

Formules chimiques des procédés RA-4, C41 et E-6

Avertissement (à lire) :

Les formules énoncées ci-après font appel à des produits chimiques. La plupart de ces produits sont nocifs, toxiques, dangereux et sont à manipuler avec précaution. Ce ne sont pas des produits que l'on trouve dans les boîtes de petit chimiste pour les enfants !

Si vous ne savez pas manipuler les produits chimiques, ne tentez pas de réaliser ces solutions.

Stockez les produits acides et alcalins dans des meubles séparés. Ne jamais stocker des acides et des hydroxydes proches les uns des autres dans un meuble fermé !

Étiquetez les produits ! Voir le site de Clovis Darrigan pour les étiquettes et les signalisations des produits : <http://www.univ-pau.fr/~darrigan/chimie/13.html>

Utilisez des protections adéquates : masque ou lunettes, gants, blouse, tablier etc.

Préparez ces solutions dans un local bien ventilé et ne respirez pas les émanations gazeuses.

Pensez à noter en gros près du téléphone les numéros des pompiers, SAMU et centre antipoison en cas d'urgence.

Je met ces formules à disposition gratuitement et je ne saurais être tenu responsable de l'utilisation que vous en faites.

Formules pour le Procédé RA-4

Ces formules écrites par William Laut sont tirées du site <http://www.binbooks.com>.

Il faut noter que l'emploi de sulfite en petite quantité restreint la vie du développeur RA-4 à 48 heures.

Ces solutions sont faites pour être utilisées à 35°C ou 95°F. On peut les utiliser à température ambiante en allongeant les temps de développement vers 3 minutes ou en ajoutant du potassium hydroxide.

Le blanchiment a été déduit d'un kit Besseler et a été dilué. Il est fait pour un usage unique à 60ml par feuille 8"x10" (20,3 x 25,4 cm). Pour une utilisation en machine, il faudra le concentrer. La formule originale de Besseler contenait de l'ammoniaque pour contrecarrer les effet acides du bain d'arrêt. Au lieu de compliquer les formules chimiques, l'ammoniaque a été omis et un bain de rinçage a été ajouté entre le bain d'arrêt et le blanchiment.

Produits nécessaires :

Substances	Formules	Remarques
Acetic Acid (vinaigre)	$C_2H_4O_2$	Toxique si non dilué.
Ammonium Thiosulfate 60%	$(H_3N)_2H_2O_3S_2$	Irritant.
CD-3		Voir emballage.
Ferric ammonium EDTA	$C_{10}H_{12}N_2O_8FeNH_4$	Toxique, irritant.
Potassium carbonate	CK_2O_3	Irritant.
Potassium Hydroxyde	HKO	Corrosif, toxique.
Sodium chloride (sel de table)	NaCl	
Sodium Sulfite Anhydride	Na_2O_3S	Toxique, irritant.
Tinopal SFP		Voir emballage.
Triethanolamine (TEA)	$C_6H_{15}NO_3$	Irritant.

Développeur :

Eau (température ambiante)	750 ml
Triethanolamine	6.0 ml
Sodium Sulfite Anhydride ⁽¹⁾	1.0 g
CD-3	5.0 g
Potassium carbonate	40.0 g
Potassium Hydroxyde ⁽²⁾	5.0 g
Sodium chloride	0.5 g
Tinopal SFP ⁽³⁾	0.5 g
Eau pour faire	1.0 L

⁽¹⁾ Dans le développeur RA-4, le Sodium Sulfite Anhydride est utilisé pour prévenir la formation excessive de colorant et le Sodium chloride en est le modérateur. De très petites quantités sont mises en jeu. A moins de posséder une balance pouvant peser précisément 0.1g, on peut utiliser des solutions préparées comme suit :

Sodium Sulfite Anhydride 10.0 g
Eau pour faire 500 ml

Sodium chloride 10.0 g
Eau pour faire 500 ml

On substituera les 1.0g de sodium sulfite par 50 ml de solution et les 0.5g de Sodium chloride par 25 ml de solution.

⁽²⁾ Utilisez le potassium hydroxyde uniquement si vous désirez utiliser ce développeur a température ambiante sans rallonger les temps de développement. On peut voir apparaître une tendance de virage vers le cyan que l'on peut corriger avec une filtration adaptée.

⁽³⁾ L'utilisation du Tinopal est optionnelle dans ce développeur. Je vous recommande d'utiliser d'abord cette solution sans éclaircissant pour voir si vous en avez besoin avec le type de papier choisi.

Bain d'arrêt :

Acide acétique	10.0 ml
Eau pour faire	1.0 L

Blanchiment :

Eau (température ambiante)	750 ml
Ammonium Thiosulfate 60%	80.0 ml
Ferric ammonium EDTA	10.0 g
Eau pour faire	1.0 L

La solution n'est pas aussi opaque que celles du commerce. C'est du à sa dilution pour une utilisation unique.

Temps :

Pré rinçage	0:30
Développeur *	1:00
Bain d'arrêt	0:30
Rinçage	0:30
Blanchiment	2:00
Rinçage en 4 fois	2:00

* le temps de développement est indicatif et doit être adapté pour chaque type de papier.

Formules pour le Procédé C41

Ces formules écrites par William Laut sont tirées du site <http://www.binbooks.com>.

Produits nécessaires :

Substances	Formules	Remarques
Acetic Acid (vinaigre)	$C_2H_4O_2$	Toxique si non dilué.
Ammonium Thiosulfate 60%	$(H_3N)_2H_2O_3S_2$	Irritant.
CD-4		Voir emballage.
Ferric ammonium EDTA	$C_{10}H_{12}N_2O_8FeNH_4$	Toxique, irritant. EDTA ACID, FERRIC AMMONIUM SALT
Formaldehyde (formol)	CH_2O	Très toxique.
Hydroxylamine sulfate	$(NH_2OH)_2H_2SO_4$	Corrosif, explosif.
Photoflo 200		
Potassium carbonate	CK_2O_3	Irritant.
Potassium bromide	KBr	Irritant.
Potassium Iodide	KI	Irritant, toxique pour les fœtus.
Sodium Sulfite Anhydride	Na_2O_3S	Toxique, irritant.

Développeur :

Eau (température ambiante)	750 ml
Potassium carbonate	32.0 g
Sodium Sulfite	3.5 g
Potassium bromide	1.5 g
Hydroxylamine sulfate	2.0 g
CD-4	5.0 g
Eau pour faire	1.0 L

Bain d'arrêt :

Acetic Acid	10.0 ml
Eau pour faire	1.0 L

Blanchiment :

Eau (température ambiante)	500 ml
Ammonium Thiosulfate 60%	200.0 ml
Ferric ammonium EDTA ⁽¹⁾	25.0 g
Sodium Sulfite	15.0 g
Potassium Iodide	1.0 g
Acetic Acid, 28%	10.0 ml
Eau pour faire	1.0 L

⁽¹⁾ Vous pouvez utiliser 54.0 ml de solution de Iron EDTA à 47% à la place.

Stabilisateur :

Eau (température ambiante)	800 ml
Formaldehyde	3.0 ml
Photoflo 200	0.8 ml
Eau pour faire	1.0 L

Temps :

Chauffage sec	5:00
Développeur	3:15
Bain d'arrêt	0:45
Rinçage	0:30
Blanchiment	6:30
Rinçage en 8 fois	4:00
Stabilisateur	1:00

Pour le « chauffage à sec », mettez la cuve contenant le film dans un bain marie et attendez cinq minutes avant de commencer le développement.

Il ne faut pas mouiller le film car cela risquerait de modifier la balance des couleurs.

2ième méthode :

On peut utiliser un blanchisseur Ferricyanide et un fixateur séparés. Ils ne peuvent pas être utilisés ensemble comme blanchisseur car le Ferricyanide et le thiosulfate mélangés sont instables et se neutralisent.

Développeur :

Eau (température ambiante)	750 ml
Potassium carbonate	32.0 g
Sodium Sulfite	3.5 g
Potassium bromide	1.5 g
Hydroxylamine sulfate	2.0 g
CD-4	5.0 g
Eau pour faire	1.0 L

Bain d'arrêt :

Acide acétique	10.0 ml
Eau pour faire	1.0 L

Blanchiment :

Eau (température ambiante)	750 ml
Potassium Ferricyanide	80.0 g
Potassium Bromide	20.0 g
Eau pour faire	1.0 L

Fixateur : fait avec du Kodak flexicolor

Fixateur Kodak flexicolor	244.0 ml
Eau pour faire	1.0 L

Ou si vous voulez faire votre propre fixateur (formule du Dr. R. Chapman)

Eau (température ambiante)	750 ml
Ammonium Thiosulfate 60%	160.0 ml
EDTA	1.0 g
Sodium Bisulfite	12.0 g
Sodium Hydroxide	2.5 g
Eau pour faire	1.0 L

Temps :

Chauffage sec	5:00
Développeur	3:15
Bain d'arrêt	0:45
Rinçage en 2 fois	1:00
Blanchiment	2:30
Rinçage en 2 fois	1:00
Fixateur	2:30
Lavage en 8 fois	4:00

Le blanchiment et le fixateur peuvent être réutilisés tant que les temps n'excèdent pas ceux donnés ci-dessus.

Formules pour le Procédé E-6

Formules originales de Derek Watkins

Le processus de Kodak Ektachrome E-6 est utilisé depuis environ vingt années maintenant – de ce fait on peut dire que Kodak a su bien faire. Non seulement le E-6 est rapidement devenu la norme à laquelle tous autres processus ont comparés, mais il est également devenu processus universel pour des films inversibles couleur.

Un avantage du processus E-6 est qu'il est relativement facile à mettre en œuvre dans une chambre noire à la maison. En effet, vous n'avez même pas besoin d'une chambre noire pour pouvoir traiter vos propres films inversibles.

Coûts :

Le seul hic est le coût élevé du kit officiel de traitement E-6 Kodak. Le Hobby-Pac 600ml, par exemple, coûte environ 40 € et peut servir pour traiter six films 36 poses en 35mm ou équivalent. Ceci revient à 6 € par film, ce qui n'est pas beaucoup moins que les prix d'un labo professionnel local. Vous pouvez réduire le coût par film en achetant le kit professionnel de 3,8 litres pour 75€. Ce kit traitera jusqu'à environ quarante films 36 poses en 35mm. Ainsi on peut réduire considérablement le coût à approximativement 2 € le film. Cependant, si vous traitez quelques films par semaine vous finirez par gâcher les solutions avant qu'elles aient atteint leur fin de vie utile, et le coût par film augmente encore.

Il y a beaucoup de petits kits moins chers sur le marché, du style Tetenal, Fotospeed, Paterson et Photocolor. Ces derniers réduisent le coût à environ 3 € par film comme dans le cas du kit Tetenal E-6 en 500ml.

Faites le vous-même :

Si vous voulez vraiment couper le coût de votre traitement E-6, la meilleure façon est de faire ses propres solutions de traitement, ce qui n'est pas aussi difficile que cela puisse paraître. Les seuls équipements dont vous avez besoin, indépendamment des éprouvettes graduées habituelles et pichets à mélanger, est une balance précise et un ensemble de poids. Ils vous coûteront à peu près 45 €.

Au-delà de l'économie d'argent, il y a plusieurs autres avantages à traiter vos propres films E-6. Le premier est le temps. Même le laboratoire professionnel le plus efficace prendra au moins quelques heures pour traiter vos films. Et à moins qu'il soit proche de chez vous, vous devez y ajouter le temps et le dérangement pour amener, puis récupérer votre film. D'autre part, si vous faites le travail vous-même, vous pouvez examiner les résultats dans l'heure suivant la prise de vos photos (si vous mélangez les produits chimiques et que vous les portez à température). C'est naturellement un gros avantage quand vous prenez des photos en studio, parce que vous pouvez laisser l'éclairage en place jusqu'à ce que vous voyiez les transparents. Il vous permet également de tirer un film d'essai pour voir si vous avez besoin de légers ajustements de filtre sur l'appareil photo pour corriger l'équilibre des couleurs avant de faire vos images finales.

Un autre avantage est que vous avez le plein contrôle de votre traitement. Vous pouvez, par exemple, pousser vos films selon les conditions de prise de vue et changer le processus standard pour compenser. Je sais que la plupart des laboratoires professionnels offrent ce service, mais cela prend souvent plus longtemps et normalement il y a un extra à payer pour ça.

Si vous faites attention en manipulant et traitant vos films, la qualité de vos transparents devrait être au moins aussi bonne que celle que vous obtenez d'un laboratoire professionnel. Puisque vous faites le travail vous-même, inévitablement vous y mettez plus de soin qu'un laboratoire installé pour produire des résultats commercialement acceptables pour des milliers de films chaque jour.

En conclusion, la meilleure chose au sujet du traitement maison de vos films inversibles est que vous n'avez pas besoin de beaucoup d'équipement. Juste une cuve de développement, un thermomètre et un chronomètre précis, quelques mesures et de quoi maintenir les solutions à température constante.

Equipement :

Vous pouvez employer n'importe quel genre de cuve de développement, bien que je préfère l'acier inoxydable au plastique. Le métal est un meilleur conducteur de chaleur, ainsi il est plus facile de maintenir la température. Je trouve également les spires en acier inoxydable bien plus faciles à charger que celles en plastique. Pour la mesure du temps, vous n'avez besoin que d'une montre-bracelet. Mais achetez un bon thermomètre calibré et assurez vous que les solutions sont à la bonne température.

Pour le contrôle de température, j'emploie simplement une cuvette d'eau à un degré ou plus que la température du processus. Je mets toutes les bouteilles de chimies dans la cuvette, et lorsque la température de l'eau commence à baisser j'ajoute une eau un peu plus chaude pour maintenir la température. Autrement, vous pourriez utiliser un petit chauffage d'aquarium et une pompe pour faire circuler l'eau pour garder la température constante et uniforme (dans le style des cuves Jobo) .

En dernier lieu vous aurez besoin d'une ampoule Photoflood n° 2 dans un réflecteur. Elle sert à l'exposition d'inversion qui fait partie du processus (quelques kits E-6 commerciaux ne l'exigent pas). Pour chacune des solutions de traitement, dissolvez les produits chimiques dans l'ordre donné par la formule. Si vous ne le faites pas, vous allez constater qu'il sera difficile ou même impossible de dissoudre certains produits chimiques tels que le Phenidone dans le premier développeur. L'eau du robinet ordinaire est adaptée pour la fabrication des solutions (vous n'avez pas besoin d'eau distillée) car le Calgon dans les deux développeur contre les effets de l'eau calcaire.

Il faut filtrer les solutions dans leurs bouteilles de stockage pour enlever les particules de poussière et autres débris. Il faut s'assurer que chaque produit chimique est complètement dissous avant d'ajouter le suivant. Après avoir ajouté la solution d'iodure de potassium à 0,1 %, rincez la mesure par une partie du développeur.

Produits nécessaires :

Substances	Formules	Remarques
Acetic Acid (vinaigre)	$C_2H_4O_2$	Toxique si non dilué.
CD3		Voir emballage.
Citrazinic acid	$C_6H_5NO_4$?
Disodium phosphate, anhydrous	Na_2HPO_4	Irritant.
Formaldehyde, 40 %	CH_2O	Cancérigène, toxique.
Hydroquinone	$C_6H_6O_2$	Cancérigène, toxique.
Phenidone	$C_9H_{10}N_2O$	Irritant.
Potassium bromide	KBr	Toxique en grande Qu.
Potassium carbonate, anhydrous	CK_2O_3	
Potassium ferricyanide	$FeK_3(CN)_6$	Dangereux, irritant.
Potassium iodide, 0.1 % solution	KI	Dangereux.
Sodium acetate, anhydrous	CH_3COONa	
Sodium bicarbonate	$NaHCO_3$	
Sodium bromide	NaBr	Irritant.
Sodium hexametaphosphate (Calgon)	$(NaPO_3)_6$	Irritant.
Sodium hydroxide	NaOH	Dangereux, corrosif.
Sodium metabisulphite	$Na_2S_2O_5$	
Sodium sulphite, anhydrous	Na_2O_3S	Dangereux.
Sodium thiocyanate	CNNaS	Dangereux.
Sodium thiosulphate, crystals or anhydrous	$Na_2S_2O_3$	Irritant.
Trisodium phosphate crystals	Na_3PO_4	Corrosif.
Wetting agent		Voir emballage.

1^{er} développeur :

Sodium hexametaphosphate (Calgon)	2.0 g
Sodium sulphite, anhydrous	39.0 g
Potassium carbonate, anhydrous	14.0 g
Sodium bicarbonate	12.0 g
Phenidone	0.6 g
Hydroquinone	6.0 g
Sodium bromide	2.2 g
Sodium thiocyanate	1.0 g
Sodium hydroxide	3.3 g
Potassium iodide, 0.1 % solution	4.5 ml
Eau pour faire	1.0 L

Bains d'arrêt : (a réaliser en double)

Sodium acetate, anhydrous	30.0 g
Acetic acid, glacial	6.0 ml
Eau pour faire	1.0 L

Développeur couleur :

Sodium hexametaphosphate (Calgon)	2.0 g
Trisodium phosphate crystals	36.0 g
Sodium hydroxide	3.0 g
Sodium sulphite, anhydrous	4.5 g
Sodium bromide	0.65 g
Potassium iodide 0.1 % solution	30.0 ml
Sodium thiocyanate	1.3 g
Citrazinic acid	1.25 g
CD3	11.0 g
Eau pour faire	1.0 L

Blanchiment :

Potassium ferricyanide	80.0 g
Potassium bromide	20.0 g
Disodium phosphate, anhydrous	12.0 g
Acetic acid, glacial	5.0 ml
Eau pour faire	1.0 L

Fixateur :

Sodium thiosulphate en cristaux ⁽¹⁾	200.0 g
Sodium sulphite, anhydrous	5.0 g
Sodium metabisulphite	0.5 g
Eau pour faire	1.0 L

⁽¹⁾ si anhydre, utiliser 125.0 g.

Stabilisateur (optionnel):

Formaldehyde, 40 %	5.0 ml
Agent mouillant	1.0 ml
Eau pour faire	1.0 L

Procédé :

Etape	Temps	Température
1 ^{er} développeur	6:15 min	38+/-0.3°C
Bain d'arrêt N° 1	2:00 min	33-39°C
Lavage	2:00 min	33-39°C
Procédure d'inversement	4:00 min	Voir Notes
Développeur couleur	6:00 min	38+/-1°C
Bain d'arrêt N° 2	2:00 min	33-39°C
Lavage	2:00 min	33-39°C
Blanchiment	5:00 min	33-39°C
Rinçage	0:30 min	33-39°C
Fixateur	5:00 min	33-39°C
Lavage	6:00 min	33-39°C
Stabilisateur	1:00 min	33-39°C
Séchage		<60°C

Notes :

1. Le temps donné pour la procédure d'inversion est dans le cas du film enlevé de sa spire et exposé 2 minutes par face. La meilleure manière de réaliser cette exposition est de passer le film en va-et-vient dans un bol d'eau transparent, deux minutes de chaque côté. Ceci empêchera le film de devenir trop chaud et de se dessécher. Cependant, faites attention à ne pas éclabousser la lampe avec de l'eau ou elle peut éclater. Si vous préférez laisser le film dans la spirale pour cette exposition d'inversion, placez-la dans une cuvette transparente remplie d'eau. Exposez 5 minutes chaque côté d'une spirale claire ou 10 minutes chaque côté d'une spirale de nylon blanc ou d'acier inoxydable. La chose importante à se rappeler est qu'il n'est pas possible de surexposer le film à ce stade, mais il est très facile de le sous-exposer. N'hésitez pas à rallonger les temps plutôt que de les raccourcir.
2. Le temps et la température du 1^{er} développeur détermine la densité et la balance des couleurs des diapositives. De ce fait il est très important de suivre les temps et températures données.
3. Ne pas mélanger ou intervertir les bains d'arrêt n°1 et n°2, ce sont deux bains séparés.
4. L'agitation des bains, hormis pour le stabilisateur, doit être continue les 15 premières secondes suivit de 2 inversions de la cuve toutes les 30 secondes. Pour le stabilisateur, un tourné retourné est suffisant.
5. La capacité des solutions est de 10 films 36 poses en 35mm ou 10 bobines format 120 par litre. Il faut augmenter le temps du 1^{er} développeur de 15 secondes tous les 2 films.
6. Le 1^{er} développeur pourra se garder 2 mois dans une bouteille en verre brun pleine et bien fermée. Une fois utilisée, la solution se conservera 4 semaines. Le développeur couleur inutilisé se conservera 3 mois ou 2 mois si partiellement utilisé. Toutes les autres solutions pourront être conservées 6 mois, entamées ou non.
7. La température de séchage des films ne devra pas excéder 60°C. Le film mouillé paraîtra laiteux et s'éclaircira une fois sec.