Map

Description automatically generatedCe rapport est la première partie du projet de **prévision de la somme de la demande horaire d’électricité pour jour t +1**, dans la zone du Texas composée des régions **contigues** Nord, Centrale Nord, et Est, desservies par le *Electric Reliability Council of Texas* (ERCOT). Nous passerons par une brève introduction d’ERCOT et des régions en analyse, une analyse exploratoire des données, l’évaluation des méthodes naïves selon des métriques d’erreur de prévision, et une description de variables explicatives et leur source.

**Introduction**

ERCOT est un operateur électrique à but non lucratif, qui gère le flux électrique de 26 millions de clients au Texas, représentant 90 % des besoins. Son système couvre 75% du territoire texan et ses membres incluent des particuliers, des coopératives, des municipalités et des producteurs d’électricité[[1]](#footnote-1). En 1970, ERCOT se forme pour répondre aux exigences fédérales. Cependant, la grille électrique texane n’est pas soumise à la régulation fédérale et se trouve isolée des interconnections Est et Ouest américaines (bloquant toute fourniture extérieure majeure en électricité vers le Texas)[[2]](#footnote-2). ERCOT a été frappé de coupures d’électricité en février 2011 et du 13 au 17 février 2021, dans les deux cas, à la suite d'une vague de froid extrême[[3]](#footnote-3). Un rapport de la NERC de 2019 alertait déjà que le réseau ERCOT avait l’une des réserves de marges anticipées les plus basses aux USA, l’empêchant de répondre aux pics de demande d’électricité pendant les grands froids et l’été, notamment en 2011 et 2021[[4]](#footnote-4). Le cœur économique se trouve dans la région *North Central* représentant près de 90% de la demande d’électricité, en particulier dans le centre urbain de Dallas-Fort Worth. *North Central* est plus résidentielle et urbaine que les deux autres régions[[5]](#footnote-5). Selon le *US Bureau of Economic Analysis* (BEA)*,* le PIB du comté de Dallas était de 239 milliards de dollars en 2020[[6]](#footnote-6), avec une population de 2,6 millions d’habitants[[7]](#footnote-7). Selon le *Comptroller General* du Texas, la population de la métropole de Dallas a cru de 19% sur la période 2010-2019[[8]](#footnote-8). Le secteurs tertiaire y est aussi important que les secteurs manufacturier, du pétrole et du gas, et les industries de l’aviation et de l’aérospatiale [[9]](#footnote-9). La région *North* a un pourcentage d’activités agricole et industrielle plus important. Les populations et PIB des deux grandes villes, soit Lubbock et Wichita Falls, sont respectivement de 310,000 habitants[[10]](#footnote-10) et 12 milliards de dollars[[11]](#footnote-11), pour l’un, et de 129,500 habitants et de 5 milliards de dollars pour l’autre (2020). Ces 2 métropoles ont cru de 11% et 0.5% respectivement de 2010 à 2019. La région Est est spécialisée dans le secteur pétrolier et gas de schiste. La ville principale y est Tyler avec 230,000 habitants et un PIB de 6 milliards de dollars (2020) a vu sa population croître de 11% de 2010 à 2019. Le Texas accueille 14 bases militaires qui emploient directement 226,000 personnes[[12]](#footnote-12). Nos régions d’étude en accueillent 2 à JRB Fort Worth et à Wichita Falls[[13]](#footnote-13). Selon le *US Energy Information Administration* (EIA), la part la plus large d’électricité de l’Etat est dirigée vers le secteur résidentiel, où 3 ménages texans sur 5 utilisent l’électricité pour le chauffage et l’aération[[14]](#footnote-14). Le chauffage en hiver et l’aération en été sont deux des sous-jacents majeurs de consommation d’électricité au Texas. L’EIA note que les pics de demande d’électricité journaliers sont atteints en été à cause de l’augmentation de l’utilisation de l’aération[[15]](#footnote-15). La région *East* possède un climat sub-tropical avec quelques vagues de froid du Nord, des précipitations de 890 à 1500 mm/an, des plaines côtières et des collines dans les terres. Les régions *North* et *North Central* ont un climat sub-tropical / continental avec des précipitations entre 700 et 1200 mm/an. Ces deux régions sont des plaines et subissent de nombreuses tornades au printemps car elles sont dans la *tornado alley. North* et *North Central* reçoivent des vents froids du Nord et chauds du Golfe du Mexique. Les hivers y sont tempérés mais parfois ponctués de vague de froid extrême en janvier ou février. Les Chart, line chart

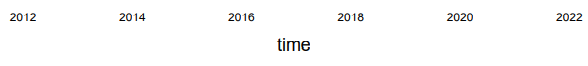
Description automatically generatedtrois régions connaissent des hivers doux avec des étés chauds voir tropicaux, menant à des vagues de chaleur.

**Analyse exploratoire des données**

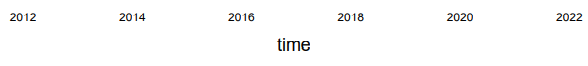
L’analyse porte sur l’évolution journalière de la demande d’électricité des régions étudiées de 2012 à 2021. Nous observons que la région *North Central* présente la plus grande demande d’électricité **(Figure XX)** car celle-ci est la plus peuplée et industrielle des 3 régions. De 2012 à 2021, la moyenne de la demande journalière a augmenté de 7.8 % dans l’agrégat des 3 régions (*SOMME*), de 6.8% dans la région *North Central* (croissance éco/démographique de Dallas), de 22% dans la région *East,* et diminué de 1% dans la région *North*. La stagnation dans *North* peut être due à une Chart, line chart, histogram

Description automatically generateddésindustrialisation relative et une croissance Chart, bar chart

Description automatically generatedmoins importante de la population. *East* observe une telle augmentation sur la décennie probablement à cause du développement du gas de schiste et de nouvelles raffineries. En **Figure XX** de 2012 à 2017, la croissance de la moyenne annuelle de la demande journalière Chart, line chart

Description automatically generatedd’électricité oscille entre 0 à 3%. 2018 voit une croissance record de 6% grâce au boom économique et la production pétrolière record ; avant de chuter avec la covid pour toutes les régions à l’exception de *East*. A travers la composante de saisonnalité de la décomposition *stl,* nousobservons une saisonnalité annuelle des pics de de la demande journalière en hiver (décembre à mars) et été (juin-août) dans les 3 régions. La **figure XX** nous le confirme et montre que cette saisonnalité hiver/été est plus prononcée en *North Central*, région plus sensible aux changement de température du fait de sa population plus importante, qu’en *North* et *East* où la part des secteurs primaires et secondaires (moins sensible aux changement de température) est plus importante. Globalement, sur les 3 régions, la tendance sur la période entière est à la hausse. Post crise financière, la tendance est à la croissance modérée avant de croître à partir de 2017. Cette tendance à la hausse est soutenue par *North Central et East.* Manifestement, les données sont non-stationnaires. L’analyse des *IQR* avec les Box plot nous montre une seule valeur aberrante dans l’aggrégat des 3 régions en février 2021, lors de la tempête hivernale extrême. La région North présente 2 valeurs aberrantes en 2017 et 2021 respectivement. North Central en présente 1 en février 2021 (tempête hivernale) de même que la région East. En dessaisonalisant la série chronologique, nous aurions pu améliorer cette analyse. Aucun traitement n’est fait, pour le Chart, box and whisker chart

Description automatically generatedmoment, car ces données ne sont pas dans l’ensemble d’entraînement. Nous avons aussi pu observer un effet de fin de semaine et de jours ferie, de meme qu’une interaction jours ferie Chart, line chart

Description automatically generatedet fin de semaine (**Figure XX**) sur la demande d’electricite, avec une moindre demande lors des jours feries et fin de semaine. Enfin, la separation des ensemble d’entraînement, de validation, et de test se fait selon le critère de cohérence dans la dynamique de marché de la période. Suivant la tendance de la décomposition *stl,* nous observons que la période d’entraînement va de 2012 à 2017. Les périodes de validation et de test vont respectivement de 2018 à fin 2019, et de 2019 à fin 2021.

**Composante de Tendance**

Test

**Composante de Tendance**

Validation

Training

1. [Company Profile (ercot.com)](https://www.ercot.com/about/profile) [↑](#footnote-ref-1)
2. <https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_Reliability_Council_of_Texas> [↑](#footnote-ref-2)
3. <https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_Reliability_Council_of_Texas> [↑](#footnote-ref-3)
4. <https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_Reliability_Council_of_Texas> [↑](#footnote-ref-4)
5. <https://worldpopulationreview.com/us-counties/states/tx> [↑](#footnote-ref-5)
6. <https://apps.bea.gov/iTable/iTable.cfm?reqid=70&step=1&isuri=1&acrdn=5#reqid=70&step=1&isuri=1&acrdn=5> [↑](#footnote-ref-6)
7. <https://www.texas-demographics.com/counties_by_population> [↑](#footnote-ref-7)
8. <https://comptroller.texas.gov/economy/economic-data/regions/2020/texas.php> [↑](#footnote-ref-8)
9. <https://realestate.usnews.com/places/texas/dallas-fort-worth/jobs#:~:text=In%20the%20Dallas%20area%2C%20the,slightly%20below%20the%20national%20average> [↑](#footnote-ref-9)
10. <https://www.texas-demographics.com/counties_by_population> [↑](#footnote-ref-10)
11. <https://apps.bea.gov/iTable/iTable.cfm?reqid=70&step=1&isuri=1&acrdn=5#reqid=70&step=1&isuri=1&acrdn=5> [↑](#footnote-ref-11)
12. <https://comptroller.texas.gov/economy/economic-data/regions/2020/texas.php> [↑](#footnote-ref-12)
13. <https://militarybases.com/texas/> [↑](#footnote-ref-13)
14. <https://www.eia.gov/state/analysis.php?sid=TX> [↑](#footnote-ref-14)
15. <https://www.eia.gov/state/analysis.php?sid=TX> [↑](#footnote-ref-15)