes dècades, el Banc Mundial ha gastat una gran part dels diners en el finançament d'inversions en infraestructures (Banc Mundial, 2007). Malgrat l'èmfasi en la reducció dels costos de transport, ens falta una prova empírica sobre com els projectes d'infraestructura de transport poden crear connexions significatives a llocs que importen en termes d'impulsar el rendiment de la innovació i reforçar els canals relacionats amb la difusió del coneixement.

En aquest document exploto un episodi de la història francesa per estudiar l'impacte de la construcció a gran escala de ferrocarrils francesos en el rendiment de la innovació. Durant la segona meitat del segle XIX, la construcció del ferrocarril va transformar l'economia francesa. Els ferrocarrils van generar relacions econòmiques i entorns culturals que van estimular el comerç i van crear noves oportunitats econòmiques. (2013), un exemple sorprenent d'aquesta transformació és el temps de viatge entre París i Marsella. El 1814, la durada d'aquest viatge era de quatre a cinc dies, mentre que el 1857, aquest viatge necessitava unes 13 hores.

Cal destacar que el desplegament de la xarxa va coincidir amb un augment de l'activitat d'innovació. Fins a 1850, el nombre de sol·licituds de patents propietat d'inventors a la base de dades històrica de patents franceses era de

22,978. De 1850 a 1902, aquesta xifra s'incrementa a 285.597. Algunes de les invencions més grans de la història van tenir lloc a França durant la segona meitat del segle XIX, com les invencions de Louis Pasteur per al vi (1865) i la pasteurització de la cervesa (1871), respectivament, i l'àcid acetilalíclíc (aspirina) de Charles Frederic Gerhardt (1853).

Aquest estudi parla directament a la literatura sobre les xarxes de transport i l'activitat d'innovació (Perlman, 2015; Agrawal et al., 2017; Andersson et al., 2021) establint per primera vegada un mecanisme de suport que connecta a través d'una xarxa de transport el rendiment d'innovació d'una regió al món exterior. També està vinculat al creixent cos de literatura que explora la interacció entre la infraestructura i els resultats econòmics des d'una perspectiva històrica (Atack et al., 2008; Donaldson i Hornbeck, 2016; Donaldson, 2018) i la literatura sobre el progrés econòmic i la història econòmica de França al voltant del segle XIX i XX (Squicciarini, 2020; Squicciarini and Voigtländer, 2015; Juhász, 2018).

2 Dades

Utilitzo àmplies dades històriques per construir un conjunt de dades en el nivell de regions per a França (2.925 regions) durant el període 1850-1890. Reuneixo un conjunt de dades molt recent de comunes amb l'accés a l'estació de ferrocarril en el segle XIX (Mimeur et al., 2018) amb la base de dades històrica de les sol·licituds de patents de l'Institut Nacional de la Propietat Industrial (in situ, l'INPI) per al període 1850-1890 per construir un conjunt de dades únic. La base de dades de patents històriques de l'INPI encara no està explorada. La Taula 1 presenta les estadístiques de resum de les variables principals.

Taula 1: Resum de les variables principals

Variable	Mean	Std. Dev.	Min.	Max.	N Innovation Variables
INPI Applications	175.745	7.760.184	0	68635	14625
Probability to Innovate	0.4755	0.4994	0	1	14625
Number of Novel Classes	11.625	19.716	0	20	14625
Stock of Classes	39.177	51.607	0	20	14625
INPI Applications by technological class	19.523	1.074.823	0	25804	292500
Transportation Variables					
Distance to Rail Station	411.569	756.703	0.0608	5.945.292	14625
Access to Waterways	0.0003	0.0185	0	1	14625
Travel Cost to Paris	77.906.959	72.130.369	0	923.283.125	14625
Travel Cost to Lyon	74.982.269	66.722.881	0	872.563.359	14625
Travel Cost to Marseille	99.516.185	6.981.023	0	846.301.094	14625
Distance to Straight Line (Instrument)	286.276	391.383	0	3.393.349	14625
Access to Knowledge	0.0002	0.0002	5.64e-06	0.0032	14625
Access to Knowledge by technological class	0.0001	0.0000453	1.00e-06	0.0013	292500
Control Variables					
Population	13244.6819 35836.6914	0	2524117	14625	
Average Cropland Area	294.377	161.494	0	618.082	14625
Average Grazing Area	183.853	11.993	0	559.528	14625
University	0.0116	0.1072	0	1	14625
Post Offices	21.933	18.605	0	40	14625

3 Estratègia empírica

Començaré l'anàlisi estimant el model principal utilitzant regressions MQO.

L'equació d'estimació és:

$$Pat_{it} = \alpha_0 + \beta DistStat_{it-1} + \varsigma_i + \delta_t + (X_{it} + s_{it}) \quad (1)$$

on, Pat_{it} és el nombre de patents en la regió i , en el període de temps t . La variable principal d'interès és $DistStat_{it-1}$, que conté la distància en km de qualsevol centre de la ciutat d'una regió amb una estació de ferrocarril com es calcula en el període anterior. Incloc els efectes fixos de la regió, ς_i i any d'efectes fixos, δ_t . X_{it} conté tots els controls en el nivell regional, com la població, la superfície mitjana dels cultius, la zona mitjana de pasturatge, el nombre d'oficines de correus i l'existència d'una universitat.

No obstant això, la col·locació de la xarxa real pot ser endògena i afectada per condicions econòmiques locals no observables (Andersson et al., 2021). Complemento l'anàlisi amb un enfocament variable instrumental.

3.1 Endogeneïtat i variables instrumentals

L'estratègia d'identificació es basa en línies rectes (Perlman, 2015) ja que representen la distància euclidiana (cost mínim) entre dos llocs. A més, Dunham (1941) esmenta la xarxa ferroviària francesa que l'organització al càrrec creia en fer els ferrocarrils el més rectes possible, independentment dels importants centres de comerç o indústria que poguessin evitar en el camí. Per a crear una variació del temps de l'instrument, confio en els tres plans ferroviaris francesos diferents.

Com que el propòsit del pla Legrand (1840-1860) era connectar París amb la resta dels centres regionals (ciutats principals) i ports francesos, dibuixo línies rectes de París a aquestes destinacions, Figura 1 (a) i (b). A continuació, va ser la llei Migneret el 1865 i em connecto amb línies rectes tots els seients departamentals (prefectures) (Thévenin et al., 2013), Figura 1 (c). Finalment, basant-me en el pla Freycinet (1878), connecto les subprefectures amb la línia recta més propera (Bris, 2012) i establí un arbre d'expansió entre totes les destinacions nodals Figura 1 (d) i (e).

$$DistStat_{it-1} = (Distance\ to\ Straight\ Line)_{it-1} + \alpha_0 + \varsigma_i + \delta_t + (X_{it} + s_{it}) \quad (2)$$

$$i \quad Pat_{it} = \alpha_0 + \beta \hat{DistStat}_{it-1} + \varsigma_i + \delta_t + (X_{it} + s_{it}) \quad (3)$$

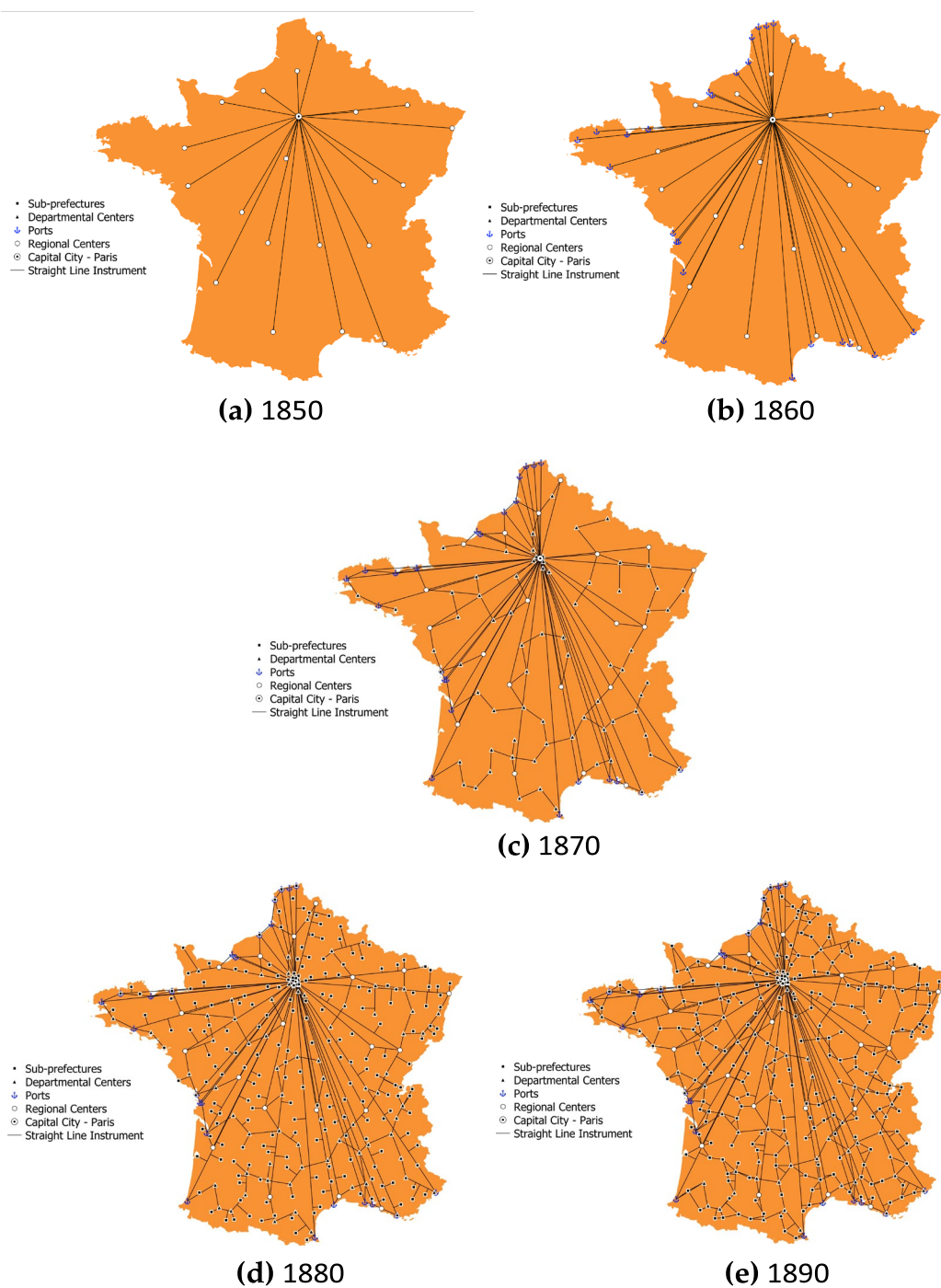
*Distance to Straight Line*_{*it*-1} en l'equació 2 es troba l'instrument ferroviari. Per cada període de temps, inclou la distància de qualsevol centre de la regió a la línia recta més propera.

4 Resultats

La taula 2 proporciona els resultats de la primera etapa. La distància a una línia recta s'associa positivament amb la distància a una estació de ferrocarril. Aquesta relació positiva significa que un centre de la regió que està lluny de l'instrument de línia recta, també està lluny d'una estació de ferrocarril real.

Passant ara als resultats principals, la taula 3 presenta els resultats per mínims quadrats ordinaris (MQO) i variables instrumentals (IV). Confio en les estimacions IV, columna 3, per a interpretar els resultats. Com que totes les variables estan estandarditzades, la interpretació és que per a una regió donada una disminució de la desviació estàndard en la distància a una estació de ferrocarril està associada amb un augment de 0,049 desviacions estàndard en el nombre d'aplicacions de patents.

Figura 1: Evolució de l'Instrument de Línia recta



Nota: Aquesta xifra il·lustra l'expansió de l'instrument de línia recta basat en els tres plans ferroviaris francesos diferents.

Taula 2: Primera etapa: distància a l'instrument de línia recta i a les estacions de ferrocarril

Dep. var. =	Distance to Station (1)
Distance to Straight Line	0.413*** [0.016]
Sample Size	14625
Canton FE	Yes
Year FE	Yes
Canton Controls	Yes

Nota: Regressions de la primera etapa. Els errors estàndard enganxats al nivell regional s'informa en el parèntesi.

Taula 3: Resultats de la línia base: distància a les estacions ferroviàries i innovació

Dep. var. =	Log (Applications+1)		
	(1)	(2)	(3)
	OLS	OLS	IV
Distance to Rail Station	-0.069*** [0.007]	-0.074*** [0.007]	-0.049*** [0.018]
Log (Population+1)		0.241*** [0.068]	0.223*** [0.071]
Post Offices		0.026*** [0.010]	0.025** [0.010]
R-squared	0.80	0.80	-
Sample Size	14625	14625	14625
Canton FE	Yes	Yes	Yes
Year FE	Yes	Yes	Yes
Kleibergen-Paap Wald rk F statistic	-	-	689.38

Nota: Els errors estàndard enganxats al nivell regional s'informa en el parèntesi.

5 Mecanismes

5.1 Accés al coneixement

La intuïció del mecanisme es basa en la teoria que hi ha interaccions específiques que són centrals per a la productivitat individual (Lucas, 1988; Akcigit et al., 2018). Empra la part d'inventors superpoblació en lloc de la població com a numerador en l'índex tradicional d'accés al mercat de Donaldson i Hornbeck (2016). L'accés al coneixement com a propòsit d'aquest índex és explorar si el rendiment inventat d'una regió determinada depèn de com estigui ben connectat a altres regions habitades per inventors.

La Figura 2 mostra l'accessibilitat de cada regió basada en ferrocarrils i canals durant el període 1850-1890. Les àrees menys accessibles són més fosques. A mesura que la xarxa expandeix les àrees es tornen més brillants. Per a desentranyar l'efecte dels vessaments de coneixements de la grandària del mercat, divideixo el nombre d'inventors en totes les regions amb la població. A continuació, formulo l'accés a l'índex de coneixement com:

$$Access\ to\ Knowledge_{it} = \frac{\frac{Investors_{ht}}{Pop_{ht}}}{Cost_{iht}} h \neq i \quad (4)$$

on per a una regió i l'accés al coneixement es defineix com la suma de la quota d'inventors sobre la població que viu en totes les altres regions excepte i dividit pel cost de viatjar a aquestes regions.

5.1.1 Mètode d'estimació i resultats

He estimat la següent equació:

$$Pat_{it} = \alpha_0 + \beta AK_{it-1} + \zeta_i + \delta_t + (X_{it} \beta_{it} \quad (5)$$

La variable independent, AK_{it} , és l'índex d'accés al coneixement. Les altres variables són les mateixes que en la regressió de la línia de base.

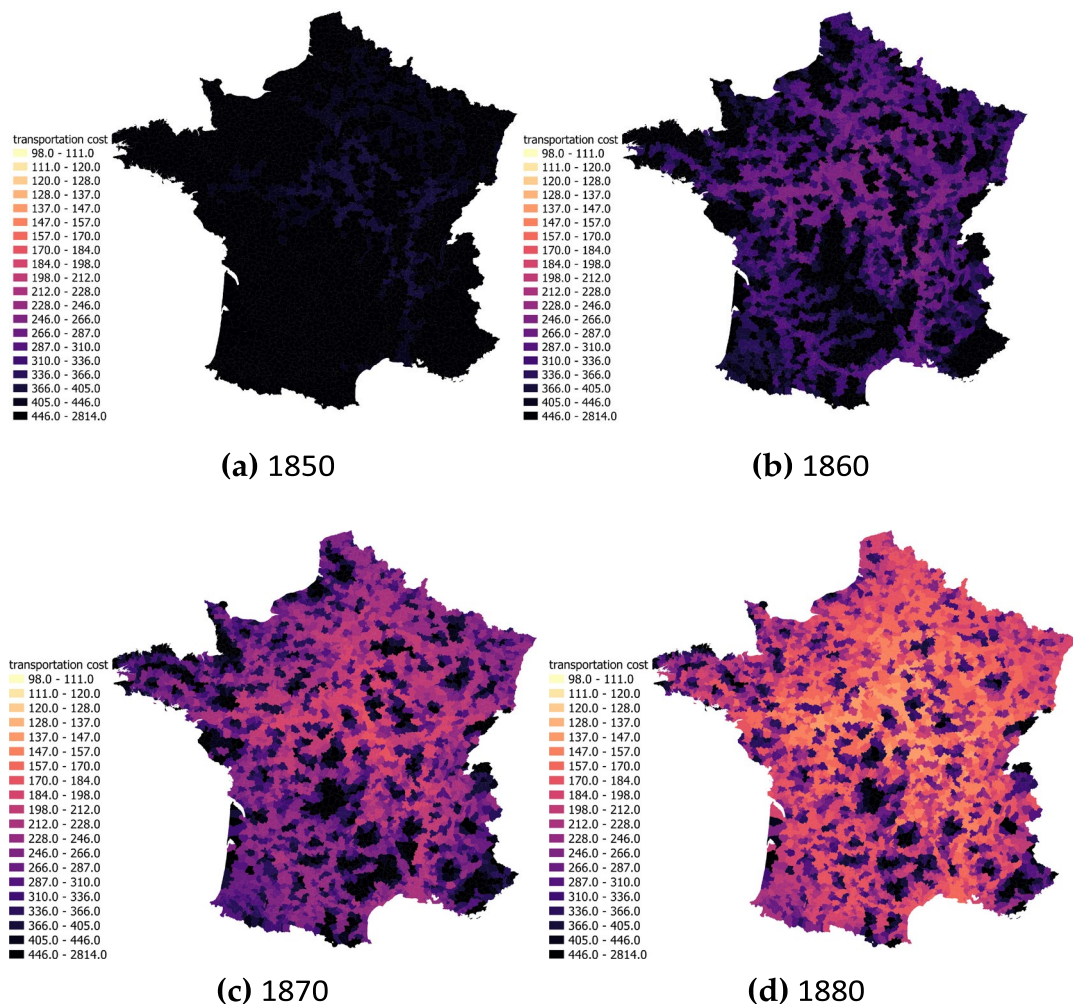
La taula 4 resumeix els resultats. En la tercera columna, introdueixo un model d'estimació IV en el qual utilitzo com a instrument la distància a la línia recta

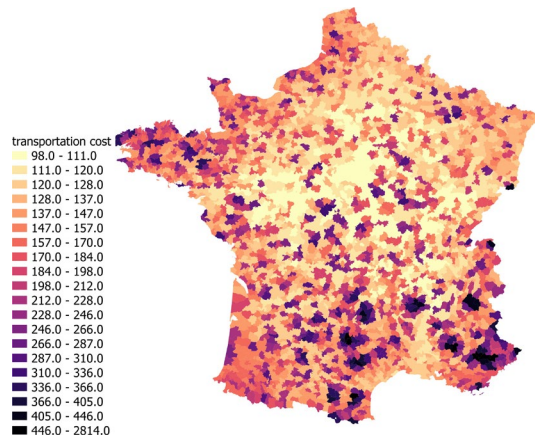
com en l'anàlisi de referència. Considero que l'accés al coneixement té un fort efecte positiu en l'activitat de patents de les regions.

5.2 Difusió de noves tecnologies i accés a una ciutat global

Paris actua com a portador que connecta el sistema nacional d'innovació a les xarxes globals d'innovació (Migueluez et al., 2019). Per donar suport a aquesta hipòtesi, ofereixo proves addicionals sobre les cinc fires mundials que van tenir lloc a París durant la segona meitat del segle XIX (1855, 1867, 1878, 1889 i 1900). Moltes innovacions tecnològiques es van mostrar en aquestes fires.

Figura 2: Cost de transport i accessibilitat de cada regió





(e) 1890

Nota: Aquesta figura mostra la reducció del cost del transport i l'accessibilitat de cada regió a causa de l'expansió dels ferrocarrils i canals durant el període de temps 1850-1890.

Font: els càlculs de l'autor basats en els perfils de forma de la xarxa de canals i ferrocarrils.

Taula 4: Mecanisme: accés al coneixement i innovació

Dep. var. =	Log (Applications+1)			
	(1)	(2)	(3)	(4)
	OLS	OLS	IV	OLS
Log Access to Knowledge	0.060*** [0.017]	0.064*** [0.017]	0.304*** [0.109]	0.174** [0.073]
R-squared	0.79	0.79	-	0.82
Sample Size	14625	14625	14625	292500
Canton FE	Yes	Yes	Yes	No
Year FE	Yes	Yes	Yes	No
Canton Controls	No	Yes	Yes	No
Canton x Year FE	No	No	No	Yes
Canton x Technology FE	No	No	No	Yes
Year x Technology FE	No	No	No	Yes
Kleibergen-Paap Wald rk F statistic	-	-	161.95	-

Nota: Els errors estàndard enganxats al nivell regional s'informa en el parèntesi.

Només el cost de l'organització de l'Exposició Universal de 1867 va ser de 5.883.400\$ i 50.226 persones van participar. L'invent guanyador del premi va ser l'hidrocronòmetre de Gian Battista Embriaco, un inventor de Roma. Es tracta de proves directes sobre la importància crucial de les connexions menys costoses per a les ciutats de França a la ciutat global de París, ja que París va actuar com un vincle amb el món exterior. Els passatgers de tots els llocs de França venien a París per participar en les exposicions a través de vaixells (Horne, 1965) o a través de la nova línia de ferrocarril (Kirkland, 2013).

La taula 5 explora l'efecte de l'accés a una ciutat global en la difusió de les noves tecnologies. Segons els resultats, només el cost de viatge a París és significatiu, columna 1. El mateix s'aplica quan incloc totes les variables en el mateix model en l'última columna. Només una reducció del cost dels viatges a París està associada a un augment del nombre de noves tecnologies.

5.3 Eliminació de Ferrocarrils – Càlcul de tovalló

Aquesta secció proporciona proves addicionals sobre la importància dels ferrocarrils en el rendiment de la innovació. Suposo que els ferrocarrils mai s'han construït i em centro en el transport de canals per a crear aquesta part posterior de l'exercici de sobre. A continuació, utilitzo QGIS per calcular els camins menys costosos entre les ciutats en absència de ferrocarrils utilitzant els mateixos valors de cost per als canals que en el model de línia de base. Considero que el nou accés a la mesura del coneixement basada en canals és una mitjana del 26,37% inferior (amb una desviació estàndard de 24,17) que l'accés a la mesura del coneixement obtinguda utilitzant l'equació 5.

Taula 5: Difusió de noves tecnologies i accés a una ciutat global

Dep. var. =	Number of Novel Classes			
	(1) PPML	(2) PPML	(3) PPML	(4) PPML
Travel Cost to Paris	-0.079*** [0.028]			-0.727*** [0.145]
Travel Cost to Lyon		-0.035 [0.026]		0.424 [0.291]
Travel Cost to Marseille			-0.017 [0.028]	0.230 [0.213]
Sample Size	11484	11484	11484	11484
Canton FE	Yes	Yes	Yes	Yes
Year FE	Yes	Yes	Yes	Yes
Canton Controls	Yes	Yes	Yes	Yes
Stock of Classes	Yes	Yes	Yes	Yes

Nota: El model PPML amb errors estàndard en clúster a nivell regional s'informa en el parèntesi.

Seguint el mateix enfocament que Donaldson i Hornbeck (2016), prenc el coeficient de la regressió de la línia de base de l'accés al coneixement sobre la innovació, com es mostra en la columna 1 de la taula 4, i l'utilitzo juntament amb l'índex actualitzat d'accés al coneixement, mantenint tota la resta constant, per predir el nombre de patents en absència de ferrocarrils. En absència de ferrocarrils, la taxa d'invenció de les regions franceses hauria estat, de mitjana, un 21,3% més baixa, la taula 15.

Taula 15: Part posterior de l'exercici de sobres basat en canals

Time Period	Percent Lower – Invention Rate	Standard Errors	Obs.
1850-1890	21.3	-5.227.993	14,625

Nota: Aquesta taula presenta l'impacte contrafactual en la taxa d'invenció de l'eliminació dels ferrocarrils. Els errors estàndard de pols agrupats per regions s'informa entre parèntesis.

L'objectiu d'aquest exercici és promoure la importància dels ferrocarrils per a la innovació a França del segle XIX, però no és un escenari contrafactual. En un escenari contrafactual, s'han de tenir en compte altres aspectes, com ara la reassignació de població, com va informar Donaldson i Hornbeck (2016).

6 Conclusions finals

En aquest document, faig ús de dues bases de dades històriques per a estudiar l'efecte de l'accés als ferrocarrils en l'activitat de patents, una base de dades recentment construïda d'estacions ferroviàries (Mimeur et al., 2018) i la base de dades de l'Institut Nacional Francès de Propietat Industrial. M'estic centrant en l'enorme expansió dels ferrocarrils a França durant la segona meitat del segle XIX per a documentar que l'accés a la xarxa ferroviària fomenta l'activitat de patents a nivell regional. Controlant les vies navegables i el nombre d'oficines postals, puc capturar l'efecte net de la xarxa ferroviària. Finalment, els resultats també es confirmen mitjançant una estratègia IV i diverses proves de robustesa sobre la validesa de l'instrument.

Explora l'accés al coneixement com un mecanisme subjacent darrere dels resultats. Computo mesures d'accessibilitat per a les ciutats més grans dels 2,925 regions franceses. Les troballes suggereixen que per a una regió i donat, una reducció dels costos de transport per a totes les altres regions amb un alt percentatge d'inventors té un impacte positiu en l'activitat de patents de la regió i . Afirmo que aquest efecte es deu principalment a les interaccions potencials entre els inventors que viuen en regions diferents. Una part posterior de l'exercici de sobre basat en els canals proporciona proves addicionals que, en absència de ferrocarrils, la taxa d'invenió de les regions franceses hauria estat, de mitjana, un 21,3% més baixa.

En l'última part del document, utilitzo tècniques d'anàlisi de text per determinar per primera vegada la classe tecnològica de cada aplicació de patent en la base de dades històrica INPI. Equipat amb aquest conjunt de dades, els documents de paper que tenen un accés menys costós a la ciutat global de París, en comparació amb altres

grans centres urbans, s'associen amb una major probabilitat que una regió *i* innova en una nova classe de patents. Aquest efecte suggereix que París actua com a guardià del coneixement (Miguelé, 2019) que connecta el sistema nacional d'innovació a les xarxes globals d'innovació.

Aquest document contribueix a un creixent cos de literatura sobre infraestructura i resultats econòmics des d'una perspectiva històrica i, més concretament, a la recerca sobre ferrocarrils i l'activitat d'innovació. També afegeix a la literatura sobre l'era industrial a França. Des del punt de vista polític, el document demostra que la xarxa general contribueix a un augment de la innovació. No obstant això, en el cas de la difusió de les noves tecnologies, el que importa més són les connexions a les ciutats mundials. Això és crucial, especialment en els nostres temps amb la intensa concentració d'activitats complexes en grans ciutats (Balland et al., 2020).

Referències

Agrawal, Ajay, Alberto Galasso, and Alexander Oettl, “Roads and innovation,” *Review of Economics and Statistics*, 2017, 99, 417–434.

Akcigit, Ufuk, Santiago Caicedo Soler, Ernest Miguelez, Stefanie Stantcheva, and Valerio Sterzi, “Dancing with the Stars: Innovation Through Interactions,” *NBER Working Paper 24466*, 2018.

Andersson, David, Thor Berger, and Erik Prawitz, “Making a Market: Infrastructure, Integration, and the Rise of Innovation,” *Review of Economics and Statistics*, 2021, pp. 1–44.

Atack, Jeremy, Michael Haines, and Robert Margo, “Railroads and the Rise of the Factory: Evidence for the United States, 1850–70,” *NBER Working Paper 14410*, 2008.

Balland, Pierre Alexandre, Cristian Jara-Figueroa, Sergio G. Petralia, Mathieu P.A. Steijn, David L. Rigby, and Cesar A. Hidalgo, “Complex economic activities concentrate in large cities,” *Nature Human Behaviour*, 2020, 4, 248–254.

Bris, David Le, “Les grands travaux du plan freycinet: De la subvention à la dépression?,” *Entreprises et Histoire*, 2012, 69, 8–26.

Donaldson, Dave, “Railroads of the Raj: Estimating the impact of transportation infrastructure,” *American Economic Review*, 2018, 108, 899–934.

Donaldson, Dave, and Richard Hornbeck, “Railroads and American Economic Growth: A “Market Access” Approach,” *Quarterly Journal of Economics*, 2016, 131, 799–858.

- Dunham, Arthur L.**, “How the First French Railways Were Planned,” *Journal of Economic History*, 1941, 1, 12–25.
- Horne, Alistair**, *The Fall of Paris: The Siege and the Commune 1870-71*, 1st edition ed., St. Martin’s Press, 1965.
- Juhász, Réka**, “Temporary protection and technology adoption: Evidence from the Napoleonic Blockade,” *American Economic Review*, 2018, 108, 3339–3376.
- Kirkland, Stephane**, *Paris Reborn: Napoleon III, Baron Haussmann and the Quest to build a Modern City*, St. Martin’s Press, 2013.
- Lucas, Robert E.**, “On the mechanics of economic development,” *Journal of Monetary Economics*, 1988, 22, 3–42.
- Migueluez, Ernest**, “Collaborative patents and the mobility of knowledge workers,” *Technovation*, 2019, 86-87, 62–74.
- Migueluez, Ernest, Julio Raffo, Christian Chacua, Massimiliano Coda-Zabetta, Deyun Yin, Francesco Lissoni, and Gianluca Tarasconi**, “Tied in: the Global Network of Local Innovation,” *Cahiers du GREThA (2007-2019)*, 2019.
- Mimeur, Christophe, François Queyroi, Arnaud Banos, and Thomas Thévenin**, “Revisiting the structuring effect of transportation infrastructure: An empirical approach with the French railway network from 1860 to 1910,” *Historical Methods*, 2018, 51, 65–81.
- Perlman, Elisabeth Ruth**, “Dense Enough To Be Brilliant: Patents, Urbanization, and Transportation in Nineteenth Century America,” *CEH Discussion Papers*, 2015.
- Squicciarini, Mara P.**, “Devotion and Development: Religiosity, Education, and Economic Progress in Nineteenth-Century France,” *American Economic Review*, 2020, 110, 3454–91.

Squicciarini, Mara P., and Nico Voigtländer, “Human capital and industrialization: Evidence from the age of en-lightenment,” *Quarterly Journal of Economics*, 11 2015, 130, 1825–1883.

Thévenin, Thomas, Robert Schwartz, and Loïc Sapet, “Mapping the distortions in time and space: The French railway network 1830-1930,” *Historical Methods*, 2013, 46, 134–143.

World Bank, “A Decade of Action in Transport: An Evaluation of World Bank Assistance to the Transport Sector, 1995-2005,” *Washington, DC: World Bank Publications*, 2007.