

Planning Stage

Fofana Mohamed
Laboratoire d'Économie Appliquée de Grenoble (GAEL)
Université Grenoble Alpes

1. Création d'un tableau récapitulatif des Prix d'énergies pour ménage/an (2015–2025) sur Excel

Pour chaque énergie : électricité, gaz naturel, fioul domestique et bois

| Année | Électricité (€/kWh) | Gaz (€/kWh) | Fioul (€/kWh) | Bois (€/kWh) |
|-------|---------------------|-------------|---------------|--------------|
| 2015 | 0.167 | 0.072 | 0.073 | 0.061 |
| 2016 | 0.171 | 0.065 | 0.065 | 0.059 |
| 2017 | 0.173 | 0.067 | 0.076 | 0.059 |
| 2018 | 0.179 | 0.070 | 0.093 | 0.061 |
| 2019 | 0.184 | 0.081 | 0.095 | 0.064 |
| 2020 | 0.194 | 0.073 | 0.078 | 0.065 |
| 2021 | 0.203 | 0.074 | 0.091 | 0.067 |
| 2022 | 0.215 | 0.095 | 0.149 | 0.105 |
| 2023 | 0.256 | 0.114 | 0.129 | 0.105 |
| 2024 | 0.252 | 0.127 | 0.123 | 0.080 |

Sources :

⇒ <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/catalogue?page=dataset&datasetId=631b03afb61e5c6479370169>

⇒ <https://www.insee.fr/fr/statistiques/serie/000442573>

⇒ Quelcombustibledeboisestleplusrentable?Comparatif

2. Tableau Consommations annuelles (KWh) pour le chauffage pour ménage sur Excel

| Année | Demande Élec | Demande Gaz | Demande Fioul | Pétrole | Demande Bois |
|-------|--------------|-------------|---------------|---------|--------------|
| 2015 | 14 491,91 | 12 767,22 | 5 216,41 | 869,40 | 7 217,73 |
| 2016 | 14 817,46 | 13 720,36 | 5 460,11 | 873,17 | 8 046,67 |
| 2017 | 14 354,54 | 13 196,27 | 5 217,35 | 847,76 | 7 529,17 |
| 2018 | 14 081,67 | 12 733,35 | 4 788,30 | 824,24 | 7 173,50 |
| 2019 | 13 970,64 | 12 485,89 | 4 617,99 | 801,66 | 7 118,93 |
| 2020 | 14 076,97 | 12 204,55 | 4 235,98 | 763,08 | 6 571,32 |
| 2021 | 14 553,07 | 12 789,80 | 4 413,81 | 779,07 | 7 502,82 |
| 2022 | 13 319,53 | 10 402,71 | 3 211,33 | 688,75 | 6 301,28 |
| 2023 | 12 795,45 | 9 316,90 | 2 875,42 | 657,70 | 6 415,13 |
| 2024 | 12 885,02 | 9 973,65 | 3 954,65 | 659,67 | 6 586,38 |

Sources :

- Tableau énergétique résidentiel – SDES
- Consommation d'énergie par usage du résidentiel – SDES
- Consommation électrique moyenne par ménage – Fournisseurs-electricite.com
- Réseaux de chaleur et de froid – SDES
- Bilan énergétique résidentiel – SDES
- Consommation moyenne de fioul en maison – ClicandFioul
- Bilan énergétique de la France en 2024 – Données provisoires

3. Formule de la VAN (Valeur actuelle nette)

Pour chaque ressource x (électricité, gaz, etc.) :

$$VAN_x = \sum_{i=1}^{20} \frac{P_{\text{heat}} \cdot D_{\text{heat}} - P_x \cdot D_x}{(1+r)^i} = \sum_{i=1}^{20} \frac{C_{\text{heat}} - C_x}{(1+r)^i}$$

Où :

- P_{heat} = prix moyen de chaleur (À chercher)
- D_{heat} = demande annuelle de chaleur totale (KWh)
- P_x = prix unitaire de l'énergie x (Ref Tableau prix)
- D_x = demande annuelle de l'énergie x (Ref Tableau Consommations annuelles)
 \hookrightarrow NB : $D_{\text{heat}} = D_x$
- r = taux d'actualisation (ex. : 3,4%)

Objectif : calculer une VAN par énergie sur 20 ans.

4. Calcul des coûts totaux annuels par ressource

Formule pour chaque ressource x :

$$\text{Coût}_x(i) = P_x(i) \cdot \text{Demande}_x(i)$$

| Année | Coût Élec. | Coût Gaz naturel | Coût Fioul | Coût Pétrole | Coût Bois |
|-------|------------|------------------|------------|--------------|-----------|
| 2015 | 2 463,62 | 919,24 | 380,80 | 110,41 | 440,28 |
| 2016 | 2 518,97 | 905,54 | 354,91 | 103,03 | 482,80 |
| 2017 | 2 483,34 | 884,15 | 396,52 | 111,90 | 451,75 |
| 2018 | 2 492,46 | 904,07 | 445,31 | 117,87 | 437,58 |
| 2019 | 2 584,57 | 986,39 | 438,71 | 113,84 | 455,61 |
| 2020 | 2 730,93 | 890,93 | 330,41 | 110,65 | 427,14 |
| 2021 | 2 881,51 | 946,45 | 401,66 | 116,08 | 502,69 |
| 2022 | 2 863,70 | 967,45 | 478,49 | 110,20 | 674,24 |
| 2023 | 3 134,89 | 1 034,18 | 370,93 | 109,18 | 680,00 |
| 2024 | 3 247,02 | 1 256,68 | 486,42 | 113,46 | 520,32 |

5. Différences des coûts de prévision par ressource(2025-2044)

| Année | Électricité | Gaz Naturel | Fioul domestique | Pétrole | Bois |
|-------|---------------|---------------|------------------|--------------|--------------|
| 2025 | 44 387 809,64 | 11 894 563,27 | 7 193 231,97 | 1 267 083,76 | 5 467 620,69 |
| 2026 | 45 016 512,84 | 11 612 122,00 | 7 368 018,36 | 1 142 690,58 | 5 500 036,99 |
| 2027 | 45 645 216,03 | 11 567 409,08 | 7 542 729,70 | 1 186 979,08 | 5 532 453,28 |
| 2028 | 46 273 919,22 | 11 284 967,82 | 7 717 501,43 | 1 439 644,66 | 5 564 869,58 |
| 2029 | 46 902 622,41 | 11 240 254,90 | 7 892 287,82 | 1 315 251,48 | 5 597 285,87 |
| 2030 | 47 531 325,61 | 10 957 813,63 | 8 066 999,16 | 1 359 539,97 | 5 629 702,16 |
| 2031 | 48 160 028,80 | 10 913 100,72 | 8 241 770,88 | 1 612 205,55 | 5 662 118,46 |
| 2032 | 48 788 731,99 | 10 630 659,45 | 8 416 557,27 | 1 487 812,37 | 5 694 534,75 |
| 2033 | 49 417 435,19 | 10 585 946,53 | 8 591 268,61 | 1 532 100,87 | 5 726 951,05 |
| 2034 | 50 046 138,38 | 10 303 505,26 | 8 766 040,34 | 1 784 766,44 | 5 759 367,34 |
| 2035 | 50 674 841,57 | 10 258 792,35 | 8 940 826,73 | 1 660 373,26 | 5 791 783,64 |
| 2036 | 51 303 544,77 | 9 976 351,08 | 9 115 538,06 | 1 704 661,76 | 5 824 199,93 |
| 2037 | 51 932 247,96 | 9 931 638,16 | 9 290 309,79 | 1 957 327,33 | 5 856 616,23 |
| 2038 | 52 560 951,15 | 9 649 196,90 | 9 465 096,18 | 1 832 934,15 | 5 889 032,52 |
| 2039 | 53 189 654,34 | 9 604 483,98 | 9 639 807,52 | 1 877 222,65 | 5 921 448,81 |
| 2040 | 53 818 357,54 | 9 322 042,71 | 9 814 579,25 | 2 129 888,23 | 5 953 865,11 |
| 2041 | 54 447 060,73 | 9 277 329,80 | 9 989 365,63 | 2 005 495,05 | 5 986 281,40 |
| 2042 | 55 075 763,92 | 8 994 888,53 | 10 164 076,97 | 2 049 783,54 | 6 018 697,70 |
| 2043 | 55 704 467,12 | 8 950 175,61 | 10 338 848,70 | 2 302 449,12 | 6 051 113,99 |
| 2044 | 56 333 170,31 | 8 667 734,34 | 10 513 635,09 | 2 178 055,94 | 6 083 530,29 |

6. Calcul de VAN et l'écart-type par ressource

| Énergie | VAN(€) | Écart-type (€) |
|------------------|-------------------------|---------------------|
| Électricité | 712 313 537,63 | 3 719 980,83 |
| Gaz naturel | 150 053 899,36 | 974 759,33 |
| Fioul domestique | 124 208 923,50 | 1 033 915,51 |
| Pétrole | 23 363 298,62 | 347 046,15 |
| Bois | 82 319 512,03 | 191 897,12 |
| Totaux | 1 092 259 171,14 | 6 267 598,93 |

★ Formule Excel

$\hookrightarrow VAN_x = NPV(\text{*Taux Actualisation*}; \text{Tableau}[\text{Énergie}_x])$

$\hookrightarrow \text{Ecart-type} : \sigma_x = STDEV.S(\text{Tableau}[\text{Énergie}_x])$

7. Analyse statistique : Écart-type et frontière efficiente

Étapes :

- Calcul de l'écart-type des VAN pour chaque énergie.
- Tracer la frontière efficiente :
 - Axe X : écart-type (Risque)
 - Axe Y : VAN (rendement)
- Identifier les énergies les plus rentables avec le moins de risque.

8. Régression sur l'évolution du prix de la chaleur

Modèle linéaire proposé :

$$P_{\text{heat}}(t) = \beta t + \alpha$$

- Faire une histogramme, courbe de régression linéaire, analyse de la variance sur Excel pour déduire une tendance
- Étude de la tendance des prix de la chaleur.
- Faire la prédiction future sur Excel et MATLAB (code à fournir ANOVA, courbe frontière d'efficience, Régression Linéaire avec toutes les interprétation dans le rapport).

9. Données à fournir ou à confirmer

- Lien vers les données :

1. <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/bilan-energetique/fr/>
 2. <https://www.grdf.fr/particuliers/compteurs-et-consommation/consommation/evolution-prix-energies>
 3. <https://www.expertise-energie.fr/tarifs/le-prix-de-lelectricite-en-france/>
 4. <https://prix-du-bois-de-chauffage.com/>
 5. <https://optireno.com/comparatif-2024-des-prix-de-lenergie-top-3-des-plus-cheres>
- Volumes annuels de consommation pour chaque énergie
 - Taux d'actualisation à utiliser (par exemple 3,4%)

10. Résultats attendus

- Tableau complet des prix (2015–2025)
- Coûts annuels de consommation
- VAN sur 20 ans pour chaque énergie
- Frontière efficiente (VAN vs Risque(écart-type)
- Régression sur les prix du chauffage et consommations annuelles
- Recommandation d'investissement énergétique

11. Rédaction du rapport

↔ L'étude accompagné d'un document latex(Auteur Fofana Mohamed, institut de recherche GAEL (Laboratoire d'économie appliquées de Grenoble de l'université Grenoble alpes)) expliquant L'étude effectué, travail effectué avec tout les calculs, analyse statistique, économique, prédiction, (optimisation avec la théorie du portefeuille, frontière d'efficience). (Tableaux, sources en annexe, Bibliographie de certains rapport en liens avec mon sujet de stage(A chercher), toutes les courbes et tracés, formules de calculs etc..)