



Optimisation du Procédé de la Décoloration de l'Huile de Tournesolpar la MPE

[Mycours.com](https://www.mycours.com)



Introduction



La planification d'expériences est le plan d'organisation des essais expérimentaux dans le but de connaître le comportement du résultat (réponse) à partir de la variation des facteurs choisis. Un bon plan permet une diminution notable du nombre d'essais tout en donnant une bonne précision dans la détermination des résultats. Pour réaliser un bon plan d'expériences, on doit respecter les étapes suivantes.

- **Formalisation du problème** : Pour cela, il est nécessaire de recueillir un maximum d'informations sur le phénomène étudié permettant ainsi de définir les facteurs à faire varier ainsi que leur niveau de variation. En effet, le succès du plan d'expériences dépend d'une bonne connaissance des limites acceptables de variation des facteurs. Pour cela, une série d'essais préliminaires peut être programmée.
- **Choix et construction du plan retenu**
- **Réalisation des essais** : Elle doit se faire en respectant les conditions expérimentales. Les facteurs doivent être bien aux niveaux préconisés. La réponse (le résultat) doit être donnée avec la plus grande précision. En cas de répétitions, les mesures doivent être réalisées de préférence par le même expérimentateur.
- **Traitements statistiques** : calcul des effets de facteurs étudiés et de leurs interactions, modélisation, etc. Le choix du logiciel ainsi que sa maîtrise est très déterminant pour la précision et l'interprétation des résultats statistiques. Le conseil d'un statisticien semble nécessaire.
- **Interprétation des résultats** : L'effet propre de chaque facteur est relativement simple à interpréter mais l'effet interaction est parfois délicat à expliquer car les causes ne sont pas toujours explicites.



1- Procédé de la décoloration



Toutes les huiles sont soumises à une opération de décoloration pendant le traitement. Le but de cette étape n'est pas seulement réduire la couleur de l'huile, mais aussi, enlever ou convertir les produits indésirables des huiles

Pendant ma période de stage, nous avons essayé d'améliorer la qualité d'huile de tournesol et optimiser l'étape de décoloration, en faisant des essais à l'échelle laboratoire, ce dernier nécessite une étude des facteurs influençant le procédé de décoloration d'huile de tournesol, pour cette étude la méthode utilisée est le plan d'expérience.

- **Description**

Le procédé de décoloration est basé sur le phénomène d'adsorption, et il est influencé par plusieurs paramètres. Il s'agit d'un phénomène qui se traduit par une modification de concentration à l'interface de deux phases non miscibles. Il existe deux types de processus d'adsorption : adsorption physique et adsorption chimique. Le processus de décoloration des huiles alimentaire fait intervenir l'adsorption physique, qui se fait sans modification de la structure moléculaire et est parfaitement réversible (c-à-d que les molécules adsorbées peuvent être facilement résorbés en diminuant la pression ou en augmentant la température).

L'adsorption est une réaction légèrement exothermique, et non instantanée. Les liaisons entre l'adsorbant et le produit coloré est relativement faible. Le pouvoir adsorbant de l'agent décolorant n'est pas sélectif vis-à-vis des pigments, la terre permet également l'élimination de toute trace restante de savon ou de l'eau. Cependant, si la teneur de l'huile en un de ces deux composés est relativement élevée en raison d'un défaut lors de la neutralisation ou de séchage, on assiste à un engagement total de la terre ajoutée dans l'adsorption de ces éléments en laissant de côté les pigments et les substances colorantes.

2- Les paramètres influençant le processus de décoloration de l'huile de tournesol

Sous la tutelle de mon encadrant, j'ai d'abord pris connaissance du procédé de décoloration de l'huile de tournesol en essayant de repérer les paramètres potentiellement influant sur le processus.

Pour ce faire, j'ai tenté de mettre en place une méthode d'analyse du procédé au début de l'étude, qui le diagramme d'Ishikawa (causes et effet) ou j'ai présenté en vrac les différentes origines est possibles d'un dysfonctionnement de décoloration d'une huile alimentaire.

a- Description des principaux facteurs influençant le processus de décoloration

Afin d'améliorer le rendement du processus de décoloration et de filtration des huiles naturelles. Il faut tout d'abord maîtriser les différents paramètres influençant le processus de décoloration :

- ✚ L'agent de décoloration utilisé ;
- ✚ La nature du milieu de décoloration ;
- ✚ Les caractéristiques de l'huile à décolorer ;
- ✚ Le temps de séjour.



- Agent de décoloration

L'agent de décoloration le plus utilisé à SIOF est la terre activée (TONSIL et SEPIGEL) et le charbon actif pour le traitement de l'huile de grignon d'olive.

Les principales caractéristiques de la terre blanche qui influencent le processus de décoloration sont les suivantes :

- ✚ La granulométrie de la terre ;
- ✚ L'acidité ;
- ✚ L'humidité ;
- ✚ La quantité employée.

- Granulométrie de la terre

Lorsque les particules de la terre sont plus grosses, le diamètre moyen des pores augmente ce qui entraîne une diminution des forces de rétention capillaires et une augmentation de la vitesse de filtration. En contrepartie, le pouvoir décolorant de la terre diminue lorsque les dimensions des particules augmentent.

- Acidité de la terre

Le traitement acide effectuée sur les terres naturelles a pour effet d'augmenter considérablement la surface spécifique de la terre. Donc l'acidité de la terre est un paramètre très important qui reflète l'immensité de la surface d'absorption de la terre ainsi que son pouvoir décolorant.

- Humidité

L'humidité de la terre a une influence favorable sur le débit de filtration, le gain de temps de filtration et de décoloration. Mais les phénomènes s'inversent lorsqu'on a des teneurs en eau de l'huile importante. En effet, la résistance de la membrane filtrante augmente avec la teneur en eau de l'huile.

Il faut prendre en considération ce facteur dans le choix de la terre. La terre dont le taux d'humidité est inférieur est moins efficace.

- Quantité de la terre décolorante

La quantité de la terre décolorante est un paramètre très déterminant, elle est fonction de la décoloration initiale, de la nature des pigments ainsi que de la présence d'impuretés comme les traces de savon et des produits d'oxydation qui peuvent subsister dans les huiles. Elle doit être assez suffisante afin d'atteindre une transmission convenable.

- Nature du milieu de décoloration

La température et la pression du vide au niveau du décolorateur, constituent des facteurs important du processus de décoloration :

Température du décolorateur : la décoloration des huiles par les terres activées donne les meilleurs résultats lorsque l'opération est conduite à une température variante entre 85°C à 115°C. Une augmentation excessive de la température influence, d'une part, sur la structure des colorants parce que l'humidité présente dans la terre est éliminée trop rapidement

provoquant ainsi un effondrement de la structure réticulaire de la terre ce qui réduit son aire de surface effective avant qu'elle n'ait pu accomplir son travail, d'autre part, la vitesse d'oxydation des huiles est approximativement triplée pour chaque augmentation de 10°C.

Les pigments les plus influencés par la chaleur sont des caroténoïdes qui peuvent se transformer en stéréo-isomères par la chaleur. Cette dernière peut provoquer l'auto-oxydation et donner naissance à des nouveaux pigments colorés.

Pression du vide : la décoloration sous vide permet d'éviter les phénomènes d'oxydation qui sont plus intenses que l'huile est agitée. En effet, le vide sert, d'une part, à éliminer de l'air et de l'humidité libre, au cours de la pulvérisation du mélange de la terre avec l'huile, d'autre part, il favorise la dispersion de l'huile sur la terre.

Temps de séjour : il dépend notablement de la cinétique de l'adsorption et de l'agitation ou tout autre dispositif de contact. Il doit être suffisant pour le transfert interne de la quantité maximale des colorants car le transfert externe et l'adsorption sont considérés plus rapides par rapport au transfert interne dans le cas d'un milieu poreux (terre décolorante).

b- Diagramme de causes-effet

Le diagramme des causes et effets est également nommé diagramme d'ISHIKAWA est une représentation graphique simple et efficace de toutes les causes et les effets qu'elles entraînent. L'effet est connu, c'est le dysfonctionnement observé. Chaque groupe de causes (méthode des 5M) correspond à une branche du diagramme.

Comme chaque procédé, la décoloration de l'huile de tournesol est réalisée sous la direction d'une main d'œuvre, en exploitant des matières premières, des moyens et en suivant des méthodes dans un milieu bien déterminé. Tous ces éléments constitutifs peuvent être une source de dysfonctionnement de ce procédé

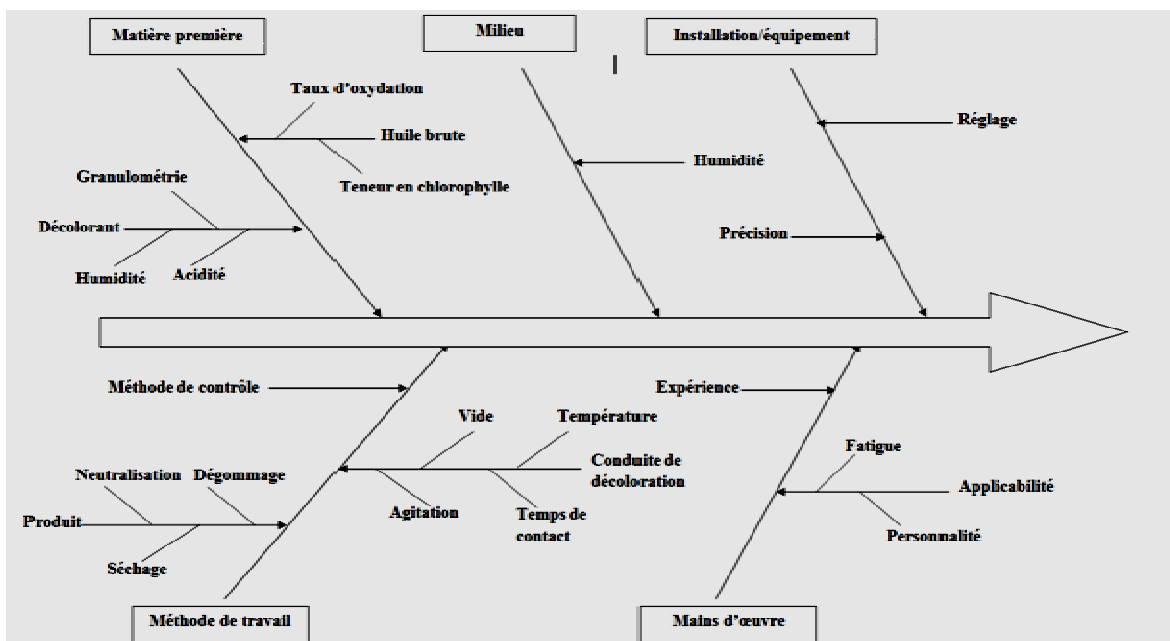


Figure 6 : diagramme cause et effet : Ishikawa



c- Les caractéristiques de l'huile de tournesol



Cette plante est très cultivée pour ses graines Richesen huile alimentaire (environ 40% de leur composition). L'huile de tournesol est extraite des graines soit par broyage ou extraction.

Sa saveur est douce, elle rappelle le goût de la graine de tournesol fraîche. C'est une huile très fluide d'un jaune plus ou moins pâle. Cette huile se prête à tous les usages car elle renferme des acides gras essentiels et elle est riche en vitamine E (tocophérol). D'une couleur jaune d'or, elle a une légère odeur de noisette. L'huile de tournesol supporte parfaitement la chaleur et elle se conserve bien longtemps.

L'huile de tournesol est l'huile la plus riche en acides gras essentiels de la catégorie des oméga-6. On note cependant sa pauvreté en acides gras essentiels de la catégorie des oméga-3

Tableau 9: composition de l'huile de Tournesol en acides gras

Type de l'huile	Sa composition
L'huile de Tournesol	<ul style="list-style-type: none">-65.7% d'acide linoléique (C18:2 $\Delta^{9,12}$ w-6 polyinsaturé).-19,5% d'acide oléique (C18 :1 w-9 mono-insaturé).-5.9% d'acide palmitique (C16 :0 saturé).-4.5% d'acide stéarique (C18 :0 saturé).-4.4% autres (Stérols et Tocophérols)



- ❖ Les caractéristiques de l'huile de tournesol séchée sont très importantes pour réussir l'opération de décoloration :

➤ L'acidité de l'huile

L'acidité de l'huile a une grande influence sur le processus de décoloration de l'huile que sur la filtration. En effet, la décoloration de l'huile est autant plus intense lorsque l'acidité est faible, car les acides gras libres gênent l'adsorption des pigments. Il est donc nécessaire que la teneur en acide oléique d'une huile séchée ne dépasse pas 0.1%.

➤ Le taux de savon

Le savon joue le rôle de poison qui diminue le pouvoir décolorant des terres activées.

Il est donc absolument indispensable de ne décolorer que les huiles séchées présentant un taux de savon inférieur à 50ppm.

➤ Le taux de phosphore

Vue les effets indésirables du phosphore, une huile à décolorer doit avoir une teneur en phosphore inférieur à 5 ppm.

- ❖ La quantité de la terre à utiliser, dépend de la nature de l'huile de départ, d'où la nécessité de déterminer les propriétés de l'huile de tournesol à décolorer.

Les caractéristiques de notre huile avant la décoloration sont les suivantes :

Tableau 10 : caractéristique de l'huile séchée

<u>Nature d'huile</u>	<u>Propriété</u>	<u>% acidité</u>	<u>% transmittance</u>	<u>Taux de savon (ppm)</u>	<u>Teneur en phosphore (ppm)</u>
Huile de tournesol brute		0.32	----	----	149 ppm
Huile de tournesol séchée		0.08	----	0 ppm	3.16 ppm

Remarque :

On sachant que la terre utilisée est un produit acide donc il peut avoir une augmentation de l'acidité de l'huile après décoloration, pour cette raison j'ai réalisé une étude supplémentaire afin de garantir que la terre ne va pas influencer sur l'acidité de l'huile.

L'acidité de l'huile de tournesol après la décoloration ne doit pas dépassée le 0.1%

Tableau 11 : contrôle de l'acidité de l'huile décolorer



Essai	Acidité	Essai	Acidité
1	0,089 %	9	0,075 %
2	0,09 %	10	0,09 %
3	0,078 %	11	0,086 %
4	0,07 %	12	0,069 %
5	0,09 %	13	0,092 %
6	0,08 %	14	0,084 %
7	0,07 %	15	0,071 %
8	0,08 %	16	0,09 %

Conclusion

L'acidité est un paramètre qui n'a pas été influencé par l'addition de la terre, soit la quantité ou bien le type de terre utilisée
c'est un paramètre qui doit vérifier qu'il est toujours dans les normes si non la raffinerie réalise un circuit fermé pour la diminution de l'acidité de l'huile décoloré

3- Démarches générales pour la réalisation des expériences du procédé de décoloration de l'huile de tournesol au laboratoire

a- Les caractéristique de la problématique au sein de la SIOF

Comme on a déjà cité, le procédé de décoloration est influencé par plusieurs paramètres. Cependant, ces paramètres ne sont pas optimisé et la société a toujours des pertes face à l'ignorance des valeurs optimums des différents paramètres ayant une influence directe sur la décoloration de l'huile de tournesol

Donc le but de mon étude est de déterminer les facteurs influencent la décoloration de l'huile traité ainsi que leurs valeurs optimums

b- Détermination de différents facteurs

D'après l'expertise acquise de la société ont a 4 paramètres qui varie pendant la réalisation de la décoloration des différent types de huile y inclue l'huile de tournesol :

- **L'agent de décoloration utilisé**, on a étudié la quantité de la terre décolorante (agent d'adsorption) ; concernant la granulométrie, l'acidité et l'humidité de la terre, on ne peut pas les étudier, puisque les terres sont déjà importées et ces spécifications sont auparavant déterminées dans le cahier de charges avec le fournisseur.

- **La nature du milieu de décoloration** : le facteur le plus important à ce niveau est la **température**. Pour le vide, on ne peut pas le réalisé au laboratoire, mais l'influence de ce paramètre est très légers sur les résultats obtenus.

- **Le temps de contact** ou temps de séjour.

- **Le type de la terre** : la SIOF réalise la décoloration des huiles par deux types de terre différente : la marque PROACTIVE et la marque SEPIGEL



c- Condition de travail



- ✚ **Facteur 1** : la température du milieu :
 - niveau bas : 80 °C
 - niveau haut : 115 °C
- ✚ **Facteur 2** : le pourcentage de la terre décolorante à ajouter est pourcentage massique par rapport au tonnage des huiles de tournesol :
 - niveau bas : 0.2 %
 - niveau haut : 1%
- ✚ **Facteur 3** : le temps de séjour :
 - niveau bas : 15 min
 - niveau haut : 30 min
- ✚ **Facteur 4** : type de la terre :
 - niveau bas : SEPIGEL
 - niveau haut : PROACTIVE

Tableau 12 : Domaine expérimental

	Facteur	Nbre de Niveaux	Niveaux
X1	Temperature	2	80
			115
X2	la Terre	2	0.2
			1
X3	temps de séjour	2	15
			30
X4	type de la Terre	2	Sepigel
			Proactive

d- Choix de la réponse étudié

La réponse choisie est la transmittance qui mesure la coloration d'huile décolorée. La transmittance est d'autant meilleur que sa valeur est plus élevée. On cherchera donc des conditions optimum de décoloration d'huile de tournesol qui conduisent à une forte valeur de cette réponse.

La transmittance de l'huile est en pourcentage par rapport la transmittance de l'eau distillé mesuré par la spectroscopie UV-Visible à une longueur d'onde égale à 420 nm

e- Matériel et réactif

La réalisation de l'étude au sein du laboratoire demande l'utilisation du matériel suivant :

- ✓ Une balance de précision ;
- ✓ Une plaque chauffante avec agitation ;



- ✓ Un bécher de 1000 ml ;
- ✓ Un thermomètre ;
- ✓ Un support de thermomètre ;
- ✓ Barreaux aimantés ;
- ✓ Entonnoirs ;
- ✓ Bouteilles en plastiques ;
- ✓ Papiers filtres ;
- ✓ Chronomètre.

➤ Réactifs

- ✓ Huile dégommée, neutralisée et séchée.
- ✓ Terre active : PROACTIVE et SEPIGEL

f- Méthode



- ✓ Peser 700 g de l'huile neutralisée et séchée ;
- ✓ Porter cette huile à la température voulue, tout en agitant;
- ✓ Ajouter la terre décolorante ;
- ✓ Laisser l'action de la terre pendant un temps bien déterminé ;
- ✓ Filtrer l'huile décolorée ;

g- Choix du plan d'expériences



On va étudier les facteurs qui peuvent avoir un effet sur le phénomène de décoloration de l'huile de tournesol, dans le but d'optimiser cette étape. Et pour le faire on va se baser sur la méthode de la planification d'expériences, et on va utiliser un plan composite centré a

Les plans composites se prêtent bien au déroulement séquentiel d'une étude. La première partie de l'étude est un plan factoriel complet ou fractionnaire complété par des points au centre pour vérifier la validité du modèle (termes du premier degré et termes d'interactions)

Si les tests de validation sont positifs (la réponse mesurée au centre du domaine est statistiquement égale à la réponse calculée au même point), l'étude s'achève le plus souvent, mais s'ils sont négatifs, on entreprend des essais supplémentaires pour établir un modèle du second degré.

h- Choix des facteurs et du domaine de variation

- **Facteurs à retenir**

On a procédé à étudier l'influence des quatre paramètres sur la décoloration d'huile de tournesol pour savoir les paramètres à retenir pendant l'étude du fait que les types de la terre décolorante est un paramètre discontinue.

Donc on ne peut pas l'introduire dans les plans d'expérience de type composite centré pour cette raison on a procédé l'étude par un plan factoriel complet afin de déterminer quel est le type de cette terre qui donne la meilleur décoloration mesuré par la transmittance.

Les résultats obtenus sont illustrés dans le tableau suivant



Tableau 13: Résultats expérimentaux de l'effet de type de terre PROACTIF et SEPIGEL sur la décoloration d'huile de tournesol.

<u>N°</u>	<u>Température</u> (°C)	<u>Quantité de</u> <u>terre ajoutée</u> (%)	<u>Temps de</u> <u>séjour</u> (min)	<u>Type de</u> <u>terre</u>	<u>Transmittance</u> (%)
1	80	02	15	Sepigel	<u>3.01</u>
2	115	0.2	15	Sepigel	<u>3.19</u>
3	80	1	15	Sepigel	<u>4.45</u>
4	115	1	15	Sepigel	<u>9.76</u>
5	80	0.2	30	Sepigel	<u>2.92</u>
6	115	0.2	30	Sepigel	<u>3.12</u>
7	80	1	30	Sepigel	<u>7.81</u>
8	115	1	30	Sepigel	<u>10.02</u>
9	80	0.2	15	Proactive	<u>24.15</u>
10	115	0.2	15	Proactive	<u>26.32</u>
11	80	1	15	Proactive	<u>30.01</u>
12	115	1	15	Proactive	<u>32.11</u>
13	80	0.2	30	Proactive	<u>24.76</u>
14	115	0.2	30	Proactive	<u>26.89</u>
15	80	1	30	Proactive	<u>32.97</u>
16	115	1	30	Proactive	<u>34.50</u>

Interprétation des résultats

L'analyse des résultats expérimentaux présentés au tableau ci-dessus montre que le type de la terre décolorante PROACTIVE donne une meilleur transmittance qui varie entre 24.15 % à 34.50 % par rapport au SEPIGEL qui varie entre 3.01 % à 10.02 %.

Donc, on va poursuivre notre étude par le type de terre décolorante PROACTIVE avec le plan d'expérience composite centré



Les trois facteurs retenus pour cette étude sont :

- ✚ **Facteur 1** : la température du milieu.
- ✚ **Facteur 2** : la quantité de la terre décolorante ajoutée.
- ✚ **Facteur 3** : le temps de séjour.

- **Domaine d'étude**

Les niveaux haut et bas de chaque facteur sont définis comme l'indique le tableau ci-dessous:

Tableau 14 : domaine de l'étude

<u>Symbole</u>	<u>Facteur</u>	<u>Unité</u>	<u>Niveau bas</u>	<u>Centre</u>	<u>Niveau haut</u>	<u>Le pas de variation</u>
X1	Température	°C	80	97.5	115	17.5
X2	Quantité de Terre ajoutée	%	0.2	0.6	1	0.4
X3	Temps de séjour	Min	15	22.5	30	7.5

i- Matrice d'expérience et expérimentation

La matrice d'expérience est représenté par le tableau suivant elle illustre le suivie des différentes expériences réaliser en montrant les valeurs de la réponse

Tableau 15 : Matrice d'expériences

N°Exp	X1	X2	X3
1	-1.00000	-1.00000	-1.00000
2	1.00000	-1.00000	-1.00000
3	-1.00000	1.00000	-1.00000
4	1.00000	1.00000	-1.00000
5	-1.00000	-1.00000	1.00000
6	1.00000	-1.00000	1.00000
7	-1.00000	1.00000	1.00000
8	1.00000	1.00000	1.00000
9	-1.00000	0.00000	0.00000
10	1.00000	0.00000	0.00000
11	0.00000	-1.00000	0.00000
12	0.00000	1.00000	0.00000
13	0.00000	0.00000	-1.00000
14	0.00000	0.00000	1.00000
15	0.00000	0.00000	0.00000
16	0.00000	0.00000	0.00000
17	0.00000	0.00000	0.00000



La matrice d'expérience nous renseigne sur un plan d'expérimentation montré comme suit :

Tableau 16 : plan d'expérimentation

N°Exp	température °C	% Terre	temps de séjour (min)	Transmittance %
1	80.00	0.20	15.00	24.08
2	115.00	0.20	15.00	26.51
3	80.00	1.00	15.00	29.79
4	115.00	1.00	15.00	32.03
5	80.00	0.20	30.00	24.41
6	115.00	0.20	30.00	26.79
7	80.00	1.00	30.00	32.61
8	115.00	1.00	30.00	34.45
9	80.00	0.60	22.50	27.32
10	115.00	0.60	22.50	31.29
11	97.50	0.20	22.50	26.18
12	97.50	1.00	22.50	34.22
13	97.50	0.60	15.00	29.16
14	97.50	0.60	30.00	30.46
15	97.50	0.60	22.50	30.02
16	97.50	0.60	22.50	29.81
17	97.50	0.60	22.50	29.88

Niveau -1	80	15	0.2
Niveau 0	97.5	22.5	0.6
Niveau +1	115	30	1



Le modèle mathématique postulé du plan composite centré donné par le logiciel NERODW est un modèle du second degré montré comme ci-dessous :

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_{12}X_1X_2 + b_{13}X_1X_3 + b_{23}X_2X_3 + b_{11}X_1^2 + b_{22}X_2^2 + b_{33}X_3^2$$

4- Interprétation des résultats

L'interprétation commence par le calcul des coefficients du modèle donné par le logiciel qui sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 17 : Coefficients du modèle.

Nom	Coefficient	Ecart-Type	t.exp.	Signif. %
b0	30.055	0.0457	656.89	< 0.01 ***
b1	1.286	0.0338	38.03	0.0691 ***
b2	3.513	0.0338	103.89	< 0.01 ***
b3	0.715	0.0338	21.15	0.223 **
b1-1	-0.864	0.0653	-13.23	0.566 **
b2-2	0.031	0.0653	0.47	68.5
b3-3	-0.359	0.0653	-5.50	3.15 *
b1-2	-0.091	0.0378	-2.41	13.7
b1-3	-0.056	0.0378	-1.49	27.5
b2-3	0.579	0.0378	15.31	0.424 **

Les coefficients ayant une valeur inférieure à la valeur de la somme des carrés des écarts d'erreurs sont considérés non significatifs

Ces coefficients permettent d'établir le modèle du second degré de cette étude après l'élimination des facteurs non significatifs ou bien les interactions non significatives

Notre modèle est le suivant :

$$Y = 30.055 + 0.0691 X_1 + 0.01 X_2 + 0.223 X_3 + 0.424 X_2X_3 + 0.566 X_1^2 + 3.15 X_3^2$$



a. Interprétation des résultats du plan

- **Modélisation mathématique**

Le modèle mathématique choisi a priori comporte les coefficients significatifs :

Les 3 paramètres X_1 , X_2 , X_3 (T° , % TD, TS) ont tous une influence sur la décoloration ainsi que l'interaction X_2X_3 ça veut dire l'interaction entre la quantité de terre avec le temps de séjour

Les deux termes quadratiques X_1^2 et X_3^2 sont aussi significatifs

Par contre le terme quadratique X_2^2 vu que la valeur du coefficient b_2^2 est inférieur à la valeur de la variance de l'erreur du modèle.

b. Validation statistique du modèle

Les résultats obtenus pour l'analyse de la variance à partir de l'exécution du plan de composite centré sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 18: Analyse de la variance.

Source de variation	Somme des carrés	Degrés de liberté	Carré moyen	Rapport	Signif
Regression	152.6023	9	16.9558	1483.0155	< 0.01 ***
Residues	2.0667	7	0.2952		
Validité	2.0438	5	0.4088	35.7520	2.74 *
Erreur	0.0229	2	0.0114		
Total	154.6690	16			

➤ **Interprétation**

D'après le tableau de l'analyse de la variance, nous pouvons conclure que :

L'ANOVA 1 montre que la régression explique très bien le phénomène étudié avec un degré de confiance de 95%, puisque la variance de la régression ($V_{reg}=16.95$) est supérieure à la variance résiduelle ($V_{Res}=0.2952$) et puisque ($p=0.01 < 0.05$) donc on peut dire que le modèle est bien explicatif pour notre cas.

De même l'ANOVA 2 explique très bien le phénomène étudié avec un degré de confiance de 95%, puisque l'erreur du modèle ($V_{LOF}=0.2952$) est presque proche de l'erreur expérimentale ($V_{PE}=0.4088$) et puisque ($p=2.74 > 0.05$). On peut dire alors que le modèle ne présente pas un défaut d'ajustement et par conséquent, il est bien prédictif.



Les résultats de l'analyse de la variance (ANOVA 1 et 2) nous montrent clairement que le modèle est globalement explicatif et ne présente pas de défaut d'ajustement. En effet, nous pouvons l'utiliser pour prédire la réponse dans n'importe quel point du domaine expérimental.

c. Fonction désirabilité

La fonction désirabilité est très utile quand il faut trouver le meilleur compromis entre plusieurs réglages. Cette fonction a été proposée par **Derringer et Suich** et elle figure dans de nombreux logiciels de plans d'expériences. Elle est très facile à utiliser et rend de grands services.

- Fonction désirée

La transmittances ou la réponse étudiée à l'étape de la filtration pour l'huile de tournesol doit être comprise entre 28% et 30%

On cherche à trouver le réglage qui permet d'avoir cette valeur pour ne pas tomber dans le gaspillage des ressources ni avoir une huile mal décolorée

- Cordonnée de l'optimum

Coordonnées de l'optimum			
Variable	Valeur	Facteur	Valeur
X1	0.289500	température	102.57
X2	-0.214000	% terre	0.51
X3	-0.044500	temps de séjour	22.17

D'après la fonction de désirabilité du logiciel NEROWD On peut constater que les valeurs optimales sont :

- La température doit être réglée sur la valeur 105 °C
- Le % terre doit être réglé sur la valeur 0.5 %
- Le temps de séjour doit être stabilisé sur la valeur 22 min

Ces valeurs optimales données par le logiciel montrent qu'on doit avoir une valeur de transmittances avec ces réglages de 29.32 %



d. Etude récapulatifs

Le but de cette étude est de déterminer expérimentalement la valeur de la transmittance par ces réglages prédéfinie

Le tableau ci-dessus montre les résultats des essais obtenus :

Tableau 19 : Essais récapulatifs

Essai	Transmittance	Essai	Transmittance
1	28.95	7	29.79
2	28.90	8	30.02
3	29.31	9	30.14
4	28.72	10	28.68
5	30.12	11	29.02
6	29.51	12	30.21

Ce tableau confirme les résultats obtenues par le logiciel ça veut dire que les valeurs optimums obtenue nous donne une coloration dans les meilleures conditions