

SPID - HR

Spectromètre didactique

Pour trouver toutes les informations, des exemples d'applications, et la toute dernière version de ce document :
sur Internet www.ulice.com

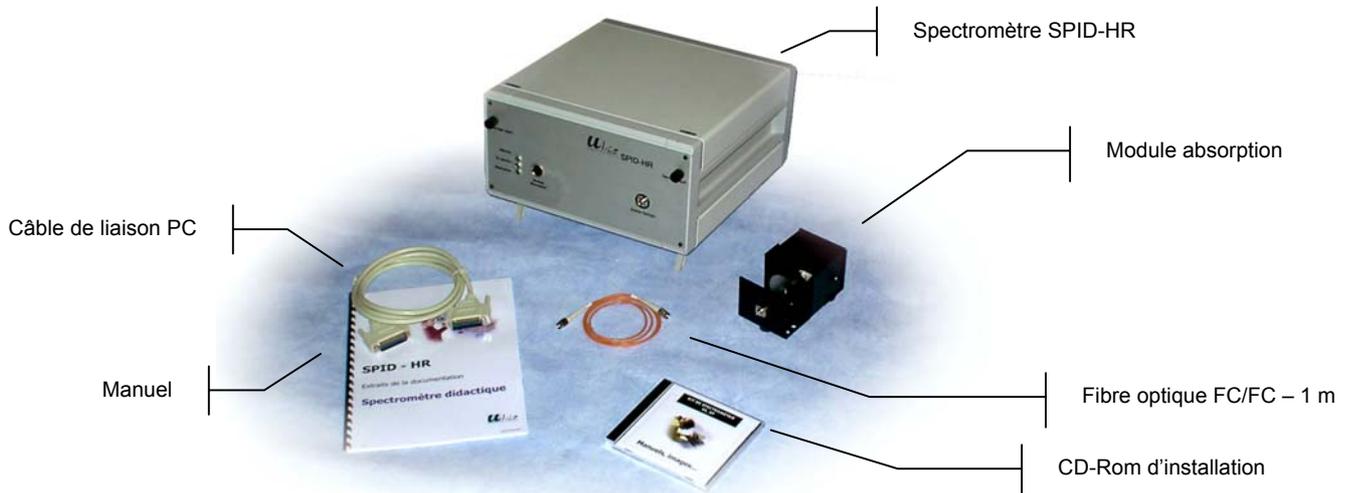
Sommaire

SOMMAIRE	2
SPID-HR, EN QUELQUES MOTS	3
CONTENU	3
PRESENTATION	3
<i>Performances</i>	3
<i>Panneau avant de l'instrument</i>	4
<i>Ouverture, fonctionnement de l'instrument</i>	4
INITIATION RAPIDE	5
INSTALLATION DU MATERIEL ET DU LOGICIEL	5
<i>Environnement requis</i>	5
<i>Connexion de l'instrument</i>	6
<i>Installation du logiciel</i>	7
<i>Résolution des problèmes courants</i>	7
FAMILIARISATION AVEC LES PRINCIPALES FONCTIONS	8
<i>Chargement d'un environnement de travail</i>	8
<i>Réaliser une expérience simple</i>	8
<i>Utiliser l'instrument</i>	8
<i>Utiliser le module d'absorption</i>	10
UTILISATION APPROFONDIE	12
TOUTES LES FONCTIONS LOGICIELLES	12
<i>Fonctions sur les fichiers, impression, exportation</i>	12
<i>Fonctions de mesure, superposition, zoom</i>	13
<i>Fonctions d'acquisition</i>	14
<i>Fonctions d'étalonnage, déclenchement externe</i>	15
<i>Fonctions d'affichage en couleurs, d'absorption</i>	16
<i>Fonctions du mode cinétique</i>	17
<i>Fonctions du mode Beer Lambert</i>	18
ENTREES ET SORTIES MATERIELLES ET LOGICIELLES	19
<i>Modifier la réponse de l'instrument, entrées logicielles</i>	19
<i>Utiliser les entrées et sorties électroniques</i>	21
QUELQUES RESULTATS...	22
<i>Absorption de solutions</i>	22
<i>Cinétique chimique</i>	22
<i>Spectres d'émission</i>	23
<i>Transmission de filtres</i>	23
<i>Autres applications...</i>	24

SPID-HR, en quelques mots

Contenu

SPID HR est livré avec :



Outre ces éléments, vous trouverez également :

- Le câble de liaison au réseau électrique
- Le câble de liaison entre le module d'absorption et le spectromètre
- Un jeton diamètre 38 mm pourvu d'un connecteur de fibre (pour montage sur banc)
- Un lot de 100 cuves plastiques jetables

Autres caractéristiques :

- Poids de l'instrument hors accessoires : 6,6 kg
- Dimensions du spectromètre hors connecteurs (en mm - l x L x h) : 315 x 322 x 175

Présentation

SPID HR est un spectromètre didactique travaillant dans le domaine du visible et capable d'analyser un signal en temps réel. Ce spectromètre est tout particulièrement adapté à des expériences et applications dans le cadre de :

- L'analyse de spectres d'émission, continus ou constitués de raies.
- L'analyse de spectres d'absorption, et de leur évolution dans le temps.
- Les applications de détection, ou de mesure photométriques.

Performances

- Plage spectrale 380 - 820 nm (les plages spectrales de chaque instrument sont précisées dans la fiche de suivi)
- Précision de mesure en longueur d'onde : 0,5 nm
- Résolution en longueur d'onde : 1,5 nm
- Transmission : de 0 à 100 %, résolution 0,1%
- Absorption : de 0 à 100%, résolution 0,1%
- Lampe Quartz halogène 12V - 20W
- Montage optique Czerny Turner
- Détecteur CCD linéaire silicium

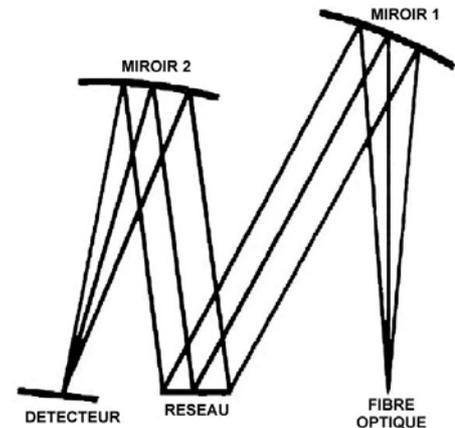
Panneau avant de l'instrument



Ouverture, fonctionnement de l'instrument

Le montage utilisé est du type Czerny Turner. Il comprend, hors la source quasi-ponctuelle (fibre optique) et le détecteur CCD, 2 miroirs et un réseau.

- Fibre optique : gradient d'indice multimode, diamètre de cœur : $62,5 \mu\text{m}$, diamètre de gaine : $125 \mu\text{m}$, ouverture numérique : 0,23 (demi angle d'acceptance / d'émission : $14,5^\circ$).
- Miroirs : concave sphérique, focale 100 mm, diamètre 50 mm.
- Réseau blazé à 500 nm, 600 traits / mm, taille : 30 mm x 30 mm.
- Détecteur CCD : 2048 pixels sur 28,7 mm, taille d'un pixel : $14 \mu\text{m} \times 200 \mu\text{m}$.



Pour ouvrir le capot, dévisser les 2 vis entièrement, soulever la partie avant, et tirer vers vous.



Pour refermer le capot, suivre les étapes dans l'ordre inverse.

Attention, le capot a un sens. Les deux ergots métalliques doivent être placés du côté de la face arrière de l'instrument. Vérifier que les ergots sont bien insérés, et que le capot est bien à plat avant de revisser les 2 boutons de verrouillage. Dans le cas contraire, l'instrument ne fonctionnera pas correctement (présence de lumière parasite à l'intérieur de l'appareil).

Ne pas faire fonctionner l'instrument sans avoir vissé à fond les boutons de verrouillage (présence de lumière parasite à l'intérieur de l'appareil).



Initiation rapide

Installation du matériel et du logiciel

Environnement requis

Les performances de l'ordinateur

Les performances de l'ordinateur se classent en deux catégories :

- Les points impératifs (système d'exploitation, mode de fonctionnement du port parallèle, affichage, espace disque disponible), sans quoi le système ne fonctionnera pas.
- Les points fortement recommandés (processeur, mémoire, couleurs...), qui n'empêcheront pas le fonctionnement, mais rendront l'exploitation très lente, ou non conforme aux performances annoncées.



	Minimum	Recommandé
Processeur	P 233 MMX	PII 350 MHz
Mémoire	32	64 Mo
HDD free space	15 Mo	30 Mo
Couleurs	256	24 bits
Affichage	800*600	-
Port parallèle	EPP	-
Lecteur CD-ROM	simple vitesse	4 x
Syst. d'exploitation	Win 95	-

La configuration de l'ordinateur

- Port parallèle :
Modes requis : EPP
Modes existants : EPP, ECP, SPP, Bi-Directional
Vérification de l'état du paramètre : BIOS (fréquemment la touche « Suppr » au démarrage de l'ordinateur), puis le menu « Integrated Peripherals », « Advanced Features »...)
Modification du paramètre : BIOS
- Affichage Windows :
Modes recommandé : résolution de l'écran 800 x 600 – couleurs 16 bits recommandées
Modes existants : d'une résolution de 640 x 480 à 1600 x 1200 et au delà – de 16 couleurs à 36 bits (2^{36} couleurs) et au delà
Vérification de l'état des paramètres : depuis Windows (menu Démarrer, Paramètres, Panneau de Configuration, Affichage, Paramètres)
Modification du paramètre : Même menu que la vérification
- Taille des polices :
Mode requis : Taille normale / Petites polices
Modes existants : Grandes polices
Vérification de l'état des paramètres : depuis Windows (menu Démarrer, Paramètres, Panneau de Configuration, Affichage, Paramètres, Avancé...)
Modification du paramètre : Même menu que la vérification
- Espace libre, mémoire :
Espace disponible : 10 Mo libre sur le disque dur utilisé pour l'installation
Vérification de l'état des paramètres : depuis Windows (touche  + touche « E »), cliquer sur le disque d'installation du logiciel, puis sur le menu Fichier, Propriétés)
Modification du paramètre : Libérer de l'espace, supprimer le contenu des répertoires « Temp », désinstaller des programmes (menu Démarrer, Paramètres, Panneau de Configuration, Ajout/Suppression de programmes)

La salle de travail

SPID-HR est prévu pour s'intégrer à votre environnement de travail habituel. Il ne convient pas pour des utilisations en extérieur.

Conditions de fonctionnement et de stockage

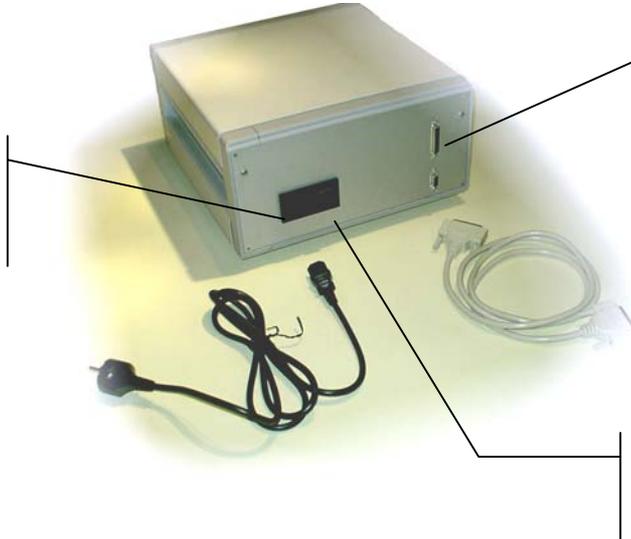
- Température ambiante de travail : de 10 à 30°C
- Température ambiante de stockage : de 0 à 40°C
- Humidité : < 90%
- Eclairage ambiant : sans restrictions
- Alimentation électrique : 220V / 50 Hz (compatible 110V / 60 Hz) - fusible 1 A - consommation moyenne : 30W

Attention : lors d'une augmentation rapide de la température extérieure à l'appareil, un phénomène de condensation peut apparaître pendant quelques minutes. Nous vous recommandons d'attendre la dissipation de ce phénomène à l'intérieur et à l'extérieur de l'instrument avant toute mise en fonctionnement.

Connexion de l'instrument

Face arrière

Connecteur d'alimentation
Utiliser le câble fourni et raccorder l'autre extrémité au réseau 220 V / 50 Hz muni d'un raccord à la terre

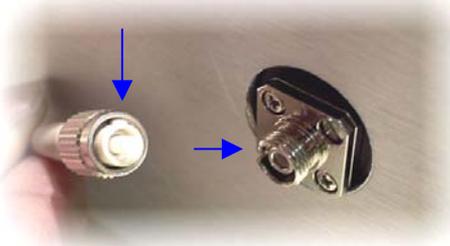


Connecteur port parallèle
Utiliser le câble fourni et raccorder l'autre extrémité au port parallèle du PC (port de l'imprimante)

Fusible et interrupteur
Interrupteur de marche / arrêt
Fusible 1 A (fourni + rechange)

Face avant / entrée Fibre Optique

La fibre optique est un élément relativement fragile qui nécessite de prendre quelques précautions lors de sa connexion au spectromètre. Nous vous recommandons de suivre les étapes suivantes :



Le connecteur fibre optique répond au standard FC/FC. La fibre est située à l'extrémité de la fêrle en céramique blanche.

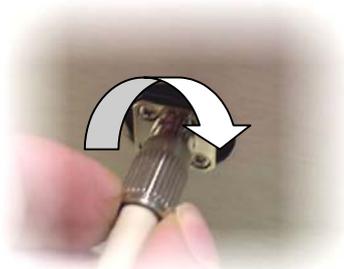
L'embase plastique est munie d'un ergot de fixation destiné à s'emboîter à la partie femelle du connecteur.

Repérer visuellement la position de l'ergot sur le cordon et sur le connecteur.



Insérez l'extrémité du cordon dans l'embase femelle. Faire coïncider les ergots en pressant légèrement.

Ne pas tenter de visser avant que l'ergot du cordon coïncide avec celui de l'embase.



Une fois le connecteur en place, commencer à serrer, jusqu'à obtenir une résistance importante.

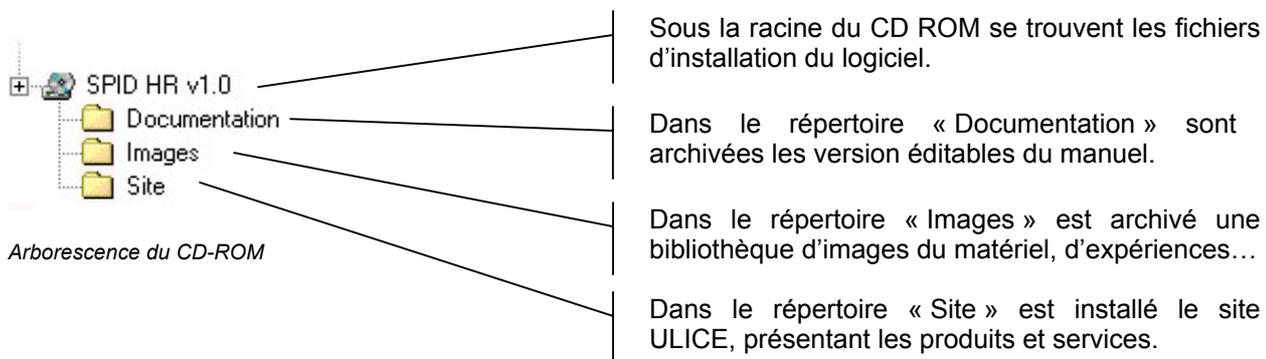
Installation du logiciel

Si vous souhaitez lancer le logiciel juste après l'installation, vérifiez les connexions du spectromètre, et mettez le sous tension. La LED verte de la face avant doit s'allumer.

Pour installer le logiciel :

- Insérez le CD ROM dans le lecteur.
- Cliquez sur « Démarrer » / « Exécuter... »
- Choisissez « Parcourir »
- Double cliquez sur le lecteur de CD-ROM (dans le « Poste de travail »)
- Cliquez sur le fichier « Setup »

Les étapes suivantes sont expliquées lors de la procédure d'installation.



Résolution des problèmes courants

Le logiciel indique au lancement « L'instrument ne répond pas »

Diagnostic : L'instrument n'est pas détecté, ou ne se configure pas correctement

Résolution : Vérifier que l'instrument est correctement câblé, alimenté, et sur marche (LED verte allumée). Vérifier que le mode de travail du port parallèle est EPP (BIOS), et que le câble parallèle utilisé est celui fourni avec le spectromètre. Ne pas utiliser de pointeurs de souris spécifiques animés.

La fenêtre dépasse de l'écran d'affichage

Diagnostic : La résolution de l'écran est configurée en 640 x 480

Résolution : modifier la résolution dans les paramètres du menu affichage (accessible via le panneau de configuration)

Mon ordinateur ne permet que l'affichage en 640 x 480 points

Diagnostic : La carte vidéo fonctionne en mode par défaut, et n'utilise pas ses pleines fonctionnalités

Résolution : Installer la carte vidéo (CD-ROM fourni avec l'ordinateur). Si le CD-ROM n'est pas disponible, obtenir la référence de la carte, et contacter le fabricant (remarque : la quasi totalité des fabricants disposent des logiciels téléchargeables depuis leur site Internet)

La zone d'affichage du spectre est suivie à droite et en bas d'un grand rectangle blanc

Diagnostic : L'affichage est en mode grandes polices

Résolution : modifier la taille des polices dans les paramètres du menu affichage (accessible via le panneau de configuration)

Familiarisation avec les principales fonctions

Chargement d'un environnement de travail

Afin de faciliter votre utilisation du spectromètre, nous avons intégré des fichiers de configuration facilitant l'emploi du spectromètre sans connaître le fonctionnement des différents paramètres. En fonction de votre utilisation, nous vous conseillons pour les applications courantes...

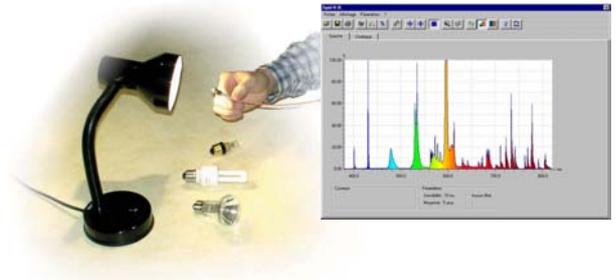
Application	Fichier
Spectre d'émission, spectre continu de forte intensité (halogène, tungstène...)	_Emis_continu_intens.spd
Spectre d'émission, spectre continu de faible intensité (lumière du jour, LED, ampoule sous alimentée...)	_Emis_continu_faible.spd
Spectre d'émission, spectre de raies de forte intensité (ampoule à décharge, tubes fluorescents...)	_Emis_raies_intens.spd
Spectre d'émission, spectre de raies de faible intensité (voyant néon, tubes fluorescents distant...)	_Emis_raies_faible.spd
Spectre d'absorption, utilisation du module d'absorption (nécessitant l'enregistrement d'un « blanc »)	_abs_cuve.spd

Pour charger un environnement de travail, cliquer sur l'icône , et désigner le fichier en question.

Réaliser une expérience simple

Pour réaliser une première expérience, nous vous conseillons d'utiliser comme source une lampe fluorescente type « Economie d'Énergie », ou un tube fluorescent d'éclairage.

Connecter l'entrée fibre optique comme indiqué précédemment, branchez SPID HR au PC et à l'alimentation électrique.



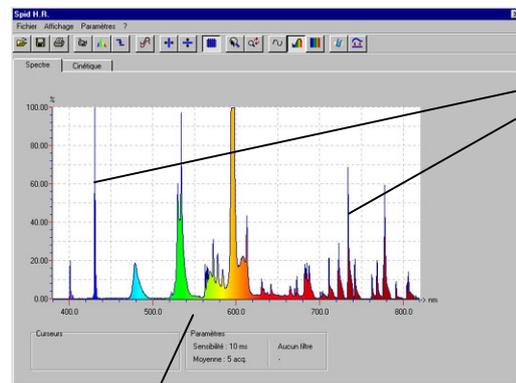
Utiliser l'instrument



Mettez SPID HR sous tension, et lancez le logiciel. Vérifier que la LED rouge du panneau avant s'allume. Cliquer sur l'icône « temps réel » dans la barre de menu. Approcher l'extrémité de la fibre optique de l'ampoule. Le spectre doit apparaître sur l'écran.

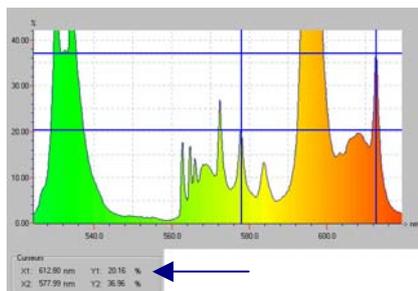
Ampoule/tube fluorescent

Cette source lumineuse présente des raies caractéristiques du mercure (1), et un spectre quasi-continu issu de la fluorescence des poudres (2) déposées sur la paroi interne du tube

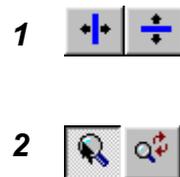


1

2

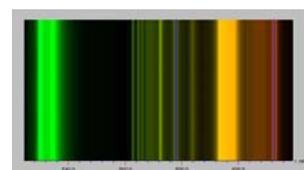
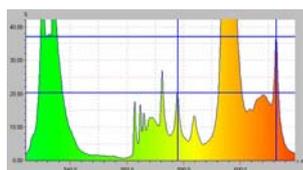
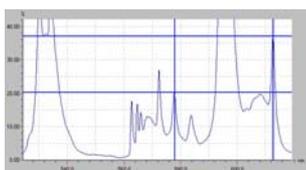


A l'aide des fonctions de zoom (1) et des curseurs (2), effectuer des mesures sur le spectre en intensité relative et en longueur d'onde



Pour revenir à l'affichage complet du spectre, cliquer sur

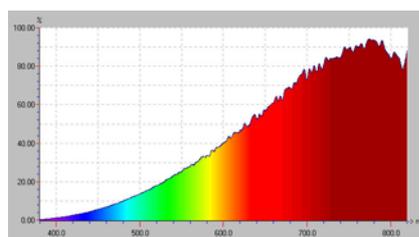
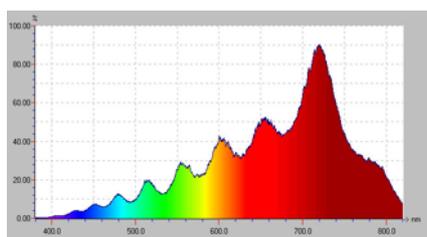
Nous vous conseillons d'essayer les fonctions de visualisation



Ampoule à filament

Utiliser une source halogène ou à filament de tungstène traditionnel. Le spectre affiché correspond au spectre vu par le spectromètre. Il est fonction de la sensibilité de l'instrument aux différentes longueurs d'onde (sensibilité responsable du phénomène de « vaguelettes »).

SPID dispose d'un étalonnage en intensité qui restitue une réponse plate pour toutes les longueurs d'onde. Un faisceau d'une énergie dans le bleu et d'une même énergie dans le rouge aura une amplitude équivalente lorsque la correction est appliquée.



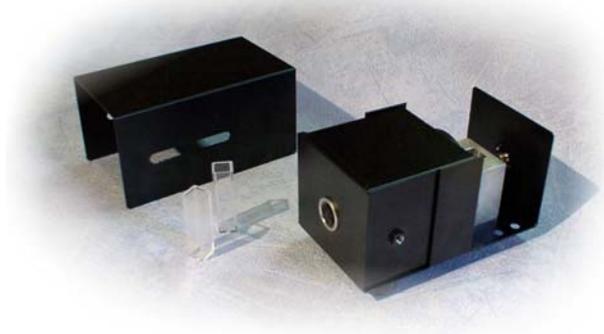
Remarque : Le fichier de configuration `_emis_continu_intens.spd` active automatiquement la correction de sensibilité, ainsi que le filtrage.

Utiliser le module d'absorption

Rendre le module opérationnel

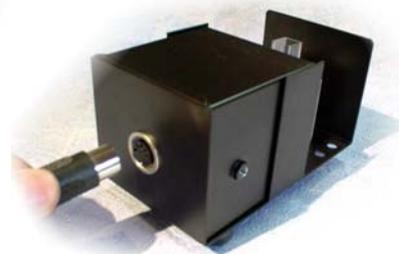
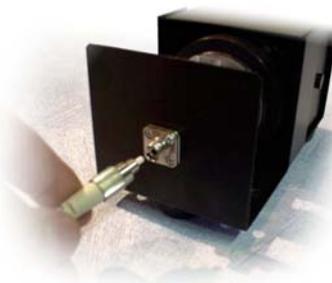
Le module d'absorption est constitué d'un capot (1), d'une porte cuve (2), ainsi qu'une source lumineuse halogène collimatée (3).

Les cuves acceptées sont des cuves plastiques de trajet 10 optique mm standard.



Pour utiliser le module d'absorption, connecter :

- l'extrémité de la fibre à son connecteur (l'autre extrémité est reliée au spectromètre)
- Le cordon DIN au connecteur électrique. Ce connecteur permet la connexion électrique de l'ampoule et du ventilateur par l'intermédiaire du spectromètre.



Le capot peut être positionné selon les 3 configurations suivantes :

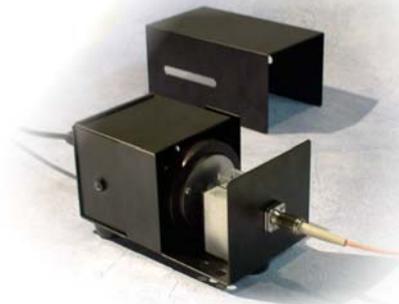
Figure	Etat	Cadre d'utilisation
1	Fermeture complète	Lumière extérieure intense, expérience quantitative ou de cinétique
2	Ouverture	Expérience quantitative en éclairage ambiant peu intense, hors cinétique
3	Démontage	Maintenance, ou éclairage peu intense, hors cinétique



1



2



3

Remarque : le capot du module support de cuve peut également être maintenu en position par l'intermédiaire de 2 boutons de serrage.

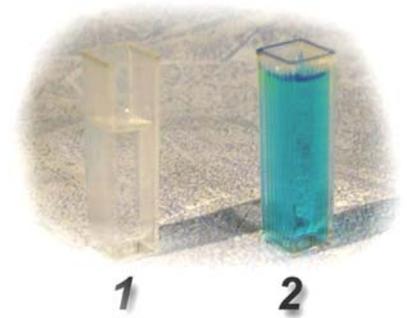
Réaliser une mesure en absorption

Matériel requis :

- SPID et module d'absorption
- Au moins deux cuves jetables
- Eau distillée
- Solution chimique (à faible concentration)

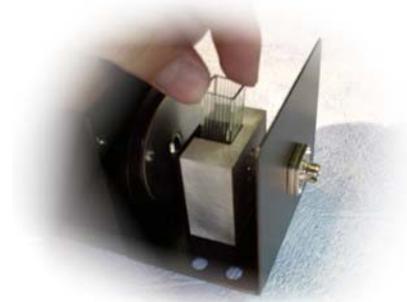
Ordre des opérations :

Remplir l'une des cuves avec de l'eau distillée (1). Cette cuve permettra de réaliser une référence en intensité (communément appelée « blanc »). Remplir la seconde cuve de la solution chimique à analyser (2).



Charger l'environnement de travail [_abs_cuve.spd](#)

Insérer la cuve contenant l'eau distillée dans le porte cuve. L'intérieur du porte cuve est muni de systèmes de positionnement. Il est donc possible que les premières insertions nécessitent quelques efforts pour tendre les ressorts internes de mise en place.



Visualiser le signal en temps réel. Pour bénéficier du maximum de précision, il est souhaitable que le signal occupe toute la dynamique de l'écran. Dans la pratique, il faut régler ou ajuster la sensibilité afin que la maximum à l'écran soit compris entre 70 et 95%. Afin que ce réglage soit automatique, vous pouvez utiliser la Gestion automatique de la sensibilité. Le spectromètre ajustera alors logiquement la valeur exacte de la sensibilité correspondant à la mesure en cours. Ce traitement demande quelques secondes avant



Dans le cas 1, le signal est trop faible (le pic atteint 60%). Il faut donc augmenter légèrement la sensibilité. Dans le cas 2, la sensibilité est trop forte (le maximum dépasse la dynamique de l'instrument, il y a saturation). Il faut réduire la sensibilité. Le cas 3 est un cas où le signal est correct.



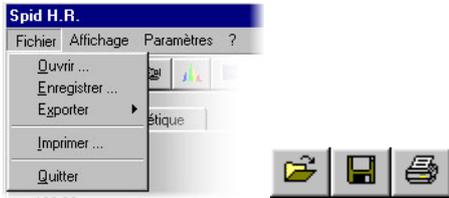
Pour changer la sensibilité, lancer le menu [Paramètres / Acquisition...](#) et entrer la nouvelle valeur de la sensibilité. Si nécessaire, changer à nouveau la valeur de la sensibilité jusqu'à obtenir une l'amplitude voulue.

Cliquer sur le bouton de référencement (blanc) . Choisir alors l'option « courbe à l'écran ». L'affichage est désormais en absorbance, vous pouvez insérer la cuve contenant la solution chimique.

Pour réaliser des mesures, utiliser les curseurs horizontaux et verticaux .

Utilisation approfondie

Toutes les fonctions logicielles



Fonctions sur les fichiers, impression, exportation

Ouverture d'un fichier, format .spd

L'ouverture d'un fichier est possible soit par l'intermédiaire du menu Fichier / Ouvrir..., soit en cliquant sur l'icône . Le format « spd » est le format unique permis par le logiciel. Il privilégie l'enregistrement en longueur d'onde, et est donc interchangeable sans risque d'erreur entre les différents postes équipés de spectromètres aux caractéristiques légèrement différentes.

Sauvegarde, enregistrement au format .spd

La sauvegarde d'un fichier est accessible via le menu Fichier / Enregistrer, ou en cliquant sur l'icône . Lors de la sauvegarde en mode « Temps Réel », le fichier sauvegardé sera celui issu de la précédente acquisition simple, et ne correspondra donc pas au spectre affiché en temps réel.

Exportation des données

L'enregistrement des données est possible au format texte (ASCII), image (Bitmap 24 bits), Régressi (Micarelec), Synchronie (EuroSmart – format .txt formaté) et Excel (Microsoft - ouverture automatique d'Excel, nécessite que ce logiciel soit installé). Le format Texte permet la récupération des données par la plupart des tableurs et logiciels de traitement de données. Le format utilisé est le suivant :

8;	381,7;	55,702
9;	381,9;	56,411
10;	382,1;	57,119
11;	382,4;	57,825
12;	382,6;	58,530
13;	382,8;	59,232
14;	383,0;	59,933
15;	383,2;	60,632
16;	383,4;	61,329
17;	383,7;	62,024
18;	383,9;	62,716

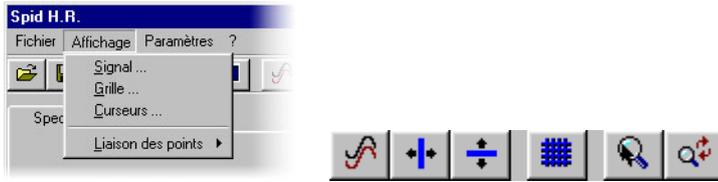
Annotations:

- Colonne de la longueur d'onde associée au pixel
- Colonne d'intensité relative, exprimée entre 0 et 100% de la dynamique de l'instrument
- Colonne du numéro de pixel. Le fichier comporte 2048 lignes numérotées de 0 à 2047
- Séparateur de colonne « ; »

Impression

L'impression d'un spectre est possible depuis le menu Fichier / Imprimer... ou en cliquant sur l'icône . Le logiciel vous propose alors la configuration de l'imprimante.

Attention : SPID-HR utilise le port courant de l'imprimante. Pour imprimer sans risque de blocage, nous vous conseillons l'utilisation d'une imprimante connectée sur le port USB, l'installation d'un second port parallèle sur votre PC, ou de différer acquisition et impression.

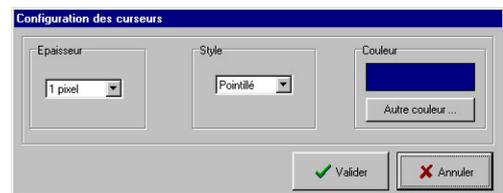


Fonctions de mesure, superposition, zoom

Les curseurs

Les curseurs horizontaux et verticaux sont utilisables en mode figé ou temps réel. Les curseurs verticaux affichent la longueur d'onde, les horizontaux affichent le pourcentage comparé au maximum de la dynamique. L'aspect des curseurs est configurable depuis le menu Affichage / Curseurs :

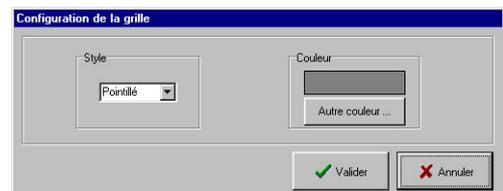
- L'épaisseur désigne la taille du curseur entre 1 et 3 pixels
- Le style permet d'afficher en ligne simple, pointillés ou ligne alternative. Ces deux derniers modes ne sont pas utilisables lorsque l'épaisseur est supérieure à 1 pixel
- La couleur peut être modifiée



La grille

La grille sert de repère de calcul rapide. Son pas est fonction du zoom utilisé, et coïncide avec l'échelle. Peuvent être modifiés via le menu Affichage / Grille :

- Le style : trait mixte, pointillé ou plein
- La couleur



Le zoom

Le zoom permet de grossir une zone du spectre. Pour zoomer, activer le bouton « zoom ». Définir ensuite une fenêtre sur le spectre en cliquant une première fois à l'une des extrémités de la zone à observer, puis, tout en maintenant le bouton gauche enfoncé, faire grossir la fenêtre jusqu'à l'autre extrémité. Relâcher alors le bouton gauche.

La superposition



1



2



3

Le bouton de superposition (1) permet d'afficher simultanément à l'écran plusieurs spectres. Une fois enclenché, les différentes acquisitions ou ouvertures de fichiers se superposeront à l'écran. Le bouton (2) supprime une des courbes, tandis que le bouton (3) permet de choisir la courbe courante (pour appliquer d'éventuels traitements).

Remarque : les fonctions de superposition ne sont pas applicables avec la représentation en couleurs du signal



Fonctions d'acquisition

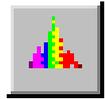
Le logiciel SPID propose l'affichage issu du signal CCD sous différentes formes, et après avoir subi différents traitements.

Acquisition simple, visualisation temps réel



1

Pour obtenir le spectre tel qu'il est en permanence, cliquer sur le bouton Temps Réel (1)
 Pour obtenir une seule acquisition figée, cliquer sur (2).



2

Traitements et sensibilité

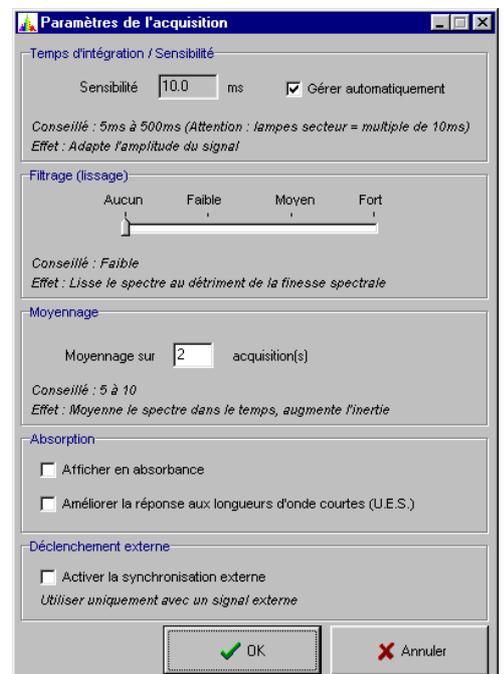
Le Menu de réglage des paramètres d'acquisition est accessible depuis le Menu Paramètres / Acquisition. Deux traitements peuvent être appliqués au signal :

- Un filtrage, ou lissage d'un échantillon par rapport à ses voisins immédiats, c'est le rôle de la fonction « Filtre ». Le bruit spatial sera lissé, au dépend d'un légère perte de résolution.

Conseil
 Physique : *Aucun* Chimie / Biologie : *Fort*

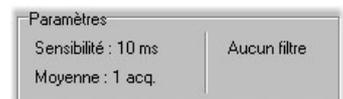
- Un moyennage, c'est à dire que le signal affiché est le résultat moyen de la valeur du signal sur les dernières acquisitions. Le bruit temporel est considérablement atténué au détriment d'un temps de réaction plus long.

Conseil
 Physique : *2* Chimie / Biologie : *10*



La sensibilité correspond au temps de pose du détecteur. Sa valeur peut varier de 1,5 ms (pour les lumières très intenses) à 1 seconde (source très peu intense, lumière ambiante...) voir au delà (au risque d'obtenir un bruit d'origine thermique qui occulte une grande partie de la dynamique du signal).

Pour les sources lumineuses alimentées en tension alternative (secteur par exemple), il est fréquent que la lumière soit modulée à la fréquence de la source électrique. Le résultat sur le spectromètre en serait une apparente instabilité du signal. Il convient donc de fixer des temps de pose multiples de la demi-période de la source électrique. Pour le secteur, la première sensibilité est donc 10 ms, puis de 10 ms en 10 ms.



Le mode UES (améliore la sensibilité au longueurs d'ondes courtes) correspond à un procédé de réduction du bruit pour les parties du spectre ne disposant que de très peu de lumière (Violet et Ultra Violet). L'utilisation de ce mode est essentiellement réservée aux mesures à partir du module d'absorption.

Conseil
 Physique : *Non actif* Chimie / Biologie : *Activé*

Affichage en absorbance :

Conseil
 Physique : *Non actif* Chimie / Biologie : *Activé*

Fonctions d'étalonnage, déclenchement externe

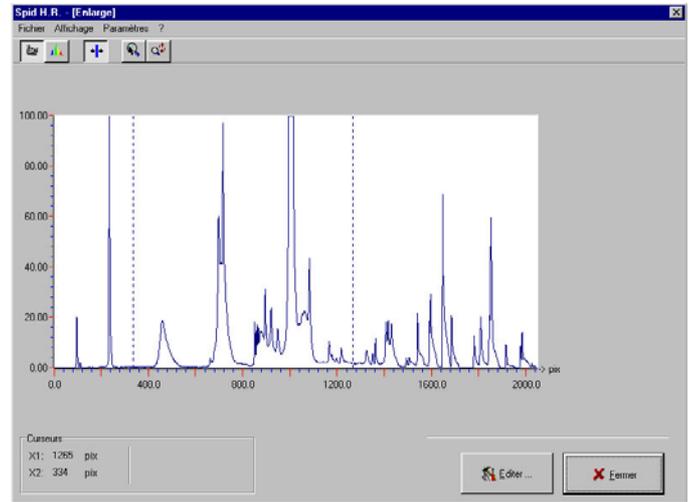
Etalonnage

Le mode d'étalonnage est destiné à établir une correspondance entre les positions sur le détecteur CCD et les valeurs de longueur d'onde associées. Un étalonnage par défaut est utilisé au démarrage du logiciel.

Si votre instrument est connecté, le logiciel applique automatiquement l'étalonnage réalisé lors de la fabrication de l'instrument. Dans le cas contraire, il applique un étalonnage par défaut compris entre 300 et 900 nm.

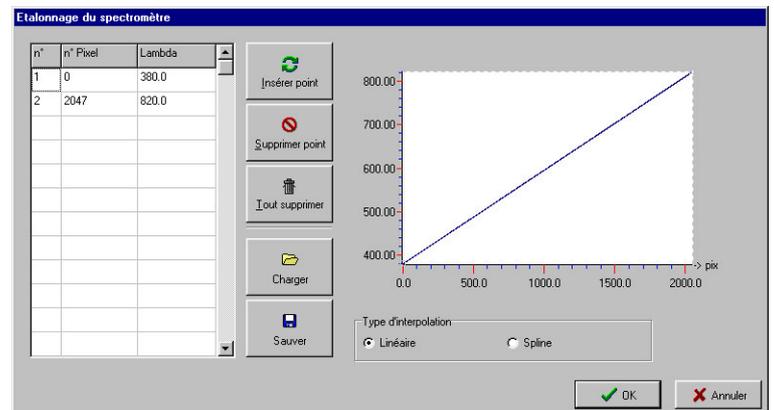
Le menu d'étalonnage est accessible depuis le menu Paramètres / Etalonnage. Par rapport au mode « Spectre », les différences sont :

- Seules les principales fonctions sont conservées : acquisition simple et temps réel, curseurs verticaux et zoom.
- L'axe horizontal est gradué en pixels du détecteur CCD, les curseurs donnent une mesure en pixels.



Pour réaliser un étalonnage, nous vous conseillons de suivre la procédure suivante :

- A partir du mode « Etalonnage », enregistrez une acquisition simple d'une lampe spectrale à raies connues. Eviter de saturer le signal.
- Repérer au moins deux raies (si possible éloignées d'au moins 200 nm), et à l'aide du zoom, notez leurs positions au pixel près.
- Cliquer sur « Editer », la fenêtre ci-contre s'ouvre à l'écran. Cliquer sur « Tout Supprimer » pour effacer les anciennes références.
- Cliquer sur « Insérer point » pour ajouter une référence, et entrer les valeurs de pixel et de longueur d'onde. Valider chaque case par la touche « Enter ».
- Le graphe de droite vous donne alors l'étalonnage. Pour conserver cet étalonnage pour une prochaine utilisation, cliquer sur « Sauver », et indiquer le nom de sauvegarde.
- Cliquer sur « OK » pour revenir à la fenêtre précédente, puis sur « Fermer » pour appliquer l'étalonnage réalisé.



Il est possible de réaliser un étalonnage avec plus de points, éventuellement en utilisant une fonction « Spline » pour le lissage de la correspondance pixels – longueur d'onde.

Remarque : Lors du lancement du logiciel, le spectromètre donne à l'ordinateur son numéro de série. Le logiciel utilise donc automatiquement le fichier d'étalonnage correspondant à l'instrument. Si vous souhaitez modifier durablement l'étalonnage, enregistrer votre fichier d'étalonnage sous le nom « numéro de série ».eta dans le répertoire du logiciel. Le spectromètre utilise ce fichier systématiquement.

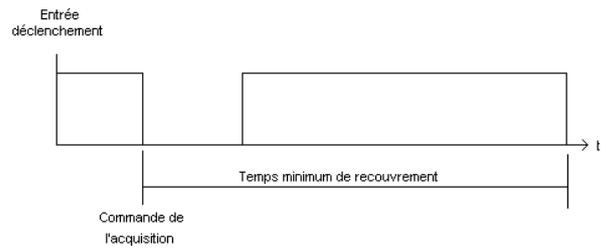


Déclenchement externe

Le déclenchement externe permet de synchroniser l'instrument sur un signal extérieur. Une impulsion déclenchera l'instrument sans ordre émanant du PC. Le logiciel attendra alors que SPID émette un signal pour récupérer et afficher les données.

Pour être à nouveau disponible, l'appareil doit attendre un Temps minimum de recouvrement valant :

$$T_{r \text{ min}} \text{ (ms)} = \text{moyennage} \times \text{sensibilité} \text{ (ms)} + 45 \text{ (ms)}$$



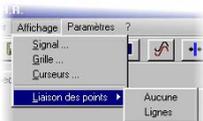
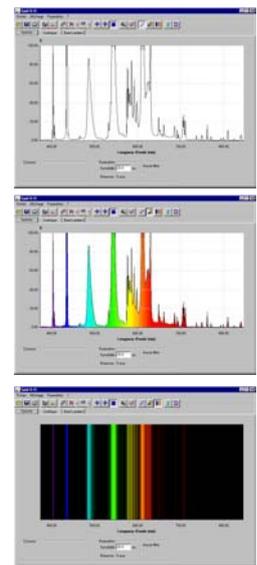
Pour le brochage du connecteur comportant l'entrée Trigger, voir la section « Entrées et sorties matérielles et logicielles »

Fonctions d'affichage en couleurs, d'absorption

Affichage en couleurs

SPID vous propose 3 modes d'affichage, du plus courant au plus visuel 

- Le mode standard « Normal » correspond à la visualisation du spectre, avec la longueur d'onde pour toute information.
- Le mode « Affichage coloré » complète le mode « Normal », en lui ajoutant une information de couleur représentative de la longueur d'onde. Cette information de couleur n'est pas l'exacte représentation de la couleur pure, mais son approchée, telle qu'elle est réalisable par l'intermédiaire des canaux RVB du moniteur.
- Le mode « Visuel » correspond à une représentation en bâtonnets colorés d'intensité proportionnelle à celle du spectre. C'est le mode le plus proche de la visualisation directe d'un spectre perçu par l'œil.



Mode de liaison des échantillons

Chaque échantillon issu de chaque pixel CCD peut être affiché :

- avec liaison, c'est à dire qu'entre deux échantillons sera tracé un vecteur
- sans liaison, c'est à dire que seul le point représentatif de la valeur de l'échantillon est affiché.



Sans liaison

Liaison ligne

Mode Absorption

Le mode absorption déclenche pour chaque pixel un référencement par rapport à un signal. La valeur de ce signal à une longueur d'onde donnée correspondra au nouveau 100% du signal affiché en mode Absorption.

Une fenêtre vous propose de choisir ce signal parmi :

- La référence actuelle, c'est à dire le signal utilisé lors de la précédente mesure en absorption
- La courbe active à l'écran, c'est à dire le signal actuellement affiché en mode « Spectre ».
- Le chargement d'une courbe de référence précédemment enregistrée.



Fonctions du mode cinétique

Le mode cinétique est dédié à la réalisation d'enregistrement du spectre complet au cours du temps.

Suivi d'une longueur d'onde donnée au cours du temps

Evolution en 3D du spectre au cours du temps

Choix d'une vue en coupe. Sélection des modes d'affichage en 3 dimensions

Spectre complet au cours du temps, zone de zoom.

Visualisation du spectre à un moment de l'acquisition

Pour pouvoir accéder aux vues en coupe (spectre à un temps donné, ou évolution dans le temps d'une longueur d'onde donnée), double-cliquer sur la coupe.

Zoom sur coupe

Zoom sur zone de visualisation (nécessite l'activation du bouton « Zoom »)

Zoom sur vue 3D

Zoom sur coupe

Pour lancer une acquisition dans le temps, cliquer sur le bouton d'acquisition .

La fenêtre ci-contre présente alors un rappel des paramètres de l'acquisition à venir, et propose une durée totale d'acquisition, ainsi que le pas d'échantillonnage dans le temps. Ces différents paramètres sont dépendants l'un de l'autre. Toute modification de l'un entraînera des conséquences sur les autres paramètres.

Fonctions du mode Beer Lambert

Le principe de ce mode consiste à travailler uniquement à une seule longueur d'onde, afin de réaliser un étalonnage *concentration en fonction de l'absorbance*.

Pour fonctionner, le mode Beer Lambert doit être utilisé lorsque le spectromètre travaille en absorption. Procéder alors comme suit :

- Réaliser en mode « spectre » un blanc, et cliquer sur « Beer Lambert ». La fenêtre suivante apparaît.

Absorbance en cours

Calcul de la concentration en cours

Données numériques de l'étalonnage

Graphique de l'étalonnage

Longueur d'onde de travail (domaine spectral correspondant)

- Choisir la longueur d'onde de travail en cliquant sur « changer lambda ».
- Insérer la cuve contenant la première concentration, et cliquer sur « nouveau point ».
- Indiquer la valeur numérique de la concentration connue de la cuve.
- Changer la cuve et réitérer la mesure de l'absorbance à la nouvelle concentration.
- Lorsque l'étalonnage est terminé, cliquer sur « Appliquer l'étalonnage » pour activer le calcul de la concentration en cours.

La sauvegarde de l'étalonnage est possible en cliquant sur .

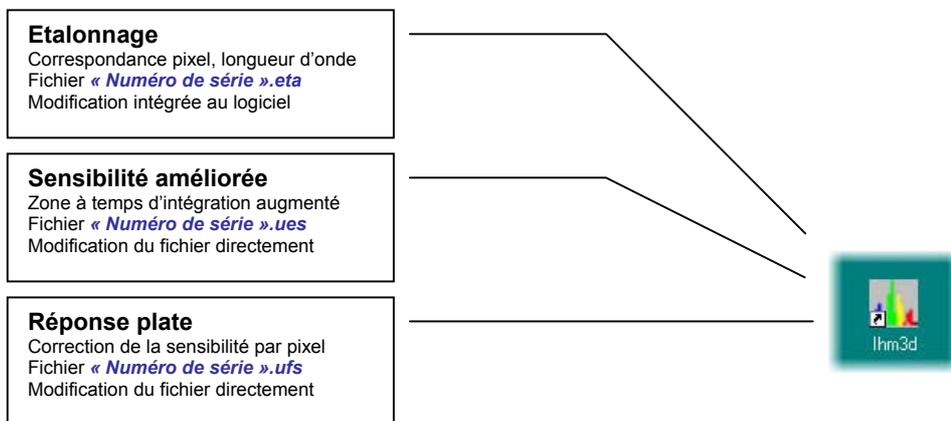
Le format d'enregistrement « .cfa » permet notamment l'utilisation d'un étalonnage en mode de Beer Lambert depuis une expérience de cinétique.

Pour cela, après un enregistrement au cours du temps, cliquer sur le bouton d'ouverture d'un fichier. Sélectionner le fichier d'étalonnage correspondant. La coupe se centrera automatiquement sur la longueur d'onde de travail, et les mesures seront converties en concentration.

Entrées et sorties matérielles et logicielles

Modifier la réponse de l'instrument, entrées logicielles

Le logiciel de SPID_HR est configuré à partir de 3 fichiers principaux :



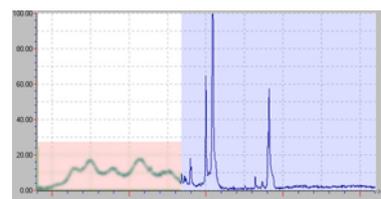
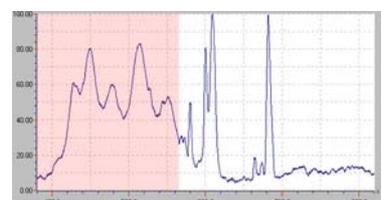
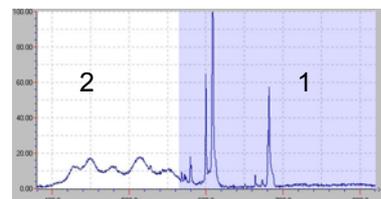
Ces fichiers sont propres à chaque appareil. Leur modification est réservée à des utilisations spécifiques, et peuvent affecter gravement le fonctionnement ou la fiabilité du logiciel et des résultats. Nous vous conseillons de sauvegarder les fichiers sources avant toute modification de ces fichiers.

La configuration de l'étalonnage est réalisée à partir des menus intégrés au logiciel.

Amélioration de la sensibilité

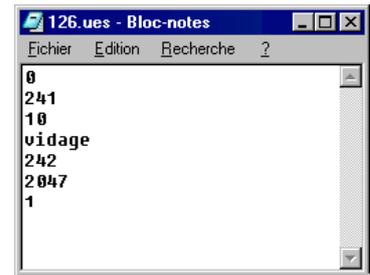
Le procédé est le suivant :

- Sur un enregistrement (figure ci-contre), une partie du spectre utilise toute la dynamique (1) de l'appareil, alors qu'une zone dispose de moins d'énergie (2). Le signal de la zone (2) dispose donc d'un rapport signal/bruit inférieur à la zone correctement exploitée (le signal est proportionnellement plus bruité). Ce phénomène pourrait être préjudiciable lors d'enregistrement nécessitant un signal stable dans le temps.
- Pour améliorer la précision des mesures, on considère que le signal sera enregistré en 2 temps. Une première fois, seule la partie correcte est conservée par le programme (zone bleue). Dans un second temps, le logiciel commande un enregistrement avec une sensibilité supérieure (ici, 4 fois supérieure). Seule la partie à améliorer est conservée (zone rouge).
- Le logiciel affiche alors un signal recomposé contenant une partie de l'enregistrement initial et une partie du signal divisée par 4 pour la zone initialement à améliorer. L'opération est transparente pour l'utilisateur et permettra lors d'un zoom serré de bénéficier d'un signal très stable sur tout le spectre.



La structure du fichier :

« Pixel de début de la première zone »
 « Pixel de fin de la première zone »
 « Facteur multiplicatif de la sensibilité zone 1 »
 « Pixel de début de la seconde zone »
 « Pixel de fin de la seconde zone »
 « Facteur multiplicatif de la sensibilité zone 2 »
 ...
 « Pixel de début de la n^{ème} zone »
 « Pixel de fin de la n^{ème} zone »
 « Facteur multiplicatif de la sensibilité zone n »



Remarques :

- L'appareil ne fonctionnera pas si le spectre présente un ou des maxima valant plus de 10 fois la dynamique. Le facteur multiplicatif ne doit pas être supérieur à 10.
- Lorsque le facteur multiplicatif d'une zone est inférieur à celui de la zone précédente, il est conseillé d'effectuer avant un cycle dit « de vidage » destiné à éviter la présence de bruit dans l'enregistrement suivant immédiatement un enregistrement plus long. Pour cela, ajouter simplement une ligne « vidage ».
- Le premier pixel est impérativement 0, le dernier pixel est impérativement 2047.
- Le nombre de cycles, en théorie non limité, a pour effet une augmentation rapide du temps nécessaire pour réaliser un spectre. Dans la pratique, 4 à 5 cycles constituent un maximum.

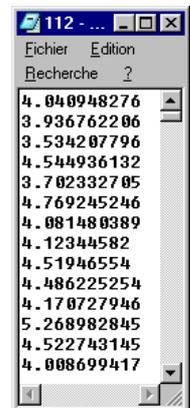
Dans l'exemple, 2 zones sont définies. La première zone du pixel 0 au pixel 241 bénéficie d'une sensibilité 10 fois supérieure à la seconde zone couvrant le reste de la barrette CCD et bénéficiant d'une sensibilité nominale. Pour éviter tout bruit intempestif dans la seconde zone, une commande de vidage est intercalée.

Correction de la réponse, réponse plate

Le dispositif consiste à adjoindre à chaque pixel un coefficient multiplicatif qui corrige sa sensibilité. Ce coefficient est indirectement indiqué à partir d'un fichier éditable au format texte, et bénéficie d'un gain de 10. La valeur effectivement affichée correspond à 10 fois la sensibilité relative de l'instrument. Le premier pixel de l'exemple répond à 40,4% de ce qu'il devrait, le logiciel calculera ensuite le gain qui devra lui être affecté.

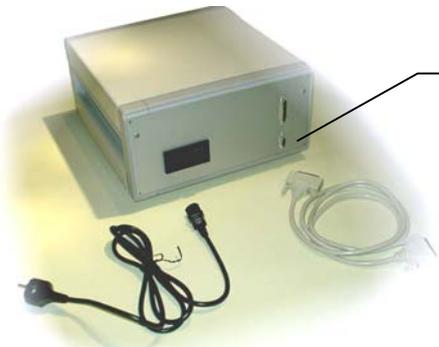
Le fichier comprend 2048 lignes.

La méthode la plus appropriée pour générer un tel fichier consiste à exposer le spectromètre à une source connue, puis à enregistrer le spectre au format texte. Depuis un logiciel de type Tableur, effectuer le calcul de la sensibilité de l'appareil à partir du spectre connu de la source et du spectre mesuré par le spectromètre. Enregistrer ensuite le résultat du calcul (multiplié par 10) sous forme d'un fichier de type texte auquel on donnera l'extension xxx.ufs



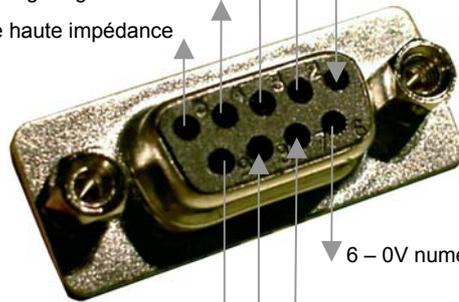
Utiliser les entrées et sorties électroniques

Les entrées et sorties électroniques de SPID sont situées sur la face Arrière de l'instrument.



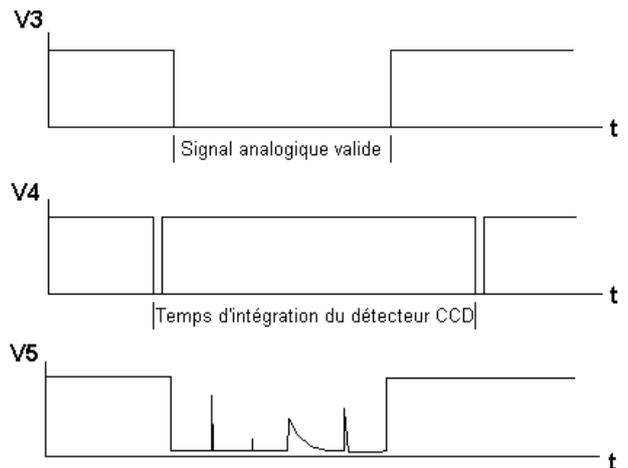
Connecteur 9 points :
Entrées et Sorties spécifiques.

- 1 - Entrée spécifique : ne pas connecter
- 2 - Sortie spécifique : ne pas connecter
- 3 - Sortie « Acquisition en cours » - TTL
- 4 - Sortie « Horloge registre » - TTL
- 5 - Sortie CCD – Analogique haute impédance



- 6 – 0V numérique
- 7 - Entrée spécifique : ne pas connecter
- 8 - Entrée déclenchement / Trigger : TTL
- 9 - 0V analogique

- Broches 1, 2 et 7 : entrées et sorties dédiées à des versions différentes de ce matériel : ne pas connecter ces broches.
- Broche 3 : Sortie « Acquisition en cours ». Etat logique bas lorsque la barrette CCD est en cours de lecture. Le signal analogique de la broche 5 est valide. Signal référencé par rapport à la broche 6.
- Broche 4 : Sortie Horloge des registres du détecteur CCD. Impulsions logiques correspondant au temps de pose du détecteur CCD. Signal référencé par rapport à la broche 6.
- Broche 5 : Sortie du signal CCd analogique, référencé par rapport à la broche 9.
- Broche 9 : Entrée TTL du signal de déclenchement de l'acquisition (voir section dédiée).



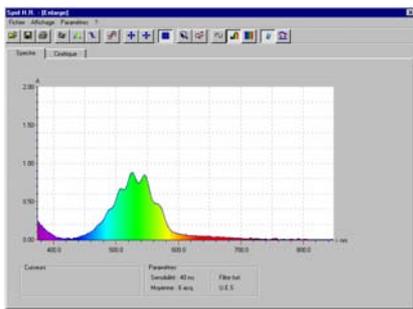
Quelques résultats...

Les expériences ci-dessous ont déjà été réalisées avec le spectromètre. Nous vous invitons à visiter notre site Internet pour obtenir toutes les expériences préconisées www.ulice.com, ainsi qu'à nous faire part de vos propres résultats afin de pouvoir les diffuser à l'ensemble des utilisateurs.

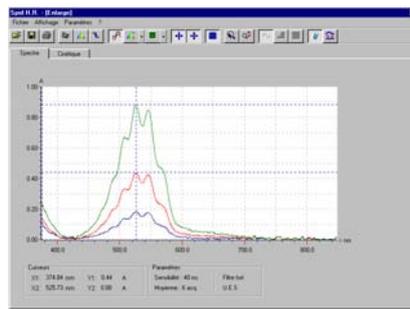
Absorption de solutions

Protocole :

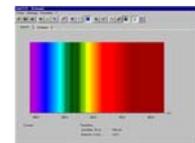
- Porte cuve relié à l'entrée du spectromètre
- « Blanc » effectué en une fois sur toutes les longueurs d'onde
- Mesure de l'absorbance des solutions chimiques en temps réel



Absorption du permanganate de potassium

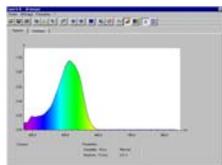


Absorption à différentes concentrations

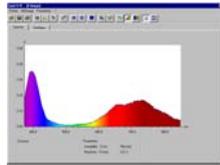


Bandes d'absorption

Démonstration de cours : oui, en 5 à 10 minutes
 TP élève : oui, en une à deux séances



Colorant rouge



Chlorure de cobalt



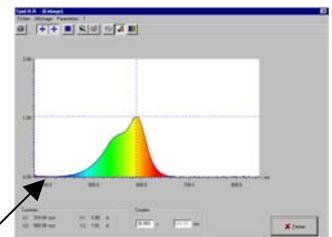
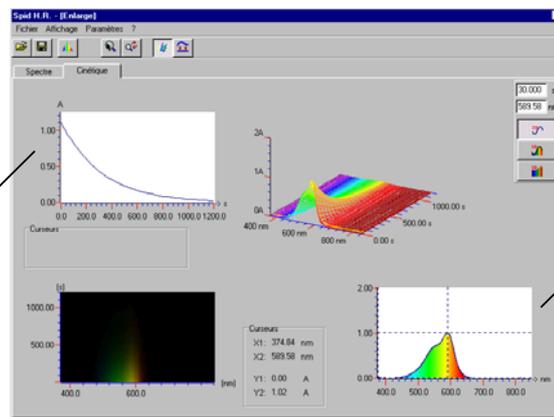
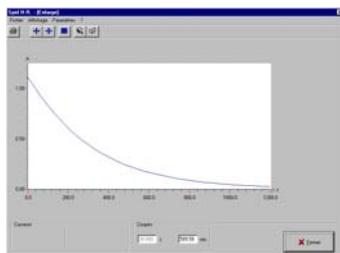
Cinétique chimique

Protocole :

- Porte cuve relié à l'entrée du spectromètre
- « Blanc » effectué en une fois sur toutes les longueurs d'onde
- Enregistrement du spectre complet au cours du temps pendant la durée de réaction
- Exploitation de l'enregistrement

Attaque du cristal violet par la soude

Absorbance au cours du temps

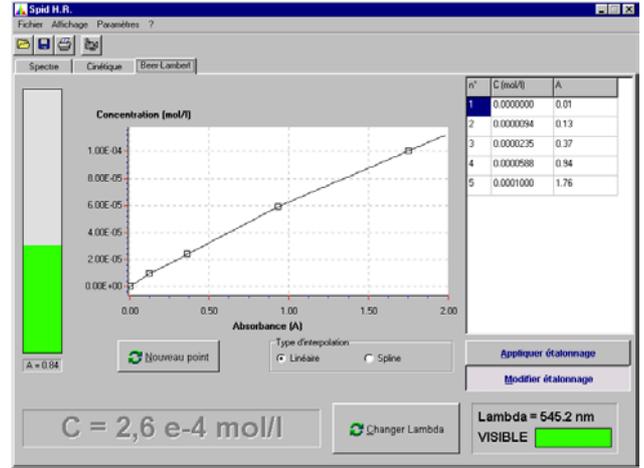
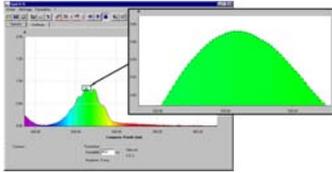


Absorbance à un instant donné

Evolution du spectre d'absorption dans le temps

Démonstration de cours : oui
 5 minutes de préparation, 10 minutes durant lesquelles l'expérience à lieu, 5 à 10 minutes pour l'exploitation de l'information.
 TP élève : oui, en une séance pour 2 réactions de type différent

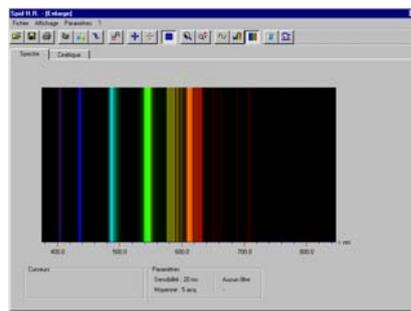
Loi de Beer Lambert avec du permanganate de potassium. Dans un premier temps, on effectue une mesure du maximum d'absorbance en mode spectre. On réalise ensuite un étalonnage à différentes concentrations. Une fois cet étalonnage effectué, on peut déterminer la concentration d'une solution inconnue (« appliquer l'étalonnage »).



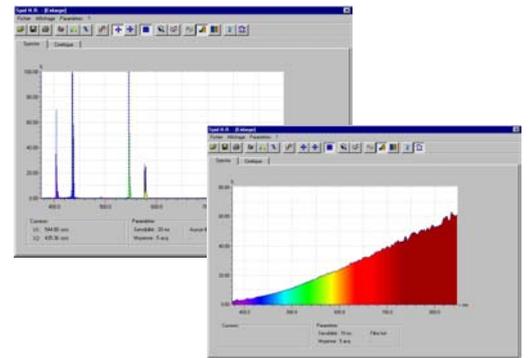
Spectres d'émission

Protocole :

Diriger l'extrémité de la fibre vers la source lumineuse



Spectre d'une source « Economie d'Energie »



Spectre d'une lampe mercure et à incandescence

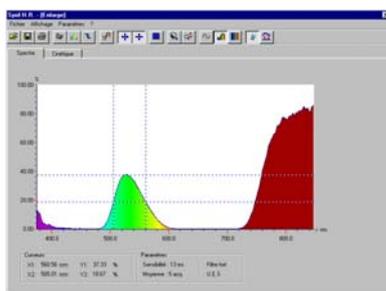
Démonstration de cours : oui, en quelques secondes

TP élève : un TP pour reconnaissance de gaz à partir de son spectre, chauffe d'un filament, chauffe d'une lampe

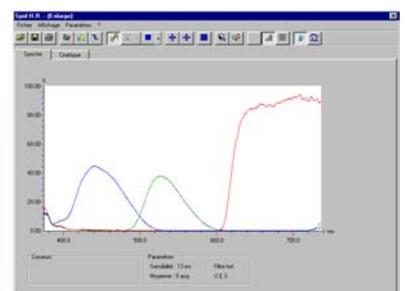
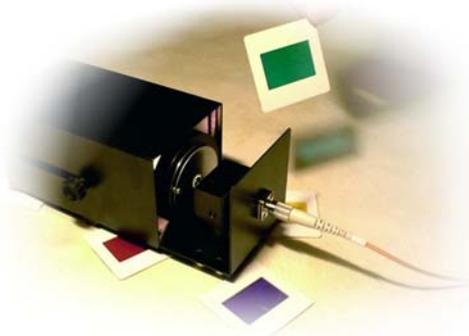
Transmission de filtres

Protocole :

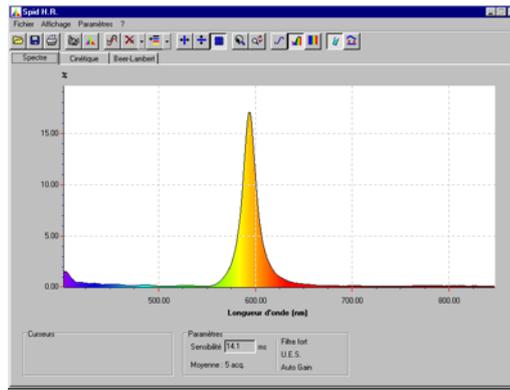
Module d'absorption connecté au spectromètre
Filtre positionné au niveau du module



Transmission d'un filtre vert en gélatine



Transmission d'un filtre Rouge, Vert et Bleu



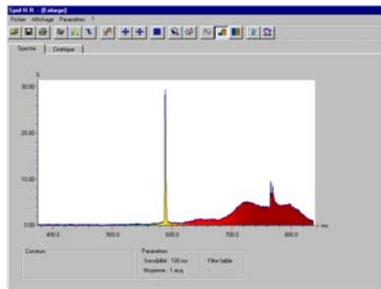
Transmission d'un filtre interférentiel

Démonstration de cours : oui, en quelques minutes
 TP élève : oui, en une séance

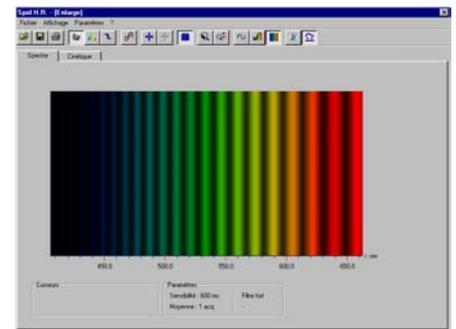
Autres applications...

Exemples :

- Spectres de flammes
- Spectre du soleil
- Principes de la spectrométrie
- Spectres cannelés
- ...



Spectre d'une bougie avec du sel (pic du sodium)



Spectre cannelé avec interféromètre