



ENP RE

Logiciel de calcul des paramètres du
réseau électrique

Plan de Présentation

- 1
- 2
- 3
- 4

INTRODUCTION À RESEAU
ÉLECTRIQUE

PARAMETERS DU RESEAU
ÉLECTRIQUE

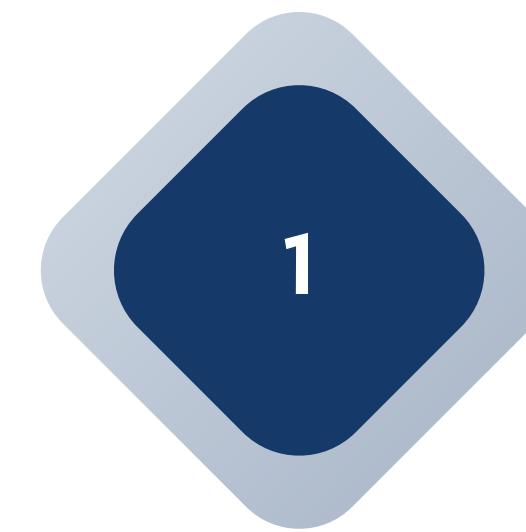
PRESENTATION DE
LOGICIEL ENP RE

SIMULATION DE LOGICIEL
ENP RE

INTRODUCTION à réseau électrique

Un réseau électrique est un ensemble d'infrastructures permettant d'acheminer l'énergie électrique des centres de production aux consommateurs. Il est composé de lignes électriques à différents niveaux de tension, connectées dans des postes électriques équipés de transformateurs pour changer les niveaux de tension et répartir l'électricité. La gestion dynamique du réseau est essentielle pour assurer la stabilité entre production, transport et consommation. Il existe trois types de réseaux électriques : le réseau de transport, le réseau de répartition et le réseau de distribution.

Parameters du reseau électrique



Matrice admittance



Matrice impedance



L'écoulement de puissance

Matrice Admitance

La matrice admittance schématise la topologie d'un réseau électrique, elle contient toutes les informations concernant notre réseau. Il peut être décrit sous la forme matricielle

$$\begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ \vdots \\ I_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_{11} & Y_{12} & \dots & Y_{1n} \\ Y_{21} & Y_{22} & \dots & Y_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ Y_{n1} & Y_{n2} & \dots & Y_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ \vdots \\ V_n \end{bmatrix}$$

Matrice Impédance

La matrice d'impédance d'un réseau électrique, souvent notée Z_{bus} , est une représentation matricielle des impédances entre les différents nœuds (ou bus) du réseau. Chaque élément de cette matrice, Z_{ij} représente l'impédance entre le nœud i et le nœud j . Cette matrice est essentielle pour analyser le comportement du réseau, notamment pour calculer les courants de court-circuit, les répartitions de charge, et pour effectuer des études de stabilité et de protection du réseau. La matrice d'impédance est l'inverse de la matrice d'admittance (ou matrice Y_{bus} , qui représente les admittances (l'inverse des impédances) entre les nœuds du réseau.

$$[V] = [Z] [I]$$

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ \vdots \\ V_p \\ \vdots \\ V_n \\ V_q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{11} & Z_{12} & \dots & Z_{1p} & \dots & Z_{1n} & Z_{1q} \\ Z_{21} & Z_{22} & \dots & Z_{2p} & \dots & Z_{2n} & Z_{2q} \\ \vdots & & \ddots & & & \vdots & \\ Z_{p1} & Z_{p2} & \dots & Z_{pp} & \dots & Z_{pn} & Z_{2q} \\ \vdots & & & & \ddots & & \vdots \\ Z_{n1} & Z_{n2} & \dots & Z_{np} & \dots & Z_{nn} & Z_{nq} \\ Z_{q1} & Z_{q2} & \dots & Z_{qp} & \dots & Z_{qn} & Z_{qq} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ \vdots \\ I_p \\ \vdots \\ I_n \\ I_q \end{bmatrix}$$

L'écoulement de puissance

L'étude de l'écoulement de puissance permet d'obtenir la solution des grandeurs d'un réseau électrique en fonctionnement normal équilibré en régime permanent. Ces grandeurs comprennent les tensions aux nœuds, les puissances injectées aux nœuds ainsi que celles qui transitent dans les lignes. Les pertes et les courants sont déduits de ces quantités. Les études de l'écoulement de puissance sont essentielles pour planifier la construction et l'extension des réseaux électriques, ainsi que pour leur conduite et leur contrôle.

Cette section se concentre sur le calcul de l'écoulement de puissance, qui est la solution de la condition de fonctionnement statique d'un système de transmission d'énergie électrique. Elle repose sur des méthodes numériques couramment utilisées : la méthode de Gauss-Seidel (GS), la méthode de Newton-Raphson (NR) et la méthode de Découplée Rapide (FDLF).



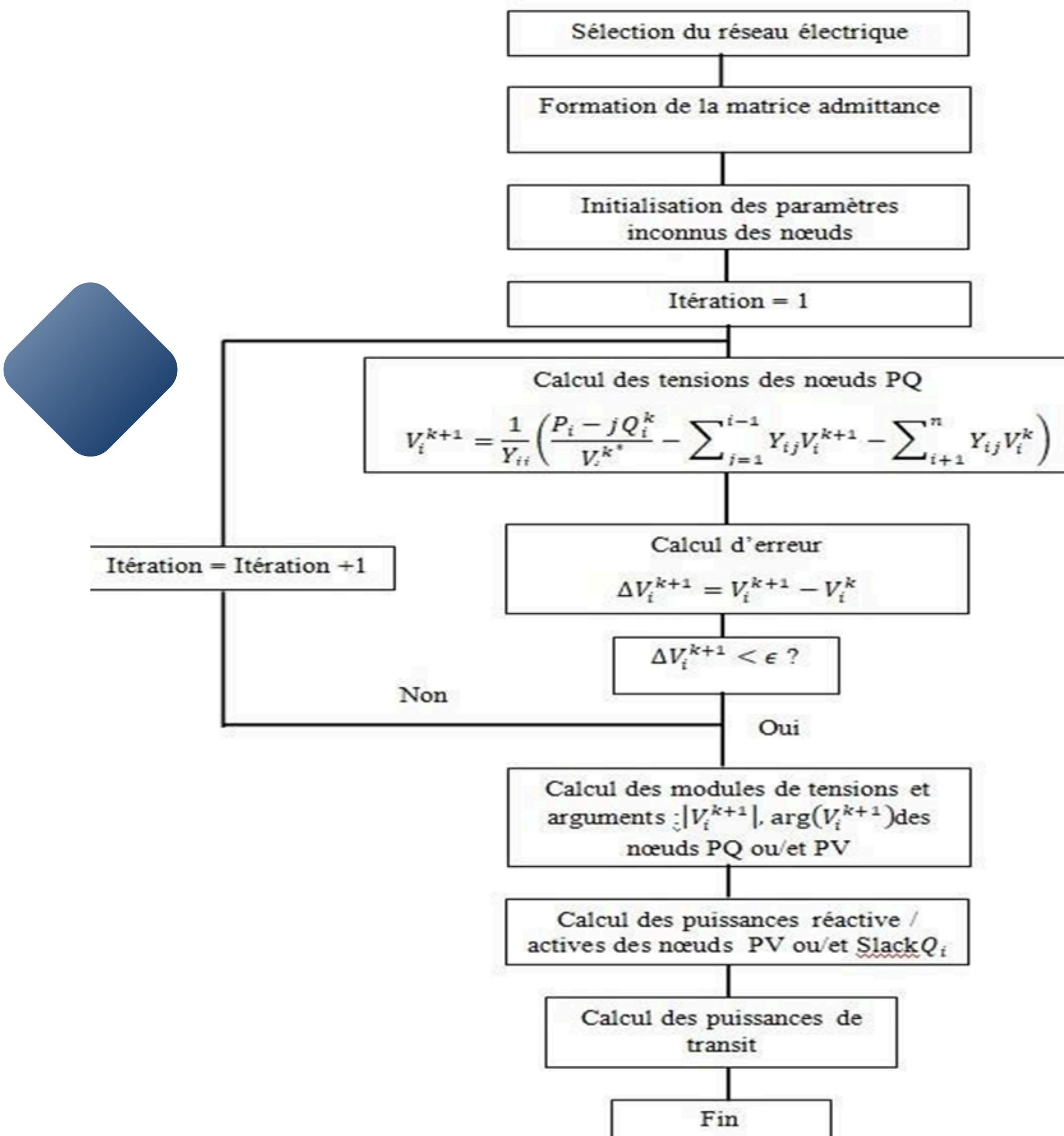
Les méthodes de calcul de l'écoulement de puissance

Gauss seidel

Newton-Raphson

FDLF

Algorithm de Gauss seidel



Algorithm de Newton-Raphson

Sélection du réseau électrique

Formation de la matrice admittance

Initialisation des paramètres inconnus des nœuds

Itération = 1

Calcul du mismatch dF (Puissance active, réactive et du carré de la tension) dans chaque nœud

$$dF_i^{k+1} = (dP_i^{k+1}; dQ_i^{k+1}; d|V_i^{k+1}|^2)$$

Calcul de la matrice jacobienne J

$$\begin{bmatrix} de_i^{k+1} \\ df_i^{k+1} \end{bmatrix} = -J^{-1}dF \text{ ou } \begin{bmatrix} d|V_i|^{k+1} \\ d\delta_i^{k+1} \end{bmatrix}$$

$$\max(dF_i^{k+1}) < \epsilon ?$$

Non

Itération = Itération +1

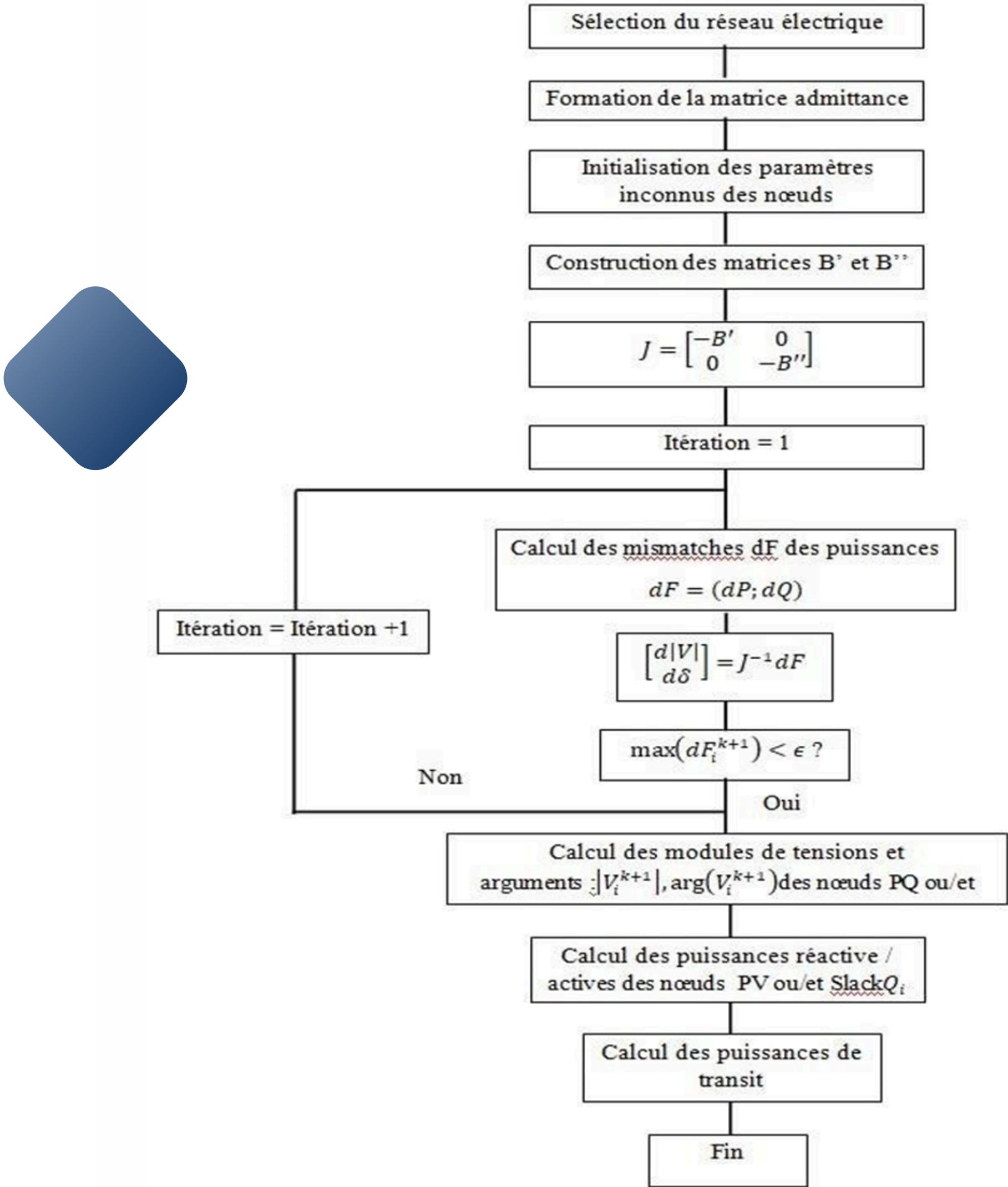
Calcul des modules de tensions et arguments ; $|V_i^{k+1}|$, $\arg(V_i^{k+1})$ des nœuds PQ ou/et PV

Calcul des puissances réactive / actives des nœuds PV ou/et Slack Q_i

Calcul des puissances de transit

Fin

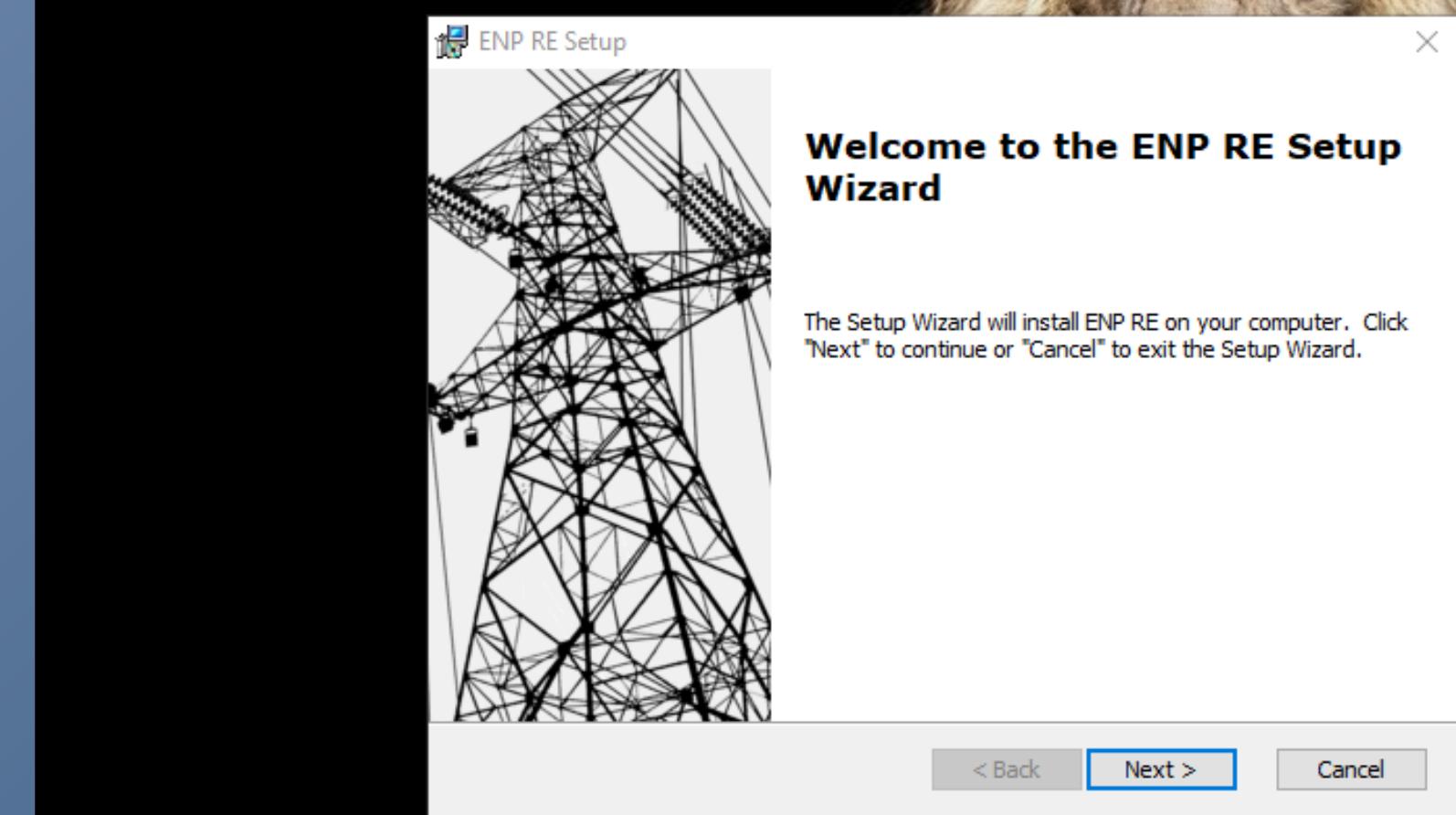
Algorithm de FDLF



Présentation de logiciel ENP RE

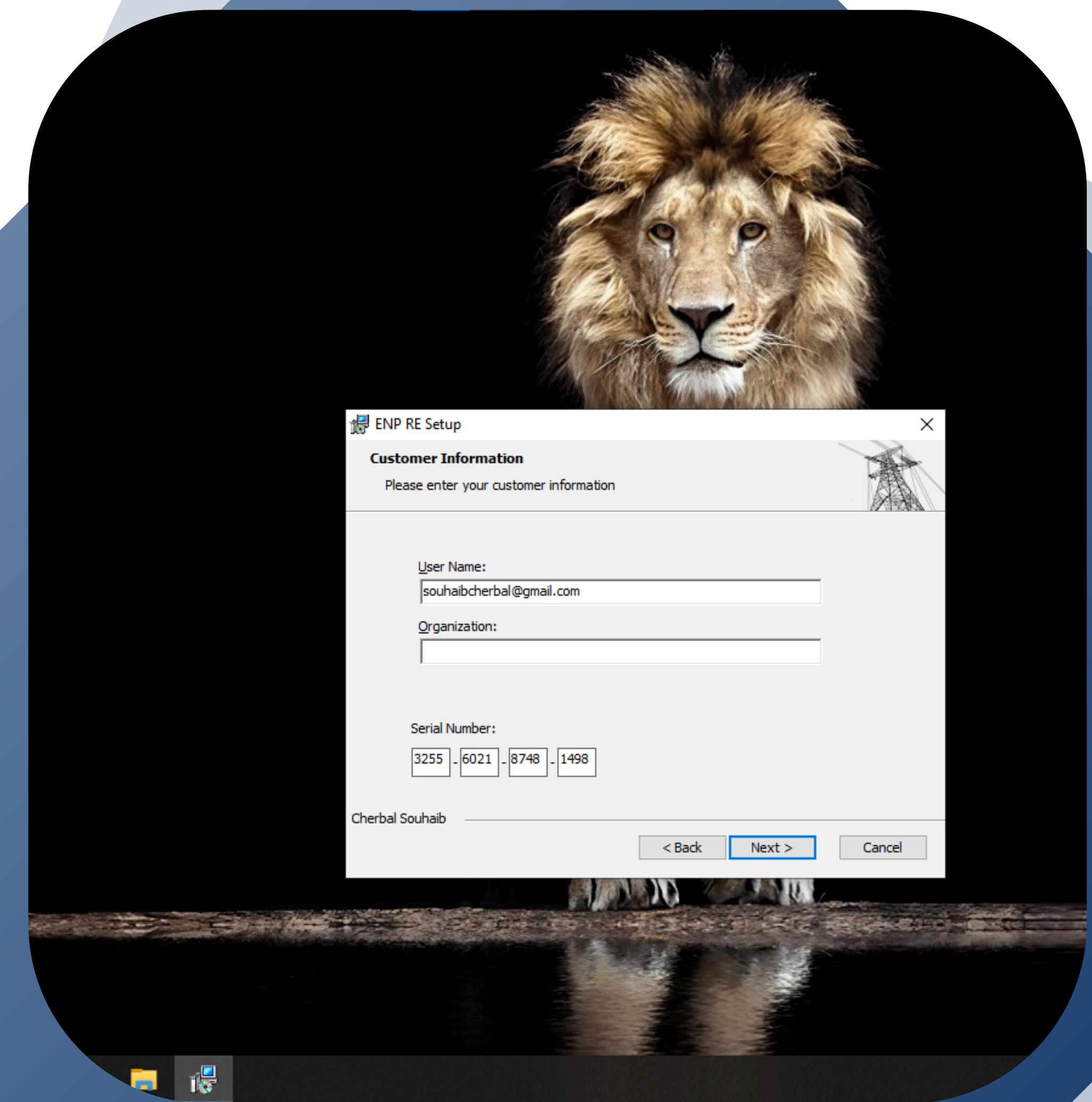
Phase de installation

Welcome page



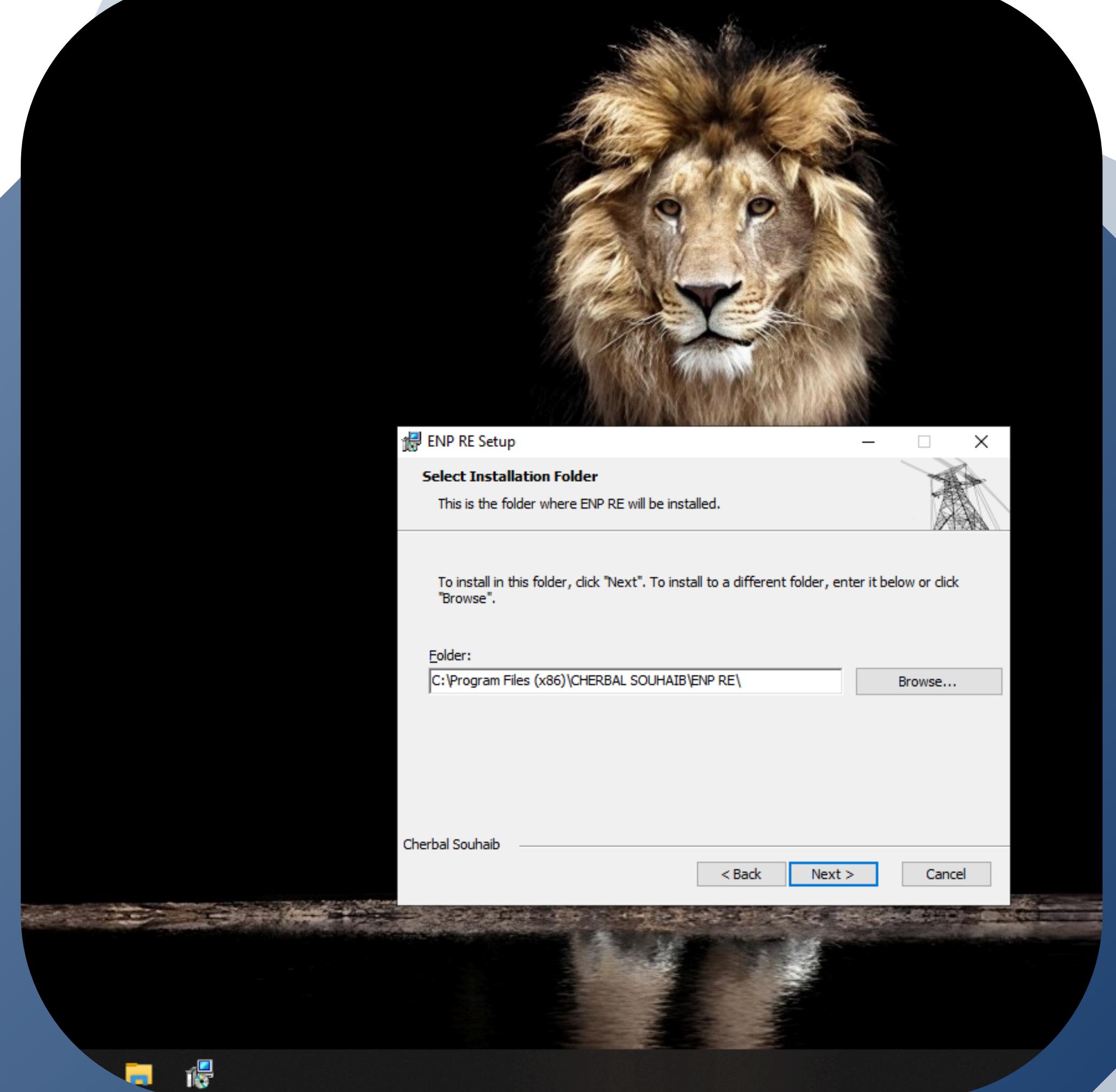
Phase de installation

serial number page



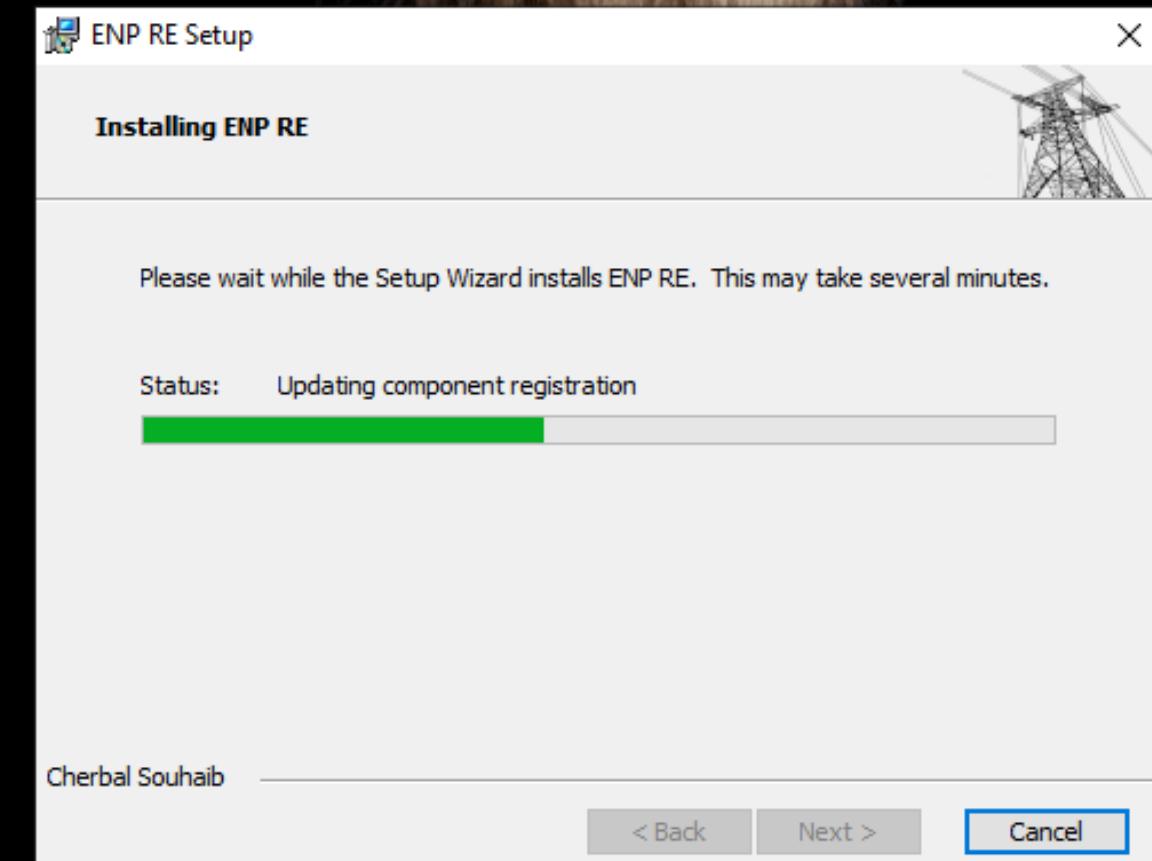
Phase de installation

installation place page



Phase de installation

installation...



Main page

ENP RE

File Operations

Data Entry Admittance Matrix Impedance Matrix Power Flow

System type : Custom

Total number of Noeuds :

Nombre total de lines :

Number of noeuds PQ :

Number of noeuds PV :

Slack bus :

Number of machines

Number of Voltage Regulators

Number of Speed Regulators

Frequency :

basemva : accuracy : accel : maxiter :

Enter

Noeuds Data :

Clear

Bus Code	Voltage Mag	Angle Degree	P1 MW	Q1 MVAR	Pg I

System diagram:



Main page

Choisir de system

ENP RE

File Operations

Data Entry Admittance Matrix Impedance Matrix Power Flow

System type : System 11 bus

Total number of Noeuds : 11

Nombre total de lines :

Number of noeuds PQ : 11

Number of noeuds PV : 1

Slack bus : 1

Number of machines : 3

Number of Voltage Regulators : 0

Number of Speed Regulators : 0

Frequency : 50

basemva : 100 accuracy : 0.001 accel : 1.8 maxiter : 100

Enter

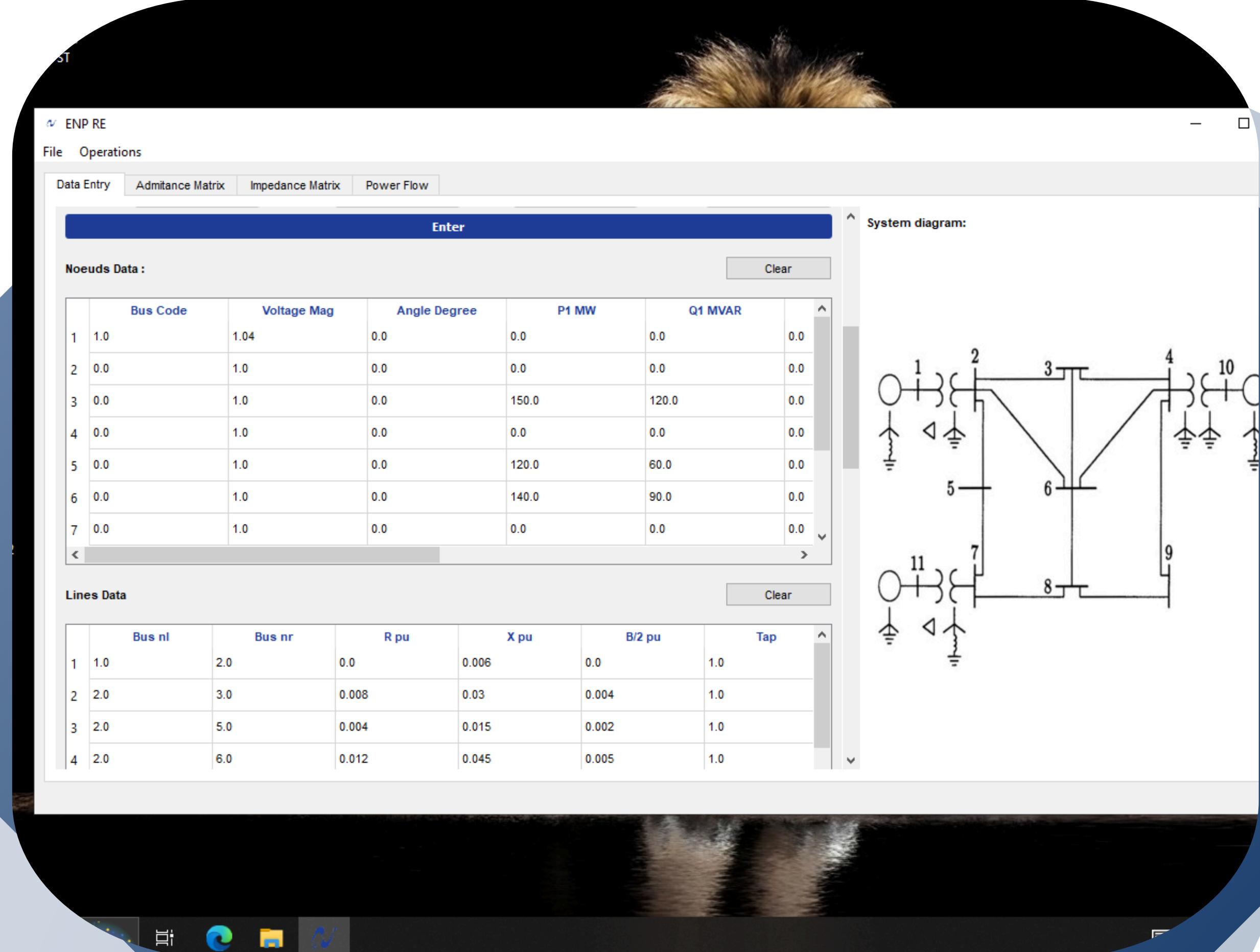
Noeuds Data :

Bus Code	Voltage Mag	Angle Degree	P1 MW	Q1 MVAR	Pg

System diagram:

Main page

chargement des données



Main page

Matrice Admitance

ENP RE

File Operations

Data Entry Admittance Matrix Impedance Matrix Power Flow

Generate

Save DATA

Matrice admittance :

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0000 -166.6667j	0000 + 166.6667j	0000 + 0000j	0000 + 0000j	0000 + 0000j	0000 + 0000j	0000 + 0000j	0000 + 0000j	0000 + 0000j	0000 + 0000j	0000 + 0000j
2	0000 + 166.6667j	30.4288 -280.7636j	-8.2988 + 31.1203j	0000 + 0000j	-16.5975 + 62.2407j	-5.5325 + 20.7469j	0000 + 0000j				
3	0000 + 0000j	-8.2988 + 31.1203j	16.6564 -79.3882j	-5.8824 + 23.5294j	0000 + 0000j	-2.4752 + 24.7525j	0000 + 0000j				
4	0000 + 0000j	0000 + 0000j	-5.8824 + 23.5294j	13.2496 -177.5934j	0000 + 0000j	-3.9216 + 15.6863j	0000 + 0000j	0000 + 0000j	0000 + 0000j	0000 + 0000j	-3.4456 + 13.3997j
5	0000 + 0000j	-16.5975 + 62.2407j	0000 + 0000j	0000 + 0000j	19.2656 -85.1812j	0000 + 0000j	-2.6681 + 22.9456j	0000 + 0000j	0000 + 0000j	0000 + 0000j	0000 + 0000j
6	0000 + 0000j	-5.5325 + 20.7469j	-2.4752 + 24.7525j	-3.9216 + 15.6863j	0000 + 0000j	14.4934 -81.6805j	0000 + 0000j	-2.5641 + 20.5128j	0000 + 0000j	-2.5641 + 20.5128j	0000 + 0000j
7	0000 + 0000j	0000 + 0000j	0000 + 0000j	0000 + 0000j	-2.6681 + 22.9456j	0000 + 0000j	7.4262 -150.6943j	-4.7581 + 27.7557j	0000 + 0000j	-4.7581 + 27.7557j	0000 + 0000j
8	0000 + 0000j	0000 + 0000j	0000 + 0000j	0000 + 0000j	0000 + 0000j	-2.5641 + 20.5128j	-4.7581 + 27.7557j	9.4691 -68.8743j	-2.1468 + 20.6097j	9.4691 -68.8743j	-2.1468 + 20.6097j
9	0000 + 0000j	0000 + 0000j	0000 + 0000j	-3.4456 + 13.3997j	0000 + 0000j	0000 + 0000j	0000 + 0000j	-2.1468 + 20.6097j	5.5925 -34.0808j	0000 + 0000j	5.5925 -34.0808j
10	0000 + 0000j	0000 + 0000j	0000 + 0000j	0000 + 125.0000j	0000 + 0000j	0000 + 0000j	0000 + 0000j	0000 + 0000j	0000 + 0000j	0000 + 0000j	0000 + 0000j
11	0000 + 0000j	0000 + 0000j	0000 + 0000j	0000 + 0000j	0000 + 0000j	0000 + 0000j	0000 + 0000j	0000 + 100.0000j	0000 + 0000j	0000 + 0000j	0000 + 0000j

Main page

Matrice Impedance

ENP RE

File Operations

Data Entry Admittance Matrix Impedance Matrix Power Flow

Chose the calcule methode:

Generate

Impedance matrix :

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0.0029 -11.0930j	0.0029 -11.0990j	0.0001 -11.1100j	-0.0014 -11.1168j	0.0018 -11.1024j	-0.0002 -11.1116j	0.0006 -11.1099j	-0.0003 -11.1133j	-0.0011 -11.1176j	-0.0001 -11.1176j	0.0006 -11.1099j
2	0.0029 -11.0990j	0.0029 -11.0990j	0.0001 -11.1100j	-0.0014 -11.1168j	0.0018 -11.1024j	-0.0002 -11.1116j	0.0006 -11.1099j	-0.0003 -11.1133j	-0.0011 -11.1176j	-0.0001 -11.1176j	0.0006 -11.1099j
3	0.0001 -11.1100j	0.0001 -11.1100j	0.0020 -11.1011j	-0.0004 -11.1127j	-0.0005 -11.1120j	0.0001 -11.1116j	-0.0008 -11.1154j	-0.0007 -11.1155j	-0.0012 -11.1155j	-0.0001 -11.1155j	0.0001 -11.1100j
4	-0.0014 -11.1168j	-0.0014 -11.1168j	-0.0004 -11.1127j	0.0028 -11.0995j	-0.0016 -11.1178j	-0.0007 -11.1143j	-0.0015 -11.1182j	-0.0010 -11.1159j	-0.0005 -11.1159j	-0.0001 -11.1159j	0.0008 -11.1168j
5	0.0018 -11.1024j	0.0018 -11.1024j	-0.0005 -11.1120j	-0.0016 -11.1178j	0.0042 -11.0923j	-0.0005 -11.1128j	0.0021 -11.1042j	0.0002 -11.1110j	-0.0007 -11.1110j	-0.0001 -11.1110j	0.0002 -11.1024j
6	-0.0002 -11.1116j	-0.0002 -11.1116j	0.0001 -11.1116j	-0.0007 -11.1143j	-0.0005 -11.1128j	0.0016 -11.1027j	-0.0004 -11.1136j	0.0000 -11.1116j	-0.0007 -11.1116j	-0.0001 -11.1116j	0.0007 -11.1116j
7	0.0006 -11.1099j	0.0006 -11.1099j	-0.0008 -11.1154j	-0.0015 -11.1182j	0.0021 -11.1042j	-0.0004 -11.1136j	0.0042 -11.0852j	0.0012 -11.1021j	0.0002 -11.1021j	-0.0001 -11.1021j	0.0006 -11.1099j
8	-0.0003 -11.1133j	-0.0003 -11.1133j	-0.0007 -11.1155j	-0.0010 -11.1159j	0.0002 -11.1110j	0.0000 -11.1116j	0.0012 -11.1021j	0.0028 -11.0920j	0.0016 -11.1046j	0.0053 -11.1176j	-0.0003 -11.1133j
9	-0.0011 -11.1176j	-0.0011 -11.1176j	-0.0012 -11.1172j	-0.0005 -11.1121j	-0.0007 -11.1167j	-0.0007 -11.1156j	0.0002 -11.1115j	0.0016 -11.1046j	0.0053 -11.1176j	-0.0011 -11.1176j	-0.0011 -11.1176j
10	-0.0014 -11.1168j	-0.0014 -11.1168j	-0.0004 -11.1127j	0.0028 -11.0995j	-0.0016 -11.1178j	-0.0007 -11.1143j	-0.0015 -11.1182j	-0.0010 -11.1159j	-0.0005 -11.1159j	-0.0001 -11.1159j	0.0008 -11.1168j
11	0.0006 -11.1099j	0.0006 -11.1099j	-0.0008 -11.1154j	-0.0015 -11.1182j	0.0021 -11.1042j	-0.0004 -11.1136j	0.0042 -11.0852j	0.0012 -11.1021j	0.0002 -11.1021j	-0.0001 -11.1021j	0.0006 -11.1099j

Main page

L'écoulement de puissance
avec Gauss seidel

The screenshot shows a software window titled "ENP RE" with a menu bar including "File" and "Operations". Below the menu is a toolbar with tabs: "Data Entry", "Admittance Matrix", "Impedance Matrix", and "Power Flow". The "Power Flow" tab is selected. A dropdown menu labeled "Chose the methode:" lists four options: "Gauss Seidel" (selected), "Gauss Seidel", "Newton Raphson", and "FDLF". A blue button labeled "Generate" is visible. To the right of the dropdown is a "Save DAT" button.

Power Table:

	Bus code	V (pu)	Angle (degree)	Load (MW)	Load (MVAR)	Generator (MW)	Generator (MVAR)
1	1.0	1.04	0.0	0.0	0.0	247.697	205.952
2	0.0	1.0282	0.7963	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.9967	1.9701	150.0	120.0	0.0	0.0
4	0.0	1.0243	0.6176	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.0	1.0169	1.2985	120.0	60.0	0.0	0.0
6	0.0	0.9923	2.2819	140.0	90.0	0.0	0.0
7	0.0	1.0205	0.3513	0.0	0.0	0.0	0.0
8	0.0	0.9845	2.4308	110.0	90.0	0.0	0.0

Results:

- The total active power consumed: 600.000 MW
- The total reactive power consumed: 410.000 Mvar
- The total active power produced: 607.697 MW
- The total reactive power produced: 444.367 Mvar
- The active losses: 7.697 MW
- The reactive losses: 34.367 Mvar
- The percentage of active losses: 1.27%

Main page

L'écoulement de puissance
avec Newthon-Raphson

The screenshot shows a software window titled "ENP RE" with a menu bar including "File" and "Operations". Below the menu is a toolbar with tabs: "Data Entry", "Admittance Matrix", "Impedance Matrix", and "Power Flow". The "Power Flow" tab is selected. A dropdown menu "Chose the methode:" is set to "Newton Raphson". A blue "Generate" button is visible. To the right of the button is a large, empty text area. At the bottom right of the window is a "Save DAT" button.

Power Table:

	Bus code	V (pu)	Angle (degree)	Load (MW)	Load (MVAR)	Generator (MW)	Generator (MVAR)
1	1	1.0400	0.0000	0.000	0.000	246.646	206.451
2	0	1.0282	0.7930	0.000	0.000	0.000	0.000
3	0	0.9969	1.9702	150.000	120.000	0.000	0.000
4	0	1.0242	0.6082	0.000	0.000	0.000	0.000
5	0	1.0169	1.3182	120.000	60.000	0.000	0.000
6	0	0.9926	2.2765	140.000	90.000	0.000	0.000
7	0	1.0209	0.3481	0.000	0.000	0.000	0.000
8	0	0.9845	2.4142	110.000	90.000	0.000	0.000

Results:

- The total active power consumed: 600.000 MW
- The total reactive power consumed: 410.000 Mvar
- The total active power produced: 606.646 MW
- The total reactive power produced: 443.045 Mvar
- The active losses: 6.646 MW
- The reactive losses: 33.045 Mvar
- The percentage of active losses: 1.10%

Main page

L'écoulement de puissance avec FDLF

ENP RE

File Operations

Data Entry Admittance Matrix Impedance Matrix Power Flow

Chose the methode: **FDLF**

Generate Gauss Seidel Newton Raphson FDLF

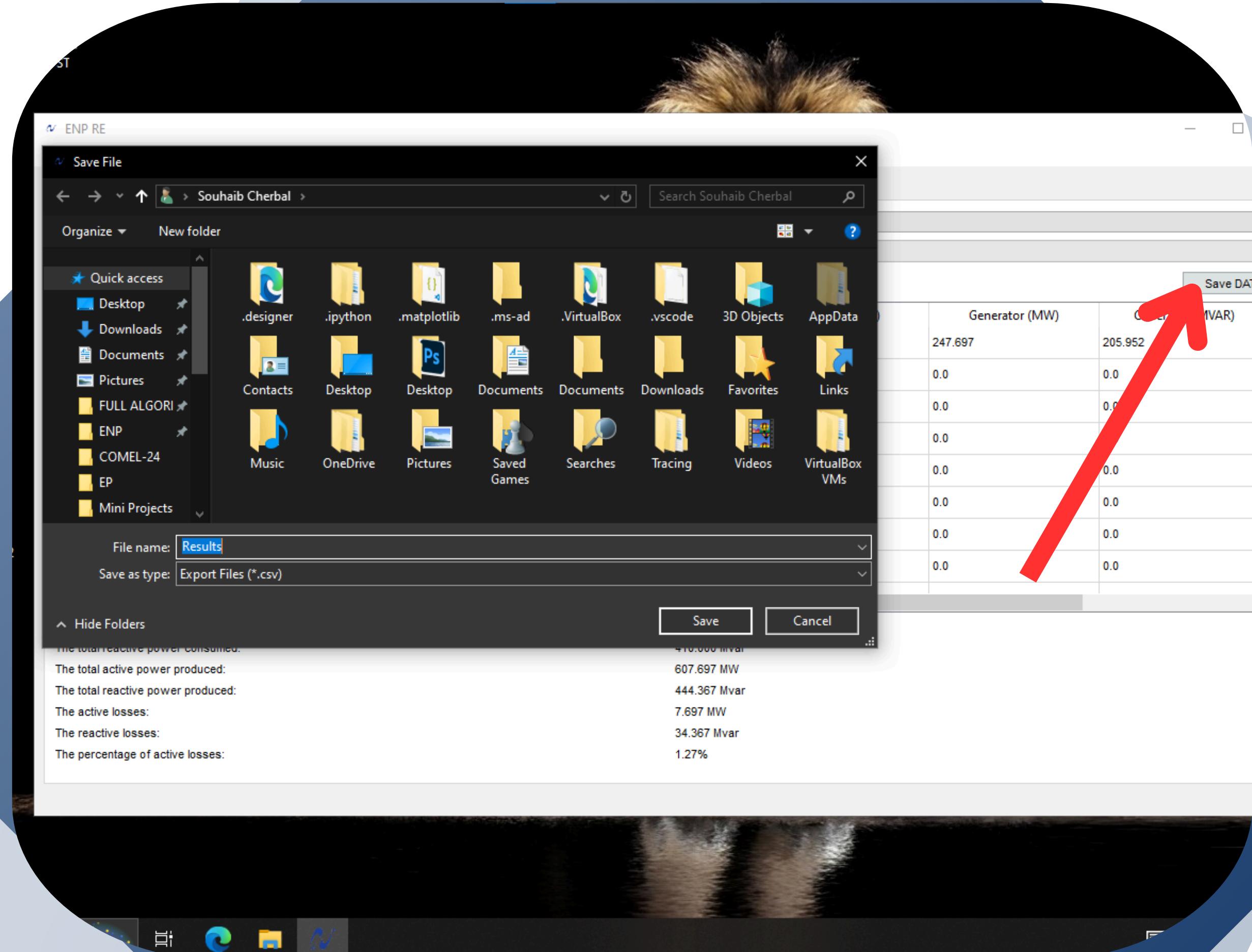
Power Table:

	Bus code	V (pu)	Angle (degree)	Load (MW)	Load (MVAR)	Generator (MW)	Generator (MVAR)
1	1	1.0400	0.0000	0.000	0.000	246.646	206.454
2	0	1.0282	0.7930	0.000	0.000	0.000	0.000
3	0	0.9969	1.9700	150.000	120.000	0.000	0.000
4	0	1.0242	0.6082	0.000	0.000	0.000	0.000
5	0	1.0169	1.3182	120.000	60.000	0.000	0.000
6	0	0.9926	2.2764	140.000	90.000	0.000	0.000
7	0	1.0209	0.3481	0.000	0.000	0.000	0.000
8	0	0.9845	2.4141	110.000	90.000	0.000	0.000

The total active power consumed: 600.000 MW
The total reactive power consumed: 410.000 Mvar
The total active power produced: 606.646 MW
The total reactive power produced: 443.052 Mvar
The active losses: 6.646 MW
The reactive losses: 33.052 Mvar
The percentage of active losses: 1.10%

Main page

sauvegarder les résultats



Simulation de logiciel ENP RE

Thank you